



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΒΑΣΙΛΕΙΑ Π. ΦΑΣΟΥΛΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χ. ΚΑΡΑΒΙΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2017



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΒΑΣΙΛΕΙΑ Π. ΦΑΣΟΥΛΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χ. ΚΑΡΑΒΙΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2017

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΕΦΑΡΜΟΓΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ & ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ & ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΒΑΣΙΛΕΙΑ Π. ΦΑΣΟΥΛΗ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων

Χρίστος Καραβίτης

Επίκουρος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Μέλη:

Σταύρος Αλεξανδρής

Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Πέτρος Κερκίδης

Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Κωνσταντίνος Κοσμάς

Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ιωάννης Αργυροκαστρίτης

Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Νικόλαος Μαμάσης

Αναπληρωτής Καθηγητής Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Αθηνών

Ελπίδα Κολοκυθά

Καθηγήτρια Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Στο Ζήση μου,

τη ζωή μου...

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων

Χρίστος Καραβίτης

Επίκουρος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Μέλη

Σταύρος Αλεξανδρής
*Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού
Πανεπιστημίου Αθηνών*

Πέτρος Κερκίδης
*Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου
Αθηνών*

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κωνσταντίνος Κοσμάς

Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ιωάννης Αργυροκαστρίτης

Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Νικόλαος Μαμάσης

Αναπληρωτής Καθηγητής Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Αθηνών

Ελπίδα Κολοκυθά

Καθηγήτρια Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή παρουσιάζεται η **ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση** ενός νέου **δείκτη ξηρασίας** (Factual Drought Index – FDI), ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση και την κατηγοριοποίηση του φαινομένου, αλλά και για την πρόβλεψή του αποτελώντας σημαντικό βοήθημα στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων. Οι τιμές του δείκτη υπολογίζονται από εξίσωση που έχει ως παραμέτρους την βροχόπτωση και την εξατμοδιαπνοή και βασίζεται στην εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου. Επιπλέον δημιουργήθηκε αντίστοιχο λογισμικό αυτόματου υπολογισμού των τιμών του δείκτη, δηλαδή, ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων.

Η Νότια Ευρώπη αντιμετωπίζει συχνά φαινόμενα ξηρασίας και για το λόγο αυτό αποτελεί ιδανική περιοχή μελέτης για την εφαρμογή ενός δείκτη όπως ο FDI. Επιπλέον, προκειμένου να εξεταστεί η συμπεριφορά του δείκτη και σε πιο υγρές περιοχές, εφαρμόστηκε και στην Κεντρική Ευρώπη. Συνολικά εφαρμόστηκε σε χρονοσειρές από το 1900 έως το 2013 από **170 μετεωρολογικούς σταθμούς από 16 χώρες** για διάφορα χρονικά βήματα (3, 6, 9 και 12 μήνες). Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη SPI που υπολογίστηκαν από τα ίδια δεδομένα και παρουσιάζονται σε γραφήματα.

Επιπρόσθετα, επειδή το 2003 σημειώθηκε στην Ευρώπη η μεγαλύτερη ξηρασία των τελευταίων ετών, δημιουργήθηκαν χάρτες που δείχνουν πώς αποτυπώνεται το φαινόμενο από τον FDI 6 και τον FDI 12, και έγινε συγκριτική αξιολόγηση με τον SPI 6 και τον SPI 12 αντίστοιχα. Από τους χάρτες λοιπόν προκύπτει ότι ο FDI, ο οποίος μέσω της εξατμοδιαπνοής «αντιλαμβάνεται» τις μεταβολές της θερμοκρασίας αποτυπώνει πολύ ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού και για τα δύο χρονικά βήματα που εξετάστηκαν, δείχνει ότι στη Γαλλία, την Β.Α. Ισπανία, την Ιταλία και τα Δυτικά κυρίως Βαλκάνια υπήρξε έντονη ξηρασία, σε αντίθεση με τον SPI που παρουσίασε λιγότερο έντονο το φαινόμενο.

Αντίστοιχα εξετάστηκε και η ξηρασία που σημειώθηκε στην Ελλάδα το 1990 και προέκυψε ότι και σε αυτήν την περίπτωση ο FDI αποτυπώνει πολύ καλά το φαινόμενο. Επιπρόσθετα διαπιστώθηκε και μία αδυναμία του SPI ο οποίος, σε αντίθεση με τον FDI, για τον ίδιο μήνα (Οκτώβριο 1990) δίνει τελείως διαφορετικά αποτελέσματα όταν εξετάζεται για χρονικό βήμα 6 και 12 μηνών, γεγονός που τον κάνει στην προκειμένη περίπτωση λιγότερο αξιόπιστο.

Επιπλέον, έγινε αξιολόγηση του δείκτη FDI και με άλλους δείκτες ξηρασίας, συγκρίνοντας τις συσχετίσεις τους με χρονοσειρά πάχους αυξητικών ετήσιων δακτυλίων δένδρων *Pinus Brutia* στη Σάμο. Τα αποτελέσματα, από τα οποία φαίνεται ότι ο FDI έδωσε τις καλύτερες συσχετίσεις από τους υπόλοιπους δείκτες, παρουσιάζονται σε πίνακες και γραφήματα.

Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε έλεγχος υποθέσεων για το αν οι διαφορές των συσχετίσεων είναι στατιστικά σημαντικές και σε όλους τους ελέγχους το αποτέλεσμα ήταν ότι οι διαφορές των συσχετίσεων είναι όντως στατιστικά σημαντικές.

Ο δείκτης FDI, μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την καλύτερη κατανόηση της ξηρασίας και του μεγέθους της σε διάφορες περιοχές γι' αυτό θα ήταν ωφέλιμο να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές όπως η Αμερική και η Ασία. Ταυτόχρονα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην πρόβλεψη της ξηρασίας με στόχο τη μείωση της τρωτότητας μίας περιοχής στις επιπτώσεις του φαινομένου. Ως εκ τούτου, ο FDI μπορεί να είναι ιδιαίτερος ωφέλιμος για τον Προληπτικό Σχεδιασμό της Διαχείρισης της ξηρασίας με απώτερο στόχο την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της κοινωνίας σε σχετικές φυσικές καταστροφές.

Λέξεις κλειδιά:

Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Προληπτικός Σχεδιασμός, Ξηρασία, Διαχείριση Ξηρασίας, Σύνθετοι Δείκτες, Βροχόπτωση, Εξατμοδιαπνοή, Υδατικό Ισοζύγιο, Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων.

ABSTRACT

The current work presents the development, application and assessment of a new drought index (Factual Drought Index- FDI) that can be useful in forecasting, identifying and classifying drought, constituting an important tool in Integrated Water Resources Management. The index values are calculated by precipitation and evapotranspiration parameters in contrast with the SPI index which uses only precipitation for its calculation. A software for the automated calculation of the index values has been created for the users' convenience to use it as a decision support system.

South Europe faces drought events very often, therefore presents an ideal case study for such an index application. Furthermore and in order to assess how the index behaves in more wet regions, it is applied in central Europe as well. FDI was calculated using timeseries data from 1900-2013, gathered from 170 meteorological stations, distributed in 16 countries throughout the case study, for a variety of temporal steps (3, 6, 9 and 12 months' time steps). The results were compared to the corresponding ones of SPI, calculated by the same data and are presented in graphs.

Additionally, 2003 was the greatest drought event in Europe, thus maps for August 2003 are presented showing how FDI 6 and FDI 12 portray the difficult occasion compared to SPI. The maps show that FDI, which through the evapotranspiration parameter can detect temperature variations, depict satisfactorily the drought event. More specifically, it can easily be shown that for both timesteps (6&12) FDI shows severe and extreme drought in France, NE Spain, Italy and West Balkans. On the contrary, SPI shows the event less severe.

FDI was correspondingly tested in Greece for 1990, when it was the greater drought event of the latest years and it showed that the phenomenon was reflected also in this case quite well. In this case a weakness of SPI was noted, namely for month October 1990, SPI 6 shows a normal condition, thus SPI 12 shows a severe to extreme drought, which makes SPI less credible.

Moreover FDI, SPI and other drought indices were also compared through their correlation to the increase of the annual tree rings of Pinus Brutia trees in Samos Island. The results, presented in graphs and tables, showed that FDI gave higher correlations than the other indices. Then, hypothesis tests were implemented to examine the statistical significance of the difference of the correlations and the result was that the differences in correlations are statistically significant.

FDI may constitute a useful tool to be employed for a better understanding of drought and its magnitude in various regions, thus it would be valuable to be applied in other regions as well, such as America and Asia. It may provide some useful anticipatory information on the drought events that are to come and it can also be used to estimate an area's vulnerability to drought. Hence, FDI may benefit drought contingency planning to amplify the resilience to pertinent natural hazards.

Key Words:

Integrated Water Resources Management, Contingency Planning, Drought, Drought Management, Composite Indices, Precipitation, Evapotranspiration, Water Balance, Decision Support System.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου Διατριβής, είχα δίπλα μου πολλούς ανθρώπους, είτε συνεργάτες, είτε συγγενείς, οι οποίοι βοήθησαν, ο καθένας με τον τρόπο του και ανάλογα με το ρόλο του, στην ολοκλήρωσή της. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω όλους αυτούς τους ανθρώπους, που χωρίς τη συμβολή τους, θα ήταν πολύ δύσκολο έως αδύνατο να διεκπεραιωθεί η Διατριβή αυτή.

Θα ξεκινήσω από τον επιβλέποντα αυτής της διατριβής, Καθηγητή, κ. Χρίστο Καραβίτη, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω για την πολύτιμη γνώση που μου προσέφερε ως δάσκαλος, αλλά και ως συνεργάτης. Στην πολυετή συνεργασία που είχαμε σε αρκετά ερευνητικά προγράμματα μου έδωσε ανεκτίμητες ευκαιρίες μάθησης, εξειδίκευσης, και εμπειρίας, ενώ με εμπιστεύτηκε και με υποστήριξε, βοηθώντας με έτσι να αναπτύξω δεξιότητες, ωφέλιμες όχι μόνο για την εκπόνηση αυτής της διατριβής, αλλά και για άλλους τομείς της ζωής.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, Καθηγητές κ. Σταύρο Αλεξανδρή και κ. Πέτρο Κερκίδη. Συγκεκριμένα, τον κ. Αλεξανδρή για την πολύτιμη βοήθεια του, για την αμέριστη στήριξη και την άμεση ανταπόκριση του σε θέματα εξατμοδιαπνοής και ατμόσφαιρας. Η πολυετής συνεργασία μας και η διαθεσιμότητά του υπήρξε για μένα καταλυτική και αποτέλεσε πραγματικό στήριγμα σε όλη μου την προσπάθεια. Ευχαριστώ επίσης τον κ. Κερκίδη που υπήρξε μέλος σε όλες τις συμβουλευτικές Επιτροπές σε όλες τις Διατριβές που έχω επιτελέσει από το πτυχίο έως και σήμερα.

Επιπλέον, επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και στα υπόλοιπα μέλη της Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής. Συγκεκριμένα, ευχαριστώ τους κ. Κοσμά Κωνταντίνο (Καθηγητή ΓΠΑ), κ. Αργυροκαστρίτη Ιωάννη (Αναπληρωτής Καθηγητή ΓΠΑ), κ. Μαμάση Νικόλαο (Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ), και κ. Κολοκυθά Ελπίδα (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΑΠΘ).

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους συναδέλφους, συνεργάτες και φίλους, Δρ. Δημήτρη Τσεσμελή, Δρ. Νίκο Σκόνδρα, Δρ. Παναγιώτη Οικονόμου αλλά και στον κ. Δημήτρη Σταματάκο για την πολύτιμη βοήθειά τους σε όλη τη διαδικασία εκπόνησης της διατριβής. Επίσης τους ευχαριστώ και για το ότι μαζί με την κ. Κωνσταντία Βασιλάκου μου διέθεσαν όλα τα δεδομένα από την έρευνα τους στους δείκτες ξηρασίας στην περιοχή της Σάμου και αυτό ενίσχυσε ιδιαίτερα τη διαδικασία αξιολόγησης του δείκτη.

Παράλληλα, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον σύζυγό μου, Σωτήρη Μπέλλο, για την ανεκτίμητη βοήθειά του κατά την ανάπτυξη του λογισμικού αυτόματου υπολογισμού των τιμών του δείκτη, γεγονός που με βοήθησε ιδιαίτερα στην εφαρμογή του

δείκτη. Όμως τον ευχαριστώ και για την εμπύχωση, την καταλυτική ενθάρρυνση, το συμβουλευτικό του ρόλο, καθώς επίσης και για την αμέριστη ψυχολογική υποστήριξη, κατά την εκπόνηση της διατριβής μου.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς και την αδερφή μου, που από τα πρώτα χρόνια των σπουδών μου υπήρξαν στήριγμα, ψυχολογικό και οικονομικό, πίστεψαν σε εμένα και μου δίδαξαν ήθος, αρχές και μου έδωσαν όλα τα εφόδια για να εξελιχθώ σαν άνθρωπος.

Κλείνοντας, θα ήθελα να επισημάνω πως κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής μου, υποστηριζόμουν και από Προγράμματα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, από τα οποία απέκτησα επιστημονική και διοικητική εμπειρία. Παρόλο που η παρούσα Διατριβή δεν αποτελεί παραδοτέο των εν λόγω Προγραμμάτων, θα ήθελα να τονίσω ότι αυτά μου προσέφεραν σημαντικό ερευνητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίστηκε η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα Διατριβή. Τα εν λόγω προγράμματα είναι:

- **Drought Management Centre For Southeastern Europe – DMCSEE.** Funded: E.C., South East Europe Transnational Cooperation Programme (SEE). Αντικείμενο: αντιμετώπιση της Ξηρασίας και των Επιπτώσεων της στην Νοτιοανατολική Ευρώπη. Επιστημονικός υπεύθυνος: Χ. Καραβίτης, Εργαστήριο Γ. Υδραυλικής, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών (2009 - 2012). <http://www.dmcsee.org/>
- **Desertification Mitigation And Remediation Of Land –DESIRE.** Funded: E.C - FP6, Integrated Project (IP). Κοινοπραξία από 28 Παν/μια και ερευνητικά Ινστιτούτα Παγκοσμίως. Αντικείμενο: αντιμετώπιση ερημοποίησης και των επιπτώσεων της. Επιστημονικός υπεύθυνος: Χ. Καραβίτης, Εργαστήριο Γ. Υδραυλικής, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών. (2007 - 2012). <http://www.desire-project.eu/>
- **Technologies For Water Recycling And Reuse In Latin America: Context, Assessment, Decision Tools and Implementable Strategies under an Uncertain Future (COROADO),** Funded: EC – FP7. Κοινοπραξία από 13 Παν/μια και ερευνητικά Ινστιτούτα Παγκοσμίως, Συντονιστής Project Coordinator: Χ. Καραβίτης (2011-2015), <http://www.coroado-project.eu/>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΓΓΛΙΚΗΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	14
2.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	14
2.1.1. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	16
2.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ – ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	17
2.3 ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ: ΒΡΟΧΗ – ΧΙΟΝΙ - ΧΑΛΑΖΙ	19
2.3.1. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΑ, ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΟΙ	21
2.4 ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗ	22
2.4.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗΣ	23
2.4.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΤ- ΜΕΘΟΔΟΣ HARGREAVES	25
2.4.3. ΜΕΘΟΔΟΣ HARGREAVES & SAMANI (1985)	26
2.4.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ HARGREAVES & SAMANI (1985)	28
2.4.5. ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΗΣ HARGREAVES & SAMANI, 1985 ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.	30
2.5 ΞΗΡΑΣΙΑ.....	36
2.5.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	36
2.5.2. ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	42
2.5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ –ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ.....	48
2.6 ΔΕΙΚΤΕΣ- ΑΠΛΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΟΙ	51
2.6.1. ΑΠΛΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	53
2.6.2. ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	56
2.6.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	61
2.7 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ FDI	79
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	81
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	85

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	85
4.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ	86
4.2.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA)	88
4.2.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ CLIMATE EXPLORER	88
4.2.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (EMY)	89
4.2.4. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΕΛΛΕΙΨΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	90
5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΙΚΤΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	92
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ FDI ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	92
5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ FDI	94
5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ	99
5.3.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ FDI ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ 1 ΜΗΝΑ.....	99
5.3.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ FDI ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ 6 ΜΗΝΩΝ	101
5.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ FDI.	102
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΗ- ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	109
6.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ.	109
6.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΣΑΜΟ	111
6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	113
7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	116
7.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ	116
7.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΤΗ ΣΑΜΟ	127
7.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΛΕΓΧΟ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	135
7.4. ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	144
7.5. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑΣ	146
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	151

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
8.1.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	152
8.1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	153
8.1.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ	154
8.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	156
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	158
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	158
ΕΛΛΗΝΙΚΗ/ ΜΕΤΑΦΡΑΣΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	170
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ/WEBSITES.....	172

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2. 1. Ο υδρολογικός κύκλος (USGS, 2008)	17
Εικόνα 2. 2. Υδατικό Ισοζύγιο και κυριότερα επιμέρους τμήματα.....	18
Εικόνα 2. 3 . Μετεωρολογικός σταθμός Ε.Μ.Υ. στο αεροδρόμιο της Τρίπολης με υπόβαθρο επιφάνειας αναφοράς το ξηρό έδαφος. (Αλεξανδρής κ.α., 2013).....	32
Εικόνα 2. 4 . Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός Γ.Π.Α. (ΑΥΑ) εγκατεστημένος σε υπόβαθρο με χαμηλή πράσινη βλάστηση και με πλήρη επάρκεια εδαφικής υγρασίας, σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. (Αλεξανδρής κ.α., 2013).....	32
Εικόνα 2. 5 . Συγκριτική απεικόνιση (ΕΜΥ vs ΑΥΑ) της (α) μεταβολής της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και (β) της μέσης σχετικής υγρασίας από τις 26/05 έως και 01/09 για το έτος 2004. (Αλεξανδρής κ.α., 2013).....	34
Εικόνα 2. 6 . Γραμμική συσχέτιση των εκτιμούμενων τιμών ΕΤο της πειραματικής θέσης ΑΥΑ σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές της ΕΜΥ α) με την μέθοδο FAO56-PM ($R^2=0,88$) και β) με την μέθοδο Hargreaves ($R^2=0,65$). (Αλεξανδρής κ.α., 2013)	34
Εικόνα 2. 7 . Αθροιστική ΕΤο 25/05/2004 - 01/09/2004. (Αλεξανδρής κ.α., 2013).....	35
Εικόνα 2. 8 . Έλλειψη νερού και επεισόδια ξηρασίας στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια.	39
Εικόνα 2. 9 . Τυπολογία των καταστάσεων έλλειψης νερού (Karavitis, 1992; Karavitis et al., 2014; Vlachos, 1982).....	41
Εικόνα 2. 10 . Περιοχή Νίβο 3.4.....	43
Εικόνα 2. 11 . ΟΝΙ από το 1950 έως 2016	44
Εικόνα 2. 12 . Ένα πλαίσιο αιτίου-αιτιατού ανάμεσα στη γένεση, τα χαρακτηριστικά, τις επιπτώσεις και τα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας (Wheaton, E. et al., 2005).....	50
Εικόνα 2. 13 . Το πλαίσιο DPSIR.....	54
Εικόνα 2. 14 . Πλαίσιο DPSIR και κατηγορίες δεικτών	55
Εικόνα 3. 1 . Υποθέσεις Έρευνας	82
Εικόνα 3. 2. Δομή Διατριβής.....	83
Εικόνα 4. 1 . Γεωγραφικά όρια της περιοχής μελέτης και σταθμός με το μεγαλύτερο υψόμετρο	86
Εικόνα 4. 2 . Θέσεις σταθμών στους οποίους εφαρμόστηκε ο δείκτης FDI	90
Εικόνα 5. 1. Μηνιαία Δυνητική εξατμοδιαπνοή στην περιοχή Davis, California για την περίοδο 2000 έως και 2013 (http://www.cimis.water.ca.gov ...,2017).	93
Εικόνα 5. 2. Μηνιαία εξατμοδιαπνοή και βροχόπτωση στην περιοχή Davis, California για την περίοδο 2000 έως και 2013 (http://www.cimis.water.ca.gov ...,2017).	93
Εικόνα 5. 3. Δυνητική εξατμοδιαπνοή (PET) του μήνα Ιουλίου για τα έτη 1983 - 2013 (Davis, California) (http://www.cimis.water.ca.gov ...,2017).	94
Εικόνα 5. 4. Kolmogorov-Smirnov tests και Histograms για το σταθμό Ljubljana για τις τιμές των G3, G6, G9 και G12 ..	96

Εικόνα 5. 5. Kolmogorov-Smirnov tests και Histograms για το σταθμό Cuenca για τις τιμές των G3, G6, G9 και G12.	97
Εικόνα 5. 6. Τυποποιημένη κανονική κατανομή για τον FDI με μέσο=0 και τυπική απόκλιση=1	97
Εικόνα 5. 7. Αρχική οθόνη FDI- Calculator.....	103
Εικόνα 5. 8. Open Excel: Εισαγωγή αρχείου δεδομένων	103
Εικόνα 5. 9. Τρόπος διαμόρφωσης του αρχείου εισόδου.....	104
Εικόνα 5. 10. Δυνατότητες του κουμπιού “Options”.	105
Εικόνα 5. 11. Επιλογή χρονικού βήματος για τον υπολογισμό του FDI	105
Εικόνα 5. 12. Εισαγωγή χρονικού βήματος (πχ 6)	106
Εικόνα 5. 13. Ταυτόχρονη παρουσίαση αποτελεσμάτων FDI για χρονικά βήματα 6 και 12 μηνών.	106
Εικόνα 5. 14. Παράθυρο διαλόγου «Remove step».....	107
Εικόνα 5. 15. Ειδιοποίηση για επιλογή μέρους της χρονοσειράς	107
Εικόνα 5. 16. Επιλογή χρονοσειράς για προβολή στο γράφημα.....	108
Εικόνα 5. 17. FDI Graph	108

Εικόνα 6. 1. Θέσεις σταθμών στους οποίους εφαρμόστηκε ο FDI και ο SPI για την περίοδο 2003.	110
Εικόνα 6. 2. Ανατομία κορμού και Αυξητικοί δακτύλιοι	112
Εικόνα 6. 3. Σχηματική απεικόνιση ελέγχου υποθέσεων.....	115

Εικόνα 7. 1 . Αποκλίσεις θερμοκρασίας σε °C από το μέσο όρο για την εποχή (UNEP, 2004).....	118
Εικόνα 7. 2 . Σύγκριση FDI6 και SPI6 για τον Αύγουστο του 2003 στην κεντρική και νότια Ευρώπη.....	119
Εικόνα 7. 3 . Σύγκριση FDI12 και SPI12 για τον Αύγουστο του 2003 στην κεντρική και νότια Ευρώπη.....	120
Εικόνα 7. 4 . Σύγκριση FDI και SPI (6 και 12) για τον Μάιο του 1990 στην Ελλάδα	122
Εικόνα 7. 5 . Σύγκριση FDI και SPI (6 και 12) για τον Οκτώβριο του 1990 στην Ελλάδα	125
Εικόνα 7. 6 . Έλεγχος υποθέσεων για δείγμα μεγέθους 30	139
Εικόνα 7. 7 . Έλεγχος υποθέσεων για δείγμα μεγέθους 100	144

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2. 1. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη SPI.	64
Πίνακας 2. 2. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη PDSI.	74
Πίνακας 2. 3. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη ReDI-1988.	77
Πίνακας 2. 4. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη DECILES.	79
Πίνακας 4. 1 Γεωγραφικά όρια της περιοχής μελέτης	85
Πίνακας 4. 2 Περιοχές στις οποίες εφαρμόστηκε ο δείκτης FDI.	87
Πίνακας 4. 3 . Λίστα σταθμών Climate Explorer.....	89

Πίνακας 4. 4 . Λίστα σταθμών EMY	90
Πίνακας 5. 1. FDI και η αντίστοιχη Cumulative Probability	98
Πίνακας 5. 2. Κατηγοριοποίηση τιμών FDI	98
Πίνακας 5. 3. Δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του δείκτη FDI.	100
Πίνακας 5. 4. Υπολογισμός FDI για χρονικό βήμα 1 μήνα.	100
Πίνακας 5. 5. Υπολογισμός FDI για χρονικό βήμα 6 μηνών.	102
Πίνακας 7. 1 . Χρονολόγιο ξηρασίας 1990 (Karavitis, 1992; DMCSEE, 2011)	123
Πίνακας 7. 2. Πίνακας συσχετίσεων μεταξύ της αύξησης των δέντρων και των δεικτών ξηρασίας (φθίνουσα σειρά) ..	128
Πίνακας 7. 3 . Συσχετίσεις SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	130
Πίνακας 7. 4 . Συσχετίσεις SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	130
Πίνακας 7. 5 . Συσχετίσεις SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	131
Πίνακας 7. 6 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	132
Πίνακας 7. 7 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	132
Πίνακας 7. 8 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων	133
Πίνακας 7. 9 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου με ΠΕΑΔ δένδρων	134
Πίνακας 7. 10 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου με ΠΕΑΔ δένδρων	134
Πίνακας 7. 11 . Πίνακας τιμών συσχετίσεων ΠΕΑΔ δέντρων – Δεικτών Ξηρασίας για διάφορα επίπεδα βήματος και μήνες	135
Πίνακας 7. 12 . Δείγματα (samples) από Προσέγγιση 1	136
Πίνακας 7. 13 . Συσχέτιση δεικτών από τα δείγματα της Προσέγγισης 1	137
Πίνακας 7. 14 . Διαφορά συσχετίσεων τιμών SPI-FDI – 30 δείγματα χωρίς επανατοποθέτηση	138
Πίνακας 7. 15 . Συσχέτιση δεικτών από τα δείγματα της Προσέγγισης 2	141
Πίνακας 7. 16 . Διαφορά συσχετίσεων τιμών SPI-FDI – 100 δείγματα με επανατοποθέτηση	143

ΛΙΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 7. 1. Μέση Θερμοκρασία Ιουλίου για χρονοσειρά 1979-2011	127
Γράφημα 7. 2. FDI6 και SPI6 με ΠΕΑΔ δένδρων.	129
Γράφημα 7. 3 . Σύγκριση SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων	129
Γράφημα 7. 4 . Σύγκριση SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	130
Γράφημα 7. 5 . Σύγκριση SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	131
Γράφημα 7. 6 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	131
Γράφημα 7. 7. Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.	132
Γράφημα 7. 8 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων	133
Γράφημα 7. 9 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου με ΠΕΑΔ δένδρων.	133

Γράφημα 7. 10 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου με ΠΕΑΔ δένδρων 134

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΓΓΛΙΚΗΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Αεροχείμαρρος	Jetstream
Ανάλυση Ευαισθησίας	Sensitivity Analysis
Απλός δείκτης	Single Indicator
Απορροή	Runoff
Βροχογράφος	Rain gauge
Βροχόμετρο	Pluviometer
Δείγμα	Sample
Δείκτες Απόδοσης	Performance Indicators
Δείκτες Αποτελεσματικότητας	Efficiency Indicators
Δείκτες Συνολικής Ευημερίας	Total welfare Indicators
Δείκτης	Index
Δείκτης Έντασης της Ξηρασίας Palmer	Palmer Drought Severity Index
Δείκτης της Υγρασίας Καλλιεργειών	Crop Moisture Index
Δείκτης Κανονικοποιημένης Βροχόπτωσης	Standardized Precipitation Index
Διαχείριση Υδατικών Πόρων	Water Resources Management - WRM
Διαχείριση επικινδυνότητας	Risk Management
Διεύθυνση	Command
Διήθηση	Infiltration
Δυνητική Εξατμοδιαπνοή	Potential Evapotranspiration, ET _p ή PET
Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία του Μεξικό	National Meteorological Service of Mexico
Εθνική Υπηρεσία Καιρού	National Weather Service
Εθνικής Υπηρεσίας Ωκεανών και Ατμόσφαιρας	National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA
Έλεγχος	Control
Έλεγχος υποθέσεων	Hypothesis testing
Εναλλακτική υπόθεση	Alternative hypothesis
Ενδιαφερόμενες ομάδες	Stakeholders
Ένταση ξηρασίας	Drought Severity
Εξατμοδιαπνοή	Evapotranspiration
Εξατμοδιαπνοή αναφοράς	Reference Evapotranspiration, ET _o
Εξατμοδιαπνοή καλλιέργειας	Crop Evapotranspiration ,ET _c

Επιπτώσεις ξηρασίας	Drought impacts
Ερημοποίηση	Desertification
Ζήτηση νερού	Water Demand
Ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας	Diurnal Temperature Range, DTR
Θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας	Sea Surface Temperature -SST
Ιουλιανή ημέρα	Julian Day
Κανονικοποίηση	Normalization
Κατακρημνίσματα	Precipitation
Κατανομή Ίσου Βάρους - Ισοστάθμιση	Equal Weighting
Κατάταξη	Ranking
Λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης	Latent heat of evaporation
Ξηρασία	Drought
Λήπτες των αποφάσεων	Decision makers
Μετεωρολογική Υπηρεσία του Καναδά	Meteorological Service of Canada
Μηδενική υπόθεση	Null hypothesis
Ξηρότητα	Aridity
Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων	Integrated Water Resources Management – IWRM
Οργάνωση	Organization
Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός	World Meteorological Organization - WMO
Πάχος ετήσιων αυξητικών δακτυλίων δένδρου	Growth ring
Περιγραφικοί Δείκτες	Descriptive Indicators
Πλημμύρα	Flood
Ποιότητα νερού	Water quality
Προσαρμοστικότητα	Adaptation
Προσπίπτουσα ακτινοβολία στο όριο της ατμόσφαιρας	Extra Terrestrial Radiation, R_A
Προσφορά / Εφοδιασμός Νερού	Water Supply
Στάθμιση	Weighting
Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης	United Nations Convention to Combat Desertification - UNCCD
Συμμετοχή του Κοινού	Public Participation

Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας	Probability Density Function - PDF
Σύνθετος Δείκτης	Composite Indicators or Indices
Συντελεστής καλλιέργειας	Crop coefficients, Kc
Σχεδιασμός	Planning
Σωρειτομελανίες	Cumulonimbi
Τρωτότητα	Vulnerability
Τυποποίηση	Standardization
Υδατική καταπόνηση	Water stress
Υδατοικανότητα	Field capacity
Υδρολογικός κύκλος	Hydrologic cycle ή water cycle
Χρήση γης	Land use

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό αποτελεί απαραίτητο αγαθό για την ύπαρξη ζωής και για την ευημερία της κοινωνίας. Από τα αρχαία χρόνια, οι άνθρωποι έχτιζαν τις πόλεις τους δίπλα σε λίμνες και ποτάμια προκειμένου να ικανοποιούν τις ανάγκες τους σε νερό. Σήμερα, με την αύξηση του πληθυσμού, τις γεωγραφικές ιδιαιτερότητες, τις κλιματικές ανωμαλίες και τις συνεχώς εξελισσόμενες αλλαγές στις υδατικές ανάγκες, η κοινωνία καλείται να διαχειριστεί το νερό με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε ακόμα και σε περιόδους ξηρασίας, οι ανθρώπινες δραστηριότητες να επηρεάζονται κατά το δυνατόν λιγότερο. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ξηρασία, οι συνέπειές της, η ευαισθησία των κοινωνικών δομών στο φαινόμενο και η διαχείριση των κρίσεων είναι μερικά μόνο από τα θέματα που απασχολούν τους σημερινούς επιστήμονες αλλά και τους λήπτες των αποφάσεων. Έτσι, ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Υδατικών Πόρων είναι η μελέτη και ανάλυση του φαινομένου της ξηρασίας.

Για το λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη, αναπτύσσεται **ένας δείκτης** που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πολύτιμο εργαλείο για την αναγνώριση αλλά και για την πρόβλεψη της. Ο δείκτης αυτός, που ονομάζεται **Factual Drought Index** (στο εξής FDI) κατά τον υπολογισμό του, εκτός από την βροχόπτωση, ενσωματώνει και την παράμετρο της θερμοκρασίας (μέσω της εξατμοδιαπνοής). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του δείκτη FDI, περιγράφεται στα επόμενα κεφάλαια. Συνολικά υπάρχουν 8 Κεφάλαια, η Βιβλιογραφία και 11 Παραρτήματα. Παρακάτω ακολουθεί μία συνοπτική αναφορά στο αντικείμενο που πραγματεύεται το κάθε κεφάλαιο.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση. Ξεκινά με μία εισαγωγή στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων και την Ολοκληρωμένη Διαχείριση, κι έπειτα δίνονται γενικές έννοιες και ορισμοί, σχετικά με τον υδρολογικό κύκλο και τα διάφορα είδη κατακρημνισμάτων. Περιγράφονται τα όργανα μέτρησης τους, όπως τα βροχόμετρα και οι βροχογράφοι. Ακολούθως εξηγείται το φαινόμενο της εξατμοδιαπνοής και δίνονται οι βασικές έννοιες και διακρίσεις της, ενώ περιγράφεται αναλυτικά η μέθοδος εκτίμησης **Hargreaves & Samani (1985)**, που είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται στον δείκτη FDI και αναλύονται όλες οι κλιματικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο αυτή. Επιπλέον, περιγράφονται οι λόγοι επιλογής της **Hargreaves & Samani (1985)** μέσα από ειδική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από ερευνητική ομάδα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ακολουθεί περιγραφή του φαινομένου της ξηρασίας και εξετάζονται οι αιτίες που την προκαλούν, αλλά και οι επιπτώσεις της. Κατόπιν, γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των δεικτών και περιγράφονται ορισμένοι δείκτες αναγνώρισης και κατηγοριοποίησης του φαινομένου που έχουν χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται ευρέως από την επιστημονική κοινότητα.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο περιγράφεται ο σχεδιασμός της μελέτης, δηλαδή η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, οι υποθέσεις έρευνας καθώς επίσης και τα στάδια εκπόνησης της. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια. Το πρώτο είναι η ανάλυση της παρούσας κατάστασης, δηλαδή μελετήθηκαν δείκτες που έχουν ήδη αναπτυχθεί καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός. Επιπρόσθετα μελετήθηκε και η εξατμοδιαπνοή με τις μεθόδους εκτίμησης της. Το δεύτερο στάδιο είναι η ανάπτυξη του δείκτη FDI καθώς επίσης και η δημιουργία λογισμικού αυτόματου υπολογισμού των τιμών του δείκτη. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο είναι η εφαρμογή και η αξιολόγηση του δείκτη. Εν συντομία, ο δείκτης εφαρμόστηκε σε 170 μετεωρολογικούς σταθμούς της κεντρικής και νότιας Ευρώπης και της Δυτικής Ασίας (Τουρκίας). Για έναν από τους σταθμούς (Σάμος, Κωδ. Σταθμού 16723) εφαρμόστηκε σύγκριση των τιμών του FDI με τις αντίστοιχες τιμές του SPI (Mckee et al., 1993) και του RDI (Tsakiris et al., 2007) καθώς και έγινε συσχέτιση αυτών με το πάχος ετήσιων δακτυλίων από κορμούς τραχείας πεύκης. Τέλος δίνονται τα αποτελέσματα, γίνεται η ανάλυσή τους και προκύπτουν συμπεράσματα.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο δίνονται γενικές πληροφορίες σχετικά με την περιοχή μελέτης, όπως η γεωγραφική της θέση και η θέση των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν. Οι θέσεις αυτές παρουσιάζονται σε ένα χάρτη. Λόγω του μεγέθους της περιοχής μελέτης δίνονται συντομογραφικά γενικές πληροφορίες για το κλίμα της. Επιπρόσθετα αναλύονται οι πηγές των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του δείκτη FDI.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο γίνεται η ανάπτυξη του δείκτη αναγνώρισης και πρόβλεψης ξηρασίας Factual Drought Index (FDI) και αναλύονται οι διαδικασίες υπολογισμού του, αλλά και η κατηγοριοποίηση των τιμών του. Για την ανάλυση της διαδικασίας υπολογισμού των τιμών του δείκτη δίνονται δύο παραδείγματα. Τέλος περιγράφεται το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (λογισμικό) που αναπτύχθηκε για τον αυτοματοποιημένο υπολογισμό του δείκτη σε οποιαδήποτε περιοχή της υφελίου και παρέχονται αναλυτικές οδηγίες χρήσης, ενώ δίνονται και οι απαραίτητες πληροφορίες για τα απαιτούμενα τεχνικά χαρακτηριστικά προκειμένου να μπορεί να εγκατασταθεί το πρόγραμμα σε Η/Υ.

Στο **έκτο** κεφάλαιο περιγράφεται η εφαρμογή του δείκτη FDI στις 170 θέσεις της κεντρικής και νότιας Ευρώπης αλλά και της Δ. Ασίας (Τουρκίας), ενώ περιγράφεται και η μελέτη που διενεργήθηκε στο σταθμό της Σάμου με τη σύγκριση των τιμών του FDI με αυτές που προκύπτουν από τον SPI και τον RDI καθώς επίσης περιγράφονται οι έλεγχοι υποθέσεων αλλά και τα κριτήρια ελέγχου που εφαρμόστηκαν για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Στο **έβδομο** κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή του δείκτη καθώς επίσης και των αποτελεσμάτων από τους ελέγχους υποθέσεων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με γραφήματα, πίνακες συσχετίσεων, χάρτες και Παραρτήματα. Ταυτόχρονα περιγράφεται όλη η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ελέγχων υποθέσεων.

Στο **όγδοο** κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το σύνολο της διδακτορικής διατριβής. Γίνεται δηλαδή μία συνοπτική περιγραφή της μελέτης με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή, ενώ περιγράφονται τα πλεονεκτήματα του προτεινόμενου δείκτη έναντι των ήδη υπαρχόντων δεικτών. Επίσης, παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Τέλος ακολουθεί η **Βιβλιογραφία** και τα **Παραρτήματα**.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Το νερό αποτελεί το βασικότερο φυσικό αγαθό και πολλές φορές βρίσκεται σε έλλειψη σε αρκετές περιοχές του πλανήτη. Ταυτόχρονα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής, αλλά και για την πραγματοποίηση των διαφόρων κοινωνικών και-οικολογικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου (Perry, 2013). Η σημασία του νερού, είναι αναγνωρισμένη από την εποχή που αναπτύχθηκαν οι πρώτες κοινωνίες. Η παρουσία του είναι καθοριστική για την ανάδειξη μίας περιοχής σε ιδανική για μόνιμη ή προσωρινή εγκατάσταση. Η πρόοδος του πολιτισμού συσχετίζεται άμεσα με το νερό, για λόγους διατροφής αλλά και υγιεινής και εξαρτάται άμεσα από τον έλεγχο/διαχείρισή του.

Το διαθέσιμο νερό προς τις κοινωνίες προέρχεται από τα κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι κλπ) και η διαχείριση του είναι απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών των κοινωνιών. Για το λόγο αυτό, ο άνθρωπος αναγκάστηκε να αντιμετωπίσει ορισμένα ακραία φαινόμενα σχετικά με το νερό όπως ξηρασίες (*droughts*) και πλημμύρες (*floods*) και έτσι από πολύ νωρίς ανέπτυξε τεχνικές προκειμένου να τα αντιμετωπίσει.

Το νερό ακόμα και σήμερα, που η κοινωνία διαρκώς αλλάζει, οι ανάγκες αυξάνουν, οι καταστάσεις γίνονται πιο πολύπλοκες, θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ευημερία, την οικονομία, αλλά και το περιβάλλον. Αν αναλογιστεί κανείς ότι μόνο το 0.42% (υπόγειο νερό: 0.4% και επιφανειακό νερό 0.02%) του συνολικού όγκου του στη γη είναι κατάλληλο και σχετικά προσβάσιμο στον άνθρωπο (CAP-Net, 2003; Xie, 2006), παρόλο που βρίσκεται σε σχετική αφθονία σε παγκόσμιο επίπεδο, καταλαβαίνει πόσο σημαντική είναι η διαχείρισή του πόρου αυτού, ώστε να ικανοποιούνται κατά το δυνατόν περισσότερο οι ανάγκες της κοινωνίας.

Αν σε αυτό συνυπολογιστεί η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση ύδατος, λόγω αύξησης του πληθυσμού, λόγω ρύπανσης αλλά και μόλυνσης του, τότε το νερό και η διαχείρισή του γίνονται ακόμα πιο αναγκαία για τη διατήρηση των ισορροπιών στην κοινωνία. Με άλλα λόγια, η διαχείριση των υδατικών πόρων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των δομών και λειτουργιών της κοινωνίας και του περιβάλλοντος.

Η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων - ΔΥΠ (*Water Resources Management*) θα μπορούσε να περιγραφεί από τον ακόλουθο ορισμό:

“Η εφαρμογή δομικών και μη δομικών μέτρων για την κάλυψη - τόσο σε ποσότητα όσο και ποιότητα - των αναγκών του παρόντος σε νερό, λαμβάνοντας υπόψη τις μελλοντικές γενιές και την προστασία του περιβάλλοντος” (Karavitis, 1992)

Η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες, σχετικά με την ανάπτυξη, την διατήρηση, την προστασία και τον έλεγχο της προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους, κάτω από όλες τις συνθήκες. Επομένως, η διαχείριση πρέπει να είναι «προετοιμασμένη» για όλα τα ενδεχόμενα και αυτό καθορίζει το βαθμό επιτυχίας της (Grigg, 1996; 2008; Καραβίτης, 2004; 2008).

Πιο συγκεκριμένα, η διαχείριση υδατικών πόρων ελέγχει τα συστήματα υδατικών αποθεμάτων, που είναι συνδυασμοί υποδομών ελέγχου του νερού με φυσικά, ή περιβαλλοντικά στοιχεία που λειτουργούν μαζί για να επιτύχουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Μία τέτοια υποδομή, παρέχει έλεγχο της ροής και της ποιότητας του νερού και περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις για (Grigg, 2005) :

- την παροχή νερού και τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων
- την αποστράγγιση της γης και τον έλεγχο των πλημμυρών
- τον έλεγχο του νερού σε ποτάμια, ταμειυτήρες αλλά και στους υδροφόρους ορίζοντες.

Ως επιστημονική προσέγγιση, αλλά και ως επιχειρησιακή πρακτική, η ΔΥΠ βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση και εμπλέκεται ενεργά τόσο με τη διαδικασία της ανάπτυξης, όσο και με εκείνη της περιβαλλοντικής πολιτικής. Αυτό είναι φυσικό, αφού το νερό είναι ένα από τα πλέον πολύτιμα και ευαίσθητα περιβαλλοντικά αγαθά, ως ανανεώσιμος φυσικός πόρος, ενώ συγχρόνως συμμετέχει ενεργά στην αναπτυξιακή διαδικασία, αποτελώντας προϋπόθεση για κάθε μορφή οικονομικής ανάπτυξης (Μυλόπουλος, 2000). Επομένως, η διαχείριση των υδατικών πόρων σχετίζεται άμεσα με την πολιτική και για το λόγο αυτό θα έπρεπε να παρέχει εργαλεία τέτοια που να βοηθούν τους εκάστοτε πολιτικούς και διαχειριστές (οι οποίοι πιθανότατα να μην έχουν την κατάλληλη επιστημονική κατάρτιση) να παίρνουν τις κατάλληλες αποφάσεις, τις κατάλληλες στιγμές (όπως πχ σε μία περίοδο ξηρασίας).

Τα κύρια βήματα της διαχείρισης των υδατικών πόρων είναι (Grigg, 1996):

- Σχεδιασμός (*Planning*): ορίζει τους σκοπούς τους στόχους των επιμέρους εργασιών.
- Οργάνωση (*Organization*): εφαρμογή του σχεδιασμού.
- Διεύθυνση (*Command*): ανάθεση των καθηκόντων και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
- Έλεγχος (*Control*): αξιολόγηση των συνολικών στόχων της διαχείρισης.

Η διαχείριση υδατικών πόρων περιλαμβάνει (Τσακίρης, 1995; Grigg, 1996; Κώνστας, 2004):

- Την εξέταση της παρούσας κατάστασης (λαμβάνοντας υπόψη οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια) και προβλέψεις για την εξέλιξή της.
- Τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων με ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.
- Τη ζήτηση σε όλους τους τομείς, με βάση τις υπάρχουσες υποδομές ή άλλες που μπορούν να υλοποιηθούν.
- Την ανάπτυξη στρατηγικών και τον σχεδιασμό τους.

- Τις σχετικές αποφάσεις για σχέδια και την εξασφάλιση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης αποδοχής από τις διάφορες εμπλεκόμενες ομάδες (stakeholders).
- Την εφαρμογή των σχεδίων.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων εμπλέκει αρκετές επιστημονικές ειδικότητες και απαιτεί την ταυτόχρονη αλληλεπίδραση τριών συστημάτων (Loucks et al, 2005):

- Το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει τις σχετικές με το νερό ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Το διοικητικό-θεσμικό σύστημα που εμπεριέχει όλες τις αρμόδιες αρχές που είναι υπεύθυνες για τον έλεγχο της εφαρμογής των νόμων και των ρυθμίσεων.
- Το σύστημα φυσικών πόρων, (φυσικά και τεχνητά υδάτινα σώματα), τα έργα υποδομής (π.χ. γεωτρήσεις, φρέατα, δίκτυα, κανάλια,) και τους κανόνες λειτουργίας τους.

Τα παραπάνω συστήματα είναι ιδιαίτερος πολύπλοκα και ως προς τη δομή αλλά και ως προς τη συμπεριφορά τους και με το πέρασμα των χρόνων η πολυπλοκότητά τους αυτή αυξάνει. Η μεταξύ τους αλληλεπίδραση κάνει τη διαχείριση ακόμα πιο δύσκολη διαδικασία, αφού περικλείει μεγάλο πλήθος παραμέτρων, μεγάλο πλήθος στόχων και κυρίως, πρέπει να ικανοποιήσει τα συμφέροντα όλων των εμπλεκόμενων ομάδων (Grigg, 1996; 2008).

2.1.1. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Οι διάφορες παλαιότερες προσεγγίσεις διαχείρισης υδατικών πόρων έχουν το μειονέκτημα ότι προτείνουν λύσεις και δράσεις σε συγκεκριμένους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Δηλαδή κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί στρατηγικές διαχείρισης που ικανοποιούν τις ανάγκες μόνο του γεωργικού τομέα, ή μόνο της οικιακής χρήσης, ή της βιομηχανίας κλπ. Αυτές οι προσεγγίσεις οδηγούν σε κατακερματισμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων (Xie, 2006). Για το λόγο αυτό έχει διαπιστωθεί ότι είναι απαραίτητες πιο ολοκληρωμένες λύσεις, οι οποίες να ικανοποιούν ταυτόχρονα και συντονισμένα όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, δηλαδή είναι πλέον έκδηλη η ανάγκη για ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων (*Integrated Water Resources Management – IWRM*). Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων «εξισορροπεί τις απόψεις και τους σκοπούς πολιτικών ομάδων, γεωγραφικών περιοχών, τους στόχους της ανάπτυξης και ταυτόχρονα προστατεύει τους πόρους για τα φυσικά και οικολογικά συστήματα» (Grigg, 1996).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση μελετά τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής και θεωρείται ως το καταλληλότερο πλαίσιο διαχείρισης αυτής της κλίμακας (UNEP και IISD, 2011). Συνδυάζει ταυτόχρονα τη διαχείριση της γης, των υδάτων και τη συμμετοχή των διαφόρων ενδιαφερομένων ομάδων

(stakeholders) (GWP, 2000a,b; Baer and Lehmann, 2012). Ωστόσο η ολοκληρωμένη διαχείριση είναι ακόμα σε στάδιο ανάπτυξης και σε πολλές χώρες εφαρμόζεται ακόμα μόνο στον τομέα των υδάτων (WWAP, 2009).

2.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ – ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Ο Υδρολογικός κύκλος (hydrologic cycle ή water cycle) (Εικόνα 2.1) είναι ένα πολύ βασικό κομμάτι της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και αποτελεί την σχηματική περιγραφή του υδατικού ισοζυγίου, δηλαδή μιας σειράς διαδικασιών με τις οποίες το νερό κυκλοφορεί στη φύση μεταξύ θάλασσας, ατμόσφαιρας, ξηράς και θάλασσας, (Καραβίτης, 2008).



Εικόνα 2. 1. Ο υδρολογικός κύκλος (USGS, 2008)

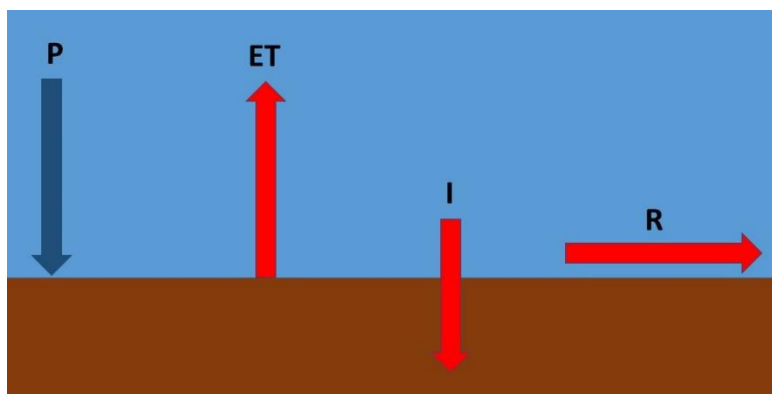
Στον κύκλο αυτό το νερό συναντάται και στις τρεις φάσεις του: υγρό, αέριο (υδρατμός) και στερεό (χαλάζι). Ο ήλιος θερμαίνει το νερό στη θάλασσα (στους ωκεανούς), τις λίμνες και τα ποτάμια και μέρος του εξατμίζεται και ανυψώνεται στην ατμόσφαιρα. Παράλληλα, υδρατμοί υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και μέσω της διαπνοής των φυτών (ή και από εξάχνωση από τα χιόνια). Ανοδικά ρεύματα μεταφέρουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας.

Ο σχηματισμός των νεφών προκύπτει καθώς ο αέρας δεν μπορεί να συγκρατήσει όλη τη μάζα των υδρατμών. Με την κίνηση του αέρα, παρασύρονται μαζί και τα νέφη, όπου συχνά συγκρούονται μεταξύ τους και προκύπτουν τα κατακρημνίσματα. Η πιο συχνή μορφή των κατακρημνισμάτων, είναι η βροχόπτωση. Με αυτό

τον τρόπο μέρος των κατακρημνισμάτων επιστρέφει στις ελεύθερες επιφάνειες νερού, ενώ ένα άλλο πέφτει στη στεριά. Μεγάλη ποσότητα από αυτή που φθάνει στην στεριά, καταλήγει και πάλι στα επιφανειακά νερά υπό την επίδραση της βαρύτητας, ως επιφανειακή απορροή.

Πρέπει να σημειωθεί επίσης, ότι το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Τις περισσότερες φορές, αρκετά μεγάλες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό. Από αυτό το σημείο το νερό είτε ξαναβρίσκει το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα, είτε πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, ο κύκλος του νερού «τελειώνει» και «ξεναρχίζει» (Perlman et al, 2005).

Το υδατικό ισοζύγιο, με τα κυριότερα επιμέρους τμήματά του (Εικόνα 2.2), αποτυπώνεται στη γενική του μορφή από το από τον εξής τύπο: $P = I + R + ET$, όπου



Εικόνα 2. 2. Υδατικό Ισοζύγιο και κυριότερα επιμέρους τμήματα

P (Precipitation) = Τα κατακρημνίσματα: ορίζονται ως οποιαδήποτε υδατική κατακρήμνιση σε υγρή ή στερεή μορφή, που αναπτύσσεται σε ατμοσφαιρικό περιβάλλον το οποίο είναι κορεσμένο. Διάφοροι τύποι κατακρημνισμάτων όπως η βροχή, το χιόνι, και το χαλάζι, αναλύονται παρακάτω.

I (Infiltration) = Διήθηση: αυτή προέρχεται από την κατείσδυση των κατακρημνισμάτων στο έδαφος. Η βροχόπτωση, μπορεί να προκαλέσει τον κορεσμό του εδάφους σε νερό μέσω της διήθησης. Μετά από αυτό το στάδιο, το νερό κατέρχεται και διηθείται βαθύτερα υπό τη δράση της βαρύτητας, εάν και εφόσον είναι δυνατόν από τις εδαφολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

R (Runoff) = Απορροή: είναι η επιφανειακή ροή του νερού που προκαλείται από υψομετρική διαφορά λόγω βαρύτητας. Μακροσκοπικά, η απορροή ρέει από τις μάζες της γης προς τους ωκεανούς.

ET (Evapotranspiration) = Εξατμοδιαπνοή: οι διαδικασίες αυτές (εξάτμιση και διαπνοή) επιστρέφουν το νερό στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση παρατηρείται στην επιφάνεια του εδάφους και τις ελεύθερες επιφάνειες των υδάτινων όγκων (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες, ωκεανοί) ενώ αντίστοιχα η διαπνοή παρατηρείται σε περιοχές

με βλάστηση. Όπως αναλύεται παρακάτω, οι δύο αυτές διαδικασίες αναφέρονται συνήθως με τον όρο εξατμοδιαπνοή (evapotranspiration).

Η βροχόπτωση και η εξατμοδιαπνοή αποτελούν τις παραμέτρους εκείνες που επηρεάζουν περισσότερο το κλίμα μίας περιοχής και αναλύονται περισσότερο παρακάτω διότι είναι οι βασικές παράμετροι του υδατικού ισοζυγίου που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη του FDI.

2.3 ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ: ΒΡΟΧΗ – ΧΙΟΝΙ - ΧΑΛΑΖΙ

Οι υδροσταγόνες, που δημιουργούνται μέσα στα νέφη, αποτελούν την απόρροια της συνένωσης πολλών υδροσταγονιδίων ή και παγοκρυστάλλων (Φλόκα, 1997). Αν κατά την κάθοδο τους (εξαιτίας του βάρους τους), διαπερνούν ατμοσφαιρικά στρώματα, που τις διατηρούν στην υγρή φάση, τότε δημιουργείται η **βροχόπτωση**. Η διεργασία κατά την οποία ένα νέφος μετατρέπεται σε βροχή εξαρτάται, κυρίως, από τους παρακάτω παράγοντες:

- Η ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των γειτονικών στοιχείων του νέφους,
- Η ταυτόχρονη παρουσία των τριών φάσεων του νερού στο νέφος,
- Η αναταρακτική κίνηση του νέφους
- Η ύπαρξη ανομοιόμορφου ηλεκτρικού φορτίου στα στοιχεία του νέφους.

Αυτές οι συνθήκες είναι καθοριστικές για τη δημιουργία των κατακρημνισμάτων. Οι βροχές, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο που ψύχονται οι αέριες μάζες κατά τη συμπύκνωση των υδρατμών:

1. *Βροχές μεταφοράς*. Αυτές σχηματίζονται από κατακόρυφη ή από οριζόντια μεταφορά θερμών και υγρών αερίων μαζών, πάνω σε ψυχρότερες περιοχές.

2. *Υφεσιακές ή κυκλωνικές βροχές*. Αυτές δημιουργούνται κατά την ανάμιξη ή εκτόνωση αερίων μαζών που παρατηρείται κατά τις ανοδικές κινήσεις που δημιουργούνται κοντά στα θερμά και ψυχρά μέτωπα.

3. *Ορογραφικές (ή ανάγλυφου) βροχές*. Αυτές είναι αποτέλεσμα της εκτόνωσης της αέριας μάζας κατά την ανοδική κίνηση στις προσήνεμες πλευρές των βουνών. Αυτό δε σημαίνει ότι τα βουνά προκαλούν βροχόπτωση κάθε φορά που ένα αέριο ρεύμα αναρριχάται σ' αυτά. Η δράση της ορογραφίας εξαρτάται από τη διάταξη και το μέγεθος των οροσειρών και είναι δυνατό να ενεργοποιήσει ένα είδος ατμοσφαιρικής αστάθειας (κατά συνθήκη ή δυναμική), γιατί εξαναγκάζει τον αέρα σε μια ανοδική κίνηση. Οι βροχές της κατηγορίας αυτής παρατηρούνται στην προσήνεμη πλευρά μιας οροσειράς (ομβροπλευρά) και μέχρι τα 2.5 Km αυξάνουν με το ύψος. Πάνω από το ύψος αυτό ελαττώνονται, αφού ελαττώνονται και οι αέριες μάζες σε υδρατμούς.

Η βροχή εκφράζεται με το ύψος βροχής που ορίζεται ως το ύψος το οποίο θα έφτανε η στάθμη του νερού της βροχής, αν έπεφτε πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια (αποκλείοντας την διαρροή, την απορρόφηση και την εξάτμιση). Το ύψος βροχής προσδιορίζεται με τα βροχόμετρα και τους βροχογράφους. Μια επίσης πολύ σημαντική βροχομετρική παράμετρος είναι η ένταση ή ραγδαιότητα της βροχής, που ισούται με το ποσό της βροχής ανά μονάδα χρόνου.

Διεθνώς, μονάδα μέτρησης του ύψους βροχής είναι το mm ή cm. Λέγοντας ισοδύναμο ύψος βροχής 1 mm, νοείται η βροχόπτωση εκείνη που αποδίδει ποσότητα νερού ίση με 1 κυβικό νερού / στρέμμα.

Το χιόνι, ανήκει στα στερεά ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Αν οι παγοκρύσταλλοι που δημιουργούνται μέσα στο νέφος, μεγεθυνθούν, τότε είναι πιθανό να εξέλθουν από το νέφος. Εάν κατορθώσουν να φθάσουν στην επιφάνεια του εδάφους, πριν λιώσουν, τότε παρατηρείται το φαινόμενο του χιονιού. Αυτό συμβαίνει μόνο εάν το στρώμα του αέρα, που ορίζεται από τη βάση του νέφους μέχρι το έδαφος, έχει θερμοκρασία μικρότερη από το 0°C. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή (από -8°C έως -10°C), τότε το χιόνι συναντάται με τη μορφή μικρών λευκών διαφανών ή αδιαφανών παγοκρυστάλλων. Αν η θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη (0°C μέχρι -8°C), τότε οι παγοκρύσταλλοι του χιονιού, ενώνονται κατά τη σύγκρουσή τους και σχηματίζουν τις κοινές νιφάδες χιονιού.

Το χιόνι μετριέται με το ύψος του χιονοστρώματος ή διαφορετικά με το ισοδύναμο του σε βροχή (παίρνεται από το λιώσιμο της ποσότητας του χιονιού που έχει συλλεχθεί μέσα σε βροχόμετρο).

Στην ελληνική επικράτεια όπως και στην νότια Ευρώπη, η εποχή κατά την οποία παρατηρείται χιόνι, είναι ο χειμώνας (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος). Στην Ελλάδα, οι υψηλότερες τιμές του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών χιονιού συναντώνται στη δυτική Μακεδονία, πιο συγκεκριμένα στη Φλώρινα (25.2 ημέρες), στην Κοζάνη (17.8 ημέρες) και στην Πτολεμαΐδα (11.3 ημέρες). Αντίθετα, στη Ρόδο τα τελευταία 30 χρόνια σημειώθηκε χιονόπτωση μόνο μία φορά, στο τέλος του 2016.

Τέλος, λιγότερο σύνηθες είναι το φαινόμενο του **χαλαζιού**, που δημιουργείται σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης κυρίως σε σωρειτομελανίες (*Cumulonimbi* Cb). Οι χαλαζόκοκκοι ή χαλαζόλιθοι σχηματίζονται διότι ότι στις ανώτερες περιοχές των νεφών τύπου Cb η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλότερη από τους 0 °C, με αποτέλεσμα την άμεση πήξη των υδροσταγονιδίων του νέφους που βρίσκονται σε υπέρτηξη. Λόγω των έντονων ανοδικών και καθοδικών κινήσεων, που επικρατούν μέσα στα νέφη αυτού του τύπου, οι αρχικοί παγοκρύσταλλοι (χαλαζόκοκκοι) συγκρούονται μ' άλλα υδροσταγονίδια ή μεταξύ τους και αυξάνουν έτσι το μέγεθος τους. Στην περίπτωση που οι χαλαζόκοκκοι αυτοί αποκτήσουν τέτοιο μέγεθος που τα ανοδικά ρεύματα να αδυνατούν τους συγκρατήσουν, τότε αυτοί κατέρχονται του νέφους και φθάνουν στο έδαφος με τη μορφή του χαλαζιού κατά την Άνοιξη.

2.3.1. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΑ, ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΟΙ

Η βροχή μετράται με όργανα σημειακής μέτρησης τα οποία είναι δοχεία με κυλινδρικό σχήμα, που τοποθετούνται ειδικά σε κατάλληλες θέσεις ώστε να συλλέγουν τη βροχόπτωση, αλλά και τη χιονόπτωση, δίνοντας την αντίστοιχη σημειακή μέτρηση (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999). Τα όργανα αυτά διακρίνονται σε (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999):

- βροχόμετρα, που μετρούν την ολική σημειακή βροχόπτωση αλλά και το ισοδύναμο νερό μιας χιονόπτωσης. Η μέτρηση παίρνεται από έναν παρατηρητή ανά τακτικά χρονικά διαστήματα (συνήθως 12ωρο ή 24ωρο), με την ανάγνωση της ένδειξης.
- βροχογράφους, που καταγράφουν με απλό ωρολογιακό μηχανισμό την μεταβολή του ύψους βροχής στο χρόνο, περιγράφοντας έτσι τη χρονική κατανομή της σημειακής βροχόπτωσης.

Τα βροχόμετρα αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, το στόμιο υποδοχής και το μετρητικό σύστημα. Το στόμιο υποδοχής της βροχής μοιάζει με κοινό χωνί και περιλαμβάνει στο πάνω μέρος του ένα ανοιχτό ορειχάλκινο δακτύλιο με αιχμηρά χείλη, συνεχίζοντας προς τα κάτω με κολουροκωνική επιφάνεια, που καταλήγει σε σωλήνα μικρής διαμέτρου. Το εμβαδό του δακτυλίου υποδοχής κατ' αρχήν δεν σχετίζεται με το ύψος βροχής, αλλά στην πράξη φαίνεται ότι επηρεάζει το τελικά συλλεγόμενο ύψος βροχής γι' αυτό και τυποποιείται στο διάστημα 200 - 500 cm. Το μετρητικό σύστημα είναι ένας κύλινδρος συλλογής της βροχής, με χιλιοστομετρική κλίμακα και επιφάνεια διατομής συνήθως υποπολλαπλάσια της διαμέτρου του στομίου υποδοχής, για να πολλαπλασιάζεται η ευαισθησία της μέτρησης (π.χ. δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο) (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Οι μετρήσεις σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές (συνήθως ορεινές), γίνονται ανά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, π.χ. μηνιαία. Χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό αθροιστικά βροχόμετρα με δακτυλίους υποδοχής συνήθως μικρότερους (π.χ. 200 cm), ενώ ο κύλινδρος συλλογής έχει μεγαλύτερη διάμετρο και περιέχει διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου, για να εμποδίζεται η εξάτμιση από την επιφάνεια. Αντίστοιχες προφυλάξεις για παγετό, χιόνι και εξάτμιση λαμβάνονται και στα βροχόμετρα με εύκολη πρόσβαση και συχνή μέτρηση, όταν οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής το επιβάλλουν (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Οι βροχογράφοι είναι σε γενικές γραμμές βροχόμετρα, στα οποία μεταξύ των δύο κυρίων τμημάτων τους προστίθενται μηχανισμοί αυτοματισμού της μέτρησης και καταγραφής του ύψους βροχής. Ο τύπος του μηχανισμού αυτοματισμού χαρακτηρίζει και τον τύπο του βροχογράφου. Στις χώρες της Ευρώπης χρησιμοποιείται κυρίως ο τύπος του καδίσκου (tipping bucket), ο οποίος στηρίζεται σε σύστημα δύο στερεά συνδεδεμένων μεταξύ τους σκαφιδίων που αιωρούνται γύρω από οριζόντιο άξονα, σχηματίζοντας ένα είδος

ζυγού. Κάτω από το σωλήνα του στομίου υποδοχής της βροχής βρίσκεται πάντοτε ένα σκαφίδιο, το οποίο όταν συλλέξει ορισμένη ποσότητα νερού (που αντιστοιχεί σε ύψος βροχής από 0.2 μέχρι 1 mm, ανάλογα με τον τύπο του οργάνου) υπερνικά την αντίσταση του ζυγού και κλίνει απότομα προς τα πλάγια, παρασύροντας το άλλο κενό σκαφίδιο κάτω από τον σωλήνα (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται περισσότερο ο τύπος του βροχογράφου με πλωτήρα (τύπος Hellmann-Fuess, γνωστός στο εμπόριο και ως βροχογράφος Αναγνώστου από το όνομα του κατασκευαστή του). Από το σωλήνα του στομίου υποδοχής το νερό διαβιβάζεται σε άλλο δοχείο, μικρότερης διαμέτρου. Σ' αυτό υπάρχει πλωτήρας, συνδεδεμένος με στέλεχος που κινείται κατακόρυφα και συνδέεται με καταγραφικό μηχανισμό. Για ορισμένο ύψος βροχής (τυπικώς 10 mm), το δοχείο έχει γεμίσει και ο πλωτήρας έχει φτάσει στην ανώτατη στάθμη του. Τότε ενεργοποιείται αυτόματα ο σίφοντας, με τον οποίο είναι εφοδιασμένο το δοχείο, οπότε το δοχείο αδειάζει σε λίγα δευτερόλεπτα και παρασύρονται ο πλωτήρας και η γραφίδα στην κατώτατη θέση τους (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Ένας τρίτος τύπος αυτοματισμού της μέτρησης στηρίζεται στη ζύγιση του περιεχομένου του δοχείου, μέσω ενός μηχανισμού με ελατήριο και αντίβαρα. Έχουν αναπτυχθεί ακόμη και πιο πολύπλοκοι μηχανισμοί αυτοματισμού που δεν είναι ευρέως διαδεδομένοι (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

2.4 ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗ

Σύμφωνα με τους Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος (1999), η εξατμοδιαπνοή (evapotranspiration) περιγράφει το σύνολο των πραγματικών απωλειών νερού από την εξάτμιση εδαφών και από τη διαπνοή της χλωρίδας. Ας σημειωθεί, ότι διεθνώς, ορισμένοι υδρολόγοι αποφεύγουν τη χρήση του όρου εξατμοδιαπνοή (evapotranspiration), γενικεύοντας τη χρήση του όρου εξάτμιση (evaporation) στον οποίο συγκαταλέγουν και τη διαπνοή των φυτών .

Από τα προηγούμενα κεφάλαια ήδη έχει επισημανθεί ότι η εξατμοδιαπνοή αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την ανάπτυξη του δείκτη FDI. Εκτός από την βροχόπτωση, το πιο σημαντικό στοιχείο του υδρολογικού κύκλου είναι η εξάτμιση και η διαπνοή αφού αντιπροσωπεύουν μέρος του νερού που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Επειδή ο διαχωρισμός των απωλειών νερού μιας εδαφικής μάζας, που προκαλούνται από άμεση εξάτμιση στην επιφάνειά της, από τις απώλειες που προκαλούνται λόγω διαπνοής, είναι συνήθως πολύ δύσκολος, αν και έχει επιχειρηθεί, (Ritchie, 1972, 1974; Shuttleworth-Wallace, 1985; Ritchie et al., 1989; Ritchie and Johnson, 1990) οι συνολικές απώλειες εξάτμισης του εδαφικού νερού θεωρούνται ενιαίο σύνολο και χαρακτηρίζονται με τον όρο Εξατμοδιαπνοή “ΕΤ” (EvaRoTranspiration). Η

Εξατμοδιαπνοή (ET) διαφοροποιείται χωρικά και εποχιακά κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας, εξαρτώμενη πάντα από τις καιρικές μεταβολές.

Λόγω αυτής της μεταβλητότητας, οι αρμόδιοι διαχειριστές των υδατικών πόρων θα πρέπει να κατανοούν πλήρως τις διαδικασίες της εξατμοδιαπνοής, καθώς και να έχουν καλή γνώση των χωρικών και εποχιακών ρυθμών της. Δεν είναι λοιπόν τυχαίο που η Εξατμοδιαπνοή έχει ενσωματωθεί σε αρκετούς δείκτες ξηρασίας, όπως επισημαίνεται και στην διεθνή βιβλιογραφία (Tsakiris et al., 2007; Vicente-Serrano et al., 2010). Η αναφορά, συνεπώς, των θεμελιωδών εννοιών και παραμέτρων που εμπλέκονται στις διαδικασίες της εκτίμησής της κρίνεται απαραίτητη. Είναι γνωστό η ότι παρουσία υδρατμών στην τροπόσφαιρα καθορίζει και οδηγεί κατά κύριο λόγο όλες τις φυσικές αλλαγές, όχι μόνο σε επίπεδο καιρικών μεταβολών αλλά και μακροχρόνιων κλιματικών αλλαγών, καθώς οι αλλαγές της φάσης του νερού στο κλιματικό σύστημα συνδέονται με την μεταφορά ενέργειας μέσω της λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης. Αξιοσημείωτο είναι ότι πάνω από τις Ηνωμένες Πολιτείες στα πρώτα 8 χιλιόμετρα της ατμόσφαιρας μεταφέρονται κάθε μέρα κατά μέσο όρο 151 δις m³ υδρατμοί (USGS, 1984). Για αυτή την ποσότητα των υδρατμών δαπανήθηκε ενέργεια 370 Terra Joules με την μορφή λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης (*Latent heat of evaporation*). Επομένως οι φυσικές αλλαγές στις συνιστώσες του γήινου κλιματικού συστήματος της Γης και οι αλληλεπιδράσεις τους, είναι η αιτία της εσωτερικής μεταβλητότητας του κλίματος (ή αλλιώς Internal forcing που είναι εγγενείς παράγοντες στον πλανήτη και στην ατμόσφαιρα του, που επηρεάζουν το κλίμα και περιλαμβάνουν τεκτονικές κινήσεις πλακών, ηφαιστειακή δραστηριότητα, λευκαύγεια ή albedo, ατμοσφαιρική σύνθεση, ωκεάνια ρεύματα) και είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις εκάστοτε μεταβολές της ηλιακής δραστηριότητας αλλά και με τις αλλαγές της φάσης του νερού.

2.4.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Η φυσική διαδικασία του φαινομένου της εξάτμισης είναι η ίδια άσχετα με το αν παρατηρείται σε ελεύθερες επιφάνειες νερού, στην επιφάνεια του εδάφους ή σε φυτικές επιφάνειες εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα. Παρά ταύτα η εξάτμιση νερού που παρατηρείται στις φυτικές επιφάνειες και που προϋποθέτει μεταφορά εδαφικού νερού διαμέσου του φυτού ονομάζεται διαπνοή (transpiration) και αποτελεί μια βιοφυσική διαδικασία, σε αντίθεση με την εξάτμιση που χαρακτηρίζεται ως φυσική διαδικασία.

Η εξατμοδιαπνοή (ET) θα μπορούσε να ορισθεί δηλώνοντας την σημαντικότητα του φαινομένου, ως “η βιοφυσική διεργασία επιβίωσης του φυτικού κόσμου σε ένα φιλικό ή εχθρικό περιβάλλον οριοθετούμενο από το έδαφος και την οριακή στρώση της ατμόσφαιρας, χρησιμοποιώντας σαν μέσο την υγρή και αέρια φάση του νερού, συμμετέχοντας με αυτόν τον τρόπο δυναμικά στον υδρολογικό κύκλο.” (Αλεξανδρής, 2003).

Η ακριβής ποσοτικοποίηση της ET απαιτεί βελτιωμένες τεχνικές για τον ακριβή προσδιορισμό της σε ένα πεδίο που χωροθετείται εντός των ορίων ενός υδροκρίτη ή σε επίπεδο περιφερειακής κλίμακας με σκοπό την βελτίωση της αποτελεσματικής χρήσης των υδάτινων πόρων και τη βιωσιμότητα της παραγωγικότητας. Ιδιαίτερα η ακριβής εκτίμηση της ET σε ένα ευαίσθητο αγροοικοσύστημα εμπλέκεται και με τις αλλαγές της ποιότητας του νερού κάνοντας διακριτό το ρόλο της ET στην προστασία του υδατικού περιβάλλοντος. Από παραγωγική προσέγγιση η ET είναι ζωτικής σημασίας για την κατανομή του νερού, τον προγραμματισμό της άρδευσης, την αξιολόγηση των επιπτώσεων της αλλαγής χρήσης της γης στην απόδοση του νερού, αλλά και για την περιβαλλοντική αξιολόγηση και ανάπτυξη των βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης για την προστασία της ποιότητας και ποσότητας των επιφανειακών και υπόγειων νερών.

Ο ρυθμός εξατμοδιαπνοής από μια τυποποιημένη επιφάνεια αναφοράς συγκεκριμένης καλλιέργειας, επαρκώς εφοδιασμένης με νερό, ώστε να διαπνέει δυναμικά και να μην υπόκειται σε υδατική καταπόνηση (water stress), ονομάζεται **Εξατμοδιαπνοή αναφοράς** (Reference Evapotranspiration) και συμβολίζεται με **ET₀**. Ο όρος “Εξατμοδιαπνοή αναφοράς” εισήχθη για να μελετήσει συγκριτικά με την καλλιέργεια αναφοράς τις απαιτήσεις εξάτμισης της ατμόσφαιρας από κάθε τύπο φυτοκάλυψης, καθώς και την διαχείριση και ανάπτυξη καλλιεργητικών πρακτικών. Επιφάνεια αναφοράς αποτελεί συνήθως μια καλλιέργεια γρασιδιού (grass reference), ή μια άλλη οριζόμενη καλλιέργεια, πάντα με συγκεκριμένα φυτικά χαρακτηριστικά (π.χ. μηδική). Εφόσον το νερό από την επιφάνεια αναφοράς που εξατμίζει βρίσκεται σε πλήρη επάρκεια, οι εδαφικοί παράγοντες δεν επιδρούν επί της ET₀. Μοναδικοί παράγοντες που επιδρούν συνεπώς, είναι οι κλιματικοί και τα τυποποιημένα χαρακτηριστικά της επιφάνειας αναφοράς. Ουσιαστικά η ET₀ είναι μία κλιματική παράμετρος και μπορεί να υπολογιστεί από κλιματικά δεδομένα που εισάγονται σε ένα μοντέλο, ώστε να εκφράσουν την **εξατμιστική ισχύ της ατμόσφαιρας** σε ένα συγκεκριμένο τόπο και χρόνο. Οι εκτιμώμενες τιμές της σε διαφορετικές περιοχές και διαφορετικές εποχιακές περιόδους είναι συγκρίσιμες καθ’ όσον αφορούν την ίδια επιφάνεια αναφοράς (καλλιέργεια αναφοράς).

Η χρήση του όρου **Δυνητική Εξατμοδιαπνοή (ET_p ή PET)** σχεδόν όλες τις φορές συγχέεται με τον όρο της ET₀ και θα πρέπει να αποφεύγεται. Η έννοια της Δυνητικής Εξατμοδιαπνοής εισήχθη αρχικά προς το τέλος της δεκαετίας του '40 και στις αρχές της δεκαετίας του 50 από τον Penman και ορίζεται ως "το ποσό του νερού που διαπνέεται και εξατμίζεται σε έναν δεδομένο χρόνο από μια χαμηλή πράσινη βλάστηση (χωρίς συγκεκριμένα φυτικά χαρακτηριστικά), που καλύπτει εντελώς το έδαφος, ομοιόμορφου ύψους και με επάρκεια εδαφικού νερού. Δηλαδή ο ρυθμός της Δυνητικής εξατμοδιαπνοής δεν συσχετίζεται με μια συγκεκριμένη καλλιέργεια αναφοράς. Συνεπώς η ET₀ μπορεί να χαρακτηριστεί ως Δυνητική, αλλά δεν συμβαίνει πάντα το αντίθετο (PET ως ET₀). Επισημαίνεται όμως ότι και στις δύο περιπτώσεις απαιτείται επάρκεια εδαφικής υγρασίας για να ισχύουν ουσιαστικά οι όροι.

Η έρευνα στον τομέα της Εξατμοδιαπνοής έχει προχωρήσει αρκετά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες και εξελίσσεται διαρκώς. Οι γεωργικοί μηχανικοί έχουν ως επιτακτική ανάγκη να προσαρμόσουν σχέσεις πάνω στην εκτίμηση της κατανάλωσης νερού βασιζόμενοι σε αρχές και φυσικούς νόμους που θα είναι πιο ακριβείς από ότι ήταν στο παρελθόν, καθώς η τιμή του νερού αυξάνει. Πρόσφατα η χρήση σχέσεων που προτάθηκαν από την ASCE-ET (Allen et al, 2005) που αναφέρονται σε καλλιέργεια αναφοράς χαμηλή (grass, h=0.12m) και υψηλή (alfalfa, h=0.50m), καθιερώνουν νέα πρότυπα στον υπολογισμό της Εξατμοδιαπνοής αναφοράς.

Η **Εξατμοδιαπνοή καλλιέργειας** (Crop Evapotranspiration), ET_c , κάτω από τυπικές συνθήκες είναι η Εξατμοδιαπνοή μιας καλλιέργειας, απαλλαγμένης από ασθένειες, αναπτυσσόμενης σε μεγάλη έκταση με σωστή λίπανση, με βέλτιστες συνθήκες εδαφικής υγρασίας, η οποία επιτυγχάνει βέλτιστες αποδόσεις κάτω από δεδομένες κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής. Η ποσότητα νερού που απαιτείται για μία καλλιεργούμενη έκταση, προκειμένου να εξισορροπήσει τις απώλειες νερού λόγω εξάτμισης και διαπνοής, είναι χαρακτηριστική για κάθε καλλιέργεια και αναφέρεται ως ανάγκη καλλιέργειας σε νερό (crop water requirement). Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό αναφέρονται στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για τον εφοδιασμό κάθε καλλιέργειας, ενώ η ET_c αναφέρεται στην μέγιστη ποσότητα του νερού που χάνεται μέσω της Εξατμοδιαπνοής. Οι υδατικές ανάγκες μιας καλλιέργειας θεμελιωκά αντιπροσωπεύουν την διαφορά των αναγκών σε νερό και της ενεργής βροχόπτωσης (effective precipitation). Η ET_c θα μπορούσε να υπολογισθεί από κλιματικά δεδομένα, εισάγοντας τις αντιστάσεις της καλλιέργειας, το albedo και το συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης στην μέθοδο Penman–Monteith, στην περίπτωση που σταθμός παρατήρησης ήταν εγκατεστημένος εντός της καλλιέργειας. Καθώς όμως η διαθεσιμότητα των παραπάνω παραμέτρων δεν είναι δυνατή - σχεδόν πάντα - για διάφορους τύπους καλλιεργειών και κάτω από συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες, η χρήση των συντελεστών καλλιέργειας K_c (**crop coefficients**) σε συνδυασμό με την εκτίμηση της Εξατμοδιαπνοής αναφοράς ET_0 θα μπορούσε να οδηγήσει στην εκτίμηση της ET_c από την σχέση $ET_c = K_c ET_0$. Λόγοι της ($ET_c / ET_0 = K_c$) έχουν υπολογισθεί πειραματικά για κάθε στάδιο ανάπτυξης για διάφορες καλλιέργειες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρακτικές εκτιμήσεις.

2.4.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ET- ΜΕΘΟΔΟΣ HARGREAVES

Η έννοια της καλλιέργειας αναφοράς για την εκτίμηση της ET_0 εισάγεται και από τους Jensen et al. (1990) (ASCE, Manual 70) όμως υπάρχουν προγενέστεροι μέθοδοι PET που αναφέρονται και στην εκτίμηση της ET_0 , αλλά η απόδοσή τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα είναι διαφοροποιημένη, δεδομένου ότι όλες έχουν κάποιο εμπειρικό υπόβαθρο. Από τις διάφορες υπάρχουσες εξισώσεις εκτίμησης της ET_0 , αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι η FAO-56 εφαρμογή της εξίσωσης Penman-Monteith – PM (Allen et al. 1998) η οποία θεωρείται ως πρότυπο (Walter et al. 2000). Ωστόσο ένα σημαντικό μειονέκτημα στην εφαρμογή της μεθόδου PM, είναι οι σχετικά υψηλές απαιτήσεις δεδομένων, όπως θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα του ανέμου, σχετική υγρασία και δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας. Ο αριθμός των μετεωρολογικών

σταθμών όπου παρατηρούνται όλες αυτές οι παράμετροι είναι περιορισμένος σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Ο αριθμός των σταθμών όπου υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για αυτές τις παραμέτρους είναι ένα ακόμη μικρότερο υποσύνολο από τους ήδη υπάρχοντες. Αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπου αξιόπιστες παρατηρήσεις της ταχύτητας του ανέμου, της υγρασίας, και η ακτινοβολία είναι περιορισμένες έως ανύπαρκτες.

Αυτή η περιορισμένη διαθεσιμότητα δεδομένων οδήγησε τους [Hargreaves et al. \(1985\)](#) να αναπτύξουν μία εναλλακτική προσέγγιση για την εκτίμηση της ET, στην οποία να απαιτούνται μόνο δεδομένα μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα και η ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας (στο εξής η μέθοδος [Hargreaves & Samani \(1985\)](#) θα αναφέρεται ως HG) . Επειδή η ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας μπορεί να υπολογιστεί για συγκεκριμένη μέρα και τοποθεσία μόνο η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη θερμοκρασία απαιτούν παρατήρηση. Η μέθοδος HG έχει συγκριθεί με υψηλής ποιότητας δεδομένα προερχόμενα από λυσίμετρα αντιπροσωπεύοντας ένα ευρύ φάσμα κλιματολογικών συνθηκών ([Hargreaves, 1994](#)). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσέγγιση HG ήταν σχεδόν το ίδιο ακριβής με την PM κατά την εκτίμηση της ET σε εβδομαδιαίο ή και μεγαλύτερο χρονικό βήμα και για το λόγο αυτό προτείνεται σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα. Από την άλλη πλευρά, εκτιμήσεις εξατμοδιαπνοής αναφοράς (ET₀) έχουν υπολογιστεί σε παγκόσμια κλίμακα χρησιμοποιώντας ένα σύνολο υψηλής ανάλυσης μηνιαίων κλιματικών δεδομένων. Η Penman-Monteith (PM) και η μεθόδους Hargreaves (HG) έχουν δείξει πολύ καλή συμφωνία όπου έχουν δοκιμασθεί ([Droogers P. & Allen R.G., 2002](#)). Παρακάτω αναλύεται η μέθοδος Hargreaves & Samani και δίνονται επιπρόσθετοι λόγοι για την επιλογή της ως μεθόδου εκτίμησης της ET στην ανάπτυξη του δείκτη.

2.4.3. ΜΕΘΟΔΟΣ HARGREAVES & SAMANI (1985)

Η μέθοδος αυτή όπως προτείνεται τελευταία και από την “*ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Task Committee. Appendix A*”, μπορεί να δοθεί συναρτήσει της διαφοράς μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας, της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και της ακτινοβολίας στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας R_a . Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε περιοχές που δεν διατίθενται μετρήσεις ακτινοβολίας.

2.4.3.1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η μέθοδος που ανέπτυξαν είναι απλή και πρακτική, χρησιμοποιεί λίγα κλιματικά δεδομένα και βασίστηκε στην αρχική εξίσωση του [Hargreaves \(1975\)](#), και όπως εξελίχθηκε στη συνέχεια από τους [Hargreaves & Samani \(1982\)](#):

$$ET_p = K_g \times R_s \times (T_{C^\circ} + 17.8) \quad (2.1)$$

Όπου:

ET_p δυνητική εξατμοδιαπνοή γρασιδιού

R_s ηλιακή ακτινοβολία που μετράται σε ίδιες μονάδες με την ET_p

T_{C° μέση θερμοκρασία σε $^\circ C$

K_g συντελεστής βαθμονόμησης

Ταυτόχρονα, το 1982 οι Hargreaves & Samani παρουσίασαν μία εξίσωση εκτίμησης της ηλιακής ακτινοβολίας R_s , συναρτήσει της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο όριο της ατμόσφαιρας, R_A και του θερμοκρασιακού εύρους TD (Hargreaves & Samani, 1985) η οποία είναι η εξής:

$$R_s = K_{RS} \times R_A \times TD^{0.5} \quad (2.2)$$

Όπου

R_s και R_A έχουν τις ίδιες μονάδες μέτρησης

K_{RS} είναι συντελεστής βαθμονόμησης

TD είναι η διαφορά μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας

Από τις δύο προηγούμενες εξισώσεις προκύπτει:

$$ET_p = K_{ET} \times R_A \times TD^{0.5} \times (T_{C^\circ} + 17.8) \quad (2.3)$$

Οι τιμές της K_{ET} βαθμονομήθηκαν με τη συλλογή και παρατήρηση δεδομένων αγρωστωδών φυτών, γένους Φεστούκα (*alta fescue grass*) επί 8 έτη, σε έκταση 29m² στο Davis της Καλιφόρνια, με τη χρήση λυσίμετρων.

Μετά από βαθμονόμηση της K_{ET} η (2.3) γίνεται:

$$ET_p = 0.0023 \times R_A \times TD^{0.5} \times (T_{C^\circ} + 17.8) \quad (2.4)$$

Όπου η ET_p και η R_A δίνονται στις ίδιες μονάδες (ισοδύναμες ποσότητες νερού από εξάτμιση) και το TD σε $^\circ C$. Πιο αναλυτικά η (2.4) γίνεται

$$ET_0 = 0.0023 \cdot (T_{\max} - T_{\min})^{0.5} \cdot (T_m + 17.8) \cdot R_A \quad (2.5)$$

Όπου, ET_0 : εξατμοδιαπνοή αναφοράς [mm/day]

T_{\max} : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία [$^{\circ}C$]

T_{\min} : ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία [$^{\circ}C$]

T_m : Μέση ημερήσια θερμοκρασία [$^{\circ}C$]

R_A : προσπίπτουσα ακτινοβολία στο όριο της ατμόσφαιρας [mm/day]

Η μέθοδος αυτή (Hargreaves & Samani, 1985) μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο απλή και πρακτική μέθοδος για την εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής μίας καλλιέργειας αναφοράς αν ληφθούν υπόψη τα προβλήματα που συναντώνται από τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των κλιματικών δεδομένων ανά την υφήλιο, αλλά και τα πιθανά λάθη που προκύπτουν κατά τη χρήση άλλων μεθόδων που απαιτούν πάρα πολλά δεδομένα. Για τους λόγους αυτούς αλλά και για άλλους που αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της εξατμοδιαπνοής και στον υπό ανάπτυξη δείκτη.

2.4.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ HARGREAVES & SAMANI (1985)

Η μέθοδος Hargreaves & Samani (1985) αποτελεί συνάρτηση της διαφοράς μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας, της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και της ακτινοβολίας στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας R_a .

2.4.4.1. ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟ ΕΥΡΟΣ (DLR)

Ουσιαστικά, η μόνη μετρούμενη παράμετρος που χρησιμοποιεί η μέθοδος HG είναι η θερμοκρασία. Η ακριβής εκτίμησή της αποτελεί προϋπόθεση για την αποδοτικότητα της μεθόδου στην προσέγγιση της ET_0 . Η μέση ημερήσια θερμοκρασία χρησιμοποιείται ως κινητήρια μεταβλητή σε πολλές προσομοιώσεις φυσικών ή βιολογικών διεργασιών και υπολογίζεται με διάφορες μεθόδους. Οι δύο πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι αυτή που υπολογίζει τη μέση τιμή από τις 24 ωριαίες τιμές και τη μέση τιμή από τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία. Με βάση τον Hartzell (1919), η μέση ημερήσια θερμοκρασία που υπολογίζεται ως ο μέσος της μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας δεν εξυπηρετεί στην περίπτωση της εξίσωσης HG καθώς έχει αποδειχτεί ότι η μέση ημερήσια θερμοκρασία που υπολογίστηκε με τις δύο μεθόδους δε δίνει πάντα τα ίδια αποτελέσματα. Εκτός από αυτές, τουλάχιστον δυο άλλες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας. Ένας σταθμισμένος μέσος όρος της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας που προκύπτει από παρατήρηση σε σταθερούς χρόνους (π.χ. 07:00, 14:00, 21:00 τοπική ώρα)

και προσδιορίζεται από το άθροισμα αυτών των τιμών θερμοκρασίας, όπου η τελευταία παρατήρηση σταθμίζεται δύο φορές, και όλο το άθροισμα στη συνέχεια, διαιρείται με τέσσερα (Landsberg, 1958). Δηλαδή $T_{avg}=T_{07:00}+T_{14:00}+2 \times T_{21:00}$. Μία άλλη μέθοδος για να προσδιοριστεί η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα χρησιμοποιεί τη μέση τιμή από ισαπέχουσες παρατηρήσεις, π.χ., το μέσο όρο οκτώ τιμών, η κάθε μία εκ των οποίων αντιπροσωπεύει τη μέση θερμοκρασία για μία περίοδο 3 ωρών. Μία μορφή αυτής της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα CERES (Crop Environment Resource Synthesis), (Jones and Kiniry, 1986).

Καθώς, η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης και είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει και αλλάζει όχι μόνο το τοπικό αλλά και το παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο, ένα άλλο σημαντικό μέτρο που αντανακλά αυτές τις αλλαγές είναι το ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας (DTR). Η DTR (Diurnal Temperature Range) ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της ημερήσιας μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας. Αυτό το μέτρο αποδίδει μια ιδιαίτερη σημασία στην σχέση των ημερήσιων αλλαγών της ροής της ακτινοβολίας στην γήινη επιφάνεια. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται κυρίως σε αλλαγές της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (T_{max}). Ωστόσο, η T_{max} εξαρτάται πάντα από την προηγούμενη ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία (T_{min}) που με τη σειρά της, επηρεάζεται από την ελάττωση της θερμοκρασίας, η οποία λαμβάνει χώρα μεταξύ μεσημβρίας και της ακόλουθης ανατολής του ηλίου. Το μέτρο της διακύμανσης του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους είναι αλληλένδετο με την διάθεση ενέργειας για εξάτμιση καθώς θεωρείται κατάλληλο μέτρο για τη διερεύνηση των επιδράσεων των ροών του μεγάλου και μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας υπεράνω της επιφάνειας, επειδή η ημερήσια ελάχιστη είναι στενά συνδεδεμένη με την μεγάλου μήκους κύματος ροή ακτινοβολίας, ενώ η ημερήσια μέγιστη κατά κύριο λόγο καθορίζεται από την ροή μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία. Επιπροσθέτως η ακτινοβολία στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας (R_a) αποδίδει ένα σημαντικό μέτρο της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης σε ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος, κατά την διάρκεια του ετήσιου εποχιακού κύκλου.

2.4.4.2. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΓΗΙΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ R_a (EXTRATERRESTRIAL RADIATION)

Η λαμβανόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας (R_a) εκτιμάται και έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε περιοχή, μεταβαλλόμενη εποχιακά και ημερήσια, εξαρτώμενη από τη θέση και απόσταση του ήλιου καθώς και από τη διάρκεια της ημέρας. Συνεπώς είναι συνάρτηση της ημέρας του έτους (J) και της ώρας της ημέρας (για ωριαίες εκτιμήσεις απαιτείται και το γεωγραφικό μήκος).

Η R_a εκτείνεται σε ένα μεγάλο εύρος μήκους κύματος (200-5000 nm) με μέγιστο περίπου στα 500 nm. Το 47% της R_a βρίσκεται εντός του ορατού φάσματος της ακτινοβολίας (380 – 780 nm) και το 46% στο υπέρυθρο μέρος του φάσματος (IR) με μήκος κύματος μεγαλύτερο από 780 nm. Στην υπεριώδη περιοχή (UV) του φάσματος και σε μήκος κύματος μικρότερο του 380 nm βρίσκεται το υπόλοιπο 7% της R_a .

$$R_a = \frac{24 \times 60}{\pi} G_{sc} d_r (\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s) =$$

$$= 37.6 d_r (\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s) \quad (2.6)$$

Όπου R_a σε [MJ/m²day]

Η ηλιακή σταθερά $G_{sc}=0.0820$ [MJ/m²min]

d_r η σχετική απόσταση Γης - Ηλίου (relative distance Earth-Sun)

$$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} \times J\right) = 1 + 0.033 \cos(0.0172J) \quad (2.7)$$

J ο αριθμός της ημέρας του έτους (Julian Day) (συμβολίζεται και DOY- Day of the Year)

$J=1$ έως 365 ή $J=1-366$ για δίσεκτο έτος (leap year)

$$J - INT\left(275 \frac{M}{9} - 30 + D\right) - 2 \quad (2.8)$$

Όπου M ο αριθμός του μήνα [1-12] και D η ημέρα του μήνα

Εάν $M < 3$, τότε $J=J+2$

Σε περίπτωση δίσεκτου έτους ($M > 2$), τότε $J=J+1$

ω_s η γωνία την ώρα της δύσης του ηλίου (sunset hour angle) σε rad

$$\omega_s = \arccos(-\tan \varphi \tan \delta) \quad (2.9)$$

δ η ηλιακή απόκλιση (solar declination) σε rad

$$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right) = 0.409 \sin(0.0172J - 1.39) \quad (2.10)$$

ϕ το γεωγραφικό πλάτος σε rad.

2.4.5. ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΗΣ HARGREAVES & SAMANI, 1985 ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.

Όπως αναφέρεται (Αλεξανδρής και συνεργάτες, 2013), οι επιφάνειες στις οποίες εγκαθίστανται οι αγρομετεωρολογικοί σταθμοί επιβάλλεται να τυποποιηθούν λόγω της χωρικής και χρονικής μεταβλητότητας πολύ σημαντικών παραγόντων που επηρεάζουν την Εξατμοδιαπνοή αναφοράς (ET_0). Η μεταβλητότητα αυτή

αποτελεί εμπόδιο στην εφαρμογή και στην απόδοση των προτεινόμενων μεθόδων για την εκτίμηση της ET_0 . Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ET_0 είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου. Αυτές οι παράμετροι εξαρτώνται τόσο από τη φύση όσο και από τις ιδιότητες των επιφανειών πάνω από τις οποίες λαμβάνονται οι μετρήσεις, ενώ ταυτόχρονα είναι οι παράμετροι που στηρίζουν το πιο αξιόπιστο μοντέλο για την εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής αναφοράς: τη μέθοδο Penman–Monteith (Allen et al., 1998). Σύμφωνα με τους Allen et al. (1998), η ET_0 εκφράζει την εξατμιστική ισχύ της ατμόσφαιρας σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο, χρησιμοποιώντας ως τυποποιημένο υπόβαθρο των μετρήσεων τα χαρακτηριστικά μιας καλλιέργειας αναφοράς.

Παγκοσμίως, έχει γίνει αποδεκτή η χρήση γρασιδιού (cool season grass- bluegrasses, fescues, and ryegrasses) και μηδικής (alfalfa-Medicago sativa) ως πρότυπες επιφάνειες (Allen et al., 2006). Στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου όμως, δεν υπάρχουν τέτοιες επιφάνειες, λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης, με αποτέλεσμα να γίνονται σημαντικά λάθη στη μέτρηση των κλιματικών δεδομένων μιας περιοχής, ιδίως εφόσον εφαρμοσθεί η μέθοδος Penman.

Στην εργασία Αλεξανδρής και συνεργατες (2013), εκτιμάται η εξατμοδιαπνοή αναφοράς, που προκύπτει από τις μεθόδους FAO 56 και Hargreaves & Samani (1985), με στόχο να καταδειχτεί πόσο επηρεάζει η επιφάνεια που είναι εγκατεστημένοι οι μετεωρολογικοί σταθμοί την εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής, καθώς επίσης και ποια μέθοδος εκτίμησης είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται στην περίπτωση που ο μετεωρολογικός σταθμός δεν είναι εγκατεστημένος σε πρότυπη επιφάνεια.

Πιο αναλυτικά, χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα από δύο μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους στο νομό Αρκαδίας (Αλεξανδρής κ.α., 2013), εκ των οποίων, ο ένας ανήκει στο δίκτυο του World Meteorological Organization - WMO και ο άλλος ανήκει στον τομέα Διαχείρισης Υδατικών πόρων του Γ.Π.Α και είναι εγκατεστημένος σε αρδευόμενη επιφάνεια χαμηλής βλάστησης. Ειδικότερα ο πρώτος σταθμός, της Εθνικής Μετεωρολογικής υπηρεσίας (EMY) με ID: WMO-16710/TRIPOLIS AP, βρίσκεται σε υψόμετρο 650.87m με Γ.Σ. $37^{\circ}32'0''$ Β και $22^{\circ}24'00''$ Α (Εικόνα 2.3). Ο δεύτερος, αυτόματος μικρομετεωρολογικός σταθμός (Εικόνα 2.4) τοποθετήθηκε σε πειραματικό αγρό στην περιοχή Ζουπάνους, (2004 έως και το 2006), με Γ.Σ. $37^{\circ}33'11''$ Β και $22^{\circ}25'29''$ Α σε υψόμετρο 641 μέτρων.



Εικόνα 2. 3 . Μετεωρολογικός σταθμός Ε.Μ.Υ. στο αεροδρόμιο της Τρίπολης με υπόβαθρο επιφάνειας αναφοράς το ξηρό έδαφος. (Αλεξανδρής κ.α., 2013)



Εικόνα 2. 4 . Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός Γ.Π.Α. (AUA) εγκατεστημένος σε υπόβαθρο με χαμηλή πράσινη βλάστηση και με πλήρη επάρκεια εδαφικής υγρασίας, σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. (Αλεξανδρής κ.α., 2013)

Από τις γεωγραφικές συντεταγμένες των δύο σταθμών η μεταξύ τους απόσταση υπολογίστηκε σε 3.85 χιλιόμετρα, με τον σταθμό του ΓΠΑ να βρίσκεται ΒΑ του αντίστοιχου σταθμού της ΕΜΥ (περίπου 43°). Συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από τους δύο σταθμούς συνοψίζονται παρακάτω:

❖ Μετεωρολογικός σταθμός ΕΜΥ - τύπου “Stevenson screen” της ΕΜΥ (Εικόνα 2.3):

μέση ημερήσια θερμοκρασία T_{avg} η οποία εκτιμήθηκε από το μέσο όρο των παρατηρήσεων για την τυπική χειμερινή ώρα (UTC+2) T_{08}, T_{14}, T_{20} δηλαδή:

$$T_{avg} = (T_{08} + T_{14} + 2T_{20})/4 \quad (2.11)$$

μέγιστη και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία, T_{max} και T_{min} ,

μέση ημερήσια σχετική υγρασία, RH_{avg} , και

μέση ημερήσια ταχύτητα ανέμου στο ύψος των δύο μέτρων, U_2 .

❖ Μετεωρολογικός σταθμός ΑUA - Στο κέντρο αγρού πατατοκαλλιέργειας (Εικόνα 2.4):

(αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός Minimet_2, Skyeinstruments με μονάδα καταγραφής Datahog_2, SDL_5400, για τη λήψη μετρήσεων με συχνότητα δειγματοληψίας 10s (8640 αναγνώσεις ανά 24ωρο για κάθε μετρούμενη παράμετρο) και αποθήκευση μέσω τιμών 10λέπτου (Προύτσος κ.ά, 2009). Οι παράμετροι των οποίων οι τιμές αποθηκεύονται είναι οι εξής: μέσες ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας T_{avg} , σχετικής υγρασίας, RH_{avg} , μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας T_{max} και T_{min} και ανεμοταχύτητας στο ύψος των δύο μέτρων, U_2 και μέση ημερήσια πυκνότητα ροής της ολικής εισερχόμενης ακτινοβολίας μικρού

μήκους κύματος R_s [W/m^2] (από πυρανόμετρο τύπου SKS 1110 :350-1100nm βαθμονομημένο στη ζώνη αποδοχής των πυρανομέτρων Α' τάξης (Αλεξανδρής κ.α., 2013)).

Η εξατμοδιαπνοή της καλλιέργειας ET_c στην συγκεκριμένη εργασία εκτιμήθηκε άμεσα από την σχέση FAO-56 PM (Allen et al., 1998; ASCE-EWRI, 2005), (εξίσωση 2.12)

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{mean} + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (2.12)$$

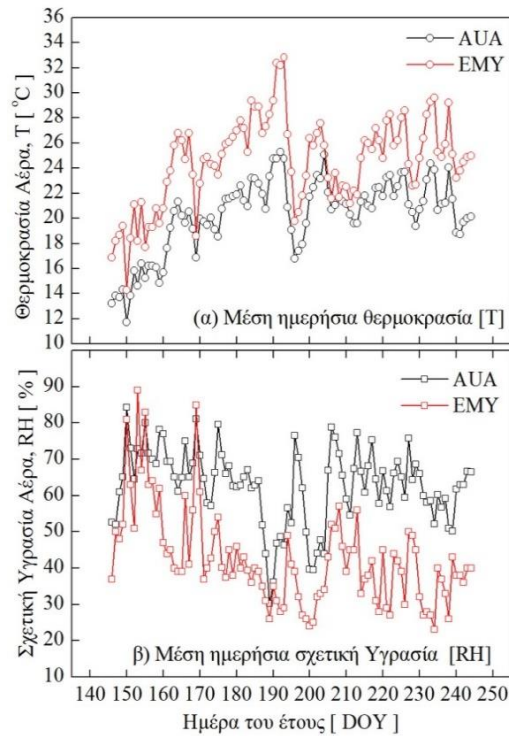
όπου χρησιμοποιήθηκαν όλα τα γεωμετρικά και φυσικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας

Η ροή θερμότητας στο έδαφος λήφθηκε ως μηδενική για ημερήσιο βήμα εκτίμησης της ET_0 . Η εκτίμηση της R_n , για το γυμνό έδαφος (EMY) και την καλλιέργεια (AUA) εκτιμήθηκε σε 0.17 και 0.23 αντίστοιχα. Η καλλιέργεια πατάτας που υπάρχει στον πειραματικό σταθμό (AUA) έχει παραπλήσιες τιμές ET_c με εκείνες της εξατμοδιαπνοής αναφοράς ET_0 , δηλαδή $ET_c / ET_0 \cong 1$ (Kashyap and Panda, 2001).

Παράλληλα εκτιμήθηκε ο ρυθμός εξατμοδιαπνοής (ET_0) μέσω της μεθόδου Hargreaves, (Hargreaves & Samani, 1985) ώστε να διαπιστωθούν οι διαφορές που θα προέκυπταν σε σχέση με την χρήση της μεθόδου FAO-56 PM στην περίπτωση που η έλλειψη δεδομένων καθιστούσε αδύνατη τη χρήση της προτεινόμενης πρότυπης μεθόδου. Η μέθοδος αυτή δίνεται από τη σχέση (2.13):

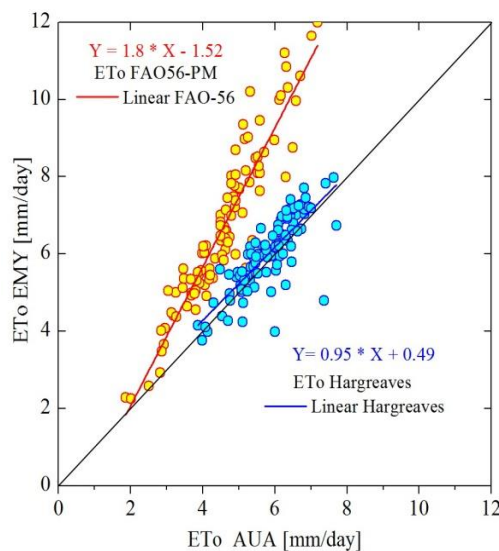
$$ET_0 = 0.0023 \cdot (T_{max} - T_{min})^{0.5} \cdot (T_m + 17.8) \cdot R_a \quad (2.13)$$

Στην Εικ. 2.5α & 2.5β φαίνεται ξεκάθαρα το πόσο επιδρά η εδαφική υγρασία (λόγω βλάστησης) στη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία μίας περιοχής. Συγκεκριμένα, στον σταθμό της EMY παρατηρήθηκε μέση αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4.3 °C και ελάττωση της μέσης σχετικής υγρασίας κατά 20.2% (από την 25η Μαΐου έως και την 1η Σεπτεμβρίου - 99 ημέρες) σε σχέση με τον σταθμό του ΓΠΑ (AUA), γεγονός που οδηγεί σε τεράστια σφάλματα στον υπολογισμό της ET_0 με αποτέλεσμα την υπερεκτίμηση της ET_c (Αλεξανδρής κ.α., 2013).



Εικόνα 2. 5 . Συγκριτική απεικόνιση (EMY vs AUA) της (α) μεταβολής της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και (β) της μέσης σχετικής υγρασίας από τις 26/05 έως και 01/09 για το έτος 2004. (Αλεξανδρής κ.α., 2013)

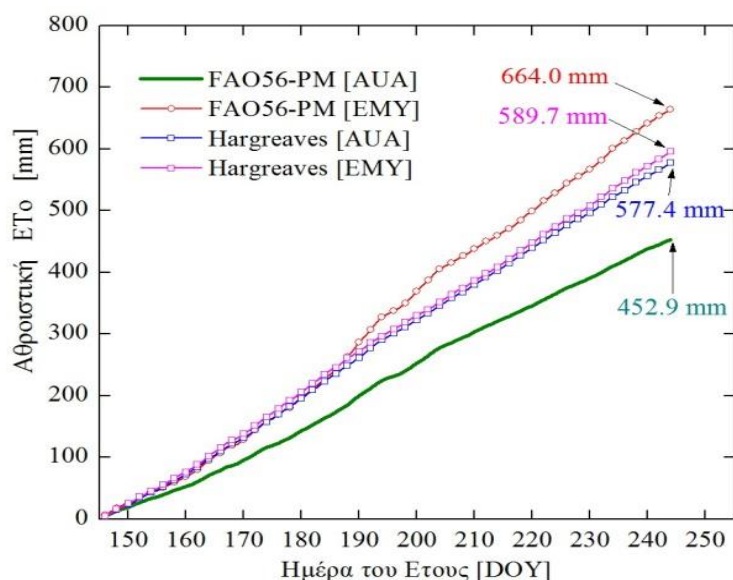
Συνοπτικά στην Εικόνα 2.6 φαίνονται οι τιμές της ΕΤο στο σταθμό της EMY και στο σταθμό του ΓΠΑ που προκύπτουν από τις μεθόδους FAO-56 και Hargreaves. Από την εικόνα προκύπτει ότι η μέθοδος Hargreaves δίνει παραπλήσια αποτελέσματα στους δύο σταθμούς ενώ η μέθοδος FAO-56 παρουσιάζει μεγαλύτερες αποκλίσεις.



Εικόνα 2. 6 . Γραμμική συσχέτιση των εκτιμούμενων τιμών ΕΤο της πειραματικής θέσης ΑΥΑ σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές της EMY α) με την μέθοδο FAO56-PM ($R^2=0,88$) και β) με την μέθοδο Hargreaves ($R^2=0,65$). (Αλεξανδρής κ.α., 2013)

Η κλίση 0.95 της γραμμής συσχέτισης (Εικόνα 2.6) δεικνύει ότι το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος που εισάγεται στη μέθοδο Hargreaves δεν είναι δυνατόν να αποτυπώσει την διαφορετική φύση των δύο επιφανειών διότι πιθανά ο ρυθμός αλλαγής της αισθητής θερμότητας στην υπερκείμενη ατμόσφαιρα είναι πολύ χαμηλός από ημέρα σε ημέρα. Απτόμεες όμως αλλαγές στη μέση ημερήσια θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσουν την παρατηρούμενη διασπορά των εκτιμώμενων τιμών ET_0 .

Στην Εικόνα 2.7 εμφανίζεται η αθροιστική ET_0 για όλη την περίοδο των 99 ημερών (25/5 -1/9) όπως εκτιμήθηκε από τις δύο μεθόδους FAO56-PM και Hargreaves και για τις δύο επιφάνειες. Η ευαισθησία της πρώτης μεθόδου, δικαιολογεί την συνολική διαφορά των 211.1 mm ET_0 μεταξύ των δύο επιφανειών για το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Η μέθοδος Hargreaves στην ξηρή επιφάνεια (EMY) υπερεκτιμά κατά 136.8 mm σε σχέση με την FAO56-PM στην θέση AUA, ενώ δεν διαφοροποιείται σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές ET_0 Hargreaves (AUA) που λαμβάνονται στο ίδιο υπόβαθρο (12.3 mm).



Εικόνα 2. 7. Αθροιστική ET_0 25/05/2004 - 01/09/2004. (Αλεξανδρής κ.α., 2013)

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η χρήση εκτιμήσεων της ET_0 από μη τυποποιημένες επιφάνειες αναφοράς επαρκώς εφοδιαζόμενες με νερό, μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση των υδατικών αναγκών οι οποίες με τη σειρά τους οδηγούν σε υπεράντληση αρδευτικού νερού και σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας, με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητας των υπογείων υδάτων αλλά αντίστοιχα και την αύξηση κόστους παραγωγής (Αλεξανδρής κ.α., 2013). Έχει δημιουργηθεί η ψευδής εντύπωση ότι η επάρκεια των παραμέτρων για την χρήση της συνιστώμενης μεθόδου FAO56-PM θα δώσει και ακριβείς εκτιμήσεις για τον προγραμματισμό άρδευσης. **Οι εκτιμήσεις ET_0 με την μέθοδο Hargreaves, ελαχιστοποιούν τα σφάλματα κατά 15%, στην περίπτωση που οι μετρήσεις δεν λαμβάνονται από σταθμό με τυποποιημένη καλλιέργεια αναφοράς** (Αλεξανδρής κ.α., 2013). Για το λόγο αυτό στον δείκτη αναγνώρισης ξηρασίας που αναπτύχθηκε, η εξατμοδιαπνοή εκτιμάται με τη μέθοδο Hargreaves & Samani (1985).

2.5 ΞΗΡΑΣΙΑ

Ο όρος ξηρασία, αναφέρεται σε μία πολύ σύνθετη κατάσταση, είναι ένα ακραίο μετεωρολογικό κλιματικό φαινόμενο, που μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε περιοχή, σε ανύποπτο χρόνο, και δεν έχει καθορισμένη διάρκεια. Η συχνότητα εμφάνισής του τα τελευταία χρόνια φαίνεται να αυξάνει σημαντικά σε πολλές περιοχές του κόσμου, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ξηρασία προκαλεί πληθώρα προβλημάτων και αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της ολοκληρωμένης διαχείρισης. Για τους λόγους αυτούς, μεγάλη δυσκολία συναντάται από τους ειδικούς κατά την προσπάθεια διατύπωσης ενός ορισμού που να αποτυπώνει το φαινόμενο, αφού η ενσωμάτωση διαφόρων φυσικών διαδικασιών και αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

2.5.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Ο ορισμός της ξηρασίας ανέκαθεν αποτελούσε εμπόδιο για την παρακολούθηση και ανάλυσή της. Οι [Wilhite and Glantz \(1985\)](#) πραγματοποίησαν μία πολύ λεπτομερή ανάλυση των ορισμών ξηρασίας που συνάντησαν στη βιβλιογραφία και κατέληξαν σε έξι γενικές κατηγορίες ξηρασιών: *μετεωρολογική, κλιματολογική, ατμοσφαιρική, γεωργική, υδρολογική και διαχειριστική*. Ο [Dracup et al. \(1980\)](#) έκανε κάτι αντίστοιχο με ανάλογα αποτελέσματα. Όλες οι απόψεις συμφωνούν ότι η ξηρασία είναι μία κατάσταση ανεπαρκούς υγρασίας που προκαλείται κυρίως από έλλειψη βροχοπτώσεων (κατακρημνισμάτων) για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Οι δυσκολίες που συναντώνται στον ορισμό της ξηρασίας, αφορούν κυρίως στη χρονική περίοδο κατά την οποία συσσωρεύονται τα ελλείμματα νερού και στη σύνδεση του ελλείμματος των κατακρημνισμάτων με τα αντίστοιχα ελλείμματα στις πηγές νερού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αλλά και τις επιπτώσεις που απορρέουν από αυτά. Επιπλέον τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια ενσωμάτωσης κι άλλων παραμέτρων (όπως η εξατμοδιαπνοή) που πιθανόν να επηρεάζουν τα ελλείμματα ύδατος και αυτό κάνει ακόμα πιο πολύπλοκη την διαδικασία εξεύρεσης ενός αποδεκτού ορισμού ξηρασίας.

Η εμφάνιση της ξηρασίας είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων και διαφέρει από άλλα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα σε πολλά σημεία. Πρώτον, δεν μπορεί να οριστεί ξεκάθαρα η έναρξη και η λήξη ενός επεισοδίου, διότι από τη στιγμή που θα παρατηρηθεί απουσία βροχοπτώσεων το φαινόμενο παρουσιάζεται με υστέρηση. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα ενός επεισοδίου ξηρασίας μπορούν να συνεχιστούν και μετά την εμφάνιση κάποιων βροχοπτώσεων. Για το λόγο αυτό θεωρείται ως «υφέρπον φαινόμενο» ([Tannehill, 1947](#)). Δεύτερον, δεν μπορεί να υπάρξει ένας κοινός παγκόσμιος επιστημονικός ορισμός για την ξηρασία επειδή κάθε περιοχή ανάλογα με το κλίμα και την τοπογραφία που τη χαρακτηρίζει

έχει το δικό της ορισμό. Αυτό εξηγεί και το πλήθος των ορισμών που έχουν καταγραφεί στη διάρκεια των τελευταίων χρόνων (WMO, 1975; Meteorological Office, 1991; Wilhite and Glantz, 1985).

Ταυτόχρονα, ο ορισμός της ξηρασίας εξαρτάται από το αντικείμενο της κάθε επιστήμης. Για την Μετεωρολογία παραδείγματος χάριν, ξηρασία είναι η ελάττωση της βροχόπτωσης σε σχέση με την αναμενόμενη ποσότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για τη Γεωπονία η ξηρασία μπορεί να εκφρασθεί ως έλλειψη της απαραίτητης υγρασίας σε σχέση με συγκεκριμένη καλλιέργεια. Για τη Γεωργία μπορεί να σημαίνει μειωμένη σοδειά, εξαιτίας της έλλειψης του νερού στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για την Υδρολογία και την Υδρογεωλογία, σημαίνει πτώση της στάθμης των λιμνών, των ποταμών και του υδροφόρου ορίζοντα κάτω από κάποιο όριο για μία ορισμένη χρονική περίοδο, ενώ για την Οικονομία ή την Πολιτική (κοινωνία), η ξηρασία εμφανίζεται μόνο όταν υπάρχουν οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. (Karavitis, 1992)

Στη φύση μπορεί να παρατηρηθούν ακραία φαινόμενα λόγω μεταβολής των παραμέτρων και των παραγόντων που επηρεάζουν τα ανθρώπινα συστήματα. Ο τρόπος αντιμετώπισης τέτοιων ακραίων φαινομένων όπως είναι οι ξηρασίες και οι πλημμύρες (ονομάζονται και φυσικοί κίνδυνοι) από τις ανθρώπινες κοινωνίες, μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Άλλωστε οι ξηρασίες είναι ένας από τους πολλούς φυσικούς κινδύνους που είναι δυνατόν να πλήξουν την ύδρευση και την άρδευση - με άλλα λόγια τον εφοδιασμό της κοινωνίας σε νερό. Η συνήθης θεώρηση και αντίληψη των πολιτών αλλά δυστυχώς και των πολιτικών και ληπτών των αποφάσεων είναι ότι η ξηρασία είναι ένα φαινόμενο παροδικό, ένας δηλαδή τυχαίος και απομακρυσμένος κίνδυνος που απαιτεί την κινητοποίηση των αρμόδιων αρχών μόνο σε έκτακτες ανάγκες (Grigg and Vlachos, 1990; Karavitis, 1998).

Αυτό που πραγματικά ισχύει όμως είναι ότι η ξηρασία, όπως και οι πλημμύρες είναι φαινόμενα αναπόφευκτα και μόνιμα στοιχεία του παγκόσμιου κλίματος. Επομένως, αυτό που κάνει περισσότερο επικίνδυνη μία κατάσταση πχ ξηρασίας είναι μία ανεπιτυχής πρακτική σχεδιασμού και συντήρησης των υδατικών συστημάτων και όχι τόσο οι φυσικοί ή και τεχνολογικοί κίνδυνοι (Karavitis, 1998).

Ένας γενικότερος ορισμός που θα μπορούσε να αποδώσει το φαινόμενο της ξηρασίας είναι αυτός του Karavitis (1992), σύμφωνα με τον οποίο ξηρασία είναι «η κατάσταση των δυσμενών και διαδεδομένων υδρολογικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων που οφείλονται σε ποσότητες νερού μικρότερες από τις αναμενόμενες. Αυτές οι ελλείψεις νερού μπορεί να προέρχονται από μειωμένες βροχοπτώσεις, από φυσικές και / ή λειτουργικές ανεπάρκειες στην παροχή νερού και τα συστήματα διανομής καθώς και από ανεπάρκειες στη διαχείριση των υδάτων». Ως προς το γενικότερο νόημα του ορισμού αυτού συμφωνούν και άλλοι ερευνητές όπως (Loukas and Vasiliades, 2004; Tsakiris and Vangelis, 2005; Zargar et al, 2011). Η ξηρασία επηρεάζει πολύ έντονα τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ίσως και περισσότερο από

οποιαδήποτε άλλη φυσική καταστροφή διότι έχει ως αποτέλεσμα απώλειες πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων σε παγκόσμιο επίπεδο (Hagman, 1984; Bruce, 1994).

Όπως σχεδόν κάθε φυσικό φαινόμενο, έτσι και η ξηρασία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες ιδιότητές της. Βάσει της ορολογίας του Salas (1993) Αυτές είναι:

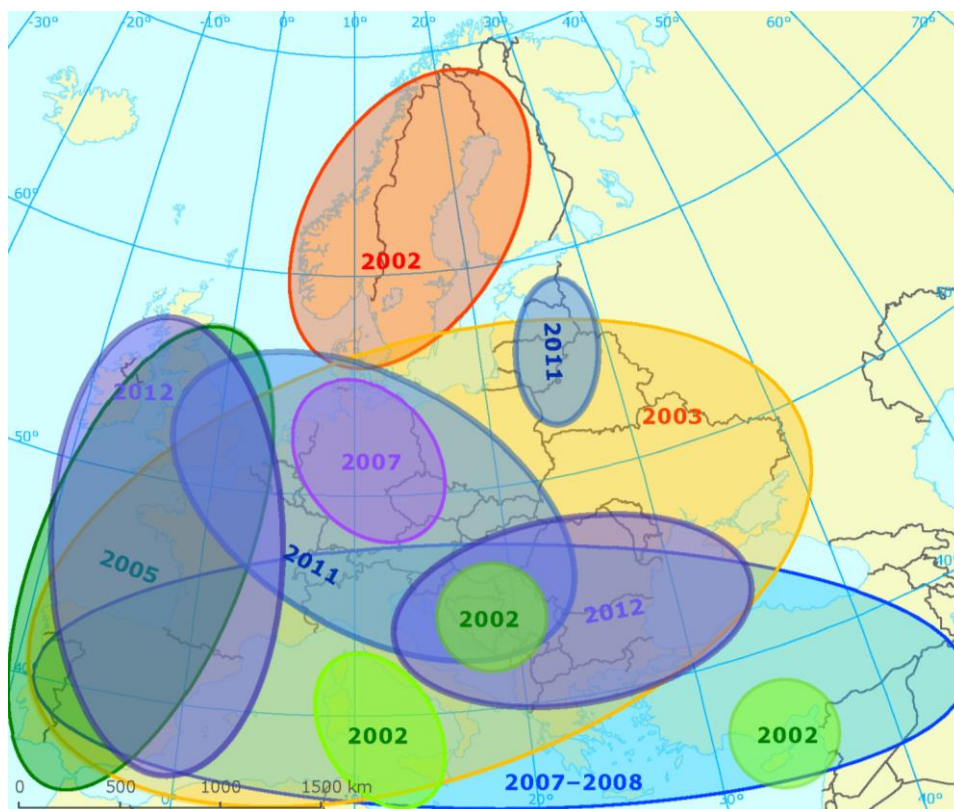
- Διάρκεια: μπορεί να ποικίλει από μια εβδομάδα έως μερικά χρόνια. Μια περιοχή είναι δυνατό να διέρχεται από υγρές και ξηρές περιόδους ταυτόχρονα, κατά την εξέταση των διαφόρων χρονικών πλαισίων. Ως εκ τούτου, σε μικρότερες διάρκειες η περιοχή βιώνει ξηρότητα ή υγρασία, ενώ μακροπρόθεσμα, μπορεί να βιώνει το αντίθετο.
- Μέγεθος: συνολικό έλλειμμα νερού (π.χ. βροχόπτωση, υγρασία εδάφους ή απορροή) κάτω από ορισμένο σημείο κατά τη διάρκεια περιόδου ξηρασίας.
- Ένταση: λόγος του μεγέθους της ξηρασίας προς τη διάρκειά της.
- Δριμύτητα: βαθμός ελλείμματος βροχόπτωσης (μέγεθος) και μέγεθος των επιπτώσεων εξαιτίας του ελλείμματος αυτού (Wilhite, 2004).
- Γεωγραφική Έκταση: γεωγραφική κάλυψη της ξηρασίας η οποία ποικίλει κατά τη διάρκεια του φαινομένου.
- Συχνότητα – Περίοδος Επαναφοράς: ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο φαινομένων ξηρασίας με δριμύτητα ίση ή μεγαλύτερη από ένα συγκεκριμένο όριο.

Τα φαινόμενα ξηρασίας είναι ζητήματα έκτακτης ανάγκης και στο μέλλον θα διαδραματίσουν έναν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη διαχειριστικών πρακτικών σε παγκόσμιο επίπεδο. Όσον αφορά στην Ευρώπη, οι ξηρασίες που σημειώθηκαν στην Ελλάδα το 1989-1993 και το 2007, και στην Ισπανία και τη Γαλλία, το 2003 και το 2005, επιβεβαιώνουν αυτή την άποψη, καθώς επίσης και την άμεση ανάγκη ανάπτυξης και εφαρμογής κοινών στρατηγικών που θα αντιμετωπίσουν το πρόβλημα σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Η ξηρασία που σημειώθηκε Ελλάδα το 1989-1993, και το 2003 στην Ισπανία, την Πορτογαλία και σε κάποια μέρη της Γαλλίας, προκλήθηκαν κυρίως από χαμηλά ποσοστά βροχοπτώσεων, όμως σημειώθηκε και έντονη αύξηση για την εποχή της θερμοκρασίας. Στην Ισπανία η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν χαμηλότερη από την ελάχιστη που έχει καταμετρηθεί στη χρονοσειρά από 1974 έως το 2003. Αυτή η ιδιαίτερη μείωση των βροχοπτώσεων (από 650 mm σε 400 mm) είχε μεγάλες επιπτώσεις στις αποθηκευμένες ποσότητες νερού στους ταμειυτήρες, στη διαθεσιμότητα πόσιμου νερού, στην παραγωγή ενέργειας, στην ποιότητα νερού, στην περιβαλλοντική πίεση και στον κίνδυνο πυρκαγιάς. Αυτή η κατάσταση επέφερε την εκτέλεση ειδικών σχεδίων για καταστάσεις επαγρύπνησης και ενδεχόμενης ξηρασίας, με την εφαρμογή αντίστοιχων μέτρων διαχείρισης όπως οι περιορισμοί άρδευσης και η εφαρμογή μέτρων έκτακτης ανάγκης (Καραβίτης et al, 2008).

Παράλληλα, η ξηρασία του 1990 στην Ελλάδα θεωρήθηκε αρχικά ότι είχε περίοδο επαναφοράς χιλιετίας με βροχόπτωση που πλησίασε μόλις το 40% της μέσης ετήσιας, αν και οι συνεχείς μετέπειτα ξηρασίες μείωσαν κάπως αυτήν την θεώρηση (Karavitis, 1992; 1998).

Εντούτοις, οι ξηρασίες δεν μπορούν να θεωρηθούν ως τοπικά φαινόμενα. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες τα επεισόδια ξηρασίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα τις τελευταίες δεκαετίες σε παγκόσμια κλίμακα. Συγκεκριμένα, το ποσοστό της έκτασης της γης που έχει προσβληθεί από σοβαρή ξηρασία από τη δεκαετία του '70 έως το 2000 έχει διπλασιαστεί.



Εικόνα 2. 8. Έλλειψη νερού και επεισόδια ξηρασίας στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια.

(Πηγή: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/main-drought-events-in-europe/main-drought-events-in-europe/image_original)

Η γεωγραφία της Ευρώπης και το κλίμα της υποδηλώνουν άνιση κατανομή του νερού, γεγονός που επιδεινώνεται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στη νότια Ευρώπη για παράδειγμα, η τουριστική ανάπτυξη αυξάνει τη ζήτηση για νερό, όπως γίνεται πχ στα νησιά του Αιγαίου (με αποτέλεσμα την είσοδο του αλμυρού νερού στους υπόγειους υδροφόρους που βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές και κατά συνέπεια την αύξηση της αλατότητας). Η έλλειψη νερού είναι πιο έντονη στα νότια της ηπείρου αλλά σε καμία περίπτωση δεν περιορίζεται σε αυτές τις περιοχές. Τα περισσότερα κράτη μέλη έχουν υποφέρει πολλές

φορές από επεισόδια ξηρασίας από το 1976 και αναφέρονται πολλά περιστατικά έλλειψης νερού και υπεράντλησης.

Η ξηρασία ορίζεται διαφορετικά από περιοχή σε περιοχή, αλλά και σύμφωνα με το στόχο του κάθε ερευνητή. Ο καταστροφικός χαρακτήρας της εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, οι ισχυροί άνεμοι, η χαμηλή σχετική υγρασία (Oladipo, 1985) οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι παράμετροι εξατμοδιαπνοής. Ταυτόχρονα, τα μέτρα και οι προσπάθειες αντιμετώπισης των ξηρασιών πρέπει να ξεκινήσουν αρχικά από τη μελέτη των διαστάσεων του φαινομένου. Οι διαστάσεις περιλαμβάνουν θεωρητικά τον ορισμό, τα αίτια και τις επιπτώσεις των ξηρασιών. Δυστυχώς, ακόμα παρουσιάζονται πολλές δυσκολίες στο να καταλήξει η επιστημονική κοινότητα σε έναν ακριβή ορισμό των ξηρασιών που να είναι αντικειμενικά αποδεκτός από όλους (Yevjevich V. et al 1983; Grigg, N.S. and Vlachos, E.C., 1990; Karavitis, C.A., 1992; 1998, Karavitis et al, 2014).

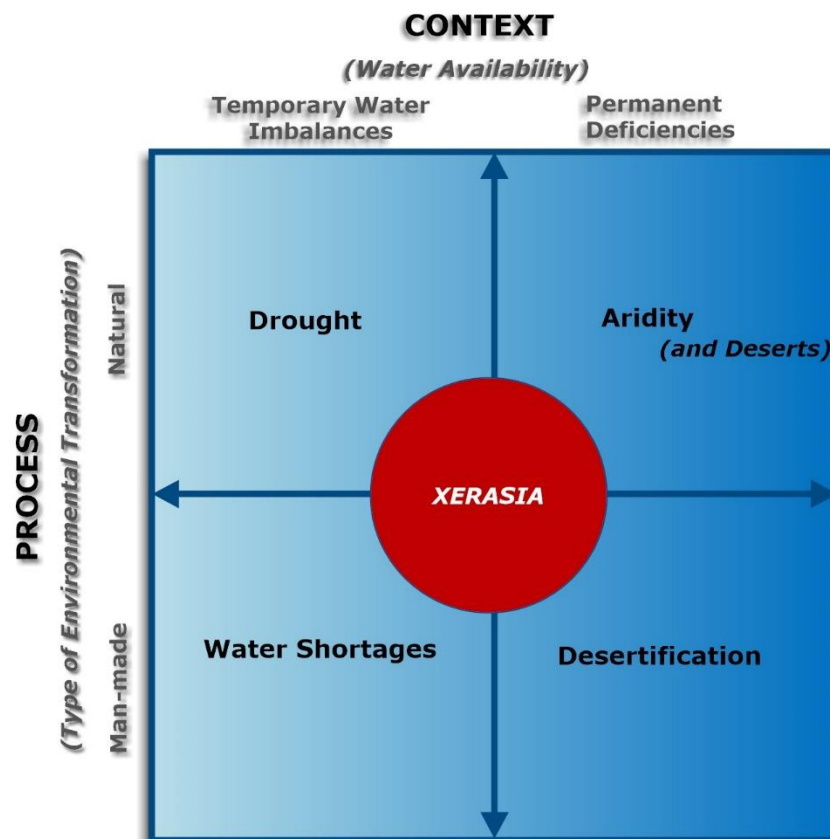
Ένα ακόμα εμπόδιο στον ορισμό των ξηρασιών, αποτελεί η προσπάθεια συνδυασμού του φαινομένου με τις υπάρχουσες γεωγραφικές, υδρολογικές, γεωλογικές, ιστορικές και πολιτιστικές συνθήκες μίας περιοχής. Επιπλέον πρόβλημα αποτελεί όμως και η ένταξη των συνεπειών και του φυσικού φαινομένου αυτού καθ' αυτού, στους διάφορους ορισμούς. Τέλος, ο καθορισμός της αρχής και του τέλους μίας ξηρασίας είναι ένα ακόμα άλυτο πρόβλημα με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο την εξεύρεση ενός ορισμού (Karavitis, 1992; Karavitis et al, 2014).

Οι ξηρασίες προκύπτουν από το συνδυασμό φυσικών παραγόντων, που εντείνονται λόγω ανθρωπογενών επιρροών. Η κυριότερη αιτία κάθε ξηρασίας είναι η ανεπάρκεια των βροχοπτώσεων σε σχέση με τα υπάρχοντα αποθέματα νερού, την παροχή και τη ζήτηση. Μάλιστα η ανεπάρκεια αυτή χαρακτηρίζεται από τη χρονική στιγμή, τη κατανομή και τη ένταση της. Συνήθως έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη του αναγκαίου νερού για την ομαλή λειτουργία του φυσικού οικοσυστήματος και/ή για τις απαραίτητες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Αν στην ανεπάρκεια των βροχοπτώσεων συνυπολογιστούν και οι πιθανές υψηλές τιμές θερμοκρασιών αέρα αλλά και τα υψηλά ποσοστά εξατμοδιαπνοής τότε η δριμύτητα και η διάρκεια της περιόδου ξηρασίας αυξάνουν. Οι υψηλές θερμοκρασίες αέρα το καλοκαίρι, που συνδυάζονται με καθαρό ουρανό και ηλιοφάνεια, αυξάνουν την εξατμοδιαπνοή με αποτέλεσμα η διαθέσιμη βροχόπτωση (που τους καλοκαιρινούς μήνες στην Ελλάδα είναι ελάχιστη ή μηδαμινή) να μην επαρκεί για την επαναπλήρωση των υπόγειων νερών ή των υδατορευμάτων των ποταμών. Ξηρασίες μπορούν να εμφανιστούν και κατά τη διάρκεια του χειμώνα, κυρίως λόγω του ότι οι κατακρημνίσεις αποθηκεύονται στη λεκάνη απορροής με τη μορφή πάγου και χιονιού, εμποδίζοντας την επαναφόρτιση των επιφανειακών και υπογείων υδατικών σωμάτων, μέχρι να ανέβει η θερμοκρασία του αέρα και να αρχίσει το λιώσιμο του χιονιού. Οι κατακρημνίσεις και η θερμοκρασία του αέρα εξαρτώνται από τα πρότυπα κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας (atmospheric

circulation patterns). Κατά συνέπεια κάθε αλλαγή στη θέση, στη διάρκεια και στην ένταση των αντικυκλώνων οδηγεί σε αλλαγές της επικρατούσας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και προκαλεί ανωμαλίες στις κατακρημνίσεις και τις θερμοκρασίες.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η ξηρότητα (aridity), που συναντάται σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις, ως μακροπρόθεσμο κλιματικό χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι διαφορετική από το έλλειμα ύδατος (water shortage) που δείχνει μια απόκλιση από τη μέση κατάσταση, αλλά βρίσκεται ακόμα μέσα στη φυσική μεταβλητότητα του οικοσυστήματος. Επίσης, πρέπει να διακρίνεται η μόνιμη έλλειψη νερού (desertification) που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες από την ξηρασία που οφείλεται σε πρώτη εκδήλωση από φυσικά αίτια, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 2.9. Όλες αυτές οι καταστάσεις ονομάστηκαν φαινόμενα ξηρασίας (Xerasia), (Vlachos, 1982; Karavitis, 1992)



Εικόνα 2. 9. Τυπολογία των καταστάσεων έλλειψης νερού (Karavitis, 1992; Karavitis et al., 2014; Vlachos, 1982)

Για να καθοριστεί το πότε ξεκινά ένα γεγονός ξηρασίας, με κριτήριο μία κλιματολογική μεταβλητή, εξετάζεται συνήθως ο βαθμός απόκλισης της μεταβλητής αυτής από το μέσο όρο της κατά τη διάρκεια μίας χρονικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, π.χ. συγκρίνεται η τρέχουσα κατάσταση με τον ιστορικό μέσο όρο που προκύπτει από μετρήσεις των τελευταίων 30 ετών. Το κατώτερο όριο που προσδιορίζεται ως αρχή της ξηρασίας (π.χ. 75% της μέσης πτώσης κατά τη διάρκεια ενός καθορισμένου χρονικού διαστήματος) ορίζεται

συνήθως αυθαίρετα και όχι βάσει της ακριβούς σχέσης του με συγκεκριμένες επιπτώσεις. Αυτό συμβαίνει διότι το τελευταίο είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί για τους ίδιους λόγους που είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί ένας ορισμός ξηρασίας κοινώς αποδεκτός από όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας αλλά και από όλη την επιστημονική κοινότητα.

2.5.2. ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Τα αίτια εμφάνισης της ξηρασίας σε μια περιοχή δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν με βεβαιότητα, όμως έχουν διατυπωθεί διάφορες υποθέσεις (Bryant, 1991; Karavitis, 1992). Είναι λοιπόν πιθανό, η εμφάνιση της ξηρασίας να είναι αποτέλεσμα συνδυασμένης δράσης πολλών παραμέτρων ή να πρόκειται για ένα απόλυτα τυχαίο γεγονός. Οι κύριες θεωρίες που εξηγούν την εμφάνιση κάποιων επεισοδίων ξηρασίας είναι:

i) Φαινόμενο El Niño- La Niña

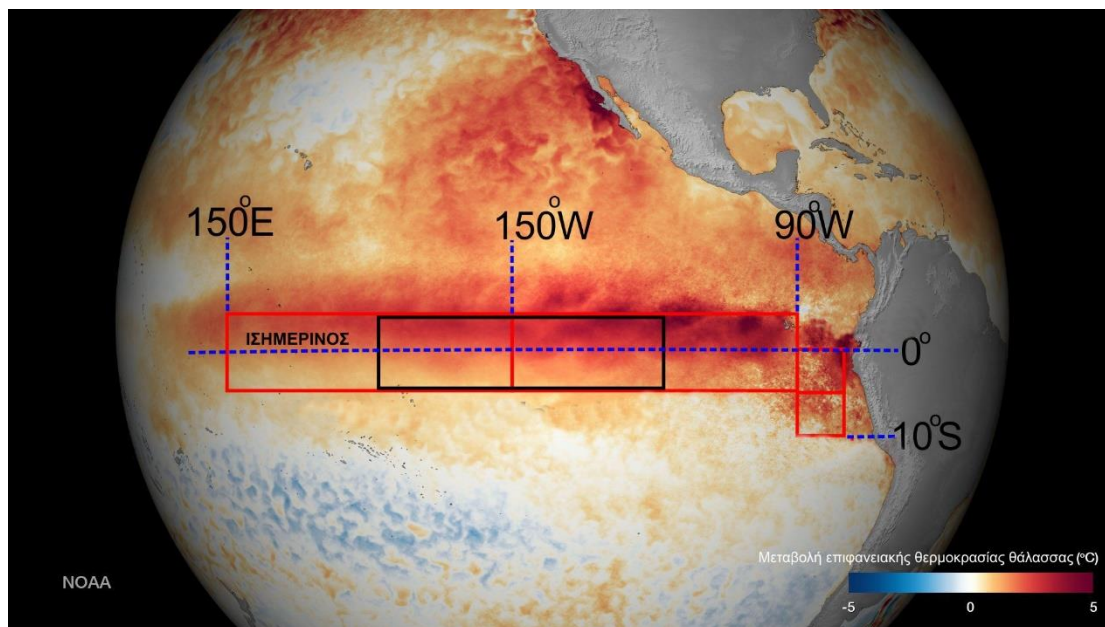
Ελ Νίνιο (El Niño) ονομάζεται το θερμό θαλάσσιο ρεύμα που εμφανίζεται στις ακτές του Περού και του Ισημερινού. Με κλιματικούς όρους αποτελεί μέρος των διακυμάνσεων που παρουσιάζει η επιφανειακή θερμοκρασία του Ειρηνικού και του Ινδικού Ωκεανού εντός της Τροπικής Ζώνης. Ο όρος El Niño, που στα Ισπανικά σημαίνει “το μικρό αγόρι”, αναφέρεται ουσιαστικά στο Θείο Βρέφος καθώς το φαινόμενο εκδηλώνεται την περίοδο των Χριστουγέννων στις δυτικές ακτές της Νοτίου Αμερικής. Συνήθως κάνει την εμφάνισή του στο τέλος κάθε χρόνου και διαρκεί μερικές εβδομάδες, ωστόσο κάθε 3 με 7 χρόνια αποκτά τη μέγιστή του ένταση. Η παρουσία του επηρεάζει σημαντικά το μοτίβο του καιρού, τις συνθήκες στους ωκεανούς και την αλιεία σε πολλά σημεία του πλανήτη και για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Philander, 1990)

Πιο συγκεκριμένα, το φαινόμενο El Niño ή θερμό επεισόδιο παρατηρείται στην περιοχή του Ειρηνικού Ωκεανού στην περιοχή που ονομάζεται Niño 3.4. Στο τέλος κάθε έτους εμφανίζεται κατά μήκος των ακτών του Ισημερινού και του Περού, ένα ασθενές, θερμό ωκεάνιο ρεύμα, το οποίο εκτείνεται μέχρι και το κέντρο του Ειρηνικού ωκεανού. Οι συνέπειες αυτού του φαινομένου είναι η μείωση της συνηθισμένης ανόδου ψυχρού, πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά, νερού.

Αντίστροφα, το φαινόμενο La Niña (που σημαίνει το μικρό κορίτσι στα Ισπανικά) χαρακτηρίζεται από ασυνήθιστα ψυχρές επιφανειακές ωκεάνιες μάζες, στο πλάτος του Ισημερινού και στον Ειρηνικό ωκεανό. Αυτά τα ψυχρά επεισόδια ή επεισόδια La Niña χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη από το φυσιολογικό βαρομετρική πίεση πάνω από την Ινδονησία και τη βόρειο Αυστραλία και υψηλότερη από το φυσιολογικό πίεση στον ανατολικό Ειρηνικό. Αυτή η κατανομή πιέσεων συνδέεται με ενισχυμένους, κοντά στην επιφάνεια ισημερινούς ανατολικούς ανέμους στο ανατολικό και κεντρικό τμήμα του Ειρηνικού.

Η Εθνική Υπηρεσία Καιρού (National Weather Service) του NOAA (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration), η Μετεωρολογική Υπηρεσία του Καναδά (Meteorological Service of Canada) και η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία του Μεξικού (National Meteorological Service of Mexico) συμφώνησαν σε κοινούς

ορισμούς για τα φαινόμενα El Niño και La Niña, αλλά και σε ένα κοινό δείκτη μέτρησης και πρόβλεψης τους τον Oceanic Niño Index (ONI). Ο δείκτης Oceanic Niño Index (ONI) ορίζεται ως η απόκλιση της μέσης τιμής 3-μήνου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας από την κανονική για μια κρίσιμη περιοχή του ισημερινού Ειρηνικού που λέγεται περιοχή Niño 3.4 (120W-170W, 5N-5S)- Εικόνα 2.10 (Wolter, 2013).



Εικόνα 2. 10 . Περιοχή Niño 3.4

Οι αποκλίσεις από τη μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας σε αυτή την περιοχή είναι πολύ σημαντικές και καθορίζουν τις τροπικές βροχές και τα μοτίβα (patterns) που επηρεάζουν τους αεροχειμάρρους (Jetstream) αλλά και τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση σε όλη τη γη. Οι λειτουργικοί ορισμοί που χρησιμοποιούνται για τα φαινόμενα El Niño και La Niña, οι οποίοι βασίζονται στο δείκτη ONI, είναι οι εξής (Wolter, 2013):

El Niño: Ένα φαινόμενο στον ισημερινό Ειρηνικό Ωκεανό, στην περιοχή Niño 3.4, που χαρακτηρίζεται από μια θετική απόκλιση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας, για τρεις διαδοχικούς μήνες, μεγαλύτερη ή ίση από 0.5 βαθμούς Κελσίου από την κανονική (με βάση την περίοδο 1971-2000).

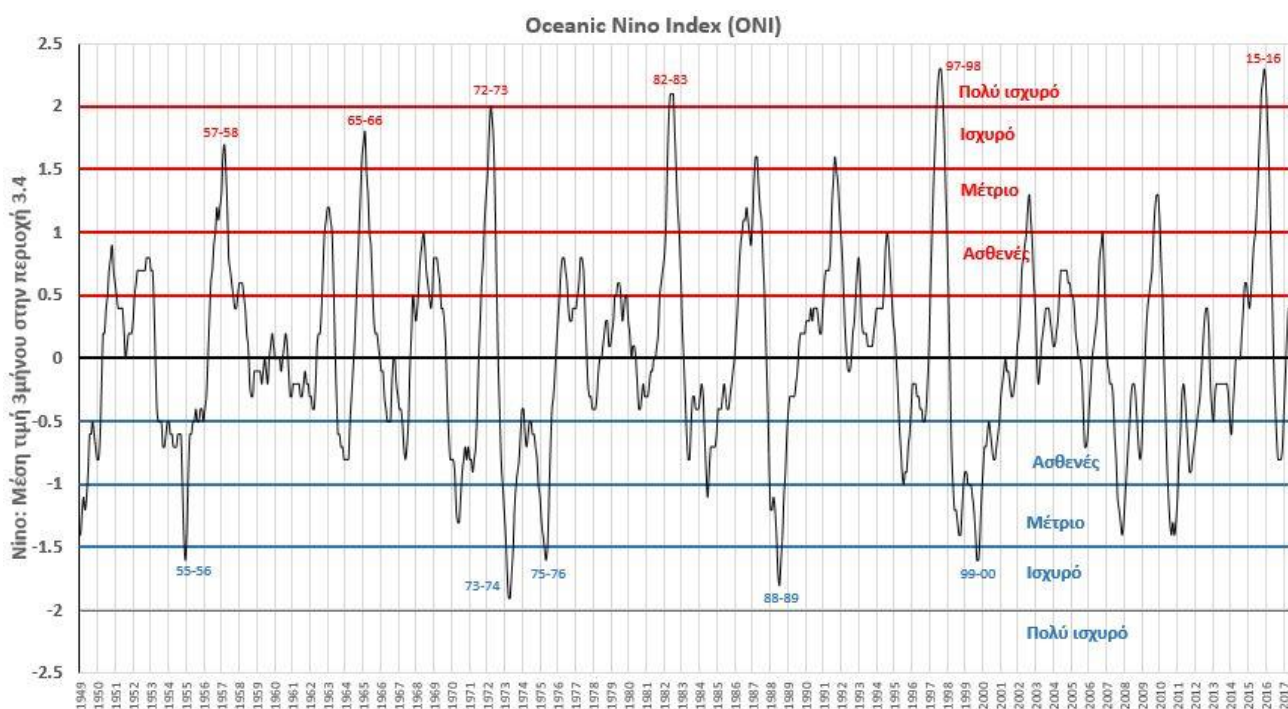
La Niña: Ένα φαινόμενο στον ισημερινό Ειρηνικό Ωκεανό, στην περιοχή Niño 3.4, που χαρακτηρίζεται από μια αρνητική απόκλιση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας, για τρεις διαδοχικούς μήνες, μεγαλύτερη ή ίση από 0.5 βαθμούς Κελσίου (0.9 βαθμούς Fahrenheit) από την κανονική (με βάση την περίοδο 1971-2000).

Τα γεγονότα ορίζονται ως 5 διαδοχικά επικαλυπτόμενες περίοδοι 3 μηνών, όπου η θερμοκρασία διαφοροποιείται πάνω από 0.5 βαθμούς για θερμά επεισόδια (El Niño) και κάτω από 0.5 για ψυχρά επεισόδια (La Niña) σε σχέση με την θερμοκρασία αναφοράς (baseline temperature). Ως ανωμαλία

της θερμοκρασίας θεωρείται η διαφορά της από το μέσο όρο. Η θερμοκρασία αναφοράς συνήθως υπολογίζεται από το μέσο όρο δεδομένων θερμοκρασίας 30 ή περισσότερων χρόνων.. Η κατάταξη επεκτείνεται ως εξής θετικά ή αρνητικά αντίστοιχα για θερμά ή ψυχρά επεισόδια (Sutherland, 2017):

- Ασθενές επεισόδιο: ανωμαλία της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας (SST- Sea Surface Temperature) από 0.5-0.99°C.
- Μέτριο επεισόδιο: ανωμαλία SST από 1.0-1.49°C.
- Ισχυρό επεισόδιο: ανωμαλία SST από 1.50-1.99°C.
- Πολύ Ισχυρό επεισόδιο: ανωμαλία SST μεγαλύτερη από 2.00°C.

Χρησιμοποιώντας δεδομένα του NOAA δημιουργήθηκε το γράφημα της Εικόνας 2.11, όπου ότι τα πιο ισχυρά επεισόδια El Niño παρατηρείται να έλαβαν χώρα το 1956-1967, το 1965-1966, το 1972-1973, το 1982-1983, το 1997-1998 και το τελευταίο, που είναι και το εντονότερο το 2015-2016. Το φαινόμενο γενικότερα επαναλαμβάνεται κατά ακανόνιστα χρονικά διαστήματα 2-7 ετών, με μέσο όρο μία φορά κάθε 3-4 έτη. Η τυπική διάρκεια του είναι 12-18 μήνες. Αντίστοιχα τα φαινόμενα La Niña που παρουσιάστηκαν από το 1950 και μετά, σημειώθηκαν το 1955-1956, το 1973-1974, 1975-1976, 1988-1989, 1999-2000. Τα φαινόμενα El Niño και La Niña αποτελούν αντίθετες όψεις του κύκλου «Ταλάντωση Νότιας Κύμανσης» (El Niño Southern Oscillation, ENSO, 2005).



Εικόνα 2. 11 . ONI από το 1950 έως 2017

(http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)

ii) Αστρονομικοί Παράγοντες

Ένας άλλος παράγοντας υπεύθυνος για την εμφάνιση της ξηρασίας σε διάφορες περιοχές, φαίνεται να είναι οι ηλιακές κηλίδες και οι σεληνιακοί κύκλοι των 18.6 ετών. Η περιοδική εμφάνιση τους αποτελεί επίσης μέσο πρόγνωσης της ξηρασίας.

Πιο συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί σχέση ανάμεσα στους κύκλους των ηλιακών κηλίδων με την κυκλοφορία στην ανώτερη ατμόσφαιρα (Currie 1981; 1984). Από την διακύμανση της πολικότητας των ηλιακών κηλίδων στο χρόνο παρατηρείται κύκλος με περιοδικότητα 22 ετών, ο οποίος αποτελείται από δύο 11-ετείς κύκλους αντίθετης πολικότητας. Οι κύκλοι του Milankovitch είναι κύκλοι σημαντικών ταλαντώσεων στη γήινη τροχιά, που συμβαίνουν εδώ και εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια και είναι γνωστοί για την επίδραση τους στη κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως και στα παγκόσμια καιρικά φαινόμενα (Milankovitch, 1941). Τα σημεία στα οποία σημειώνονται τα ελάχιστα της πολικότητας στη διακύμανση των ηλιακών κηλίδων, αντιστοιχούν σε επεισόδια ξηρασίας, μικρής ή μεγάλης έντασης.

Οι σεληνιακοί κύκλοι των 18.6 ετών εκπροσωπούν τη διακύμανση της τροχιάς της σελήνης, σε σχέση με τον ισημερινό του ηλίου. Η τροχιά της σελήνης αναπτύσσει, υπό κανονικές συνθήκες, γωνία 5° από τον ισημερινό του ηλίου. Στο τέλος μιας πλήρους περιστροφής, η σελήνη δεν επιστρέφει στην αρχική της θέση, αλλά έχει μετατοπιστεί λίγο μακρύτερα, στο εσωτερικό της τροχιάς της. Κάθε 9.3 έτη, η τροχιά της σελήνης φτάνει στο υψηλότερο σημείο της και τότε η σελήνη βρίσκεται πιο κοντά στον Ισημερινό της Γης, δηλαδή βρίσκεται στη θέση του ελαχίστου. Με την έλευση των επόμενων 9.3 ετών, η σελήνη επιστρέφει στην αρχική της θέση, κ.ο.κ. Ο Currie (1981; 1984) απέδειξε ότι τα μέγιστα των 18.6 ετών, σεληνιακού κύκλου, συνδέονται με την εμφάνιση πλημμυρών ή ξηρασιών σε διάφορες περιοχές.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το φαινόμενο της Νότιας Κύμανσης και οι διάφοροι αστρονομικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την εμφάνιση ξηρασίας σε ορισμένες περιοχές. Τα φαινόμενα αυτά όμως εκφράζουν μόλις το 15-30% της συνολικής διακύμανσης της βροχόπτωσης, οπότε το 70% περίπου της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας σε κάποια περιοχή οφείλεται σε άλλους κλιματικούς παράγοντες που τελούν ακόμα υπό έρευνα (Bryant, 1991).

iii) Αεροχειμαρροι

Ο αεροχειμαρρος είναι ένα ελικοειδές ισχυρό και λεπτό ρεύμα ανέμου στην ανώτερη τροπόσφαιρα κοντά στη τροπόπαυση (Miller et al, 2012). Συνήθως ο αεροχειμαρρος έχει μήκος χιλιάδες χιλιόμετρα, πλάτος εκατοντάδες και πάχος μερικές εκατοντάδες μέτρα. Το κέντρο του, όπου υπάρχουν και οι δυνατώτεροι άνεμοι ονομάζεται "πυρήνας του αεροχειμαρρου". Η ταχύτητα του ανέμου είναι τουλάχιστον 60 Κόμβοι, οι μέσες ταχύτητες είναι 120 - 160 Κόμβοι και έχουν παρατηρηθεί ακραίες περιπτώσεις μέχρι και 350 Κόμβοι. Οι

αεροχειμαρροι αναπτύσσονται όπου υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις θερμοκρασίες πάνω από μια σχετικά μικρή οριζόντια απόσταση και δια μέσου αρκετών εκατοντάδων μέτρων στη κατακόρυφο δηλαδή κύρια μεταξύ θερμών και ψυχρών μαζών αέρα.

Στην κατώτερη στρατόσφαιρα, η παρουσία του όζοντος προκαλεί τοπική αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της διάσπασης των μορίων του όζοντος από την υπεριώδη ακτινοβολία. Σύμφωνα με τους [Lee et al, \(2013\)](#), στο σημείο που το όζον διασπάται, η στρατόσφαιρα γίνεται πιο ψυχρή, αυξάνοντας την διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των τροπικών περιοχών και της πολικής περιοχής. Η διαφορά της θερμοκρασίας στη στρατόσφαιρα και την ανώτερη τροπόσφαιρα οδηγεί σε αστάθεια την ατμοσφαιρική ροή από δυτικά προς τα ανατολικά. Οι αστάθειες δημιουργούν δίνες ή ακανόνιστες κινήσεις. Αυτές οι δίνες τροφοδοτούν τη δύναμη των αεροχειμάρρων (jet streams), και έχουν ως αποτέλεσμα τελικά, την αλλαγή των ροών στην ανώτερη τροπόσφαιρα, δηλαδή στο στρώμα της ατμόσφαιρας που είναι πλησιέστερα προς την επιφάνεια της Γης. Η γεωγραφική θέση των πιδάκων στα υψηλά μπορεί να μεταβάλει την κατανομή των καταιγίδων πάνω από τα μεσαία γεωγραφικά πλάτη. Συνεπώς, ο ήλιος μπορεί να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στην διαδικασία αυτή, που μάλλον είναι ένας πολύ δύσκολος μηχανισμός να αποδοθεί με μοντέλα.

iv) Ανθρωπογενείς Παράγοντες που προκαλούν έλλειμμα ύδατος

Η ξηρασία είναι μία φυσική διαδικασία η οποία δεν είναι μόνιμη (Εικόνα 2.9). Ταυτόχρονα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες υποβοηθούν την ανάπτυξη των συνθηκών εκείνων που προκαλούν έλλειμμα νερού. Γενικότερα, οι αιτίες της ξηρασίας θεωρούνται ως αιτιοκρατικές, αφού η έλλειψη είναι αποτέλεσμα της προσέγγισης «αιτίου και αιτιατού». Παρόλα αυτά, αν στο έλλειμμα νερού συνυπάρχει και έλλειψη αλλά και υποβάθμιση της ποιότητας του, τότε οι κοινωνικές και πολιτικές αιτίες προσδιορίζονται πιο δύσκολα. Κάποιες από τις κύριες αιτίες παρατίθενται παρακάτω ([Καραβίτης et al, 2008](#)).

- Αύξηση πληθυσμού: Η αύξηση του πληθυσμού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης που αποτελεί κύρια αιτία αύξησης της έλλειψης νερού. Ο παγκόσμιος πληθυσμός εκτιμάται ότι το 2020 θα είναι σχεδόν 8 δις, 50% δηλαδή μεγαλύτερος από το 1990 ([Dyson, 1996](#)). Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του πληθυσμού θα είναι εγκαταστημένο σε χώρες όπου το ποσοστό διαθέσιμης ποσότητας νερού για αστική χρήση είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Επιπλέον, ο ρυθμός αστικοποίησης αυτών των χωρών αυξάνει με ταχύ ρυθμό και η απόκτηση ποσότητας νερού ικανής να τροφοδοτήσει τα νέα αστικά κέντρα και να ικανοποιήσει τις ανάγκες ποσοτικά αλλά και ποιοτικά θα είναι μια μεγάλη πρόκληση. Η σημαντικότερη αύξηση της ζήτησης οφείλεται στην ανάγκη παραγωγής τροφίμων για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού.
- Χρήση γης: Οι διάφορες χρήσεις γης και η υποβάθμισή των εδαφών, μπορούν να μειώσουν το ποσό του διαθέσιμου νερού. Για παράδειγμα η εναλλαγή μίας καλλιέργειας με μία άλλη υδροβόρα σε μια περιοχή όπως είναι οι ορεινές υδρολογικές λεκάνες, που μπορεί να παρατηρείται έλλειψη νερού ή

ακόμα και υποβάθμιση της ποιότητάς του, θα μπορούσε να μειώσει το διαθέσιμο προς χρήση νερό. Επίσης, κατά την αμειψισπορά των γαιών με καλλιέργειες που βοηθούν στην αύξηση της διάβρωσης μειώνεται η διηθητική ικανότητα του εδάφους και αυξάνεται η τρωτότητα μιας περιοχής στην ξηρασία.

- Ποιότητα νερού: Η ρύπανση των υδατικών πόρων μειώνει τη διαθεσιμότητα του νερού που προορίζεται για άρδευση, ύδρευση κλπ. Αυτό κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας ή γενικότερα έλλειψης νερού γίνεται πιο επώδυνο και δύσκολα διαχειρίσιμο. Σε κανονικές συνθήκες ένας υδατικός πόρος έχει συγκεκριμένη ικανότητα διάλυσης ενός φορτίου ρύπανσης. Δεδομένου ότι σε περιόδους έλλειψης η ποσότητα του νερού είναι μικρότερη από το κανονικό, είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς ότι και το φορτίο που μπορεί να διαλυθεί είναι μικρότερο. Έτσι οι υδατικοί πόροι αποκτούν μεγαλύτερη ευαισθησία στη ρύπανση, έχουν δηλαδή μεγαλύτερη τρωτότητα στη ρύπανση. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί τόσο στα επιφανειακά ύδατα (π.χ. ένα ποτάμι ή μια λίμνη των οποίων το νερό χρησιμοποιείται για αστική χρήση) όσο και στα υπόγεια ύδατα και η ρύπανση μπορεί να προέρχεται από βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα, παράνομη διάθεση των αστικών αποβλήτων, ή απόρριψη των ανεπαρκώς επεξεργασμένων λυμάτων.
- Ζήτηση ύδατος: Η αυξανόμενη ζήτηση νερού και μάλιστα όταν δε γίνεται σωστή χρήση της θα επιταχύνει την άφιξη των συνθηκών έλλειψης νερού. Η μείωση και η διαχείριση της ζήτησης ύδατος, η επιβολή της αποδοτικότητας της χρήσης και η θέσπιση μέτρων εξοικονόμησης του νερού απαιτούν πλέον άμεσες πολιτικές και νομοθετικές επεμβάσεις.
- Νομοθεσία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων: Η φτωχή ή ανεπαρκής νομοθεσία, ή μη τήρηση των νόμων μπορεί να επιδεινώσει τα αποτελέσματα της έλλειψης νερού. Οι πράξεις νομοθεσίας που δίνουν τα αποκλειστικά δικαιώματα σε μερικούς χρήστες είναι απαραίτητες για να παρέχουν ασφάλεια για τις επενδύσεις (συνήθως στο γεωργικό τομέα), αλλά μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρό κίνδυνο κατά τη διάρκεια των περιόδων της έλλειψης. Η διαχείριση των υδατικών πόρων και οι πολιτικές ανάπτυξης έχουν άμεση επίδραση στην ικανότητα μερικών τομέων να επιβιώσουν σε περιόδους έλλειψης. Αν είναι ανεπαρκείς, αναποτελεσματικές, τότε η ευαισθησία σε ένα γεγονός ξηρασίας θα είναι πολύ μεγαλύτερη όπως επίσης και οι συνέπειες.
- Διεθνή ύδατα: Η χρήση του νερού στους διεθνείς ποταμούς των διασυνοριακών λεκανών απορροής από τις ανάντη χώρες, μπορεί να οδηγήσει σε συνθήκες ελλείμματος ύδατος στις κατάντη χώρες. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που επιδεινώνεται προφανώς κατά τη διάρκεια των περιόδων έλλειψης. Είναι σημαντικό να διατηρείται η επικοινωνία μεταξύ των παρακείμενων χωρών μέσω διαφόρων μηχανισμών που συμπεριλαμβάνουν πρωτόκολλα, οδηγίες, συνθήκες κ.λπ. (Mylopoulos et al., 2008). Μάλιστα είναι προτιμότερο να αυτοί οι μηχανισμοί να συμφωνούνται κατά τη διάρκεια των περιόδων αφθονίας νερού παρά σε περιόδους κρίσης.

- Πολιτικές συνθήκες: Οι πολιτικοί είναι τα πρόσωπα που είναι συνήθως οι λήπτες αποφάσεων που έχουν την ευθύνη για την υιοθέτηση διαφόρων πολιτικών για την αντιμετώπιση των ελλειμμάτων ή καλύτερα και για την πρόληψή τους. Δυστυχώς, η προοπτική πολλών πολιτικών δεν συμπίπτει με τη χρονική διάσταση μιας συνετής διαχείρισης των υδατικών πόρων, αλλά με τα βραχυπρόθεσμα πολιτικά οφέλη με συνέπεια την αύξηση της τρωτότητας μίας περιοχής στην ξηρασία.
- Κοινωνιολογικά ζητήματα: Μία κατάσταση έλλειψης νερού επιδεινώνεται όταν εφαρμόζονται πρακτικές που ενώ αρχικά δεν παρουσίασαν καμία απειλή στο περιβάλλον, με το πέρασμα του χρόνου γίνονται απειλή, λόγω αλλαγής άλλων παραμέτρων, όπως είναι οι διάφορες πιέσεις που ασκεί η αύξηση του πληθυσμού. Οι προκύπτουσες πιέσεις στο περιβάλλον, έχουν άμεση επίδραση στους υδατικούς πόρους. Οι μακροπρόθεσμες οικονομικές και κοινωνικές επιδράσεις αυτών των ζητημάτων, προκαθορίζουν συχνά το γενικό πολιτικό και οικονομικό πλαίσιο από το οποίο πηγάζουν πολλές από τις άλλες αιτίες έλλειψης νερού.

2.5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ –ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Οι καταστροφικές και εκτεταμένες επιπτώσεις της ξηρασίας απαιτούν άμεσες και αποτελεσματικές δράσεις. Αυτά τα αιτήματα για δράση μετατρέπονται σε δυσεπίλυτα προβλήματα όταν οι δράσεις αυτές πρέπει να εφαρμοστούν σε ήδη «πιεσμένα» περιβάλλοντα (Karavitis, 1999).

Τα αποτελέσματα του φαινομένου της ξηρασίας έχουν αθροιστική δράση σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Έχουν περιγραφεί δύο μέθοδοι προσέγγισης των αποτελεσμάτων. Η πρώτη είναι η προσέγγιση του αιτίου- αιτιατού (όπως αναφέρθηκε και στα αίτια): η ξηρασία είναι ένα κλιματικό φαινόμενο που λειτουργεί μοναδικά και έχει κάποιο αποτέλεσμα. Η δεύτερη είναι η προσέγγιση της αλληλεπίδρασης και υποστηρίζει πως ποικίλες διαδικασίες (φυσικές, οικονομικές, κοινωνικές) ίσως επηρεάζουν την μοναδική δράση του φαινομένου αλλά και το αποτέλεσμα. Με άλλα λόγια και εδώ θεωρείται πως η ξηρασία είναι ένα κλιματικό φαινόμενο, όμως άλλοι κοινωνικοπολιτικοί λόγοι μπορεί να συνδυαστούν αρνητικά και τελικά να προκληθεί κρίση. Η δεύτερη προσέγγιση της αλληλεπίδρασης σε πολλές περιπτώσεις αποδίδει καλύτερα το φαινόμενο της ξηρασίας και, παρουσιάζει τα αποτελέσματα του φαινομένου ως «βαθμούς αλληλεπίδρασης» (Wilhite, et al., 1987; Karavitis, 1992; Karavitis et al 2014). Έτσι μια πρώτη κατηγοριοποίηση αυτής της προσέγγισης θα αναφερόταν σε αποτελέσματα πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού (Changnon, S.A. and Easterling, W.E., 1989; Karavitis et al 2014).

Τα αποτελέσματα πρώτου βαθμού συνδέονται με τις μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο (βροχόπτωση, απορροή, παροχή ποταμών). Τα αποτελέσματα δευτέρου βαθμού επιδρούν στις ανθρώπινες δραστηριότητες (γεωργία, βιομηχανία, μεταφορά, αστική χρήση). Τέλος, ως αποτελέσματα τρίτου βαθμού θεωρούνται οι ενέργειες που γίνονται προκειμένου να προσαρμοστεί μία κοινωνία στα αποτελέσματα πρώτου και δευτέρου

βαθμού. Ταυτόχρονα τα αποτελέσματα της ξηρασίας θα πρέπει να κατηγοριοποιηθούν επίσης με τρόπο απλό, αλλά και περιεκτικό συνάμα, έτσι ώστε να προσανατολίσουν σε δυναμικές αντιδράσεις απέναντι στο φαινόμενο (Yevjevich, V. et al., 1983; Karavitis, C., A., 1999).

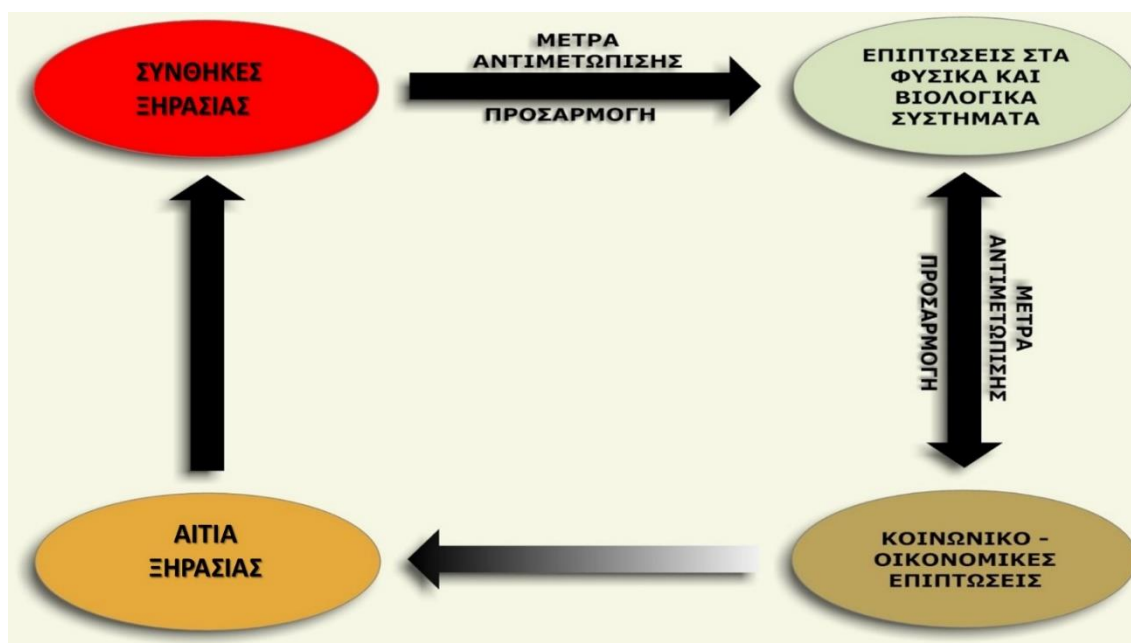
Η ξηρασία επηρεάζει την κοινωνία έμμεσα ή άμεσα (Wheaton, E., et al., 2005). Οι αντιδράσεις (*responses*) γίνονται σε δύο χρονικές κλίμακες: μια βραχυπρόθεσμη χρονική κλίμακα που συμβαίνει στην αρχή του φαινομένου και μια μακροπρόθεσμη που ωριμάζει πριν ή μετά το φαινόμενο της ξηρασίας με σκοπό την αντιμετώπιση αντίστοιχων μελλοντικών κινδύνων που θα υπάρξουν εάν εμφανιστεί το φαινόμενο. Η αντίληψη που επικρατεί είναι ότι όσο πιο ολοκληρωμένη είναι η προσέγγιση των διαχειριστικών επιλογών για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων τόσο πιο αποτελεσματικά αμβλύνονται οι τελευταίες (Karavitis, 1999; Vlachos and Braga, 2001; Grigg, 2008).

Έτσι, η μεγάλη πρόκληση είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης της ξηρασίας. Τα συστήματα αυτά πρέπει να βασίζονται στον προληπτικό σχεδιασμό, στα μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων και τις δράσεις που απαιτούνται μετά το πέρας του φαινομένου (Grigg and Vlachos, 1990; Karavitis, 1992; 1999; Karavitis et al, 2012a). Ο σχεδιασμός θα πρέπει να περιλαμβάνει μέτρα μικρής εμβέλειας, που διαρκούν όσο και το ίδιο το φαινόμενο της ξηρασίας, αλλά και μέτρα μεγάλης εμβέλειας τα οποία θα πρέπει να προηγούνται του φαινομένου. Επομένως, μέσω της εφαρμογής ενός ολιστικού σχεδίου δράσεων ανταπόκρισης, οι επιπτώσεις μπορούν να προβλεφθούν χωρικά και χρονικά.

Με βάση τα παραπάνω, τα μέτρα που μπορεί να ληφθούν για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ξηρασίας μπορεί να ενταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Yevjevich et al, 1983; Grigg, and Vlachos, 1990; 1993; Karavitis, 1992; 1999):

- Μέτρα Ενίσχυσης του Εφοδιασμού: Αυτού του τύπου τα μέτρα θα πρέπει να αποφεύγονται κατά τη διάρκεια της ξηρασίας αλλά θα πρέπει να προηγούνται αυτού. Όλες οι πιθανές πηγές εφοδιασμού σε νερό μιας περιοχής ενσωματώνονται στο σύστημα εφοδιασμού. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να συντηρείται και να αναβαθμίζεται τακτικά με στόχο την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Τέλος, θα πρέπει να μπορεί να παρέχει τις υπηρεσίες του υπό συνθήκες ξηρασίας σύμφωνα με τα σχέδια πρόληψης.
- Μέτρα Μείωσης της Ζήτησης: Αυτά τα μέτρα στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης νερού και διακρίνονται σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Τα μεγάλης κλίμακας μέτρα θα πρέπει να προηγούνται του φαινομένου σύμφωνα με τα προληπτικά μέτρα (π.χ. χρήση γης, μεταβολές του τοπίου, αλλαγές στη γεωργία, σχεδίαση άρδευσης κ.α.). Τα μικρής κλίμακας μέτρα διαρκούν όσο και το κάθε περιστατικό ξηρασίας (π.χ. όρια χρήσης νερού, τιμολογήσεις, μείωση των χρήσεων κ.α.). οι όροι εφαρμογής και επιβολής των μέτρων θα πρέπει να ενσωματώνεται στα αντίστοιχα πλαίσια διαχείρισης (οικονομικό, νομικό και θεσμικό).

- Μέτρα Μείωσης των Επιπτώσεων: Αυτά τα μέτρα πρέπει να εστιάζουν σε στρατηγικές πρόληψης, ανακούφισης/ενίσχυσης και ανάκαμψης. Το πλαίσιο για την εφαρμογή αυτών των μέτρων θα πρέπει να ενσωματώνεται στα αντίστοιχα πλαίσια διαχείρισης (οικονομικό, νομικό και θεσμικό). Πιθανά μέτρα αυτής της κατηγορίας είναι η διάδοση των πιθανών επιπτώσεων και κινδύνων της ξηρασίας, η ανάκαμψη από τις ζημιές όπως επίσης και η αποζημίωση που θα έπρεπε να δίνεται στους πληγέντες.



Εικόνα 2. 12 . Ένα πλαίσιο αιτίου-αιτιατού ανάμεσα στη γένεση, τα χαρακτηριστικά, τις επιπτώσεις και τα μέτρα αντιμετώπισης της ξηρασίας (Wheaton, E. et al., 2005)

Στην Εικόνα 2.12 δίνεται σχηματικά ο σχεδιασμός αντιμετώπισης της ξηρασίας. Όταν επικρατούν συνθήκες ξηρασίας λαμβάνονται μέτρα αντιμετώπισης της, αλλά και μέτρα προσαρμογής στις επιπτώσεις του φαινομένου στα φυσικά και βιολογικά συστήματα. Για τις επιπτώσεις αυτές λαμβάνονται επίσης μέτρα αντιμετώπισης και προσαρμογής προκειμένου να μειωθούν οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν τα αίτια της εμφάνισης ξηρασίας και κατ' επέκταση την εγκατάσταση των συνθηκών αυτής. Η προσαρμοστικότητα (adaptation) ορίζεται ως η ρύθμιση- προσαρμογή των φυσικών ή ανθρώπινων συστημάτων, και προκύπτει ως απάντηση στα πραγματικά ή αναμενόμενα κλιματικά ερεθίσματα (αίτια) ή στα αποτελέσματά τους. Η επιτυχία της προσαρμοστικότητας είναι να παρουσιαστούν όσο το δυνατόν μικρότερες επιδράσεις ή ακόμα και να εκμεταλλευτεί τις ευκαιρίες που μπορούν να προκύψουν από ένα φαινόμενο ξηρασίας (Watson et al., 2009).

Τα τελευταία χρόνια η πολιτεία (σε εθνικό, ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο) και η επιστημονική κοινότητα ασχολούνται έντονα με τον τρόπο αντιμετώπισης του φαινομένου της ξηρασίας, όπως και όλων των ακραίων υδρολογικών φαινομένων όπως είναι οι πλημμύρες, η ερημοποίηση κλπ. Προς την κατεύθυνση

αυτή προσανατολίζονται για τους ίδιους λόγους και πολλά Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα (DESIRE, DMCSEE, COROADO κλπ) στα πλαίσια των οποίων επιστημονικά ιδρύματα (Πανεπιστήμια και Ερευνητικά κέντρα) και ινστιτούτα δουλεύουν μαζί, με στόχο την αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων. Η συνεργασία όλων των φορέων είναι απαραίτητη για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων, αλλά και για την ανάπτυξη κοινών πρακτικών. Επιπλέον στην ανάλυση του προβλήματος λαμβάνεται υπόψη και η οπτική των διάφορων ενδιαφερόμενων ομάδων (stakeholder groups) ως προς το πώς βιώνουν ένα φαινόμενο, αφού διαφορετικές ομάδες ανθρώπων έχουν διαφορετική άποψη πχ για τη σοβαρότητα, τις επιπτώσεις των φαινομένων αλλά και για τις δράσεις που πρέπει να λάβουν χώρα για την αντιμετώπιση τους (DMCSEE, 2012).

2.6 ΔΕΙΚΤΕΣ- ΑΠΛΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΟΙ

Οι περισσότερες προσεγγίσεις, εργαλεία, μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά τη λήψη των αποφάσεων, βασίζονται κυρίως στους Δείκτες. Ο “Δείκτης” ορίζεται ως μια απλή ή σύνθετη μεταβλητή η οποία παρέχει πληροφορίες για ένα φαινόμενο ή περιγράφει μία κατάσταση (Segnestam, 2002; Dahl, 2012). Διαφορετικά, αποτελεί μία μέτρηση που εκφράζει την κατάσταση ενός κοινωνικού, οικονομικού ή περιβαλλοντικού συστήματος. Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των αλλαγών σε πολύπλοκα συστήματα αλλά και να παρακολουθήσουν την πρόοδο σε σχέση με προκαθορισμένους στόχους. Ρόλος τους είναι να απλοποιήσουν τους πολύπλοκους συσχετισμούς της κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής πραγματικότητας με σαφή τρόπο (DESIRE, 2010). Οι δείκτες προέρχονται από πρωτογενή δεδομένα (Segnestam, 2002) και χρησιμοποιούνται για να απλοποιήσουν, να ποσοτικοποιήσουν και να εκφράσουν πληροφορίες που αφορούν σύνθετα και πολύπλοκα φαινόμενα, συμβάλλοντας έτσι στην διευκόλυνση της επικοινωνίας, στη λήψη αποφάσεων, αλλά πολλές φορές και στην κατανόηση ενός φαινομένου (EEA, 1999; 2005; Kosmas et al, 2003; Kosmas et al, 2014; Kairis et al, 2014).

Η σημαντικότητα των δεικτών φαίνεται περισσότερο σε περιπτώσεις όπου εξαιτίας της έλλειψης ή της ανεπάρκειας άμεσων εμπειρικών γνώσεων, οι δείκτες αποτελούν το μοναδικό μέσο παροχής των σχετικών πληροφοριών (Haines-Young et al, 2012). Για το λόγο αυτό πολλοί διεθνείς οργανισμοί έχουν αναγνωρίσει εδώ και πολύ καιρό ότι περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί και-οικονομικοί δείκτες παίζουν ένα διαρκώς αυξανόμενο ρόλο στην ανάπτυξη των στρατηγικών για την αντιμετώπιση της ξηρασίας, της ερημοποίησης κλπ.

Η ανάγκη εκπόνησης δεικτών είναι άλλωστε μια από τις προτεραιότητες που προσδιορίζονται από το United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Το UNCCD θεωρεί τους δείκτες ως απαραίτητα εργαλεία που παρέχουν λειτουργική υποστήριξη σε ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων όπως είναι η εκτίμηση και η χαρτογράφηση της έκτασης ενός φαινομένου (όπως η ξηρασία και η ερημοποίηση), ο

καθορισμός των αιτιών του, η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων, η δικαιολόγηση των δαπανών για μέτρα μετριασμού και παρακολούθησης της αποτελεσματικότητας των λαμβανόμενων μέτρων. Ο εντοπισμός, η αξιολόγηση και η αποτελεσματική χρήση των δεικτών απαιτεί μια σειρά από χαρακτηριστικά που έχουν προταθεί από διάφορους συγγραφείς όπως πχ [Stein et al., 2001](#) ([DESIRE, 2009](#); [Kosmas et al, 2014](#); [Kairis et al, 2014](#)).

Τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα, όπως η ξηρασία, δεν αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις περιοχές ή από κάθε τομέα ανθρώπινης δραστηριότητας (γεωργία, οικονομία, περιβάλλον, κοινωνία κλπ). Το πώς θα αντιμετωπιστούν εξαρτάται από την αντίσταση και τη δυνατότητα αντιμετώπισης τους από τον κάθε τομέα. Επομένως η οργάνωση ενός συστήματος αντιμετώπισης θα έπρεπε να σχετίζεται με την τρωτότητα και την προσαρμοστικότητα που παρουσιάζει ο κάθε τομέας ανθρώπινης δραστηριότητας ([DMCSEE, 2012](#)). Σε αυτή την προσπάθεια παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο οι δείκτες πρόβλεψης και αναγνώρισης της ξηρασίας οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν ένα αντικειμενικό μέτρο στον προσδιορισμό όλων αυτών των παραμέτρων ([DMCSEE, 2012](#)).

Ωστόσο, κανένας δείκτης (είτε κλιματικός, είτε δείκτης παροχής νερού) από μόνος του δε μπορεί να περιγράψει με ακρίβεια την έναρξη ή την αυστηρότητα ενός γεγονότος ξηρασίας. Παρόλο όμως που κανείς δεν είναι εγγενώς ανώτερος από τους υπόλοιπους σε όλες τις περιστάσεις, κάποιος φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα από άλλους για συγκεκριμένες χρήσεις ([Karavitis et al, 2011](#); [DMCSEE, 2012](#)). Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται και εφαρμόζονται διαφορετικοί δείκτες όπως *Palmer Drought Severity Index* (PDSI- [Palmer, 1965](#)), *Deciles* ([Gibbs and Maher, 1967](#)), *Crop Moisture Index* (CMI- [Palmer, 1968](#)), *Surface Water Supply Index* (SWSI- [Shafer and Dezman, 1982](#)), *Reclamation Drought Index* (RDI- Bureau of Reclamation, 1988), *Standardized Precipitation Index* (SPI- [McKee et al., 1993](#)), *Reconnaissance Drought Index* (RDI- [Tsakiris et al., 2007](#)), *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index* (SPEI- [Vicente-Serrano et al., 2010](#)), οι οποίοι αναλύονται παρακάτω. Η φύση του κάθε δείκτη, οι τοπικές συνθήκες, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων είναι παράμετροι που καθορίζουν ποιος δείκτης είναι καταλληλότερος για κάθε περίπτωση ([Skondras et al. 2011](#), [DMCSEE, 2012](#); [Σκόνδρας, 2015](#)).

Για την εξέταση του φαινομένου της ξηρασίας έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα πολλοί δείκτες, οι πιο πολλοί από τους οποίους αναφέρονται στην τρωτότητα μίας περιοχής στην ξηρασία που είναι μία προσέγγιση που κερδίζει συνεχώς έδαφος. Ένας τέτοιος δείκτης αναπτύχθηκε και στα πλαίσια του Ερευνητικού Προγράμματος DMCSEE και είναι ο *SPI based Drought Vulnerability Index* (SDVI – [Karavitis et al, 2014](#)) ο οποίος για να υπολογίσει την τρωτότητα μίας περιοχής στην ξηρασία, λαμβάνει υπόψη τις τιμές του δείκτη SPI, τη δυνατότητα παροχής νερού και την κάλυψη της ζήτησης, τις επιπτώσεις λόγω απωλειών και λόγω ελλειμμάτων στη ζήτηση και τέλος το επίπεδο των υποδομών μίας περιοχής.

Αντίστοιχα, το Ερευνητικό Πρόγραμμα COROADO ανέπτυξε ένα δείκτη για την τρωτότητα μίας περιοχής όταν αλλάζουν οι συνθήκες των υδατικών αποθεμάτων (Vulnerability to Changing Water Resources Conditions)(COROADO, 2014). Ο δείκτης αυτός είναι ο συνδυασμός των εξής δεικτών:

- Τρωτότητα στην έλλειψη νερού - Vulnerability to Water Scarcity (Sub-index)
- Τρωτότητα στην υδατική καταπόνηση- Vulnerability to Water Stress (Sub-index)
- Τρωτότητα στην ξηρασία - Vulnerability to Droughts (Sub-index)

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες δεικτών (Segnestam, 2002; Dahl, 2012; Breier et al, 2012):

- Οι *απλοί* (Single Indicators): Πρόκειται για μεμονωμένες μεταβλητές που περιγράφουν συγκεκριμένες διαστάσεις του υπό μελέτη φαινομένου ή συστήματος και παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες.
- Οι *σύνθετοι* (Composite Indicators or Indices): Πρόκειται για ομάδες απλών δεικτών που συγκεντρώνονται για να περιγράψουν σύνθετα και πολύπλοκα συστήματα ή φαινόμενα.

2.6.1. ΑΠΛΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

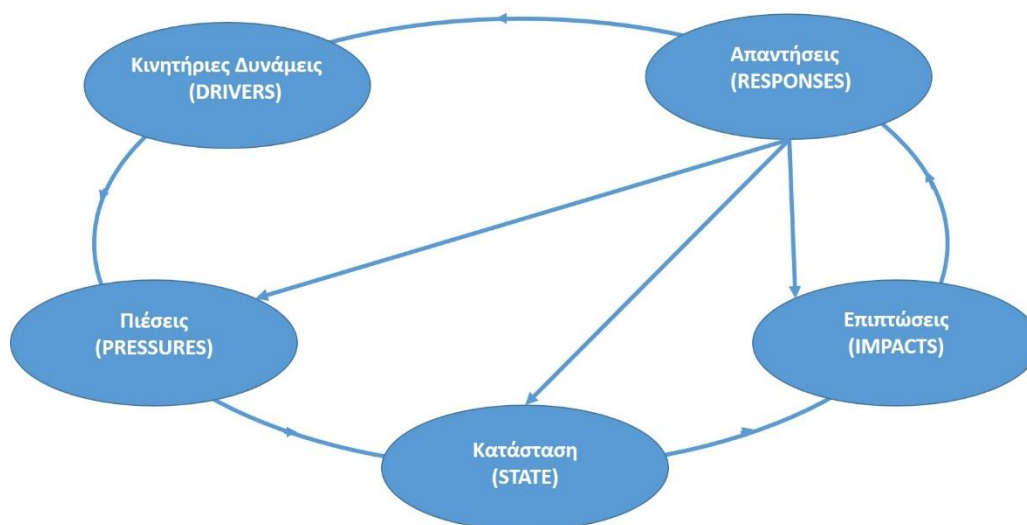
2.6.1.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς της επιστήμης και της πολιτικής και στοχεύουν στη μέτρηση, την αξιολόγηση και το σχεδιασμό των διαφόρων δράσεων αλλά και στην περιγραφή πολλών φαινομένων όπως η ξηρασία (Segnestam, 2002; Dahl, 2012; Breier et al, 2012). Για το λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός δεικτών οι οποίοι περιγράφουν ένα σύστημα ή φαινόμενο, όμως σε πολλές περιπτώσεις οι δείκτες μπορεί να είναι δύσκολοι στη διαχείρισή τους. Προς διευκόλυνση της κατάστασης έχουν προταθεί διάφορα συστήματα κατηγοριοποίησής τους με σκοπό να βοηθήσουν στην αποδοτικότερη χρήση των εργαλείων αυτών. Το αποτελεσματικότερο σύστημα κατηγοριοποίησης των δεικτών έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (EEA, 1999):

- *Περιγραφικοί Δείκτες* (Descriptive Indicators): περιγράφουν την υφιστάμενη κατάσταση ενός συστήματος ή φαινομένου καθώς και πώς εξελίσσεται με το χρόνο, ή τη γεωγραφική θέση κ.α.
- *Δείκτες Απόδοσης* (Performance Indicators): περιγράφουν ενώ ταυτόχρονα συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος ή φαινομένου. Για παράδειγμα, μπορούν να αξιολογούν και να συγκρίνουν την υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος με την επιθυμητή κατάσταση.

- *Δείκτες Αποτελεσματικότητας (Efficiency Indicators)*: Αυτοί οι δείκτες παρουσιάζουν τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Εστιάζουν κυρίως, στις διάφορες διαδικασίες και στα παραγόμενα από αυτές αποτελέσματα.
- *Δείκτες Συνολικής Ευημερίας (Total welfare Indicators)*: Οι δείκτες αυτοί, παρουσιάζουν τη συνολική βιωσιμότητα ενός συστήματος.

Για λόγους πολιτικής έχει αναπτυχθεί και άλλο ένα σύστημα κατηγοριοποίησης των δεικτών, το λεγόμενο DPSIR, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για συγκεκριμένες πληροφορίες πάνω (i) σε Κινητήριες Δυνάμεις (Drivers), (ii) σε προκύπτουσες περιβαλλοντικές πιέσεις (Pressures), (iii) στην κατάσταση του συστήματος (State), iv) στις επιπτώσεις που προκύπτουν από αλλαγές στο περιβάλλον (Impacts) και (v) στην απάντηση της κοινωνίας σε αυτές τις αλλαγές (Responses) (Gabrielsen & Bosch, 2003). Προκειμένου να μπορούν να ληφθούν σχετικές αποφάσεις απαιτείται ένα ευρύ φάσμα πληροφοριών, το οποίο παρέχεται από δείκτες, οι οποίοι αντικατοπτρίζουν όλα τα στοιχεία της αλυσίδας που ενώνει τις ανθρώπινες δραστηριότητες με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, αλλά και την απάντηση της κοινωνίας σε αυτές τις επιπτώσεις (Εικόνα 2.13)

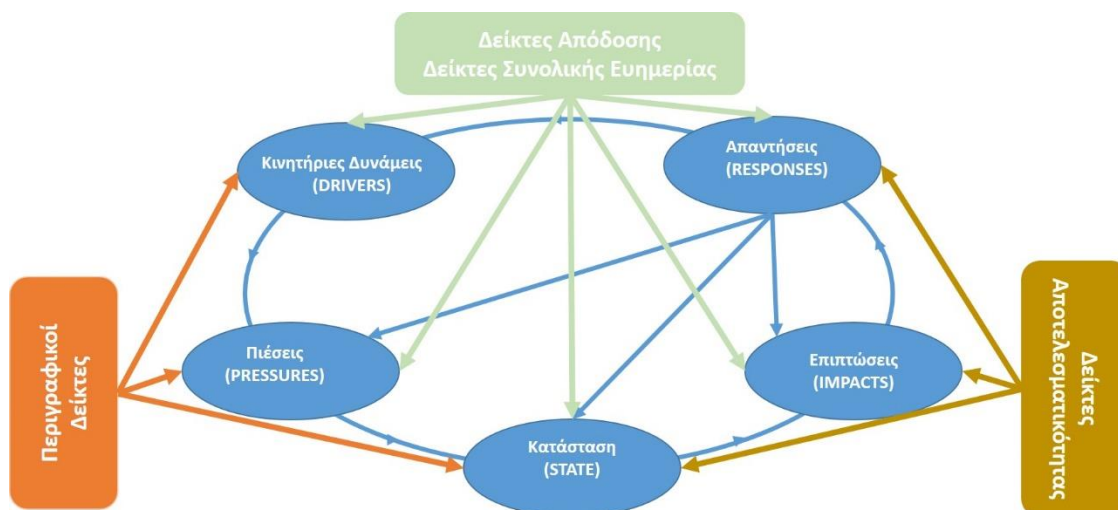


Εικόνα 2. 13 . Το πλαίσιο DPSIR

Οι δείκτες που ανήκουν στις *Κινητήριες Δυνάμεις (Drivers)* περιγράφουν την κοινωνική, δημογραφική και οικονομική ανάπτυξη σε μία δεδομένη περίοδο, αλλά και τον αντίστοιχο τρόπο ζωής ως προς την κατανάλωση ύδατος. Μερικές από τις κυριότερες κινητήριες δυνάμεις είναι η αύξηση του πληθυσμού και η αύξηση των αναγκών-ζήτησης. Αυτές προκαλούν αλλαγές σε επίπεδο κατανάλωσης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση στο περιβάλλον. Οι δείκτες που αντιστοιχούν στις *Πιέσεις* περιγράφουν την εξέλιξη στη χρήση των υδατικών πόρων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι πιέσεις που ασκούνται από την κοινωνία μεταφράζονται σε μεταβολές στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι δείκτες της *Κατάστασης* περιγράφουν την

ποιότητα και την ποσότητα του νερού σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Λόγω της πίεσης στο περιβάλλον η κατάσταση του υδατικών αποθεμάτων είναι ευμετάβλητη. Για το λόγο αυτό προκύπτουν *Επιπτώσεις* στο περιβάλλον, όπως η μειωμένη διαθεσιμότητα του νερού. Οι δείκτες των Επιπτώσεων περιγράφουν τις αλλαγές των συνθηκών στο περιβάλλον που προκαλούνται από τον άνθρωπο. Τέλος, οι δείκτες των *Απαντήσεων* αναφέρονται σε ενέργειες της κοινωνίας και της πολιτείας προκειμένου να περιορίσουν, να βελτιώσουν και να προσαρμοστούν στη νέα κατάσταση του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, τα μέτρα ανάκαμψης και αποζημίωσης ανήκουν σε αυτή την κατηγορία δεικτών.

Σε μία προσπάθεια να ενσωματωθεί το σύστημα κατηγοριοποίησης των δεικτών από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (EEA, 1999) στο DPSIR, προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα (Εικόνα 2.14):



Εικόνα 2. 14 . Πλαίσιο DPSIR και κατηγορίες δεικτών

(Προσαρμογή από EEA, 1999)

Πιο αναλυτικά, οι δείκτες Απόδοσης και οι δείκτες Συνολικής Ευημερίας απαντώνται σε όλες τις κατηγορίες των δεικτών του DPSIR, οι περιγραφικοί δείκτες κυρίως συναντώνται στις Κινητήριες Δυνάμεις, στις Πιέσεις και στην Κατάσταση και τέλος οι δείκτες Αποτελεσματικότητας ταυτίζονται κυρίως με τους δείκτες που αφορούν στις Απαντήσεις, στις Επιπτώσεις και στην Κατάσταση. Ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης των διαφόρων δεικτών σχετίζεται με το σύστημα που οι δείκτες αυτοί περιγράφουν. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν Κοινωνικοί, Οικονομικοί, Περιβαλλοντικοί κ.α. δείκτες. Στην περίπτωση φαινομένων, η κατηγοριοποίηση των δεικτών γίνεται βάσει των διαστάσεων που αφορά. Έτσι, υπάρχουν οικονομικοί δείκτες παραγωγής, δείκτες περιβαλλοντικής κατάστασης ή δείκτες κοινωνικής ασφάλειας κ.α.

2.6.1.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Όλοι οι δείκτες, προκειμένου να λειτουργούν αποτελεσματικά, πρέπει να παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Karr, 1991; UNECE, 2005):

- *Αντικειμενικότητα*: Οι τιμές των δεικτών δεν πρέπει να επηρεάζονται από τη γνώμη, τα συμφέροντα και γενικά δε θα πρέπει να κατευθύνονται από τον κατασκευαστή. Αν διαπιστώνεται υποκειμενικότητα, είναι απαραίτητο το δείγμα των δεδομένων του δείκτη να είναι μεγάλο ώστε να δημιουργεί ένα βαθμό εμπιστοσύνης.
- *Μετρησιμότητα*: Το φαινόμενο που εξετάζεται θα πρέπει να μπορεί να μετρηθεί ώστε οι μεταβολές στις οποίες υπόκειται να μπορούν να αναγνωρίζονται άμεσα.
- *Συνάφεια*: Οι δείκτες πρέπει να μπορούν να περιγράψουν όσο καλύτερα γίνεται το σύστημα για το οποίο κατασκευάστηκαν.
- *Ακρίβεια*: Ο βαθμός εγγύτητας μεταξύ των τιμών που δίνει ο δείκτης και των πραγματικών τιμών να είναι μεγάλος.
- *Αξιοπιστία*: Κάτω από τις ίδιες συνθήκες μέτρησης, ο ίδιος δείκτης πρέπει να παρέχει πάντα τις ίδιες τιμές.
- *Ευαισθησία*: Ο βαθμός που ανταποκρίνεται ο δείκτης στις διάφορες αλλαγές του συστήματος που περιγράφει. Αν είναι πάρα πολύ ευαίσθητος στις αλλαγές αυτές ή ελάχιστα, υπάρχει πιθανότητα να προκύψουν λανθασμένα αποτελέσματα.

Επίσης, ως προς τη χρησιμότητά τους, οι δείκτες πρέπει να είναι (Stork et al, 1997; Lorenz et al, 1999; UNECE, 2005):

- *Διαθέσιμοι και Οικονομικοί*: Οι δείκτες που απαιτούν δυσεύρετα δεδομένα ή τα τελευταία έχουν μεγάλο κόστος για να συγκεντρωθούν και να αναλυθούν, δεν χαίρουν μεγάλης αποδοχής και δεν προτιμώνται.
- *Ερμηνεύσιμοι*: Οι δείκτες πρέπει να είναι κατανοητοί τόσο από τους διάφορους χρήστες όσο και από το ευρύ κοινό.

2.6.2. ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι σύνθετοι δείκτες αποτελούνται από ομάδες απλών δεικτών (ή από άλλους σύνθετους δείκτες) που όλοι μαζί περιγράφουν σύνθετα και πολύπλοκα συστήματα ή φαινόμενα (Dahl, 2012; Breier et al, 2012). Οι σύνθετοι δείκτες τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται πολύ από τους πολιτικούς και τους λήπτες των αποφάσεων. Η χρησιμότητά τους διαφαίνεται και από το γεγονός ότι ο

αριθμός τους συνεχώς αυξάνει. Σύνθετοι δείκτες έχουν αναπτυχθεί (Rogge, 2012) και συνεχίζουν να αναπτύσσονται, τόσο για την περιγραφή πολλών φαινομένων όσο και για την εκτίμηση και αξιολόγηση καταστάσεων (πχ οικονομική κατάσταση χώρας, τρωτότητα μιας περιοχής στην ξηρασία κλπ).

2.6.2.1. ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Για την ανάπτυξη των σύνθετων δεικτών, πρέπει να ακολουθηθούν συγκεκριμένα βήματα τα οποία μπορεί να υλοποιηθούν με διάφορες μεθοδολογίες (Saltelli, 2007; Σκόνδρας, 2015). Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν συνοψίζονται παρακάτω, ενώ γίνεται και αναφορά και στις διάφορες μεθοδολογίες μεταξύ των οποίων μπορεί ο κατασκευαστής του δείκτη να επιλέξει προκειμένου να επιτελέσει το κάθε βήμα (Saltelli, 2007).

I. Ανάπτυξη Εννοιολογικού Πλαισίου

Το πλαίσιο αυτό πρέπει να προσδιορίζει με ακρίβεια **το φαινόμενο που μελετά ο δείκτης**, αλλά και τους **επιμέρους δείκτες** και τα βάρη που καθορίζουν τη σημασία τους.

Οι σύνθετοι δείκτες που έχουν στόχο να περιγράψουν σχετικά πολύπλοκα φαινόμενα ή συστήματα για τα οποία δεν υπάρχουν οι απαραίτητες πληροφορίες πολλές φορές εμφανίζουν ένα βαθμό υποκειμενικότητας. Για τις περιπτώσεις αυτές απαιτείται μεγάλη προσοχή, ώστε οι χρήστες να εκτιμούν τα πλεονεκτήματα και τις ανεπάρκειες των δεικτών αυτών αλλά και την τελική αξιοπιστία τους. Επομένως, το εννοιολογικό πλαίσιο πρέπει Saltelli, 2007:

- Να προσδιορίζει τη συνολική ιδέα του δείκτη. Δηλαδή, να παρέχεται στον χρήστη μια σαφής εικόνα του τι ακριβώς θα μετρά ο δείκτης. Στις περιπτώσεις που αυτό είναι πολύ δύσκολο, λόγω πολυπλοκότητας του φαινομένου που περιγράφει ο δείκτης, πρέπει να παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα να αξιολογήσουν το δείκτη ως προς την αξιοπιστία του.
- Να προσδιορίζει τις υπό-ομάδες δεικτών στις οποίες μπορεί να αναλυθεί ο δείκτης. Κάποιες έννοιες μπορούν να χωριστούν σε διάφορες υπό-ομάδες προκειμένου να περιγράψουν καλύτερα το εξεταζόμενο φαινόμενο. Η σχέση μεταξύ των υπο-ομάδων πρέπει να περιγράφονται όσο το δυνατόν περισσότερο. Αυτή η περιγραφή βοηθάει στην κατανόηση του δείκτη, αλλά και στην κατανόηση των επιμέρους τμημάτων του.
- Να εξηγεί τα κριτήρια επιλογής των επιμέρους δεικτών. Η περιγραφή τους πρέπει να είναι η ακριβέστερη δυνατή.

Για τα δύο τελευταία τμήματα, ενίοτε, είναι αναγκαία η συμμετοχή εμπειρογνομόνων και άλλων ενδιαφερόμενων ομάδων, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η δυναμική του εννοιολογικού πλαισίου.

II. Επιλογή των Μεταβλητών

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ενός σύνθετου δείκτη, εξαρτώνται και από τη **ποιότητα των επιμέρους μεταβλητών** του (υπο-ομάδων). Οι μεταβλητές αυτές θα πρέπει να επιλέγονται βάσει συνάφειας, αναλυτικής ικανότητας, εγκυρότητας, διαθεσιμότητας δεδομένων κλπ. Πολλές φορές, η διαδικασία επιλογής των δεδομένων μπορεί να γίνεται με υποκειμενικά κριτήρια λόγω του ότι μπορεί να μην υπάρχει ένα οριστικό σύνολο δεικτών που να περιγράφει με ακρίβεια το εξεταζόμενο φαινόμενο, αλλά και επειδή μπορεί τα απαιτούμενα δεδομένα να μην είναι διαθέσιμα.

III. Συμπλήρωση Τιμών

Στις περιπτώσεις που ο σύνθετος δείκτης προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση πολλών επιμέρους μεταβλητών- δεικτών, είναι απαραίτητη η **συλλογή δεδομένων** για τις μεταβλητές αυτές. Η έλλειψη δεδομένων, συχνά αποτελεί πρόβλημα για την επίτευξη μίας τέτοιας διαδικασίας. Η έλλειψη μπορεί να ακολουθεί τυχαία ή μη πρότυπα. Για τις περιπτώσεις αυτές που λείπουν δεδομένα, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι προκειμένου να υπολογίζουν τις τιμές που λείπουν και οι περισσότερες από αυτές θεωρούν ότι οι τα δεδομένα λείπουν τυχαία. Γενικά, καμία μέθοδος συμπλήρωσης τιμών δεν είναι απαλλαγμένη από υποθέσεις και παραδοχές. Έτσι, τα αποτελέσματα τους πρέπει να ελέγχονται τόσο ως προς τις στατιστικές τους ιδιότητες όσο και για την σημασία και το νόημά τους (αν π.χ. οι αρνητικές τιμές που συμπληρώθηκαν στο δείγμα έχουν κάποια φυσική έννοια).

IV. Πολύ-Παραγοντική Ανάλυση

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει αναπτυχθεί πληθώρα σύνθετων δεικτών. Δυστυχώς, οι επιμέρους δείκτες που τους συνθέτουν, σε πολλές περιπτώσεις, επιλέγονται αυθαίρετα και δεν ελέγχονται με σαφήνεια οι μεταξύ τους σχέσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται σύνθετοι δείκτες που παραπλανούν τους λήπτες των αποφάσεων, αλλά και τις υπόλοιπες ενδιαφερόμενες ομάδες. Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων που αναλύουν τη φύση των επιμέρους δεικτών. Αναφορικά οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, δίνονται παρακάτω:

– *Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών - Principal Component Analysis (PCA)*

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων χρησιμοποιώντας ελάχιστες μεταβλητές με την προϋπόθεση ότι οι μεταβλητές αυτές μπορούν να παρουσιάσουν τη διακύμανση που παρατηρείται στο αρχικό σύνολο δεδομένων.

– *Η Ανάλυση Παραγόντων - Factor Analysis (FA)*

Και αυτή η μέθοδος περιγράφει ένα σύνολο μεταβλητών με τη χρήση ενός μικρότερου υποσυνόλου όμως η FA χρησιμοποιεί ειδικά μοντέλα, τα οποία κάνουν την υπόθεση ότι τα δεδομένα βασίζονται

στους υποκείμενους παράγοντες των μοντέλων και ότι η διακύμανση των δεδομένων μπορεί να αναλυθεί από τη χρήση κοινών και μοναδικών παραγόντων.

– *Η Ανάλυση Συστάδων - Cluster Analysis (CA)*

Η ανάλυση συστάδων αποτελείται από ένα σύνολο αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση αντικειμένων όπως χώρες, είδη κτλ (Anderberg, 1973; Massart and Kaufman, 1983).

Η κατηγοριοποίηση αποσκοπεί στη μείωση των διαστάσεων (dimensionality) των δεδομένων χρησιμοποιώντας τις ομοιότητες και τις διαφορές τους. Τονίζεται ότι οι προκύπτουσες κατηγορίες πρέπει να έχουν φυσικό νόημα.

V. Κανονικοποίηση των Δεδομένων

Η **κανονικοποίηση** των μεταβλητών γίνεται προκειμένου να απαλειφθούν οι διαφορετικές μονάδες μέτρησης από τα δεδομένα. Υπάρχουν πάρα πολλές μέθοδοι κανονικοποίησης και ενδεικτικά αναφέρονται τρεις (Freudenberg, 2003; Jacobs et al., 2004; OECD, 2008).

- *Η Κατάταξη (Ranking)* είναι η απλούστερη από τις διαθέσιμες μεθόδους. Αυτή δεν επηρεάζεται από τις ακραίες τιμές και κατατάσσει τις διάφορες περιοχές μελέτης (περιοχές συλλογής δεδομένων και δοκιμαστικής εφαρμογής των δεικτών) βάσει της σχετικής τους απόδοσης.
- *Η Τυποποίηση (Standardization)* μετατρέπει και μεταφέρει τους δείκτες σε μια κοινή κλίμακα με μέσο όρο μηδέν (0) και τυπική απόκλιση ίση με τη μονάδα (1). Έτσι, δείκτες με μεγάλες τιμές έχουν και μεγάλη επιρροή στο σώμα του σύνθετου δείκτη.
- *Η μέθοδος του Ελάχιστου και του Μέγιστου (Min – Max)* κανονικοποιεί τους επιμέρους δείκτες ώστε να αποκτήσουν ίδιο εύρος [0, 1] αφαιρώντας από κάθε δείκτη την ελάχιστη τιμή (από τα διαθέσιμα δεδομένα των περιοχών μελέτης) και διαιρώντας προς το εύρος τιμών των δεικτών. Ωστόσο, οι ακραίες τιμές μπορούν να διαταράξουν τον μορφοποιημένο δείκτη.

VI. Κατανομή Βάρους

Μετά την κανονικοποίηση των επιμέρους δεικτών, σειρά έχει η κατανομή βάρους. Τα μεγαλύτερα βάρη έχουν σημαντική επίδραση στη συνολική δομή του σύνθετου δείκτη. Κάποιες από τις διαθέσιμες τεχνικές προέρχονται από στατιστικά μοντέλα (Ανάλυση Παραγόντων), Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis) και Μοντέλα Απαρατήρητων Στοιχείων (Unobserved Components Models – UCM)].

Σε πολλές περιπτώσεις και για λόγους ευκολίας (Hopkins, 1991), σε πολλούς δείκτες κατανέμονται **ίσα βάρη** (Equal Weighting - EW) μεταξύ των στοιχείων τους (OECD, 2008; Rogge, 2012). Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι όλες οι μεταβλητές έχουν την ίδια βαρύτητα. Όταν συμβαίνει αυτό, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη συσχέτιση μεταξύ των δεικτών. Δείκτες με μεγάλη συσχέτιση δεν πρέπει να λαμβάνουν το ίδιο βάρος με

άλλους δείκτες μέσα στη δομή του σύνθετου δείκτη καθώς μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ισορροπία των αποτελεσμάτων.

Αντίστοιχα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι όπως οι συμμετοχικές διαδικασίες, που περιλαμβάνουν διάφορους εμπειρογνώμονες και πολλές ενδιαφερόμενες ομάδες (stakeholders) για τη στάθμιση των επιμέρους δεικτών. Η γνώμη του κοινού με τη χρήση δημοσκοπήσεων έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως ανάλογη μέθοδος στάθμισης δεικτών (Parker, 1991).

Τέλος, η έλλειψη ενός αντικειμενικού τρόπου κατανομής βαρών δεν αποτελεί σοβαρό λόγο για τη μείωση της αξιοπιστίας των σύνθετων δεικτών εάν και εφόσον η όλη διαδικασία χαρακτηρίζεται από διαφάνεια και εξηγούνται επαρκώς τα κριτήρια επιλογής των βαρών. Έτσι, πρέπει πάντα να δηλώνονται οι στόχοι του αναπτυσσόμενου σύνθετου δείκτη και τελικά να ελέγχεται αν και κατά πόσο επιτυγχάνονται οι αρχικοί στόχοι.

VII. Ανάλυση Ευαισθησίας και Αβεβαιότητας

Η Ανάλυση Αβεβαιότητας και η Ανάλυση Ευαισθησίας (Sensitivity Analysis), συνδράμουν στον έλεγχο της διαδικασίας ανάπτυξης των δεικτών αλλά και στην αύξηση της αξιοπιστίας τους, διότι συμβάλλουν στην αύξηση της διαφάνειας (Cacuci, 2003). Ουσιαστικά, η ανάλυση αβεβαιότητας δίνει έμφαση στο ότι τα δεδομένα εισόδου επηρεάζουν τα αποτελέσματα του τελικού δείκτη και για το λόγο αυτό δε θα πρέπει να διακρίνονται από αβεβαιότητα (Castrup, 1995; Smith, 2002). Από την άλλη μεριά, η ανάλυση ευαισθησίας κρίνει το πόσο επηρεάζουν οι επιμέρους πηγές αβεβαιότητας τη διακύμανση των αποτελεσμάτων (Breierova and Choudhari, 2001). Δηλαδή, η ταυτόχρονη εφαρμογή των δύο αυτών αναλύσεων κατά την ανάπτυξη ενός σύνθετου δείκτη βελτιώνει τη δομή του (Tarantola et al., 2000; Saisana et al., 2005; Hyde, 2006; Gall, 2007; OECD, 2008). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις δύο αναλύσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πάλι επαναλαμβάνοντας τα προηγούμενα στάδια ανάπτυξης του δείκτη. Κάτι τέτοιο συνεπάγεται την ανάπτυξη ενός δείκτη με μεγάλο βαθμό διαφάνειας και συνοχής.

VIII. Επιστροφή στα Δεδομένα

Οι σύνθετοι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τον χώρο στον οποίο αυτοί εφαρμόζονται αλλά και άλλων πληροφοριών μέσω της ανάλυσης των επιμέρους στοιχείων τους. Η ανάλυση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις δεικτών που περιλαμβάνουν διαφορετικούς τομείς ή διαστάσεις στη δομή τους.

IX. Σχέσεις με άλλες Μεταβλητές

Συχνά οι δείκτες χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν φαινόμενα που σχετίζονται με γνωστά μεγέθη. Ο καλύτερος τρόπος παρουσίασης των σχέσεων αυτών είναι τα απλά συστήματα αξόνων. Τονίζεται ότι η

ανάλυση συσχέτισης δεν ταυτίζεται με την ανάλυση αιτιότητας. Η συσχέτιση άλλωστε δηλώνει ότι η διακύμανση των δύο μεταβλητών είναι όμοια. Όμως, η μεταβολή της τιμής της μιας μεταβλητής δεν συνεπάγεται απαραίτητα και τη μεταβολή της τιμής της άλλης μεταβλητής. Άρα, η αιτιότητα παραμένει ασαφής μέσω της ανάλυσης της συσχέτισης. Επίσης, οι σύνθετοι δείκτες συχνά προέρχονται από μεταβλητές με τις οποίες συσχετίζονται. Στην περίπτωση αυτή, οι μεταβλητές αυτές θα πρέπει να απομακρύνονται από το σώμα των δεικτών πριν αρχίσει ο έλεγχος συσχέτισης.

Χ. Παρουσίαση και Διάδοση

Οι δείκτες κατά την παρουσίασή τους, πρέπει να παρέχουν όλες τις αναγκαίες πληροφορίες στους λήπτες των αποφάσεων (και σε όλους τους ενδιαφερόμενους γενικότερα) σε σύντομο χρονικό διάστημα, με απλό και ακριβή τρόπο. Σε πολλές περιπτώσεις ο συνδυασμός των διάφορων μεθόδων παρουσίασης (πίνακες ή γραφήματα) αποτελεί τον καλύτερο τρόπο επίδειξης των αποτελεσμάτων.

2.6.2.2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Η αξία των σύνθετων δεικτών στην μέτρηση και περιγραφή πολλών φαινομένων αλλά και στην παροχή πληροφοριών στους λήπτες των αποφάσεων είναι τεράστια. Έτσι, όλα τα στάδια ανάπτυξης τους, πρέπει να χαρακτηρίζονται από κάποιες διαστάσεις ποιότητας. Οι βασικές διαστάσεις ποιότητας που πρέπει να τηρούνται με βάση το Πλαίσιο Ποιότητας του ΟΟΣΑ (OECD, 2003; 2012), είναι:

- Η *Συνάφεια*, δηλαδή αν και κατά πόσο ο δείκτης εξυπηρετεί τους στόχους για τους οποίους αναπτύχθηκε.
- Η *Ακρίβεια*, δηλαδή το αν και κατά πόσο οι τιμές του δείκτη ανταποκρίνονται στις πραγματικές τιμές, οι οποίες είναι συνήθως άγνωστες. Έτσι η ακρίβεια του δείκτη είναι μία διάσταση που εκτιμάται κατ' εκτίμηση.
- Η *Αξιοπιστία*, δηλαδή η αποτελεσματικότητα και η αντικειμενικότητα του δείκτη.
- Η *Επικαιρότητα*, δηλαδή η χρονική περίοδος μεταξύ της στιγμής μιας δεδομένης μέτρησης και της διαθεσιμότητας της μέτρησης αυτής προς το χρήστη.
- Η *Ερμηνεία*, δηλαδή η ευκολία κατανόησης των αποτελεσμάτων του δείκτη.
- Η *Συνοχή*, δηλαδή η λογική σύνδεση μεταξύ των διάφορων στοιχείων του σύνθετου δείκτη.

2.6.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Το μεγάλο πλήθος ορισμών της ξηρασίας, τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που εμφανίζει σε σχέση με την τοπογραφία και το κλίμα της κάθε περιοχής και οι πολύπλοκες φυσικές διεργασίες που συνδέονται με την

εμφάνιση της επέβαλλαν τη δημιουργία δεικτών ξηρασίας, έτσι ώστε να είναι εφικτή η αναγνώριση, η καταγραφή της έντασης και έκτασης των επεισοδίων ξηρασίας, καθώς επίσης και η δυνατότητα αξιολόγησης της ξηρασίας, όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο, αλλά και σε μία ευρύτερη περιοχή.

Η χρήση των δεικτών εξυπηρετούν τους ακόλουθους σκοπούς (Zargar et al, 2011):

- Εντοπισμός της ξηρασίας και παρακολούθησή της σε πραγματικό χρόνο (Niemeyer, 2008)
- Καθορισμός της αρχής και του τέλους της περιόδου ξηρασίας (Tsakiris et al, 2007 (b))
- Επιτρέπουν στους διαχειριστές της ξηρασίας να δηλώσουν τα σχετικά επίπεδα των ιδιοτήτων του φαινομένου και να υποκινήσουν τις ανάλογες/καταλληλότερες απαντήσεις.
- Αξιολόγηση της ξηρασίας (Niemeyer 2008)
- Αντιπροσώπευση της έννοιας της ξηρασίας σε μια περιοχή (Tsakiris et al, 2007 (b))
- Συσχέτιση με ποσοτικές επιπτώσεις της ξηρασίας υπό διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες.
- Εξυπηρέτηση της επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών επί των συνθηκών της ξηρασίας.

Οι διάφοροι δείκτες ξηρασίας χρησιμοποιούν για τον υπολογισμό τους διάφορες παραμέτρους, όπως το ύψος βροχής, το πάχος του στρώματος του χιονιού, τα αποθέματα του υπόγειου νερού, τη θερμοκρασία, την εξατμοδιαπνοή κλπ. Η τιμή του δείκτη ξηρασίας είναι ένας καθαρός αριθμός, που μπορεί να φανεί περισσότερο χρήσιμος σε σχέση με την ανάλυση της κάθε παραμέτρου χωριστά. Η ορθή χρήση και ερμηνεία των δεικτών μπορεί να δώσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ξεχωριστού επεισοδίου ξηρασίας, ενώ η μελέτη των τιμών του δείκτη στη διάρκεια του χρόνου μπορεί να δώσει την πιθανότητα επανεμφάνισης των επεισοδίων ξηρασίας. Πρέπει να τονιστεί ωστόσο ότι η κακή χρήση των δεικτών, με τη μη σωστή εφαρμογή των περιορισμών του κάθε δείκτη καθώς επίσης και όταν για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιούνται μη αξιόπιστα δεδομένα, μπορεί να οδηγήσει σε παρερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Παρά το γεγονός ότι κανένας δείκτης δεν είναι ο βέλτιστος για όλες τις περιοχές και για όλες τις περιπτώσεις, ορισμένοι δείκτες παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με άλλους, για συγκεκριμένες καταστάσεις. Για παράδειγμα, ο δείκτης Palmer (Palmer Drought Severity Index) δημιουργήθηκε και εφαρμόστηκε σε μία περιοχή με ομαλό ανάγλυφο στις ΗΠΑ, με σκοπό τον καθορισμό της εμφάνισης ξηρασίας. Σε περιοχές, όμως, όπου το ανάγλυφο είναι έντονο και υπάρχει σύνθετο τοποκλίμα, θεωρείται προτιμότερος ο συνδυασμός του δείκτη Palmer με άλλους δείκτες, όπως είναι ο δείκτης SWSI (Surface Water Supply Index), οι οποίοι χρησιμοποιούν παραμέτρους που λαμβάνουν υπόψη τη διαφορετική τοπογραφία της κάθε περιοχής. Μερικοί από τους πιο σημαντικούς δείκτες ξηρασίας οι οποίοι έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί είναι :

- Standardized Precipitation Index (SPI- McKee et al., 1993)

- Reconnaissance Drought Index (RDI- [Tsakiris et al., 2007](#))
- Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI- [Vicente-Serrano et al., 2010](#))
- Palmer Drought Severity Index (PDSI- [Palmer, 1965](#))
- Surface Water Supply Index (SWSI- [Shafer and Dezman, 1982](#))
- Reclamation Drought Index (ReDI- Bureau of Reclamation, 1988)
- Crop Moisture Index (CMI- [Palmer, 1968](#))
- Deciles ([Gibbs and Maher, 1967](#))

Ο υπολογισμός περισσότερων του ενός δείκτη ξηρασίας είναι απαραίτητος πριν τη λήψη των τελικών αποφάσεων για τη διαχείριση των υδατικών πόρων μιας περιοχής. Βέβαια, με τον όρο διαχείριση υδατικών πόρων εννοούμε το σύνολο των μέτρων με τα οποία επιδιώκεται η κάλυψη των αναγκών σε νερό, στην επιθυμητή ποσότητα και ποιότητα, στον χώρο και στον χρόνο που απαιτείται ([Χ. Καραβίτης, 2008](#)).

2.6.3.1. ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI)

Ο SPI είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος. Σχεδιάστηκε για την ανίχνευση της έναρξης και για την παρακολούθηση των επεισοδίων ξηρασίας ([McKee et al, 1993](#)) και διαφέρει από τους υπόλοιπους δείκτες, διότι αναγνωρίζει έγκαιρα τα διάφορα επεισόδια ξηρασίας. Βασίζεται στην πιθανότητα κατακρήμνισης κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Χαρακτηριστικό του δείκτη SPI είναι η ευελιξία του στον προσδιορισμό της ξηρασίας σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες, κάτι πολύ σημαντικό, αφού η διάρκεια των επεισοδίων ξηρασίας παρουσιάζει πολύ μεγάλες διακυμάνσεις. Τα επεισόδια μικρής διάρκειας μετρώνται από μετεωρολογικά όργανα και ορίζονται σύμφωνα με τους τοπικούς κλιματολογικούς όρους. Επεισόδια διάρκειας τριών ως έξι μηνών έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή, διότι οδηγούν σε μεγάλη μείωση της εδαφικής υγρασίας. Επεισόδια μεγαλύτερης διάρκειας (μήνες ως χρόνια) έχουν σοβαρή επίδραση στους επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους.

Οι τιμές του δείκτη υπολογίζονται συγκρίνοντας το συνολικό ύψος των κατακρημνίσεων μιας περιοχής κατά τη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου, με το μέσο ύψος κατακρημνίσεων της ίδιας χρονικής διάρκειας. Για παράδειγμα, το συνολικό ύψος κατακρημνίσεων κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε μήνα, συγκρίνεται με το μέσο ύψος κατακρημνίσεων του ίδιου μήνα, που προκύπτει από τις διαθέσιμες ιστορικές καταγραφές προηγούμενων ετών. Η ένταση ενός επεισοδίου ξηρασίας στη συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να συγκριθεί με τις μέσες συνθήκες. Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 2.00 και πάνω (εξαιρετικά υγρή περίοδος) ως και λιγότερο από -2.00 (εξαιρετική ξηρασία), ενώ η περιοχή τιμών από 0.99 ως -0.99 υποδεικνύει περίπου φυσιολογικές συνθήκες (Πίνακας 2.1). Ένα επεισόδιο ξηρασίας ορίζεται από τις συνεχώς αρνητικές τιμές του δείκτη, μικρότερες ή ίσες του -1, και το επεισόδιο συνεχίζεται μέχρι ο δείκτης να λάβει θετικές τιμές. Η διάρκεια του επεισοδίου ορίζεται από το χρονικό διάστημα μεταξύ της έναρξης και λήξης αυτής της

περιόδου. Το μέγεθος του επεισοδίου ξηρασίας μετρείται από το άθροισμα των τιμών του δείκτη για τους μήνες της ξηρασίας.

Πίνακας 2. 1. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη SPI.

ΤΙΜΕΣ SPI	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
2.00 ή περισσότερο	Εξαιρετικά υγρή
1.50 μέχρι 1.99	Πολύ υγρή
1.00 μέχρι 1.49	Μετρίως υγρή
0 μέχρι 0.99	Ήπια υγρή
0 μέχρι -0.99	Ήπια ξηρασία
-1 μέχρι -1.49	Μέτρια ξηρασία
-1.50 μέχρι -1.99	Μεγάλη ξηρασία
-2.00 ή λιγότερο	Ακραία ξηρασία

Ο SPI υπολογίζεται με την προσαρμογή μιας συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας στην κατανομή συχνότητας της βροχόπτωσης αθροισμένη πέρα από το χρονικό διάστημα ενδιαφέροντος. Αυτό εκτελείται χωριστά για κάθε μήνα (ή για οποιαδήποτε χρονική βάση από τη χρονοσειρά βροχόπτωσης) και για κάθε θέση στο διάστημα. Κάθε συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας μετασχηματίζεται έπειτα μέσα στην τυποποιημένη κανονική κατανομή (standard).

Ο Thom (1966) παρατήρησε ότι η κατανομή γάμμα «απεικονίζει» πολύ καλά τη χρονοσειρά βροχόπτωσης. Η γάμμα κατανομή καθορίζεται από τη συχνότητά της ή η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας ορίζεται ως:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}, \text{ για } x > 0 \quad (2.14)$$

όπου $\alpha > 0$ είναι παράγοντας μορφής, $\beta > 0$ είναι παράγοντας κλίμακας και $x > 0$ είναι η τιμή της βροχόπτωσης. $\Gamma(\alpha)$ είναι η συνάρτηση γάμμα που ορίζεται ως εξής:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (2.15)$$

Η προσαρμογή της κατανομής γάμμα στα δεδομένα απαιτεί να εκτιμηθούν τα α και β . Η εκτίμηση αυτών των παραμέτρων γίνεται χρησιμοποιώντας την προσέγγιση του Thom (1958):

$$\hat{a} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2.16)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (2.17)$$

όπου για η παρατηρήσεις βροχόπτωσης: $A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$ (2.18)

Οι προκύπτουσες παράμετροι χρησιμοποιούνται έπειτα για τον υπολογισμό της αθροιστικής πιθανότητας ενός γεγονότος βροχόπτωσης για συγκεκριμένο μήνα και χρονική κλίμακα:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} = \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-\frac{x}{\hat{\beta}}} dx \quad (2.19)$$

Θεωρώντας $t = x/\hat{\beta}$ η εξίσωση παίρνει τη μορφή της ελλιπούς συνάρτησης γάμμα.

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (2.20)$$

Δεδομένου ότι η κατανομή γάμμα είναι απροσδιόριστη για $x=0$ και μια κατανομή βροχόπτωσης μπορεί να περιέχει μηδενικά, η αθροιστική πιθανότητα γίνεται

$$H(x) = q + (1-q)G(x) \quad (2.21)$$

όπου q είναι η πιθανότητα της μηδενικής βροχόπτωσης. Θεωρώντας ότι m είναι ο αριθμός των μηδενικών που συναντώνται σε μία χρονοσειρά βροχόπτωσης, τότε σύμφωνα με τον [Thom \(1958\)](#) το q μπορεί να εκτιμηθεί από το κλάσμα m/n . Ο [McKee et al \(1993\)](#) για να υπολογίσουν την αθροιστική πιθανότητα χρησιμοποίησαν τον προτεινόμενο κώδικα λογισμικού από τους [Press et al \(1986\)](#).

Η αθροιστική πιθανότητα, $H(x)$, μετασχηματίζεται έπειτα στην τυποποιημένη κανονική τυχαία μεταβλητή Z με μέσο όρο μηδέν (0) και διακύμανση ένα (1), η οποία είναι η τιμή του SPI. Η τυχαία μεταβλητή Z υπολογίζεται εύκολα χρησιμοποιώντας την προσέγγιση των [Abramowitz and Stegun \(1964\)](#) που μετατρέπει την αθροιστική πιθανότητα σε κανονικοποιημένη μεταβλητή Z ως εναλλακτική λύση:

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), \text{ για } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (2.22)$$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), \text{ για } 0.5 < H(x) < 1 \quad (2.23)$$

όπου

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(H(x))^2} \right]}, \text{ για } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (2.24)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{1 - (H(x))^2} \right]}, \text{ για } 0.5 < H(x) < 1 \quad (2.25)$$

και $c_0=2.515517$, $c_1=0.802853$, $c_2=0.010308$, $d_1=1.432788$, $d_2=0.189269$, $d_3=0.001308$.

Ένας αναλυτής που διαθέτει μία χρονοσειρά βροχόπτωσης για μία περιοχή μπορεί να υπολογίσει τον SPI για οποιοδήποτε μήνα από τους προηγούμενους i μήνες, όπου $i=1, 2, 3, \dots, 12, \dots, 24, \dots, 48, \dots$ ανάλογα με την χρονική κλίμακα που τον αφορά. Επομένως ο SPI μπορεί να υπολογιστεί για ένα τρίμηνο βροχοπτώσεων (αθροιστικά) καθώς επίσης και για 48 μήνες συνολικής βροχόπτωσης. Έτσι, ο SPI 3μήνου χρησιμοποιείται ως βραχυπρόθεσμος ή εποχιακός δείκτης ξηρασίας, ο SPI 12μήνου χρησιμοποιείται ως μεσοπρόθεσμος δείκτης ξηρασίας, ενώ ο SPI 48 μηνών χρησιμοποιείται ως μακροπρόθεσμος δείκτης ξηρασίας. Προκύπτει λοιπόν ότι ο SPI για κάποιον μήνα/ έτος εξαρτάται άμεσα από την χρονική κλίμακα. Για παράδειγμα, ο SPI με βήμα 3 μηνών που υπολογίστηκε για τον Ιανουάριο του 1943 λαμβάνει υπόψη τις τιμές της βροχόπτωσης του Νοέμβρη και Δεκέμβρη του 1942, ως και του Ιανουαρίου 1943. Αντίστοιχα ο SPI με βήμα 12 μήνες που υπολογίστηκε για τον Ιανουάριο του 1943 λαμβάνει υπόψη τις τιμές της βροχόπτωσης συνολικά από το Φεβρουάριο του 1942 έως και τον Ιανουάριο του 1943 κ.ο.κ. (Mc Kee et al, 1993).

Τα πλεονεκτήματα του SPI είναι τα εξής:

- + Για την εφαρμογή του χρειάζονται μόνο δεδομένα βροχόπτωσης γεγονός που έχει κάνει τον SPI τον πιο διαδεδομένο δείκτη ως προς την έκταση της εφαρμογής του. Η χρήση πολύ λίγων δεδομένων κάνει τον SPI εφαρμόσιμο ακόμα και σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν πολλά κλιματικά δεδομένα.
- + SPI μπορεί να εντοπίσει την ξηρασία σε πολλαπλές χρονικές κλίμακες και είναι πολύ ευέλικτος σε σχέση με την χρονική περίοδο που επιλέγεται. Με τον τρόπο αυτό, το εργαλείο αυτό μπορεί να παρέχει ένα συντριπτικό ποσό πληροφοριών, εκτός εάν οι ερευνητές έχουν μια σαφή ιδέα για τα επιθυμητά χρονικά διαστήματα. Επιπλέον, επειδή είναι ένας τυποποιημένος δείκτης, ο SPI είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για να συγκρίνει τις συνθήκες ξηρασίας ανάμεσα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και περιοχές με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (Cancelliere et al, 2007).

Τα μειονεκτήματα του SPI είναι τα εξής:

- Η παράμετρος δεν λαμβάνει υπόψη παραμέτρους που παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ξηρασία, όπως η θερμοκρασία, επομένως δεν είναι ευαίσθητος σε κλιματικές διακυμάνσεις.

- Σε περιοχές με μεγάλες περιόδους χωρίς βροχόπτωση (πχ Κυκλάδες) ο δείκτης συμπεριλαμβάνει μια στατιστική λύση για την ενσωμάτωση των τιμών αυτών αυξάνοντας το στατιστικό λάθος της μεθόδου.

2.6.3.2. ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ - RECONNAISSANCE DROUGHT INDEX (RDI)

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια να αναπτυχθούν δείκτες ξηρασίας ή να βελτιωθούν οι ήδη υπάρχοντες (Gonzalez and Valdes, 2006; Keyantash and Dracup, 2004; Wells et al., 2004; Tsakiris and Vangelis, 2005). Αυτό γίνεται διότι η ξηρασία εκτός από τη βροχόπτωση εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου κλπ, παράγοντες που καθορίζουν το κλίμα μίας περιοχής. Ανά τον κόσμο αυτές οι παράμετροι παρουσιάζουν ποικίλες τάσεις και για το λόγο αυτό έχουν ενσωματωθεί μέσω της εξατμοδιαπνοής στην ανάπτυξη δεικτών ξηρασίας. Ταυτόχρονα από την άποψη της Διαχείρισης των υδατικών πόρων είναι δύσκολο να καταλήξει κανείς στο εάν οι αλλαγές στις παραπάνω παραμέτρους θα οδηγήσουν σε ξηρότερα ή υγρότερα κλίματα. Για παράδειγμα, μια παρατηρούμενη αύξηση της θερμοκρασίας και της εξατμοδιαπνοής, πως θα επηρεάσει την τάση στην διαθεσιμότητα του νερού; (Tigkas et al., 2013)

Τέτοιοι δείκτες είναι ο Reconnaissance Drought Index των Tsakiris and Vangelis, 2005 όπως και ο Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) των Vicente-Serrano et al., 2010 οι οποίοι αποτελούν συνάρτηση της βροχόπτωσης και της εξατμοδιαπνοής και αναλύονται περισσότερο παρακάτω.

Ο Reconnaissance Drought Index των Tsakiris and Vangelis, 2005, βασίζεται στη βροχόπτωση (P) και την δυνητική εξατμοδιαπνοή (PET) εκ των οποίων η πρώτη μετρείται ενώ η δεύτερη υπολογίζεται (εκτιμάται) (Tsakiris and Vangelis, 2005; Tsakiris et al., 2007). Ο RDI έχει τρεις μορφές: την αρχική τιμή (α_k), την κανονικοποιημένη (RDI_n) και την τυποποιημένη μορφή (RDI_{st}). Η αρχική τιμή (α_k), υπολογίζεται για το έτος i σε χρονική βάση k (μήνες) ως εξής:

$$\alpha_k^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^k P_{ij}}{\sum_{j=1}^k PET_{ij}}, \quad i=1(1)N \text{ and } j=1(1)k \quad (2.26)$$

όπου P_{ij} και PET_{ij} είναι η βροχόπτωση και η δυνητική εξατμοδιαπνοή για το μήνα j του έτους i και N είναι ο συνολικός αριθμός των ετών της διαθέσιμης χρονοσειράς.

Η κανονικοποιημένη μορφή του RDI (RDI_n) υπολογίζεται με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$RDI_n^{(i)} = \frac{\alpha_k^{(i)}}{\bar{\alpha}_k^{(i)}} - 1 \quad (2.27)$$

όπου $\bar{\alpha}_k^{(i)}$ είναι ο αριθμητικός μέσος του $\alpha_k^{(i)}$.

Οι τιμές του $\alpha_k^{(i)}$ ακολουθούν ικανοποιητικά και τη lognormal και τη gamma κατανομή σε ένα μεγάλο εύρος περιοχών που δοκιμάστηκε (Tigkas, 2008; Tsakiris et al., 2008). Υποθέτοντας ότι εφαρμόζεται η lognormal κατανομή, η τυποποιημένη μορφή του RDI (RDI_{st}) υπολογίζεται ως εξής:

$$RDI_{st}^{(i)} = \frac{y^{(i)} - \bar{y}}{\hat{\sigma}_y} \quad (2.28)$$

όπου y_i είναι το $\ln(\alpha_k^{(i)})$, \bar{y} είναι ο αριθμητικός μέσος και $\hat{\sigma}_y$ είναι η τυπική απόκλιση του y .

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται η gamma κατανομή, ο RDI_{st} μπορεί να υπολογιστεί εφαρμόζοντας τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (pdf) στην κατανομή συχνότητας $\alpha_k^{(i)}$ (Tsakiris and Vangelis, 2005; Tsakiris et al., 2008; Tigkas, 2008). Για μικρές περιόδους αναφοράς (πχ μηνιαία ή 3μηνιαία περίοδος) όπου μπορεί να περιέχονται μηδενικές τιμές βροχόπτωσης για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο ο RDI_{st} μπορεί να υπολογιστεί από την αθροιστική συνάρτηση κατανομής περιλαμβάνοντας

- Την πιθανότητα μηδενικής βροχόπτωσης
- Την αθροιστική πιθανότητα γάμμα

Θετικές τιμές του RDI_{st} δείχνουν υγρές περιόδους ενώ αρνητικές τιμές υποδηλώνουν ξηρές περιόδους σε σύγκριση με τις κανονικές συνθήκες της εξεταζόμενης περιοχής (όπως και ο SPI). Γενικότερα ο RDI_{st} συμπεριφέρεται με παρόμοιο τρόπο όπως και ο SPI με αποτέλεσμα να έχουν και παρόμοια ερμηνεία αποτελεσμάτων. Επομένως οι τιμές του RDI_{st} μπορούν να συγκριθούν με τις αντίστοιχες τιμές του SPI αφού έχουν όμοια κατηγοριοποίηση.

Τα πλεονεκτήματα του RDI είναι τα εξής (Cancelliere et al, 2007):

- + Έχει φυσική σημασία, δεδομένου ότι υπολογίζει το συνολικό έλλειμμα μεταξύ των κατακρημνίσεων και της εξατμοδιαπνοής της ατμόσφαιρας
- + Όπως και ο SPI μπορεί να υπολογιστεί για κάθε χρονική περίοδο (π.χ. 1 μήνα, 2 μηνών κ.λπ.)
- + Μπορεί να αποτυπώσει αποτελεσματικά τη γεωργική ξηρασία
- + Είναι άμεσα συνδεδεμένος με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, δεδομένου ότι η ετήσια του μπορεί να συγκριθεί με τον Δείκτη Ξηρότητας του FAO (aridity index)

- + Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από συνθήκες αστάθειας, για την εξέταση της σημασίας των διαφόρων αλλαγών των κλιματικών παραγόντων που σχετίζονται με την ξηρασία

Τα μειονεκτήματα του RDI είναι τα εξής (Vicente-Serrano et al., 2010):

- Η παράμετρος δεν υπολογίζεται όταν $PET=0$ (κάτι που είναι σύνηθες σε πολλές περιοχές του κόσμου κατά τη διάρκεια του χειμώνα)
- το πηλίκιο P/PET μειώνει δραματικά το εύρος της μεταβλητότητας και το ρόλο της θερμοκρασίας στην ξηρασία

Για τη διευκόλυνση των χρηστών στην εφαρμογή του δείκτη αναπτύχθηκε ένα λογισμικό, το οποίο είναι δημοσιευμένο στην εξής διεύθυνση: www.ewra.net/drinc

2.6.3.3. ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ STANDARDIZED PRECIPITATION EVAPOTRANSPIRATION INDEX (SPEI)

Στην ίδια κατεύθυνση της ενσωμάτωσης και της εξατμοδιαπνοής σε ένα δείκτη ξηρασίας προχώρησαν και οι Vicente-Serrano et al., 2010, οι οποίοι ανέπτυξαν τον Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) που συνδυάζει δεδομένα βροχόπτωσης και θερμοκρασίας. Ο SPEI είναι πολύ εύκολο να υπολογιστεί και βασίζεται στην ίδια διαδικασία που βασίζεται και ο SPI. Συγκεκριμένα, ενώ ο SPI χρησιμοποιεί τη μηνιαία (ή εβδομαδιαία) βροχόπτωση, ο SPEI χρησιμοποιεί τη διαφορά μεταξύ της βροχόπτωσης και της εξατμοδιαπνοής. Η διαφορά αυτή αποτελεί ένα απλό κλιματικό υδατικό ισοζύγιο (Thornthwaite, 1948) που υπολογίζεται σε διάφορες χρονικές κλίμακες ώστε να προκύψει ο SPEI. Το πρώτο βήμα, ο υπολογισμός της εξατμοδιαπνοής PET, είναι το δυσκολότερο, αφού πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες τιμές για πολλές παραμέτρους, όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία του αέρα, η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος κλπ (Allen et al., 1998). Σύμφωνα όμως με τον Mavromatis (2007) ο υπολογισμός ενός δείκτη ξηρασίας δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής, επομένως οι Vicente-Serrano et al., 2010, χρησιμοποίησαν την απλούστερη μέθοδο εκτίμησης PET, αυτή του Thornthwaite (1948) που απαιτεί μόνο δεδομένα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας. Έτσι η εξίσωση που χρησιμοποίησαν είναι η

$$D_i = P_i - PET_i \quad (2.29)$$

Όπου i ο μήνας που εξετάζεται. Ουσιαστικά η εξίσωση παρέχει μία απλή μέτρηση του πλεονάσματος ή του ελλείμματος νερού για το μήνα i . Οι τιμές D_i υπολογίζονται για διάφορες χρονικές κλίμακες (όπως και στον SPI). Η διαφορά σε ένα μήνα j του έτους i εξαρτάται από την επιλεγμένη χρονική κλίμακα k . Για παράδειγμα η διαφορά για ένα μήνα σε ένα έτος l , με χρονική κλίμακα $k=12$ μήνες υπολογίζεται ως εξής:

$$X_{i,j}^k = \sum_{l=13-k+j}^{12} D_{i-1,l} + \sum_{l=1}^j D_{i,l}, \text{ εάλν } j < k \quad (2.30) \text{ και}$$

$$X_{i,j}^k = \sum_{l=j-k+1}^j D_{i,l}, \text{ εάλν } j \geq k \quad (2.31)$$

Όπου $D_{i,l}$ είναι η διαφορά P-PET τον πρώτο μήνα του έτους i σε mm.

Ο SPEI μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας μία κατανομή 3 παραμέτρων. Τα εμπειρικά L-moment ratios για τις σειρές D_i σε διάφορες χρονικές κλίμακες μπορούν να αποτυπωθούν από διάφορες κατανομές όπως η Pearson III, η lognormal, η general extreme value, η log-logistic κλπ. Σύμφωνα με τα Kolmogorov–Smirnov tests καμία κατανομή δεν μπορεί να απορριφθεί για τις χρονικές κλίμακες και για τις περιοχές που εξετάστηκαν. Πολύ καλή εφαρμογή είχε η log-logistic κατανομή, η οποία υπολογίζεται και για αρνητικές τιμές, που είναι πολύ σημαντικό, αφού η σειρές D_i έχουν και αρνητικές τιμές και παίρνουν διάφορα σχήματα ώστε να απεικονίσουν τις διάφορες συχνότητες των σειρών D_i στις διάφορες χρονικές κλίμακες. Η συνάρτηση κατανομής πιθανότητας της D_i σύμφωνα με την log-logistic κατανομή δίνεται από την

$$F(x) = \left[1 + \left(\frac{\alpha}{x - \gamma} \right)^\beta \right]^{-1} \quad (2.32)$$

Όπου οι τιμές του SPEI προκύπτουν από τις τυποποιημένες τιμές της $F(x)$. Σύμφωνα με την προσέγγιση των [Abramowitz and Stegun \(1965\)](#),

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \quad (2.33)$$

όπου $W = \sqrt{-2 \ln(P)}$ για $P \leq 0.5$

Ο μέσος SPEI είναι το μηδέν (0), με τυπική απόκλιση ίση με τη μονάδα (1).

Γενικότερα ο SPEI συμπεριφέρεται όπως και ο SPI με αποτέλεσμα να έχουν και παρόμοια ερμηνεία αποτελεσμάτων. Επομένως οι τιμές του πρώτου μπορούν να συγκριθούν με τις αντίστοιχες τιμές του δεύτερου αφού έχουν όμοια κατηγοριοποίηση.

Τα πλεονεκτήματα του SPEI είναι τα εξής:

- + Η τιμή του SPEI είναι μία τυποποιημένη (standardized) μεταβλητή και μπορεί να συγκριθεί με άλλες τιμές του σε άλλες χρονικές περιόδους και σε άλλες περιοχές (όπως και ο SPI, RDI κλπ)
- + Λαμβάνει υπόψη την θερμοκρασία στον υπολογισμό του δείκτη
- + Χρησιμοποιεί λίγα δεδομένα

Τα μειονεκτήματα του SPEI είναι τα ακόλουθα:

- Στην εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής χρησιμοποιεί την μέθοδο [Thornwaite \(1948\)](#) που έχει πολύ μεγάλες αποκλίσεις από την FAO Penman- Monteith (1998) σε σχέση με άλλες μεθόδους ([Hargreaves & Samani 1985](#), κλπ)

2.6.3.4. ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDSI)

Ο πρώτος ολοκληρωμένος δείκτης ξηρασίας που αναπτύχθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες και έγινε ευρέως γνωστός είναι ο Palmer Drought Severity Index – PDSI ([Palmer, 1965](#)). Ο δείκτης αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση της μετεωρολογικής ξηρασίας παρόλο που λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως η βροχόπτωση, η εξατμοδιαπνοή και οι συνθήκες εδαφικής υγρασίας που αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της υδρολογικής ξηρασίας ([Cancelliere et al, 2007](#)).

Τα βασικά βήματα και ιδέες για την ανάπτυξη του PDSI παρουσιάζονται παρακάτω:

Βήμα 1: Υδρολογικά χαρακτηριστικά

Ο υπολογισμός του PDSI αρχίζει με ένα κλιματικό υδατικό ισοζύγιο χρησιμοποιώντας εισαγωγή δεδομένων από μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία σε χρονοσειρές. Το έδαφος διαιρείται σε δύο επίπεδα όπου το ανώτερο στρώμα, η επιφάνεια του εδάφους, περιέχει 25mm εδαφικής υγρασίας στον κορεσμό (at field capacity). Αυτό είναι το στρώμα στο οποίο πέφτει η βροχή και από το οποίο γίνεται η εξάτμιση. Απώλεια εξάτμισης από την επιφάνεια του στρώματος, L_S , υποτίθεται ότι λαμβάνει χώρα στο δυνητικό ρυθμό που υπολογίζεται με τη μέθοδο Thornthwaite ([Thornthwaite, 1948](#)). Η υγρασία δεν μπορεί να αφαιρεθεί ή να επαναφορτιστεί στο υποκείμενο στρώμα μέχρι να εξαντληθεί ή να κορεστεί το επιφανειακό στρώμα. Η απώλεια από την υποκείμενη στρώση, L_U , εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε υγρασία, από τη δυνητική εξάτμιση (PE), και τη διαθέσιμη περιεκτικότητα νερού (AWC) του εδαφικού συστήματος. Εάν το $PE > P$

$$L_S = \min[S_S, (PE - P)] \quad (2.34) \text{ και}$$

$$L_U = \left[\frac{(PE - P) - LS}{AWC} \right] S_U, \quad L_U < S_U \quad (2.35)$$

Όπου S_S και S_U είναι τα ποσά της διαθέσιμης υγρασίας που είναι αποθηκευμένη στην αρχή του μήνα στο επιφανειακά και στα υποκείμενο εδαφικό στρώμα αντίστοιχα. Απορροή θεωρείται ότι συμβαίνει μόνο και μόνο όταν και τα δύο στρώματα είναι κορεσμένα, AWC. Εκτός από το PE, γίνεται εισαγωγή άλλων τριών όρων που χρησιμοποιούνται και ορίζονται ως εξής:

Δυνητική Επαναφόρτιση (Potential Recharge) - PR – είναι το ποσό της υγρασίας που απαιτείται για να έλθει το έδαφος σε κατάσταση κορεσμού και δίνεται από:

$$PR = AWC - (S_s + S_u) \quad (2.36)$$

Δυνητικές Απώλειες (Potential Loss) – PL – είναι η ποσότητα της υγρασίας που θα μπορούσε να χαθεί από το έδαφος μέσω της εξατμοδιαπνοής κατά τη διάρκεια μίας περιόδου με μηδενική βροχόπτωση και δίνεται από:

$$PL = PL_s + PL_u \quad (2.37)$$

$$\text{όπου } PL_s = \min[PE, S_s] \text{ και } PL_u = [PE - PL_s] S_u / AWC, \quad PL_u < S_u$$

Δυνητική Απορροή (Potential Runoff) – PRO – είναι η διαφορά μεταξύ της πιθανής βροχόπτωσης και της δυνητικής επαναφόρτισης. Η δυνητική βροχόπτωση ισούται με την AWC, οπότε η PRO δίνεται από:

$$PRO = AWC - PR = S_s + S_u \quad (2.38)$$

Βήμα 2: Κλιματικοί Συντελεστές

Στο δεύτερο βήμα περιλαμβάνεται βαθμονόμηση του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου σε κανονικά επίπεδα προσομοιώνοντας το υδατικό ισοζύγιο κατά την περίοδο των διαθέσιμων χρονοσειρών της θερμοκρασίας και βροχόπτωσης και με τον τρόπο αυτό προκύπτει η υδατο-ικανότητα υγρασία του υποκείμενου στρώματος του εδάφους και τέσσερις συντελεστές για την περιοχή μελέτης. Οι ακόλουθοι τέσσερις μηνιαίοι συντελεστές υπολογίζονται με τη χρήση των τεσσάρων όρων PE, PR, PRO και PL:

$$\alpha_j = \frac{\overline{ET_j}}{\overline{PE_j}} \quad (2.39)$$

$$b_j = \frac{\overline{R_j}}{\overline{PR_j}} \quad (2.40)$$

$$c_j = \frac{\overline{RO_j}}{\overline{PRO_j}} \quad (2.41)$$

$$d_j = \frac{\overline{L_j}}{\overline{PL_j}} \quad (2.42)$$

όπου ET είναι η εξατμοδιαπνοή, R είναι η επανατροφοδότηση του εδάφους σε νερό, RO είναι η απορροή, και L είναι οι απώλειες του εδάφους σε νερό. Οι παύλες πάνω από τους όρους δείχνουν τις μέσες τιμές των χρονοσειρών για κάθε μήνα j .

Βήμα 3: Τιμές CAFEC

Οι συντελεστές που προκύπτουν χρησιμοποιούνται για να αναλύσουν ξανά τη χρονοσειρά έτσι ώστε να καθοριστεί ποσότητα υγρασίας που απαιτείται για να υπάρχουν κανονικές καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των ανεξάρτητων μηνών. Συγκεκριμένα, υπολογίζονται οι Κλιματικά Κατάλληλες τιμές για τις υπάρχουσες συνθήκες (Climatically Appropriate For Existing Conditions - CAFEC) και επισημαίνονται με μία περισπωμένη (^). Για παράδειγμα οι CAFEC τιμή για ET_j του μήνα j είναι:

$$ET_j = \alpha_j \cdot PE_j \quad (2.43)$$

Όπου PE είναι η δυνητική εξατμοδιαπνοή για τον τρέχοντα μήνα j .

Για την εκτίμηση της δυνητικής εξατμοδιαπνοής χρησιμοποιεί τη μέθοδο [Thornwaite, \(1948\)](#), που υπολογίζεται από δεδομένα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας:

$$PET = 16 \cdot \left[\frac{10T_\alpha}{I} \right]^\alpha \cdot \left[\frac{N}{12} \right] \cdot \left[\frac{1}{30} \right] \quad (2.44)$$

Όπου PET είναι η δυνητική μηνιαία εξατμοδιαπνοή (cm/μήνα), T_α η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C), N είναι ο αριθμός των ωρών της ηλιοφάνειας και I είναι ο ετήσιος θερμικός δείκτης. Οι [Mintz and Walker \(1993\)](#) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος αυτή υπερεκτιμά την PET στις ξηρές περιοχές και την υποτιμά στις υγρές.

Επομένως η CAFEC τιμή για την βροχόπτωση, \hat{P} υπολογίζεται ως εξής:

$$\hat{P} = \alpha_j PE + b_j PR + c_j PRO - d_j PL \quad (2.45)$$

Όπου ο δείκτης j αναφέρεται στην κλίμακα του χρόνου.

Βήμα 4: Δείκτης ανωμαλίας υγρασίας (Moisture Anomaly Index)

Για κάθε μήνα j , η διαφορά μεταξύ της πραγματικής βροχόπτωσης και της CAFEC βροχόπτωσης αποτελεί ένα δείκτη του ελλείμματος ή πλεονάσματος νερού για το συγκεκριμένο μήνα, στο σταθμό ή στην περιοχή που εξετάζεται. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται ως εξής:

$$D = P - \hat{P} \quad (2.46)$$

Αυτή η διαφορά D μετατρέπεται σε δείκτη υγρασιακής ανωμαλίας (Z), γνωστό ως Δείκτης Z του Palmer (Palmer Z-index), σύμφωνα με:

$$Z = K_j \cdot D \quad (2.47)$$

Όπου K_j είναι ο συντελεστής βαρύτητας για το μήνα j που λαμβάνει υπόψη τη χωρική μεταβλητότητα των διαφορών D σαν να ήταν ανεξάρτητες από το χώρο και το χρόνο.

Βήμα 5: Ένταση ξηρασίας (Drought Severity)

Σε αυτό το τελικό βήμα του δείκτη Z , οι χρονοσειρές αναλύονται για να αναπτύξουν τα κριτήρια που θα ορίζουν την έναρξη και τη λήξη της περιόδου ξηρασίας καθώς και μία φόρμουλα που θα καθορίζει την ένταση της. Η μεθοδολογία του Palmer εμπεριέχει τον υπολογισμό τριών ενδιάμεσων δεικτών $X1$, $X2$ και $X3$ καθώς και ένα συντελεστή πιθανότητας. Ο Palmer εξέφρασε την έναρξη και τη λήξη μίας ξηρής (ή υγρής) περιόδου από την άποψη της πιθανότητας ότι η ξηρή ή υγρή περίοδος έχει ξεκινήσει ή έχει τελειώσει. Μία ξηρή ή υγρή περίοδος έχει ολοκληρωτικά παρέλθει όταν αυτή η πιθανότητα φτάσει ή ξεπεράσει το 100%, ενώ ξεκινάει όταν αυτή η πιθανότητα γίνεται μεγαλύτερη του 0% και συνεχίζει να είναι μεγαλύτερη του 0% έως ότου φτάσει το 100%. Κατά τη διάρκεια της περιόδου «αβεβαιότητας» όταν δηλαδή μία περίοδος ξηρασίας (ή μία υγρή περίοδος) μπορεί να έχει ή όχι παρέλθει (όταν η πιθανότητα είναι μεταξύ 0% και 100%) το μοντέλο υπολογίζει τους τρεις δείκτες $X1$, $X2$ και $X3$. $X1$ είναι ο δείκτης μίας υγρής περιόδου που μπορεί ή όχι να είναι εξελίξιμη, $X2$ είναι ο δείκτης μίας ξηρής περιόδου που μπορεί ή όχι να είναι εξελίξιμη και $X3$ είναι ο δείκτης για μία εγκατεστημένη ξηρασία (ή υγρή περίοδο). Αυτοί οι τρεις ενδιάμεσοι δείκτες υπολογίζονται με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$X_j = 0.897 \cdot X_{j-1} + \frac{Z_j}{3} \quad (2.48)$$

Όπου Z_j είναι η τιμή του δείκτη Z για το μήνα j . Το μοντέλο του Palmer επιλέγει μία τιμή από τους τρεις ενδιάμεσους δείκτες ($X1$, $X2$ και $X3$) και την μετατρέπει στην τιμή PDSI ανάλογα με την τιμή του συντελεστή της πιθανότητας. Για παράδειγμα, εάν ο συντελεστής πιθανότητας έχει τιμή από 0 έως 1, τότε ο PDSI έχει την τιμή του $X1$. Εάν ο συντελεστής πιθανότητας έχει τιμή 0 έως -1, τότε ο PDSI έχει την τιμή του $X2$. Και τέλος αν ο συντελεστής πιθανότητας είναι μικρότερος του -1 ή μεγαλύτερος του 1 τότε ο PDSI έχει την τιμή του $X3$. Η κατηγοριοποίηση του καιρού που βασίζεται στον PDSI (Palmer, 1965) φαίνεται στον Πίνακα 2.2. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές Z παρέχουν μία ένδειξη της επιμονής του φαινομένου της ξηρασίας, ενώ ο PDSI δείχνει την ένταση της ξηρασίας.

Πίνακας 2. 2. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη PDSI.

ΤΙΜΕΣ PDSI	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
Μεγαλύτερο από 4.00	Εξαιρετικά υγρή
3.00 μέχρι 3.99	Πολύ υγρή
2.00 μέχρι 2.99	Μετρίως υγρή
1 μέχρι 1.99	Ήπια υγρή

0.50 μέχρι 0.99	Αρχή υγρής περιόδου
0.49 μέχρι -0.49	Σχεδόν φυσιολογική
-0.50 μέχρι -0.99	Αρχή ξηρής περιόδου
-1.00 μέχρι -1.99	Ήπια ξηρασία
-2.00 μέχρι -2.99	Μέτρια ξηρασία
-3.00 μέχρι -3.99	Σοβαρή ξηρασία
-4.00 ή λιγότερο	Ακραία ξηρασία

Τα πλεονεκτήματα του PDSI είναι τα εξής:

- + Είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την έρευνα της αξιολόγησης της ξηρασίας.
- + Αντιμετωπίζει το δύσκολο πρόβλημα της ξηρασίας, χρησιμοποιώντας μόνο τα μηνιαία στοιχεία της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας

Τα μειονεκτήματα του PDSI είναι τα παρακάτω:

- Οι τιμές του έχουν υστέρηση πολλών μηνών σε σχέση τη χρονική στιγμή εμφάνισης μίας ξηρασίας
- Είναι λιγότερο κατάλληλος για ορεινές εκτάσεις ή περιοχές με συχνά ακραία κλιματικά φαινόμενα
- Είναι σύνθετος - έχει μία απροσδιόριστη, ενσωματωμένη χρονική κλίμακα που μπορεί να είναι παραπλανητική.
- Χρησιμοποιούνται διάφορες παραδοχές για τους υπολογισμούς του υδατικού ισοζυγίου
- Έχει πολλούς περιορισμούς και ελλείψεις
- Ορισμένοι από τους τυποποιημένους συντελεστές υπολογίζονται εμπειρικά

2.6.3.5. SURFACE WATER SUPPLY INDEX (SWSI)

Ο SWSI αναπτύχθηκε από τους [Shafer and Dezman \(1982\)](#) για να συμπληρώσει τον Palmer στην Πολιτεία του Colorado, όπου η ορεινή χιονοκάλυψη αποτελεί βασικό στοιχείο της ύδρευσης. Υπολογίζεται ανά λεκάνη απορροής ποταμού, με βάση τη χιονοκάλυψη, τη βροχόπτωση και το διαθέσιμο αποθηκευμένο νερό. Ο SWSI σχεδιάστηκε και χρησιμοποιείται ως ένας δείκτης επιφανειακών υδάτων και διαθεσιμότητας νερού σε ορεινές περιοχές, στις οποίες η χιονοκάλυψη είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Σε αντίθεση, ο Palmer, δεν έχει σχεδιαστεί για μεγάλες τοπογραφικές διαφορές που πιθανόν να υπάρχουν σε μία περιοχή και δεν συνυπολογίζει τη συσσώρευση του χιονιού και τα ακόλουθα φαινόμενα απορροής.

Ο στόχος του SWSI ήταν να ενσωματώσει τόσο τα υδρολογικά όσο και τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά σε μία ενιαία τιμή του δείκτη, που μοιάζει με τον Palmer, για κάθε μεγάλη λεκάνη απορροής ποταμού στην πολιτεία του Κολοράντο ([Shafer and Dezman, 1982](#)). Οι τιμές αυτές θα κανονικοποιούνταν και θα επέτρεπαν τη σύγκριση μεταξύ των λεκανών απορροής.

Για τον υπολογισμό του δείκτη απαιτούνται τέσσερα δεδομένα εισόδου: *Χιονοκάλυψη, απορροή, βροχόπτωση και χωρητικότητα ταμιευτήρων (reservoir storage)*. Επειδή εξαρτάται από την εποχή, ο SWSI κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μόνο τη χιονοκάλυψη, την κατακρήμνιση και τη χωρητικότητα των δεξαμενών. Τους καλοκαιρινούς μήνες, ο παράγοντας χιονοκάλυψης αντικαθίσταται από τα υδατορρέυματα.

Η διαδικασία υπολογισμού του SWSI για μία συγκεκριμένη λεκάνη απορροής είναι η ακόλουθη: τα μηνιαία στοιχεία συλλέγονται και αθροίζονται από όλους τους σταθμούς κατακρημνισμάτων, δεξαμενές και σταθμούς μέτρησης χιονοκάλυψης /υδατορρευμάτων της λεκάνης. Κάθε άθροισμα κανονικοποιείται χρησιμοποιώντας μία ανάλυση συχνοτήτων που συλλέγεται από μία μεγάλη χρονοσειρά δεδομένων. Η πιθανότητα της μη υπέρβασης- δηλαδή η πιθανότητα ότι τα μελλοντικά άθροισμα αυτής της συνιστώσας δε θα είναι μεγαλύτερα από το τρέχον άθροισμα- καθορίζεται για κάθε συνιστώσα με βάση την ανάλυση συχνοτήτων. Αυτό επιτρέπει να συγκριθούν οι πιθανότητες μεταξύ των συνιστωσών. Σε κάθε συνιστώσα έχει δοθεί ένα βάρος ανάλογα με τη συμβολή της στα επιφανειακά ύδατα εντός της λεκάνης και αυτές οι σταθμισμένες συνιστώσες αθροίζονται για να καθορίσουν μία τιμή SWSI που αντιπροσωπεύει ολόκληρη τη λεκάνη. Όπως και ο δείκτης Palmer, έτσι και ο SWSI παίρνει τιμές κοντά στο μηδέν (0) και έχει ένα εύρος μεταξύ -4.2 και 4.2.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα του SWSI είναι τα εξής:

- + Αντιπροσωπεύει συνθήκες ανεφοδιασμού σε νερό που είναι μοναδικές για κάθε λεκάνη απορροής.
- + Είναι απλός στον υπολογισμό
- + Δίνει μία αντιπροσωπευτική μέτρηση του ανεφοδιασμού των επιφανειακών υδάτων.

Τα βασικότερα μειονεκτήματα του SWSI συνοψίζονται παρακάτω:

- Η αλλαγή του σταθμού συλλογής δεδομένων, ή διαχείρισης των υδάτων απαιτεί τον υπολογισμό νέων αλγορίθμων
- Ο δείκτης είναι μοναδικός για κάθε λεκάνη απορροής γεγονός που περιορίζει τις συγκρίσεις εσωτερικά της λεκάνης.
- Αν για κάποιο λόγο μέσα σε μία λεκάνη απορροής διακοπεί η χρήση κάποιου σταθμού, ή προστεθούν κάποιοι άλλοι, τότε θα πρέπει να ξαναυπολογιστούν οι νέες κατανομές συχνοτήτων για την κάθε συνιστώσα.
- Πρόσθετες αλλαγές στη διαχείριση του νερού μέσα σε μία λεκάνη, όπως οι εκτροπές ροής ποταμών, ή νέων ταμιευτήρων, σημαίνει ότι όλος ο αλγόριθμος για την εν λόγω λεκάνη πρέπει να επανασχεδιαστεί για να ληφθούν υπόψη οι αλλαγές στο βάρος της κάθε συνιστώσας. Δεν διατηρεί δηλαδή μία ομοιογενή χρονοσειρά του δείκτη.

- Ακραία φαινόμενα μπορούν επίσης να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα, αν τα γεγονότα είναι πέρα από τις ιστορικές χρονοσειρές και ο δείκτης θα πρέπει να επαναξιολογηθεί για να συμπεριλάβει αυτά τα γεγονότα στην κατανομή συχνοτήτων μίας συνιστώσας της λεκάνης.

2.6.3.6. RECLAMATION DROUGHT INDEX (REDI- 1988)

Ο ReDI αναπτύχθηκε ως ένα εργαλείο για τον καθορισμό της σοβαρότητας/έντασης και της διάρκειας της ξηρασίας καθώς και για την πρόβλεψη της έναρξης και λήξης των περιόδων αυτών. Όπως και ο SWSI, έτσι και ο ReDI υπολογίζεται σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού και ενσωματώνει τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, τη χιονοκάλυψη, την απορροή και το επίπεδο αποθήκευσης των ταμιευτήρων. Διαφέρουν στο δεύτερο συνθέτει μία συνιστώσα ζήτησης που βασίζεται στη θερμοκρασία και προσθέτει μία διάρκεια στο δείκτη. Οι τιμές του δείκτη κατηγοριοποιούνται όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2. 3. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη ReDI-1988.

ΤΙΜΕΣ ReDI	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
Μεγαλύτερο από 4.00	Εξαιρετικά υγρή
1.50 μέχρι 4.00	Μετρίως υγρή
1.00 μέχρι 1.50	Ήπια υγρή
0 μέχρι -1.5	Ήπια ξηρή
-1.50 μέχρι 4.00	Μέτρια ξηρασία
Μικρότερο από -4.00	Ακραία ξηρασία

Το βασικότερα πλεονεκτήματά του είναι τα εξής:

- + Ο ReDI μπορεί να προσαρμοστεί σε κάθε περιοχή
- + Λαμβάνει υπόψη το κλίμα σε συνδυασμό με τη διαθεσιμότητα σε νερό.
- + Λαμβάνει υπόψη τη θερμοκρασία, άρα κατά κάποιο τρόπο ενσωματώνει και την εξάτμιση

Τα μειονεκτήματα του ReDI συνοψίζονται παρακάτω:

- Είναι μοναδικός για κάθε λεκάνη απορροής και δεν επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ λεκανών.

2.6.3.7. CROP MOISTURE INDEX (CMI)

Ο Palmer, 1968, ανέπτυξε ένα παράγωγο δείκτη του PDSI ο οποίος προσδιορίζει τον ανεφοδιασμό υγρασίας σε σύντομο χρονικό διάστημα, σε μεγάλες καλλιεργητικές περιοχές. Χρησιμοποιεί ουσιαστικά μία μετεωρολογική προσέγγιση για την παρακολούθηση των εβδομαδιαίων συνθηκών καλλιέργειας. Η διαφορά του CMI από τον PDSI είναι ότι ο δεύτερος παρακολουθεί μακροχρόνια μετεωρολογικά υγρές και ξηρές περιόδους, ενώ ο δεύτερος αξιολογεί τις βραχυπρόθεσμες συνθήκες υγρασίας σε όλες τις κύριες καλλιεργητικές περιοχές. Βασίζεται στη μέση θερμοκρασία και συνολική βροχόπτωση κάθε εβδομάδας μέσα σε ένα τμήμα του κλίματος καθώς και στην τιμή του CMI από την προηγούμενη εβδομάδα. Ο CMI ανταποκρίνεται γρήγορα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και είναι σταθμισμένος με βάση την τοποθεσία και την ώρα.

Το βασικό πλεονεκτήματα του CMI είναι ότι προσδιορίζει πιθανές γεωργικές ξηρασίες. Τα μειονεκτήματα του CMI συνοψίζονται παρακάτω:

- Δεν αξιολογεί τις ξηρασίες μακροπρόθεσμα
- Η άμεση αντίδραση του δείκτη στις αλλαγές των βραχυπρόθεσμων συνθηκών μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, μία ευεργετική/ ωφέλιμη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της ξηρασίας μπορεί να επιτρέψει στις τιμές του CMI να υποδείξει κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, ενώ η μακροχρόνια ξηρασία να εξακολουθεί να υφίσταται στη συγκεκριμένη θέση.
- Ο δείκτης ξεκινά και τελειώνει κάθε καλλιεργητική περίοδο με τιμή κοντά στο μηδέν. Αυτός ο περιορισμός εμποδίζει τη χρήση του στην παρακολούθηση των συνθηκών υγρασίας εκτός της γενικής καλλιεργητικής περιόδου, ιδιαίτερα σε ξηρασίες που εκτείνονται σε διάστημα πολλών ετών.
- Μπορεί να μην εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια βλάστησης των σπόρων, στην έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου.

2.6.3.8. DECILES

Οι Gibbs and Maher (1967) ανέπτυξαν τον δείκτη DECILES ο οποίος ομαδοποιεί μηνιαίες βροχοπτώσεις που βασίζονται σε δεκατημόρια. Η καταγραφή αυτή αποτελεί μία από τις τεχνικές παρακολούθησης της ξηρασίας και διαιρεί την κατανομή των περιστατικών/συμβάντων κατά τη διάρκεια μίας μακροχρόνιας περιόδου υψηλών βροχοπτώσεων σε δέκατα. Κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες ονομάζεται δεκατημόριο. Το πρώτο δεκατημόριο είναι το σύνολο των βροχοπτώσεων που δεν υπερβαίνει το χαμηλότερο 10% των συμβάντων βροχόπτωσης.

Το δεύτερο δεκατημόριο είναι το σύνολο των βροχοπτώσεων που δεν υπερβαίνει το χαμηλότερο 20% των συμβάντων βροχόπτωσης. Αυτά τα δεκατημόρια συνεχίζονται μέχρι να καλύψουν το 100% των βροχοπτώσεων, δηλαδή μέχρι το δέκατο δεκατημόριο που είναι το μεγαλύτερο ποσό βροχοπτώσεων. Εξ'

ορισμού λοιπόν, το πέμπτο δεκατημόριο είναι το μεσαίο που δεν υπερβαίνει το 50% των περιστατικών κατά τη διάρκεια της καταγραφής. Οι τιμές του δείκτη κατηγοριοποιούνται όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2. 4. Κατηγοριοποίηση ξηρασίας με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη DECILES.

ΤΙΜΕΣ DECILES	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
9 - 10 (highest 20%)	Πολύ πάνω από το κανονικό
7 – 8 (next highest 20%)	Πάνω από το κανονικό
5-6 (middle 20%)	Κανονικό
3-4 (next lowest 20%)	Κάτω από το κανονικό
1-2 (lowest 20)	Πολύ κάτω από το κανονικό

Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε ως η μετεωρολογική μέτρηση της ξηρασίας στην Αυστραλία, επειδή είναι σχετικά απλή στον υπολογισμό και απαιτεί λιγότερα δεδομένα και λιγότερες υποθέσεις από αυτές του Palmer (Smith et al., 1993). Σε αυτό το σύστημα, οι γεωργοί και οι κτηνοτρόφοι μπορούν να ζητήσουν μόνο τη βοήθεια της κυβέρνησης εάν η ξηρασία αποδειχθεί ότι είναι ένα γεγονός που συμβαίνει μόνο μία φορά σε 20-25 χρόνια (δεκατημόρια 1 και 2, πάνω από 100 έτη ρεκόρ) και έχει διαρκέσει περισσότερο από 12 μήνες (White and O’Meagher, 1995). Αυτή η ομοιομορφία στις ταξινομήσεις της ξηρασίας, σε αντίθεση με ένα σύστημα που βασίζεται στο ποσοστό (επί τοις %) των κανονικών βροχοπτώσεων, έχει βοηθήσει τις αρχές της Αυστραλίας για τον προσδιορισμό κατάλληλων απαντήσεων στην αντιμετώπιση της ξηρασίας.

Το βασικότερο πλεονέκτημα του DECILES είναι ότι παρέχει με ακρίβεια μία στατιστική μέτρηση της βροχόπτωσης, ενώ το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί μία μακρά βάση δεδομένων όσον αφορά το κλίμα για να δώσει ακριβείς υπολογισμούς.

2.7 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ FDI

Κατά την διαδικασία ανάπτυξης του δείκτη FDI ακολουθήθηκαν όλα τα στάδια, όπως αυτά αναλύθηκαν στη βιβλιογραφία. Ταυτόχρονα για την εξέταση του ως προς τη χρησιμότητα του, έγινε σύγκριση του με ορισμένους από τους ήδη υπάρχοντες και διαπιστώθηκε ότι για την περιοχή που εξετάστηκε αποτυπώνει το φαινόμενο της ξηρασίας ιδιαίτερα ικανοποιητικά, όπως αναλύεται στα επόμενα κεφάλαια. Αυτή η μεθοδολογική προσέγγιση με τη χρησιμοποίηση και των συγκεκριμένων παραμέτρων που απαιτεί ο ορισμός αυτού του νέου δείκτη, αποτελεί και την **κύρια καινοτομία** της παρούσας προσπάθειας.

Ο δείκτης που χρησιμοποιείται περισσότερο από την επιστημονική κοινότητα για την αναγνώριση και πρόβλεψη της ξηρασίας είναι ο SPI, ο οποίος δίνει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την

αποτύπωση του φαινομένου, ενώ απαιτεί δεδομένα μίας μόνο παραμέτρου. Όμως το πλεονέκτημά του αυτό, αποτελεί ταυτόχρονα και μειονέκτημα, αφού με το να μην συμπεριλαμβάνει στους υπολογισμούς του ενδεχόμενα σημαντικές παραμέτρους, όπως η εξατμοδιαπνοή, μπορεί να σημαίνει πώς υπάρχουν περιθώρια βελτίωσής του, με την ταυτόχρονη εξέταση και εισαγωγή άλλων σημαντικών παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου.

Η εξατμοδιαπνοή αποτελεί παράμετρο του υδατικού ισοζυγίου, όπως έχει ήδη αναφερθεί και πρέπει να εξετάζεται σε συνδυασμό με τη βροχόπτωση, όπου αυτό είναι δυνατόν, προκειμένου να ερευνώνται ανάμεσα στα άλλα και τα υδατικά αποθέματα μιας περιοχής. Δηλαδή, η μελέτη της ξηρασίας είναι γεγονός πλέον ότι επιβάλλει την ταυτόχρονη εξέταση τόσο της βροχόπτωσης (προσφορά ύδατος), όσο και της εξατμοδιαπνοής (ζήτηση ύδατος), ιδίως σε αγροτικές περιοχές ή περιοχές που καλύπτονται από βλάστηση. Παρόλο που έχουν αναπτυχθεί κι άλλοι δείκτες που ενσωματώνουν την εξατμοδιαπνοή στη δομή τους, αυτοί έχουν πολλά μειονεκτήματα όπως περιγράφεται στις προηγούμενες ενότητες (Κεφάλαιο 2).

Ταυτόχρονα στον δείκτη FDI, χρησιμοποιείται η μέθοδος εκτίμησης εξατμοδιαπνοής των Hargreaves & Samani (1985), μέθοδος η οποία μετά από σχετική έρευνα, εκτός του ότι χρησιμοποιεί δεδομένα λίγων παραμέτρων, προέκυψε ότι μπορεί να δώσει και τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες όπως αναλύθηκε (Κεφ. 2.4.3). Υπάρχουν δείκτες ξηρασίας που έχουν ενσωματώσει άλλες μεθόδους εκτίμησης της εξατμοδιαπνοής των οποίων τα μειονεκτήματα είναι πολλές φορές πολλαπλά όπως αναλύθηκε, με συνέπεια και τα αποτελέσματα του τελικού δείκτη να μεταφέρουν αυτή την πολλαπλασιαζόμενη αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις τους.

Τέλος, αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται και η αντίστοιχα **καινοτόμος προσπάθεια** με το λογισμικό αυτόματου υπολογισμού των τιμών του δείκτη, ούτως ώστε η εφαρμογή του και η χρησιμοποίησή του στη λήψη των αποφάσεων να διευκολύνεται και από τους μη επαίοντες χρήστες. Οι λήπτες των αποφάσεων δεν είναι τις περισσότερες φορές ειδικοί επιστήμονες και για το λόγο αυτό είναι ωφέλιμο να διατίθεται λογισμικό αυτόματου υπολογισμού του δείκτη. Με τον τρόπο αυτό σώζεται χρόνος και πόροι, και αυτό στην Διαχείριση είναι πολύ σημαντικό.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Από τη μελέτη των δεικτών ξηρασίας που χρησιμοποιούνται ευρέως τα τελευταία χρόνια προκύπτει ότι η ενσωμάτωση της εξατμοδιαπνοής είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι η παράμετρος αυτή υποδηλώνει ποσότητα νερού που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και επηρεάζει τα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα. Παρόλο που έχουν αναπτυχθεί ήδη, όπως αναφέρθηκε, δείκτες που συμπεριλαμβάνουν και την εξατμοδιαπνοή, εντούτοις αυτοί δεν φαίνεται να δίνουν ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα και παρουσιάζουν πολλές αδυναμίες. Αντίστοιχα, ο δείκτης SPI, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως λόγω των λίγων παραμέτρων που απαιτεί, έχει βασικό μειονέκτημα ότι δεν λαμβάνει υπόψη την εξατμοδιαπνοή στον υπολογισμό των τιμών του. Ταυτόχρονα, η εκτεταμένη αναφορά του τύπου για τα προβλήματα που δημιουργήσε η ξηρασία τα τελευταία χρόνια, έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω μελέτη.

Έτσι πριν από την ανάπτυξη της μεθοδολογίας έλαβε χώρα η διαμόρφωση και ανάλυση διακριτών, περιγραφικών υποθέσεων που θα αποτελέσουν το «κλειδί» για την ανάπτυξη του δείκτη FDI. Πιο συγκεκριμένα για την ανάπτυξη του δείκτη FDI, έγιναν οι εξής **υποθέσεις** ως προς την *ανάπτυξη* του, την *εφαρμογή* του αλλά και την *ωφελιμότητά* του:

- **Υπόθεση 1^η** : Η εισαγωγή της εξατμοδιαπνοής στην ανάλυση της ξηρασίας θα βελτιώσει την προσέγγιση της αναγνώρισης αλλά και της κατηγοριοποίησης του φαινομένου. Μετά από τη μελέτη της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι ο πιο αξιόπιστος δείκτης αναγνώρισης και πρόβλεψης της ξηρασίας είναι ο SPI, ο οποίος τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται και σαν αναφορά. Όμως ο SPI χρησιμοποιεί μόνο τη βροχόπτωση με αποτέλεσμα να μην συμπεριλαμβάνει στους υπολογισμούς του σημαντικές παραμέτρους όπως η εξατμοδιαπνοή και αυτό σημαίνει πώς επιδέχεται βελτίωση. Στη γενική εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου η βροχόπτωση (κατακρημνίσματα) αποτελεί την παράμετρο εκείνη που έχει θετικό πρόσημο ως προς την προσφορά νερού. Η ανάπτυξη λοιπόν ενός νέου δείκτη ο οποίος συνυπολογίζει εκτός από τη βροχόπτωση και άλλες παραμέτρους, όπως η εξατμοδιαπνοή, θα λειτουργούσε θετικά, δεδομένου ότι οι δείκτες που χρησιμοποιούνται ως σήμερα δίνουν, σαφώς, πληροφορίες για τα γεγονότα ξηρασίας που εμφανίζονται κατά τόπους και σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, όμως είναι δυνατόν να παρουσιάσουν μειονεκτήματα όπως περιγράφεται στην Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Κεφάλαιο 2).
- **Υπόθεση 2^η** : Η αξιολόγηση του δείκτη FDI, μέσω εφαρμογής, σύγκρισης και συσχέτισης των τιμών του με άλλους σχετικούς δείκτες θα τονίσει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του ιδίου αλλά και των άλλων δεικτών που θα συμμετέχουν στην ανάλυση. Με τον τρόπο αυτό θα γίνει σαφές σε ποιες περιπτώσεις ο δείκτης θα μπορούσε να εφαρμοστεί προκειμένου να εκτιμήσει/αξιολογήσει ένα φαινόμενο ξηρασίας.

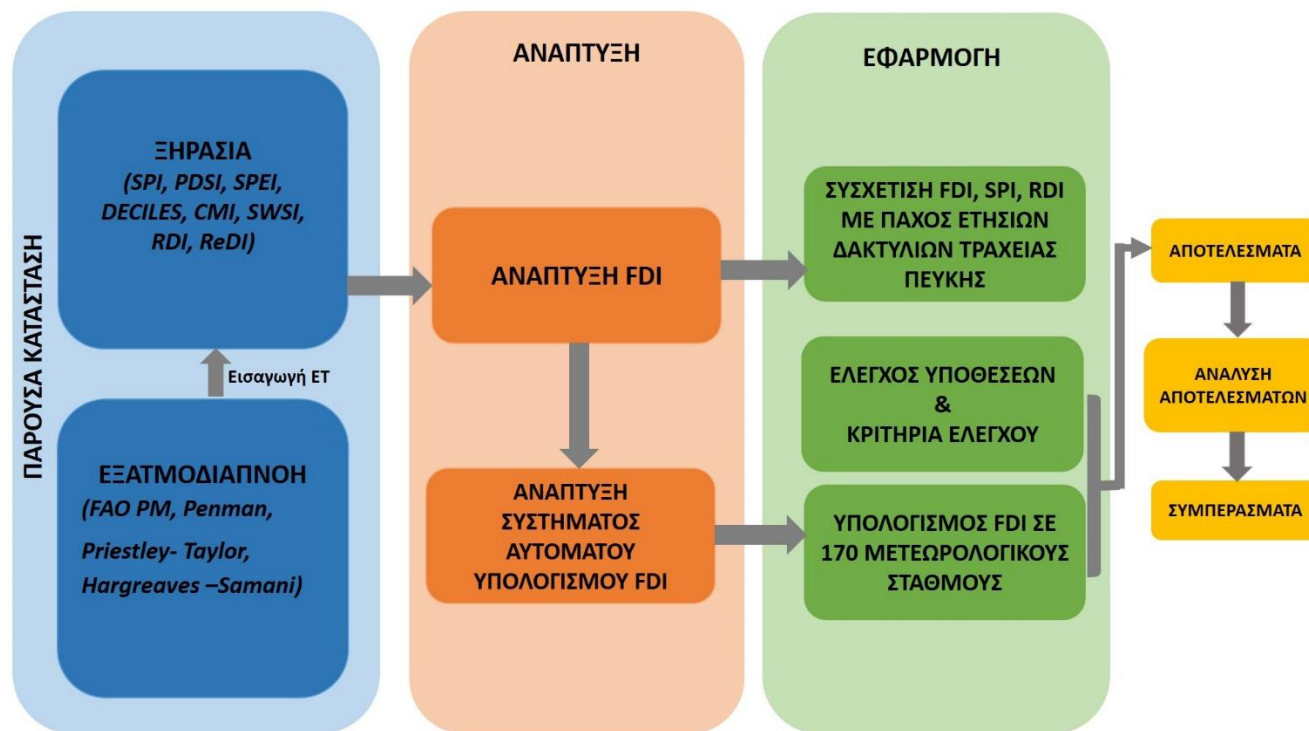
- **Υπόθεση 3^η** : Η ύπαρξη αξιόπιστων και έγκυρων δεδομένων επηρεάζει περισσότερο από οτιδήποτε άλλο την εφαρμογή του δείκτη και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από αυτή, όπως στην πλειοψηφία των επιστημονικών ερευνών. Επομένως, γίνεται η υπόθεση ότι υπάρχουν δεδομένα αξιόπιστα που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των τιμών του δείκτη. Με τον τρόπο αυτό θα παράγονται αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την αναγνώριση και πρόβλεψη του φαινομένου της ξηρασίας και θα μειώνεται η αβεβαιότητα στη διαχείρισή του.
- **Υπόθεση 4^η** : Ο δείκτης FDI θα αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στη λήψη των αποφάσεων, εφόσον θα αναγνωρίζει και θα κατηγοριοποιεί τα επεισόδια ξηρασίας, ενώ θα μπορέσει να χρησιμεύσει και στην πρόβλεψη του φαινομένου. Επειδή όμως οι λήπτες των αποφάσεων, τις περισσότερες φορές, δεν είναι ειδικοί επιστήμονες, η παροχή ενός αυτόματου λογισμικού (FDI calculator ή FDI-c) που θα υπολογίζει αυτόματα τις τιμές του δείκτη θα μπορούσε να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη. Επομένως η χρήση ενός δείκτη όπως ο FDI από τους λήπτες αποφάσεων θα μπορούσε να ενεργοποιήσει έγκαιρα δράσεις που θα μείωναν τις συνέπειες της ξηρασίας. Ως αποτέλεσμα θα μειωνόταν και η τρωτότητα (vulnerability) της κοινωνίας στο φαινόμενο αυτό.
- **Υπόθεση 5^η** : Τέλος γίνεται η υπόθεση ότι ο δείκτης FDI θα εφαρμοστεί και θα χρησιμοποιηθεί στη διαχείριση υδατικών πόρων, όπως στην περίπτωση της διαχείρισης επικινδυνότητας (Risk Management). Ο βαθμός που θα χρησιμοποιηθεί από τους λήπτες των αποφάσεων (decision makers) καθορίζει τελικά τη χρησιμότητα του και την επιτυχία της ανάπτυξης του.

Το γεγονός ότι ο δείκτης FDI αναπτύχθηκε με βάση όλες τις παραπάνω υποθέσεις αποτελεί και την κύρια καινοτομία της μελέτης. Στην Εικόνα 3.1 δίνεται σχηματικά η σχέση μεταξύ των υποθέσεων αυτών και η κατηγοριοποίησή τους.



Εικόνα 3.1 . Υποθέσεις Έρευνας

Επομένως λαμβάνοντας υπόψη τις υποθέσεις αυτές, παρακάτω αναλύεται η μεθοδολογική προσέγγιση που πραγματοποιήθηκε, η οποία μάλιστα αναπαρίσταται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3. 2. Δομή Διατριβής

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η μελέτη της **παρούσας κατάστασης**, μελετήθηκαν δείκτες που έχουν αναπτυχθεί και ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν οι δείκτες Δείκτης Ξηρασίας: Standardized Precipitation Index (SPI), (McKee et al, 1993), Reconnaissance Drought Index (RDI), (Tsakiris et al., 2007), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), (Vicente-Serrano, 2010), Palmer Drought Severity Index – PDSI (Palmer, 1965), Surface Water Supply Index (SWSI), (Shafer & Dezman, 1982), Reclamation Drought Index (ReDI), Crop Moisture Index (CMI), (Palmer, 1968), Deciles (Gibbs and Maher, 1967).

Ταυτόχρονα μελετήθηκε η παράμετρος της εξατμοδιαπνοής, διότι αποτελεί μία πολύ σημαντική παράμετρο που επηρεάζει το μικροκλίμα μιας περιοχής και για το λόγο αυτό θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάπτυξη δεικτών ξηρασίας. Επομένως μελετήθηκαν και παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της παραμέτρου, αλλά δίνονται και οι λόγοι που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος εκτίμησης Hargreaves & Samani (1985) κατά την ανάπτυξη του FDI.

Ακολούθησε η **ανάπτυξη** του δείκτη FDI αλλά και η ανάπτυξη λογισμικού για τον αυτόματο υπολογισμό του δείκτη, το FDI-c. Ο Δείκτης FDI έχει το πλεονέκτημα ότι αποδίδει το φαινόμενο της ξηρασίας λαμβάνοντας

υπόψη όχι μόνο τη βροχόπτωση αλλά και την εξατμοδιαπνοή, ενώ απαιτεί δεδομένα (βροχόπτωση, θερμοκρασία, R_a) τα οποία είναι διαθέσιμα σε πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς.

Στη συνέχεια έγινε η **εφαρμογή** του δείκτη σε δύο στάδια:

- Εφαρμογή σε 170 μετεωρολογικούς σταθμούς στην κεντρική και τη νότια Ευρώπη, αλλά και τη δυτική Ασία (Τουρκία). Μετά τη συλλογή όλων των μετεωρολογικών δεδομένων από όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς άρχισε η επεξεργασία τους. Τα δεδομένα ήταν σε μηνιαίες τιμές. Στη συνέχεια οι κενές τιμές συμπληρώθηκαν όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη δημιουργήθηκαν όλα τα διαγράμματα του FDI για τα χρονικά βήματα τριών, έξι, εννέα και δώδεκα μηνών (FDI3, FDI6, FDI9, FDI12). Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιήθηκε ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων εισαγωγής διότι στην περίπτωση εσφαλμένης τιμής π.χ. βροχόπτωσης ο δείκτης δεν θα ανταποκρινόταν σωστά. Για όσους από τους σταθμούς υπήρχαν δεδομένα για το 2003 οι τιμές του δείκτη συγκρίνονται και με τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη SPI και τα αποτελέσματα δίνονται σε χάρτη. Συγκεκριμένα σε χάρτη αποδόθηκαν οι τιμές του δείκτη FDI και SPI για χρονικά βήματα 6 και 12 μηνών για τον Αύγουστο του 2003, που για την Ευρώπη θεωρείται μία ιδιαίτερα ξηρή χρονιά. Αντίστοιχη αξιολόγηση γίνεται και για τον Ελλαδικό χώρο, όπου έγινε σύγκριση των τιμών του FDI με αυτές του SPI για τον Μάιο και τον Οκτώβριο του 1990 που θεωρείται ως ένα από τις πιο ξηρά έτη για την Ελλάδα. Τα αποτελέσματα επίσης αποτυπώνονται σε χάρτες.
- Εφαρμογή στην περιοχή της Νήσου Σάμου και σύγκριση των τιμών του με τις τιμές των αντίστοιχων ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών (SPI, PDSI, RDI, DECILES). Όλοι οι δείκτες συσχετίστηκαν με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Tens) από εγκάρσια τομή. Πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι υποθέσεων και περιγράφονται τα κριτήρια ελέγχου. Η υπόθεση που λαμβάνει χώρα είναι ότι “Ο σύνθετος δείκτης, FDI, που αναπτύχθηκε, είναι σε θέση να αξιολογήσει πληρέστερα το φαινόμενο της ξηρασίας συγκριτικά με τον ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη Standardized Precipitation Index - SPI (Mc Kee, 1989)“.

Τέλος, ακολουθεί ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων και τα συμπεράσματα όπως αυτά προέκυψαν μετά την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων και γίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η περιοχή μελέτης είναι η κεντρική και νότια (Μεσογειακή) Ευρώπη καθώς και ορισμένες περιοχές της Δυτικής Ασίας (Τουρκίας). Λόγω της έκτασης της, η περιγραφή της γίνεται συντομογραφικά.

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

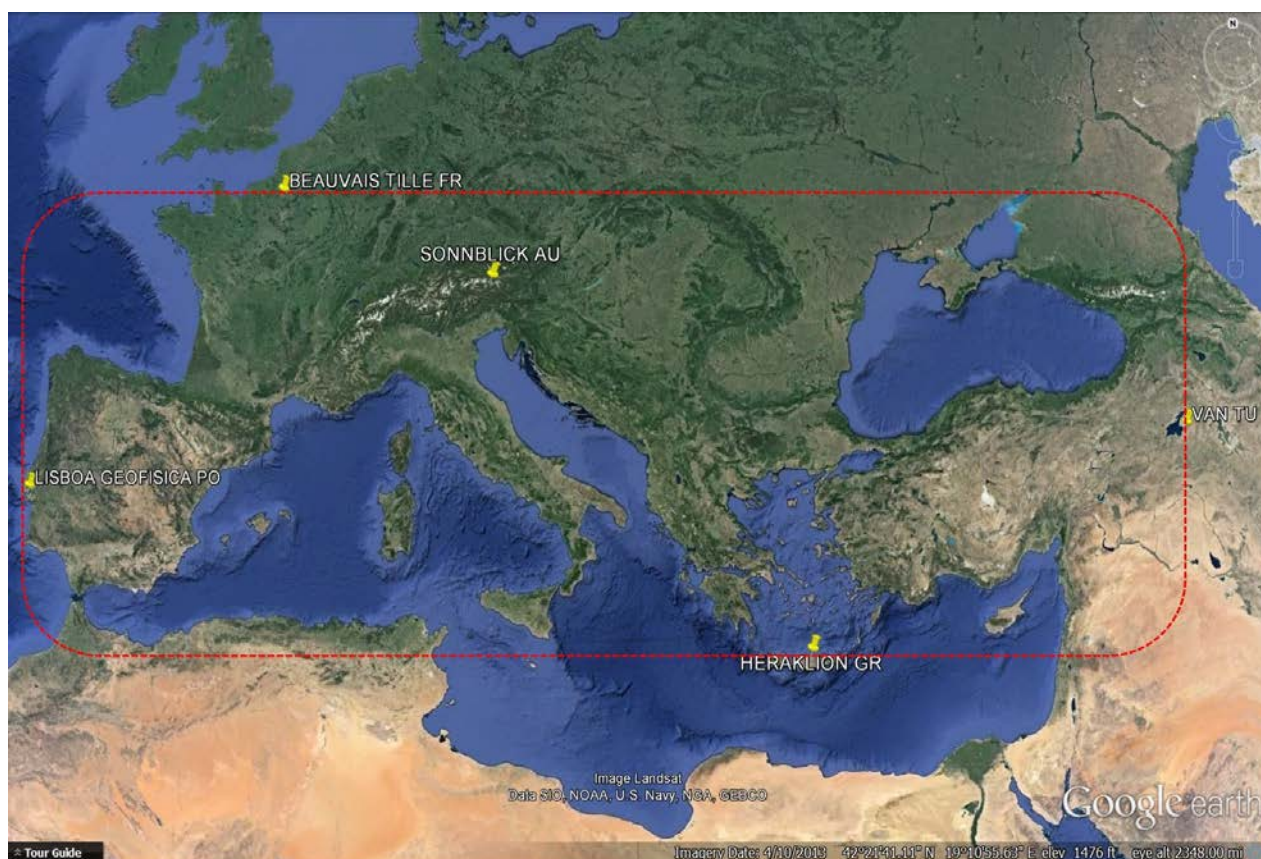
Η Ευρώπη βρίσκεται στη βόρεια Εύκρατη ζώνη και το μεγαλύτερο μέρος της περιβάλλεται από θάλασσα. Εξαιτίας της θέσης της και το κλίμα της χαρακτηρίζεται ως εύκρατο, με εξαίρεση τις βόρειες περιοχές της. Παρόλα ταύτα όμως, από τόπο σε τόπο παρουσιάζει διαφορές. Το ευρωπαϊκό κλίμα γενικότερα χαρακτηρίζεται από τέσσερις τύπους: το ωκεάνιο κλίμα (περιοχές δυτικής Ευρώπης), το ηπειρωτικό κλίμα (περιοχές της ανατολικής Ευρώπης), το μεσογειακό κλίμα στη νότια Ευρώπη και το αρκτικό κλίμα (σε ένα μικρό μέρος της βόρειας Ευρώπης). Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει περιοχές με ωκεάνιο (πχ Πορτογαλία), ηπειρωτικό (πχ Αυστρία, Ουγγαρία) και μεσογειακό κλίμα (πχ Ελλάδα, νότια Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία).

Η νότια Ευρώπη είναι αυτή που κυρίως πλήττεται από ξηρασίες λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων αλλά και πολύ υψηλών θερμοκρασιών (άρα αυξημένης εξατμοδιαπνοής) το καλοκαίρι. Το κλίμα της έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Αντίθετα η κεντρική και ανατολική Ευρώπη είναι σχετικά υγρή περιοχή αφού χαρακτηρίζεται από ψυχρούς χειμώνες και ζεστά αλλά με πολλές βροχές καλοκαίρια.

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται από τη βόρεια Γαλλία (Beauvais Tille, γεωγραφικό πλάτος 49.45) προς Βορρά, έως την Κρήτη (Heraklion, γεωγραφικό πλάτος 35.33) προς Νότο και από την Πορτογαλία (Lisboa Geofisica, γεωγραφικό μήκος -9.15) προς Δύση, ως την περιοχή Van της Τουρκίας (Van, γεωγραφικό μήκος 43.32) προς Ανατολή (Πίνακας 4.1, Εικόνα 4.1).

Πίνακας 4. 1 Γεωγραφικά όρια της περιοχής μελέτης

ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΧΩΡΑ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
VAN	Turkey	1662	38.45	43.32
LISBOA GEOFISICA	Portugal	77	38.72	-9.15
BEAUVAIS TILLE	France	89	49.45	2.13
HERAKLION	Greece	39	35.33	25.18
SONNBLICK	Austria	3106	47.05	12.95



Εικόνα 4. 1 . Γεωγραφικά όρια της περιοχής μελέτης και σταθμός με το μεγαλύτερο υψόμετρο

Ταυτόχρονα, οι σταθμοί που μελετήθηκαν κυμαίνονται από σχεδόν μηδενικό υψόμετρο (παραθαλάσσιοι σταθμοί όπως Cadiz στην Ισπανία και Patra στην Ελλάδα) έως 3106m στο σταθμό Sonnblick της Αυστρίας. Ο λόγος που επιλέχθηκε ολόκληρη η περιοχή είναι ακριβώς για να ελεγχθεί αν ο δείκτης ανταποκρίνεται σωστά στο κλίμα της κάθε περιοχής, για να υπάρχει δηλαδή ένας ποιοτικός έλεγχος των αποτελεσμάτων.

4.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ

Για την εφαρμογή του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 170 μετεωρολογικούς σταθμούς από 15 χώρες της Ευρώπης και 1 της Ασίας (Τουρκία) όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.2. Ταυτόχρονα οι πηγές των δεδομένων είναι τρεις:

- National Oceanic and Atmospheric administration (NOAA) - 145 σταθμοί

(<http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/search>)

- Climate explorer - 13 σταθμοί

(<http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?id=someone@somewhere>)

– Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) - 12 σταθμοί

(http://www.hnms.gr/hnms/greek/Paroxi/paroxi_climatologica11)

Πίνακας 4. 2 Περιοχές στις οποίες εφαρμόστηκε ο δείκτης FDI.

ΧΩΡΑ	ΠΗΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ			ΣΤΑΘΜΟΙ/ ΧΩΡΑ
	ΣΤΑΘΜΟΙ ΝΟΟΑ	ΣΤΑΘΜΟΙ CLIMATE EXPLORER	ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΜΥ	
1. ΑΥΣΤΡΙΑ	5	0	0	5
2. ΒΟΣΝΙΑ-ΕΡΖΕΓΟΒΙΝΗ	1	0	0	1
3. ΚΥΠΡΟΣ	2	0	0	2
4. ΓΑΛΛΙΑ	13	0	0	13
5. ΕΛΛΑΔΑ	7	0	12	19
6. ΟΥΓΓΑΡΙΑ	1	0	0	1
7. ΚΡΟΑΤΙΑ	8	0	0	8
8. ΙΤΑΛΙΑ	5	7	0	12
9. ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	5	0	0	6
10. ΡΟΥΜΑΝΙΑ	21	0	0	21
11. ΣΕΡΒΙΑ	3	0	0	3
12. ΣΛΟΒΕΝΙΑ	15	0	0	15
13. ΙΣΠΑΝΙΑ	54	0	0	54
14. ΤΟΥΡΚΙΑ	5	4	0	9
15. ΜΟΛΔΑΒΙΑ	0	1	0	1
16. ΟΥΚΡΑΝΙΑ	0	1	0	1
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΘΜΩΝ				170
ΣΤΑΘΜΟΙ / ΠΗΓΗ	145	13	12	

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από τις παραπάνω πηγές είναι αυτά που απαιτούνται για να εφαρμοστεί ο δείκτης FDI, δηλαδή i)συνολική μηνιαία βροχόπτωση, ii)μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα, iii)μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα, iv)μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα, ενώ από το γεωγραφικό πλάτος κάθε σταθμού υπολογίστηκε η ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας R_a (Extraterrestrial Radiation).

4.2.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA)

Το NOAA's National Climatic Data Center (NCDC) είναι υπεύθυνο για την διατήρηση, την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την παροχή δημόσιας πρόσβασης σε παγκόσμια κλιματικά και ιστορικά καιρικά δεδομένα και πληροφορίες, καθώς και πολλά άλλα εργαλεία σχετικά με ακραία γεγονότα και δυναμικές πληροφορίες για το κλίμα. Η αποστολή του NOAA NCDC είναι η διατήρηση αυτών των δεδομένων και η διάθεσή τους στο κοινό, τις επιχειρήσεις, τη βιομηχανία, τις κυβερνήσεις και φυσικά την επιστημονική κοινότητα.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από το NOAA προέρχονται από 145 εδαφικούς σταθμούς (land-based station data) και οι θέσεις τους φαίνονται στο Παράρτημα Ι. Στους σταθμούς αυτούς οι παρατηρήσεις συλλέγονται από όργανα εγκατεστημένα στο έδαφος. Για την εφαρμογή του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν σταθμοί από τη Νότια (Μεσογειακή) και κεντρική Ευρώπη και την Δυτική Ασία (Τουρκία). Οι σταθμοί του NOAA ανήκουν στο δίκτυο του World Meteorological Organization (WMO). Παρέχουν μετρήσεις για θερμοκρασία, σημείο δρόσου, σχετική υγρασία, βροχόπτωση, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, ορατότητα, ατμοσφαιρική πίεση, καθώς και μετρήσεις από διάφορα είδη καιρικών συμβάντων, όπως χαλάζι, ομίχλη και κεραυνούς. Ο NOAA παρέχει ένα ευρύ επίπεδο υπηρεσιών που συνδέονται με παρατηρήσεις εδάφους (land-based), όπως είναι η συλλογή δεδομένων, ο ποιοτικός έλεγχος τους και η αρχειοθέτηση τους. Υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία, ετήσια κλπ χρονική κλίμακα

Η διαθεσιμότητα των δεδομένων ποικίλει ανάλογα με τα δεδομένα και το σταθμό. Κάποιοι σταθμοί διαθέτουν χρονοσειρές δεδομένων μεγαλύτερες των 100 ετών. Όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από το NOAA ανήκουν στο Global Historical Climatology Network (GHCN), το οποίο είναι μία ολοκληρωμένη βάση δεδομένων από εδαφικούς σταθμούς ανά τον κόσμο που υπόκεινται σε μια κοινή πολιτική διασφάλισης ποιότητας. (Πηγή: <http://www.ncdc.noaa.gov/data-access/land-based-station-data/land-based-datasets>)

4.2.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ CLIMATE EXPLORER

The Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) Climate Explorer είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή για την στατιστική ανάλυση κλιματικών δεδομένων. Ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1999 ως μία ιστοσελίδα για τηλεπικοινωνίες και πλέον κατέχει πάνω από 1TB κλιματικών δεδομένων και δεκάδες εργαλεία ανάλυσης. Πλέον αποτελεί μέρος του WMO Regional Climate Centre του KNMI.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από τον Climate Explorer προέρχονται από 13 εδαφικούς σταθμούς, από 4 χώρες (Τουρκία, Ιταλία, Ουκρανία, Μολδαβία) και τα στοιχεία των οποίων φαίνονται στον Πίνακα 4.3. Οι παρατηρήσεις επίσης συλλέγονται από όργανα εγκατεστημένα στο έδαφος. Οι σταθμοί του Climate Explorer ανήκουν επίσης στο δίκτυο του World Meteorological Organization (WMO). Παρέχουν μετρήσεις για

βροχόπτωση, μέση θερμοκρασία, ελάχιστη θερμοκρασία, μέγιστη θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση και διατίθενται αντίστοιχες χρονοσειρές σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση.

Πίνακας 4.3 . Λίστα σταθμών *Climate Explorer*

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΧΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
1	17190	AFYON	TURKEY	38.8	30.5
2	17220	IZMIR	TURKEY	38.4	27.3
3	17300	ANTALYA	TURKEY	36.7	30.73
4	17112	CANAKKALE	TURKEY	40.1	26.4
5	16110	TRIESTE	ITALY	45.7	13.8
6	16400	USTICA	ITALY	38.7	13.2
7	16206	GROSSETO	ITALY	42.8	11.1
8	16332	LECCE	ITALY	40.2	18.2
9	16280	PONZA	ITALY	40.9	13
10	16506	GUARDIAVECCHIA	ITALY	41.2	9.4
11	16158	PISA SAN GIUSTO	ITALY	43.7	10.4
12	33889	IZMAIL	UKRAINE	45.37	28.87
13	33815	KISINEV	MOLDOVA	47.02	28.98

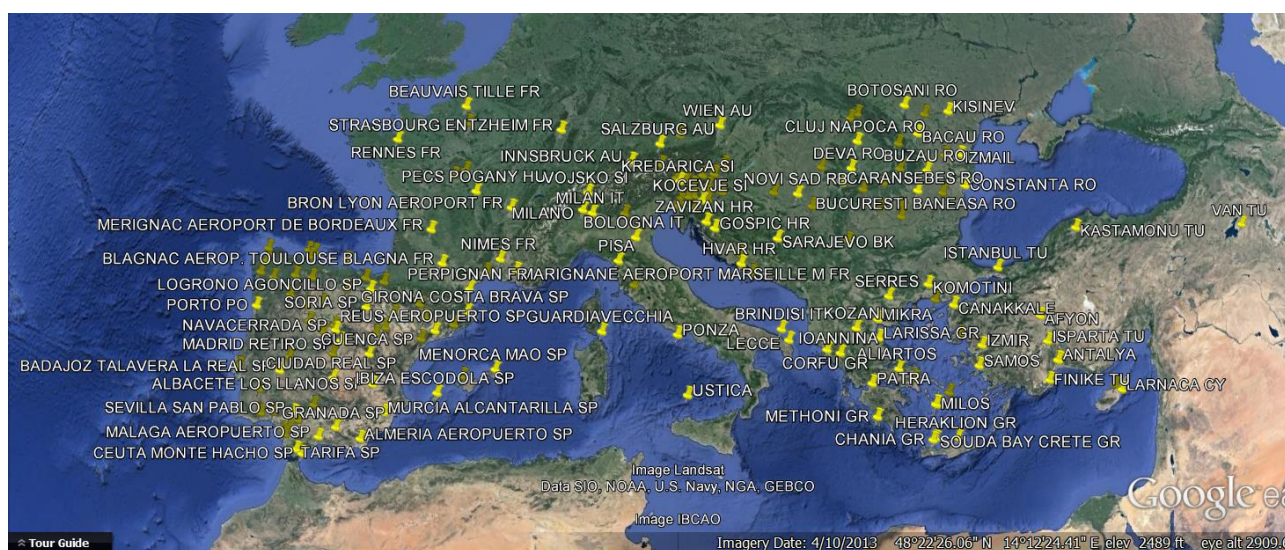
4.2.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (ΕΜΥ)

Τα δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία προέρχονται από 12 σταθμούς στην Ελλάδα. Οι σταθμοί της ΕΜΥ ανήκουν στο δίκτυο του World Meteorological Organization (WMO). Ως επί τω πλείστων στους μετεωρολογικούς σταθμούς δεν υπάρχουν προβλήματα στις χρονοσειρές. Παρέχουν μετρήσεις για βροχόπτωση, μέση θερμοκρασία, ελάχιστη θερμοκρασία, μέγιστη θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση και διατίθενται αντίστοιχες χρονοσειρές σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση. Ο Πίνακας 4.4 εμφανίζει τους σταθμούς και την θέση τους στον Ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 4.4. Λίστα σταθμών ΕΜΥ

Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΧΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
1	16 627	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	ΕΛΛΑΔΑ	40.51	25.56
2	16674	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ	38.38	23.1
3	16642	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	ΕΛΛΑΔΑ	39.4	20.51
4	16610	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	ΕΛΛΑΔΑ	41.11	25.4
5	16632	ΚΟΖΑΝΗ	ΕΛΛΑΔΑ	40.17	21.47
6	16738	ΜΗΛΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ	36.43	24.27
7	16622	ΜΙΚΡΑ	ΕΛΛΑΔΑ	40.31	22.58
8	16667	ΦΛΩΡΙΝΑ	ΕΛΛΑΔΑ	40.48	21.06
9	16732	ΝΑΞΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ	37.06	25.22
10	16689	ΠΑΤΡΑ	ΕΛΛΑΔΑ	38.08	21.73
11	16606	ΣΕΡΡΕΣ	ΕΛΛΑΔΑ	41.04	23.34
12	16723	ΣΑΜΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ	37.7	26.92

Στην Εικόνα 4.2 φαίνεται η θέση όλων των σταθμών στους οποίους εφαρμόστηκε ο δείκτης FDI.



Εικόνα 4.2. Θέσεις σταθμών στους οποίους εφαρμόστηκε ο δείκτης FDI

4.2.4. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΕΛΛΕΙΨΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Επειδή ο σύνθετος δείκτης FDI, προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση πολλών επιμέρους μεταβλητών-δεικτών, έγινε η απαραίτητη συλλογή δεδομένων για τις μεταβλητές αυτές. Η έλλειψη δεδομένων, όπως περιγράφεται και στη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Κεφ. 2.6.2) συχνά αποτελεί πρόβλημα όταν ακολουθεί τυχαία ή μη πρότυπα (Saltelli, 2007).

Το πρόβλημα της σποραδικής έλλειψης μετρήσεων σε συστηματικά **βροχομετρικά δείγματα** ή και της επέκτασης είναι πολύ συχνό και οφείλεται πρωτίστως σε βλάβες οργάνων και αμέλειες ή κωλύματα παρατηρητών. Η συμπλήρωση των ελλείψεων είναι απαραίτητη σε κάθε υδρολογική μελέτη καθώς και για τη χρήση του λογισμικού FDI Calculator και γίνεται με βάση τα δεδομένα των γειτονικών βροχομετρικών σταθμών (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999). Στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν δε χρειάστηκε να γίνει επέκταση, αφού χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σταθμών με χρονοσειρές μεγαλύτερες των 30 ετών.

Οι μέθοδοι συμπλήρωσης υπάγονται σε δύο γενικές κατηγορίες, τις εμπειρικές και τις στατιστικές (κατάλληλες για την επέκταση των δειγμάτων). Σε πολύ λίγες περιπτώσεις, κατά την επεξεργασία των τιμών από τους διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς, χρειάστηκε να γίνει συμπλήρωση για πολύ μικρές χρονικές περιόδους και χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική μέθοδος των κανονικών λόγων. Στη μέθοδο αυτή η τιμή του σταθμού Y που λείπει, εκτιμάται ως ο μέσος όρος των αντίστοιχων τιμών 3 γειτονικών σταθμών, αφού σταθμιστούν με βάση τις αναλογίες των μέσων ετήσιων βροχοπτώσεων, και προκύπτει από τον τύπο 4.2.4.1. (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999):

$$h_Y = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{H_Y}{H_i} h_i \quad (4.2.4.1)$$

Όπου k το πλήθος των γειτονικών σταθμών και h_i το ύψος βροχής καθενός από αυτούς, H_Y και H_i οι μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις του σταθμού Y και του γειτονικού σταθμού i , αντίστοιχα.

Αντίστοιχα στα δείγματα **θερμοκρασιών** χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή για την συμπλήρωση ελλειπουσών (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999). Η εφαρμογή της μέσης τιμής έχει ως αποτέλεσμα την υποεκτίμηση της τυπικής απόκλισης του συμπληρωμένου δείγματος. Η εφαρμογή της μέσης τιμής μπορεί να αναπαρασταθεί σε όρους παλινδρόμησης με μηδενικό συντελεστή b και τιμή σταθερού όρου a ίση με την μέση τιμή:

$$a = \bar{x}$$

$$b = 0$$

Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί κυρίως σε χρονοσειρές με μηνιαίο χρονικό βήμα λαμβάνοντας υπόψη την εποχικότητα, υπολογίζοντας δηλαδή δώδεκα διαφορετικές τιμές για τους σταθερούς όρους a . Οι τιμές της μέσης τιμής, είναι δε η τετριμμένη τιμή του μέσου όρου (άθροισμα τιμών μεταβλητής δια το πλήθος των τιμών).

5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΙΚΤΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ FDI ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το φαινόμενο που μελετά ο δείκτης, είναι η ξηρασία και πιο συγκεκριμένα, θα κάνει χρήση κλιματικών δεδομένων βροχόπτωσης αλλά και άλλων παραμέτρων όπως η εξατμοδιαπνοή για να αποδώσει την αρχή, την κορύφωση, το τέλος αλλά και την ένταση του φαινομένου, καθώς επίσης θα το κατηγοριοποιεί με βάση την έντασή του. Αυτό αποτελεί και το **εννοιολογικό πλαίσιο** ανάπτυξης του δείκτη (Κεφ. 2.6.2- Ανάπτυξη εννοιολογικού πλαισίου).

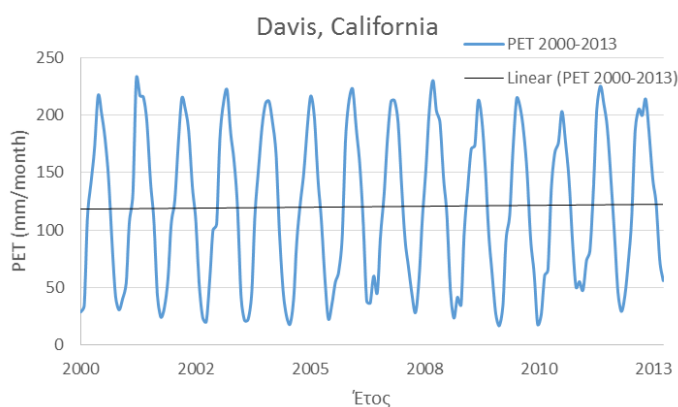
Ο δείκτης FDI, μπορεί να αναλυθεί σε υποομάδες δεικτών η σχέση των οποίων εξηγείται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση (Κεφ. 2.2), αφού απαιτεί δεδομένα από τις εξής μετεωρολογικές παραμέτρους: i) συνολική μηνιαία βροχόπτωση, ii) συνολική μηνιαία εξατμοδιαπνοή (όπως προαναφέρθηκε και αναλύεται παρακάτω, χρησιμοποιείται η μέθοδος [Hargreaves & Samani \(1985\)](#) που απαιτεί δεδομένα μέσης μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα, μέσης ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα, μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα καθώς και δεδομένα ακτινοβολίας στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας R_a - Extraterrestrial Radiation). Ταυτόχρονα, επειδή οι παράμετροι που χρησιμοποιεί είναι ποσοτικές και άμεσα μετρήσιμες, μειώνεται στο ελάχιστο ο βαθμός υποκειμενικότητας ([Saltelli, 2007](#)).

Ως προς την **επιλογή των μεταβλητών** ένα από τα πλεονεκτήματα του δείκτη είναι ότι οι επιμέρους μεταβλητές του έχουν άμεση συνάφεια μεταξύ τους, αφού πρόκειται για κλιματολογικές παραμέτρους. Ταυτόχρονα, η αναλυτική ικανότητα των μεταβλητών, η εγκυρότητα και η διαθεσιμότητα των δεδομένων μπορεί να ελεγχθεί αφού πρόκειται για δεδομένα σε άμεση διαθεσιμότητα από τον Παγκόσμιο οργανισμό ΝΟΟΑ, ή την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ή οποιοδήποτε άλλο εγκεκριμένο μετεωρολογικό σταθμό. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι οι υποομάδες δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του δείκτη (βροχόπτωση και εξατμοδιαπνοή), έχουν **ίδια βαρύτητα** (*Equal Weighting - EW*) ([OECD, 2008](#); [Rogge, 2012](#)) και έχουν την ίδια μονάδα μέτρησης, οπότε δε χρειάστηκε να γίνει κανονικοποίηση τους προκειμένου να απαλειφθούν οι διαφορετικές μονάδες μέτρησης από τα δεδομένα.

Η συγκριτική αξιολόγηση του δείκτη, έγινε με μερικά από τα ευρύτατα χρησιμοποιημένα και προτεινόμενα μοντέλα για την αναγνώριση και κατηγοριοποίηση της ξηρασίας, μεταξύ των οποίων είναι οι δείκτες SPI ([Mc Kee et al, 1993](#)), RDI ([Tsakiris et al, 2007](#)), DECILES ([Gibbs and Maher, 1967](#)), PDSI ([Palmer, 1965](#)). Ως αναφορά χρησιμοποιήθηκε κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Tens) από εγκάρσια τομή στην περιοχή της Νήσου Σάμου. Έγινε δηλαδή, όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 6, σύγκριση της χρονοσειράς με τα αποτελέσματα των δεικτών ξηρασίας, όπου ο προτεινόμενος δείκτης FDI εξετάζεται για το εάν θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο εργαλείο για την

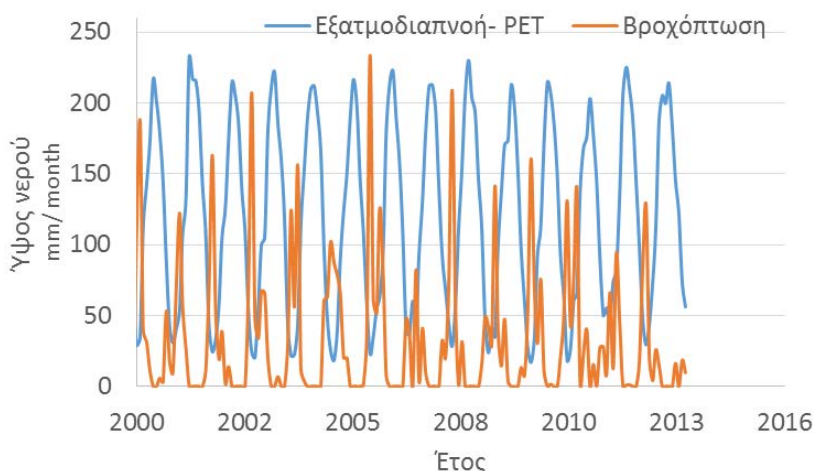
αναγνώριση αλλά και την πρόβλεψη της ξηρασίας, λόγω του ότι χρησιμοποιεί μικρό και εύκολα μετρούμενο αριθμό κλιματικών παραμέτρων.

Ο FDI βασίζεται στη συνολική μηνιαία βροχόπτωση (P), που είναι τυχαίο γεγονός και μπορεί να μετρηθεί και την συνολική μηνιαία δυνητική εξατμοδιαπνοή (PET), η οποία παρουσιάζει εποχική συμπεριφορά και οι τιμές της εκτιμώνται με διάφορες μεθόδους. Η εποχική αυτή συμπεριφορά απεικονίζεται και στην Εικόνα 5.1, που προκύπτει από δεδομένα εξατμοδιαπνοής (Penman-Monteith equation) του California Irrigation Management Information System – CIMIS (Εικόνα 5.1).



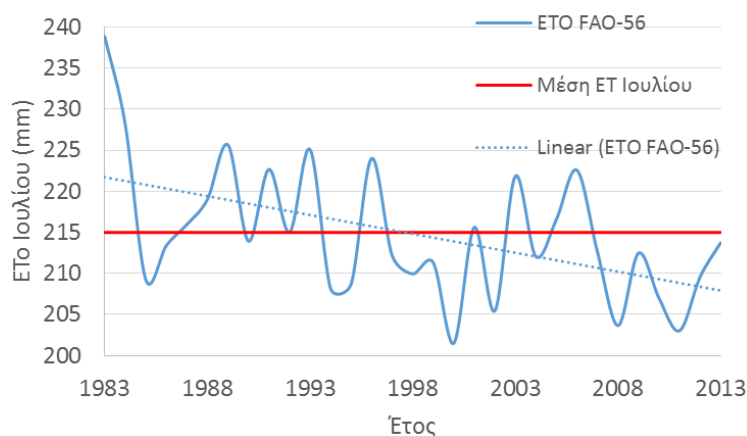
Εικόνα 5. 1. Μηνιαία Δυνητική εξατμοδιαπνοή στην περιοχή Davis, California για την περίοδο 2000 έως και 2013 (<http://wwwcimis.water.ca.gov/WSNReportCriteria.aspx>).

Για παράδειγμα, στο Βόρειο ημισφαίριο οι μέγιστες τιμές της εξατμοδιαπνοής παρατηρούνται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ οι ελάχιστες κατά τους χειμερινούς. Αντίθετα, η βροχόπτωση είναι τυχαίο γεγονός, που επίσης παρουσιάζει εποχικότητα, δηλαδή τον χειμώνα αναμένονται περισσότερες βροχοπτώσεις από το καλοκαίρι, όμως δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονη περιοδικότητα, όπως η εξατμοδιαπνοή και αυτό φαίνεται και στην Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5. 2. Μηνιαία εξατμοδιαπνοή και βροχόπτωση στην περιοχή Davis, California για την περίοδο 2000 έως και 2013 (<http://wwwcimis.water.ca.gov/WSNReportCriteria.aspx>).

Ως προς την ξηρασία, ο όρος της εξατμοδιαπνοής, έχει ιδιαίτερη σημασία κυρίως στην περίπτωση που η τελευταία παρουσιάζει απόκλιση από τη μέση τιμή της, για δεδομένη εποχή του έτους. Δηλαδή, αν η εξατμοδιαπνοή για το μήνα j συγκεκριμένου έτους, αποκλίνει από τη μέση εξατμοδιαπνοή που προκύπτει από όλους τους μήνες j της διαθέσιμης χρονοσειράς, τότε έχει μεγάλη επιρροή στην αύξηση ή μείωση των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων στο έδαφος για το έτος αυτό.



Εικόνα 5. 3. Δυνητική εξατμοδιαπνοή (PET) του μήνα Ιουλίου για τα έτη 1983 - 2013 (Davis, California) (<http://www.cimis.water.ca.gov/WSNReportCriteria.aspx>).

Στην Εικόνα 5.3 φαίνονται οι τιμές της δυνητικής εξατμοδιαπνοής (PET) του μήνα Ιουλίου για τα έτη 1983 έως και 2013 που παρατηρήθηκαν στο σταθμό Davis της California, καθώς επίσης σημειώνεται και η μέση τιμή της δυνητικής εξατμοδιαπνοής ($\overline{PET} = 215 \text{ mm/month}$) της περιοχής για το μήνα Ιούλιο. Δηλαδή, ενώ η μέση δυνητική εξατμοδιαπνοή για το μήνα Ιούλιο είναι στα 215 mm, παρατηρείται ότι το 1983 η τιμή αυτή ήταν ιδιαίτερα αυξημένη, περίπου στα 238 mm. Άρα, τα υδατικά αποθέματα μειώθηκαν περισσότερο από το αναμενόμενο λόγω της αύξησης της PET και αυτό θα έπρεπε να ληφθεί υπόψη κατά την εκτίμηση της ξηρασίας στην περιοχή, για το συγκεκριμένο έτος. Αντίστροφα, το έτος 2000 η αναμενόμενη εξατμοδιαπνοή ήταν μικρότερη από το μέσο όρο, με αποτέλεσμα να επιδρά θετικά στα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα της περιοχής. Με λίγα λόγια, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της PET από την \overline{PET} τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της παραμέτρου στην ξηρασία και αντίστροφα.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ FDI

Η αναγνώριση και εκτίμηση της έντασης της ξηρασίας μπορεί να γίνει μέσω του υπολογισμού του προτεινόμενου δείκτη Factual Drought Index – FDI. Ο FDI εκφράζεται από την τυποποιημένη (standardized) μορφή του, FDI_{st} .

Η αρχική του μορφή, εξίσωση G , για το έτος i σε χρονική βάση k (j μήνες), δίνεται αθροιστικά και χρησιμοποιεί μηνιαίο χρονικό βήμα, ενώ υπολογίζεται από μηνιαία, 2-μηνια, 3-μηνια, ..., 12-μηνια κλπ βάση. Επομένως η G για το έτος i και μία χρονική βάση k (μήνες) υπολογίζεται ως εξής:

$$G = \sum_{m=1}^k P_{ij} - \left(\sum_{m=1}^k ET_{ij} - \sum_{m=1}^k \overline{ET}_j \right), i = 1 \text{ έως } N \quad (5.2.1)$$

όπου P_{ij} και ET_{ij} είναι η ποσότητα των κατακρημνισμάτων (mm) και η δυνητική εξατμοδιαπνοή (mm) για το μήνα j του έτους i αντίστοιχα, \overline{ET}_j είναι η μέση δυνητική εξατμοδιαπνοή (mm) που προκύπτει από όλους τους μήνες j της χρονοσειράς (N) και N είναι ο συνολικός αριθμός των ετών της διαθέσιμης χρονοσειράς.

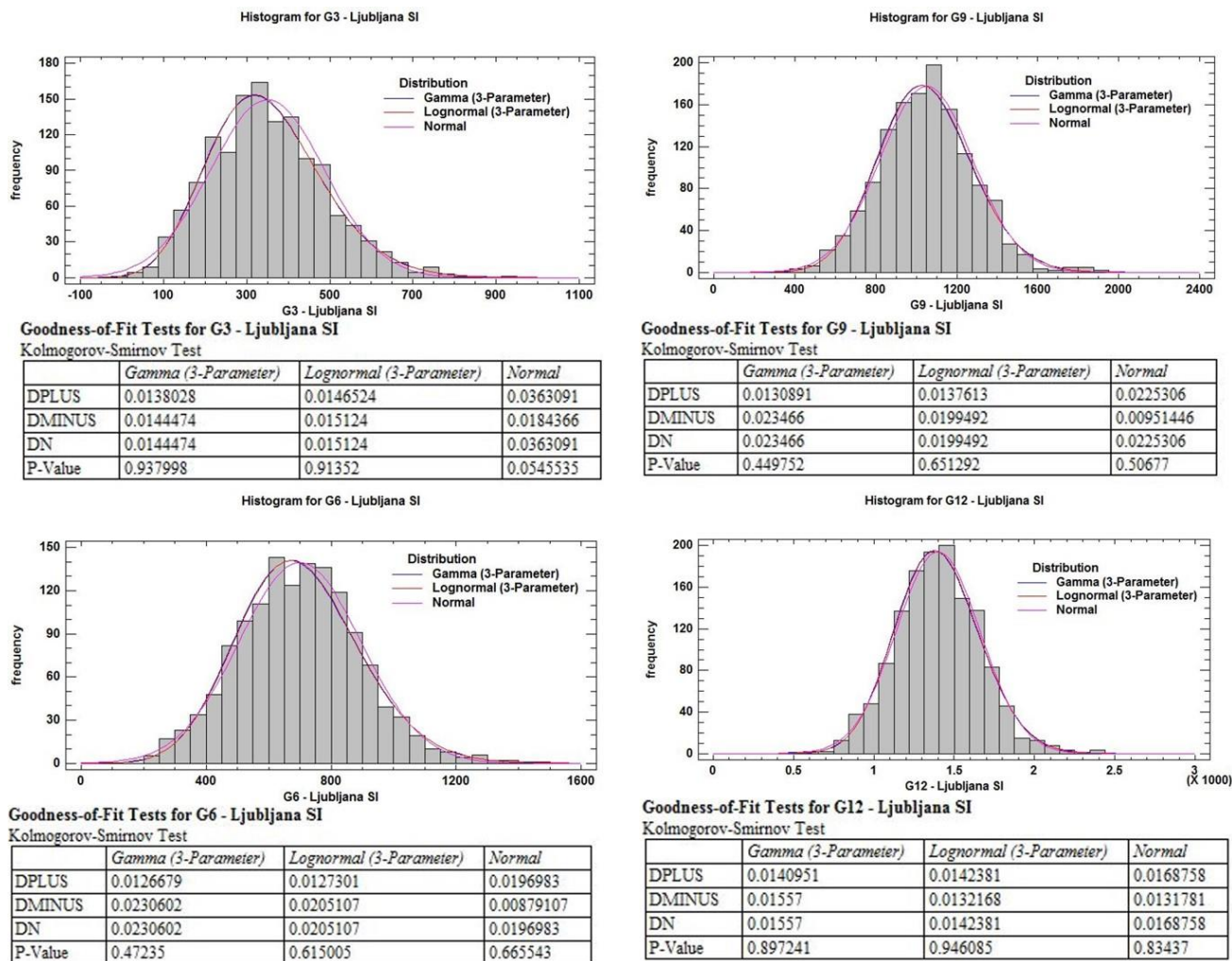
Εάν είναι διαθέσιμη μία χρονοσειρά μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής για μία περιοχή, μπορεί να υπολογιστεί η G για οποιοδήποτε μήνα της χρονοσειράς, αλλά και για οποιοδήποτε χρονικό βήμα, από τους προηγούμενους i μήνες, όπου $i=1, 2, 3, \dots, 12, \dots, 24, \dots, 48, \dots$ ανάλογα με την επιθυμητή χρονική κλίμακα. Έτσι η G μπορεί να υπολογιστεί για το σύνολο της εξάμηνης βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής, όπως επίσης και το σύνολο της 48-μηνια βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής.

Οι τιμές της G ελέγχθηκαν με τα *Kolmogorov-Smirnov tests* για το αν ακολουθούν την κανονική ή κάποια άλλη κατανομή (Lognormal-3, Gamma-3 κλπ) με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($\alpha=0.05$). Προέκυψε λοιπόν ότι στα μεγαλύτερα χρονικά βήματα (6, 9, 12 κλπ), οι τιμές ακολουθούν πολύ ικανοποιητικά την κανονική κατανομή, οπότε και έγινε δεκτή. Σημειώνεται ότι ικανοποιητικά αποτελέσματα δίνουν και η κατανομή Lognormal (3 parameters) αλλά και η Gamma (3 parameters).

Πιο συγκεκριμένα, δοκιμάστηκαν τυχαία 20 σταθμοί (από τους 170) για τα χρονικά βήματα 3, 6, 9, 12 και προέκυψε ότι για χρονικό βήμα 3, οι 5 σταθμοί ακολουθούν κανονική κατανομή (25%). Για χρονικό βήμα 6, η κανονική κατανομή ακολουθείται από 14 σταθμούς (70%). Για χρονικό βήμα 9, η κανονική κατανομή ακολουθείται από 19 σταθμούς (95%), ενώ για χρονικό βήμα 12, την κανονική κατανομή ακολουθούν οι 17 σταθμοί, δηλαδή το 85% του δείγματος. Τονίζεται ότι εξετάστηκαν σταθμοί με υγρή αλλά και με ξηρή θερινή περίοδο.

Σε περιοχές που συναντάται ξηρασία (όπως πχ η Ελλάδα), ως επί το πλείστο τα χρονικά βήματα που αποτυπώνουν καλύτερα το φαινόμενο είναι τα 6, 9 και 12, διότι στα βήματα 1, 2, 3 κλπ η παράμετρος της βροχόπτωσης είναι συνήθως μηδενική τους καλοκαιρινούς μήνες, με αποτέλεσμα οι δείκτες να δίνουν κάθε καλοκαίρι ξηρασία. Με δεδομένο λοιπόν ότι μεγαλύτερη αξιοπιστία παρέχουν τα μεγαλύτερα βήματα (6, 9, 12), στα οποία οι τιμές της G θα μπορούσαν να προέρχονται από κανονική κατανομή, έγινε αποδεκτή η κανονική κατανομή. Στις παρακάτω Εικόνες 5.4 και 5.5 δίνεται παράδειγμα των tests για τους σταθμούς Ljubljana (Σλοβενία) και Cuenca (Ισπανία) για τις τιμές των G_3 , G_6 , G_9 και G_{12} αντίστοιχα. Για τους 20

σταθμούς που δοκιμάστηκαν, τα αντίστοιχα αποτελέσματα των Kolmogorov-Smirnov Tests ($\alpha=0.05$) και τα ιστογράμματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα XI.

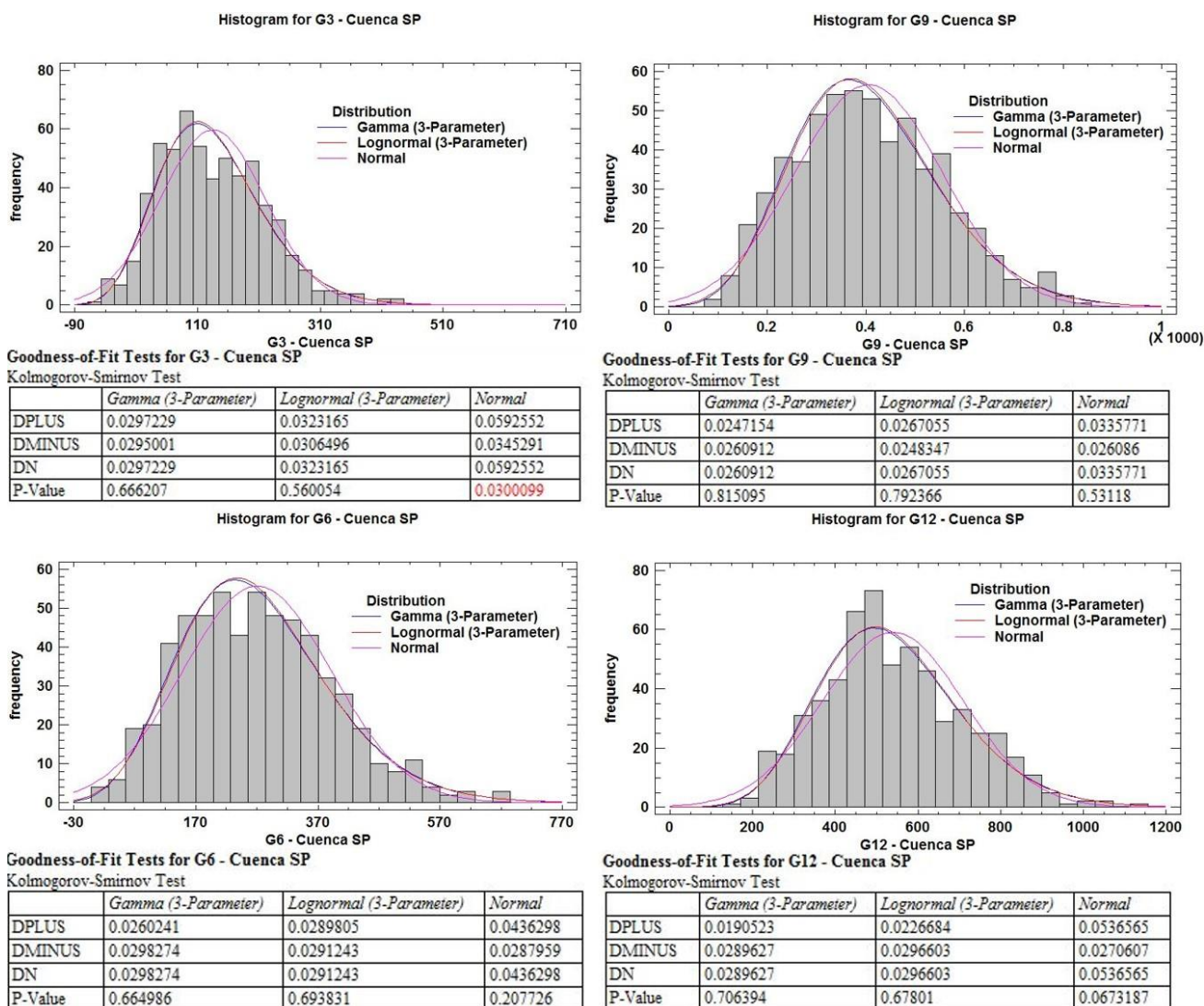


Εικόνα 5. 4. Kolmogorov-Smirnov tests και Histograms για το σταθμό Ljubljana για τις τιμές των G3, G6, G9 και G12 ($\alpha=0.05$)

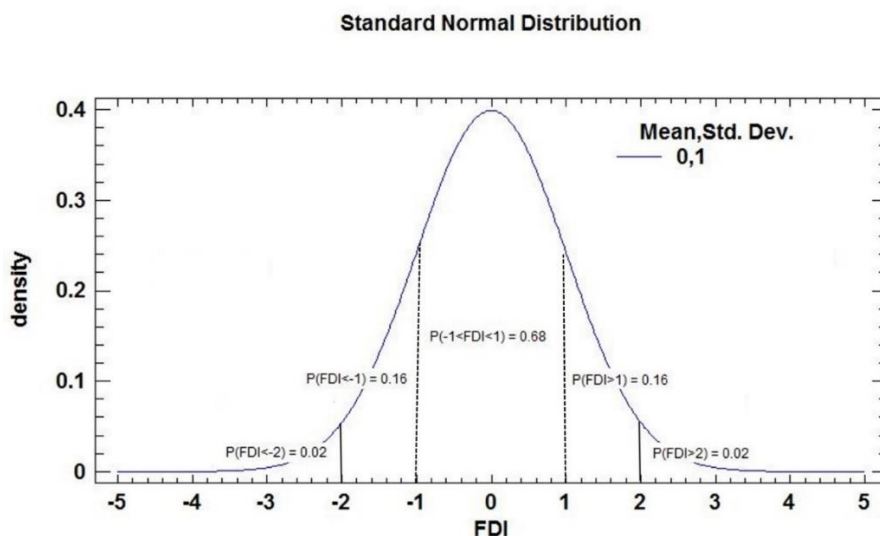
Επομένως, η τυποποιημένη μορφή της G προκύπτει από τον ορισμό της Τυποποιημένης Κατανομής, δηλαδή η τυχαία μεταβλητή G που έχει μέσο \bar{G} και διακύμανση σ_G^2 έχει ως τυποποιημένη μορφή την

$$Z = \frac{G - \bar{G}}{\sigma_G} = FDI_{st} = FDI \quad (5.2.2)$$

με μέσο ίσο με 0 και διακύμανση ίση με 1.



Εικόνα 5. 5. Kolmogorov-Smirnov tests και Histograms για το σταθμό Cuenca για τις τιμές των G3, G6, G9 και G12 ($\alpha=0.05$).



Εικόνα 5. 6. Τυποποιημένη κανονική κατανομή για τον FDI με μέσο=0 και τυπική απόκλιση=1

Πίνακας 5. 1. FDI και η αντίστοιχη Cumulative Probability

FDI	cumulative probability
-3	0.0013
-2.5	0.00620966
-2	0.02275
-1.5	0.066807
-1	0.158655
-0.5	0.308536
0	0.5
0.5	0.691464
1	0.841345
1.5	0.933193
2	0.97725
2.5	0.99379
3	0.99865

Όπως προκύπτει και από την Εικόνα 5.5 , αλλά και από τον Πίνακα 5.1, η πιθανότητα η τιμή του FDI (standard, normal) να είναι μικρότερη από -1 (ή μεγαλύτερη από 1) είναι 0,1587 ≈ 0,16, ενώ η πιθανότητα η τιμή του να είναι μικρότερη από -2 (ή μεγαλύτερη από 2) είναι 0,02275 ≈ 0,02. Θετικές τιμές του FDI_{st} δείχνουν υγρές περιόδους, ενώ αρνητικές τιμές υποδηλώνουν ξηρές περιόδους σε σύγκριση με τις κανονικές συνθήκες της εξεταζόμενης περιοχής (όπως και ο SPI και ο RDI). Γενικότερα ο FDI_{st} συμπεριφέρεται με παρόμοιο τρόπο όπως και ο SPI με αποτέλεσμα να έχουν και παρόμοια ερμηνεία αποτελεσμάτων και όμοια κατηγοριοποίηση. Επομένως οι τιμές του FDI_{st} μπορούν να συγκριθούν με τις αντίστοιχες τιμές του SPI.

Πίνακας 5. 2. Κατηγοριοποίηση τιμών FDI

ΤΙΜΗ FDI	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ
2.00 ή περισσότερο	Εξαιρετικά υγρή περίοδος
1.50 έως 1.99	Πολύ υγρή περίοδος
1.0 έως 1.49	Μετρίως υγρή περίοδος
0.50 έως 0.99	Ελαφρώς υγρή περίοδος
-0.50 έως 0.49	Κανονική
-1.0 έως -0.49	Ελαφρώς ξηρή περίοδος
-1.5 έως -0.99	Μέτρια ξηρασία
-1.99 έως -1.49	Έντονη ξηρασία
-2 ή λιγότερο	Εξαιρετικά έντονη ξηρασία

Όπως και ο SPI έτσι και ο FDI αντιπροσωπεύει μία τιμή z-score, ή αλλιώς, τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων πάνω ή κάτω από το μέσο όρο ενός γεγονότος. Σύμφωνα με τους [Katz and Glantz \(1986\)](#) είναι ιδανικό οι

διάφοροι δείκτες να έχουν μία σταθερή τιμή και διακύμανση προκειμένου να μπορούν να συγκριθούν οι διάφορες τιμές των δεικτών σε οποιαδήποτε περιοχή και για οποιαδήποτε χρονική περίοδο.

Εάν είναι διαθέσιμη μία χρονοσειρά μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής για μία περιοχή, μπορεί να υπολογιστεί ο FDI για οποιοδήποτε μήνα της χρονοσειράς, από τους προηγούμενους i μήνες, όπου $i=1, 2, 3, \dots, 12, \dots, 24, \dots, 48, \dots$ ανάλογα με την επιθυμητή χρονική κλίμακα, αν και προτείνεται να χρησιμοποιείται για χρονικό βήμα 6 μηνών ή μεγαλύτερο. Έτσι ο δείκτης FDI μπορεί να υπολογιστεί για το σύνολο $p\chi$ της εξάμηνης βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής, όπως επίσης και το σύνολο της 48-μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής. Έτσι, ο 6-μηνιος FDI χρησιμοποιείται ως βραχυπρόθεσμος ή εποχιακός δείκτης ξηρασίας, ο 12-μηνιος FDI χρησιμοποιείται ως μεσοπρόθεσμος δείκτης ξηρασίας και ο 48-μηνιος FDI χρησιμοποιείται ως μακροπρόθεσμος δείκτης ξηρασίας.

Επομένως ο FDI (όπως και ο SPI) ενός μήνα κάποιου έτους, εξαρτάται από τη χρονική κλίμακα με βάση την οποία υπολογίστηκε. Δηλαδή, ο 3-μηνιος FDI που υπολογίστηκε για τον Ιανουάριο του 2013 έχει χρησιμοποιήσει τις τιμές της μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής από το Νοέμβριο του 2012 έως και τον Ιανουάριο του 2013. Αντίστοιχα ο 12-μηνιος FDI που υπολογίστηκε για τον Ιανουάριο του 2013 έχει χρησιμοποιήσει τις τιμές της μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής από το Φεβρουάριο του 2012 έως και τον Ιανουάριο του 2013, ενώ για τον υπολογισμό του 48-μηνιαίου FDI χρησιμοποιήθηκε τις τιμές της μηνιαίας βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής από το Φεβρουάριο του 2009 έως και τον Ιανουάριο του 2013.

5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ

Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του δείκτη FDI φαίνονται στον Πίνακα 5.2. Από τα δεδομένα θερμοκρασίας (μέση, μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη) και από την ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας, R_a , υπολογίζεται η μέση ημερήσια δυνητική Εξατμοδιαπνοή για τον κάθε μήνα, κατά [Hargreaves & Samani \(1985\)](#). Η τελευταία πολλαπλασιάζεται με τις ημέρες του μήνα ($p\chi$ για Ιανουάριο πολλαπλασιάζεται με το 31) προκειμένου να υπολογιστεί η συνολική εξατμοδιαπνοή του μήνα.

5.3.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ FDI ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ 1 ΜΗΝΑ

Μετά τον υπολογισμό της συνολικής εξατμοδιαπνοής του μήνα (έστω $ET_{Jan,1983} = 46.44mm$) υπολογίζεται ο μέσος όρος της εξατμοδιαπνοής για το μήνα Ιανουάριο όλης της χρονοσειράς, από τις αντίστοιχες τιμές όλων των μηνών Ιανουαρίου της διαθέσιμης χρονοσειράς (έστω $\overline{ET}_{Jan} = 50.32mm$). Η διαδικασία

επαναλαμβάνεται για όλους τους μήνες του έτους. Έτσι η G για τον Ιανουάριο του 1983 και με χρονικό βήμα υπολογισμού 1 μήνα, υπολογίζεται ως εξής:

$$G = \sum_{j=1}^k P_{ij} - \left(\sum_{j=1}^k ET_{ij} - \sum_{j=1}^k \overline{ET_j} \right) = P_{Jan,1983} - (ET_{Jan,1983} - \overline{ET_{Jan}}) = 146 - (46.44 - 50.32) = 149.88 \text{ H}$$

διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλους τους μήνες της διαθέσιμης χρονοσειράς. Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή της G (έστω $G_{mean}=37.66$) καθώς και η τυπική απόκλιση σ όλων των τιμών G (έστω $\sigma_G=56.97$).

Πίνακας 5. 3. Δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του δείκτη FDI.

ID	Month	Year	Total Precip	Avg Max Air Tmp	Avg Min Air Tmp	Avg Air Tmp	Ra
			(mm)	(C)	(C)	(C)	mm/day
30317	1	1983	146	11.5	3.1	6.6	9.21
30348	2	1983	168	16.1	6	10.4	11.9
30376	3	1983	213	18.1	6.7	11.6	15.03
30407	4	1983	78	20.9	6	12.4	17.52
30437	5	1983	8	28.8	9.8	18.3	18.94
30468	6	1983	9	33.1	12.6	21.8	19.37
30498	7	1983	0	32.9	13.2	22.5	19.06
30529	8	1983	1	32.8	15.1	23.4	17.87
30560	9	1983	13	31.5	13.8	22.1	15.59
30590	10	1983	15	26.7	10.5	17.9	12.52
30621	11	1983	165	14.4	3.9	8.6	9.75
30651	12	1983	168	10.2	2	5.6	8.48
...

Άρα τον Ιανουάριο του 1983 ο μηνιαίος FDI υπολογίζεται ως εξής (Πίνακας 5.3):

$$Z = \frac{G - \bar{G}}{\sigma_G} = FDI_{st} = \frac{149.88 - 37.66}{56.97} = 1.97$$

Πίνακας 5. 4. Υπολογισμός FDI για χρονικό βήμα 1 μήνα.

	PET _{avg}	days/month	PET _{total}	PET _{i-mean}	G=P-(PET _{i-mean})	FDI=Zi= (G-Gi _{i-mean})/σGi
	mm/day					
Ιαν-83	1.5	31	46.44	50.32	149.88	1.97
Φεβ-83	2.45	28	68.69	71.78	171.09	2.34
...

5.3.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ FDI ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ 6 ΜΗΝΩΝ

Αφού υπολογιστεί η μηνιαία συνολική εξατμοδιαπνοή όπως περιεγράφηκε παραπάνω, μπορεί να υπολογιστεί και η τιμή του FDI για το μήνα Ιούνιο 1983, με χρονικό βήμα 6 μηνών, ως εξής:

Υπολογίζεται η $\Sigma P_{Jan-Jun, 1983}$ από το άθροισμα των P των 6 τελευταίων μηνών, δηλαδή το άθροισμα των P του Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου, Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου και Ιουνίου 1983 (από Πίνακα 5.4: $\Sigma P_{Jan-Jun, 1983}=622\text{mm}$). Αντίστοιχα υπολογίζεται και η $\Sigma ET_{Jan-Jun, 1983}$ (από Πίνακα 5.4: 814.54mm), δηλαδή από το άθροισμα των τιμών ET των 6 τελευταίων μηνών, (Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου, Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου και Ιουνίου 1983). Η διαδικασία ακολουθείται για όλους τους μήνες της χρονοσειράς. Έτσι προκύπτουν τιμές ΣΕΤ για 12 διαφορετικά 6-μηνα, για όλα τα έτη της χρονοσειράς (Ιαν-Ιουν, Φεβ- Ιουλ, Μαρτ-Αυγ, Απρ- Σεπ, Μάι- Οκτ, Ιουν-Νοεμ, Ιουλ-Δεκ, Αυγ-Ιαν, Σεπ-Φεβ, Οκτ-Μαρ, Νοεμ-Απρ, Δεκ-Μάι). Έπειτα υπολογίζεται ο μέσος όρος της εξατμοδιαπνοής για το 6-μηνο Ιανουαρίου-Ιουνίου όλης της χρονοσειράς, $\Sigma ET_{Jan-Jun mean}$, από τις αντίστοιχες τιμές όλων των $\Sigma ET_{Jan-Jun}$ της διαθέσιμης χρονοσειράς (έστω $\Sigma ET_{Jan-Jun mean}=808.85\text{mm}$). Το ίδιο επαναλαμβάνεται για όλα τα 6-μηνα της χρονοσειράς.

Έπειτα υπολογίζεται η G για τον μήνα Ιούνιο 1983 (6μηνο βήμα) (Πίνακας 5.4):

$$G = \sum_{j=1}^6 P_{Jan-Jun, 1983} - \left(\sum_{j=1}^6 ET_{Jan-Jun, 1983} - \overline{\sum_{j=1}^6 ET_{Jan-Jun}} \right) = 622 - (814.54 - 808.85) = 616.31$$

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλους τους μήνες της διαθέσιμης χρονοσειράς. Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή της G (έστω $G_{mean}=222.62$) και η τυπική απόκλιση σ όλων των τιμών G (έστω $\sigma_G=171.62$).

Άρα τον Ιούνιο του 1983 ο FDI 6 (6-μηνο βήμα) υπολογίζεται ως εξής (Πίνακας 5.4):

$$Z = \frac{G - \bar{G}}{\sigma_G} = FDI6_{st} = \frac{616.31 - 222.62}{171.62} = 2.29$$

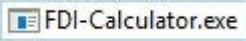
Πίνακας 5. 5. Υπολογισμός FDI για χρονικό βήμα 6 μηνών.

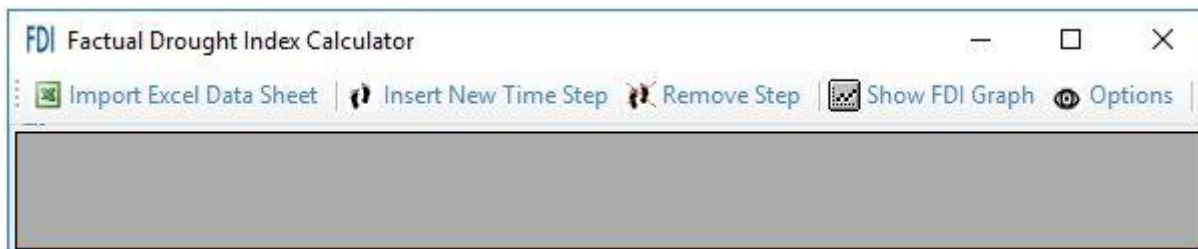
ID	Date	Tot Precip	ET total	ΣΡij	ΣΕΤij	step 6	$\sum ET_j$	$G_{ij} = \frac{ET_{ij}}{\Sigma ET_j}$	$Z_{ij} = \frac{(G_{ij} - \overline{G_j})}{\sigma_{G_{ij}}}$
		(mm)	mm						
1	Ιαν-83	146	46.44						
2	Φεβ-83	168	68.69						
3	Μαρ-83	213	106.4						
4	Απρ-83	78	140.9						
5	Μαϊ-83	8	212.5						
6	Ιουν-83	9	239.6	622	814.54	1	808.85	616.31	2.29
7	Ιουλ-83	0	243.1	476	1011.2	2	1003.6	468.35	1.43
8	Αυγ-83	1	220.9	309	1163.4	3	1157.7	303.36	0.47
9	Σεπ-83	13	180.6	109	1237.6	4	1220.4	91.85	-0.76
10	Οκτ-83	15	128.3	46	1225	5	1192.8	13.84	-1.22
11	Νοε-83	165	57.53	203	1070	6	1063.7	196.71	-0.15
12	Δεκ-83	168	40.5	362	870.85	7	889.2	380.36	0.92
13	Ιαν-84	11	49.01	373	676.76	8	694.58	390.82	0.98
14	Φεβ-84	32	75.47	404	531.38	9	540.3	412.91	1.11
15	Μαρ-84	27	128.6	418	479.41	10	477.52	416.12	1.13
16	Απρ-84	10	153.3	413	504.36	11	505.53	414.16	1.12
17	Μαϊ-84	2	219.3	250	666.16	12	634.37	218.22	-0.03
18	Ιουν-84	4	228.9	86	854.57	1	808.85	40.28	-1.06
19	Ιουλ-84	2	258.2	77	1063.8	2	1003.6	16.76	-1.2
20	Αυγ-84	5	223.9	50	1212.3	3	1157.7	-4.53	-1.32
21	Σεπ-84	3	149.4	26	1233.1	4	1220.4	13.33	-1.22
22	Οκτ-84	26	99.25	42	1179.1	5	1192.8	55.74	-0.97
23	Νοε-84	153	57.69	193	1017.4	6	1063.7	239.26	0.1
24	Δεκ-84	18	43.36	207	831.89	7	889.2	264.31	0.24
...

5.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ FDI.

Για τη διευκόλυνση των χρηστών στην εφαρμογή του δείκτη, αναπτύχθηκε ένα λογισμικό το FDI Calculator (FDI-c). Το FDI-Calculator είναι ένα λογισμικό Η/Υ (αρχείο FDI-Calculator.exe) που υπολογίζει αυτόματα τις τιμές του δείκτη FDI για ολόκληρη τη διαθέσιμη χρονοσειρά. «Χτίστηκε» στο πρόγραμμα Microsoft Visual Studio σε γλώσσα Visual Basic 2015. Η εγκατάστασή του είναι απλή αφού πρόκειται για ένα εκτελέσιμο αρχείο και δουλεύει σε περιβάλλον Microsoft Windows, εφόσον συνοδεύεται από τις απαραίτητες

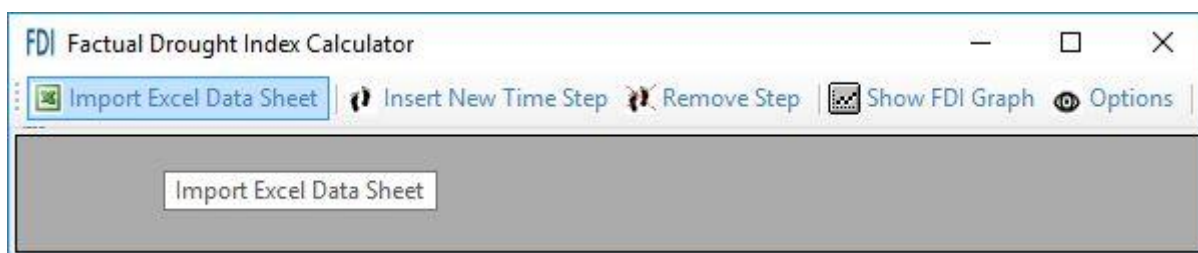
βιβλιοθήκες dll (οι οποίες διατίθενται). Ταυτόχρονα απαιτείται ο υπολογιστής στον οποίο θα «τρέξει» το πρόγραμμα να έχει εγκατεστημένο το Microsoft office (xls ή xlsx).

Το πρόγραμμα «ανοίγει» κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο  και η αρχική του οθόνη είναι η εξής:



Εικόνα 5. 7. Αρχική οθόνη FDI- Calculator.

Η εισαγωγή δεδομένων γίνεται κάνοντας κλικ πάνω στο κουμπί «Import Excel Data Sheet» όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.




Εικόνα 5. 8. Open Excel: Εισαγωγή αρχείου δεδομένων

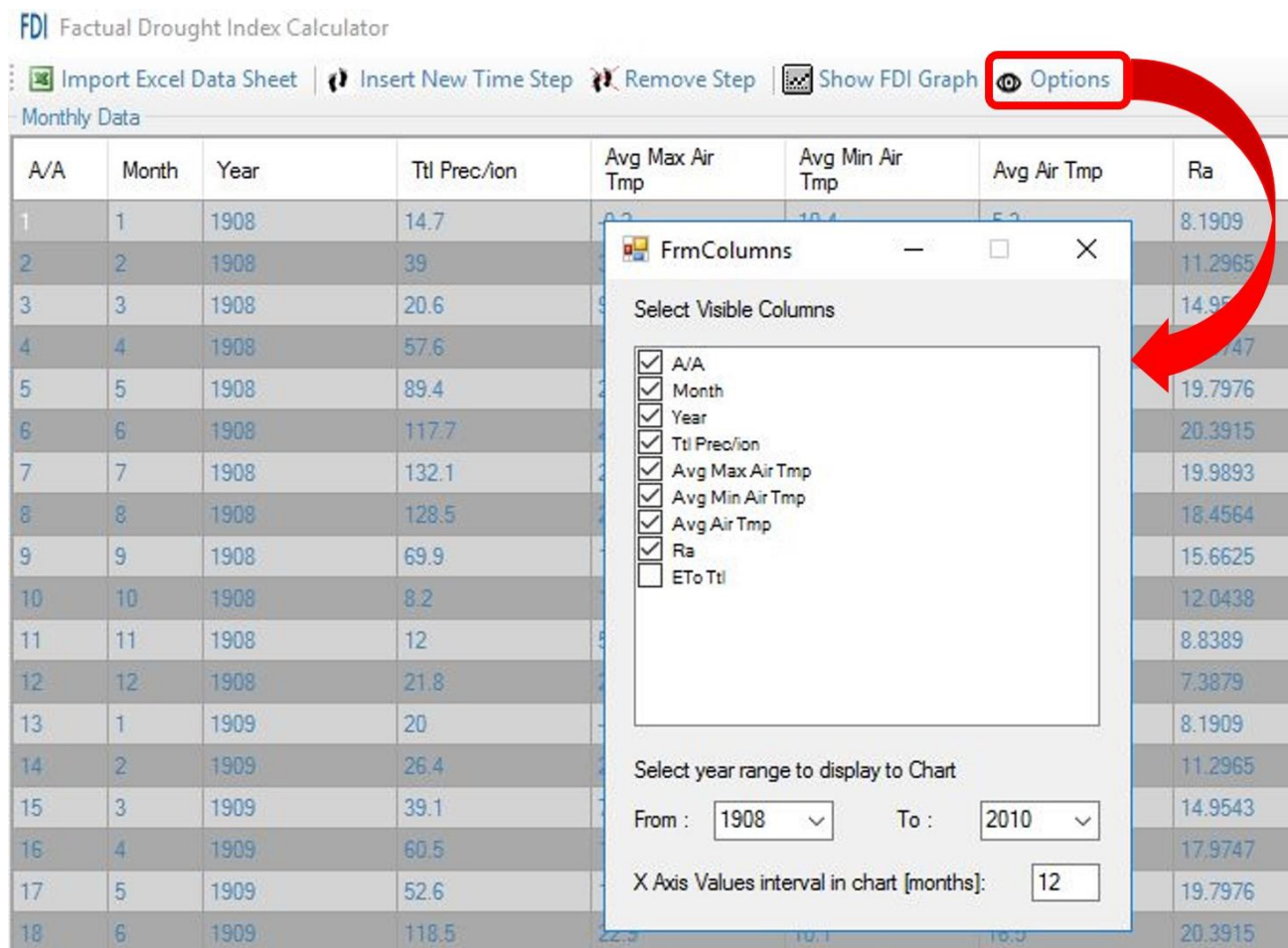
Τα αρχεία δεδομένων είναι αρχεία xls ή xlsx στα οποία απαιτείται να υπάρχουν στήλες με τις τιμές των εξής παραμέτρων: δεδομένα βροχόπτωσης (συνολική μηνιαία), δεδομένα θερμοκρασίας (μέση μέγιστη μηνιαία, μέση ελάχιστη μηνιαία, μέση μηνιαία) και δεδομένα ακτινοβολίας στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας, R_a . Στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι για να εξασφαλιστούν αξιόπιστα αποτελέσματα είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν χρονοσειρές με δεδομένα τουλάχιστον 30 ετών. Το λογισμικό είναι σε θέση να αναγνωρίσει αυτόματα τη θέση των δεδομένων από το αρχείο δεδομένων και να αγνοήσει οποιαδήποτε άλλη πληροφορία που εμπεριέχεται στο αρχείο, όταν αυτό είναι διαμορφωμένο όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 5.6:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ID	Month	Year	Tot Precip	Avg Max Air Tmp	Avg Min Air Tmp	Avg Air Tmp	Ra
2				(mm)	(C)	(C)	(C)	MM/DAY
3	2923	1	1908	14.70	-0.20	-10.40	-5.30	8.19
4	2954	2	1908	39.00	3.80	-4.20	-0.20	11.30
5	2983	3	1908	20.60	9.70	-1.40	4.10	14.95
6	3014	4	1908	57.60	12.10	1.60	6.90	17.97
7	3044	5	1908	89.40	22.90	8.60	15.70	19.80
8	3075	6	1908	117.70	26.40	11.00	18.70	20.39
9	3105	7	1908	132.10	25.30	11.70	18.50	19.99
10	3136	8	1908	128.50	22.70	10.60	16.60	18.46
11	3167	9	1908	69.90	19.90	7.50	13.70	15.66
12	3197	10	1908	8.20	16.40	3.10	9.70	12.04
13	3228	11	1908	12.00	5.10	-2.80	1.20	8.84
14	3258	12	1908	21.80	2.10	-4.90	-1.40	7.39
15	3289	1	1909	20.00	-1.20	-10.30	-5.80	8.19
16	3320	2	1909	26.40	2.30	-5.80	-1.70	11.30
17

Εικόνα 5. 9. Τρόπος διαμόρφωσης του αρχείου εισόδου.

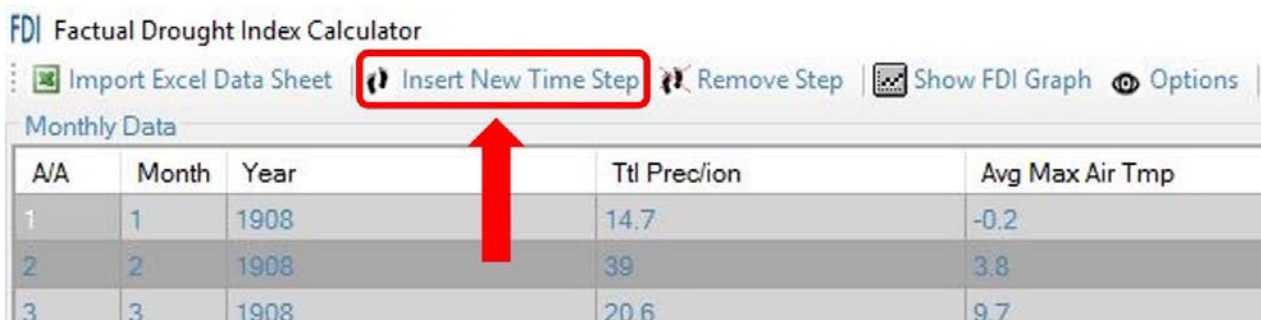
Δηλαδή η πρώτη στήλη (A) είναι ο αύξων αριθμός των δεδομένων, η δεύτερη (B) είναι ο μήνας του έτους (Ιανουάριος: 1, Φεβρουάριος: 2 κλπ), στην τρίτη στήλη (C) εισάγεται το έτος. Στην τέταρτη στήλη (D) βρίσκονται τα δεδομένα βροχόπτωσης (συνολική μηνιαία), στην πέμπτη (E) τα δεδομένα μέσης μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασίας, στην έκτη (F) τα δεδομένα της μέσης ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας και στην έβδομη (G) τα δεδομένα της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας. Στην όγδοη στήλη (H) εισάγονται τα δεδομένα ακτινοβολίας στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας, Ra. Τονίζεται ότι όλα τα δεδομένα ξεκινούν από την τρίτη σειρά (3), αφού στην πρώτη εισάγονται οι τίτλοι των στηλών και στη δεύτερη οι μονάδες μέτρησής τους.

Αφού λοιπόν ανοιχθεί το αρχείο δεδομένων, αυτά εμφανίζονται στην αρχική οθόνη του FDI-Calculator (Εικόνα 5.7). Με την εισαγωγή των δεδομένων υπολογίζονται αυτόματα και οι τιμές της συνολικής μηνιαίας εξατμοδιαπνοής κατά Hargreaves-Samani (1985) και αν ο χρήσης θέλει να τις εμφανίσει στον πίνακα, αυτό γίνεται πατώντας το κουμπί  Options. Τότε ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.7.



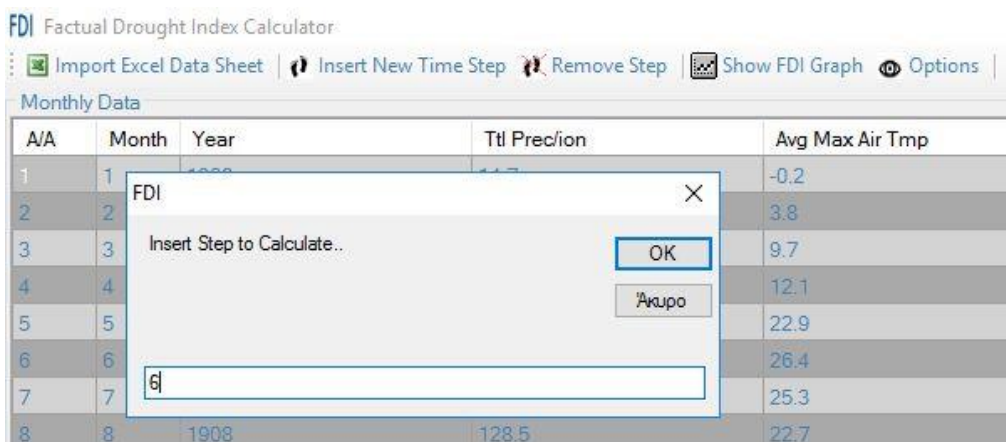
Εικόνα 5. 10. Δυνατότητες του κουμπιού “Options”.

Επιλέγοντας το “ETo Ttl” κάνοντας κλικ πάνω στο πλαίσιο, και κλείνοντας από το X το παράθυρο διαλόγου, εμφανίζονται στον πίνακα οι τιμές ETo όπως υπολογίστηκαν κατά Hargreaves-Samani. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί ο χρήστης να εμφανίσει ή να αποκρύψει οποιαδήποτε στήλη, χωρίς όμως να τη διαγράψει. Υπάρχει πάντα η δυνατότητα επαναφοράς της στήλης στην αρχική οθόνη. Το παράθυρο διαλόγου κλείνει από το κουμπί X. Στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το χρονικό βήμα με βάση το οποίο θα υπολογιστεί ο FDI (πχ 6), κάνοντας κλικ πάνω στο κουμπί «Insert New Time Step» όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.8.



Εικόνα 5. 11. Επιλογή χρονικού βήματος για τον υπολογισμό του FDI

Μετά το κλικ «ανοίγει» νέο παράθυρο διαλόγου που ζητάει να εισαχθεί το χρονικό βήμα (time step). Έτσι, για χρονικό βήμα 6 μηνών, ο χρήστης πληκτρολογεί τον αριθμό 6 και μετά επιλέγει το κουμπί «OK», όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.9.



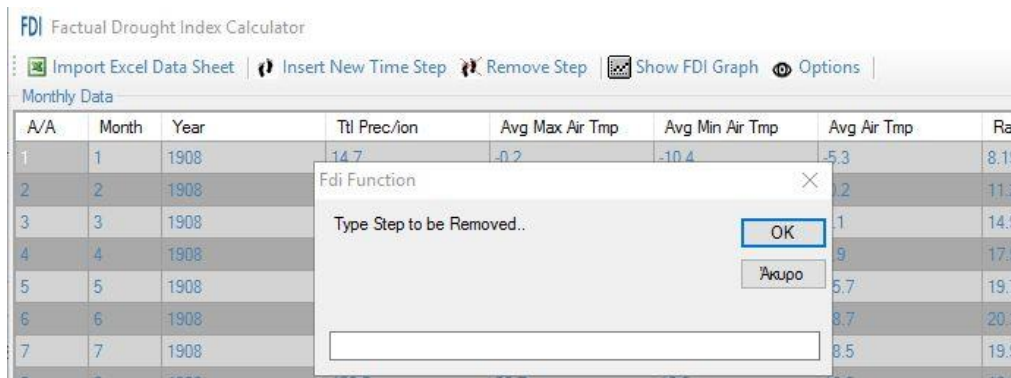
Εικόνα 5. 12. Εισαγωγή χρονικού βήματος (πχ 6)

Αυτόματα στην αρχική οθόνη του προγράμματος φαίνονται τα αποτελέσματα και οι τιμές του FDI για χρονικό βήμα 6. Είναι δυνατό να υπολογιστούν οι τιμές του FDI για περισσότερα από ένα χρονικά βήματα. Αυτό γίνεται με επανάληψη της προηγούμενης διαδικασίας. Δηλαδή επιλέγεται ξανά με κλικ το κουμπί «*Import New Time Step*» και στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει ο χρήστης πληκτρολογεί το επιθυμητό χρονικό βήμα. Το παράθυρο διαλόγου κλείνει και πάλι με το «OK», οπότε και εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην ίδια οθόνη. Είναι λοιπόν δυνατό στην ίδια οθόνη να εμφανίζονται οι τιμές του FDI για πολλά χρονικά βήματα (πχ 6, 12 κλπ) όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 5.10.



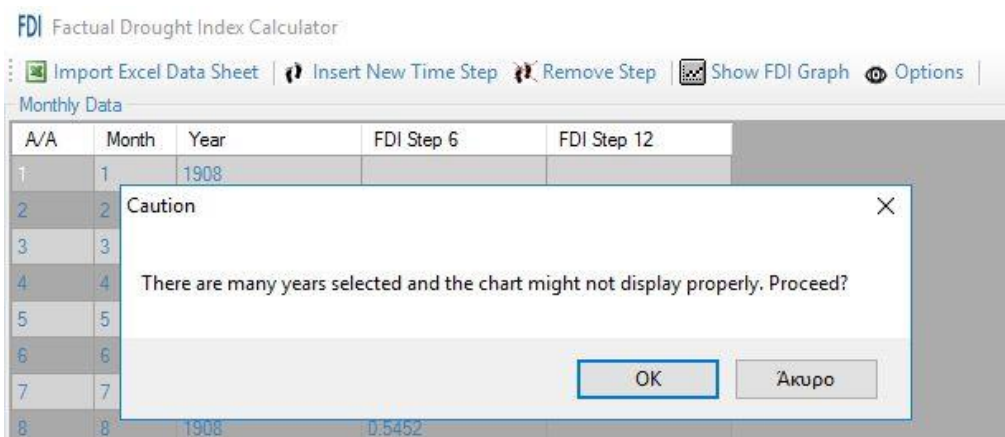
Εικόνα 5. 13. Ταυτόχρονη παρουσίαση αποτελεσμάτων FDI για χρονικά βήματα 6 και 12 μηνών.

Το σύστημα παρέχει επίσης τη δυνατότητα στο χρήστη να αφαιρέσει ένα step με το κουμπί “Remove Step”. Στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει, ο χρήστης πληκτρολογεί το μηνιαίο χρονικό βήμα που θέλει να αφαιρέσει και κατόπιν επιλέγει το “OK” (Εικόνα 5.11).



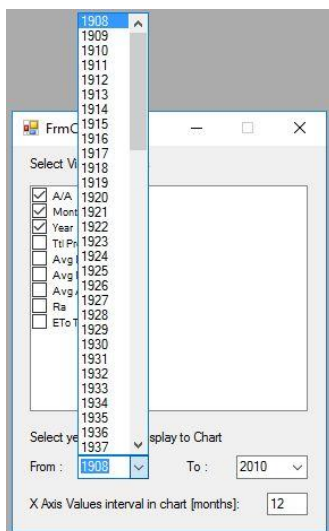
Εικόνα 5. 14. Παράθυρο διαλόγου «Remove step»

Το λογισμικό επιτρέπει επίσης την παραγωγή γραφήματος στο οποίο απεικονίζονται όλα τα steps που υπολογίζονται. Αυτό γίνεται από το κουμπί “Show FDI Graph”. Αν η χρονοσειρά είναι πολύ μεγάλη, το σύστημα ειδοποιεί το χρήστη ότι ενδεχομένως το γράφημα να μην φαίνεται καλά (Εικόνα 5.12), διότι υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξει λιγότερα έτη προς εμφάνιση.



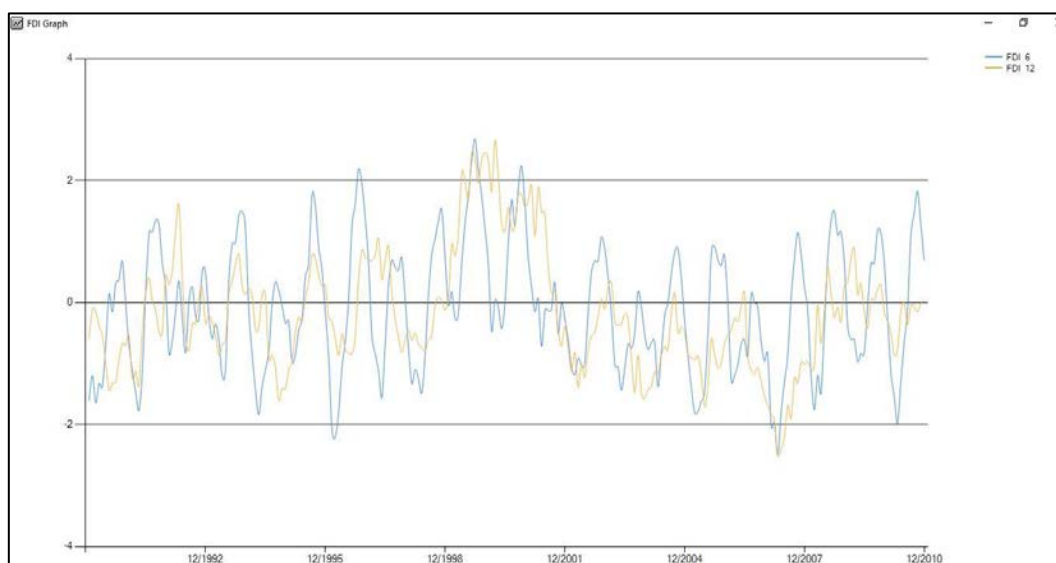
Εικόνα 5. 15. Ειδοποίηση για επιλογή μέρους της χρονοσειράς

Αν ο χρήστης επιλέξει “OK” εμφανίζεται το γράφημα. Αν ο χρήστης επιλέξει “Άκυρο” δεν εμφανίζεται γράφημα. Τότε ο χρήστης έχει τη δυνατότητα από το “Options” να επιλέξει τα χρόνια για τα οποία επιθυμεί να δημιουργηθεί το γράφημα (Εικόνα 5.13). Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάθε πόσους μήνες θα εμφανίζεται ταμπέλα στον άξονα των X (X- axis values interval).



Εικόνα 5. 16. Επιλογή χρονοσειράς για προβολή στο γράφημα.

Αν για παράδειγμα ο χρήστης επιλέξει τα τελευταία 20 έτη (δηλαδή 1990-2010), μπορεί πατώντας ξανά το κουμπί “Show FDI Graph” να δημιουργήσει τη γραφική παράσταση του FDI ως προς το χρόνο. Σημειώνεται ότι για να δημιουργηθεί το γράφημα με τα επιλεγμένα έτη, δεν πρέπει να κλείσει ο χρήστης το παράθυρο διαλόγου στο οποίο επέλεξε τα έτη (FrmColumns). Το γράφημα που προκύπτει για τα χρονικά βήματα 6 και 12 έχει τη μορφή της Εικόνας 5.14.



Εικόνα 5. 17. FDI Graph

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΗ- ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο Κεφάλαιο 6 αναλύεται η εφαρμογή και αξιολόγηση του δείκτη στη Νότια και Κεντρική Ευρώπη καθώς και σε μερικές περιοχές της Δ. Ασίας (Τουρκίας), αλλά και η εφαρμογή και αξιολόγησή που πραγματοποιήθηκε στη νήσο Σάμο χρησιμοποιώντας ως αναφορά το πάχος ετήσιων αυξητικών δακτυλίων τραχείας πεύκης. Ακολουθεί ο έλεγχος υποθέσεων και τα κριτήρια ελέγχου ως προς τη στατιστική σημαντικότητα των αποτελεσμάτων .

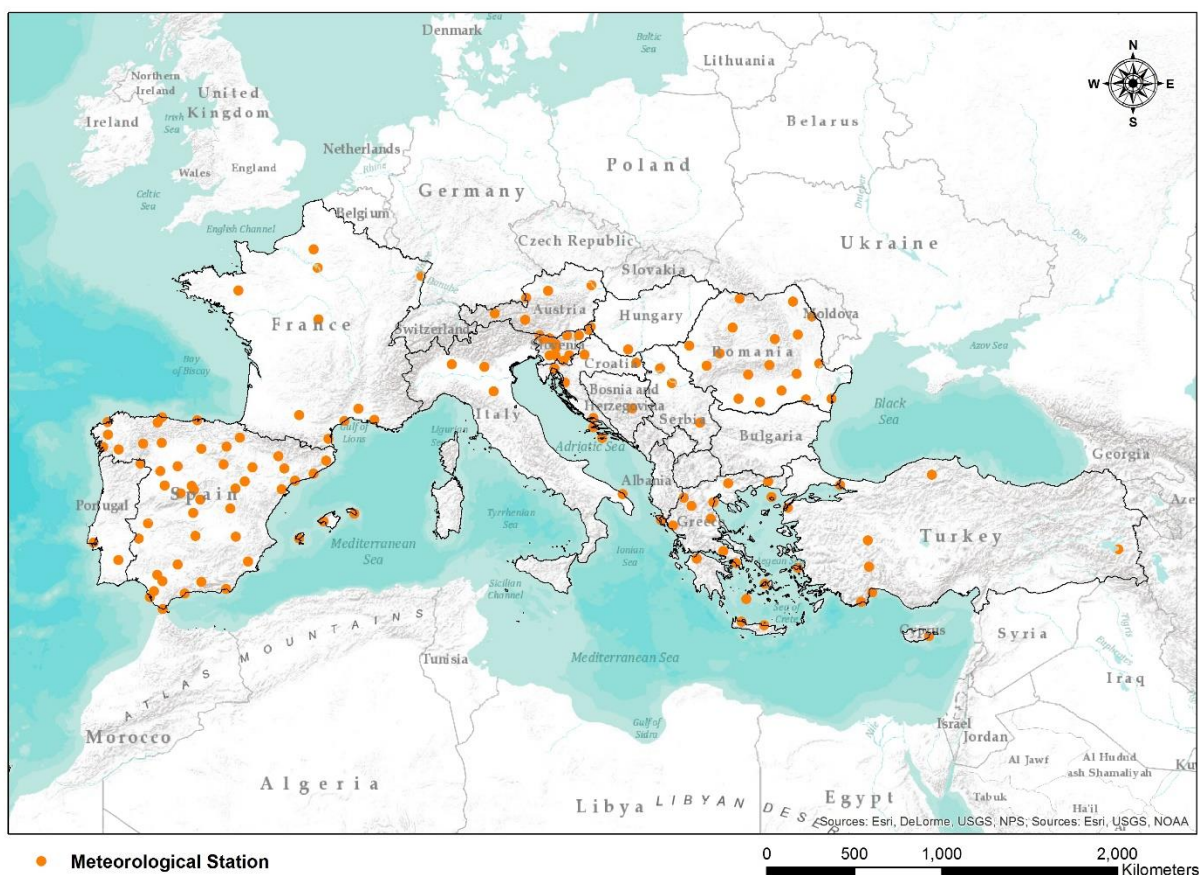
6.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ.

Έχει ήδη αναφερθεί, ότι ο προτεινόμενος δείκτης FDI εφαρμόστηκε (μέσω του λογισμικού αυτόματου υπολογισμού FDI Calculator ή FDI-C), σε 170 σημεία της νότιας και κεντρικής Ευρώπης αλλά και της Δυτικής Ασίας (Τουρκίας), όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4. Για τους σταθμούς αυτούς ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5 και υπολογίστηκε η τιμή του FDI για τα χρονικά βήματα 3, 6, 9 και 12 μηνών. Λόγω της ποσότητας των τιμών και προκειμένου αυτές να μπορέσουν να αναλυθούν, δημιουργήθηκαν γραφήματα για κάθε ένα βήμα, για κάθε ένα σταθμό, ενώ για την γραμμή τάσης εφαρμόστηκε κυλιόμενος μέσος (Παράρτημα II).

Το λογισμικό είναι σε θέση να υπολογίσει τις τιμές του δείκτη για οποιοδήποτε χρονικό βήμα, παρόλα αυτά υπολογίστηκαν τα χρονικά βήματα για τα οποία υπάρχει φυσικό νόημα. Για παράδειγμα τα χρονικά βήματα ενός και δύο μηνών δε μπορούν να απεικονίσουν την πραγματική κατάσταση, αφού σε ορισμένες από τις περιοχές (κυρίως στη νότια Ευρώπη) η βροχόπτωση είναι μηδενική για περισσότερο από δύο μήνες το καλοκαίρι και η εξατμοδιαπνοή πολύ έντονη, με αποτέλεσμα ο δείκτης να δείχνει πολύ ξηρές περιόδους. Κάτι αντίστοιχο άλλωστε ισχύει και κατά την εφαρμογή του δείκτη SPI. Επίσης και τα χρονικά βήματα άνω των δώδεκα μηνών δεν είχαν φυσικό νόημα, αφού όσο μεγαλύτερο το χρονικό βήμα, τόσο η καμπύλη εξομαλύνεται και φαίνεται το φαινόμενο να ρέπει προς κανονικές συνθήκες.

Ενδεικτικά, για λόγους σύγκρισης-συσχέτισης, εφαρμόστηκε και ο SPI και τα αποτελέσματα παρατίθενται σε γραφήματα όπως περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο. Επίσης, παρουσιάζονται χάρτες που απεικονίζουν συγκριτικά τα αποτελέσματα των δεικτών FDI και SPI (6 & 12) για τον Αύγουστο του 2003, όποτε και σημειώθηκε η πιο έντονη ξηρασία της Ευρώπης τα τελευταία 50 χρόνια. Σημειώνεται ότι αν και ο SPI υπολογίστηκε για όλους τους σταθμούς, για τους οποίους υπήρχαν δεδομένα για το 2003, στα αποτελέσματα (που παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII) παρουσιάζεται ενδεικτικά μόνο ένας σταθμός από κάθε χώρα.

Τα διαθέσιμα δεδομένα που κάλυπταν την περίοδο 2003, προέρχονταν από 135 σταθμούς οι θέσεις των οποίων φαίνονται στην Εικόνα 6.1.



Εικόνα 6.1. Θέσεις σταθμών στους οποίους εφαρμόστηκε ο FDI και ο SPI για την περίοδο 2003.

Για την Ελλάδα επίσης εφαρμόστηκε ο FDI αλλά και ο SPI σε όλους τους σταθμούς. Παράλληλα, δημιουργήθηκαν χάρτες που συγκρίνουν και πάλι τα αποτελέσματα των δύο δεικτών FDI και SPI (6 & 12) στην Ελλάδα, για τον Μάιο και τον Οκτώβριο του 1990 που επίσης σημειώθηκε ένα από τα πλέον έντονα περιστατικά ξηρασίας στη χώρα (Καραβίτης et al, 2015).

Οι χάρτες δημιουργήθηκαν σε περιβάλλον GIS με τη μέθοδο παρεμβολής Inverse Distance Weighted – IDW (Naoum & Tsanis, 2004). Η μέθοδος αυτή δέχεται την υπόθεση ότι όσο πιο κοντά βρίσκονται δύο σημεία τόσο πιο πολλά κοινά χαρακτηριστικά έχουν. Αυτό μπορεί να έχει εφαρμογή σε κλιματικά δεδομένα. Δύο σημεία με μικρή απόσταση είναι πιο πιθανό να έχουν παρόμοια θερμοκρασία από δύο σημεία που έχουν μεγάλη απόσταση. Η IDW για να εκτιμήσει την τιμή μίας μεταβλητής σε μία περιοχή θα χρησιμοποιήσει τις αντίστοιχες υπάρχουσες (μετρημένες) τιμές των περιοχών που περιβάλλουν την υπο εκτίμηση περιοχή. Οι τιμές των περιοχών που βρίσκονται πιο κοντά στην υπό εκτίμηση περιοχή, θα επηρεάζουν περισσότερο την

περιοχή που μελετάται. Επομένως η IDW υποθέτει ότι κάθε μετρημένο σημείο επηρεάζει τα γειτονικά του και η επιρροή αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση.

Πρόκειται λοιπόν, για μια τεχνική παρεμβολής που υπολογίζει τις τιμές των κελιών σε ένα raster από ένα σύνολο σημείων του δείγματος, των οποίων το βάρος είναι γνωστό, με τέτοιο τρόπο ώστε όσο πιο μακριά βρίσκεται το σημείο δειγματοληψίας από το σημείο ενδιαφέροντος, τόσο πιο μικρό βάρος έχει στον υπολογισμό της τιμής του κελιού ενδιαφέροντος.

6.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΣΑΜΟ

Για έναν από τους σταθμούς και πιο συγκεκριμένα για το σταθμό της νήσου Σάμου, πραγματοποιήθηκε εργασία (που είναι υπό δημοσίευση) σε συνεργασία με Ερευνητική ομάδα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ, 2014), συγκρίνοντας διάφορους ευρέως χρησιμοποιούμενους δείκτες ξηρασίας (DECILES, SPI, PDSI, RDI) με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους αυξητικών ετήσιων δακτυλίων (ΠΕΑΔ) τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Tens) από εγκάρσια τομή.

Η Τραχεία πεύκη είναι το πιο διαδεδομένο δασικό είδος στην επικράτεια της ανατολικής Μεσογείου. Η αυξητική περίοδος του συγκεκριμένου είδους συνήθως αρχίζει στα μέσα του Φεβρουαρίου και τελειώνει στα μέσα του Νοεμβρίου. Η περίοδος αυτή έχει διάρκεια της τάξεως των 200 – 280 ημερών, δηλαδή διαρκεί περίπου 9 μήνες.

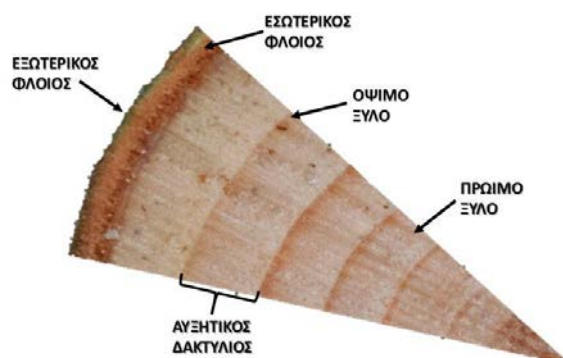
Συγκεκριμένα, κατά την εργασία πραγματοποιήθηκε:

- Κοπή 18 δέντρων στη περιοχή “Κονταίικα” της Σάμου το Δεκέμβριο του 2012.
- Μέτρηση των ετήσιων δακτυλίων με τη χρήση τριών δειγμάτων ανά δέντρο (για την αποφυγή εισαγωγής πιθανών ψευδοδακτυλίων στη χρονοσειρά). Οι μετρήσεις έγιναν στο ύψος της πρεμνικής διαμέτρου – 0.30 m από την επιφάνεια του εδάφους.
- Μέτρηση του πάχους του πρώιμου ξύλου/τμήματος (Εικόνα 6.2) των ετήσιων δακτυλίων
- Χρήση κοινών ετών μεταξύ των δέντρων για τη σύγκριση με τους δείκτες ξηρασίας DECILES, SPI, PDSI, RDI (1980 – 2011). Σχετικά με την ηλικία των δέντρων, το γηραιότερο είχε ηλικία 44 έτη (1968 – 2011), ενώ το νεότερο είχε ηλικία 32 έτη (1980 – 2011). Ο μέσος όρος ηλικίας όλων των δέντρων είναι τα 36.33 έτη.

Σημειώνεται ότι οι αυξητικοί (ετήσιοι) δακτύλιοι (Studhalter, 1956):

- μπορούν να διακριθούν εύκολα με γυμνό μάτι όταν η τομή του κορμού είναι εγκάρσια.
- διαμορφώνονται με προσθήκη επάλληλων αυξητικών μανδυών, όμοια δηλαδή με τον τρόπο που αυξάνονται τα δένδρα.

- η διάκριση των ετησίων δακτυλίων, που κάνει αναγνώσιμη την ηλικία του δέντρου οφείλεται στο ότι το ξύλο ανάλογα με το πότε παράγεται (αρχή ή τέλος αυξητικής περιόδου, δηλαδή πρώιμο ή όψιμο αντίστοιχα) διαφέρει ως προς την πυκνότητα, το χρώμα και άλλα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά.
- Έχουν πάχος το οποίο εξαρτάται από το είδος, την ηλικία του δένδρου, τις κληρονομικές καταβολές και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Όσο πιο παχύς είναι ένας δακτύλιος, τόσο μεγαλύτερη αύξηση είχε το δένδρο την συγκεκριμένη χρονιά, επομένως οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές για την αύξησή του, άρα και οι υδατικές του ανάγκες ήταν ικανοποιημένες.



Εικόνα 6. 2. Ανατομία κορμού και Αυξητικοί δακτύλιοι

Εκτός από τους δείκτες DECILES, SPI, PDSI και RDI, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της κανονικοποιημένης χρονοσειράς ΠΕΑΔ και με τον δείκτη FDI και τα αποτελέσματα αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια. Τα κλιματικά δεδομένα από τα οποία προκύπτουν οι τιμές των δεικτών δίνονται στο Παράρτημα III. Στο Παράρτημα IV φαίνεται η ετήσια αύξηση του κάθε δέντρου (σε mm) για το κάθε έτος της χρονοσειράς. Από τις 18 τιμές ανά έτος (μία ανά δέντρο) προκύπτει χρονοσειρά με το μέσο όρο του ΠΕΑΔ των δένδρων, η οποία κανονικοποιείται και τυποποιείται. Έπειτα, γίνεται συσχέτιση των τιμών της κανονικοποιημένης και τυποποιημένης χρονοσειράς ΠΕΑΔ των δένδρων με τους δείκτες ξηρασίας DECILES, SPI (1, 3, 6, 9, 12), PDSI, RDI (1, 3, 6, 9, 12) και FDI (1, 3, 6, 9, 12). Τονίζεται ότι οι τιμές των δεικτών υπολογίζονται σε μηνιαία βάση και υπολογίζεται ο μέσος όρος αυτών ανά έτος. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε σύγκριση των συσχετίσεων των δεικτών FDI και SPI με την αύξηση των δέντρων για διάφορα χρονικά βήματα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 7.

Επειδή όπως προαναφέρθηκε, η Τραχεία Πεύκη έχει εννεάμηνη αυξητική περίοδο, που αρχίζει στα μέσα του Φεβρουαρίου και τελειώνει στα μέσα του Νοεμβρίου, κρίθηκε σημαντικό να συγκριθεί το ΠΕΑΔ των δέντρων με τους δείκτες για επίπεδα βήματος 12 μήνες, 9 μήνες και 6 μήνες στην αρχή και στο τέλος της αυξητικής περιόδου, έτσι ώστε να ερευνηθεί ποια περίοδος μέσα στην αυξητική περίοδο επηρεάζει περισσότερο την ετήσια αύξηση των δένδρων. Συγκεκριμένα έγινε σύγκριση συσχέτισης ΠΕΑΔ – Δεικτών Ξηρασίας για τα παρακάτω επίπεδα βήματος και μήνες:

- SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου (περίοδος από το Δεκέμβριο του προηγούμενου έτους έως το Νοέμβριο του τρέχοντος έτους)
- SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου (Μάρτιος – Νοέμβριος)
- SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου (Φεβρουάριος – Οκτώβριος)
- SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου (Ιούνιος - Νοέμβριος)
- SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου (Μάιος - Οκτώβριος)
- SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου (Απρίλιος - Σεπτέμβριος)
- SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου (Μάρτιος – Αύγουστος)
- SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου (Φεβρουάριος – Ιούλιος)

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο επόμενο Κεφάλαιο 7.

6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται στην εφαρμογή του δείκτη FDI στη Σάμο, απαιτεί τη διατύπωση και ανάλυση στατιστικών υποθέσεων. Η εφαρμογή του δείκτη FDI σε αυτήν την περιοχή μελέτης, θα οδηγήσει σε συγκεκριμένα συμπεράσματα ως προς την αποδοτικότητά του να απεικονίσει την πραγματικότητα, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται στο μέλλον για να αναγνωρίσει και να προβλέψει το φαινόμενο της ξηρασίας. Για το σκοπό αυτό συγκρίνεται με τον ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη Standardized Precipitation Index - SPI (Mc Kee 1989). Άλλωστε, ο SPI υπολογίζεται μόνο με δεδομένα βροχόπτωσης, επομένως αν αποδίδει την πραγματικότητα εξίσου καλά με τον FDI, δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιηθεί ο FDI, ο οποίος απαιτεί περισσότερα δεδομένα. Η υπόθεση λοιπόν που ελέγχεται είναι η εξής:

- “Ο σύνθετος δείκτης Factual Drought Index - FDI είναι σε θέση να αξιολογήσει πληρέστερα το φαινόμενο της ξηρασίας συγκριτικά με τον ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη Standardized Precipitation Index - SPI”.

Τα κριτήρια που ελέγχονται είναι τα παρακάτω:

- **Κριτήριο 1:** Ο έλεγχος της συσχέτισης των υπό εξέταση δεικτών ως προς το ΠΕΑΔ 18 δέντρων του δασικού είδους *Pinus brutia* (Τραχεία Πεύκη). Οι μήνες και τα χρονικά βήματα τα οποία εξετάστηκαν είναι αυτά που αναλύθηκαν στο κεφ. 6.2.
- **Κριτήριο 2:** Οι δείκτες που θα προκριθούν από το κριτήριο 1, δηλαδή αυτοί με τη μεγαλύτερη συσχέτιση ως προς το ΠΕΑΔ των δένδρων, θα τεθούν υπό το στατιστικό έλεγχο της ακόλουθης υπόθεσης ανά ζεύγη.

- ✓ $H_0: \bar{x}_{diff} = 0$ -> το ζεύγος των συσχετίσεων δεικτών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές
- ✓ $H_a: \bar{x}_{diff} \neq 0$ -> το ζεύγος των συσχετίσεων των δεικτών παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο στατιστικός έλεγχος υποθέσεων (hypothesis testing) είναι μια συμπερασματική διαδικασία/μέθοδος που εφαρμόζεται σε στοχαστικά προβλήματα απόφασης μεταξύ δύο εναλλακτικών υποθέσεων (<http://www.aua.gr/graparadopoulos/shmeiwseis.php>). Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί αν οι διαφορές που προκύπτουν μεταξύ των συσχετίσεων των δύο δεικτών (FDI & SPI) ως προς το ΠΕΑΔ των δέντρων είναι στατιστικά σημαντικές. Έτσι, η μία υπόθεση έχει επικρατήσει να συμβολίζεται με H_0 και ονομάζεται μηδενική υπόθεση (null hypothesis), και η άλλη με H_1 και ονομάζεται εναλλακτική υπόθεση (alternative hypothesis).

Ο στατιστικός έλεγχος όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 6.2, θα πραγματοποιηθεί με την εφαρμογή δύο προσεγγίσεων:

- **Προσέγγιση 1:** Δημιουργία 30 νέων δειγμάτων αποτελούμενα από 15 δέντρα προερχόμενα από το αρχικό δείγμα των 18 δέντρων. Στη δημιουργία των δειγμάτων **δεν** χρησιμοποιείται επανατοποθέτηση των επιμέρους δέντρων του αρχικού δείγματος.

Τονίζεται ότι εφόσον ο πληθυσμός είναι σαφώς καθορισμένος, με μέγεθος $N=18$, τα δυνατά διακεκριμένα δείγματα μεγέθους $n=15$ που μπορούν να σχηματιστούν, είναι 816, όπως προκύπτει από τον τύπο:

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

- **Προσέγγιση 2:** Δημιουργία 100 νέων δειγμάτων αποτελούμενα από 15 δέντρα από το αρχικό δείγμα των 18 δέντρων. Στη δημιουργία των δειγμάτων χρησιμοποιείται **επανατοποθέτηση** των επιμέρους δέντρων του αρχικού δείγματος.

Για τις δύο προσεγγίσεις, τα τυχαία δείγματα δημιουργήθηκαν στο Microsoft Office με το πρόγραμμα Excel (xls), όπου και συνετάχθησαν οι αντίστοιχες μακροεντολές, καθώς για την Προσέγγιση 1 (δημιουργία δείγματος χωρίς επανατοποθέτηση), δεν υφίσταται built in function.

Ως προς το **Κριτήριο 1**, από τον έλεγχο της συσχέτισης των υπό εξέταση δεικτών (SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου, SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου, SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου, SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου, SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου, SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου, SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου, SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου) με το ΠΕΑΔ 18 δέντρων του δασικού είδους *Pinus brutia* (Τραχεία Πεύκη), όπως περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο, προκύπτει ότι

καλύτερα αποτελέσματα για τον δείκτη FDI δίνει ο FDI 12 Νοεμβρίου (με συσχέτιση 0.48), ενώ και για το δείκτη SPI τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει ο SPI 12 Νοεμβρίου (με συσχέτιση 0.44).

Επομένως στον έλεγχο υποθέσεων για το **Κριτήριο 2** θα χρησιμοποιηθούν οι δείκτες αυτοί (που προηγούνται με βάση το **Κριτήριο 1**).



Εικόνα 6. 3. Σχηματική απεικόνιση ελέγχου υποθέσεων

Στη δειγματοληψία με επανατοποθέτηση, ένα δέντρο του πληθυσμού (18) μπορεί να εκλεγεί πολλές φορές, ενώ στη δειγματοληψία χωρίς επανατοποθέτηση, ένα δέντρο μπορεί να εκλεγεί το πολύ μια φορά. Να σημειωθεί ότι ένας πεπερασμένος πληθυσμός μπορεί να θεωρηθεί άπειρος σε δειγματοληψία με επανατοποθέτηση, επειδή μπορούμε να πάρουμε δείγματα οποιουδήποτε μεγέθους.

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο Κεφάλαιο 6 αναλύθηκε η εφαρμογή του δείκτη στη Νότια Ευρώπη και στη Σάμο καθώς επίσης και οι υποθέσεις έρευνας και τα κριτήρια ελέγχου που εφαρμόστηκαν. Τα αποτελέσματα όπως προκύπτουν αναλύονται παρακάτω.

Μελετώντας τα γραφήματα, τα οποία προκύπτουν από χρονοσειρές μεγαλύτερες των 30 ετών, φαίνεται ότι ακόμα και στις δεκαετίες που το περιβάλλον δεν είχε υποστεί σημαντικές παρεμβάσεις ή αλλοιώσεις από τον άνθρωπο, εμφανίστηκαν ξηρασίες. Αν λάβει κανείς υπόψη τους παράγοντες που πιθανώς να επηρεάζουν το φαινόμενο της ξηρασίας το οποίο δημιουργεί άλλοτε μικρότερα και άλλοτε μεγαλύτερα προβλήματα στο σύστημα «ΑΝΘΡΩΠΟΣ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΝΘΡΩΠΟΣ», οδηγείται στο συμπέρασμα ότι το φαινόμενο δεν είναι μία ανωμαλία του κλίματος ή κάτι αφύσικο, αλλά υπήρχε, υπάρχει και θα υπάρχει.

Η ιστορία δείχνει ότι όταν εμφανίζεται μία διαφοροποίηση έστω και παροδική στο περιβάλλον του ανθρώπου, ο τελευταίος ψάχνει τα αίτια που το δημιούργησαν, τη λύση και στη συνέχεια αναζητά την επιστημονική λύση του προβλήματος. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η ξηρασία δεν θα πάψει να υφίσταται εάν ο άνθρωπος γίνει λιγότερο παρεμβατικός στο περιβάλλον. Αντίθετα, υπάρχουν πολλοί παράγοντες, αστρονομικοί και μετεωρολογικοί, που μπορούν να εντείνουν ή να μειώσουν το φαινόμενο χωρίς να μπορεί ο άνθρωπος να επέμβει σε αυτούς.

Η διαχείριση υδατικών πόρων και δη της ξηρασίας εμπεριέχει μεθόδους πρόγνωσης και αντιμετώπισης του φαινομένου οι οποίες πρέπει να εφαρμοστούν σε εθνικό και τοπικό επίπεδο για να προφυλαχθεί η κοινωνία από αυτό το μεγάλο πρόβλημα. Οι πολιτικές που εφαρμόζονται δεν θα πρέπει να είναι πολιτικές της στιγμής της κρίσης, που προέκυψαν από αποφάσεις που πάρθηκαν υπό πίεση, αλλά να στηρίζονται στην γνώση και να έχουν επιστημονική τεκμηρίωση. Ο φορέας διαχείρισης πρέπει ανάλογα με την κατάσταση που υπάρχει να δίνει προτάσεις – συμβουλές - διαταγές στην τρωτή περιοχή.

7.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ

Με τον υπολογισμό του FDI με χρονικό βήμα, τριών μηνών, έξι μηνών, εννέα μηνών, δώδεκα μηνών, για κάθε ένα από τους 170 σταθμούς, προκύπτουν πίνακες και 4 διαγράμματα για κάθε σταθμό, η επεξήγηση των οποίων θα ήταν ανέφικτη. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του δείκτη FDI στα 170 σημεία της νότιας και κεντρικής Ευρώπης αλλά και της Δυτικής Ασίας (Τουρκίας), όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 6, παρουσιάζονται στο Παράρτημα II.

Όλα τα αποτελέσματα συσχέτισης του FDI και του SPI για χρονικό βήμα τριών, έξι, εννέα και δώδεκα μηνών, παρατίθενται στο Παράρτημα VIII, ενδεικτικά για κάποιους από τους σταθμούς, (αν και υπολογίσθηκαν όλοι όσοι είχαν δεδομένα για το 2003, παρουσιάζεται ενδεικτικά μόνο ένας σταθμός από κάθε χώρα και όλοι οι σταθμοί της Ελλάδας). Προκύπτει ότι οι μικρότερες συσχετίσεις μεταξύ των δύο δεικτών απαντώνται στα μικρά χρονικά βήματα (time step) και όσο το βήμα αυξάνει, αυξάνει και η συσχέτιση μεταξύ τους. Από τα γραφήματα είναι εμφανές ότι η καμπύλη του FDI γίνεται πιο ομαλή με την αύξηση του χρονικού βήματος, όπως επίσης συμβαίνει και με την καμπύλη του SPI. Στα πολύ μεγάλα χρονικά βήματα άλλωστε, η διαφορά

$$\sum_{j=1}^k ET_{ij} - \sum_{j=1}^k \overline{ET_j},$$

που αποτελεί το δεύτερο σκέλος της εξίσωσης G, της αρχικής μορφής του FDI, μειώνεται, με αποτέλεσμα να λαμβάνεται υπόψη περισσότερο η παράμετρος της βροχόπτωσης (όπως δηλαδή γίνεται και με τον SPI) και τελικά οι τιμές του FDI να έχουν πολύ μεγάλη συσχέτιση με αυτές του SPI. Όπως αναλύθηκε και στο κεφάλαιο 5:

$$G = \sum_{j=1}^k P_{ij} - \left(\sum_{j=1}^k ET_{ij} - \sum_{j=1}^k \overline{ET_j} \right) \text{ με } i=1 \text{ έως } N, \text{ όπου } ET_{ij} \text{ είναι η εξατμοδιαπνοή (mm) για το μήνα } j \text{ του έτους}$$

i αντίστοιχα, $\overline{ET_j}$ είναι η μέση εξατμοδιαπνοή (mm) που προκύπτει από όλους τους μήνες j της χρονοσειράς (N) και N είναι ο συνολικός αριθμός των ετών της διαθέσιμης χρονοσειράς.

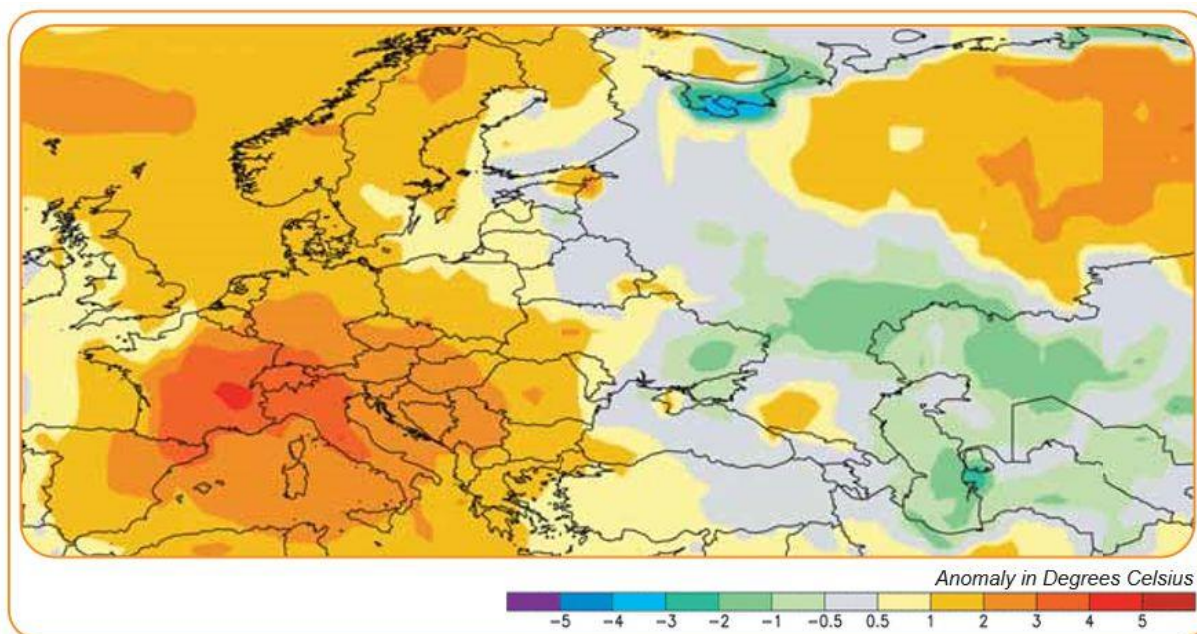
Υπενθυμίζεται ότι οι τιμές του δείκτη SPI υπολογίζονται συγκρίνοντας το συνολικό ύψος των κατακρημνίσεων μιας περιοχής κατά τη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου, με το μέσο ύψος κατακρημνίσεων της ίδιας χρονικής διάρκειας. Επομένως όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό βήμα τόσο μειώνεται η διαφορά του από το μέσο, άρα εξηγείται και έντονη διακριτική ικανότητα της έντασης του φαινομένου.

Επίσης όσο πιο μεσογειακό το κλίμα, δηλαδή όσο η διαφορά χειμώνα-καλοκαιριού γίνεται πιο έντονη με τους καλοκαιρινούς μήνες να δίνουν λιγότερες βροχοπτώσεις και μεγαλύτερες τιμές εξατμοδιαπνοής, τόσο πιο μικρή συσχέτιση συναντάται μεταξύ των δεικτών.

Ταυτόχρονα όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 6, δημιουργήθηκαν χάρτες που απεικονίζουν συγκριτικά τα αποτελέσματα των δεικτών FDI και SPI (6 & 12). Για την κεντρική και νότια Ευρώπη για τον Αύγουστο του 2003, όποτε και σημειώθηκε η πιο έντονη ξηρασία της Ευρώπης τα τελευταία 50 χρόνια (Εικόνα 7.2 & 7.3). Για την Ελλάδα, για τον Μάιο και τον Οκτώβριο του 1990 που επίσης σημειώθηκε ένα από τα πλέον έντονα περιστατικά ξηρασίας στη χώρα (Εικόνα 7.4 & 7.5).

Το μεγάλο κύμα καύσωνα που έπληξε την Ευρώπη τον Ιούνιο του 2003 και συνεχίστηκε τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, εμφάνισε θερμοκρασίες κατά 20-30% (°C) ψηλότερες από το μέσο όρο για την εποχή στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρωπαϊκής ηπείρου (UNEP, 2004).

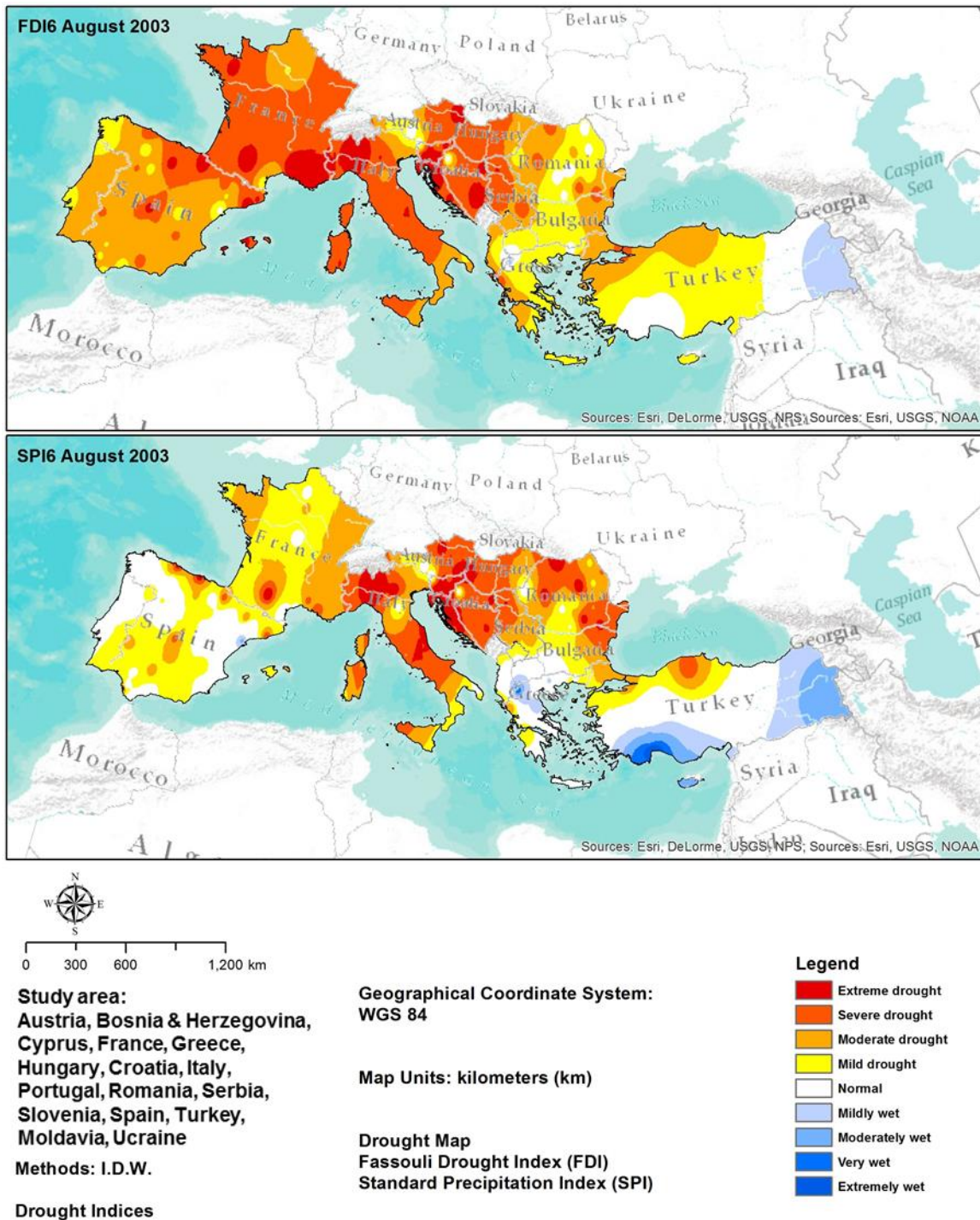
Η Εικόνα 7.1 προκύπτει από μετρήσεις στον αγρό αλλά και από δορυφορικά δεδομένα (NDC/ NOOA) και απεικονίζει τις έντονες αποκλίσεις της θερμοκρασίας από το μέσο όρο για την εποχή όπως καταγράφηκε για τον Ιούνιο ως τον Αύγουστο του 2003. Σε μερικές περιοχές (πχ ανατολική Γαλλία) η διαφορά αυτή ξεπέρασε τους 4°C. Ο μέσος όρος υπολογίζεται από δεδομένα χρονοσειράς 1988-2003.



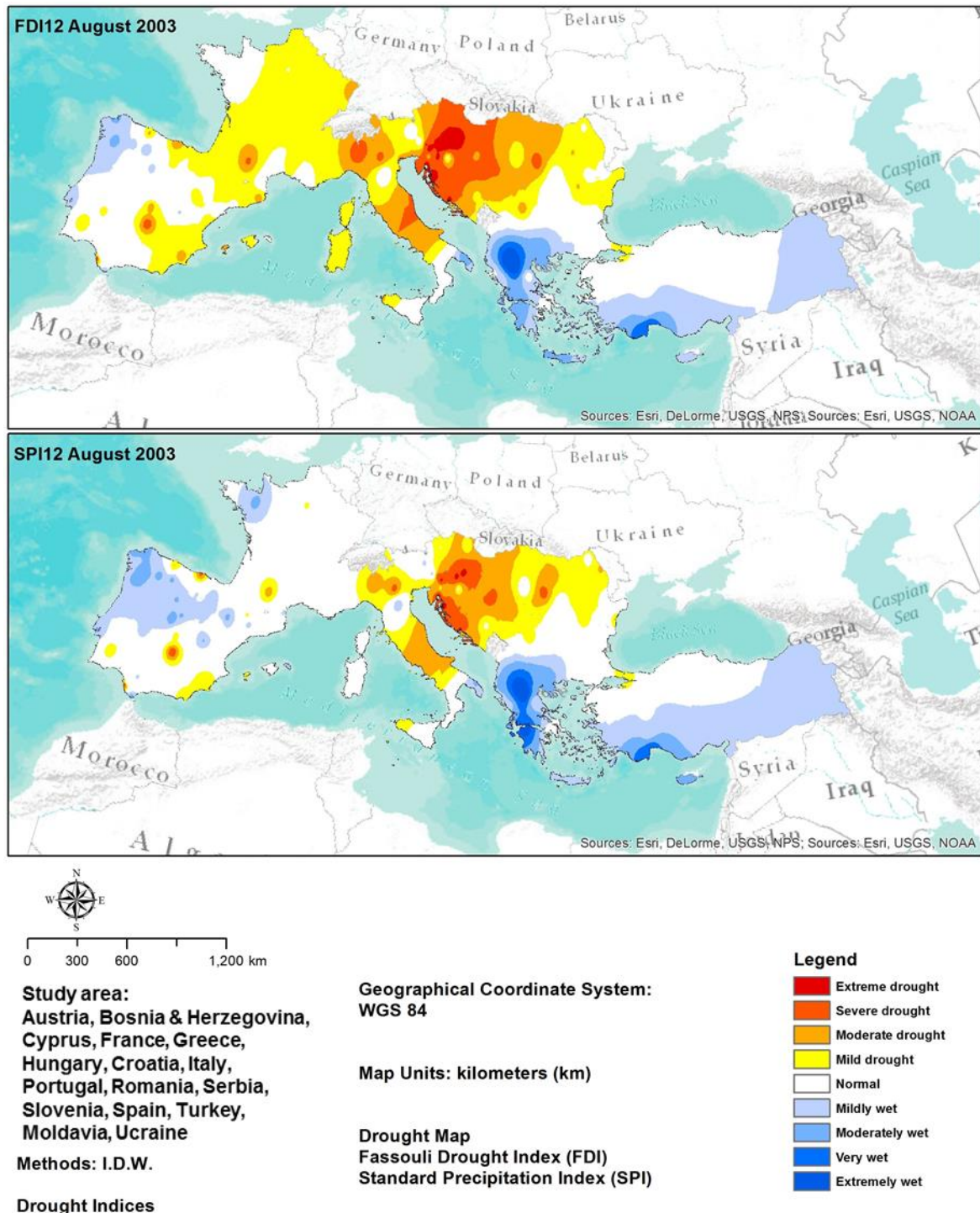
Εικόνα 7.1 . Αποκλίσεις θερμοκρασίας σε °C από το μέσο όρο για την εποχή (UNEP, 2004)

Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες των 35-40 °C σημειώθηκαν κατ'επανάληψη τον Ιούλιο και σε πιο μεγάλη έκταση τον Αύγουστο κυρίως στη Νότια Ευρώπη, αλλά και στην Κεντρική Ευρώπη ως και την Δυτική Ασία (Τουρκία). Το φαινόμενο προκλήθηκε από την εγκατάσταση ενός αντικυκλώνα πάνω από τη Δ. Ευρώπη ο οποίος δεν επέτρεψε στις βροχές που προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό να περάσουν στην Ευρωπαϊκή ήπειρο. Η συνθήκες αυτές διήρκεσαν πάνω από 20 ημέρες (!) κατά τις οποίες πολύ θερμές και ξηρές μάζες αέρα μεταφέρθηκαν στην περιοχή από τη Νότια Μεσόγειο. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία σημειώθηκε στη Γαλλία (40°C) και παρέμεινε ασυνήθιστα υψηλή για περισσότερο από δύο εβδομάδες (UNEP, 2004).

Ο Ιούλιος χαρακτηρίστηκε από ξηρές συνθήκες κυρίως στη **Γαλλία, την Ισπανία και την Ιταλία**, γεγονός που απεικονίζεται και στην Εικόνα 7.2 από τον δείκτη FDI6. Πιο συγκεκριμένα για την Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία και τα δυτικά κυρίως Βαλκάνια, ο FDI 6 δείχνει από μέτρια ως εξαιρετικά έντονη ξηρασία, που συμβαδίζει με τις αποκλίσεις της θερμοκρασίας της Εικόνας 7.1, αλλά και με τις πραγματικές συνθήκες της εποχής. Αντίθετα ο δείκτης SPI6 παρουσιάζει μία λιγότερο δύσκολη κατάσταση, αφού απομονώνει το πρόβλημα πιο ανατολικά (Βαλκάνια) και δεν εμφανίζει ιδιαίτερο πρόβλημα στην Ισπανία και τη Γαλλία. Κατί τέτοιο ήταν αναμενόμενο, αφού λαμβάνει υπόψη για τον υπολογισμό του μόνο τη βροχόπτωση, ενώ η μεγάλη άνοδος της θερμοκρασίας που σημειώθηκε το 2003 δεν επηρεάζει καθόλου το αποτέλεσμα του SPI.



Εικόνα 7.2 . Σύγκριση FDI6 και SPI6 για τον Αύγουστο του 2003 στην κεντρική και νότια Ευρώπη



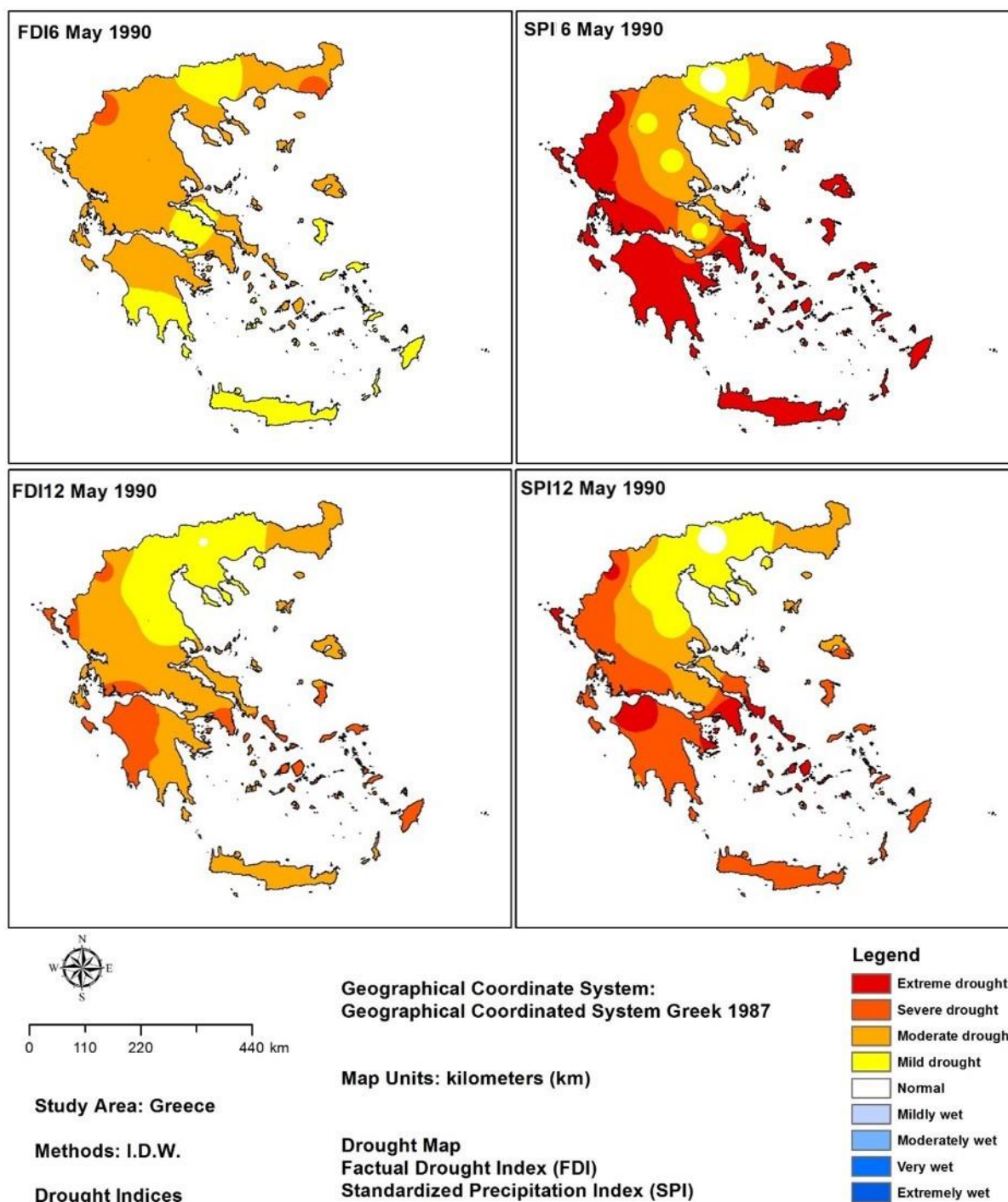
Εικόνα 7.3. Σύγκριση FDI12 και SPI12 για τον Αύγουστο του 2003 στην κεντρική και νότια Ευρώπη

Η χαμηλή βροχόπτωση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου δεν κατάφερε να αντισταθμίσει τη συσσωρευμένη εξατμοδιαπνοή, που ήταν σχεδόν 400 mm στην περιοχή της Μεσογείου, δημιουργώντας ένα μεγάλο έλλειμμα νερού στο υδατικό ισοζύγιο της περιοχής (UNEP, 2004) και αυτό απεικονίζεται εξαιρετικά καλά από τον FDI 6. Η παρουσία λοιπόν της θερμοκρασίας (μέσω της εξατμοδιαπνοής) στους δείκτες ξηρασίας είναι απολύτως απαραίτητη αφού μία μεγάλη απόκλιση της από το φυσιολογικό για κάποια εποχή, μπορεί να μεταβάλλει τις τιμές των παραμέτρων που απαρτίζουν το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής αυτής, λόγω της επιρροής της στην εξατμοδιαπνοή, κάτι που δεν αποτυπώνεται από το δείκτη SPI. Επομένως, αποδεικνύεται ότι κατά την ανάπτυξη του δείκτη, ισχύει η **Υπόθεση 1** (Κεφ. 3) με βάση την οποία η εισαγωγή της εξατμοδιαπνοής στην ανάλυση της ξηρασίας θα βελτιώσει την προσέγγιση της αναγνώρισης αλλά και της κατηγοριοποίησης του φαινομένου.

Στην Εικόνα 7.3 δίνονται συγκριτικά τα αποτελέσματα του δείκτη FDI 12 με εκείνα του SPI 12 για τον Αύγουστο του 2003 στην κεντρική και νότια Ευρώπη. Και σε αυτήν την περίπτωση ο SPI δεν εντοπίζει κάτι ανησυχητικό και αποτυπώνει την κατάσταση ως φυσιολογική σχεδόν σε όλη την Ευρώπη, εκτός της περιοχής των Βαλκανίων. Αντίθετα ο FDI αποτυπώνει μία προβληματική περίοδο ως προς την ξηρασία και δίνει έντονο πρόβλημα στα Βαλκάνια και λίγο μικρότερο στη Γαλλία, την Ιταλία και την Ισπανία. Όπως έχει προαναφερθεί, τόσο στον SPI όσο και στον FDI ένα μικρό χρονικό βήμα παρουσιάζει πιο έντονα προβλήματα ξηρασίας, ενώ αντίθετα ένα μεγάλο βήμα (πχ 12 μήνες) δείχνει πιο ήπιο το φαινόμενο.

Με την εφαρμογή του δείκτη χρησιμοποιώντας απλώς το FDI-calculator, είτε με την περεταίρω αποτύπωση των τιμών σε χάρτες, ο δείκτης FDI μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στη λήψη των αποφάσεων, διότι όπως προέκυψε από την εφαρμογή του, αναγνωρίζει και κατηγοριοποιεί τα επεισόδια ξηρασίας, ενώ μπορεί να χρησιμεύσει και στην πρόβλεψη του φαινομένου, αλλά και γενικότερα στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων μέσω πχ Διαχείρισης Επικινδυνότητας. Επομένως αποδεικνύονται ως ορθές και οι **Υποθέσεις 4 & 5** (Κεφ.3).

Από την εφαρμογή των δύο δεικτών στην Ελλάδα, προέκυψε ο χάρτης της Εικόνας 7.4, ο οποίος απεικονίζει την κατάσταση όπως ήταν τον **Μάιο** (πριν την καλοκαιρινή περίοδο) του 1990 σύμφωνα με τους FDI και SPI (με χρονικά βήματα 6 και 12). Ο SPI 6 δείχνει πιο έντονο φαινόμενο ξηρασίας σε σχέση με τον αντίστοιχο FDI. Πιο συγκεκριμένα, ο FDI 6 παρουσιάζει την κεντρική και βόρεια Ελλάδα με μέτρια ξηρασία, ενώ για την νότια (Νότια Πελοπόννησο, νότια Δωδεκάνησα και Κρήτη) δίνει μία ελαφρώς ξηρή περίοδο. Ταυτόχρονα, ο SPI 6, για τη δυτική, νότια και ανατολική Ελλάδα (συμπεριλαμβανομένων και των νησιών) δίνει εξαιρετικά έντονη ξηρασία, ενώ μόνο ένα μικρό τμήμα της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας φαίνεται να μία ελαφριά έως μέτρια ξηρασία.



Εικόνα 7. 4 . Σύγκριση FDI και SPI (6 και 12) για τον Μάιο του 1990 στην Ελλάδα

Ιστορικά αρχεία (Karavitis, 1992; DMCSEE 2011), αποτυπώνουν ότι η Ελλάδα τους πρώτους μήνες του 1990 (χειμώνα και άνοιξη) αντιμετώπισε αρκετά προβλήματα (Πίνακας 7.1), κυρίως λόγω της έλλειψης της βροχόπτωσης, όμως είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ότι όλα αυτά τα προβλήματα δημιουργήθηκαν και λόγω του τρόπου αντιμετώπισης του φαινομένου, που ήταν ο παραδοσιακός τρόπος διαχείρισης κρίσεων,

αντί του προληπτικού σχεδιασμού. Με λίγα λόγια, αν υπήρχε εθνικό σχέδιο διαχείρισης ξηρασίας, τότε οι επιπτώσεις του φαινομένου θα ήταν σημαντικά μικρότερες, ιδιαίτερα για το μήνα Μάιο. Ενδεικτικά ο τύπος της περιόδου εκείνης αναφέρει χαρακτηριστικά:

Πίνακας 7. 1 . Χρονολόγιο ξηρασίας 1990 (Karavitis, 1992; DMCSEE, 2011)

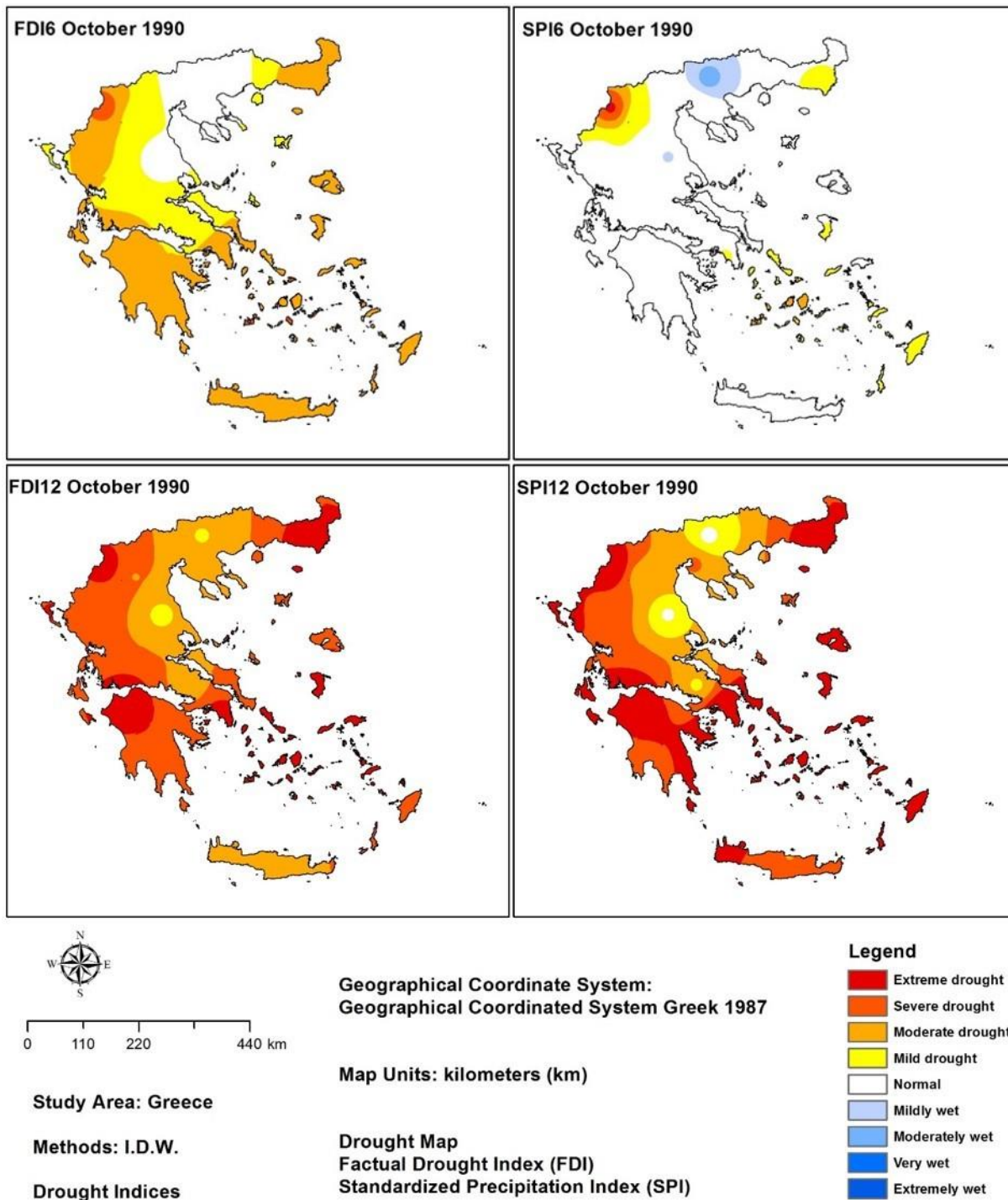
Περιοχή	Πηγή	Ημερομηνία	Τίτλος Είδησης (μεταφρασμένο από DMCSEE 2011)
Αθήνα	Το Βήμα	11/1/1990	Έρχεται ξηρασία
Αθήνα	Το Βήμα	11/2/1990	Η Αθήνα αντιμετωπίζει έλλειψη νερού
Επικράτεια	Τα Νέα	8/3/1990	Η ξηρασία απειλεί γεωργία, βιομηχανία και αστική χρήση.
Επικράτεια	Ελεύθερος	30/3/1990	Η ξηρασία είχε προβλεφθεί από το 1987, όμως δεν ελήφθη κανένα μέτρο
Κρήτη	New York Times	5/4/1990	Η Κρήτη αντιμετωπίζει ξηρασία
Επικράτεια	Ελεύθερος	3/4/1990	Μείωση βροχόπτωσης κατά 40% από το μέσο όρο
Επικράτεια	Ε. Ταχυδρόμος	17/5/1990	Η έλλειψη μακροπρόθεσμου σχεδιασμού διαχείρισης των προηγούμενων ετών ενισχύει τη ξηρασία
Επικράτεια	Ε. Ταχυδρόμος	14/6/1990	Η διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα είναι ανύπαρκτη
Επικράτεια	Έθνος	15/7/1990	Η Ελλάδα έχει αρκετό νερό, όμως δεν εφαρμόζονται τα προγράμματα διαχείρισης
Επικράτεια	Ελευθεροτυπία	16/7/1990	Το σύστημα κατανομής νερού είναι παλιό και η συντήρησή του είναι σχεδόν ανύπαρκτη
Επικράτεια	Πελοπόννησος Πατρών	18/7/1990	Οι επιπτώσεις της ξηρασίας είναι πιο έντονες όχι λόγω έλλειψης νερού, αλλά λόγω έλλειψης σχεδιασμού και διαχείρισης υδατικών πόρων.
Αθήνα	Επικαιρότητα	20/8/1990	Η Αθήνα έχει νερό για 85 μέρες
Επικράτεια	Έθνος	9/12/1990	Η έλλειψη νερού παραμένει μεγάλος κίνδυνος

Τονίζεται ότι και ο FDI και ο SPI, υπολογίζονται χρησιμοποιώντας κλιματικές παραμέτρους. Επομένως, για το χειμώνα και την άνοιξη του 1990, στις περιοχές που η τιμή της εξατμοδιαπνοής ήταν μικρότερη από τη μέση τιμή της, φαίνεται βάσει του FDI 6, να επικρατούν πιο ήπιες συνθήκες από αυτές που δίνει ο SPI 6 (ο οποίος λαμβάνει υπόψη μόνο την βροχόπτωση). Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι **για τον Μάιο του 1990**, τα αποτελέσματα του FDI 6, ανταποκρίνονται καλύτερα στην πραγματικότητα από αυτά του SPI 6, ως προς τις κλιματικές συνθήκες. Για παράδειγμα, στα Χανιά (χρονοσειρά 1961-2000, δεδομένα NOOA), για τον Μάιο του 1990, ο FDI 6 παρουσιάζει μία ελαφρώς ξηρή περίοδο, ενώ ο SPI 6 δίνει μία εξαιρετικά έντονη ξηρασία. Ο SPI όμως, δεν λαμβάνει υπόψη ότι εκτός από τη μείωση της βροχόπτωσης κατά 52.10% (283.40mm, με

μέση τιμή για την εποχή: 591.68mm) υπήρξε ταυτόχρονα και μείωση της ET (104.51mm, με μέση τιμή για την αντίστοιχη περίοδο: 108.32mm) με αποτέλεσμα τα υδατικά αποθέματα να ενισχύονται από την παράμετρο αυτή.

Τα αποτελέσματα των δύο δεικτών για την ίδια περίοδο (Μάιος 1990), αλλά με χρονική αναφορά 12μηνών (FDI 12 και SPI 12), έχουν μεγαλύτερη συσχέτιση. Συγκεκριμένα, ο FDI 12, δείχνει παρόμοια κατάσταση με αυτή του FDI 6, με μικρές διαφοροποιήσεις (πιο έντονη ξηρασία) στη δυτική Πελοπόννησο και τα νησιά του Αιγαίου. Αντίθετα ο SPI 12 (για το Μάιο του 1990) δίνει πιο ήπια αποτελέσματα από αυτά του SPI 6, πάλι όμως φαίνεται να επικρατεί ακραία ξηρασία στην Αττική και τα νησιά του Αιγαίου. Για τις περιοχές αυτές και ο FDI 12 όμως δείχνει έντονη ξηρασία. Έτσι στην περίπτωση αυτή, είναι εξαιρετικά δύσκολο να διακρίνει κανείς ποιος από τους δύο δείκτες αντικατοπτρίζει καλύτερα τις πραγματικές κλιματικές συνθήκες, αφού και οι δύο δείκτες επισημαίνουν μία πολύ δύσκολη κατάσταση.

Είναι αξιοσημείωτο ότι οι τιμές του FDI και του SPI έχουν μεγαλύτερη συσχέτιση καθώς το χρονικό βήμα αναφοράς αυξάνει. Αυτό συμβαίνει διότι όσο πιο μεγάλο είναι το χρονικό βήμα, τόσο μικρότερη γίνεται η διαφορά $(\sum_{j=1}^k ET_{ij} - \sum_{j=1}^k \overline{ET}_j)$ (βλέπε εξίσωση 5.2.1), επομένως η βροχόπτωση είναι η κύρια παράμετρος που επηρεάζει τα αποτελέσματα του FDI, όπως δηλαδή συμβαίνει και με τον SPI. Για παράδειγμα, τον Μάιο του 1990, ο FDI 12 δίνει έντονη ξηρασία στη Δυτική Ελλάδα, τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα, ενώ παρόμοια κατάσταση παρουσιάζει και ο SPI 12. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στη Βόρεια Ελλάδα. Για παράδειγμα στην Κοζάνη (χρονοσειρά 1955-2004, δεδομένα ΕΜΥ) οι δύο δείκτες (FDI12 και SPI 12 Μαΐου) δίνουν παρόμοια αποτελέσματα (FDI12=-0.56, SPI12=-0.54), διότι η ET από τον Ιούνιο του 1989 έως το Μάιο του 1990 δεν αποκλίνει από τη μέση τιμή της για αυτήν την περίοδο αναφοράς. Έτσι τα αποτελέσματα και των δύο δεικτών, βασίζονται κυρίως στη μείωση της βροχόπτωσης κατά 21.54% (375.6mm με αντίστοιχη μέση τιμή τα 478.74mm).



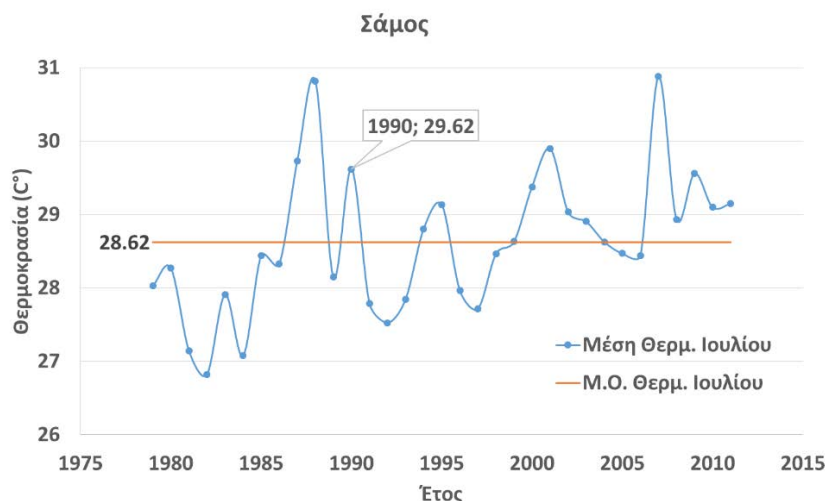
Εικόνα 7. 5 . Σύγκριση FDI και SPI (6 και 12) για τον Οκτώβριο του 1990 στην Ελλάδα

Τα αποτελέσματα για τον **Οκτώβριο του 1990** δείχνουν ότι ο FDI 6 παρουσιάζει κατά τόπους κανονικές συνθήκες έως μέτρια ξηρασία, ενώ ο SPI 6 δίνει σε όλη τη χώρα κανονικές συνθήκες. Ο Οκτώβρης επιλέχθηκε διότι το καλοκαίρι του 1990 οι θερμοκρασίες ήταν υψηλότερες από την αντίστοιχη μέση για την εποχή, όπως προκύπτει από τα δεδομένα της ΕΜΥ και του ΝΟΟΑ, με αποτέλεσμα να προκύψουν και υψηλότερες τιμές ΕΤ

αντίστοιχα. Μάλιστα είναι αξιοσημείωτο ότι τον Οκτώβριο του 1990 στην Αττική υπήρχε διαθέσιμο νερό για την κάλυψη των αναγκών μόνο για 56 μέρες (Karavitis, 1999; Grigg, 1996). Επομένως για την περίοδο αυτή, είναι ασφαλές να ειπωθεί ότι τα αποτελέσματα του FDI 6 είναι πολύ πιο κοντά στις πραγματικές κλιματικές συνθήκες από αυτά του SPI 6 (που δείχνει ότι στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας επικρατούν κανονικές συνθήκες) για αυτήν την εποχή.

Πιο αναλυτικά, στην κεντρική Μακεδονία τα αποτελέσματα του FDI 6 δείχνουν κανονικές συνθήκες, ενώ στην ανατολική και δυτική Μακεδονία και την κεντρική Ελλάδα φαίνεται να υπάρχει μία ήπια ξηρασία. Αντίστοιχα στην Ήπειρο, την Πελοπόννησο, τα νησιά του Αιγαίου και τη Θράκη ο δείκτης παρουσιάζει μία μέτρια ξηρασία. Συγκρίνοντας τις τιμές των δύο δεικτών στην Πάτρα (χρονοσειρά 1955-1996, δεδομένα EMY) η τιμή που προκύπτει για τον FDI6 είναι $FDI6 = -1.19$ ενώ για τον SPI6 $= -0.03$. Η διαφορά αυτή μεταξύ των δύο δεικτών, προκύπτει διότι το 1990 η βροχόπτωση μειώθηκε στην Πάτρα κατά 67.76% (212.8mm με μέση ετήσια βροχόπτωση 660mm) και ταυτόχρονα υπήρξε και μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0.77°C (18.68°C με μέση ετήσια θερμοκρασία 17.91°C) η οποία προκάλεσε αύξηση της ετήσιας ET κατά 6.72mm (126.72mm με μέση ετήσια ET=120.80mm). Αντίστοιχη περίπτωση συναντάται στη Σάμο (χρονοσειρά 1979-2011, δεδομένα NOOA), όπου $FDI6 = -1.39$ και $SPI6 = -0.47$. Στη Σάμο η μέση ετήσια βροχόπτωση που προκύπτει από τη διαθέσιμη χρονοσειρά είναι 687.02mm, η οποία το 1990 μειώθηκε κατά 24.31% (520mm). Επιπρόσθετα όμως, αυξήθηκε και η ετήσια ET κατά 5mm (120.99mm με μέση ετήσια 115.90mm).

Για τον Οκτώβριο ο SPI 6 δείχνει ότι το σύστημα φαίνεται να έχει επανέλθει σε κανονική κατάσταση, όμως για τον ίδιο μήνα (Οκτώβριο), ο SPI 12 απεικονίζει μία εξαιρετικά δύσκολη κατάσταση (όπως και ο FDI 6 και FDI 12). Αυτό συμβαίνει γιατί ο FDI συνυπολογίζει και τις ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Για παράδειγμα, στη Σάμο, όπως φαίνεται και στο επόμενο γράφημα (Γράφημα 7.1), η μέση θερμοκρασία για το μήνα Ιούλιο για τη χρονοσειρά 1979-2011 είναι 28.62 °C. Τον Ιούλιο όμως του 1990, η μέση θερμοκρασία ήταν 29.62 °C. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την μηδενική βροχόπτωση, εντείνει το φαινόμενο της ξηρασίας. Άλλωστε όπως προκύπτει και από τον τύπο της εποχής (Εθνος, 9/12/1990) αλλά και την ανάλυση της ξηρασίας του 1990, η Αθήνα τον Οκτώβριο είχε αποθέματα νερού μόνο για 56 ημέρες και ο κίνδυνος απομακρύνθηκε με τις βροχοπτώσεις του Νοεμβρίου 1990 (Karavitis, 1999; Grigg, 1996).



Γράφημα 7. 1. Μέση Θερμοκρασία Ιουλίου για χρονοσειρά 1979-2011

Το χρονικό βήμα των 12 μηνών, δίνει παρόμοια αποτελέσματα για τους δύο δείκτες και στην περίπτωση του Οκτωβρίου. Είναι αξιοσημείωτο ότι ο FDI 6 με τον FDI 12 δίνουν παρόμοια αποτελέσματα και για το Μάιο, αλλά και για τον Οκτώβριο. Υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των δύο χρονικών βημάτων, όπως είναι φυσικό, όμως και για τα δύο χρονικά βήματα επισημαίνεται ότι υπάρχει από μέτρια ως έντονη ξηρασία, κάτι που για το εξεταζόμενο έτος είναι απόλυτα φυσιολογικό. Αντίθετα ο SPI 6 με τον SPI 12, ειδικά για το μήνα Οκτώβρη, δίνουν τελείως διαφορετικά αποτελέσματα, κάτι που ενισχύει την αξιοπιστία του FDI έναντι του SPI.

Ταυτόχρονα φαίνεται ότι αποδεικνύεται ορθή και η **Υπόθεση 3**, διότι όπως προκύπτει ο δείκτης δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα, τα οποία συμφωνούν με τις αντίστοιχες μεγάλες ξηρασίες σε ολόκληρη την Ευρώπη το 2003 και στην Ελλάδα το 1990. Φυσικά αυτό οφείλεται και στο ότι τα δεδομένα που εισήχθησαν στο δείκτη, ήταν επίσης αξιόπιστα.

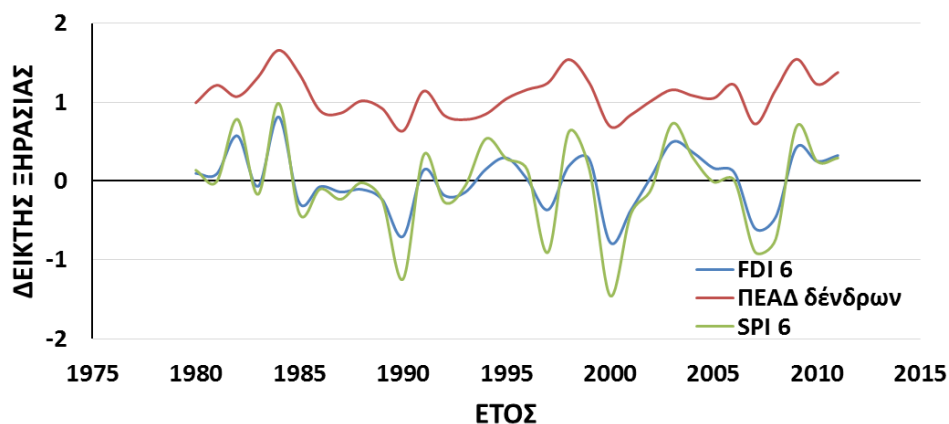
7.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΤΗ ΣΑΜΟ

Τα αποτελέσματα από το μετεωρολογικό σταθμό της Σάμου όπου πραγματοποιήθηκε σύγκριση των διάφορων ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών ξηρασίας DECILES, SPI (1, 3, 6, 9, 12), PDSI, RDI (1, 3, 6, 9, 12) και FDI (1, 3, 6, 9, 12) με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων (ΠΕΑΔ) τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Tens) από εγκάρσια τομή, όπως περιγράφεται στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρουσιάζονται στο Παράρτημα V. Από τη συσχέτιση των δεικτών αυτών με την ΠΕΑΔ των δένδρων προκύπτει ο (Πίνακας 7.2), όπου τα αποτελέσματα δίνονται με φθίνουσα σειρά.

Πίνακας 7. 2. Πίνακας συσχετίσεων μεταξύ της αύξησης των δέντρων και των δεικτών ξηρασίας (φθίνουσα σειρά).

	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ		ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ
ΠΕΑΔ- FDI 6	0.49	ΠΕΑΔ - RDI 9	0.42
ΠΕΑΔ- FDI 3	0.48	ΠΕΑΔ - SPI 3	0.42
ΠΕΑΔ - FDI 9	0.47	ΠΕΑΔ - FDI 1	0.32
ΠΕΑΔ - SPI 6	0.47	ΠΕΑΔ - RDI 3	0.31
ΠΕΑΔ - FDI 12	0.46	ΠΕΑΔ - SPI 1	0.30
ΠΕΑΔ - RDI 12	0.45	ΠΕΑΔ - RDI 1	0.28
ΠΕΑΔ - SPI 12	0.45	ΠΕΑΔ - RDI 6	0.19
ΠΕΑΔ - DECILES	0.43	ΠΕΑΔ - PDSI	-0.07
ΠΕΑΔ - SPI 9	0.43		

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 7.2, την καλύτερη συσχέτιση δίνει ο δείκτης FDI (με χρονικό βήμα 6 μηνών) και ακολουθεί ο FDI 3 και ο FDI 9, ενώ την χειρότερη δίνει ο δείκτης PDSI, ο RDI 6 και ο RDI 1. Για τον δείκτη SPI τα καλύτερα αποτελέσματα τα δίνει το χρονικό βήμα 6. Ταυτόχρονα φαίνεται ότι ο δείκτης FDI δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τους άλλους δείκτες (SPI, RDI) για όλα τα επίπεδα βήματος, δηλαδή για επίπεδο βήματος 1 μήνα τα καλύτερα αποτελέσματα τα δίνει ο FDI 1 (0.32), ακολουθεί ο SPI 1 (0.30) και τελευταίος είναι ο RDI 1 (0.28). Για επίπεδο βήματος 3 τα καλύτερα αποτελέσματα τα δίνει ο FDI 3 (0.48), ακολουθεί ο SPI 3 (0.42) και τελευταίος είναι ο RDI 3 (0.31). Αντίστοιχα, για επίπεδο βήματος 6 τα καλύτερα αποτελέσματα τα δίνει ο FDI 6 (0.49), ακολουθεί ο SPI 6 (0.47) και ο RDI 6 (0.19). Για επίπεδο βήματος 9, πάλι ο FDI 9 δίνει τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα (0.47), με τον SPI 9 (0.43) και τον RDI 9 (0.42) να ακολουθούν. Τέλος για επίπεδο βήματος 12, οι αντίστοιχες συσχετίσεις έχουν τιμές FDI 12 (0.46), SPI 12 (0.45) και RDI 12 (0.45), δηλαδή και πάλι ο FDI δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τους άλλους δύο δείκτες. Στο Γράφημα 7.2 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του FDI6 και του SPI 6 αφού αυτά είναι τα χρονικά βήματα για τα οποία οι δείκτες έχουν την καλύτερη συσχέτιση με αυτά από το ΠΕΑΔ των δένδρων.



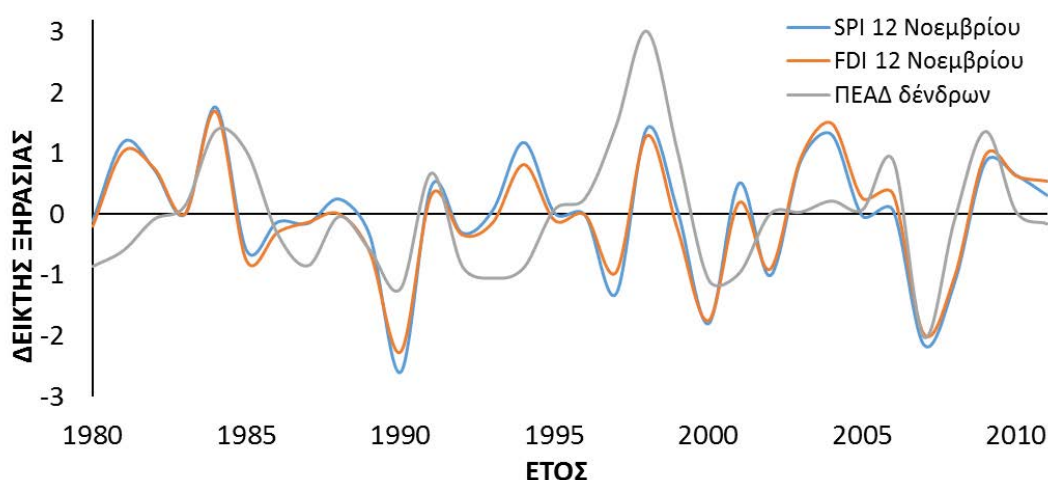
Γράφημα 7. 2. FDI6 και SPI6 με ΠΕΑΔ δένδρων.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση του ΠΕΑΔ των δένδρων με τους Δείκτες Ξηρασίας SPI και FDI για συγκεκριμένους μήνες και χρονικά βήματα (στο Κεφάλαιο 6 αναλύθηκε ο λόγος που επιλέχθηκαν οι μήνες και τα βήματα αυτά):

- ❖ SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου (περίοδος από το Δεκέμβριο του προηγούμενου έτους έως το Νοέμβριο του τρέχοντος έτους)
- ❖ SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου (Μάρτιος – Νοέμβριος)
- ❖ SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου (Φεβρουάριος – Οκτώβριος)
- ❖ SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου (Ιούνιος - Νοέμβριος)
- ❖ SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου (Μάιος - Οκτώβριος)
- ❖ SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου (Απρίλιος - Σεπτέμβριος)
- ❖ SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου (Μάρτιος – Αύγουστος)
- ❖ SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου (Φεβρουάριος – Ιούλιος)

Οι μηνιαίες τιμές των δεικτών FDI και SPI για όλα τα παραπάνω, φαίνονται στο Παράρτημα VI. Τα γραφήματα και οι συσχετίσεις των συγκρίσεων αυτών παρουσιάζονται παρακάτω.

- ❖ SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου (Δεκέμβριος του προηγούμενου έτους - Νοέμβριος)



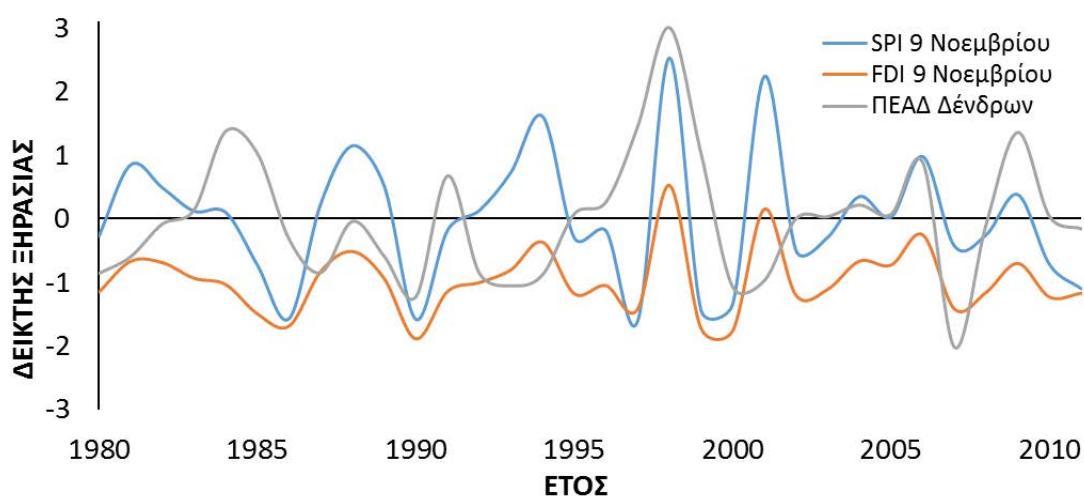
Γράφημα 7. 3 . Σύγκριση SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 3 . Συσχετίσεις SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 12 Νοεμβρίου	FDI 12 Νοεμβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 12 Νοεμβρίου	0.442255836	1	
FDI 12 Νοεμβρίου	0.48204759	0.982169907	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 12 του μήνα Νοεμβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 12. Σημειώνεται ότι μεταξύ τους έχουν πολύ μεγάλη συσχέτιση (0.98).

❖ SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου (Μάρτιος – Νοέμβριος)



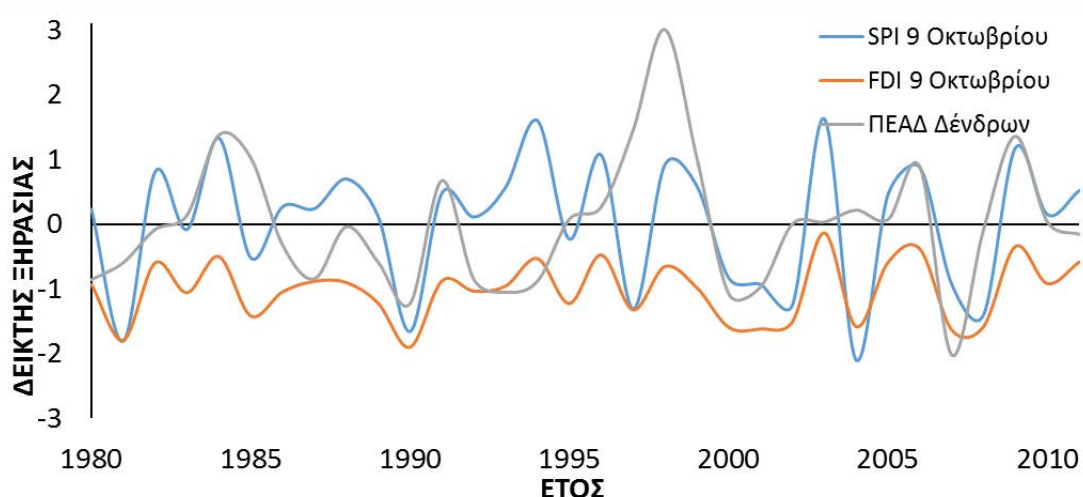
Γράφημα 7. 4 . Σύγκριση SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.

Πίνακας 7. 4 . Συσχετίσεις SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων.

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 9 Νοεμβρίου	FDI 9 Νοεμβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 9 Νοεμβρίου	0.126377338	1	
FDI 9 Νοεμβρίου	0.279031054	0.955121936	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 9 του μήνα Νοεμβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 9.

❖ SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου (Φεβρουάριος – Οκτώβριος)



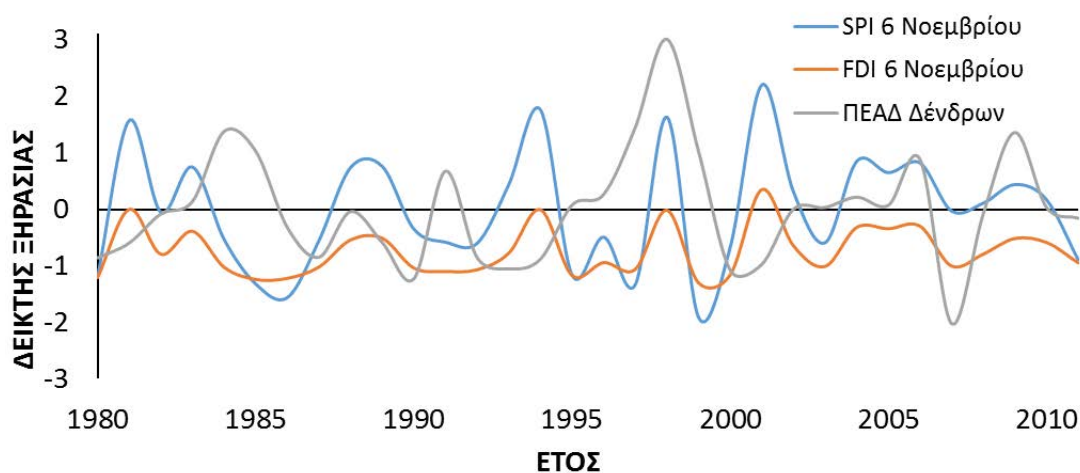
Γράφημα 7. 5 . Σύγκριση SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 5 . Συσχετίσεις SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 9 Οκτωβρίου	FDI 9 Οκτωβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 9 Οκτωβρίου	0.298055431	1	
FDI 9 Οκτωβρίου	0.413005902	0.934228333	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 9 του μήνα Οκτωβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 9.

❖ SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου (Ιούνιος - Νοέμβριος)



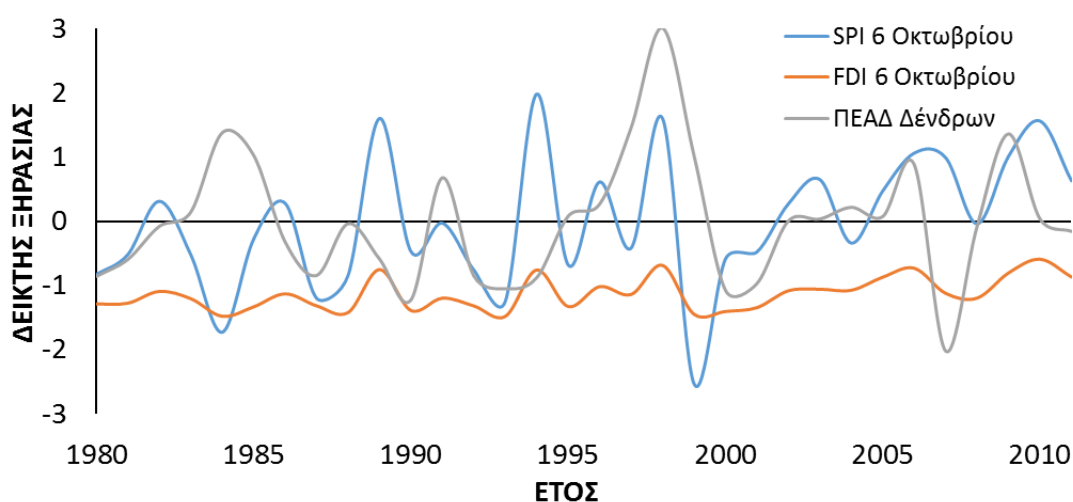
Γράφημα 7. 6 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 6 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 6 Νοεμβρίου	FDI 6 Νοεμβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 6 Νοεμβρίου	-0.05504	1	
FDI 6 Νοεμβρίου	0.073252	0.959959	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 6 του μήνα Νοεμβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 6, παρόλο που είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

❖ SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου (Μάιος - Οκτώβριος)



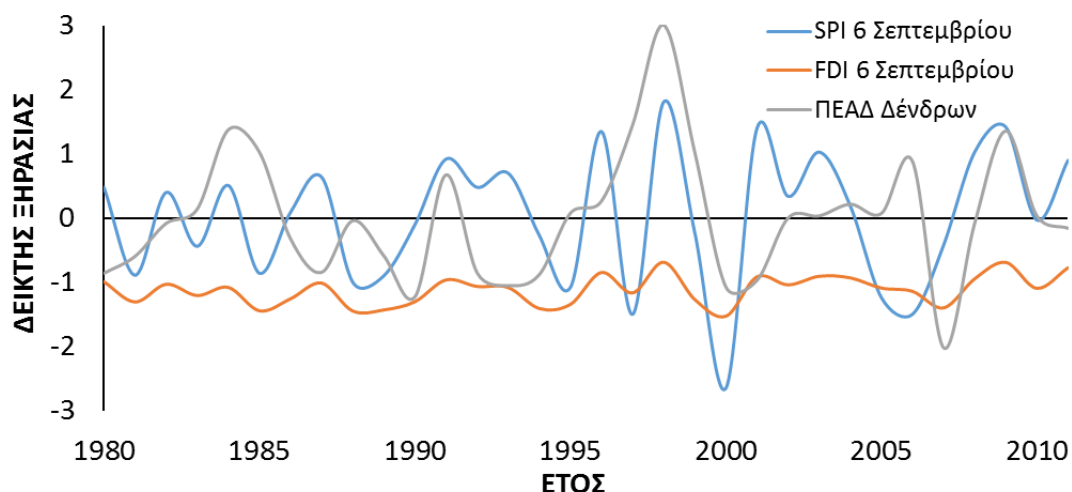
Γράφημα 7. 7. Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 7 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 6 Οκτωβρίου	FDI 6 Οκτωβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 6 Οκτωβρίου	0.066415	1	
FDI 6 Οκτωβρίου	0.283919	0.901771	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 6 του μήνα Οκτωβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 6.

❖ SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου (Απρίλιος - Σεπτέμβριος)



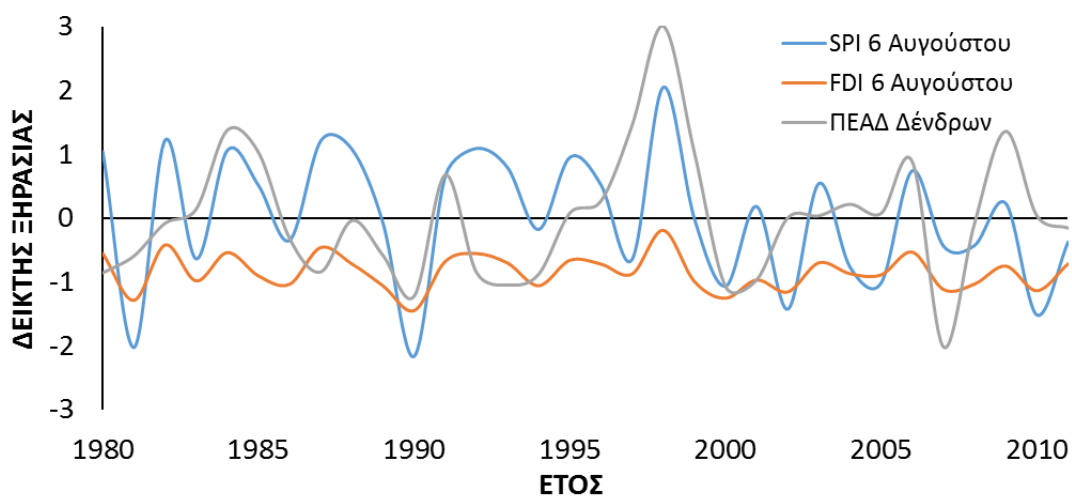
Γράφημα 7. 8 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 8 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 6 Σεπτεμβρίου	FDI 6 Σεπτεμβρίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 6 Σεπτεμβρίου	0.178171	1	
FDI 6 Σεπτεμβρίου	0.403206	0.815839	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 6 του μήνα Σεπτεμβρίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 6.

❖ SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου (Μάρτιος – Αύγουστος)



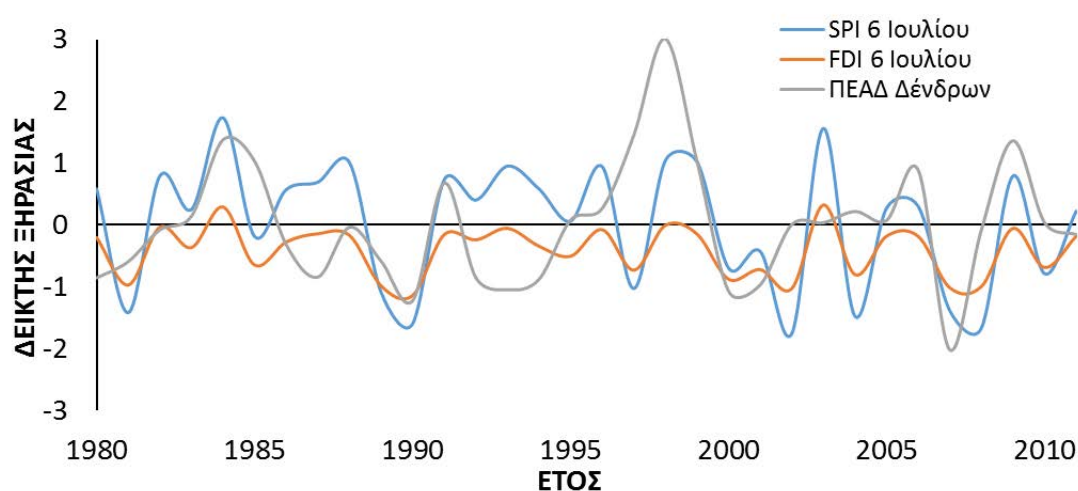
Γράφημα 7. 9 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 9 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 6 Αυγούστου	FDI 6 Αυγούστου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 6 Αυγούστου	0.339219	1	
FDI 6 Αυγούστου	0.471224	0.90275	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 6 του μήνα Αυγούστου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 6.

❖ SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου (Φεβρουάριος – Ιούλιος)



Γράφημα 7. 10 . Σύγκριση SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου με ΠΕΑΔ δένδρων

Πίνακας 7. 10 . Συσχετίσεις SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου με ΠΕΑΔ δένδρων

	ΠΕΑΔ Δένδρων	SPI 6 Ιουλίου	FDI 6 Ιουλίου
ΠΕΑΔ Δένδρων	1		
SPI 6 Ιουλίου	0.34883	1	
FDI 6 Ιουλίου	0.407295	0.967834	1

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα και τις συσχετίσεις, ο FDI 6 του μήνα Ιουλίου έχει καλύτερη συσχέτιση από τον αντίστοιχο SPI 6.

7.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΛΕΓΧΟ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 6.3, για τον έλεγχο της υπόθεσης έρευνας, ορίστηκαν δύο κριτήρια. Τα αποτελέσματα από το Κριτήριο 1, δηλαδή από τον έλεγχο της συσχέτισης των δεικτών (SPI 12 και FDI 12 Νοεμβρίου, SPI 9 και FDI 9 Νοεμβρίου, SPI 9 και FDI 9 Οκτωβρίου, SPI 6 και FDI 6 Νοεμβρίου, SPI 6 και FDI 6 Οκτωβρίου, SPI 6 και FDI 6 Σεπτεμβρίου, SPI 6 και FDI 6 Αυγούστου, SPI 6 και FDI 6 Ιουλίου) ως προς το ΠΕΑΔ 18 δέντρων, φαίνονται στον Πίνακα 7.11.

Πίνακας 7. 11 . Πίνακας τιμών συσχετίσεων ΠΕΑΔ δέντρων – Δεικτών Ξηρασίας για διάφορα επίπεδα βήματος και μήνες

	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ		ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ
ΠΕΑΔ δένδρων - FDI12 Νοεμβρίου	0.482048	ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 9 Οκτωβρίου	0.298055
ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 6 Αυγούστου	0.471224	ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 6 Οκτωβρίου	0.283919
ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 12 Νοεμβρίου	0.442256	ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 9 Νοεμβρίου	0.279031
ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 9 Οκτωβρίου	0.413006	ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 6 Σεπτεμβρίου	0.178171
ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 6 Ιουλίου	0.407295	ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 9 Νοεμβρίου	0.126377
ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 6 Σεπτεμβρίου	0.403206	ΠΕΑΔ δένδρων - FDI 6 Νοεμβρίου	0.073252
ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 6 Ιουλίου	0.34883	ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 6 Οκτωβρίου	0.066415
ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 6 Αυγούστου	0.339219	ΠΕΑΔ δένδρων - SPI 6 Νοεμβρίου	-0.05504

Προκύπτει δηλαδή, ότι η αύξηση των δένδρων συσχετίζεται καλύτερα με τον FDI 12 του μήνα Νοεμβρίου και με τον FDI 6 του μήνα Αυγούστου. Ακολουθεί ο SPI 12 Νοεμβρίου, ο FDI 9 Οκτωβρίου κ.ο.κ. Επομένως, οι δείκτες FDI και SPI που προκρίνονται προκειμένου να ελεγχθούν στο κριτήριο 2 είναι ο FDI 12 Νοεμβρίου και ο SPI 12 Νοεμβρίου, αφού αυτά είναι τα χρονικά βήματα και οι μήνες στους οποίους οι δείκτες έδωσαν τις καλύτερες συσχετίσεις με το ΠΕΑΔ των δένδρων.

Επομένως για τους δύο αυτούς δείκτες και με βάση την **Προσέγγιση 1**, δημιουργήθηκαν 30 νέα δείγματα (samples) αποτελούμενα από 15 δέντρα, τα οποία προέρχονται από το αρχικό δείγμα των 18 δέντρων (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV) και φαίνονται στον Πίνακα 7.12.

Πίνακας 7. 12 . Δείγματα (samples) από Προσέγγιση 1

30 ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ															
	TREE 1	TREE 2	TREE 3	TREE 4	TREE 5	TREE 6	TREE 7	TREE 8	TREE 9	TREE 10	TREE 11	TREE 12	TREE 13	TREE 14	TREE 15
Sample 1	10	9	8	16	5	7	14	6	1	2	4	11	17	12	3
Sample 2	10	7	18	15	2	12	14	13	4	1	16	6	8	9	3
Sample 3	11	6	17	10	14	8	12	2	9	4	15	7	1	16	3
Sample 4	7	12	6	9	1	13	4	2	11	10	14	15	18	8	17
Sample 5	3	9	10	13	15	17	4	16	11	14	8	5	18	6	12
Sample 6	15	7	10	8	2	9	5	3	1	18	6	4	11	16	17
Sample 7	10	1	3	12	9	7	18	2	15	14	6	13	4	11	5
Sample 8	6	10	18	12	9	11	13	7	14	8	2	1	4	16	5
Sample 9	3	17	11	1	16	2	9	8	7	10	6	18	4	15	12
Sample 10	12	5	14	18	9	11	10	2	17	16	13	3	4	8	15
Sample 11	13	18	17	7	9	10	8	5	3	2	1	4	15	16	12
Sample 12	13	5	9	7	4	6	18	15	1	8	11	3	2	16	10
Sample 13	12	16	3	7	6	8	18	14	10	15	17	1	4	13	9
Sample 14	2	3	5	9	8	16	4	13	17	10	15	18	14	1	6
Sample 15	8	3	11	10	5	13	16	2	14	17	18	1	12	15	9
Sample 16	2	7	4	13	16	12	11	15	10	9	3	8	17	6	18
Sample 17	5	4	16	15	18	10	6	1	9	2	12	3	7	17	8
Sample 18	17	2	7	14	18	4	10	5	1	9	13	6	11	12	16
Sample 19	16	10	14	17	3	15	7	18	12	4	1	8	11	9	2
Sample 20	7	9	4	11	2	5	17	1	18	3	16	8	13	14	15
Sample 21	15	16	9	14	3	17	7	4	6	10	18	5	8	11	12
Sample 22	6	18	16	13	15	10	17	1	8	4	7	2	12	14	5
Sample 23	18	6	11	16	8	12	13	15	7	3	10	4	14	1	17
Sample 24	9	10	4	16	12	7	8	2	6	5	3	1	15	17	13
Sample 25	9	6	13	2	8	11	4	15	18	16	7	10	17	1	3
Sample 26	12	3	1	15	2	8	9	14	7	16	11	4	10	5	13
Sample 27	2	1	6	3	15	4	14	8	7	10	18	16	5	17	13
Sample 28	17	7	12	18	13	9	3	14	5	11	10	15	1	6	4
Sample 29	3	15	10	12	9	13	8	14	11	17	2	5	16	6	18
Sample 30	7	10	15	18	3	4	14	13	5	11	12	16	8	9	17

Η δημιουργία των δειγμάτων επιτυγχάνεται μέσω “δειγματοληψίας χωρίς επανατοποθέτηση” από το αρχικό δείγμα. Για κάθε ένα από αυτά τα δείγματα υπολογίζεται η μέση αύξηση του πάχους ετήσιων δακτυλίων ανά έτος η οποία κανονικοποιείται, τυποποιείται και παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ.

Ακολουθεί συσχέτιση των δεικτών SPI 12 Νοεμβρίου και FDI 12 Νοεμβρίου (αφού, όπως προαναφέρθηκε, από τον έλεγχο της συσχέτισης των δεικτών SPI και FDI με το ΠΕΑΔ 18 δέντρων του δασικού είδους Pinus brutia, προέκυψε ότι καλύτερα αποτελέσματα για τον δείκτη FDI δίνει ο FDI 12 Νοεμβρίου, ενώ και για το

δείκτη SPI τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει ο SPI 12 Νοεμβρίου) με τις τυποποιημένες αυτές τιμές της αύξησης των ετήσιων δακτυλίων των δένδρων, η οποία φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 7.13.

Πίνακας 7. 13 . Συσχέτιση δεικτών από τα δείγματα της Προσέγγισης 1

	SPI 12	FDI 12		SPI 12	FDI 12		SPI 12	FDI 12
Sample 1	0.49	0.53	Sample 11	0.39	0.44	Sample 21	0.43	0.47
Sample 2	0.41	0.45	Sample 12	0.4	0.46	Sample 22	0.42	0.46
Sample 3	0.47	0.51	Sample 13	0.38	0.42	Sample 23	0.37	0.41
Sample 4	0.44	0.47	Sample 14	0.47	0.51	Sample 24	0.42	0.47
Sample 5	0.43	0.46	Sample 15	0.48	0.52	Sample 25	0.4	0.45
Sample 6	0.46	0.51	Sample 16	0.39	0.44	Sample 26	0.41	0.46
Sample 7	0.45	0.46	Sample 17	0.45	0.5	Sample 27	0.39	0.44
Sample 8	0.46	0.5	Sample 18	0.49	0.52	Sample 28	0.44	0.45
Sample 9	0.46	0.49	Sample 19	0.46	0.5	Sample 29	0.47	0.51
Sample 10	0.44	0.48	Sample 20	0.41	0.47	Sample 30	0.36	0.41

Προκύπτει ότι ο FDI 12 έχει μεγαλύτερη συσχέτιση από τον SPI 12 στο 100% (!) των περιπτώσεων.

Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος υποθέσεων ως προς τη στατιστική σημαντικότητα της διαφοράς των συσχετίσεων των τιμών των εξεταζόμενων δεικτών (SPI - FDI) για επίπεδα σημαντικότητας $(1-\alpha)$ 90%. Αυτό σημαίνει πως αν η τιμή p (p value) που θα υπολογιστεί είναι μεγαλύτερη του επιπέδου σημαντικότητας $\alpha = 0.10$, η διαφορά μεταξύ των τιμών των συσχετίσεων δεικτών με την αύξηση του πάχους των δακτυλίων των δένδρων δεν είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από τη μηδενική διαφορά και η υπόθεση της μη διαφοράς (H_0) γίνεται αποδεκτή και το αντίστροφο.

Η διαδικασία αυτή έχει την ακόλουθη τυπολογία:

- Αρχική Υπόθεση: $H_0 = 0$ δηλαδή η διαφορά μεταξύ των συσχετίσεων των δεικτών δεν είναι στατιστικά σημαντική.
- Εναλλακτική Υπόθεση: $H_1 \neq 0$, δηλαδή η διαφορά μεταξύ των συσχετίσεων των δεικτών SPI-FDI είναι στατιστικά σημαντική.

Επιπλέον ορίζουμε τη στατιστική συνάρτηση ελέγχου (test statistic) T ως εξής:

$$T = \frac{\kappa_2 - \kappa_1}{SE} \quad (7.3.1)$$

Όπου:

$\kappa_2 = \bar{x}_2 - \bar{x}_1$ η πραγματική διαφορά μεταξύ των συσχετίσεων των δεικτών

$\kappa_1 = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 0$, η εξεταζόμενη διαφορά μεταξύ των συσχετίσεων των δεικτών

$$SE = \text{Τυπικό Σφάλμα} = \sqrt{\frac{sd_1^2}{n_1} + \frac{sd_2^2}{n_2}}$$

Όπου sd_i = η τυπική απόκλιση του αντίστοιχου δείγματος και

n_i = το μέγεθος του αντίστοιχου δείγματος

Ως προς τον έλεγχο της υπόθεσης πρέπει να σημειωθεί ότι ως ποσοστό σημαντικότητας επιλέχθηκε το 90%, καθώς μικρότερο ποσοστό (π.χ. 85% ή 80%) μπορεί να συμβάλει στην απόρριψη της υπόθεσης όταν αυτή είναι αληθής (Type I Error) ενώ μεγαλύτερο ποσοστό (π.χ. 95% ή 99%) μπορεί να συμβάλει στην αποδοχή της υπόθεσης όταν αυτή δεν είναι αληθής (Type II Error).

Έτσι από τη διαφορά των συσχετίσεων των δεικτών SPI και FDI, όπως δίνονται στον Πίνακα 7.13, προκύπτει ο παρακάτω Πίνακας 7.14:

Πίνακας 7. 14 . Διαφορά συσχετίσεων τιμών SPI-FDI – 30 δείγματα χωρίς επανατοποθέτηση

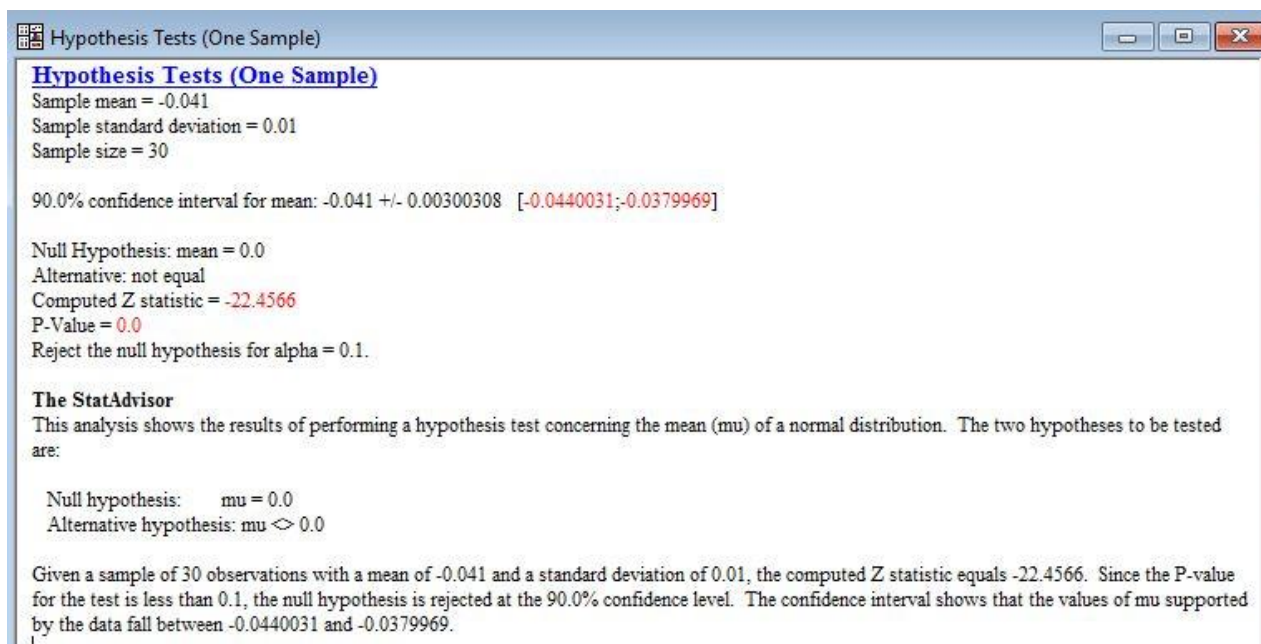
	SPI - FDI		SPI - FDI
Sample 1	-0.044	Sample 16	-0.053
Sample 2	-0.039	Sample 17	-0.043
Sample 3	-0.038	Sample 18	-0.029
Sample 4	-0.034	Sample 19	-0.036
Sample 5	-0.036	Sample 20	-0.056
Sample 6	-0.051	Sample 21	-0.043
Sample 7	-0.013	Sample 22	-0.045
Sample 8	-0.047	Sample 23	-0.037
Sample 9	-0.038	Sample 24	-0.052
Sample 10	-0.038	Sample 25	-0.052
Sample 11	-0.047	Sample 26	-0.043
Sample 12	-0.052	Sample 27	-0.051
Sample 13	-0.038	Sample 28	-0.013
Sample 14	-0.042	Sample 29	-0.039
Sample 15	-0.034	Sample 30	-0.047

Από τον παραπάνω Πίνακα προκύπτει:

- μέση τιμή δείγματος: -0.041
- τυπική απόκλιση δείγματος: 0.0100
- τυπικό σφάλμα: 0.0018
- μέγεθος δείγματος: 30

Έτσι χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα *Statgraphics Centurion XVI.I*, υπολογίζεται ο παράγοντας

$T = Z = -22.4566$ και η τιμή P (P value) = 0.0 για $\alpha = 0.10$ (Εικόνα 7.6)



Εικόνα 7. 6 . Έλεγχος υποθέσεων για δείγμα μεγέθους 30

Από το στατιστικό έλεγχο (Εικόνα 7.6) προκύπτει ότι η υπόθεση H_0 απορρίπτεται, δηλαδή οι συσχετίσεις των δεικτών με την αύξηση του πάχους των δακτυλίων των δέντρων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επομένως ο FDI δίνει στατιστικά καλύτερα αποτελέσματα από τον SPI.

Ως προς την Προσέγγιση 2: Δημιουργήθηκαν 100 νέα δείγματα αποτελούμενα από 15 δέντρα από το αρχικό δείγμα των 18 δέντρων. Στη δημιουργία των δειγμάτων χρησιμοποιείται επανατοποθέτηση των επιμέρους δέντρων του αρχικού δείγματος.

Όπως στον προηγούμενο έλεγχο, έτσι και σε αυτόν, εξετάζεται η διαφορά μεταξύ των τιμών των συσχετίσεων των δεικτών. Ως ένα βαθμό, η μεθοδολογία και η τυπολογία που ακολουθείται, είναι όμοια με αυτή του προηγούμενου ελέγχου. Ωστόσο, η ουσιαστική διαφορά μεταξύ τους έγκειται στον καθορισμό/ανάπτυξη του δείγματος που επιτυγχάνεται μέσω της “δειγματοληψίας με επανατοποθέτηση” από τα αρχικά δείγματα. Ο αριθμός των συνδυασμών (C) των τμημάτων του κάθε δείγματος που μπορεί να προκύψει υπολογίζεται βάσει της Εξίσωσης 7.3.2.

$$C = \frac{(n + r - 1)!}{r!(n - 1)!} \quad (\text{Εξ. 7.3.2})$$

Όπου:

n = ο αριθμός των τμημάτων (μέγεθος) ενός δείγματος, και

r = ο αριθμός των τμημάτων που θα περιλαμβάνει το νέο δείγμα

Η παραγωγή των δειγμάτων με επανατοποθέτηση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον MS Excel® με τη χρήση της συνάρτησης RANDBETWEEN() η οποία παράγει τυχαίους αριθμούς που προέρχονται από ομοιόμορφη κατανομή. Στη συνέχεια, για κάθε νέο δείγμα προκύπτει χρονοσειρά με το μέσο όρο του ΠΕΑΔ των δέντρων για κάθε έτος (Παράρτημα Χ), η οποία κανονικοποιείται και τυποποιείται. Τα 100 δείγματα που παράγονται με την Προσέγγιση 2 φαίνονται στο Παράρτημα VII.

Ακολουθεί συσχέτιση των δεικτών SPI 12 και FDI 12 με τις τυποποιημένες αυτές τιμές της αύξησης των δένδρων, η οποία φαίνεται στον Πίνακα 7.16.

Πίνακας 7. 15 . Συσχέτιση δεικτών από τα δείγματα της Προσέγγισης 2

	SPI 12	FDI 12		SPI 12	FDI 12		SPI 12	FDI 12		SPI 12	FDI 12
Sample 1	0.463	0.451	Sample 26	0.469	0.521	Sample 51	0.479	0.528	Sample 76	0.560	0.583
Sample 2	0.372	0.426	Sample 27	0.246	0.308	Sample 52	0.530	0.542	Sample 77	0.484	0.557
Sample 3	0.493	0.511	Sample 28	0.458	0.495	Sample 53	0.377	0.395	Sample 78	0.417	0.432
Sample 4	0.182	0.250	Sample 29	0.377	0.431	Sample 54	0.453	0.478	Sample 79	0.516	0.538
Sample 5	0.551	0.576	Sample 30	0.457	0.519	Sample 55	0.418	0.427	Sample 80	0.452	0.456
Sample 6	0.483	0.492	Sample 31	0.463	0.474	Sample 56	0.373	0.414	Sample 81	0.469	0.499
Sample 7	0.457	0.502	Sample 32	0.336	0.359	Sample 57	0.409	0.446	Sample 82	0.324	0.381
Sample 8	0.331	0.392	Sample 33	0.312	0.364	Sample 58	0.395	0.450	Sample 83	0.378	0.428
Sample 9	0.492	0.522	Sample 34	0.336	0.368	Sample 59	0.459	0.491	Sample 84	0.406	0.453
Sample 10	0.266	0.332	Sample 35	0.388	0.410	Sample 60	0.524	0.570	Sample 85	0.469	0.498
Sample 11	0.417	0.459	Sample 36	0.321	0.389	Sample 61	0.461	0.465	Sample 86	0.423	0.445
Sample 12	0.440	0.490	Sample 37	0.379	0.415	Sample 62	0.296	0.354	Sample 87	0.528	0.548
Sample 13	0.328	0.377	Sample 38	0.396	0.441	Sample 63	0.481	0.510	Sample 88	0.484	0.525
Sample 14	0.322	0.344	Sample 39	0.535	0.557	Sample 64	0.522	0.529	Sample 89	0.341	0.383
Sample 15	0.511	0.552	Sample 40	0.469	0.505	Sample 65	0.411	0.407	Sample 90	0.487	0.536
Sample 16	0.388	0.413	Sample 41	0.449	0.474	Sample 66	0.405	0.436	Sample 91	0.429	0.425
Sample 17	0.327	0.376	Sample 42	0.295	0.339	Sample 67	0.462	0.473	Sample 92	0.350	0.381
Sample 18	0.414	0.418	Sample 43	0.495	0.518	Sample 68	0.341	0.380	Sample 93	0.415	0.457
Sample 19	0.300	0.357	Sample 44	0.350	0.389	Sample 69	0.460	0.474	Sample 94	0.531	0.570
Sample 20	0.338	0.386	Sample 45	0.486	0.519	Sample 70	0.456	0.481	Sample 95	0.461	0.466
Sample 21	0.275	0.329	Sample 46	0.426	0.461	Sample 71	0.466	0.507	Sample 96	0.368	0.401
Sample 22	0.481	0.532	Sample 47	0.448	0.482	Sample 72	0.436	0.436	Sample 97	0.484	0.527
Sample 23	0.428	0.423	Sample 48	0.487	0.484	Sample 73	0.403	0.436	Sample 98	0.464	0.518
Sample 24	0.235	0.293	Sample 49	0.327	0.368	Sample 74	0.339	0.373	Sample 99	0.277	0.333
Sample 25	0.367	0.385	Sample 50	0.368	0.409	Sample 75	0.452	0.496	Sample 100	0.444	0.476

Και πάλι, κριτήριο του ελέγχου αποτελεί η στατιστική σημαντικότητα της διαφοράς των συσχετίσεων των τιμών των δύο δεικτών με τις τυποποιημένες τιμές του ΠΕΑΔ των δειγμάτων των δένδρων, για επίπεδο σημαντικότητας 90%. Αν η διαφορά των συσχετίσεων των δύο δεικτών είναι (στατιστικά) σημαντικά μεγαλύτερη της μηδενικής διαφοράς τότε η υπόθεση της παρούσας εργασίας απορρίπτεται.

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία αυτή εξηγείται με την ακόλουθη τυπολογία:

Αρχική Υπόθεση: $H_0 = \mu_2 - \mu_1 = 0$

Εναλλακτική Υπόθεση: $H_a = \mu_2 - \mu_1 \neq 0$

Όπου:

$\mu_1 = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 0$, η εξεταζόμενη διαφορά μεταξύ των δύο δεικτών

$\mu_2 = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = \eta$ πραγματική διαφορά μεταξύ των δύο δεικτών

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο παράγοντας $T = Z$ (Εξίσωση 7.3.3):

$$T = Z = \frac{\mu_2 - \mu_1}{SE} \quad (\text{Εξ. 7.3.3})$$

Όπου $SE = \text{Τυπικό Σφάλμα} = \sqrt{\frac{sd_1^2}{n_1} + \frac{sd_2^2}{n_2}}$

$sd_i = \eta$ τυπική απόκλιση του αντίστοιχου δείγματος

$n_i = \tau\omicron$ μέγεθος του αντίστοιχου δείγματος

Τέλος, ο υπολογισμός του T συμβάλει στον υπολογισμό της τιμής p (p value) που συμβολίζει τη πιθανότητα ανάκτησης ενός στατιστικού μεγέθους, τουλάχιστον τόσο ακραίου όσο το παρατηρούμενο μέγεθος, δεδομένου ότι η αρχική υπόθεση είναι αληθής. Αν η τιμή p είναι μεγαλύτερη από ένα ορισμένο επίπεδο σημαντικότητας (significance level) – στη παρούσα περίπτωση < 0.10 – τότε η αρχική υπόθεση δεν απορρίπτεται.

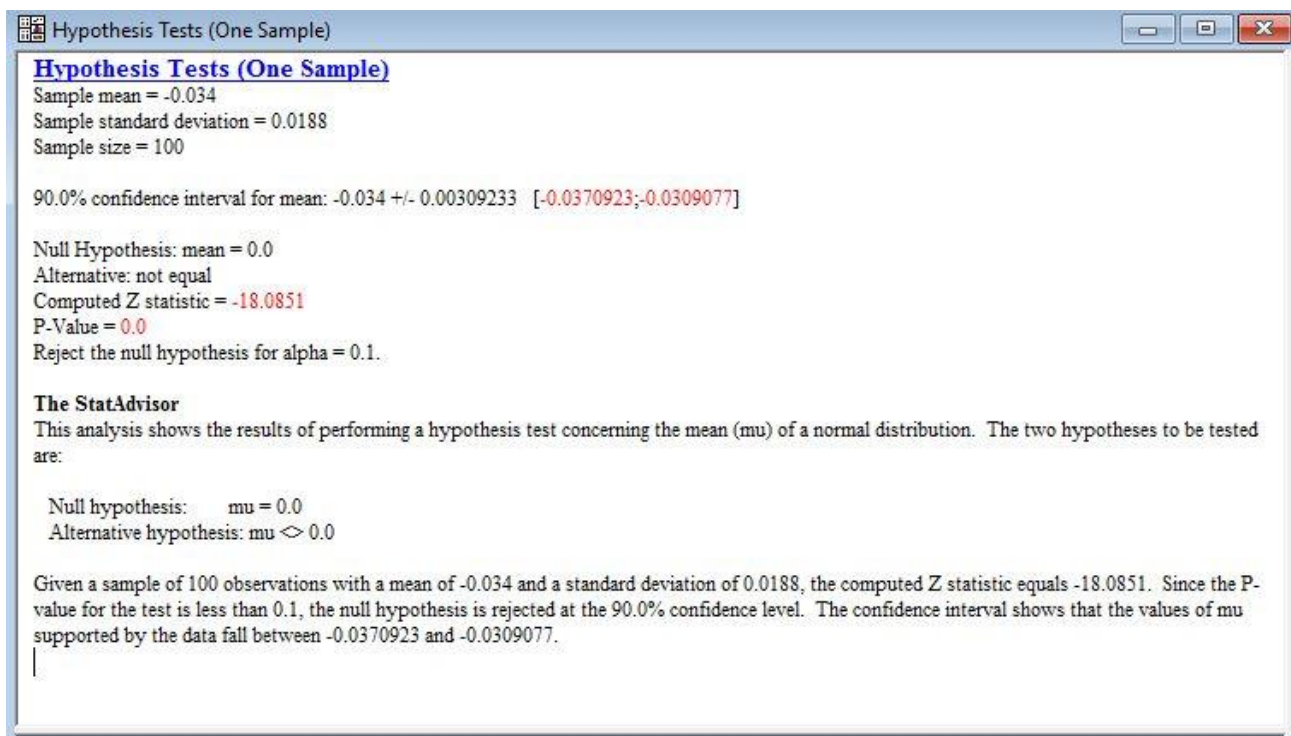
Πίνακας 7. 16 . Διαφορά συσχετίσεων τιμών SPI-FDI – 100 δείγματα με επανατοποθέτηση

	SPI12-FDI12		SPI12-FDI12		SPI12-FDI12		SPI12-FDI12
Sample 1	0.01	Sample 26	-0.05	Sample 51	-0.05	Sample 76	-0.02
Sample 2	-0.05	Sample 27	-0.06	Sample 52	-0.01	Sample 77	-0.07
Sample 3	-0.02	Sample 28	-0.04	Sample 53	-0.02	Sample 78	-0.02
Sample 4	-0.07	Sample 29	-0.05	Sample 54	-0.02	Sample 79	-0.02
Sample 5	-0.03	Sample 30	-0.06	Sample 55	-0.01	Sample 80	0.00
Sample 6	-0.01	Sample 31	-0.01	Sample 56	-0.04	Sample 81	-0.03
Sample 7	-0.05	Sample 32	-0.02	Sample 57	-0.04	Sample 82	-0.06
Sample 8	-0.06	Sample 33	-0.05	Sample 58	-0.06	Sample 83	-0.05
Sample 9	-0.03	Sample 34	-0.03	Sample 59	-0.03	Sample 84	-0.05
Sample 10	-0.07	Sample 35	-0.02	Sample 60	-0.05	Sample 85	-0.03
Sample 11	-0.04	Sample 36	-0.07	Sample 61	0.00	Sample 86	-0.02
Sample 12	-0.05	Sample 37	-0.04	Sample 62	-0.06	Sample 87	-0.02
Sample 13	-0.05	Sample 38	-0.05	Sample 63	-0.03	Sample 88	-0.04
Sample 14	-0.02	Sample 39	-0.02	Sample 64	-0.01	Sample 89	-0.04
Sample 15	-0.04	Sample 40	-0.04	Sample 65	0.00	Sample 90	-0.05
Sample 16	-0.03	Sample 41	-0.02	Sample 66	-0.03	Sample 91	0.00
Sample 17	-0.05	Sample 42	-0.04	Sample 67	-0.01	Sample 92	-0.03
Sample 18	0.00	Sample 43	-0.02	Sample 68	-0.04	Sample 93	-0.04
Sample 19	-0.06	Sample 44	-0.04	Sample 69	-0.01	Sample 94	-0.04
Sample 20	-0.05	Sample 45	-0.03	Sample 70	-0.02	Sample 95	-0.01
Sample 21	-0.05	Sample 46	-0.03	Sample 71	-0.04	Sample 96	-0.03
Sample 22	-0.05	Sample 47	-0.03	Sample 72	0.00	Sample 97	-0.04
Sample 23	0.01	Sample 48	0.00	Sample 73	-0.03	Sample 98	-0.05
Sample 24	-0.06	Sample 49	-0.04	Sample 74	-0.03	Sample 99	-0.06
Sample 25	-0.02	Sample 50	-0.04	Sample 75	-0.04	Sample 100	-0.03

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω και με τον Πίνακα 7.16, υπολογίστηκαν τα απαραίτητα στατιστικά μεγέθη ανά δείγμα και παράμετρο. Έτσι, προκύπτει:

- μέση τιμή δείγματος: -0.034
- τυπική απόκλιση δείγματος: 0.0188
- τυπικό σφάλμα: 0.0019
- μέγεθος δείγματος: 100

Έτσι, χρησιμοποιώντας και στην περίπτωση αυτή το πρόγραμμα Statgraphics Centurion XVI.I, υπολογίζεται ο παράγοντας $T=Z= -18.0851$ και η τιμή P (P value)= 0.0 για $\alpha=0.10$ (Εικόνα 7.7)



Εικόνα 7. 7. Έλεγχος υποθέσεων για δείγμα μεγέθους 100

Από τον Πίνακα 7.16 προκύπτει ότι ο FDI 12 Νοεμβρίου έχει μεγαλύτερη συσχέτιση από τον SPI12 Νοεμβρίου στο 95% των περιπτώσεων. Από το στατιστικό έλεγχο (Εικόνα 7.7) προκύπτει ότι η υπόθεση H_0 απορρίπτεται, δηλαδή και σε αυτή την προσέγγιση οι συσχετίσεις των δεικτών με την αύξηση του πάχους των δακτυλίων των δέντρων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, δηλαδή ο εξεταζόμενος FDI δίνει στατιστικά καλύτερα αποτελέσματα από τον αντίστοιχο SPI.

Από τους χάρτες (Κεφ 7.1) αλλά και από την αξιολόγηση στη Σάμο (Κεφ 7.2 & 7.3), προκύπτει ότι κατά την ανάπτυξη του δείκτη η **Υπόθεση 2**: «Η αξιολόγηση του δείκτη FDI, μέσω εφαρμογής, σύγκρισης και συσχέτισης των τιμών του με άλλους σχετικούς δείκτες θα τονίσει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του ίδιου αλλά και των άλλων δεικτών που θα συμμετέχουν στην ανάλυση», αποδεικνύεται ορθή, αφού μέσω της σύγκρισης των τιμών του με αυτές του SPI τονίστηκαν τα πλεονεκτήματα του FDI έναντι του SPI.

7.4. ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Συνοψίζοντας, από την εφαρμογή του δείκτη FDI αποδεικνύεται ότι οι υποθέσεις που έγιναν προκειμένου να αναπτυχθεί ο δείκτης FDI και οι οποίες περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3, είναι ορθές. Πιο συγκεκριμένα:

- ❖ Κατά την ανάπτυξη ενός σύνθετου δείκτη ξηρασίας, η παρουσία της θερμοκρασίας είναι σημαντικά απαραίτητη και φαίνεται να βελτιώνει τα αποτελέσματα του δείκτη. Είναι γεγονός ότι αν σε μία περιοχή για κάποια περίοδο η θερμοκρασία παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση από το φυσιολογικό για τη συγκεκριμένη εποχή, τότε είναι πιθανό να μεταβάλλονται οι τιμές των παραμέτρων που απαρτίζουν το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής αυτής, λόγω της επιρροής της θερμοκρασίας στην εξατμοδιαπνοή. Δηλαδή, τα υδατικά αποθέματα της περιοχής είναι δυνατό να μεταβάλλονται και αυτό έχει άμεση σχέση με το φαινόμενο της ξηρασίας. Επομένως, αποδεικνύεται ότι κατά την ανάπτυξη του δείκτη, η **Υπόθεση 1** (Κεφ. 3) με βάση την οποία «η εισαγωγή της εξατμοδιαπνοής στην ανάλυση της ξηρασίας θα βελτιώσει την προσέγγιση της αναγνώρισης αλλά και της κατηγοριοποίησης του φαινομένου» είναι **σωστή**.
- ❖ Από την εφαρμογή των δεικτών FDI και SPI στην Κεντρική και Νότια Ευρώπη και στην Δυτική Ασία, δημιουργήθηκαν χάρτες προκειμένου να συγκριθούν και να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των δεικτών. Με τον τρόπο αυτό καταδείχθηκαν τα πλεονεκτήματα του FDI έναντι του SPI ενώ ταυτόχρονα εξετάστηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ των δύο δεικτών. Από αυτές προέκυψαν συγκεκριμένα υποδείγματα συμπεριφοράς τους, όπως για παράδειγμα ότι όσο πιο μεγάλο χρονικό βήμα χρησιμοποιείται, τόσο πιο μεγάλη συσχέτιση παρουσιάζουν οι τιμές των δύο δεικτών. Έτσι, κατά την ανάπτυξη του δείκτη η **Υπόθεση 2**: «Η αξιολόγηση του δείκτη FDI, μέσω εφαρμογής, σύγκρισης και συσχέτισης των τιμών του με άλλους σχετικούς δείκτες θα τονίσει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του ιδίου αλλά και των άλλων δεικτών που θα συμμετέχουν στην ανάλυση», αποδεικνύεται επίσης ορθή.
- ❖ Από τους χάρτες που προέκυψαν, φαίνεται ταυτόχρονα ότι αποδεικνύεται ορθή και η **Υπόθεση 3** με βάση την οποία *αν εισαχθούν στο δείκτη αξιόπιστα δεδομένα, θα προκύψουν και αξιόπιστα αποτελέσματα*. Ο δείκτης δίνει πολύ αξιόπιστα αποτελέσματα, τα οποία συμφωνούν με τις αντίστοιχες μεγάλες ξηρασίες που απαντήθηκαν σε ολόκληρη την Ευρώπη το 2003 και στην Ελλάδα το 1990 όπως αποτυπώθηκαν στους χάρτες. Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που αυτό ισχύει είναι το ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή του δείκτη, ήταν αξιόπιστα.
- ❖ Ο δείκτης εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας το FDI-calculator, το οποίο μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στα χέρια των ληπτών των αποφάσεων, διότι δίνει σε ελάχιστο χρόνο τα αποτελέσματα του δείκτη, αναγνωρίζοντας και κατηγοριοποιώντας τα επεισόδια ξηρασίας, βοηθώντας έτσι στην έγκαιρη δράση των διαχειριστών της ξηρασίας. Έτσι, αποδεικνύεται σωστή και η **Υπόθεση 4**, σύμφωνα με την οποία *ο δείκτης FDI και η παροχή ενός αυτόματου λογισμικού (FDI calculator ή FDI-c) που θα υπολογίζει*

αυτόματα τις τιμές του δείκτη, θα μπορούσαν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμοι στη λήψη των αποφάσεων και θα συντελούσαν θετικά στη μείωση της τρωτότητας (vulnerability) της κοινωνίας στο φαινόμενο αυτό.

- ❖ Με την εφαρμογή του δείκτη και την διαπίστωση ότι ανταποκρίνεται πολύ καλά στην αναγνώριση και κατηγοριοποίηση της ξηρασίας, προκύπτει ότι ο δείκτης FDI μπορεί να χρησιμεύσει και στην πρόβλεψη του φαινομένου αλλά και γενικότερα στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων μέσω πχ Διαχείρισης Επικινδυνότητας. Επομένως αποδεικνύεται ως ορθή και η **Υπόθεση 5** με βάση την οποία «ο δείκτης FDI θα εφαρμοστεί και θα χρησιμοποιηθεί στη διαχείριση υδατικών πόρων, όπως στην περίπτωση της διαχείρισης επικινδυνότητας».

7.5. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑΣ

Μέρος της πρωτοτυπίας της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής έχει επιβεβαιωθεί, ή αναμένεται να επιβεβαιωθεί από την Επιστημονική Κοινότητα μέσω της δημοσίευσης των παρακάτω εργασιών σε διεθνή περιοδικά, σε διεθνή και εθνικά συνέδρια αλλά και σε παραδοτέα ερευνητικών προγραμμάτων:

Διεθνή περιοδικά

1. Tsesmelis, D.E., Oikonomou, P.D., Vasilakou, C.G., **Fassouli, V.**, Skondras, N.A. and Karavitis, C.A., 2016. Assessing Model Uncertainty caused by Different Weighting Methods on Indices: The case of the SPI-based Drought Vulnerability Index, Water International, (under review).
2. Alexandris, S., Tsesmelis, D., Skondras, N., Stamatakos, D., Chatzithomas, C., Vasilakou, C., Gkotsis, J., **Fassouli, V.**, Vitoratos, E., Proutsos, N. and Karavitis, C., 2015. The Contribution of Empirical Methods to Use Satellite Data on Estimating Daily ETo. Hydrotechnika (in Greek).
3. Karavitis, C.A., Vasilakou, C.G., Tsesmelis, D.E., Oikonomou, P.D., Skondras, N.A., Stamatakos, D., **Fassouli, V.** and Alexandris, S., 2015. Short-Term Drought Forecasting Combining Stochastic and Geo-Statistical Approaches, European Water Journal.
4. Kairis O., Kosmas C., Karavitis C., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S, Alcala M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Sole´Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., **Fassouli V.**, Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebege R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliguer A., Zhonging W., Ziogas A., 2014. Evaluation and

- Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes, and Implications for Management. *Environmental Management*. 54:971-982, doi 10.1007/s00267-013-0110-0
5. Karavitis, C. A., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakos, D., Alexandris, S., **Fassouli, V.**, Vasilakou, C.G., Oikonomou, P.D., Gregorič, G., Grigg, N.S. and Vlachos, E.C., 2014. Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale, *Water Policy Journal* doi:10.2166/wp.2014.205.
 6. Kosmas C., Kairis O., Karavitis C., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Solé Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., **Fassouli V.**, Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebegu R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Zhonging W., Ziogas A., 2014. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. *Environmental Management*. *Environmental Management*; 54:951-970., doi: 10.1007/s00267-013-0109-6
 7. Salvati, L., Kosmas C, Kairis O., Karavitis C., Acikalin S., Belgacem A., Solé-Benet A., Chaker M., **Fassouli V.**, Gokceoglu C., [.....],Gungor R., Hessel H., Khatteli A., Laouina F., Ocakoglu M., Ouessar C., Ritsema C., Sghaier H., Taamallah L., Tezcan J., 2014. Unveiling soil degradation and desertification risk in the Mediterranean basin: a data mining analysis of the relationships between biophysical and socioeconomic factors in agro-forest landscapes, *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2014.958609.

Διεθνή & Εθνικά συνέδρια

1. **Fassouli, V.**; Tsesmelis, D.; Alexandris, S.; Karavitis, C.. Factual drought index- FDI: A Composite drought Index based on water balance. 2nd Conference on Geographic Information Systems and Spatial Analysis in Agriculture and the Environment. 25-26 May 2017, Agricultural University of Athens (in Greek).
2. Alexandris, S., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakos, D., Vasilakou, C., Gkotsis, I., **Fassouli, V.**, Vitoratos, I., Chatzithomas K., Proutsos, N. and Karavitis, C.A. Comparative Analysis of Reference Evapotranspiration (ET_o) Using Terrestrial and Satellite Data in Central Greece, Thessaloniki, 8 & 9 October 2015 (in Greek).
3. Karavitis, C.A., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakos, D., Vasilakou, C.G, Gkotsis, I.I, **Fassouli, V.** and Alexandris, S. 2015. Implementation of Standardized Precipitation Index - SPI for the Analysis of

the 1989-1990 Drought using Geographic Information Systems (GIS). 1st Conference on Geographic Information Systems and Spatial Analysis in Agriculture and the Environment. 28-29 May 2015, Agricultural University of Athens (in Greek).

4. Nikolopoulou, A.E., Alexandris, S., Tsesmelis, D.E., Stamatakos, D, **Fassouli, V.**, Skondras, N.A. and Karavitis, C.A. 2014. G. Karaiskakis Stadium Ten Years After: Assessing the Irrigation System Impacts on Turf Quality. 4th European Turfgrass Conference “Balancing Turfgrass Performance and Sustainability”, Osnabrueck, Germany. 06 – 09/07/2014.
5. Karavitis, C.A., Vasilakou, C.G., Tsesmelis, D.E., Alexandris, S.G., **Fassouli, V.P.**, Stamatakos, D.V. and Skondras, N.A., 2013. Drought Forecasting Using SPI & ARIMA Models. International Conference “Facets of Uncertainty – Statistical Hydrology 2013”. Kos Island Greece. 17 – 19/10/2013.
6. Karavitis, C.A., Alexandris, S.G., **Fassouli, V.P.**, Stamatakos, D.V., Vasilakou, C.G., Tsesmelis, D.E. and Skondras, N.A., 2013. Assessment of Meteorological Drought Statistics and Patterns in Central Greece. 13th International Conference on “Environmental Science and Technology – CEST-2013”. Athens, Greece. 05 – 07/09/2013.
7. Karavitis, C.A., Alexandris, S.G., **Fassouli, V.P.**, Stamatakos, D.V., Vasilakou, C.G., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A. and Gregoric, G., 2013. Assessing drought vulnerability under alternative water demand deficit scenarios in South Eastern Europe. 8th International Conference of European Water Association (EWRA) on “Water Resources Management in an Interdisciplinary and Changing Context”. Porto, Portugal. 26 – 29/06/2013.
8. Karavitis, C. A., Alexandris, S. G., **Fassouli, V. P.**, Stamatakos, C. G., Tsesmelis, D. E. & Skondras, N. A. (2011). Drought Vulnerability assessment, DMCSEE Project, 5th DMCSEE Consortium Meeting, Workshop and training, June 28 – July 1, 2011, Lasko, Slovenia.

Παραδοτέα ερευνητικών προγραμμάτων:

1. Karavitis, C.A., Vasilakou, C.G., Tsesmelis, D.E., Alexandris, S., **Fassouli, V.**, Stamatakos, D., Skondras, N., Gironas, J., Hunter, C., Porto, M., Dalcanale, F., Reyna, R., Labaque, M., Vanegas, M. and Ramirez, E., 2014. Statistical Analysis and Development of Vulnerability Indicators – Internal Report. COROADO Project
2. Participation as co-author in the book entitled: Desire for Greener Land, Options for Sustainable Land Management in Drylands, WOCAT – DESIRE, ISBN 978-94-6173-329-0, 2012
3. Karavitis, C., Skondras, N., **Fassouli, V.**, Tsesmelis, D., Stamatakos, D., Alexandris, S., Salvador, R., Isidoro, D., Dechmi, F., Lecina, S., Aragues, R., Quilez, D., Zapata, N., Playan, E., Stolte, J, Eggen G.,

- Oertlé, E., Gross, T., Wintgens, T., Verzandvoort, S., Heesmans, H. and van den Elsen, E. 2012. Manual of Indicators: Data Request – Internal Report. COROADO Project.
4. Karavitis, C., **Fassouli, V.**, Skondras, N., Tsesmelis, D., Stamatakos, D. and Alexandris, S. 2012. COROADO: Updated Work Plan – Internal Report. COROADO Project.
 5. Karavitis, C., **Fassouli, V.**, Skondras, N., Tsesmelis, D., Stamatakos, D. and Alexandris, S. 2012. List of Tools – Internal Report. COROADO Project.
 6. Karavitis, C.A., Skondras, N.A., Tsesmelis, D.E., Stamatakos, D., Alexandris, S., **Fassouli, V.**, Szalai, S. and Istvan, S. 2012. Drought impacts archive and drought vulnerability index. In Drought Management Centre for South-East Europe – DMCSEE: Summary of project results.
 7. Karavitis, C.A., Skondras, N.A., Tsesmelis, D.E., Stamatakos, D., Alexandris, S., **Fassouli, V.**, Szalai, S. and Istvan, S., 2012. Drought Vulnerability Index: Application Manual. DMCSEE Project.
 8. Karavitis, C.A., Alexandris, S., Tsesmelis, D., Stamatakos, D., **Fassouli, V.** and Skondras, N., 2012. 4.2.1. Drought Vulnerability Estimates Based on Climatological and Geomorphological Data – Deliverable. DMCSEE Project.
 9. Karavitis, C.A., Alexandris, S., Tsesmelis, D., Stamatakos, D. and **Fassouli, V.** Report of development and implementation of irrigation scheduling system in Copais Plain Greece. (WIN ISAREG model), Agricultural University of Athens, 2012, Drought Management Centre for South East Europe. DMCSEE Project
 10. Karavitis, C., Kosmas, C., Alexandris, S., Kounalaki, A., Skondras N., **Fassouli, V.**, Stamatakos, D., Tsesmelis, D., Kairis, O. and Karamesouti, M., 2012. Sustainable grazing protects against soil erosion. Policy Brief: Recommendations from Agia Barbara Site of Crete, Greece. DESIRE Project.
 11. Kosmas, C., Karavitis, C., Kairis, O., Kounalaki, A., **Fassouli, V.** and Tsesmelis, D. Using Indicators for Identifying Best Land Management Practices for Combating Desertification, Agricultural University of Athens, 2012, Fragile arid and semi-arid ecosystems are in urgent need of integrated conservation approaches that can prevent and reduce widespread degradation. DESIRE Project.
 12. Karavitis, C., Kosmas, C., Alexandris, S., Kounalaki, A., Skondras N., **Fassouli, V.**, Stamatakos, D., Tsesmelis, D., Kairis, O. and Karamesouti, M., 2012. WP3 Stakeholder Workshop 3 – Report: Held in Greece, Crete, Herakleion, Aghia Barbara – November 16th 2011. DESIRE Project.
 13. Karavitis, C., **Fassouli, V.**, Todorovic, B., Alexandris, S., Skondras, N., Tsesmelis, D., and Stamatakos, D., 2011. D. 1.1. Project launch-report with a detailed updated work plan, Project Advisory Board, staff appointment – Deliverable, COROADO Project.

14. Karavitis, C., Skondras, N., **Fassouli, V.**, Tsesmelis, D., Stamatakos, D., Alexandris, S and Todorovic, B., 2011. D.9.1. Dissemination Plan – Deliverable, COROADO Project.
15. Karavitis, C., Alexandris, S., Tsesmelis, D., Stamatakos, D. and **Fassouli, V.** Drought Risk Assessment Based On Impacts Archive, Agricultural University of Athens, 2011, Drought Management Centre for South East Europe (DMCSEE).
16. Karavitis, C., Alexandris, S., Tsesmelis, D., Stamatakos, D., **Fassouli, V.** and Papapetrou, A. Questionnaire on preparation of climate data and maps, Agricultural University of Athens, 2010, Drought Management Centre for South East Europe (DMCSEE).
17. Karavitis, C., Alexandris, S., Tsesmelis, D., Stamatakos, D. and **Fassouli, V.** Implementation Of Standardized Precipitation Index – SPI, Agricultural University of Athens, 2010, Drought Management Centre for South East Europe (DMCSEE).
18. Karavitis, C., Alexandris, S., Oikonomou, D., Tsesmelis, D., **Fassouli, V.** and Chortaria C., 2008. Technical Support of the Central Water Resources Agency for the Preparation of Drought Management Strategies and Short Term Drought Response Plan in Greece.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι γεγονός ότι η ξηρασία και οι επιπτώσεις της έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην οικονομία και την κοινωνία. Την ίδια στιγμή η εξάρτηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων από τους υδατικούς πόρους, κάνει επιτακτική την ανάγκη έγκαιρης και έγκυρης αναγνώρισης και πρόβλεψης του φαινομένου, έτσι ώστε η πολιτεία να προετοιμάζεται για να μπορεί να αντιμετωπίσει και να προστατευθεί από αυτές τις δυσμενείς επιπτώσεις. Με αυτή τη λογική και για την ικανοποίηση αυτής της ανάγκης, αναπτύχθηκε ένας δείκτης που θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο στην αναγνώριση, πρόβλεψη και διαχείριση του φαινομένου της ξηρασίας.

Πιο συγκεκριμένα, για την ανάπτυξη και εφαρμογή του FDI πραγματοποιήθηκε:

- ✓ Παρουσίαση και ανάλυση του φαινομένου της ξηρασίας. Προσδιορίστηκαν τα αίτια και οι επιπτώσεις της. Ταυτόχρονα παρουσιάστηκαν οι παράμετροι που την επηρεάζουν, όπως είναι η βροχόπτωση και η εξατμοδιαπνοή και μελετήθηκαν οι διάφορες μέθοδοι εκτίμησης της τελευταίας.
- ✓ Παρουσίαση των δεικτών που χρησιμοποιούνται ευρέως για την αναγνώριση και πρόβλεψη του φαινομένου της ξηρασίας, αναφέροντας μερικά από τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του κάθε δείκτη.
- ✓ Δημιουργία, ανάλυση και αποτελέσματα των υποθέσεων της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής, πάνω στις οποίες βασίστηκε η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε προκειμένου να αναπτυχθεί ο δείκτης, αλλά και η ανάλυση αυτής της μεθοδολογίας.
- ✓ Περιγραφή της περιοχής μελέτης και των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του δείκτη. Ταυτόχρονα έγινε και η χωροταξική απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών σε χάρτη, αλλά και συμπλήρωση τιμών σε περιπτώσεις ελλείψεων των δειγμάτων.
- ✓ Ανάπτυξη του δείκτη FDI, κατηγοριοποίηση των τιμών του και ανάλυση της διαδικασίας υπολογισμού τους. Παρουσιάστηκαν παραδείγματα υπολογισμού του FDI με χρονικό βήμα 1 και 6 μηνών. Ταυτόχρονα έγινε και περιγραφή του λογισμικού που αναπτύχθηκε για τον αυτόματο υπολογισμό του δείκτη FDI μέσω έμπειρου συστήματος (expert system), ενώ παρουσιάστηκαν οι λόγοι επιλογής της [Hargreaves & Samani, \(1985\)](#), ως μεθόδου εκτίμησης της εξατμοδιαπνοής αναφοράς.
- ✓ Εφαρμογή του δείκτη σε δύο στάδια. Πρώτα έγινε μακρο - εφαρμογή σε 170 μετεωρολογικούς σταθμούς στην κεντρική και νότια Ευρώπη, για διαφόρους περιόδους από το 1908 έως το 2010, ενώ για λόγους αξιολόγησης εφαρμόστηκε ταυτόχρονα και ο δείκτης ξηρασίας SPI στους αντίστοιχους σταθμούς. Ακολούθως έγινε μικρο - εφαρμογή στην περιοχή της Νήσου Σάμου, ενώ οι τιμές του συγκρίθηκαν με τις

τιμές άλλων ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών (SPI, PDSI, RDI, DECILES). Οι τιμές όλων των δεικτών συσχετίστηκαν με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων 18 υποκείμενων τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Tens) από εγκάρσιες τομές. Για τις συσχετίσεις πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος.

- ✓ Ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή του δείκτη με χρήση γραφημάτων, πινάκων και χαρτών, καθώς επίσης και των αποτελεσμάτων από τους στατιστικούς ελέγχους και τα κριτήρια που εξετάστηκαν.

8.1.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Κατά την δημιουργία του δείκτη ακολουθήθηκαν όλα τα στάδια ανάπτυξης, όπως αυτά ορίζονται από τη βιβλιογραφία και περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2. Πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Ορίστηκε το εννοιολογικό πλαίσιο, δηλαδή καθορίστηκε το τι υπολογίζει ο δείκτης και προσδιορίστηκαν οι επιμέρους δείκτες (βροχόπτωση και εξατμοδιαπνοή).
- ✓ Επιλέχθηκαν οι μεταβλητές βάσει συνάφειας, αναλυτικής ικανότητας, εγκυρότητας και προσβασιμότητας. Λόγω του ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι καλής ποιότητας και εύκολα προσβάσιμα αυξάνεται η αξιοπιστία του δείκτη που αναπτύχθηκε. Άλλο ένα πλεονέκτημα των μεταβλητών και επιμέρους δεικτών που επιλέχθηκαν είναι ότι είναι ποσοτικοί και όχι ποιοτικοί, δηλαδή είναι άμεσα μετρήσιμοι και οι τιμές τους δεν επηρεάζονται από την υποκειμενικότητα του χρήστη.
- ✓ Δε χρειάστηκε να γίνει πολυπαραγοντική ανάλυση αλλά ούτε και ανάλυση ευαισθησίας και αβεβαιότητας για την ανάπτυξη του δείκτη. Τα βήματα αυτά αφορούν δείκτες στους οποίους γίνεται κατανομή άνισων βαρών στις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται. Στην περίπτωση του FDI οι μεταβλητές κρίθηκαν ισοβαρείς, όπως άλλωστε είναι ισοβαρείς και από τη γενική εξίσωση προσομοίωσης του υδατικού ισοζυγίου.
- ✓ Δε χρειάστηκε να γίνει κανονικοποίηση των επιμέρους δεικτών για την ανάπτυξη του FDI, αφού οι δείκτες που χρησιμοποιούνται έχουν την ίδια μονάδα μέτρησης, άρα οι τιμές τους είναι άμεσα συγκρίσιμες. Ταυτόχρονα, έγινε έλεγχος για τις τιμές του δείκτη που προκύπτουν από την αρχική μορφή του (εξίσωση G) με τα Kolmogorov- Smirnov tests, σχετικά με το αν οι τιμές του αρχικού δείκτη ακολουθούν κανονική κατανομή και διαπιστώθηκε ότι οι τιμές ακολουθούν ικανοποιητικά την κανονική κατανομή για τα χρονικά βήματα 6, 9 και 12, ενώ αντίθετα για το βήμα 3 που εξετάστηκε η κανονική κατανομή ακολουθούνταν μόνο στο 25% των περιπτώσεων. Τελικώς, έγινε δεκτή η κανονική κατανομή, με δεδομένο ότι τα βήματα 6, 9 και 12 είναι αυτά που χρησιμοποιούνται ως πιο αξιόπιστα, διότι σε πολλές

περιοχές (ιδίως σε αυτές που απαντώνται προβλήματα ξηρασίας) τα μικρότερα βήματα δεν δίνουν αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα, αφού η βρόχόπτωση τους θερινούς μήνες είναι πολλές φορές μηδενική. Προτείνεται δηλαδή ο δείκτης να χρησιμοποιείται για χρονικό βήμα μεγαλύτερο ή ίσο των 6 μηνών, ενώ για μικρότερα χρονικά βήματα προτείνεται, πριν χρησιμοποιηθεί, να γίνει έλεγχος εάν οι τιμές της G, ακολουθούν κανονική κατανομή.

- ✓ Στην δομή των επιμέρους μεταβλητών δεν περιλαμβάνονται διαφορετικοί τομείς ή διαστάσεις επομένως η επιστροφή στα δεδομένα είναι μία ανάλυση που δε βρίσκει εφαρμογή στην ανάπτυξη του δείκτη FDI.
- ✓ Ο δείκτης συσχετίστηκε με το πάχος ετήσιων αυξητικών δακτυλίων δέντρων τραχείας πεύκης, και βρέθηκε ότι δίνει καλύτερες συσχετίσεις από τους άλλους δείκτες που αξιολογήθηκαν.
- ✓ Η εφαρμογή του δείκτη δίνει πίνακες με τις τιμές του δείκτη ανά μήνα. Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, αλλά και για μεγαλύτερη ευκολία κατανόησής τους, οι τιμές παρουσιάζονται σε γραφήματα και χάρτες.

8.1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Κατά την ανάπτυξη του δείκτη τηρήθηκαν και οι βασικές διαστάσεις ποιότητας, βάσει του Πλαισίου Ποιότητας του ΟΟΣΑ (OECD, 2003; 2012). Πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Υπάρχει άμεση συνάφεια του δείκτη που αναπτύχθηκε με το σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε.
- ✓ Ο βαθμός εγγύτητας μεταξύ των παρεχόμενων και των πραγματικών τιμών είναι αρκετά ικανοποιητικός, όπως προκύπτει από την έρευνα στη Σάμο. Άλλωστε η συσχέτιση των τιμών του FDI με τις τιμές του πάχους των αυξητικών δακτυλίων των δέντρων είναι μεγαλύτερη από τις συσχετίσεις που δίνουν οι άλλοι δείκτες που εξετάστηκαν, όπως παρουσιάστηκε.
- ✓ Ο δείκτης χρησιμοποιεί παραμέτρους που είναι ποσοτικά μετρήσιμες και επομένως τα αποτελέσματά του είναι αξιόπιστα και αντικειμενικά.
- ✓ Απαιτεί μηνιαίες τιμές, εύκολα προσβάσιμες, άρα τα αποτελέσματά που δίνει είναι τόσο επίκαιρα όσο και τα διαθέσιμα δεδομένα.
- ✓ Ως προς την ερμηνεία των αποτελεσμάτων του δείκτη, αυτά ευκόλως κατανοητά ιδίως όταν αποδοθούν με γράφημα και ο χρήστης μπορεί πολύ εύκολα να αντιληφθεί την ύπαρξη φαινομένου ξηρασίας ή υγρής περιόδου.
- ✓ Τέλος ως προς τη συνοχή του, υπάρχει πολύ μεγάλος βαθμός λογικής σύνδεσης μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του δείκτη και του φαινομένου που εξετάζει, όπως κατεδείχθη.

8.1.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ

Από την εφαρμογή του δείκτη προκύπτουν τα παρακάτω διακριτά συμπεράσματα:

- ✓ Ο FDI παρουσιάζει πλεονέκτημα έναντι άλλων δεικτών ξηρασίας, διότι χρησιμοποιεί δεδομένα βροχόπτωσης και εξατμοδιαπνοής, με αποτέλεσμα κατά την αποτύπωση του φαινομένου της ξηρασίας, να συνυπολογίζει τις μεταβολές της θερμοκρασίας (πλεονέκτημα κυρίως έναντι του SPI).
- ✓ Από τους δείκτες που επίσης ενσωματώνουν την εξατμοδιαπνοή στους υπολογισμούς τους, ο FDI πάλι φαίνεται να παρουσιάζει πλεονέκτημα διότι α) συνυπολογίζει μόνο τις αποκλίσεις της εξατμοδιαπνοής από τη μέση τιμή της, δηλαδή λαμβάνει υπόψη μόνο τις ακραίες τιμές της, χωρίς να επηρεάζεται από την περιοδικότητα της παραμέτρου, β) βασίζεται στη γενική εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου, δηλαδή δέχεται μηδενικές τιμές της εξατμοδιαπνοής (πλεονέκτημα έναντι του RDI), γ) για την εκτίμηση της εξατμοδιαπνοής χρησιμοποιεί τη μέθοδο [Hargreaves & Samani \(1985\)](#), η οποία, όπως έχει αποδειχθεί, δίνει πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις ET_0 από την FAO 56, όταν οι μετρήσεις δεν λαμβάνονται σε τυποποιημένη καλλιέργεια αναφοράς, κάτι που συμβαίνει σε πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη την υφήλιο (πλεονέκτημα έναντι του SPEI).
- ✓ Από την εφαρμογή και αξιολόγηση στην Κεντρική, τη Νότια Ευρώπη και της Δυτικής Ασίας (Τουρκία), προκύπτει ότι ο δείκτης αποτυπώνει ικανοποιητικά το φαινόμενο της ξηρασίας. Μάλιστα για την περίοδο του Αυγούστου του 2003, οπότε και σημειώθηκε μία από τις μεγαλύτερες ξηρασίες στην Ευρώπη, με πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ο δείκτης FDI αποτυπώνει πολύ καλά το γεγονός στους χάρτες που δημιουργήθηκαν (Κεφ. 7.2), απεικονίζοντας το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης με έντονη και εξαιρετικά έντονη ξηρασία. Ιδιαίτερα στη Γαλλία, στην Ιταλία και στην Ισπανία που παρατηρήθηκε έντονη ξηρασία, ο δείκτης FDI το αποτυπώνει ξεκάθαρα και στα δύο χρονικά βήματα που εξετάστηκαν (6 και 12 μήνες). Αντίθετα ο SPI 6, δίνει μία ελαφριά ξηρασία στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης και έντονες ξηρασίες σε πολύ μικρές περιοχές της Γαλλίας, της Ιταλίας και των Βαλκανικών χωρών, ενώ ο SPI 12 για τον ίδιο μήνα, δείχνει έντονο πρόβλημα μόνο σε κάποιες περιοχές των Βαλκανίων. Την ίδια περίοδο στην Ελλάδα σημειώθηκε ελαφριά ξηρασία, κάτι που επίσης αποδίδεται από το δείκτη FDI με τις κλάσεις «μέτρια ξηρασία» και «κανονικές συνθήκες», ενώ ο SPI δίνει ιδιαίτερα υγρή περίοδο.
- ✓ Από την εφαρμογή και αξιολόγηση στην Ελλάδα για την περίοδο του 1990, οπότε και σημειώθηκε η εντονότερη ξηρασία των τελευταίων περιόδων, ο δείκτης FDI 6 αποτυπώνει και πάλι, καλά το γεγονός (Κεφ. 7.2), απεικονίζοντας το μεγαλύτερο μέρος της χώρας με ελαφριά έως έντονη ξηρασία για τους μήνες Μάιο και Οκτώβριο. Για τους ίδιους μήνες ο FDI 12 δείχνει το φαινόμενο πιο έντονο, ιδιαίτερα στη Δυτική Ελλάδα, την ανατολική Θράκη και τα νησιά του Αιγαίου. Ο SPI 6 για το Μάιο δείχνει το μεγαλύτερο

μέρος της χώρας σε εξαιρετικά έντονη ξηρασία, αντίθετα τον Οκτώβριο φαίνεται να έχει επανέλθει η κατάσταση σε κανονικές συνθήκες. Όμως για τον ίδιο μήνα (Οκτώβριο), ο SPI 12 απεικονίζει και πάλι μία εξαιρετικά δύσκολη κατάσταση. Η διαφορά αυτή στην ένταση του φαινομένου που δίνουν τα δύο χρονικά βήματα του SPI, για τον ίδιο μήνα, αποτελούν άλλο ένα πλεονέκτημα του δείκτη FDI ως προς την αξιοπιστία του.

- ✓ Από την εφαρμογή και αξιολόγηση του δείκτη στη Σάμο, προκύπτει ότι ο δείκτης FDI αποτυπώνει καλύτερα το φαινόμενο της ξηρασίας από τους δείκτες DECILES, SPI, PDSI και RDI. Αυτό προκύπτει από τη σύγκριση των συσχετίσεων των τιμών όλων των δεικτών με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων δέντρων τραχείας πεύκης. Τονίζεται δε, ότι αυτό ισχύει για όλα τα χρονικά βήματα για τα οποία εξετάστηκαν. Μάλιστα μετά από στατιστικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε για τους δείκτες FDI και SPI, προέκυψε ότι οι διαφορές στις συσχετίσεις των τιμών τους ως προς την αύξηση του πάχους των ετήσιων δακτυλίων των δένδρων είναι στατιστικά σημαντικές.
- ✓ Οι συσχετίσεις μεταξύ των τιμών του FDI και του SPI αυξάνουν όσο μεγαλύτερο είναι το εξεταζόμενο χρονικό βήμα. Δηλαδή ο FDI 12 έχει μεγαλύτερη συσχέτιση με τον SPI 12 από ότι έχει ο FDI 6 με τον SPI 6. Στα μικρότερα βήματα (3,6 μηνών), παρουσιάζονται μεγαλύτερες αποκλίσεις στις τιμές των δύο δεικτών και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι ο δείκτης SPI δεν συνυπολογίζει την εξατμοδιαπνοή, δηλαδή δε λαμβάνει υπόψη τις τιμές της θερμοκρασίας οι οποίες στα μικρά χρονικά βήματα έχουν αποκλίσεις από τις μέσες τιμές τους. Ταυτόχρονα από τα γραφήματα φαίνεται ότι η καμπύλη του FDI γίνεται πιο ομαλή με την αύξηση του χρονικού βήματος, όπως επίσης συμβαίνει και με την καμπύλη του SPI. Όσο πιο μεγάλο είναι το χρονικό βήμα άλλωστε, τόσο η αθροιστική εξατμοδιαπνοή τείνει προς τη μέση τιμή της, με αποτέλεσμα να επηρεάζει λιγότερο το αποτέλεσμα του δείκτη FDI. Δηλαδή ενισχύεται περισσότερο η επιρροή της βροχόπτωσης (όπως δηλαδή γίνεται και με τον SPI) και τελικά οι τιμές του FDI να έχουν πολύ μεγάλη συσχέτιση με αυτές του SPI. Υπενθυμίζεται ότι οι τιμές του δείκτη SPI υπολογίζονται συγκρίνοντας το συνολικό ύψος των κατακρημνίσεων μιας περιοχής κατά τη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου, με το μέσο ύψος κατακρημνίσεων της ίδιας χρονικής διάρκειας. Επομένως όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό βήμα τόσο μειώνεται η διαφορά του από το μέσο, άρα εξηγείται και η εξομάλυνση της έντασης του φαινομένου.
- ✓ Όσο πιο μεσογειακό το κλίμα, δηλαδή όσο η διαφορά χειμώνα-καλοκαιριού γίνεται πιο έντονη, με τους καλοκαιρινούς μήνες να δίνουν λιγότερες βροχοπτώσεις και μεγαλύτερες τιμές εξατμοδιαπνοής, τόσο πιο μικρή συσχέτιση συναντάται μεταξύ των δεικτών. Στις βόρειες ευρωπαϊκές χώρες, που το εύρος των θερμοκρασιών συνήθως είναι μικρότερο από ότι, για παράδειγμα στα νησιά του Αιγαίου, οι αποκλίσεις της εξατμοδιαπνοής από τη μέση τιμή της είναι μικρές. Έτσι τα αποτελέσματα του FDI επηρεάζονται

ουσιαστικά κυρίως από την βροχόπτωση, και για το λόγο αυτό στις περιοχές αυτές έχει πιο μεγάλη συσχέτιση με τον SPI.

- ✓ Τέλος, άλλο ένα πλεονέκτημα του FDI έναντι του SPI, είναι ότι αν σε μία χρονική περίοδο σημειωθούν πολύ μεγάλες αποκλίσεις της θερμοκρασίας από το μέσο όρο για τη συγκεκριμένη εποχή, όπως έγινε στην Ευρώπη το 2003, ο SPI δε θα το αποτυπώσει, ενώ ο FDI θα το λάβει υπόψη μέσω της εξατμοδιαπνοής.

Εν κατακλείδι ο FDI είναι ένας δείκτης που μπορεί να αποτυπώσει ένα φαινόμενο ξηρασίας, την έναρξή της, την κορύφωσή της, το τέλος της, αλλά και την έντασή της. Προτείνεται να υπολογίζεται για χρονικά βήματα 6 μηνών ή μεγαλύτερα και έχει φυσικό νόημα κυρίως σε μη αστικές περιοχές και εκτός υδατικών σωμάτων (water bodies). Για μικρότερα χρονικά βήματα προτείνεται να γίνει έλεγχος εάν οι τιμές της G, ακολουθούν κανονική κατανομή. Σε αστικές περιοχές προσαρμόζεται προσεγγιστικά, όμως για τις περιοχές αυτές μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η τρωτότητα τους στα φαινόμενα ξηρασίας και όχι μόνο η διαθεσιμότητα του νερού. Άλλωστε, όπως είναι γνωστό, σε πολλές αστικές περιοχές, το νερό για την ικανοποίηση των αναγκών μεταφέρεται από άλλες, μη αστικές περιοχές (πχ Αθήνα).

8.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις της ξηρασίας ειδικότερα στη νότια Ευρώπη που πλήττεται περισσότερο έναντι της βόρειας και κεντρικής, θα ήταν ωφέλιμο να αναπτυχθούν στρατηγικές διαχείρισης της ξηρασίας σε εθνικό επίπεδο. Ο δείκτης FDI θα μπορούσε να βοηθήσει σε αυτή την πορεία με το να αναγνωρίζει, να αξιολογεί και να προβλέπει τα φαινόμενα ξηρασίας. Γενικότερα η χρήση των δεικτών της ξηρασίας είναι ένα σημαντικό κομμάτι για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων σε μια περιοχή ή σε εθνικό επίπεδο. Θα μπορούσε λοιπόν να ενσωματωθεί σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

Ένα άλλο μέρος της διαχείρισης είναι η πρόγνωση του φαινομένου της ξηρασίας, όμως είναι εξαιρετικά δύσκολη και επικίνδυνη, ειδικά όταν γίνεται για μεγάλες χρονικές περιόδους, όμως ο συνδυασμός δεικτών-πρόγνωσης θα μπορούσε να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τη λήψη των αποφάσεων. Για μεγαλύτερη ασφάλεια και για καλύτερα αποτελέσματα χρειάζεται η χρησιμοποίηση περισσότερων του ενός δεικτών.

Σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα των αποτελεσμάτων του δείκτη, είναι η ποιότητα των μετεωρολογικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Όσο περισσότερο σύμφωνοι είναι με τα πρότυπα οι μετεωρολογικοί σταθμοί, τόσο πιο αξιόπιστα θα είναι τα δεδομένα τους, άρα και τα αποτελέσματα του δείκτη. Στην εν λόγω διατριβή το πλήθος των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αρκετά ικανοποιητικό.

Είναι προφανές ότι αν σε μία συγκεκριμένη περιοχή υπάρχει μία μέθοδος εκτίμησης εξατμοδιαπνοής που αποτυπώνει καλύτερα το μέγεθος της παραμέτρου, τότε και ο δείκτης FDI θα απέδιδε καλύτερα αν αντί της [Hargreaves & Samani \(1985\)](#) χρησιμοποιούσε την εν λόγω μέθοδο, πχ θα μπορούσε να εξεταστεί ως προς αυτήν την κατεύθυνση η μέθοδος COPAIS ([Alexandris et al, 2005](#)). Ταυτόχρονα, προκειμένου να γίνει περεταίρω χρήση και εξέλιξη του δείκτη, θα ήταν ωφέλιμο να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές του κόσμου, όπως η Αμερική και η Ασία.

Για την ανάπτυξη του δείκτη FDI έγινε αποδεκτή η υπόθεση ότι οι τιμές της αρχικής μορφής έκφρασης του δείκτη, G , ακολουθούν ικανοποιητικά την κανονική κατανομή, κυρίως στα χρονικά βήματα 6, 9 και 12 (Kolmogorov – Smirnov Goodness-of-fit-tests) οπότε προτείνεται να χρησιμοποιείται ο δείκτης για χρονικά βήματα 6 μηνών και μεγαλύτερα. Για μικρότερα χρονικά βήματα πριν χρησιμοποιηθεί, προτείνεται να γίνει έλεγχος εάν οι τιμές της G , ακολουθούν κανονική κατανομή. Μελλοντικά θα μπορούσε να δοκιμαστεί ο δείκτης κάνοντας αποδεκτή την υπόθεση ότι οι τιμές ακολουθούν την Lognormal (3 παραμέτρων) ή την Gamma (3 παραμέτρων) και να προκύψει νέος αντίστοιχος δείκτης αφού οι τιμές της G κανονικοποιηθούν και τυποποιηθούν. Προτείνονται αυτές οι κατανομές, αφού από τον έλεγχο που διενεργήθηκε με τα Kolmogorov-Smirnov tests για τις τιμές της αρχικής μορφής του δείκτη (εξίσωση G) διαπιστώθηκε ότι οι τιμές της εξίσωσης G (αρχική μορφή FDI) ακολουθούν ικανοποιητικά και αυτές τις κατανομές, ειδικά στα μικρότερα χρονικά βήματα (time steps) και θα δοθεί μεγαλύτερη ευελιξία για να συγκριθούν τα αποτελέσματά τους σε αντίστοιχες περιοχές.

Κλείνοντας πρέπει να τονιστεί, ότι για να προφυλαχθεί η κοινωνία από τις επιπτώσεις ακραίων φαινομένων ξηρασίας πρέπει να οχυρωθεί με ένα σχέδιο δράσης ικανό να θέσει τους σκοπούς και τους στόχους με στρατηγική διορατικότητα για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Όμως συνήθως οι πολιτικοί και οι λήπτες των αποφάσεων δεν λειτουργούν με διορατικότητα και σχέδιο για την αντιμετώπιση και τον μετριασμό του φαινομένου. Έχει παρατηρηθεί ότι η ανησυχία και ο πανικός κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας αντικαθίστανται γρήγορα από την απάθεια μόλις επιστρέψουν οι βροχές και οι συνθήκες ξηρασίας βελτιωθούν. Εάν οι λήπτες των αποφάσεων επιθυμούν να μειώσουν την τρωτότητα του συστήματος πρέπει να αντικατασταθεί η αδιαφορία με τον προληπτικό σχεδιασμό και τη χρήση εργαλείων όπως ο FDI κ.α. που βοηθούν προς αυτήν την κατεύθυνση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Abramowitz M., and Stegun A., 1965.** Handbook of Mathematical Functions with formulas, graphs and mathematical tables. National Bureau of Standards, Applied Mathematics -55, Washington DC.
2. **Alexandris S., Kerkides P., Liakatas A., 2005.** Daily reference evapotranspiration estimates by the “Copais” approach. Agricultural Water Management. Volume 82, Issue 3, pp 371–386.
3. **Allen R.G., 1996.** Assessing Integrity of Weather Data for Reference Evapotranspiration Estimation. J. of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 122, No. 2, pp. 97-106, Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D.
4. **Allen, R.; Walter, I.; Elliott, R.; Howell, T.; Itenfisu, D.; Jensen, M., (ASCE-EWRI), 2005.** The asce standardized reference evapotranspiration equation. Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. Environmental and Water Resources Institute Of the American Society of Civil Engineers, Final Report.
5. **Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper no. 56. FAO, Rome.
6. **Allen, R.G., W.O. Pruitt, J.L. Wright, T.A. Howell, F. Ventura, R. Snyder, D. Itenfisu, P. Steduto, J. Berengena, J.B. Yrisarry, M. Smith, L.S. Pereira, D. Raes, A. Perrier, I. Alves, I. Walter, and R. Elliott, 2006.** A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. Agric. Water Manage. 81:1–22.
7. **Anderberg, M.R., 1973.** Cluster Analysis for Applications, New York: Academic Press, Inc.
8. Appl Engine Agric. 1(2):96–99.
9. **Baer, R., and Lehmann, A., 2012.** Integrated water resource sustainability and vulnerability assessment. EnviroGRIDS_deliverable D5.8, 45p.
10. **Benet A.S.; Domingo F., Rey A.; Pegoraro E.; Fernandez J.; de Oliveira Alves Coelho C.; Soares J.; Valente S.; Torri D.; Ungaro F.; Santaloia F.; Polemio M.; Lollino P.; Karavitis C.; Kosmas C.; Kairis O.; Kounalaki A.; Fassouli V.; Ocakoglu F.; Gokceoglu C.; Sonmez H.; Tezcan L.; Gungor H.; Acikalin S.; Laouina A.; Chaker M.; Ouessar M.; Khatteli H.; Sghaier M.; Taamallah H.; Belgacem A.; Rui L.; Qinke Y.; Juying J.; Fei W.; Zhonging W.; Feng J.; Diamantis I.; Pliakas F.; Ziogas A.; Ferreira A. ; Morais P. ; Lopes M. ; Chanda R. ; Darkoh M. ; Magole L. ; Athlipheng J. ; Perkins J. ; Mulale K. ; Sebego R. ; Zeiliger A.; Sizemskaya M.; Khitrov N.; Romanenkov V.; Ermolaeva O.; Ovalle C.; del Pozo A.; Zagal E.; Perez C.; Barrera J.; Riquelme J.; Fernandez F.; Brito J.; Ramos Silva N.H.; Alfama P.J.; Prat C.; Alcalá M.; Medina L.; Ramos A.; Ramos J.J.; Mendoza M.;**

- Gonzalez D., 2010.** DELIVERABLE 2.2.1. Comparative analysis of indicators existing in the study sites. Project DESIRE, FP6.
11. **Benet A.S.; Domingo F., Rey A.; Pegoraro E.; Fernandez J.; de Oliveira Alves Coelho C.; Soares J.; Valente S.; Torri D.; Ungaro F.; Santaloia F.; Polemio M.; Lollino P.; Karavitis C.; Kosmas C.; Kairis O.; Kounalaki A.; Fassouli V.; Ocakoglu F.; Gokceoglu C.; Sonmez H.; Tezcan L.; Gungor H.; Acikalin S.; Laouina A.; Chaker M.; Ouessar M.; Khatteli H.; Sghaier M.; Taamallah H.; Belgacem A.; Rui L.; Qinke Y.; Juying J.; Fei W.; Zhonging W.; Feng J.; Diamantis I.; Pliakas F.; Ziogas A.; Ferreira A. ; Morais P. ; Lopes M. ; Chanda R. ; Darkoh M. ; Magole L. ; Athlopheng J. ; Perkins J. ; Mulale K. ; Sebegu R. ; Zeiligue A.; Sizemskaya M.; Khitrov N.; Romanenkov V.; Ermolaeva O.; Ovalle C.; del Pozo A.; Zagal E.; Perez C.; Barrera J.; Riquelme J.; Fernandez F.; Brito J.; Ramos Silva N.H.; Alfama P.J.; Prat C.; Alcalá M.; Medina L.; Ramos A.; Ramos J.J.; Mendoza M.; Gonzalez D., 2009.** DELIVERABLE 2.1.1. Description of indicators defined in the various study sites. Project DESIRE, FP6.
12. **Breier, G.P., de Paula, I., ten Caten, C., Danilevicz, A.M.F., Jung, C.F., 2012.** A Review of Value Tools Used in Sustainability Assessment. 18th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, July 9 – 11, 2012, Guimaraes, Portugal.
13. **Breierova, L., and Choudhari, M., 2001.** An Introduction to Sensitivity Analysis. Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project.
14. **Bruce, J.P., 1994.** A perspective on reducing losses from natural hazards. Bull Am Meteorol Soc 75:1237–1240.
15. **Bryant, 1991.** Integrated Responses of Plants to Stress.
16. **Cacuci, D.G., 2003.** Sensitivity and Uncertainty Analysis: Theory. Volume 1. Chapman & Hall/CRC.
17. **Cancelliere A., Loukas A., Pangalou D., Rossi G., Tigkas D., Tsakiris G., Vangelis H., 2007.** Drought characterization [Part 1. Components of drought planning. 1.3 . Methodological component]. Drought management guidelines technical annex, pp 85-102.
18. **Cap-Net, 2003.** Integrated Water Resources Management (IWRM) Tutorial. Online at: http://www.capnet.org/iwrm_tutorial/mainmenu.htm.
19. **Castrup, H., 1995.** Uncertainty Analysis for Risk Management. Presented at the Measurement Science Conference, Anaheim, California, January 27, 1995.
20. **Cesar N., 2001.** El Nino in History: Storming Through the Ages.
21. **Changnon, S.A. and Easterling, W.E., 1989.** Measuring drought impacts: The Illinois case. Water Resources Bulletin, 25 (1), pp. 27-42.

22. **Currie R., G., 1981.** Evidence for 18.6 year MN signal in temperature and drought conditions in North America since A.D. 1800. *J Geophys Res* 86:11,055–11,064
23. **Currie R., G., 1984.** Periodic (18.6) and cyclic (11-year) induced droughts and floods in western North America. *J Geophys Res* 89:7215–7230
24. **Dahl, A.L., 2012.** Achievements and gaps in indicators for sustainability. *Ecological Indicators* 17: 14 – 19.
25. **Dracup, J.A., KS. Lee, and E.G. Paulson, Jr., 1980.** On the definition of droughts. *Water Res.*, 16, 297.
26. **Droogers P. R.G. Allen, 2002.** Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions *Irrig. Drain. Syst.*, 16 (1) (), pp. 33–45
27. **Dyson T., 1996.** Population and Food. Global Trends and Future Prospects. Global Environmental Change Programme. Routledge.
28. **European Environment Agency, 1999.** Environmental Indicators: Typology and Overview. Technical Report No. 25, Copenhagen.
29. **European Environment Agency, 2005.** EEA core set of indicators. EEA Technical Report No 1/2005. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
30. **Freudenberg, M., 2003.** Composite indicators of country performance: a critical assessment, OECD, Paris.
31. **Gabrielsen P., Bosch P., 2003.** Environmental Indicators: Typology and use in reporting. EEA internal working paper. European Environmental Agency, Copenhagen.
32. **Gall, M., 2007.** Indices of social vulnerability to natural hazards: A comparative evaluation, PhD dissertation, Department of Geography, University of South Carolina
33. **Gibbs, W.J. and Maher, J.V., 1967.** Rainfall deciles as drought indicators. Bureau of Meteorology Bulletin, No. 48. Commonwealth of Australia, Melbourne.
34. **Global Water Partnership, 2000a.** Report prepared by the Global Water Partnership South Africa (2000).
35. **Global Water Partnership, 2000b.** Integrated water resource management. TAC Background papers, Nomer 4, Stockholm, Sweden.
36. **Global Water Partnership, 2003.** Rationale for IWRM and the Toolbox. Found online at http://www.gwpforum.org/gwp/Media/Toolbox/IWRM_and_the_toolbox.pdf
37. **Global Water Partnership, 2004.** Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership Technical Committee (TEC) Background Paper No. 4 (www.gwpforum.org).
38. **Global Water Partnership, 2005.** Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide. published with the support of the Canadian International Development Agency, CIDA, in the framework of the PAWD program, Partnership for African Waters Development

39. **Gonzalez, J., and Valdes, J. 2006.** New drought frequency index: Definition and comparative performance analysis. *Water Resour. Res.* 42 (11): W11421.
40. **Grigg, N.S. 2005.** Water Resources Management. *Water Encyclopedia.* 2:586–587.
41. **Grigg, N.S. and Vlachos, E.C., 1990.** Drought water management. International School for Water Resources, Department of civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 48p.
42. **Grigg, N.S., 1996.** Water Resources Management. Principles, Regulations and Cases. McGraw-Hill Professional.
43. **Grigg, N.S., 2008.** Total Water Management: Practices for a Sustainable Future. American Waterworks Association.
44. **Grigg, N.S., and Vlachos, E.C., 1993.** Drought and water-supply management: Roles and responsibilities. *J. Water Resour. Plann. Manag* 119, 531-541.
45. **Hagman, G., 1984.** Prevention better than cure. Report on human and environmental disasters in the third world. Swedish Red Cross, Stockholm. <http://soils.usda.gov>
46. **Haines-Young, R., Potschin, M., Kienast, F., 2012.** Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21: 39 – 53.
47. **Hargreaves, G. H., 1994.** Defining and using reference evapotranspiration. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 120(6), 1132-1139.
48. **Hargreaves, G.H. (1975).** Moisture availability and crop production. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.*, 18(5):980-984
49. **Hargreaves, G.H. and Z.A. Samani. (1982).** “Estimating potential evapotranspiration.” Tech. Note, *J. Irrig. and Drain. Engrg.*, ASCE, 108(3):225-230.
50. **Hargreaves, G.H., & Samani, Z.A., 1985.** Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Paper No. 85-2517. American society of agricultural engineers. Chicago, IL.
51. **Hartzell, F.Z., 1919.** Comparison of methods for computing daily mean temperatures: effect of discrepancies upon investigations of climatologists and biologists. *Mon. Wea. Rev.* 47, 799–801.
52. **Hopkins, M., 1991.** Human development revisited: a new UNDP report. *World Development* 19: 1496-1473.
53. **Hyde, K.M., 2006.** Uncertainty analysis methods for multi-criteria decision analysis. Ph.D. Dissertation. University of Adelaide, School of Civil and Environmental Engineering.
54. **Jacobs, R., Smith, P., and Goddard, M., 2004.** Measuring performance: an examination of composite performance indicators, Centre for Health Economics, Technical Paper Series 29.

55. **Jensen, M.E., Burman, R.D., and Allen, R.G. (ed). 1990.** Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70., American Society. of Civil Engineers., New York, NY, 332 p.
56. **Jones, C.A. and Kiniry, J.R., 1986.** CERES-Maize: a Simulation model of Maize growth and development. Texas A&M University Press, College Station, 194 pp.
57. **Karavitis C.; Alexandris S.; Fassouli V.; Stamatakos D.; Tsesmelis D.; Polydoropoulou M; Paschou M.; Karachalios E.; Gregorič G.; Bihari Z.; Nagy A.; Popova Z.; Doneva K.; Kercheva M.; Pandžić K.; Salvai A.; Piperski J.; Maksimovic L.; Potkonjak S.; Rajić M.; Pavlović A.; Ivanov M.; Pazin N.; Markovic G.; Andrijasevic V.; Alcinova Monevska S.; Stevkova S.; Ristevski P.; Mustaqi V.; Muçaj L.; Laska A (2011).** Archive of local/regional/national drought periods and impacts based on historical records. DMCSEE Deliverable 4.1.1. SEE project DMCSEE.
58. **Karavitis C.A., Skondras N.A, Tsesmelis D.E., Stamatakos D., Alexandris S. , Fasouli V., Szalai S. (2012).** Drought vulnerability and risk assessment. DMCSEE Deliverable 4.2. SEE project DMCSEE.
59. **Karavitis, C., A., 1992.** Drought Management Strategies for Urban Water Supplies: The Case of Metropolitan Athens. Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
60. **Karavitis, C., A., 1998.** Drought and Urban Water Supplies: the Case of Metropolitan Athens, Water Policy, Vol. 1, Iss. 5, pp. 505- 524, Elsevier Science.
61. **Karavitis, C., A., 1999.** Decision Support Systems for Drought Management Strategies in Metropolitan Athens, Water International, Vol. 24, No. 1, pp. 10- 21.
62. **Karavitis, C.A., Chortaria, C., Alexandris, S., Vasilakou, C.G., and Tsesmelis, D.E., 2012a.** Development of the standardised precipitation index for Greece, Urban Water Journal, 9 (6): 401-417
63. **Karavitis, C.A., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakos, D., Alexandris, S., Fassouli, V., Vasilakou C.G., Oikonomou, P.D., Gregorič, G., Grigg, N.S., and Vlachos, E.C., 2014.** Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale. Water Policy 16 (2014) 1172–1197
64. **Karr, J.R., 1991.** Biological integrity: a long neglected aspect of water resource management. Ecol. Applications 1, 66–84.
65. **Kashyap P.S., R.K. Panda, 2001.** Evaluation of evapotranspiration estimation methods and development of crop-coefficients for potato crop in a sub-humid region. Agricultural Water Management, 50 (1):9-25
66. **Katz RW, Glantz MH. 1986.** Anatomy of a rainfall index. Monthly Weather Review 114: 764–771.
67. **Keyantash, J.A., and Dracup, J.A. 2004.** An aggregate drought index: Assessing drought severity based on fluctuations in the hydrologic cycle and surface water storage. Water Resour. Res. 40 (9): W09304.

68. **Kairis O., Kosmas C., Karavitis C., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Sole Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., Fassouli V., Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebeogo R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Zhonging W., Ziogas A. (2014)** Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes, and Implications for Management. *Environmental Management*. 54:971-982, doi 10.1007/s00267-013-0110-0
69. **Kosmas C., Kairis O., Karavitis C., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Sole Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., Fassouli V., Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebeogo R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Zhonging W., Ziogas A. (2014)** Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. *Environmental Management*. *Environmental Management*; 54:951-970., doi: 10.1007/s00267-013-0109-6
70. **Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., Karavitis, Ch., 2003.** Identification of Indicators for Desertification. *Annals of Arid Zone*, 42 (3 & 4): 393 – 416.
71. **Landsberg, H., 1958.** *Physical Climatology*, second ed. Gray Printing Company, DuBois, PA, 446 pp.
72. **Lorenz, C.M., Gilbert, A.J., Cofino, W.P., 1999.** Indicators for transboundary river basin management. In: Pykh, Y.A., Hyatt, D.E., Lenz, R.J.M. (Eds.), *Environmental Indices: System Analysis Approach*. EOLSS Publishers Co. Ltd., Oxford, UK, pp. 313–328.
73. **Loucks, D.P., van Beek, E., Stedinger, J.R., Dijkman, J.P.M., Villars, M.T., 2005.** *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*. Studies and reports in hydrology. Paris : UNESCO
74. **Loukas, A. and Vasiliades, L., 2004.** Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece. *Natural Hazards and Earth System Sciences* (2004) 4: 719–731
75. **Massart, D.L., and Kaufman, L., 1983.** *The Interpretation of Analytical Chemical Data by the Use of Cluster Analysis*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
76. **Mavromatis, T., 2007.** Drought index evaluation for assessing future wheat production in Greece. *Int. J. Climatol.*, 27, 911–924

77. **McKee, T.B.; N.J. Doesken; and J. Kleist, 1993.** The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, pp. 179–184. January 17–22, Anaheim, California.
78. **Milankovitch, M. (1998) [1941].** Canon of Insolation and the Ice Age Problem. Belgrade: Zavod za Udžbenike i Nastavna Sredstva. ISBN 8617066199. ; see also "Astronomical Theory of Climate Change".
79. **Miller, L.M; Gans, F.; and Kleidon, A., (2012).** Jet stream wind power as a renewable energy resource: little power, big impacts. *Earth Syst. Dynam. Discuss.* 2. 201–212. 2011. Retrieved on 16 January 201208.
80. **Mintz Y., and Walker G.K., 1993.** Global fields of soil moisture and land surface evapotranspiration derived from observed precipitation and surface air temperature. *J. Appl. Meteor.*, 32, 1305-1334.
81. **Mylopoulos, Y., Kolokytha, E., Kampragou, E., Vagiona, D., 2008.** A Combined Methodology for Transboundary River Basin Management in Europe.
82. **Naoum, S.;** and Tsanis, I.K., 2004. Ranking spatial interpolation techniques using a GIS-based DSS. *Global Nest: the Int. J.* Vol 6, No 1, pp: 1-20.
83. **Niemeyer, S. 2008.** New drought indices. *Options Mediterraneennes. Seric A: Seminaires Mediterraneens*, 80: 267—274.
84. **Oladipo, 1985.** A comparative performance analysis of three meteorological drought indices. *International Journal of Climatology*, 5: 655–664.
85. **Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2008.** Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Available at: <http://www.oecd.org/std/42495745.pdf>
86. **Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2003.** Quality Framework and Guidelines for OECD Statistical Activities. Version 2003/1.
87. **Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2012.** Quality Framework and Guidelines for OECD Statistical Activities. Version 2011/1.
88. **Palmer, W. C., 1965.** Meteorological droughts. U.S. Department of Commerce, Weather Bureau Research Paper 45, 58 pp.
89. **Palmer, W.C., 1968.** Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new Crop Moisture Index. *Weatherwise* 21:156–161.
90. **Parker, J., 1991.** Environmental reporting and environmental indices, PhD Dissertation, Cambridge, UK.
91. **Perlman, H.; Makropoulos, C. and Koutsoyiannis, D., 2005.** The water cycle, doi:10.13140/RG.2.2.11182.92480, United States Geological Survey. (in greek).
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html>
92. **Perry, C., 2013.** ABCDE+F: a framework for thinking about water resources management. *Water International*, 38 (1): 95–107.

93. **Philander & S. George, 1990.** El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-553235-0.
94. **Press, W., Flannery, B., Teukolsky, S., & Vetterling, W., 1986.** Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, pp. 523-528. Cambridge: Cambridge University Press.
95. **Ritchie, J.T. and Johnson, B.S., 1990.** "Soil and plant factors affecting evaporation". Chapter 13 of Irrigation of Agricultural Crops, (Stewart, B.a. and Nielsen, D.R. (ed.)), Agronomy Series 30. Am. Soc. Agron. p. 363-390.
96. **Ritchie, J.T., 1972.** Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Resources Res. 8:1204-1213.
97. **Ritchie, J.T., 1974.** Evaluating irrigation needs for southeaster U.S.A. 262-273. Proc. Irrig. and Drain. Spec. Conf., ASCE.
98. **Ritchie, J.T., Godwin, D.C., and Singh, U., 1989.** Soil and weather inputs for the IBSNAT crop models. Proceedings of the IBSNAT Symposium: Decision Support System for Agrotechnology Transfer: Part I., IBSNAT, Dept. Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Honolulu, HA. p. 31-45.
99. **Rogge, N., 2012.** Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The Environmental Performance Index. Ecological Indicators 23: 143–154
100. **S. Lee, S. B. Feldstein, 2013.** Detecting Ozone- and Greenhouse Gas-Driven Wind Trends with Observational Data. Science; 339 (6119): 563 DOI: 10.1126/science.1225154
101. **Saisana, M., Tarantola, S., and Saltelli, A., 2005.** Uncertainty and sensitivity techniques as tools for the analysis and validation of composite indicators, Journal of the Royal Statistical Society A, 168(2), 307-323.
102. **Salas. J. 1993.** Analysis and modeling of hydrologic time series. Handbook of hydrology. McGraw-Hill. New York. Vol. 19. pp. 1-72.
103. **Saltelli, A. 2007.** Composite indicators between analysis and advocacy. Social Indicators Research, 81, 65–77.
104. **Salvati, L., Kosmas C, Kairis O., Karavitis C., Acikalin S., Belgacem A., Solé-Benet A., Chaker M., Fassouli V., Gokceoglu C., [.....],Gungor R., Hessel H., Khatteli A., Laouina F., Ocakoglu M., Ouessar C., Ritsema C., Sghaier H., Taamallah L., Tezcan J. (2014). Unveiling soil degradation and desertification risk in the Mediterranean basin: a data mining analysis of the relationships between biophysical and socioeconomic factors in agro-forest landscapes, Journal of Environmental Planning and Management, DOI: 10.1080/09640568.2014.958609.**
105. **Segnestam, L., 2002.** Indicators of Environment and Sustainable Development: Theories and Practical Experience. The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank

106. **Shafer, B.A.; and L.E. Dezman, 1982.** Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. In *Proceedings of the Western Snow Conference*, pp. 164–175. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
107. **Shafer, B.A.; and L.E. Dezman, 1982.** Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. In *Proceedings of the Western Snow Conference*, pp. 164–175. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
108. **Shuttleworth, J. W., and J. S. Wallace. 1985.** Evaporation from sparse crops-an energy combination theory, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, III, 839-855.
109. **Skondras, N.A., Karavitis, C.A., Gkotsis, I.I., Scott, P.J.B., Kaly, U.L., Alexandris, S.G., 2011.** Application and assessment of the Environmental Vulnerability Index in Greece. *Ecological Indicators*, 11: 1699–1706.
110. **Smith, D.I. Hutchinson, M.F. And McArthur, R.J., 1993.** Australian climatic and Agricultural drought: Payments and policy. *Drought Network News*, Vol. 5, No. 3, pp. 11–2.
111. **Smith, E., 2002.** Uncertainty analysis. In El-Shaarawi, A.H., and Walter W.W. Piegorsch (Eds), 2002. *Encyclopedia of Environmetrics*. Volume 4: 2283–2297.
112. **Stein, A., Riley, J., Halberg, N. 2001.** Issues of scale for environmental indicators. *Agriculture, ecosystems and environment* , 87(2), pp: 215-232
113. **Stork, N.E., Boyle, T.J.B., Dale, V.H., Eeley, H., Finegan, B., Lawes, M., Manokaran, N., Prabhu, R., Sorberon, J., 1997.** Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity. Center for International Forestry Research. Working Paper No. 17, Bogor, Indonesia.
114. **Studhalter, R.A. 1956.** Early history of crossdating. *TreeRing Bulletin* 21:31-35
115. **Sutherland, S., 2017.** La Niña calls it quits. Is El Niño paying us a return visit?. *The Weather Network*. Retrieved February 17, 2017.
116. **Tannehill, I.R. 1947.** *Drought and Its Causes and Effects*. Princeton University Press.
117. **Tarantola, S., Jesinghaus, J., and Puolamaa, M., 2000.** Global sensitivity analysis: a quality assurance tool in environmental policy modelling. In Saltelli A., Chan K., Scott M. (eds.) *Sensitivity Analysis*, pp. 385-397. New York: John Wiley & Sons.
118. **Thom, H.C.S., 1958.** A note on the gamma distribution. *Mon.Weath. Rev.*, 86: 117-122.
119. **Thorntwaite, C. W., 1948.** An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38, 55–94.
120. **Thorpe, S. A., 1991.** *The Meteorological Office Annual Review 1990/91*. The Met. Office. July 1991. Pp. 28. Free.
121. **Tigkas D., 2008.** Drought Characterization and Monitoring in regions of Greece. *European Water*, 23/24: 29-39.

122. **Tigkas D., Vangelis H., and Tsakiris G., 2013.** The RDI as a composite climatic index. *European Water* 41: 17-22.
123. **Tsakiris G. and Vangelis H., 2005.** Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration. *European Water*, 9/10: 3-11.
124. **Tsakiris G., Pangalou D. and Vangelis H., 2007.** Regional Drought Assessment Based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resources Management*, 21(5): 821-833.
125. **Tsakiris G., Vangelis H., 2005.** Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration. *European Water*, 9/10: 3-11
126. **Tsakiris, G., Loukas, A., Pangalou, D., Vangelis, H., Tigkas, D., Rossi, G.. and Cancelliere, A. 2007.** Drought characterization. Chapter 7. *Options Mediterraneeennes*, 58: 85-102. **(b)**
127. **Tsakiris, G., Nalbantis, I., Pangalou, D., Tigkas, D., Vangelis, H., 2008.** Drought meteorological monitoring network design for the reconnaissance drought index (RDI). In: Franco Lopez, A. (Ed.), *Proceedings of the 1st International Conference “Drought Management: scientific and Technological Innovations”, Option Méditerranéennes, Series A, No. 80, Zaragoza, Spain, 12e14 June 2008*, pp. 57e62.
128. **U.S. Geological Survey, 1984,** National water summary 1983-Hydrologic events and issues: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2250, 243 p.
129. **UNEP and IISD, ed. 2011.** *Ecosystem Approaches in Integrated Water Resources Management (IWRM): A Review of Transboundary River Basins.* Nairobi: United Nations Environment Programme and the International Institute for Sustainable Development.
130. **United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2005.** Background Paper on Development of Indicators to Measure Implementation of the UNECE Strategy for ESD. UNECE Expert Group on Indicators for Education for Sustainable Development First Meeting Ede (the Netherlands), 26-28 September 2005.
131. **United Nations Environment Programme, 2004.** Impacts of summer 2003 heat wave in Europe. *Environment Alert Bulletin* 2
132. **Vasilakou C.G., Karavitis C.A., Tsemelis D.E., Stamatakos D., Skondras N., Alexandris S., Fassouli V., Gironas J., Hunter C., Porto M., Dalcanale F., Reyna S., Labaque M., Vanegas M., Ramirez E., 2014.** Internal Report: Statistical Analysis and development of Vulnerability Indicators. COROADO internal report. FP7 project COROADO.
133. **Vicente Serrano M.S., Begueria S., Lopez-Moreno J.I., 2010.** A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of climate*, volume 23: 1696-1718

134. **Vlachos, E., and Braga, B.P.F., 2001.** The challenge of urban water management. In: Maksimovic, C. & Tejada-Guibert, J. A. (eds) *Frontiers in Urban Water Management: Deadlock or Hope?*. IWA Publishing, London, pp. 1–36.
135. **Walter, I. A., Allen, R. G. ., R. Elliott, M. E. Jensen, D. Itenfisu, B. Mecham, T. A. Howell, R. Snyder, P. Brown, S. Eching, T. Spofford, M. Hattendorf, R. H. Cuenca, J. L. Wright and D. Martin. 2000.** “ASCE’s Standardized Reference Evapotranspiration Equation.” *Proc., 4th National Irrig. Symp., ASAE, Phoenix, AZ.*
136. **Watson, N., Kashefi, E., Medd, W., Walker, G., Tapsell, S., and Twigger-Ross, C. 2009.** Institutional and social responses to flooding from a resilience perspective, *Flood Risk Management: Research and Practice*, edited by: Samuels, P., Huntington, S., Allsop, W., and Harrop, J., 2009 Taylor & Francis Group, London, 2009.
137. **Wells N, Goddard S and Hayes M.J., 2004.** A self-calibrating Palmer Drought Severity Index. *Journal of Climate* 17, 2335-2351 (doi: 10.1175/ 1520- 0442(2004)017 <2335:ASPDSI>2.0.CO;2).
138. **Wheaton, E., Wittrock V., Kulshreshtha, S., Koshida, G., Grant, C., Chipanshi, A., Bonsal, B., with the rest of the Canadian drought Study Steering Committee, Adkins, P., Bell, G., Brown, G., Howard, A., MacGregor, R., 2005.** *Lessons Learned From the Canadian Drought Years of 2001 and 2002*, SRC Publication No. 11602-46E03, Canada.
139. **White, D.H.; and B. O’Meagher, 1995.** Coping with exceptional droughts in Australia. *Drought Network News* 7(2):13–17.
140. **Wilhite, D.A. and M.H. Glantz. 1985.** *Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions.* Water International 10.
141. **Wilhite, D.A., 2004.** Drought as a natural hazard. In *International Perspectives on Natural Disasters: Occurrence, Mitigation, and Consequences.* Edited by J.P. Stoltman, J. Lidstone, and L.M.
142. **Wilhite, D.A.; D.A. Wood; and S.J. Meyer. 1987.** Climate-related impacts in the United States during the 1982–83 El Niño. In M. Glantz, R. Katz, and M. Krenz (eds.). *Climate Crisis*, pp. 75–78. UNEP, Nairobi; and NCAR, Boulder, Colorado.
143. **Wolter, K., 2013.** Multivariate ENSO Index (MEI). NOAA Earth System Research Laboratory - Physical Sciences Division. National Atmospheric and Oceanic Administration, n.d. Web. 24 Oct. 2013.
144. **World Meteorological Organization, 1975.** Volume I. *Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors*, Revised edition. International Cloud Atlas, No. 407. Geneva, Switzerland: [I]-XXIII, [1]-155.
145. **World Water Assessment Programme. 2009.** *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World.* Paris: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
146. **Xie, M., 2006.** World Bank Institute Integrated Water Resources Management (IWRM) – Introduction to Principles and Practices. Africa Regional Workshop on IWRM, Nairobi, Oct. 29-Nov. 2006, under GEF’s

International Waters Learn Program. Online at:
<http://www.pacificwater.org/userfiles/file/IWRM/Toolboxes/introduction%20to%20iwrn/IWRM%20Introduction.pdf>

147. **Yevjevich, V., 1967.** An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrol Papers Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
148. **Yevjevich, V., da Cuncha, L., and Vlachos, E.C, 1983.** Coping with Droughts, editors, Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
149. **Yoder, R.E., T.W. Ley and R.L. Elliott, 2000.** Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations. Proceedings of the 4th National Irrigation Symposium, ASAE, St. Joseph, MI
150. **Zargar, A., Sadiq, R., Naser, B., and Khan, F.I., 2011.** A review of drought indices. Environ. Rev. 19: 333 – 349

ΕΛΛΗΝΙΚΗ/ ΜΕΤΑΦΡΑΣΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αλεξανδρής Σ., , Προύτσος, Ν., Καραβίτης Χ., Τσίρος Ι., και Σταματάκος Δ., 2013.** Λόγοι Εσφαλμένης Εκτίμησης Εξατμοδιαπνοής Αναφοράς στον Ελλαδικό Χώρο. 8ο Εθνικό Συνέδριο Ε.Γ.Μ.Ε. (Βόλος, 25-26 Σεπτεμβρίου 2013).
2. **Αλεξανδρής Σ., 2003.** Συγκριτική αξιολόγηση μεθόδων εκτίμησης εξατμισοδιαπνοής κάτω από ελληνικές συνθήκες. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
3. **Καραβίτης Χρ., 2008.** Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων.
4. **Καραβίτης, Χ.Α., 2004.** Σημειώσεις για το μάθημα Διαχείριση Υδατικών πόρων. Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
5. **Καραβίτης, Χ.Α., 2008.** Σημειώσεις του Μεταπτυχιακού Μαθήματος: Προληπτικός Σχεδιασμός. Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
6. **Καραβίτης, Χ.Α., Αλεξανδρής, Σ.Α., , Κοσμάς, Κ., Οικονόμου, Π., Τσεσμελής, Δ.Ε., Φασούλη, Β., Χορταριά, Χ., 2008.** Τεχνική υποστήριξη της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων για την κατάρτιση των στρατηγικών διαχείρισης λειψυδριών και ενός βραχυπροθέσμου σχεδίου αντιμετώπισης κίνδυνου λειψυδρίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
7. **Καραβίτης, Χ.Α., Τσεσμελής, Δ.Ε., Σκόνδρας, Ν.Α., Οικονόμου, Π., Σταματάκος, Δ., Βασιλάκου, Κ., Γκώτσης, Ι., Φασούλη, Β., Αλεξανδρής, Σ., 2015.** Εφαρμογή του Δείκτη Κανονικοποιημένων Κατακρημνισμάτων (Standardized Precipitation Index - SPI) για την Ανάλυση της Ξηρασίας του 1989-1990 με την Βοήθεια των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ). Presented at the 1ο Συνέδριο Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
8. **Κουτσογιάννης Δ. και Ξανθόπουλος Θ., 1999.** Τεχνική Υδρολογία, Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
9. **Κώνστας, Ι., 2004.** Διπλωματική Εργασία, “Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε Νησιωτικά Συστήματα: Εφαρμογή Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για τη Χρήση Αρδευτικού Νερού στη Νήσο Νάξο”, Αθήνα
10. **Μυλόπουλος,, Ι., 2000.** Διαχείριση της Ζήτησης και Κοστολόγηση Νερού. Ελληνική Επιτροπή Υδάτων. <http://www.waterinfo.gr/eedyp/papers/IMylopoulos.html>
11. **Προύτσος Ν., Α. Λιακατάς, Α. Κοτρώζου και Σ. Αλεξανδρής, 2009.** Μικρομετεωρολογικές συνθήκες και υδατοδιαθεσιμότητα για πατατοπαραγωγή στην Αρκαδία. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, σελ. 115-122. Θεσσαλονίκη, 8-10/9/2009.
12. **Σκόνδρας, Ν., 2015.** Λήψη αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων: ανάπτυξη σύνθετου δείκτη αξιολόγησης των κοινωνικών - περιβαλλοντικών συστημάτων ως προς τις συνθήκες αντοχής και τρωτότητας στην έλλειψη ύδατος και την υδατοπύνηση (Ph.D. Dissertation). Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

13. **Τσακίρης, Γ. 1995.** Εισαγωγή στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία. Τσακίρης, Γ. (επιμ.). Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
14. **Τσοπανάκης, Α. Γ., 1994.** *Νεοελληνική Γραμματική*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
15. **Φλόκας Α., 1994.** Μαθήματα Μετεωρολογίας Κλιματολογίας. 2η Έκδοση – Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Ζήτη

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ/WEBSITES

- <http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?id=someone@somewhere> (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2016)
- <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/hypoth-tests-3.pdf> (τελευταία πρόσβαση Μάρτιος 2017)
- http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml (τελευταία πρόσβαση Φεβρουάριος 2017)
- http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/main-drought-events-in-europe/main-drought-events-in-europe/image_original (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2016)
- http://www.hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full_story_html?dr_url=/docs/lexikon/lexikon (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2016)
- <http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/search> (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2016)
- <http://www.ncdc.noaa.gov/data-access/land-based-station-data/land-based-datasets> (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2016)

ΥΠΟΜΝΗΣΗ:

ΓΠΑ 2014: Ερευνητική Ομάδα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Υδατικών Πόρων:

1. Δημήτριος Τσεσμελής
2. Νικόλαος Σκόνδρας
3. Δημήτριος Σταματάκος
4. Κωνσταντία Βασιλάκου

ΛΙΣΤΑ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Αριθμός Σελίδων	ΘΕΜΑ
I	4	Θέσεις εδαφικών σταθμών ΝΟΟΑ
II	340	Γραφήματα FDI (3, 6, 9,12) για 170 σταθμούς (κυλιόμενος μέσος)
III	10	Κλιματικά Δεδομένα Σάμου
IV	3	Ετήσια αύξηση πάχους δακτυλίων δένδρων για κάθε έτος της χρονοσειράς
V	3	Αποτελέσματα δεικτών ξηρασίας DECILES, SPI (1, 3, 6, 9, 12), PDSI, RDI (1, 3, 6, 9, 12) και FDI (1, 3, 6, 9, 12) με κανονικοποιημένη χρονοσειρά πάχους ετήσιων αυξητικών δακτυλίων (ΠΕΑΔ) τραχείας πεύκης (Pinus brutia Tens)
VI	7	Μηνιαίες τιμές των δεικτών FDI και SPI (Σάμος)
VII	4	30 δείγματα (samples) αποτελούμενα από 15 δέντρα (Προσέγγιση 1)
VIII	71	Συσχετίσεις FDI-SPI (3, 6, 9, 12) για 1 σταθμό από κάθε χώρα και για όλους τους σταθμούς της Ελλάδας
IX	3	Χρονοσειρά με το μέσο όρο του ΠΕΑΔ των δέντρων για κάθε έτος 30 δείγματα - δειγματοληψία χωρίς επανατοποθέτηση
X	8	Χρονοσειρά με το μέσο όρο του ΠΕΑΔ των δέντρων για κάθε έτος 100 δείγματα - δειγματοληψία με επανατοποθέτηση
XI	40	Αποτελέσματα των Kolmogorov-Smirnov Tests ($\alpha=0.05$) και ιστογράμματα
Σύνολο σελίδων	493	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

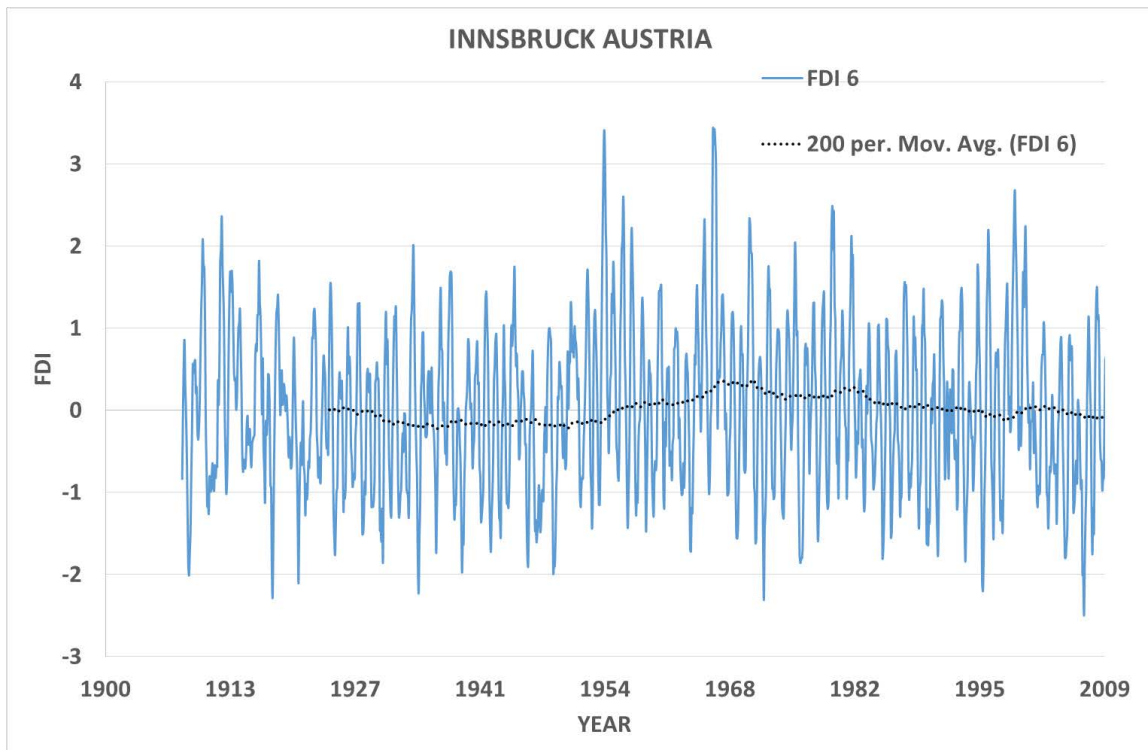
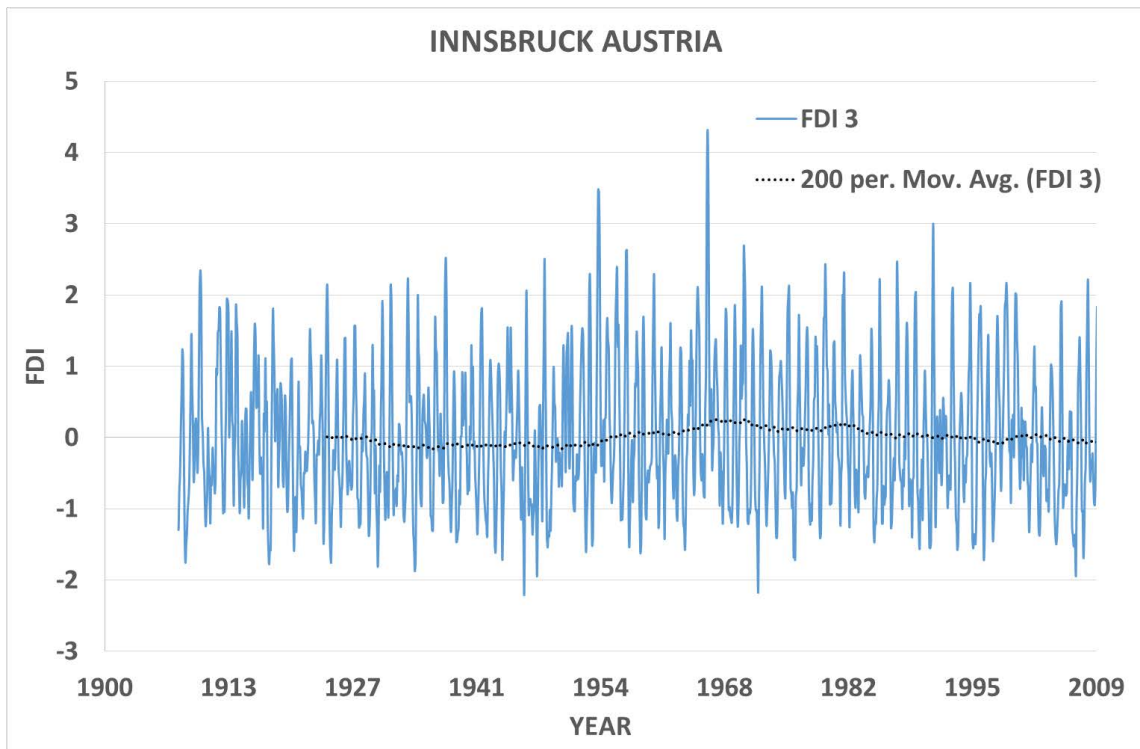
	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΧΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
1	GHCND:AU000011801	INNSBRUCK AU	Austria	47.2667	11.4
2	GHCND:AU000005010	KREMSMUENSTER AU	Austria	48.05	14.1331
3	GHCND:AU000006306	SALZBURG AU	Austria	47.8	13
4	GHCND:AU000015410	SONNBLICK AU	Austria	47.05	12.95
5	GHCND:AU000005901	WIEN AU	Austria	48.2331	16.35
6	GHCND:BKM00014654	SARAJEVO BK	Bosnia and Herzegovina	43.8667	18.4331
7	GHCND:CY000176090	LARNACA CY	Cyprus	34.8831	33.6331
8	GHCND:CYE00100074	NICOSIA CY	Cyprus	35.1667	33.35
9	GHCND:FRE00104951	BEAUVAIS TILLE FR	France	49.4467	2.1281
10	GHCND:FR000007630	BLAGNAC AEROP. TOULOUSE BLAGNA FR	France	43.6231	1.3781
11	GHCND:FR000007255	BOURGES AERODROME FR	France	47.0667	2.3667
12	GHCND:FR069029001	BRON LYON AEROPORT FR	France	45.7231	4.9367
13	GHCND:FR000007354	DEOLS CHATEAUROUX AERODROME DE FR	France	46.86	1.7217
14	GHCND:FR000007650	MARIGNANE AEROPORT MARSEILLE M FR	France	43.4417	5.2267
15	GHCND:FR000007510	MERIGNAC AEROPORT DE BORDEAUX FR	France	44.8317	0.675
16	GHCND:FRE00104910	NIMES FR	France	43.8581	4.4067
17	GHCND:FR000007150	PARIS 14E PARC MONTSOURIS FR	France	48.8231	2.3367
18	GHCND:FR000007747	PERPIGNAN FR	France	42.7381	2.8731
19	GHCND:FR000007130	RENNES FR	France	48.0667	-1.7331
20	GHCND:FRE00104921	SETE FR	France	43.3981	3.6917
21	GHCND:FR000007190	STRASBOURG ENTZHEIM FR	France	48.55	7.6331
22	GHCND:GRE00105238	CHANIA GR	Greece	35.5	24.0331
23	GHCND:GR000016641	CORFU GR	Greece	39.6167	19.9167
24	GHCND:GR000016716	HELLINIKON GR	Greece	37.9	23.75
25	GHCND:GR000016754	HERAKLION GR	Greece	35.3331	25.1831
26	GHCND:GR000016648	LARISSA GR	Greece	39.65	22.45
27	GHCND:GR000016734	METHONI GR	Greece	36.8331	21.7
28	GHCND:GRW00033209	SOUDA BAY CRETE GR	Greece	35.53333	24.15
29	GHCND:HRE00105182	GOSPIC HR	Croatia	44.55	15.3667
30	GHCND:HRE00105189	HVAR HR	Croatia	43.1667	16.45
31	GHCND:HRE00105196	LASTOVO HR	Croatia	42.7667	16.8994
32	GHCND:HRE00105203	OSIJEK HR	Croatia	45.5331	18.6331
33	GHCND:HU000012942	PECS POGANY HU	Hungary	46	18.23
34	GHCND:HRE00105210	RIJEKA HR	Croatia	45.3331	14.45

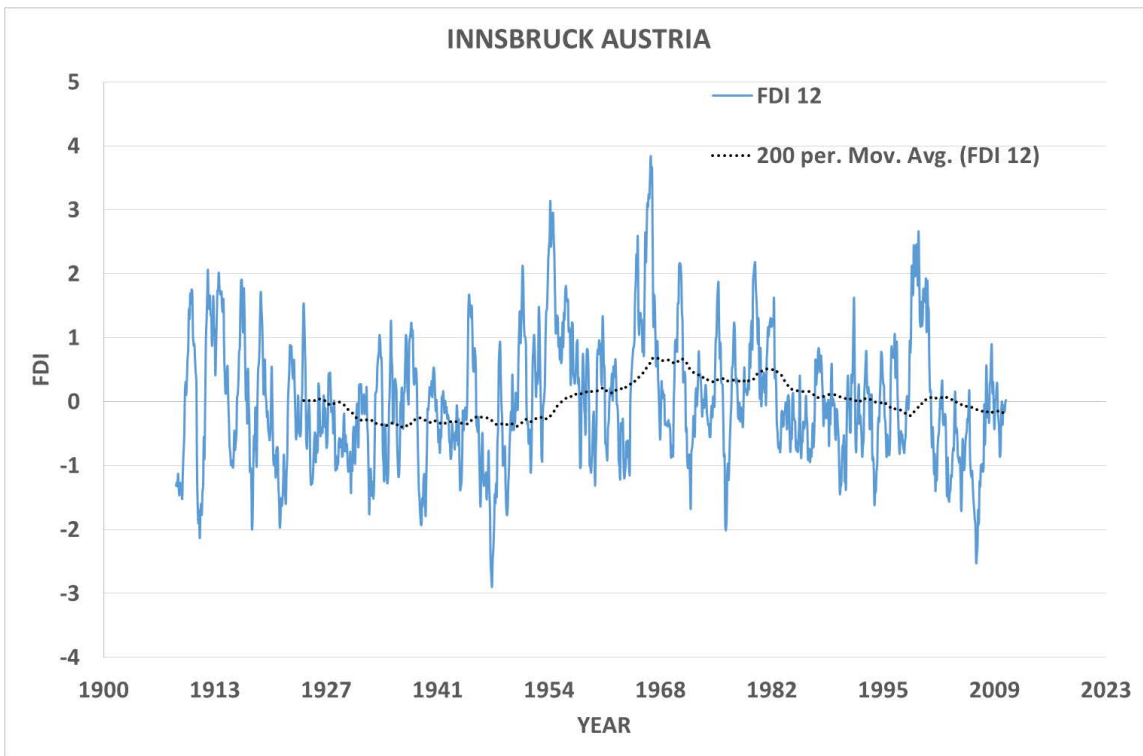
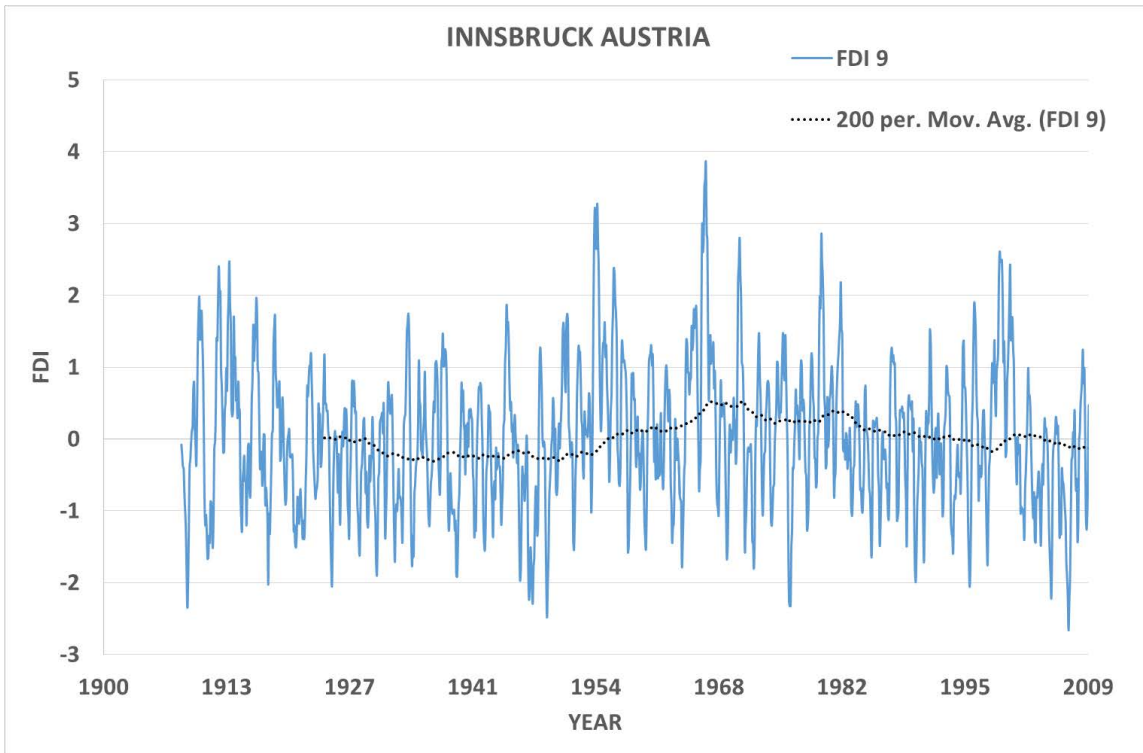
35	GHCND:HRE00105217	SPLIT MARJAN HR	Croatia	43.5167	16.4331
36	GHCND:HR000142360	ZAGREB GRIC HR	Croatia	45.8167	15.9781
37	GHCND:HRE00105227	ZAVIZAN HR	Croatia	44.8167	14.9831
38	GHCND:ITE00100550	BOLOGNA IT	Italy	44.5	11.3458
39	GHCND:IT000016320	BRINDISI IT	Italy	40.6331	17.9331
40	GHCND:ITE00100554	MILAN IT	Italy	45.4717	9.1892
41	GHCND:SIE00115206	RATECE PLANICA IT	Italy	46.5	13.7
42	GHCND:IT000016090	VERONA VILLAFRANCA IT	Italy	45.3831	10.8667
43	GHCND:PO000008562	BEJA PO	Portugal	38.0167	-7.8667
44	GHCND:PO000008575	BRAGANCA PO	Portugal	41.8	-6.7331
45	GHCND:PO000008535	LISBOA GEOFISICA PO	Portugal	38.7167	-9.15
46	GHCND:PO000008546	PORTO PO	Portugal	41.1331	-8.6
47	GHCND:PO000008282	TAVIRA PO	Portugal	37.1167	-7.65
48	GHCND:ROE00100829	ARAD RO	Romania	46.1331	21.35
49	GHCND:ROE00108887	BACAU RO	Romania	46.5331	26.9167
50	GHCND:ROE00100898	BAIA MARE RO	Romania	47.6667	23.5
51	GHCND:ROE00108888	BOTOSANI RO	Romania	47.68	26.67
52	GHCND:ROE00108889	BUCURESTI BANEASA RO	Romania	44.5167	26.0831
53	GHCND:ROE00100900	BUZAU RO	Romania	45.1331	26.85
54	GHCND:ROE00100901	CALARASI RO	Romania	44.2	27.3331
55	GHCND:ROE00108890	CARANSEBES RO	Romania	45.42	22.25
56	GHCND:ROE00100902	CLUJ NAPOCA RO	Romania	46.7831	23.5667
57	GHCND:ROE00108892	CONSTANTA RO	Romania	44.22	28.63
58	GHCND:ROE00108893	CRAIOVA RO	Romania	44.23	23.87
59	GHCND:ROE00108894	DEVA RO	Romania	45.8667	22.9
60	GHCND:ROE00108895	GALATI RO	Romania	45.5	28.02
61	GHCND:ROE00108896	IASI RO	Romania	47.1667	27.6331
62	GHCND:ROE00108897	MIERCUREA CIUC RO	Romania	46.3667	25.7331
63	GHCND:ROE00108898	OCNA SUGATAG RO	Romania	47.7831	23.9331
64	GHCND:ROE00108899	RAMNICU VALCEA RO	Romania	45.1	24.37
65	GHCND:ROE00108900	ROSIORI DE VEDE RO	Romania	44.1	24.9831
66	GHCND:ROE00100904	TG JIU RO	Romania	45.0331	23.2667
67	GHCND:ROE00100905	TURNU MAGURELE RO	Romania	43.75	24.8831
68	GHCND:ROM00015280	VARFU OMUL RO	Romania	45.45	25.45
69	GHCND:RIE00100818	BELGRADE OBSERVATORY RB	Serbia	44.8	20.4667
70	GHCND:RIE00100814	NIS RB	Serbia	43.3331	21.9
71	GHCND:RIE00111909	NOVI SAD RB	Serbia	45.3331	19.85
72	GHCND:SIE00115146	BRNIK LETALISCE SI	Slovenia	46.2	14.5
73	GHCND:SIE00114956	KOCEVJE SI	Slovenia	45.6	14.9
74	GHCND:SIE00105938	KREDARICA SI	Slovenia	46.3792	13.8539
75	GHCND:SIE00114966	LESCE SI	Slovenia	46.4	14.2

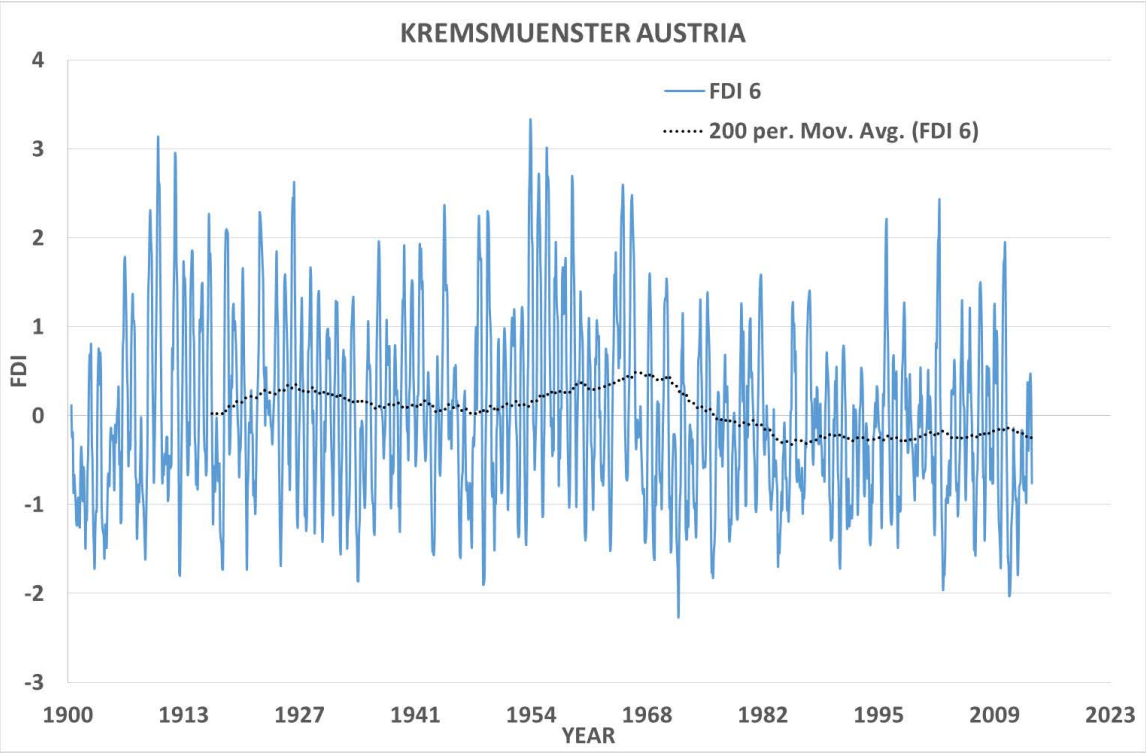
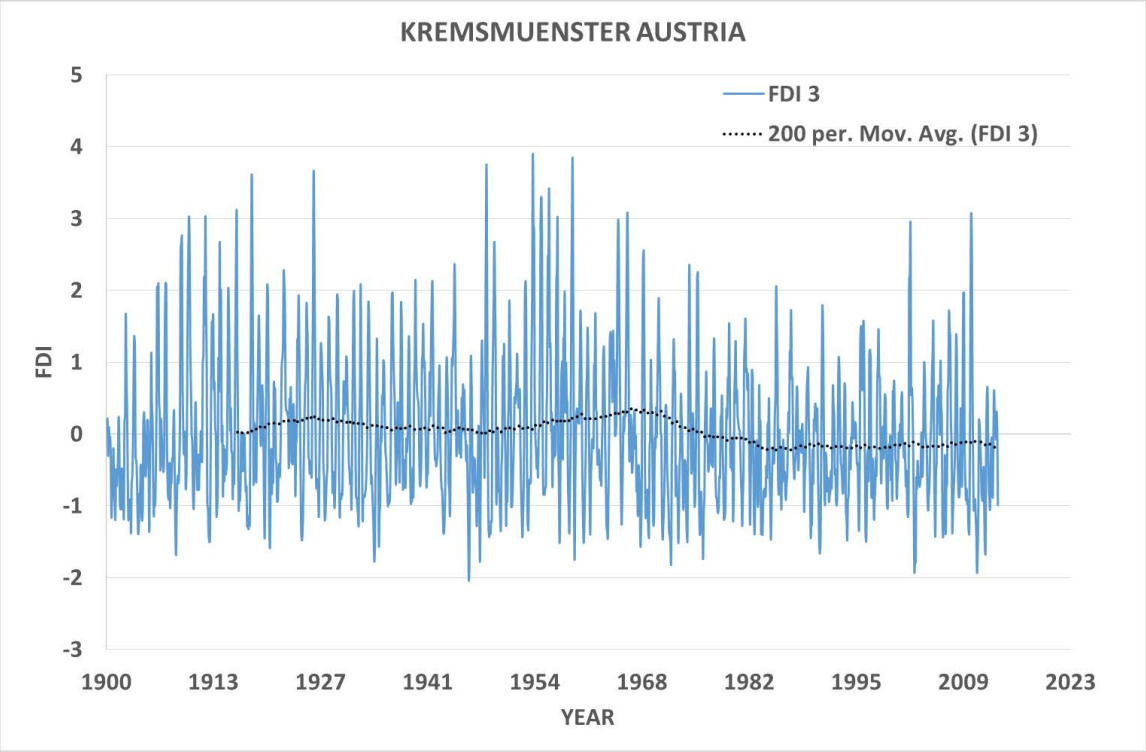
76	GHCND:SIE00115186	LISCA SI	Slovenia	46.1	15.3
77	GHCND:SIM00014015	LJUBLJANA BEZIGRAD SI	Slovenia	46.0656	14.5169
78	GHCND:SIE00115156	MARIBOR LETALISCE SI	Slovenia	46.5	15.7
79	GHCND:SIE00115196	MURSKA SOBOTA RAKICAN SI	Slovenia	46.7	16.2
80	GHCND:SIE00115066	NOVA VAS NA BLOKAH SI	Slovenia	45.8	14.5
81	GHCND:SIE00115126	NOVO MESTO SI	Slovenia	45.8	15.2
82	GHCND:SIE00115166	PORTOROZ LETALISCE SI	Slovenia	45.5	13.6
83	GHCND:SIE00115076	POSTOJNA SI	Slovenia	45.8	14.2
84	GHCND:SIE00115136	SMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU SI	Slovenia	46.5	15.1
85	GHCND:SIE00115096	VELIKI DOLENCI SI	Slovenia	46.8	16.3
86	GHCND:SIE00115016	VOJSKO SI	Slovenia	46	13.9
87	GHCND:SPE00119711	A CORUNA SP	Spain	43.3669	-8.4192
88	GHCND:SP000008280	ALBACETE LOS LLANOS SP	Spain	38.9519	-1.8631
89	GHCND:SPE00119783	ALMERIA AEROPUERTO SP	Spain	36.8464	-2.3567
90	GHCND:SPE00119792	ASTURIAS AVILES SP	Spain	43.5667	-6.0442
91	GHCND:SPE00119837	AVILA SP	Spain	40.6592	-4.68
92	GHCND:SP000004452	BADAJOS TALAVERA LA REAL SP	Spain	38.8831	-6.8292
93	GHCND:SPE00119891	BARCELONA SP	Spain	41.4192	2.1253
94	GHCND:SPE00119909	BURGOS VILLAFRIA SP	Spain	42.3558	-3.6325
95	GHCND:SPE00119927	CACERES CIUDAD SP	Spain	39.4831	-6.3667
96	GHCND:SPE00119936	CADIZ SP	Spain	36.5008	-6.2567
97	GHCND:SPE00120026	CEUTA MONTE HACHO SP	Spain	35.8919	-5.2892
98	GHCND:SPE00120044	CIUDAD REAL INSTITUTO SP	Spain	38.9892	-3.9283
99	GHCND:SP000008410	CORDOBA AEROPUERTO SP	Spain	37.8442	-4.8458
100	GHCND:SPE00120062	CUENCA SP	Spain	40.0667	-2.1381
101	GHCND:SPE00120629	DAROCA SP	Spain	41.1144	-1.4106
102	GHCND:SPE00119801	GIJON LA MERCED SP	Spain	43.5381	-5.6417
103	GHCND:SPE00120080	GIRONA COSTA BRAVA SP	Spain	41.9117	2.7631
104	GHCND:SPE00120098	GRANADA SP	Spain	37.1367	-3.6314
105	GHCND:SPE00120431	HIERRO AEROPUERTO SP	Spain	27.8189	-17.8889
106	GHCND:SPE00120152	HUELVA SP	Spain	37.2594	-6.9492
107	GHCND:SPE00120161	HUESCA SP	Spain	42.0831	0.3264
108	GHCND:SPE00119855	IBIZA ESCODOLA SP	Spain	38.8764	1.3842
109	GHCND:SPE00119945	JEREZ DE LA FRONTERA SP	Spain	36.7506	-6.0556
110	GHCND:SPE00120224	LEON VIRGEN DEL CAMINO SP	Spain	42.5889	-5.6492
111	GHCND:SPE00120251	LLEIDA OBSERVATORIO SP	Spain	41.6203	0.6183
112	GHCND:SPE00120188	LOGRONO AGONCILLO SP	Spain	42.4519	-2.3308
113	GHCND:SP000003195	MADRID RETIRO SP	Spain	40.4117	-3.6781
114	GHCND:SP000006155	MALAGA AEROPUERTO SP	Spain	36.6667	-4.4881

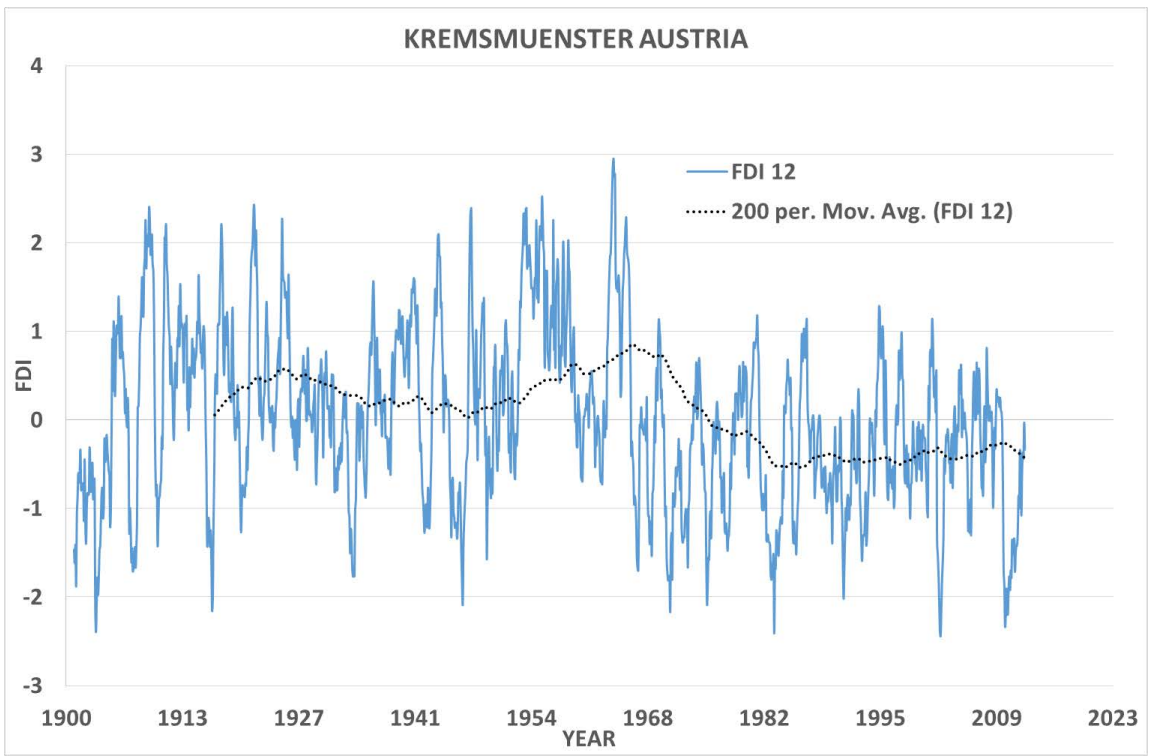
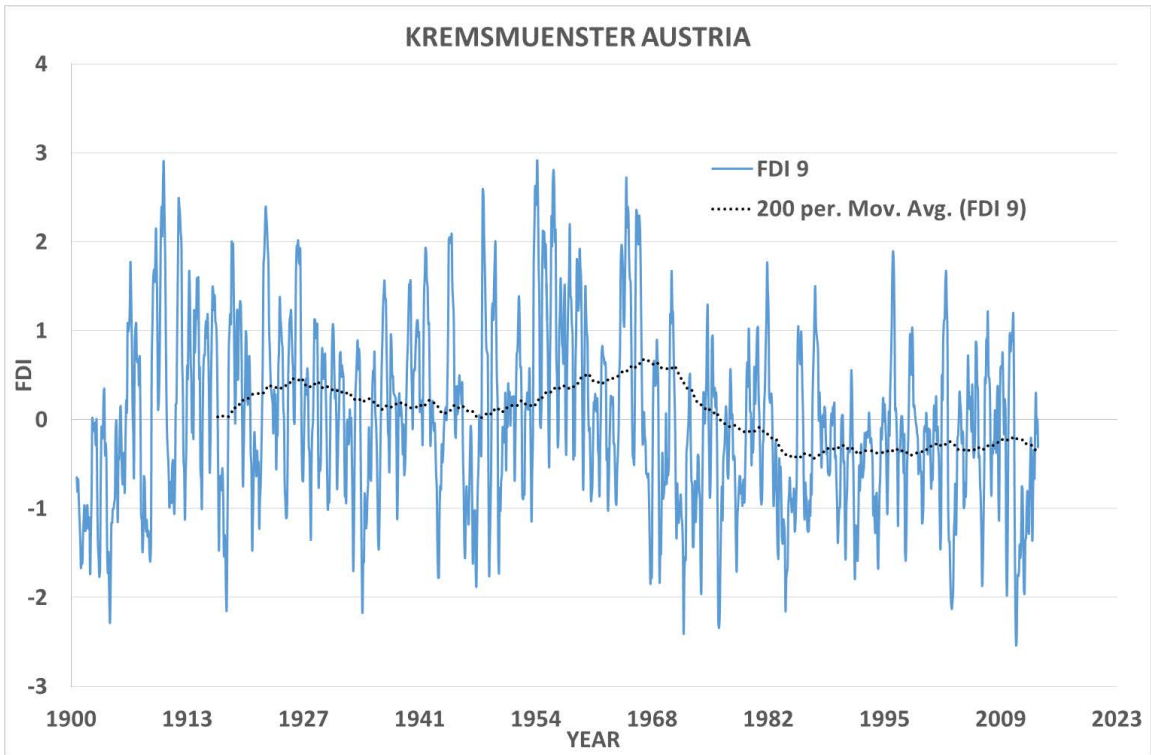
115	GHCND:SPE00119864	MENORCA MAO SP	Spain	39.8544	4.2156
116	GHCND:SPE00120125	MOLINA DE ARAGON SP	Spain	40.8442	-1.8853
117	GHCND:SPE00120503	MORON DE LA FRONTERA SP	Spain	37.1581	-5.6156
118	GHCND:SPE00120332	MURCIA ALCANTARILLA SP	Spain	37.9578	-1.2294
119	GHCND:SP000008215	NAVACERRADA SP	Spain	40.7806	-4.0103
120	GHCND:SPE00120368	OURENSE SP	Spain	42.3278	-7.8603
121	GHCND:SPE00119828	OVIEDO SP	Spain	43.3542	-5.8728
122	GHCND:SPE00119873	PALMA DE MALLORCA CMT SP	Spain	39.5556	2.6264
123	GHCND:SPE00120359	PAMPLONA SP	Spain	42.7767	-1.65
124	GHCND:SPE00120233	PONFERRADA SP	Spain	42.5639	-6.6
125	GHCND:SPE00120404	PONTEVEDRA INSTITUTO SP	Spain	42.4306	-8.6494
126	GHCND:SPE00120530	REUS AEROPUERTO SP	Spain	41.1494	1.1789
127	GHCND:SPW00013025	ROTA NAS SP	Spain	36.65	-6.35
128	GHCND:SP000008202	SALAMANCA AEROPUERTO SP	Spain	40.9592	-5.4981
129	GHCND:SPE00119990	SANTANDER PARAYAS SP	Spain	43.4292	-3.8314
130	GHCND:SPE00119729	SANTIAGO DE COMPOSTELA LABACOL SP	Spain	42.8878	-8.4106
131	GHCND:SPE00120494	SEGOVIA MARIANO QUINTANILLA SP	Spain	40.9478	-4.1153
132	GHCND:SPE00120512	SEVILLA SAN PABLO SP	Spain	37.4167	-5.8792
133	GHCND:SPE00120521	SORIA SP	Spain	41.775	-2.4831
134	GHCND:SPE00119963	TARIFA SP	Spain	36.0153	-5.5975
135	GHCND:SPE00120566	TOLEDO SP	Spain	39.8844	-4.0492
136	GHCND:SP000009981	TORTOSA OBSERVATORIO DEL EBR SP	Spain	40.8206	0.4914
137	GHCND:SPE00120602	VALLADOLID VILLANUBLA SP	Spain	41.7	-4.85
138	GHCND:SPE00119738	VITORIA AERODROMO SP	Spain	42.8506	-2.6544
139	GHCND:SPE00120620	ZAMORA SP	Spain	41.5167	-5.7333
140	GHCND:SP000009434	ZARAGOZA AEROPUERTO SP	Spain	41.6617	-1.0081
141	GHCND:TU000017375	FINIKE TU	Turkey	36.3164	30.15
142	GHCND:TU000017240	ISPARTA TU	Turkey	37.75	30.55
143	GHCND:TU000017062	ISTANBUL TU	Turkey	40.9667	29.0831
144	GHCND:TU000017074	KASTAMONU TU	Turkey	41.3667	33.7831
145	GHCND:TU000017170	VAN TU	Turkey	38.45	43.32

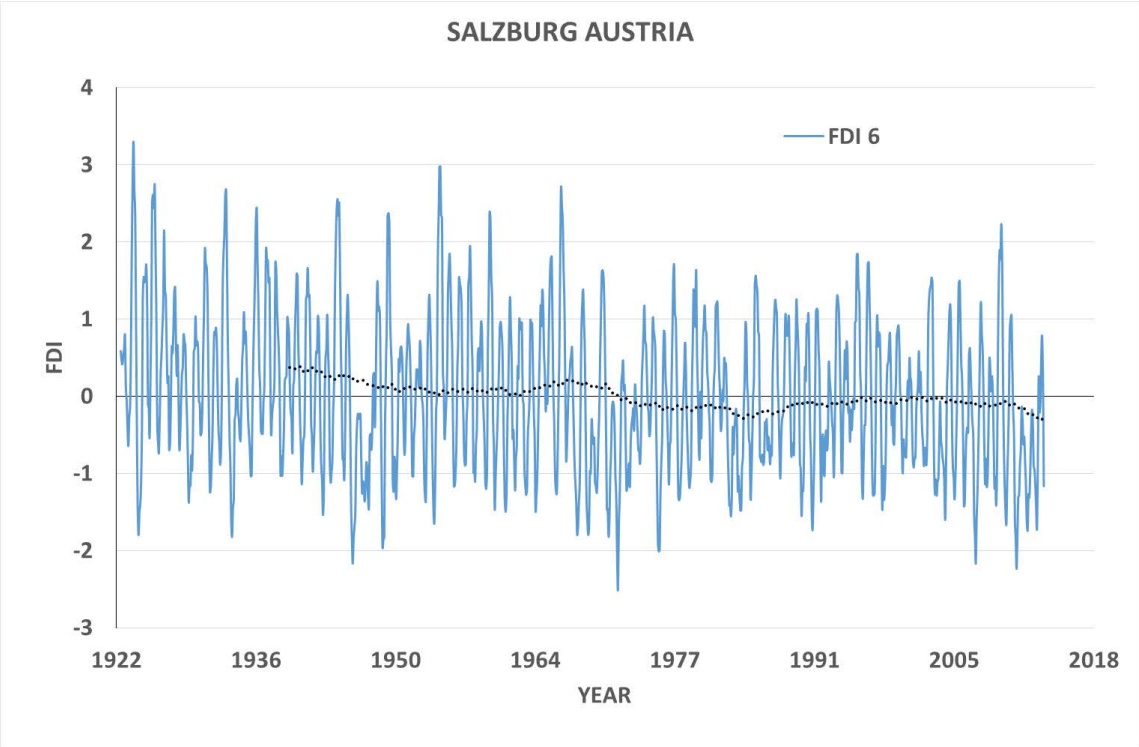
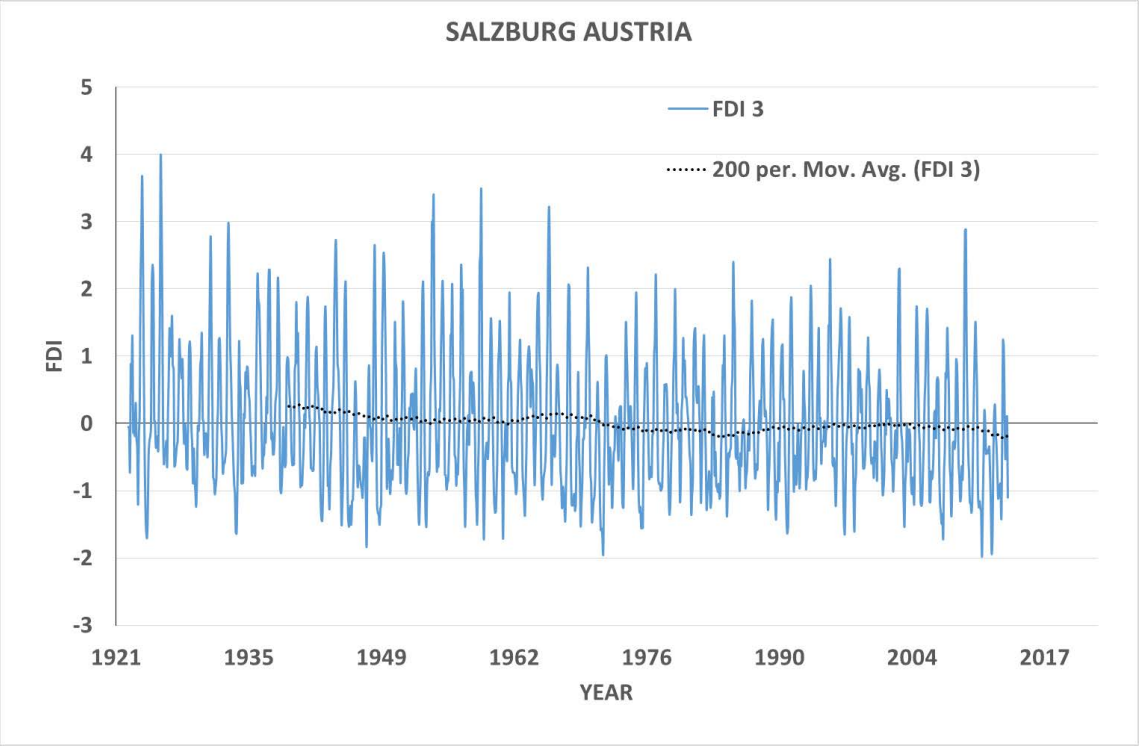
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

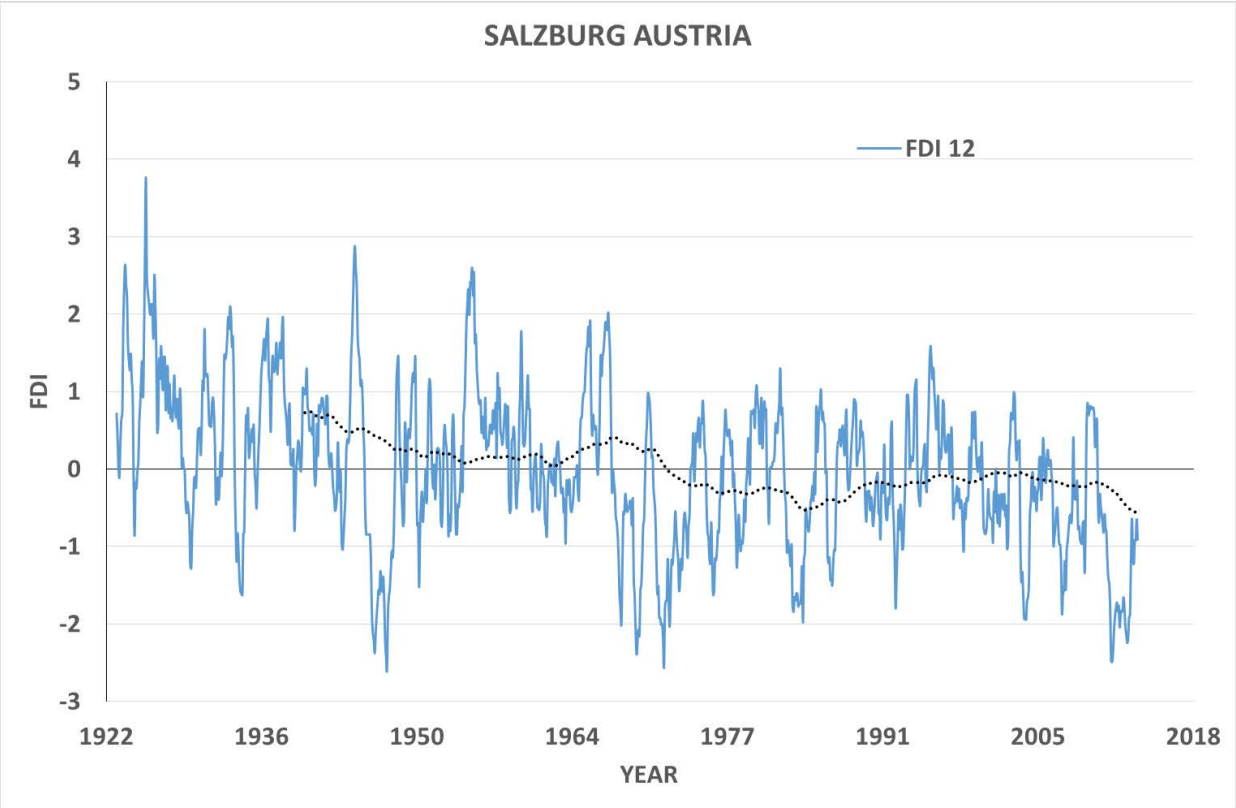
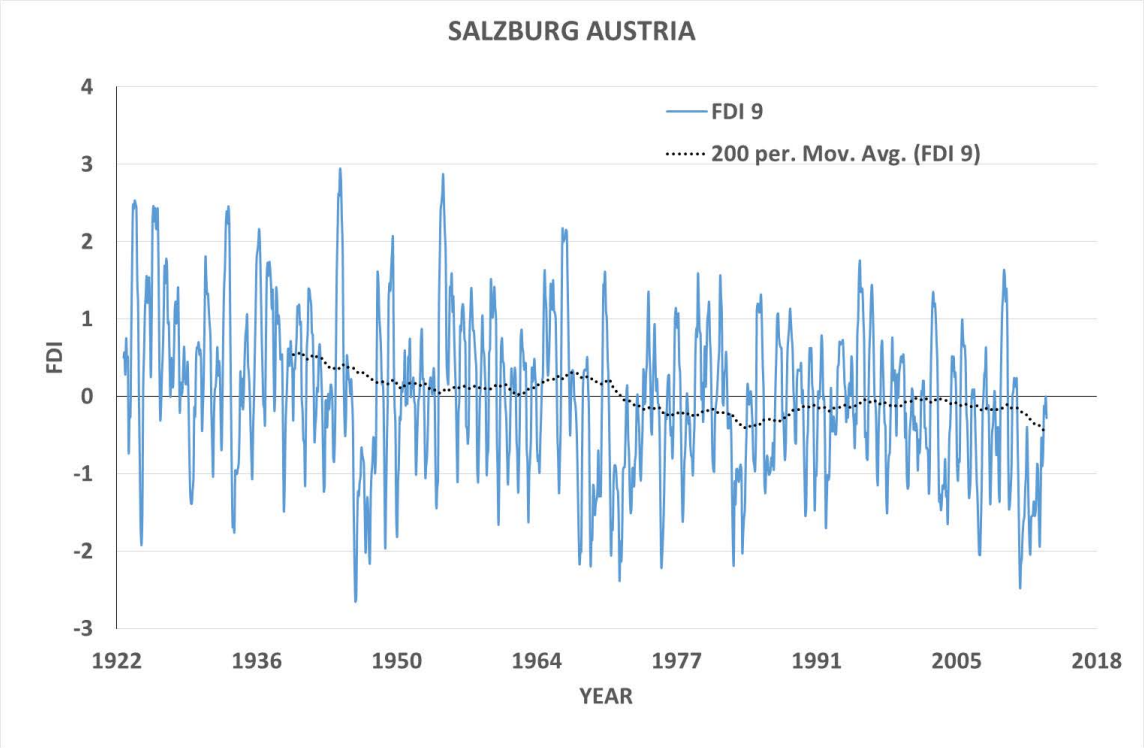


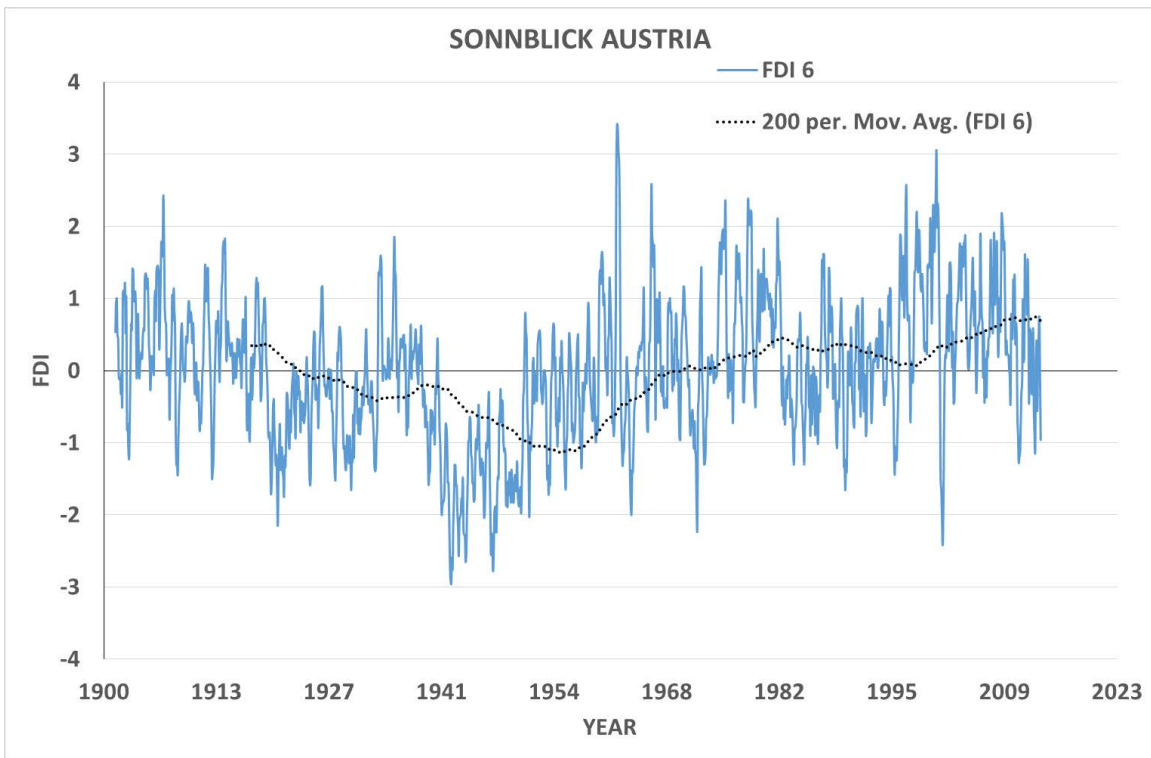
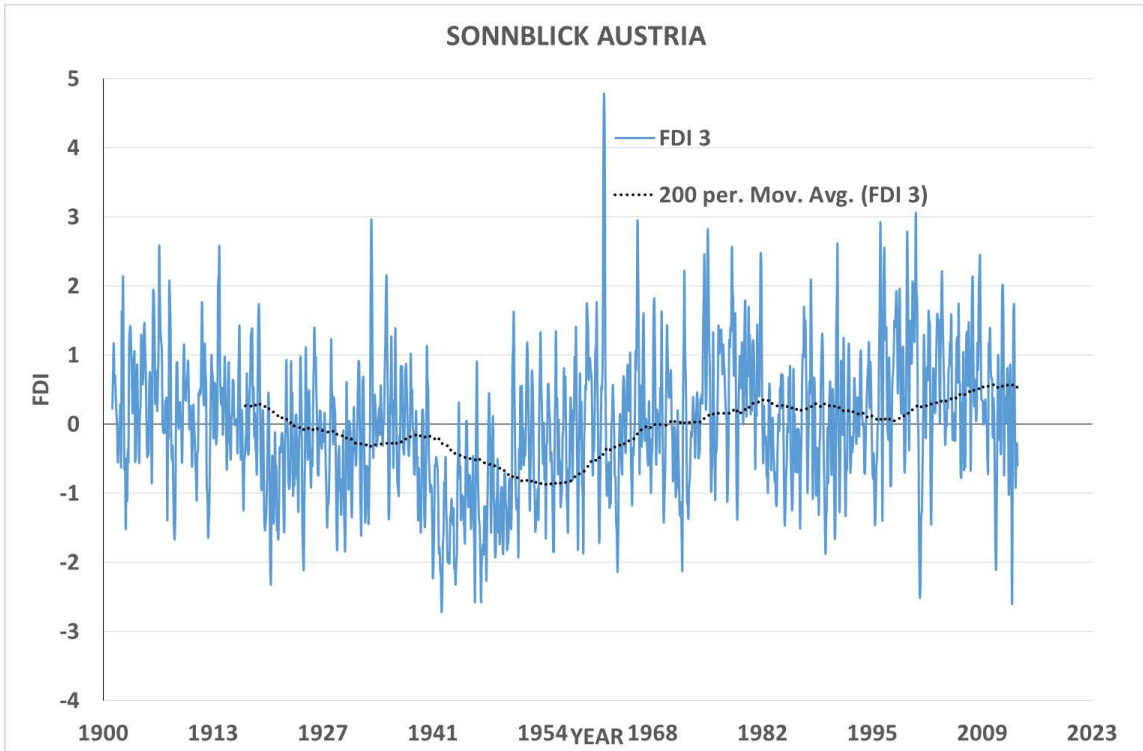


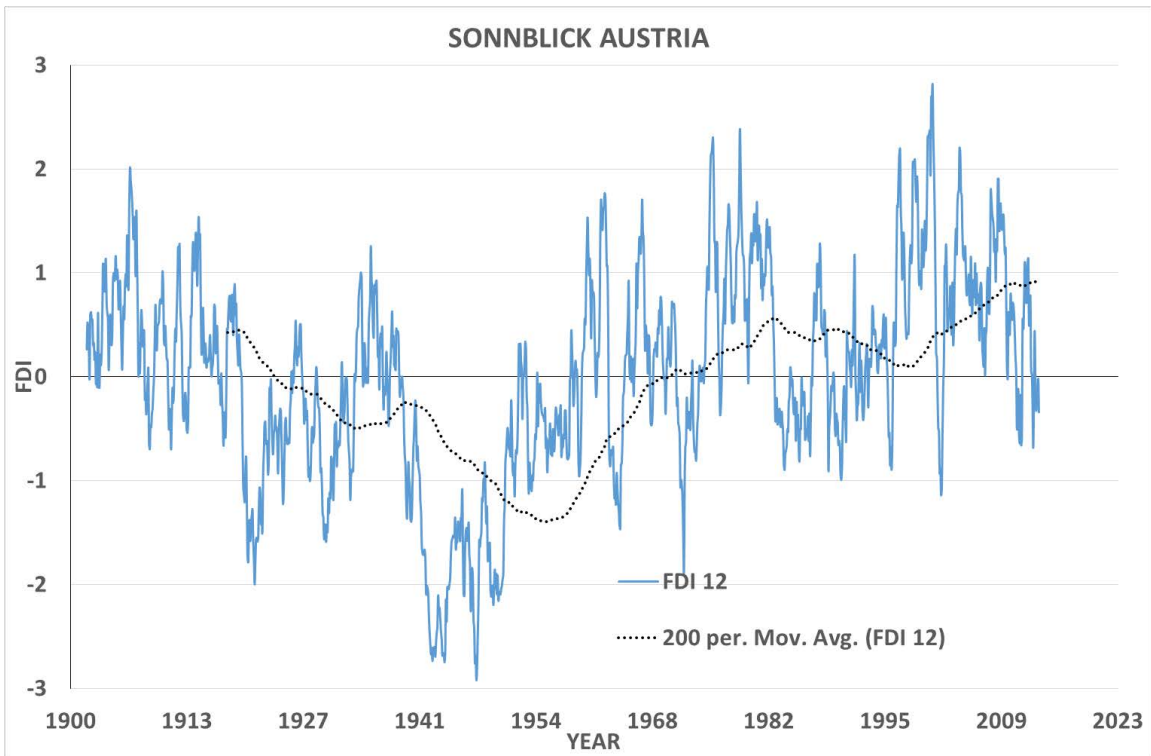
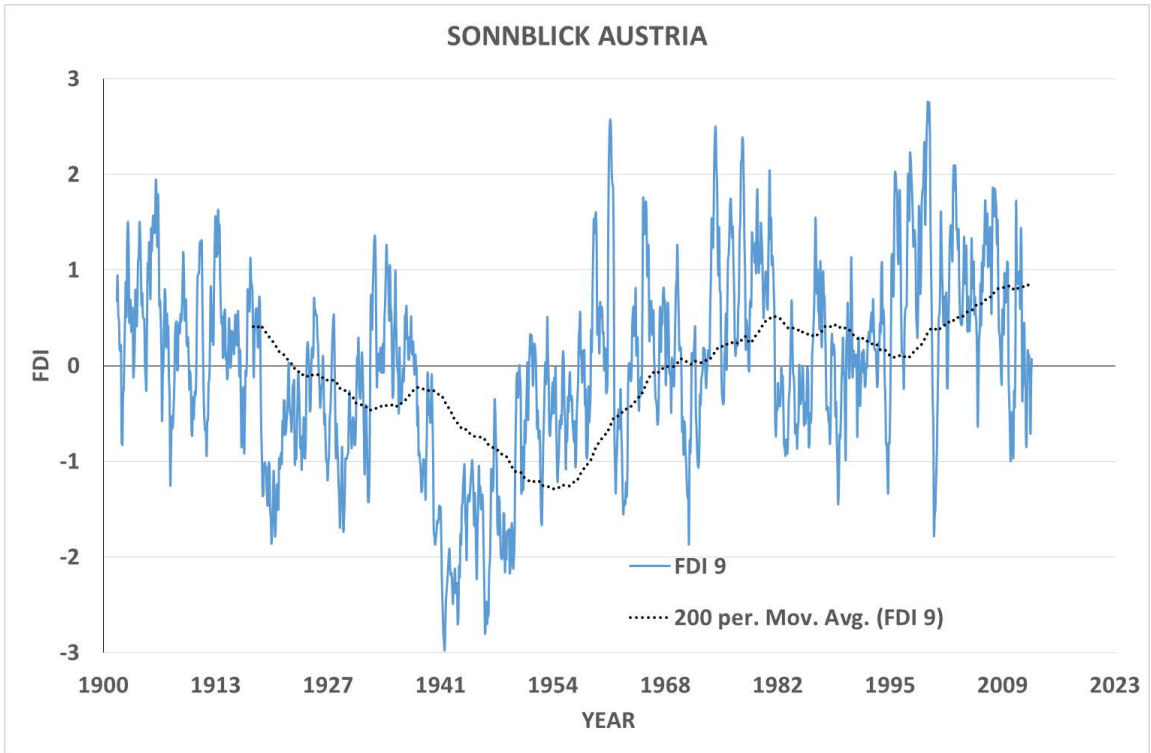


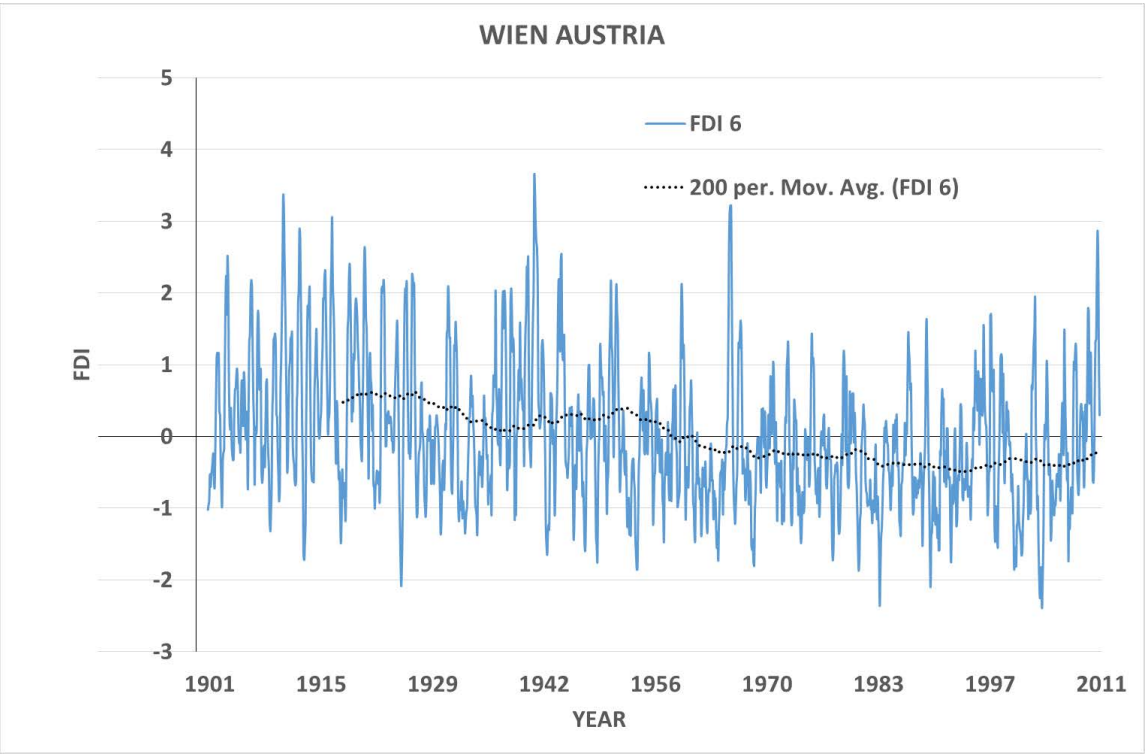
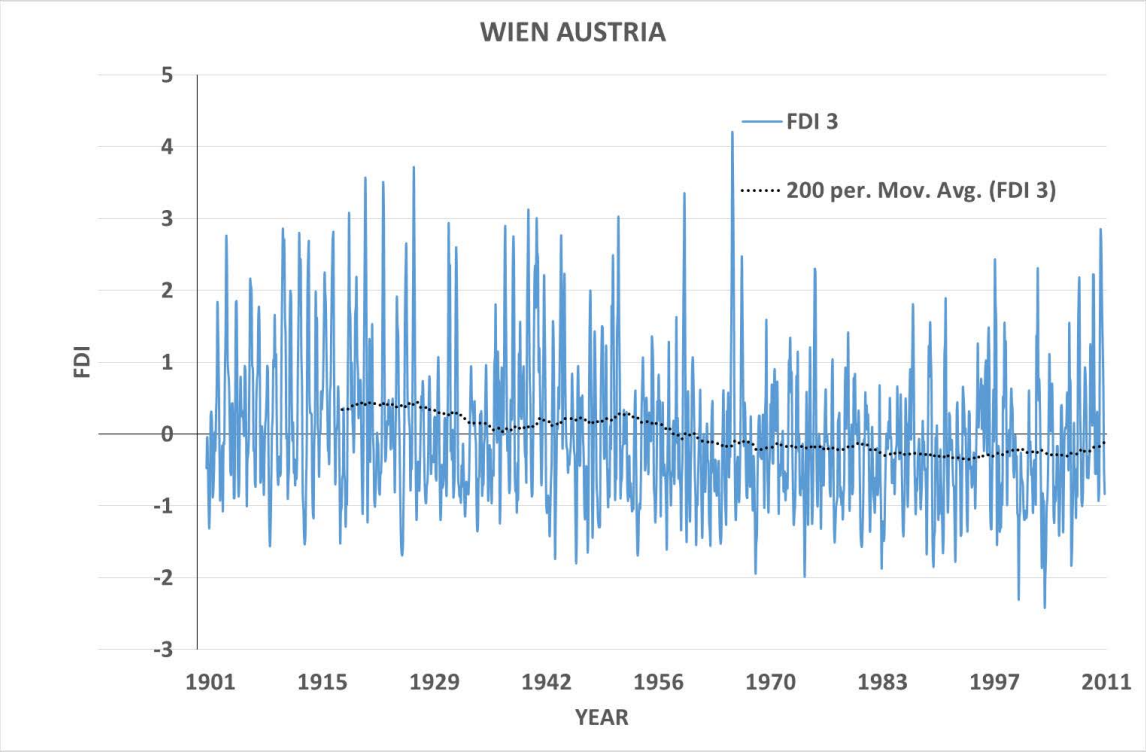


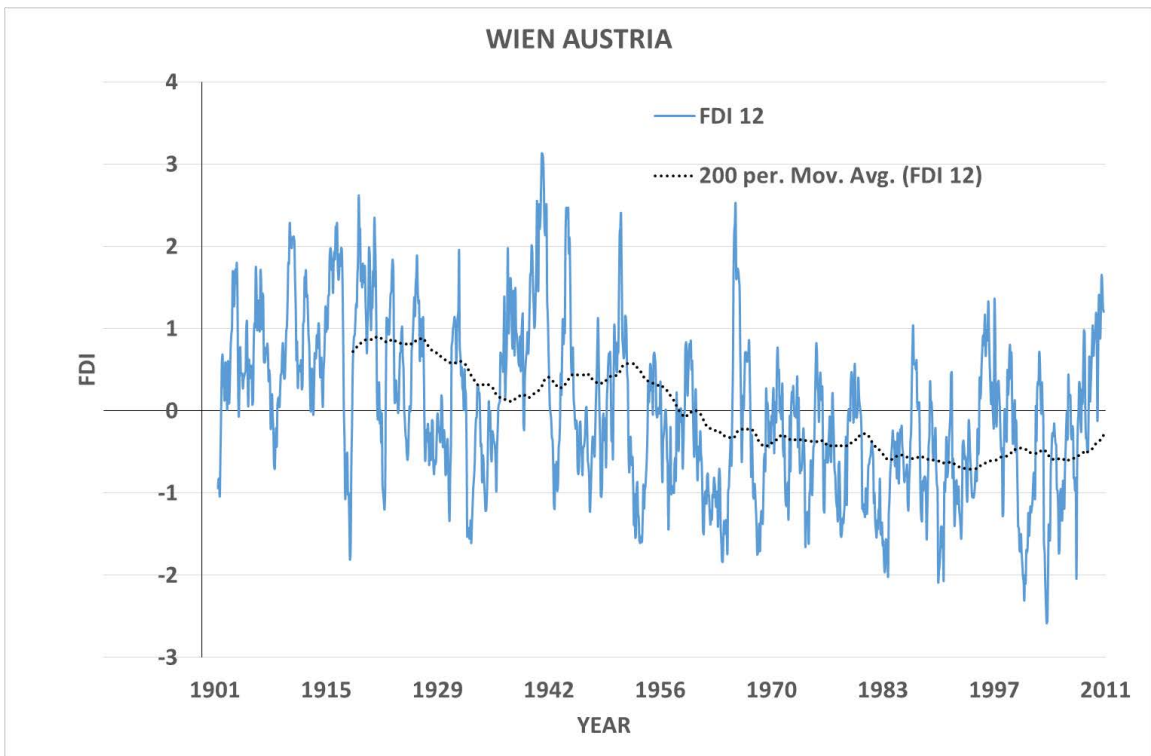
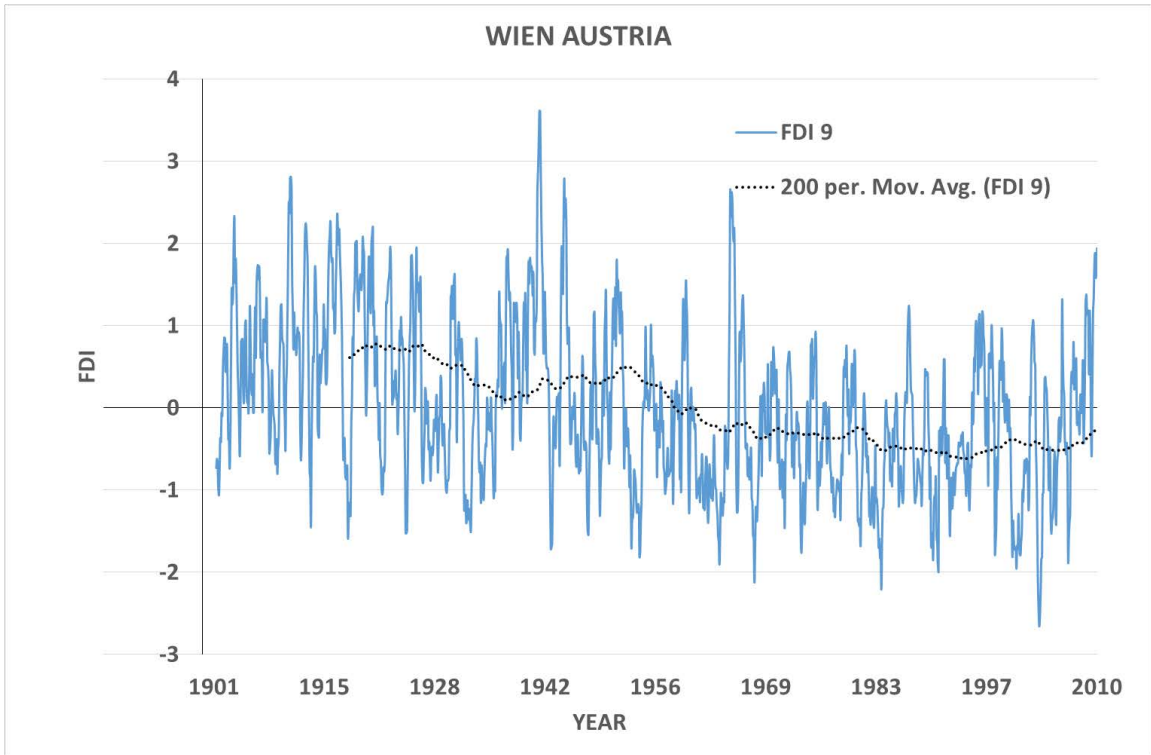


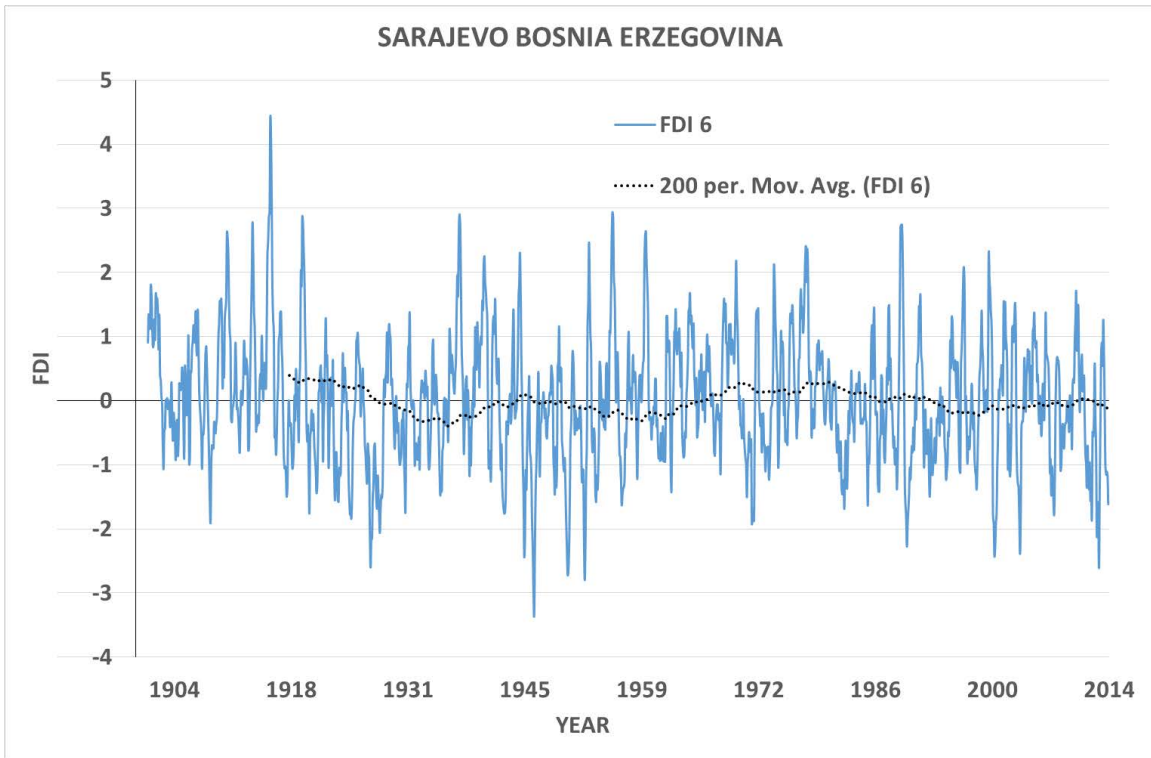
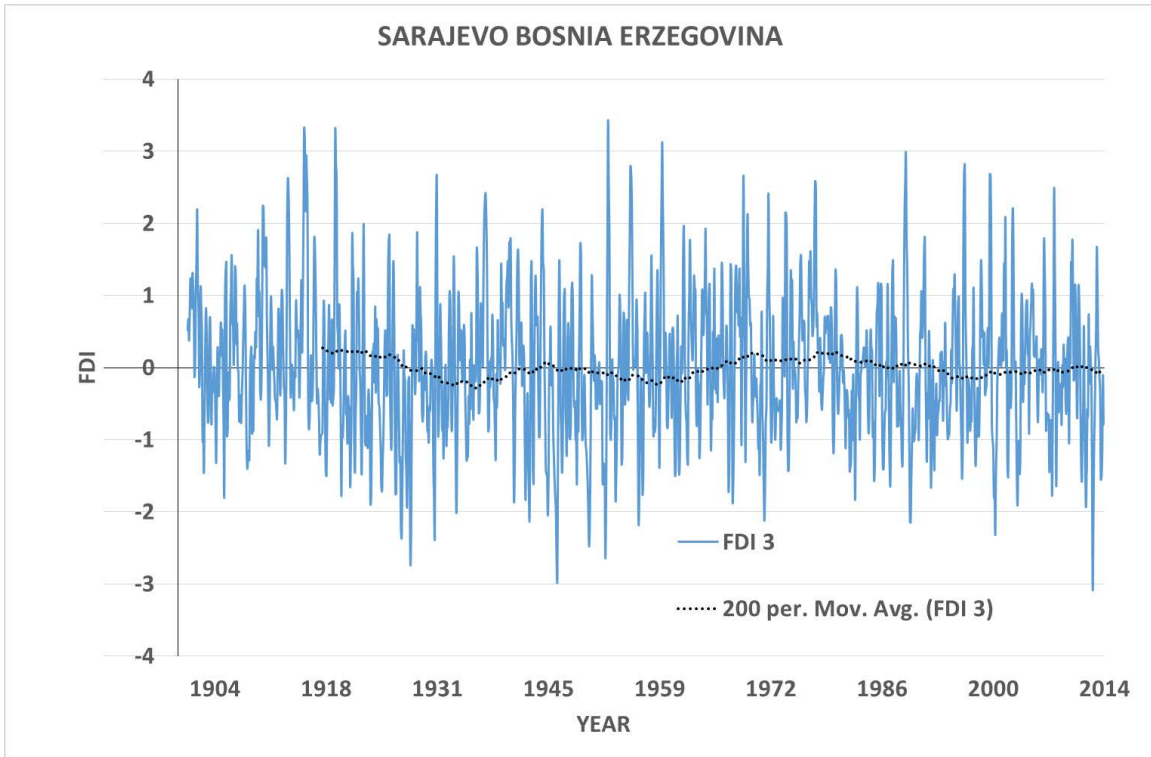


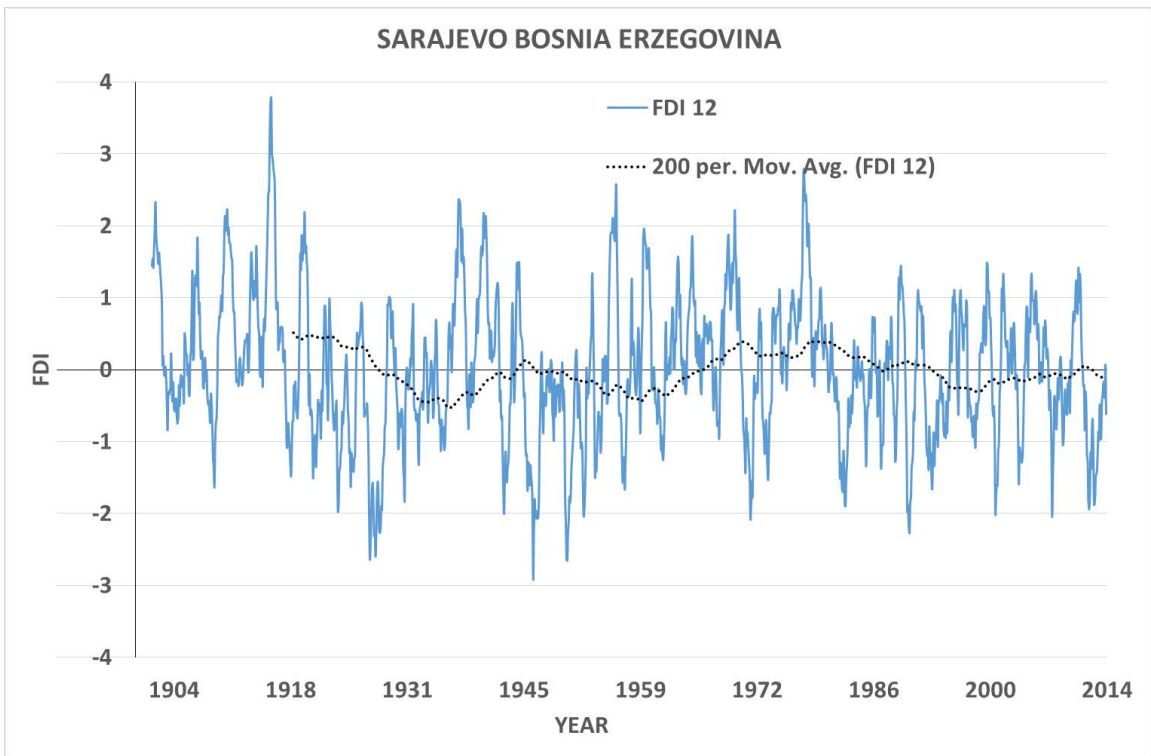
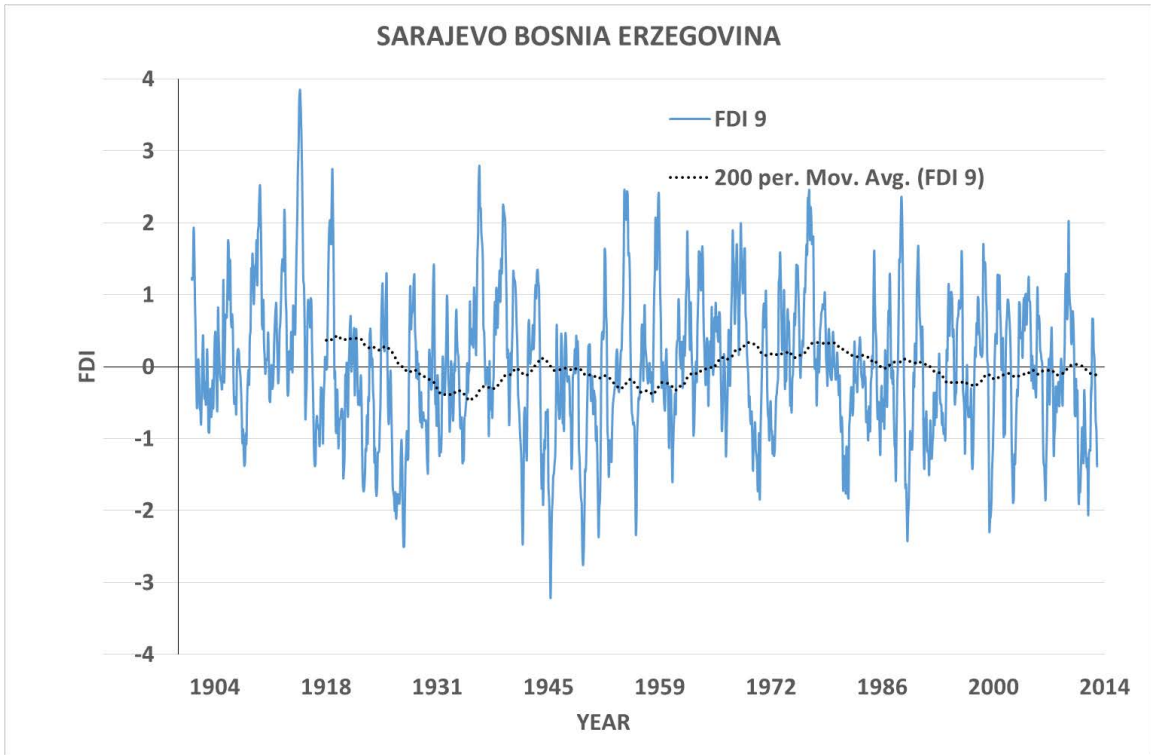


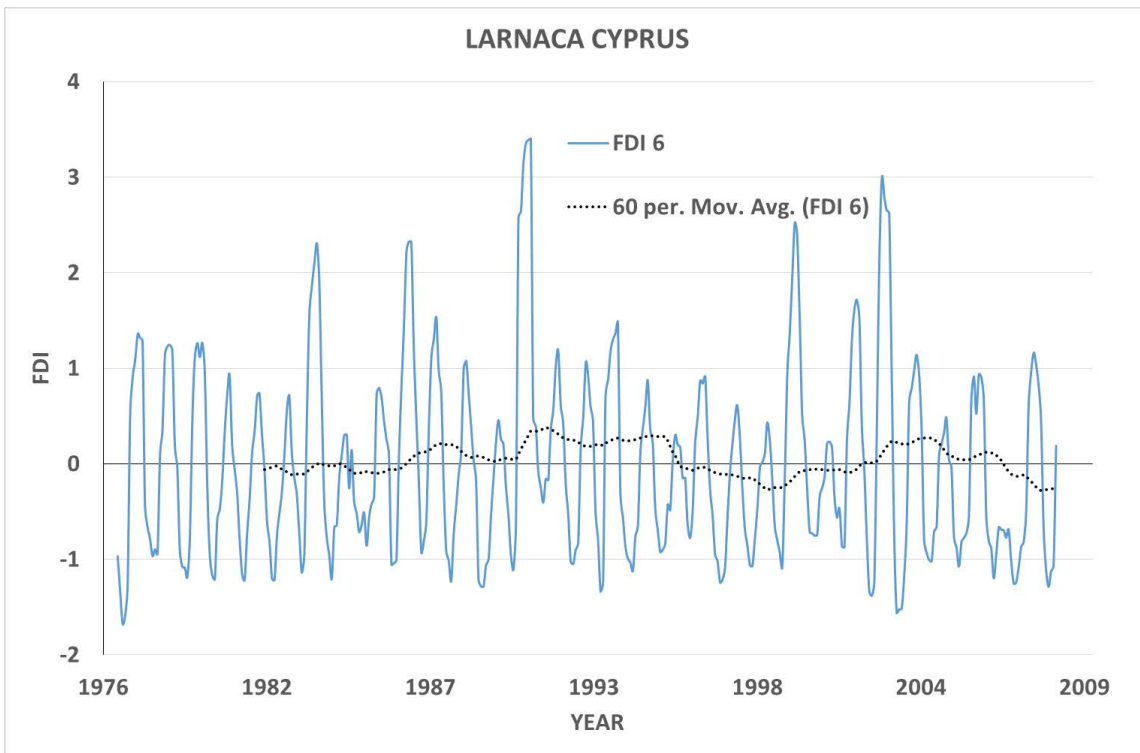
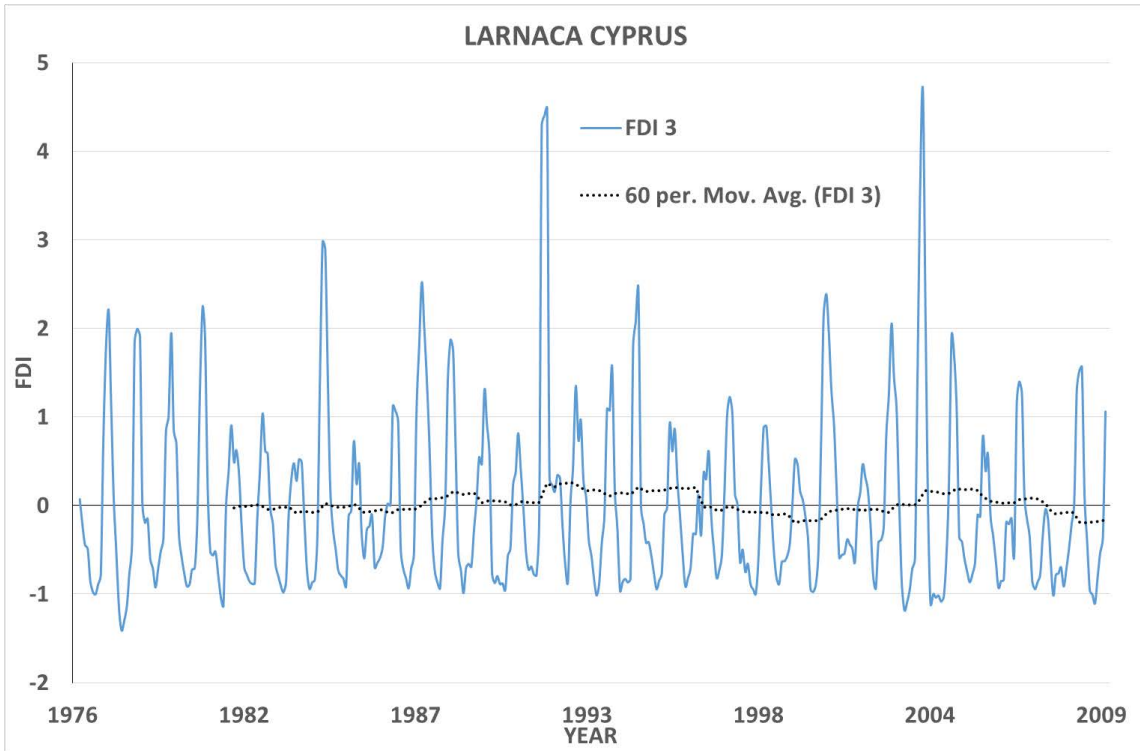


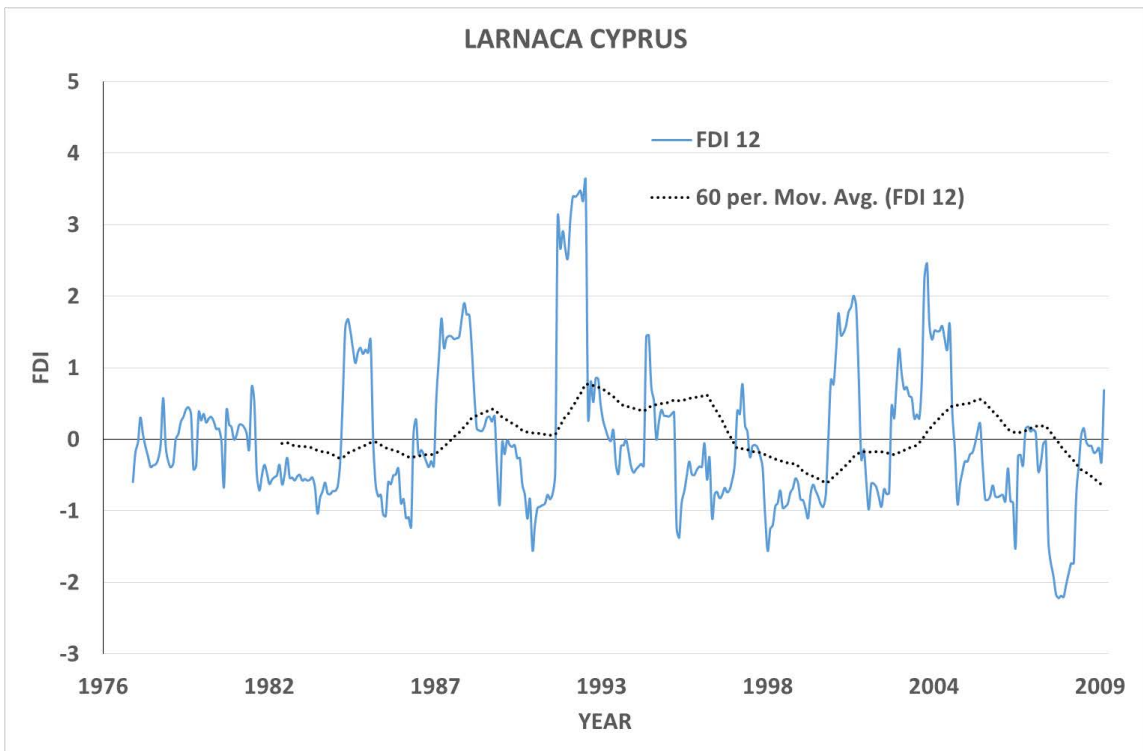
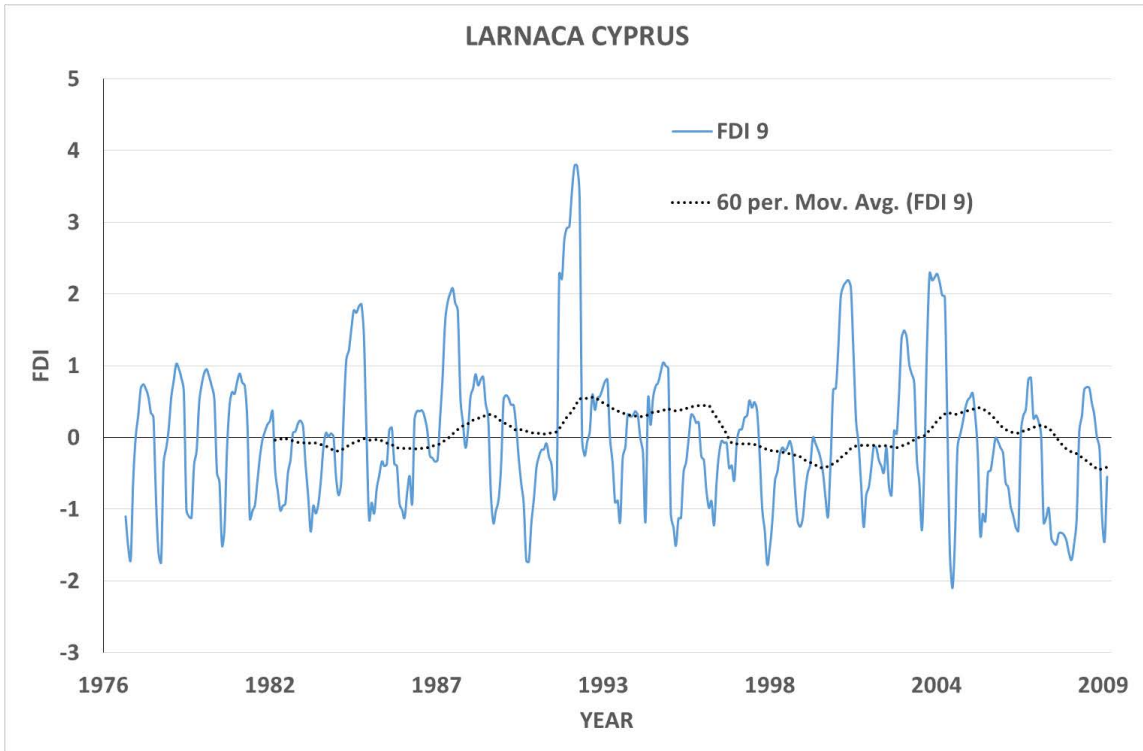


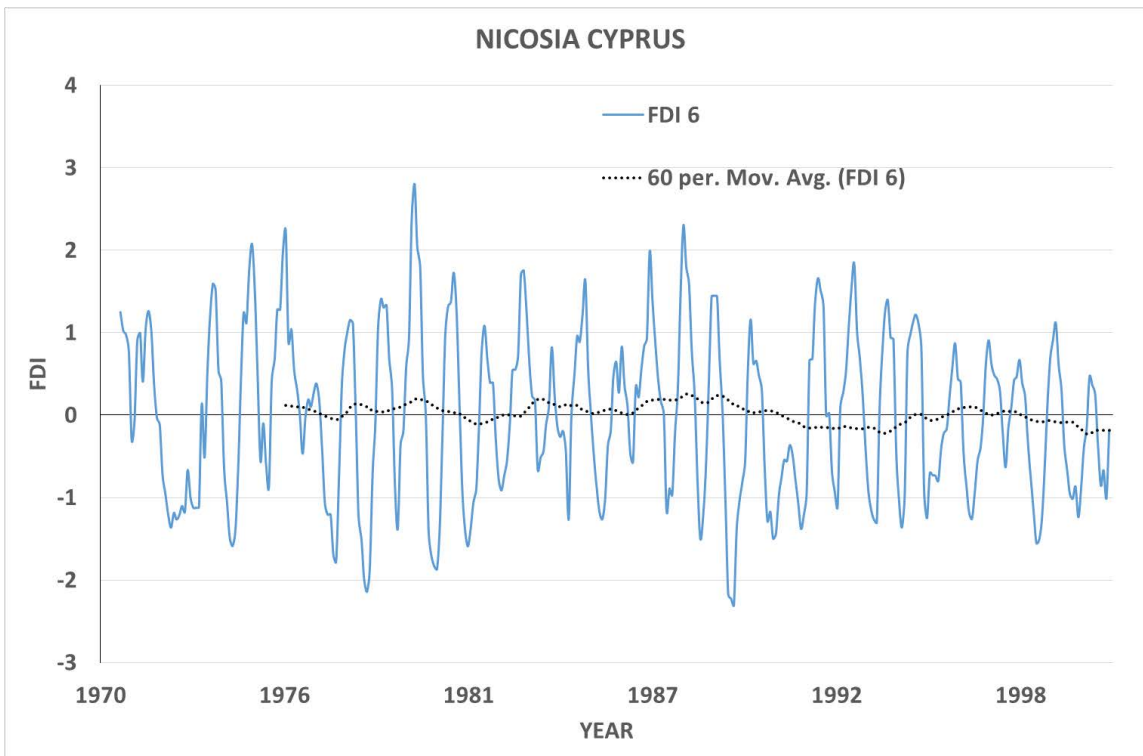
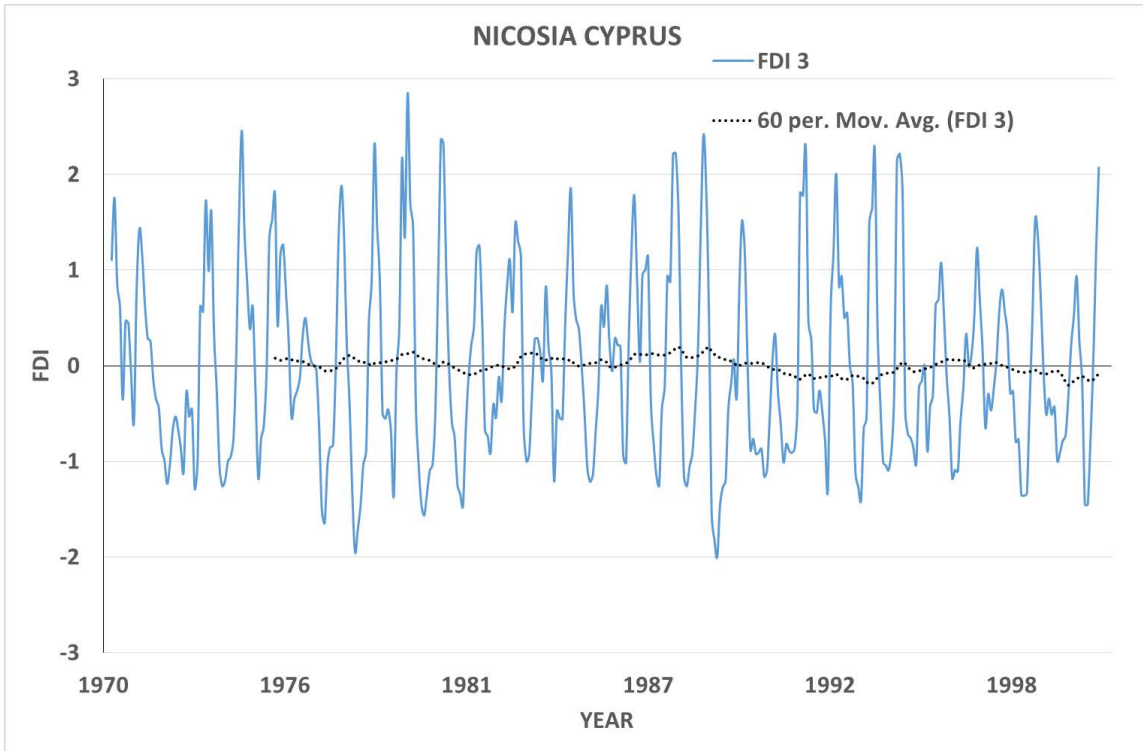


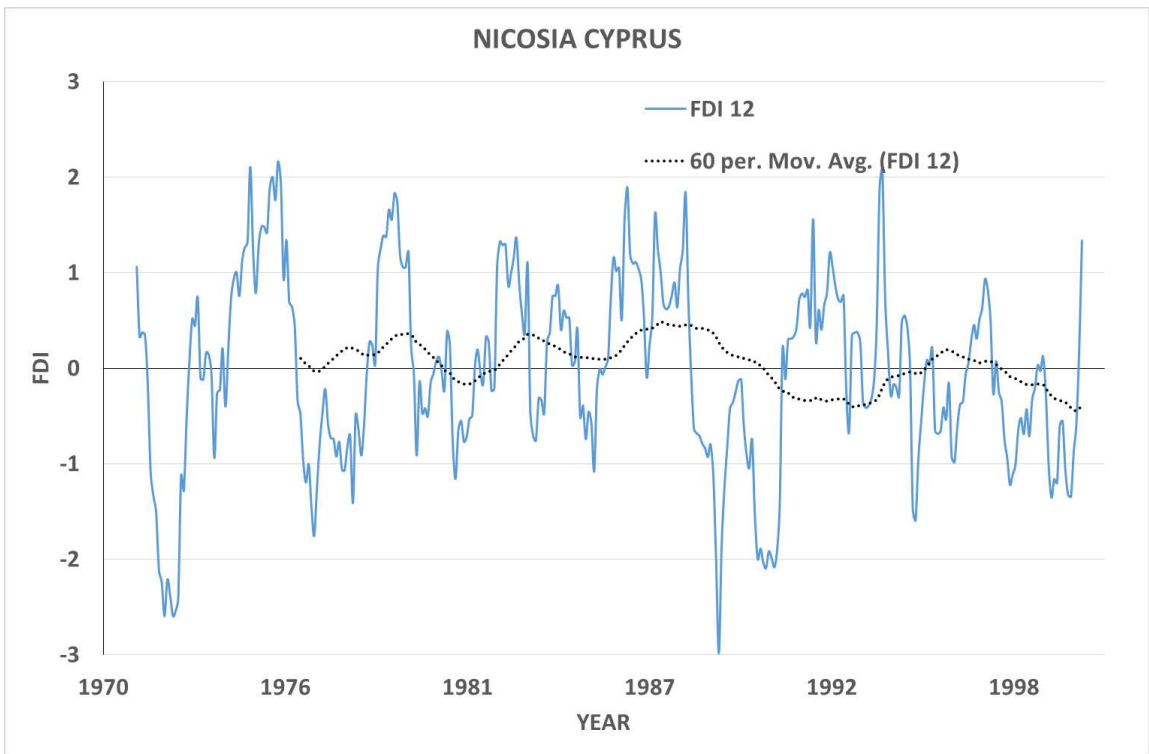
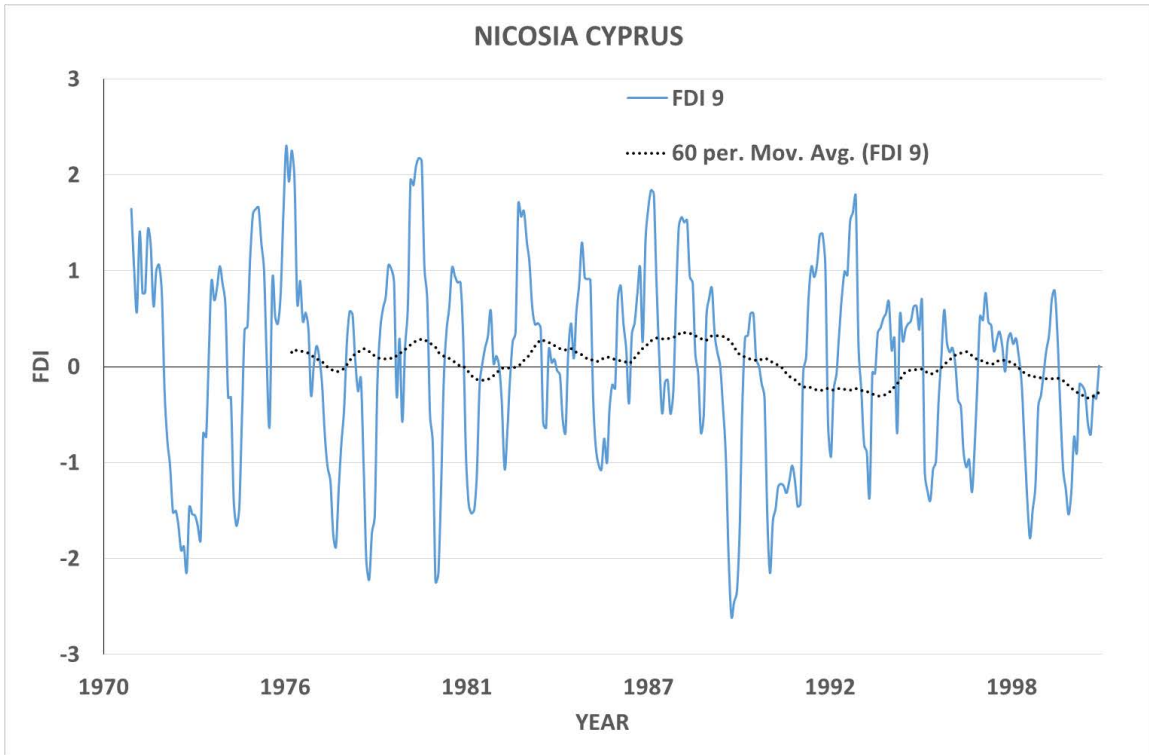


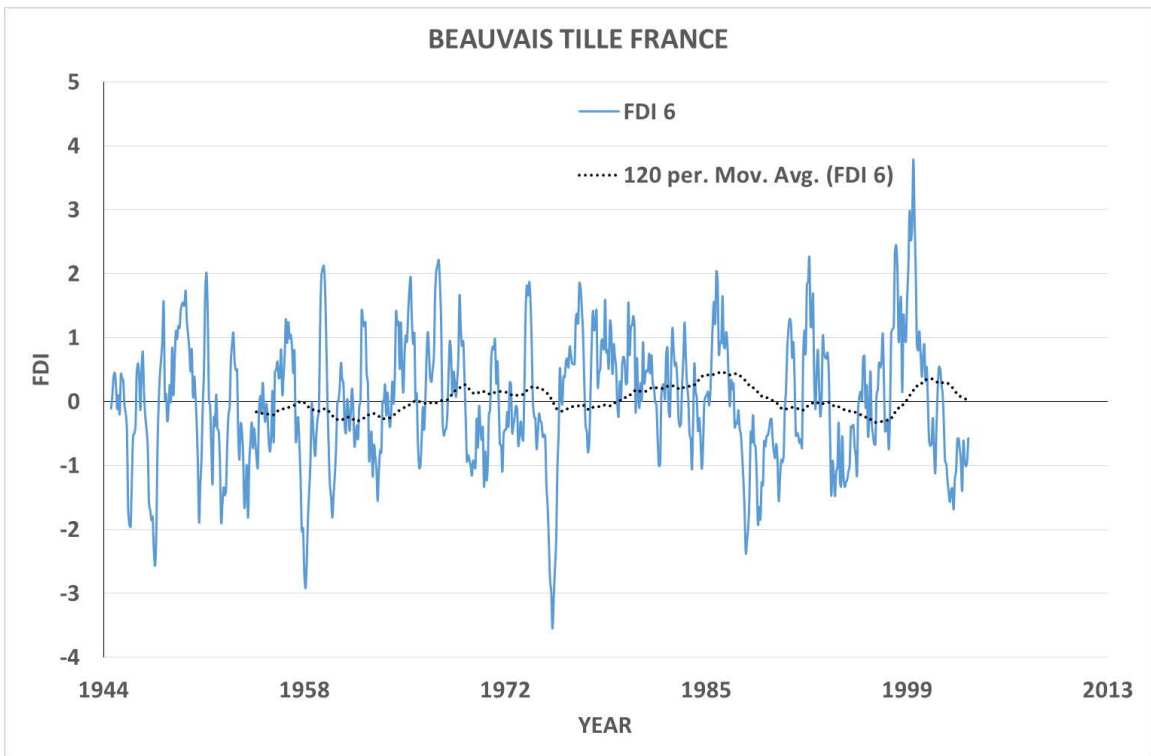
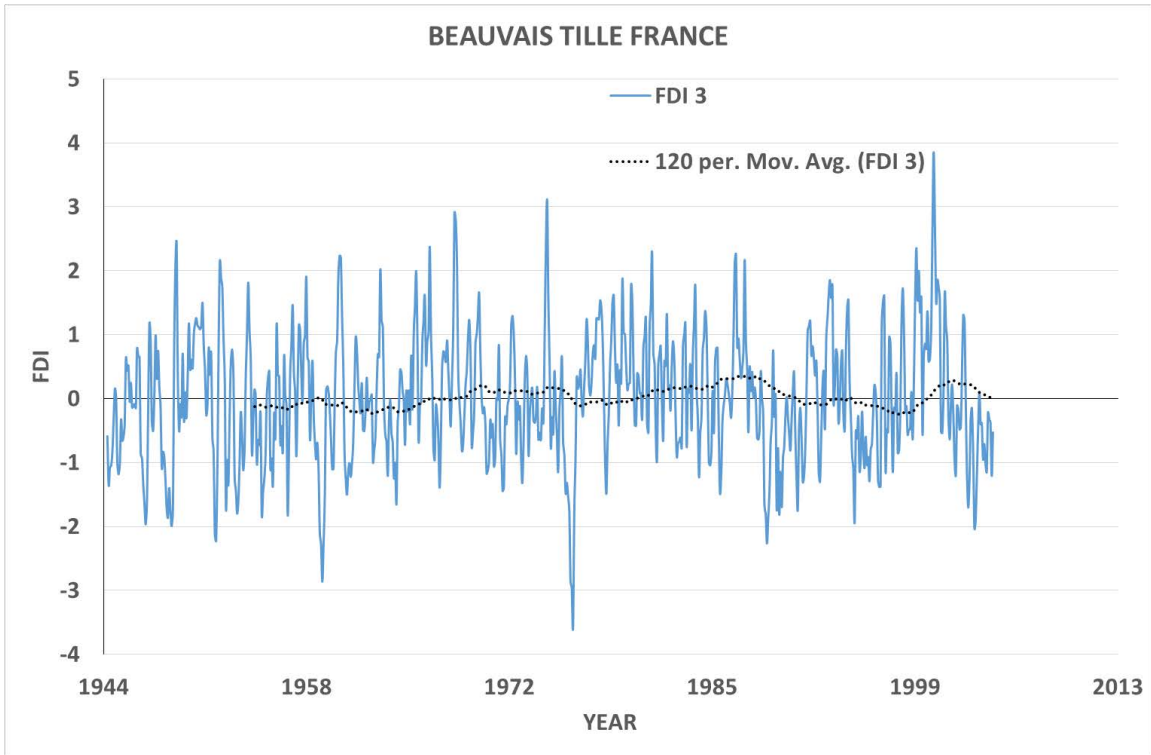


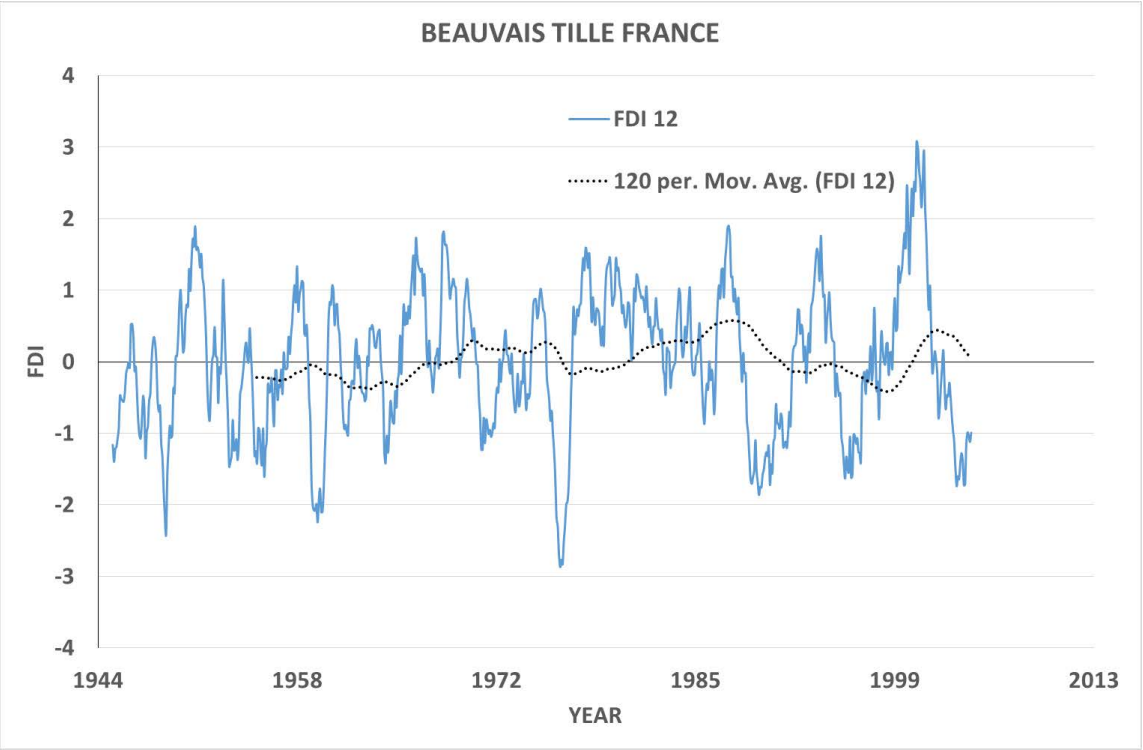
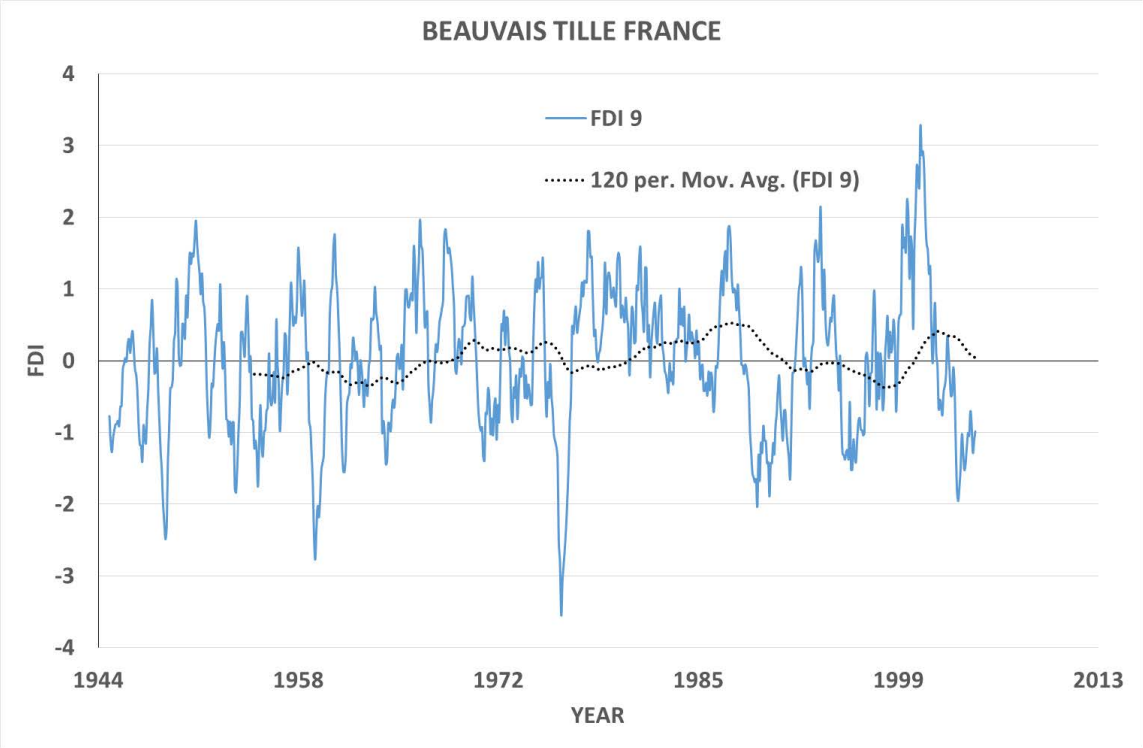


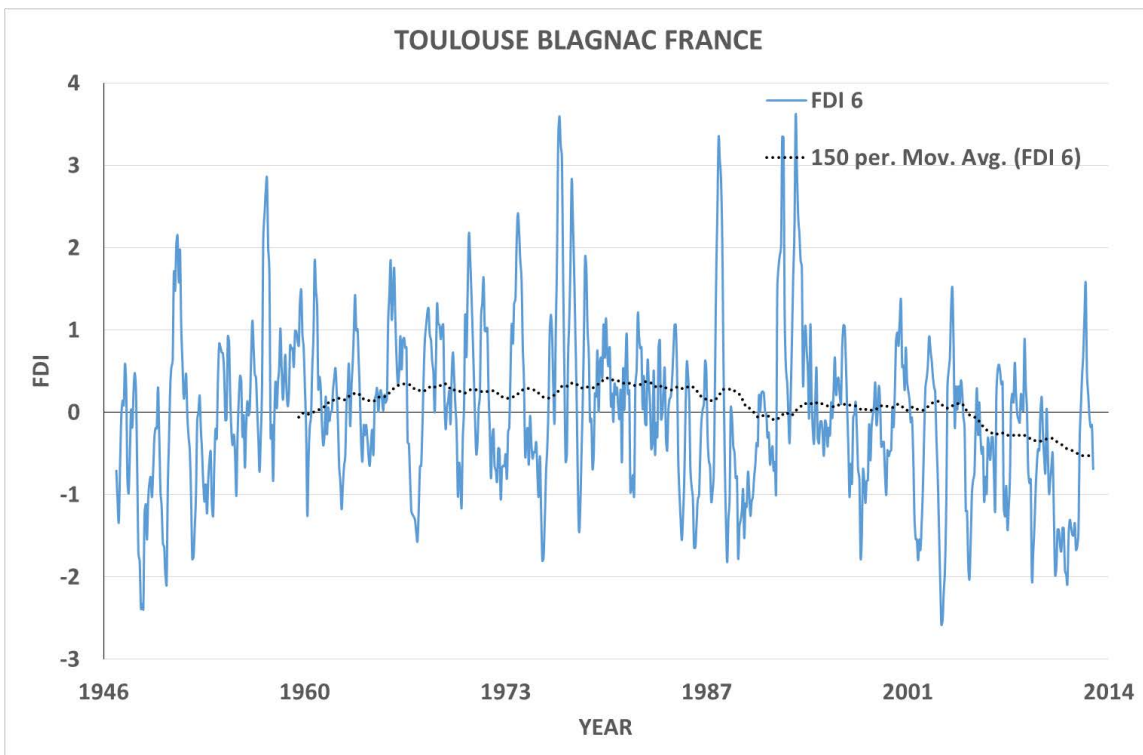
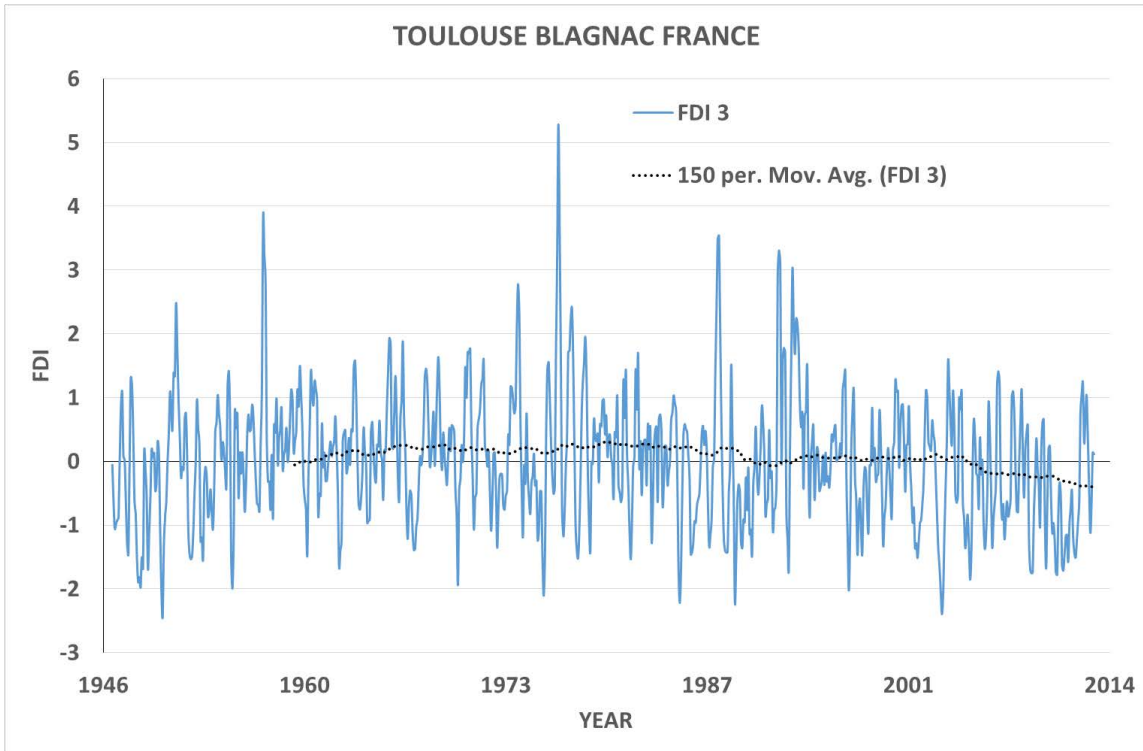


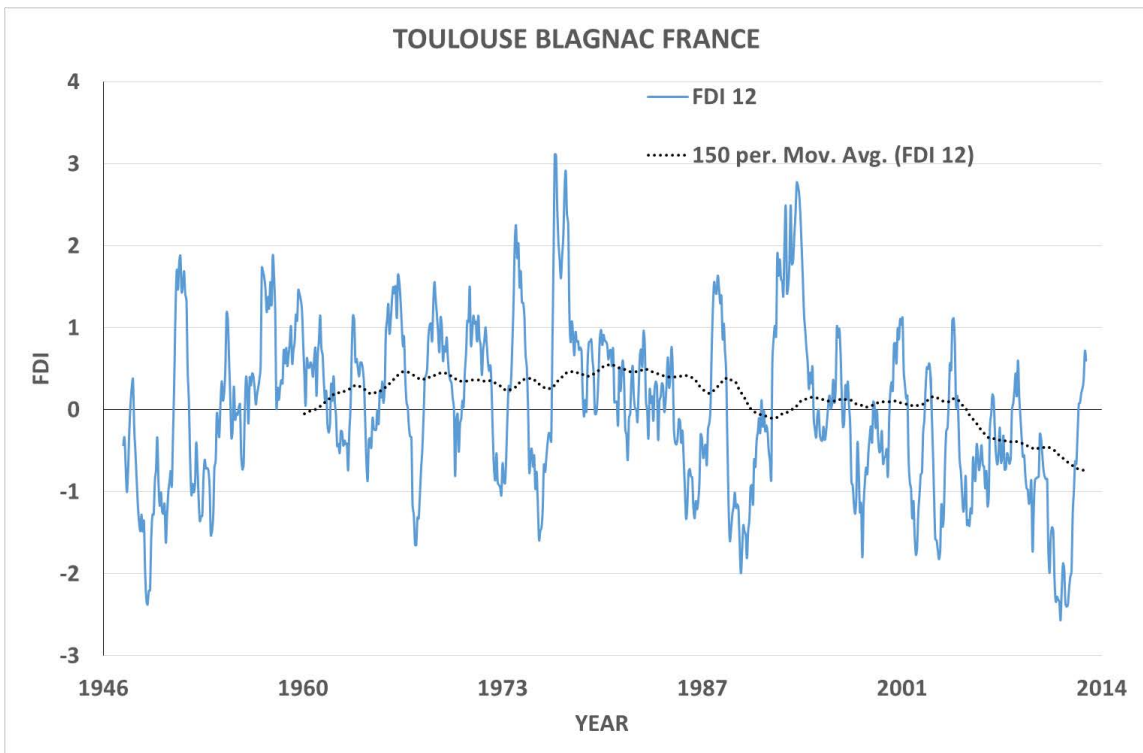
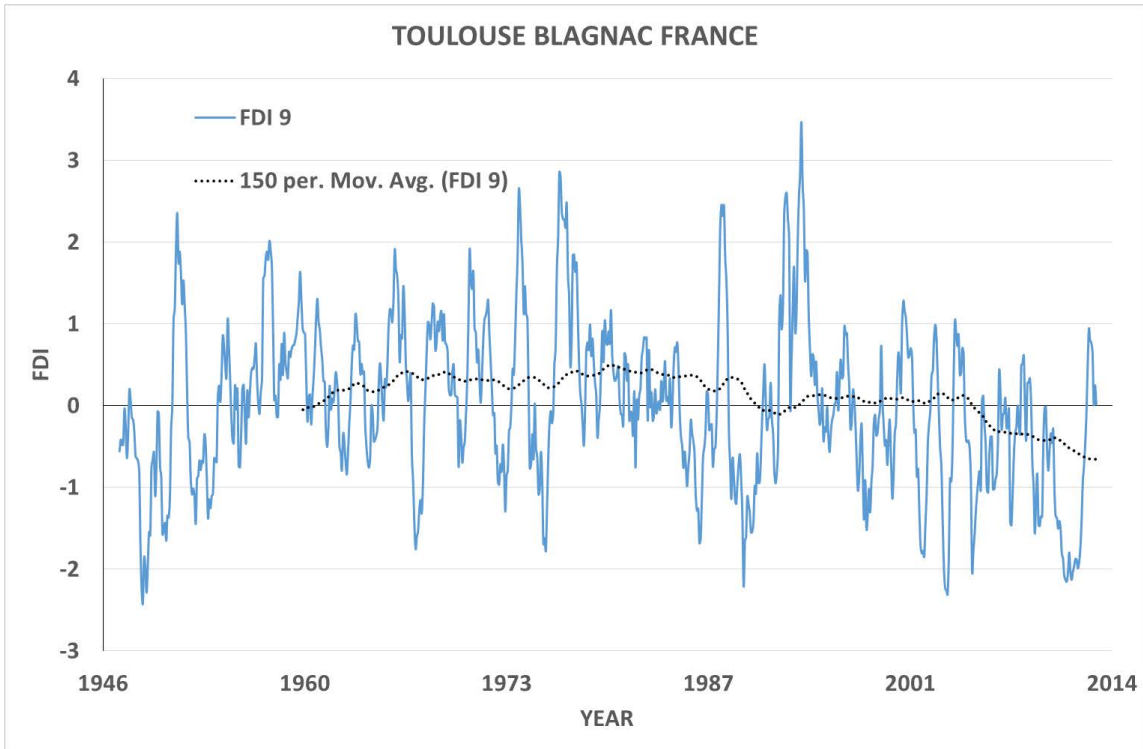


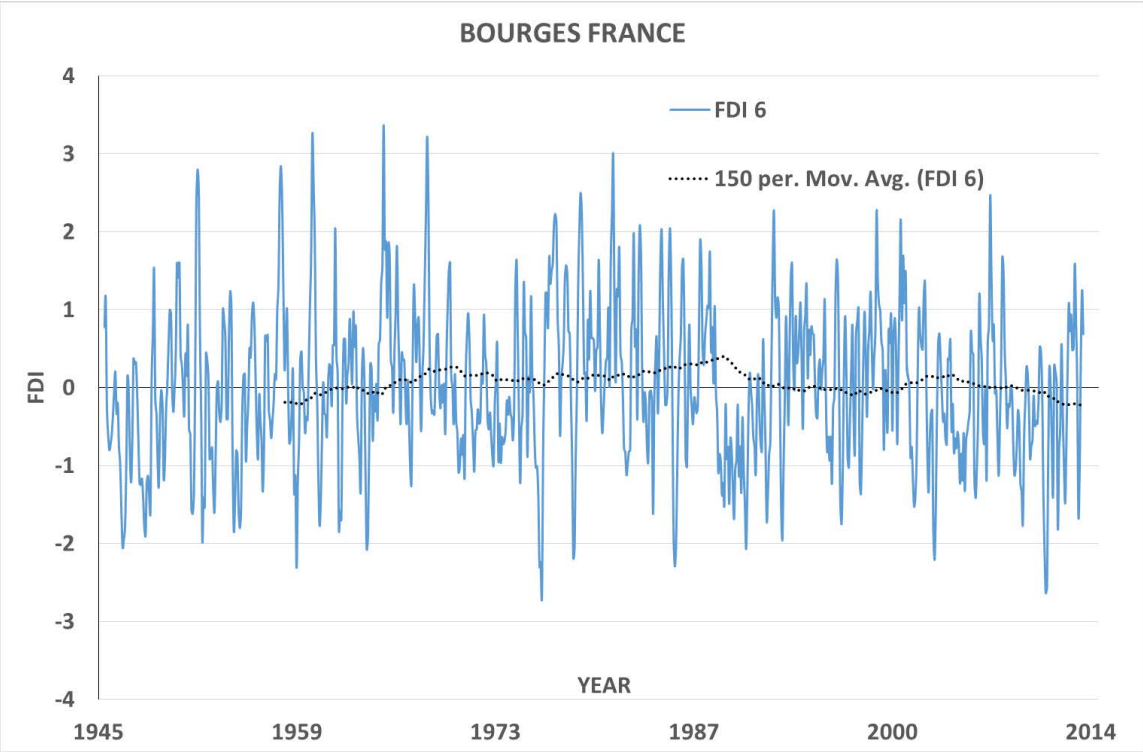
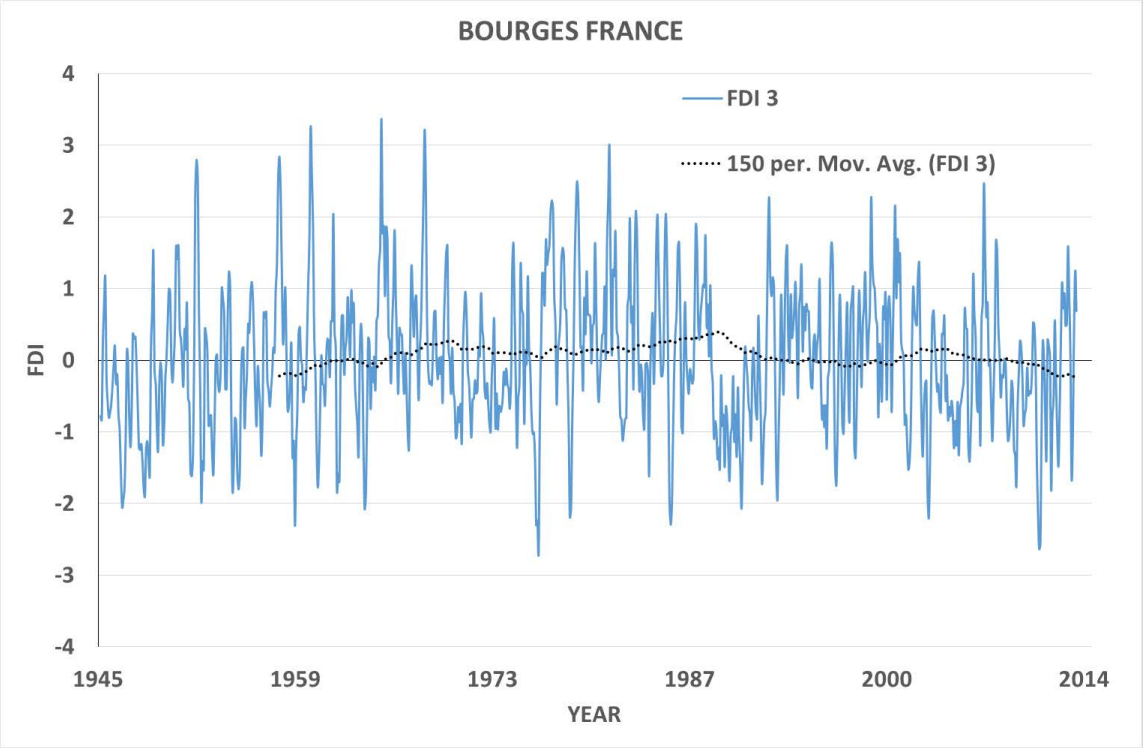


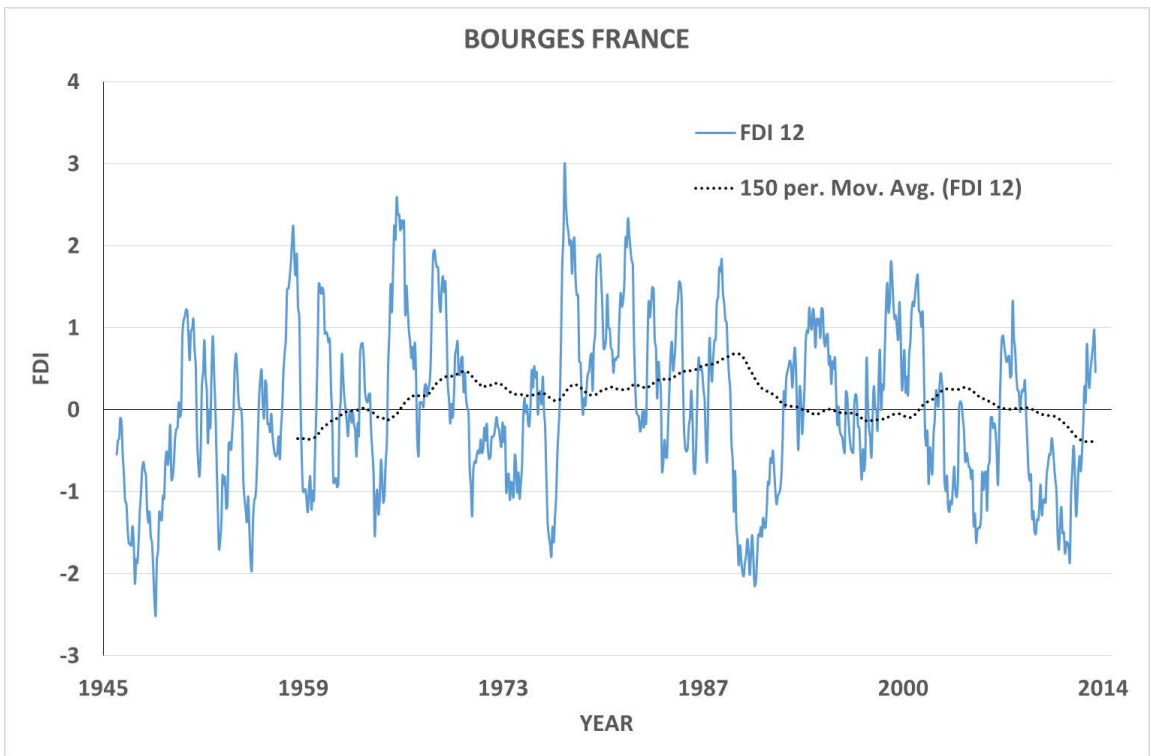
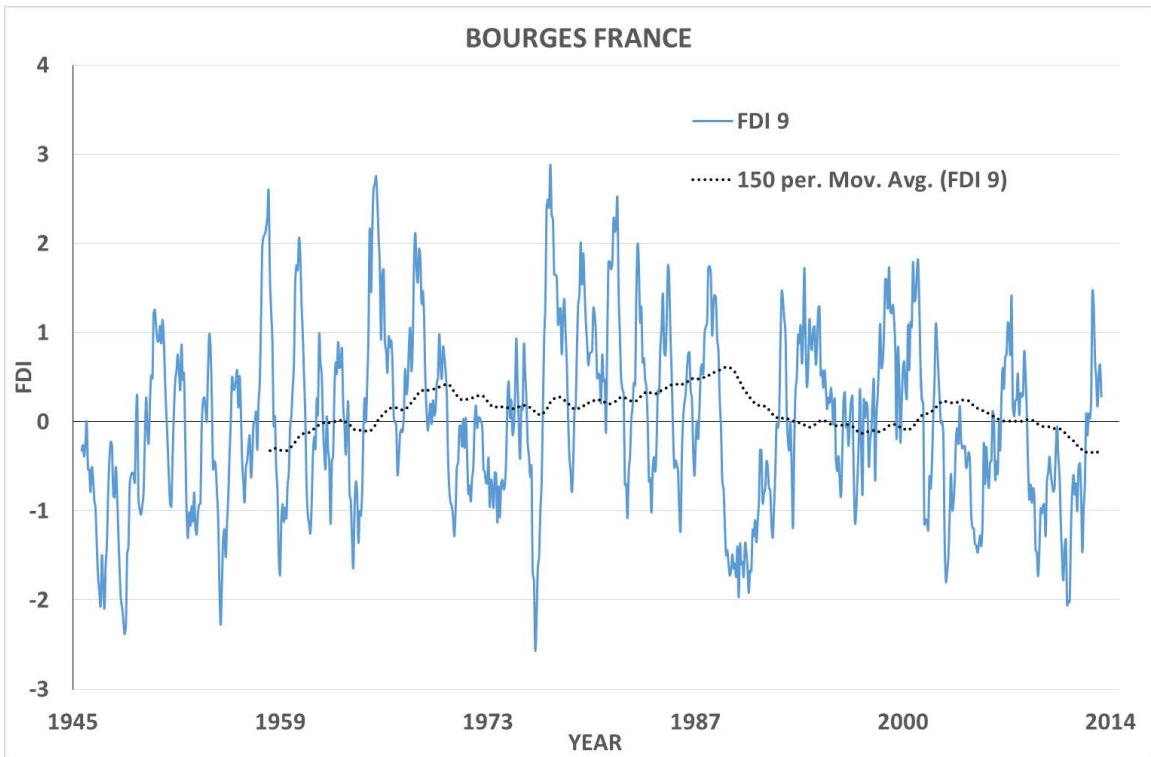


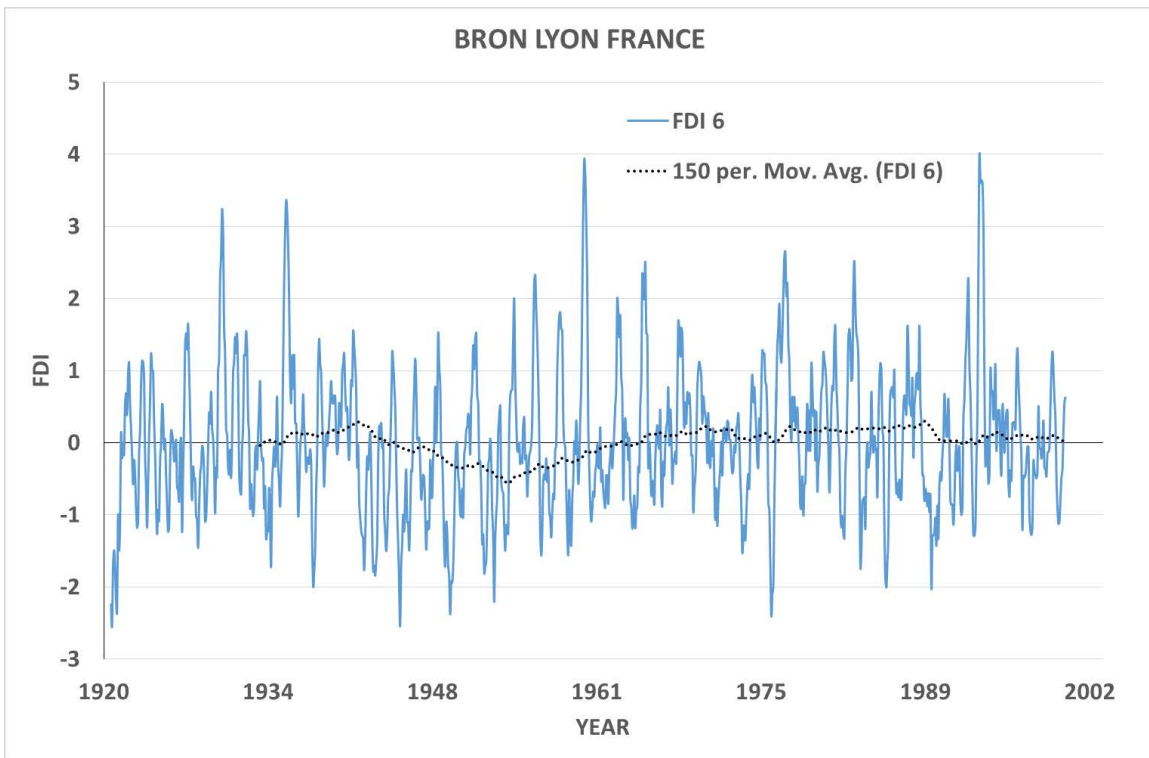
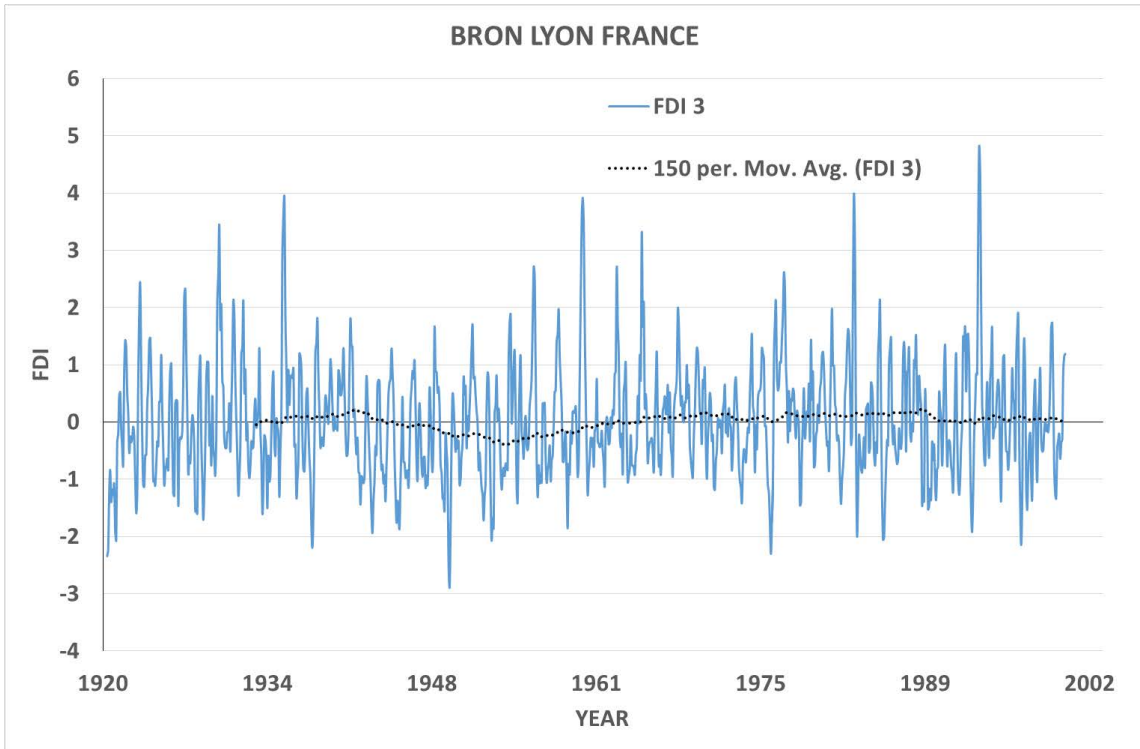


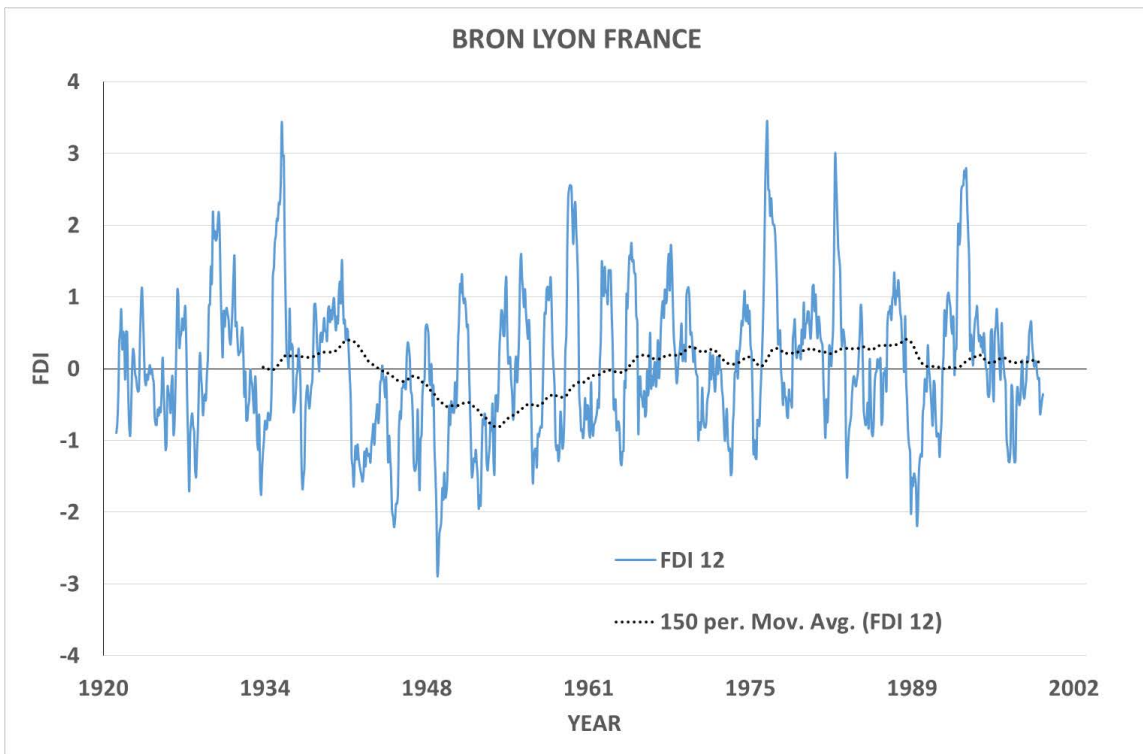
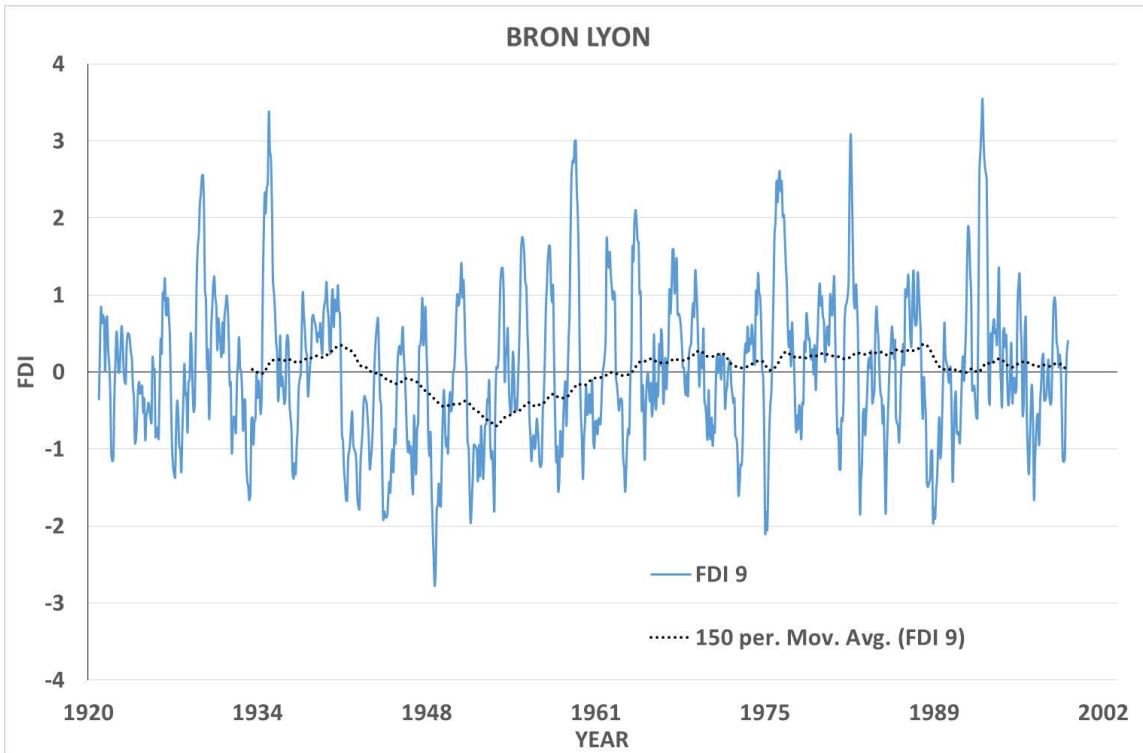


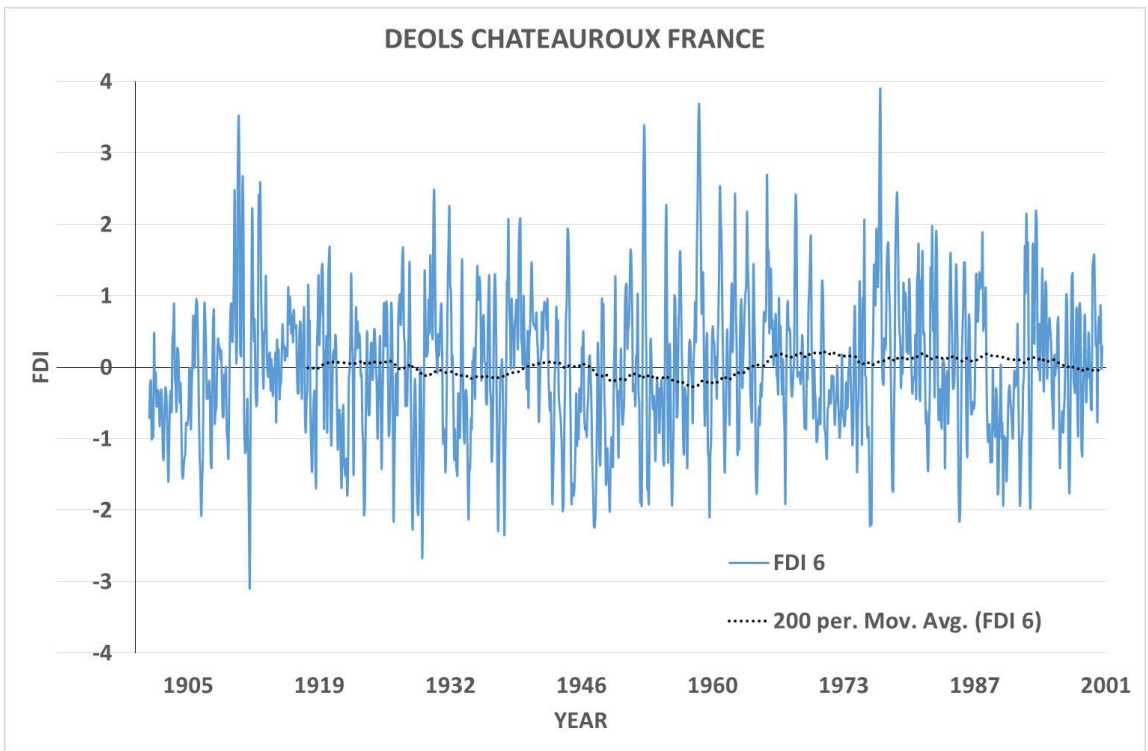
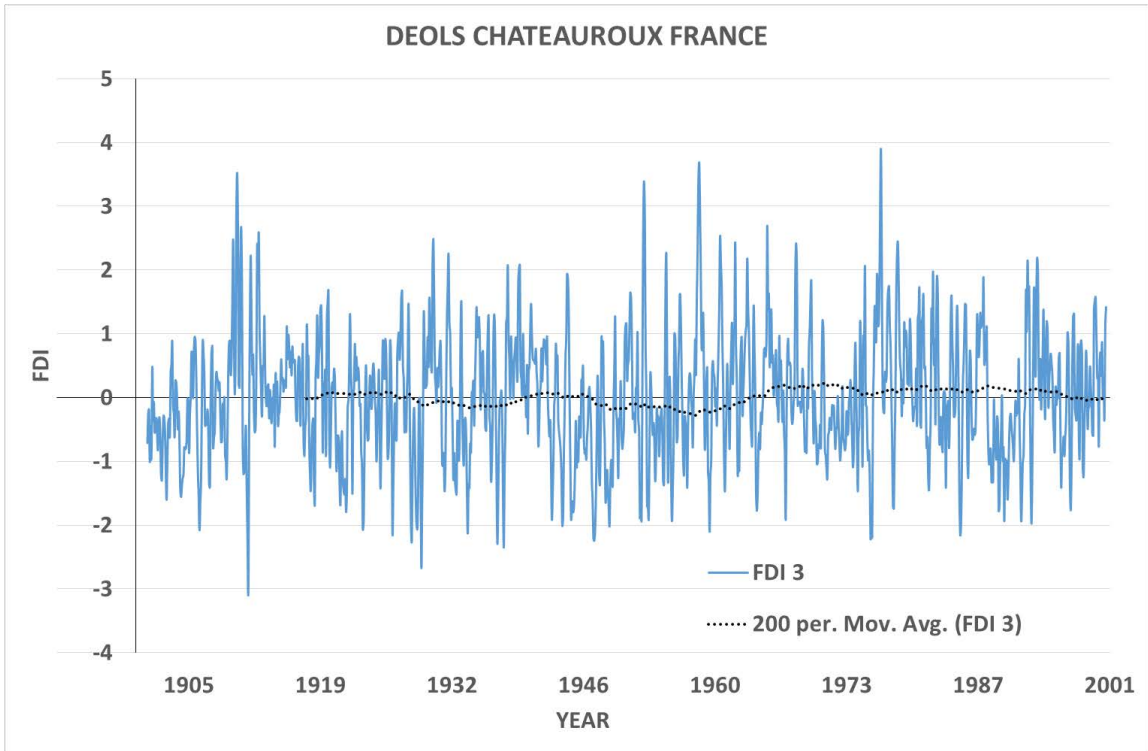


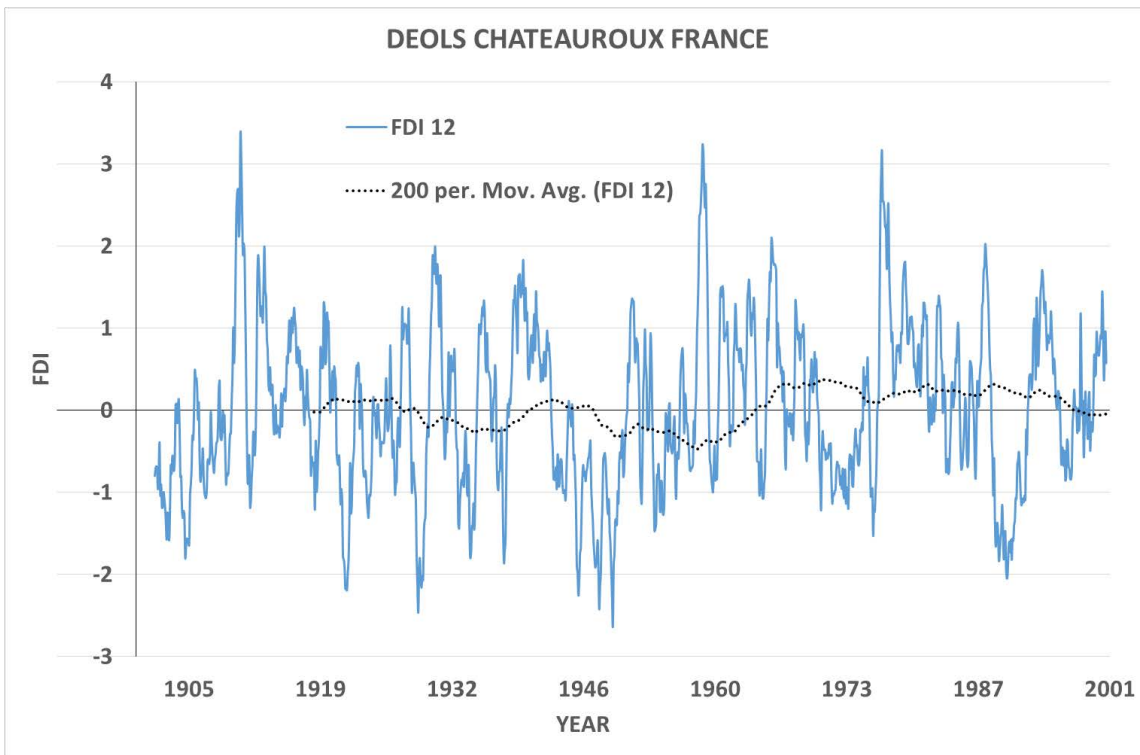
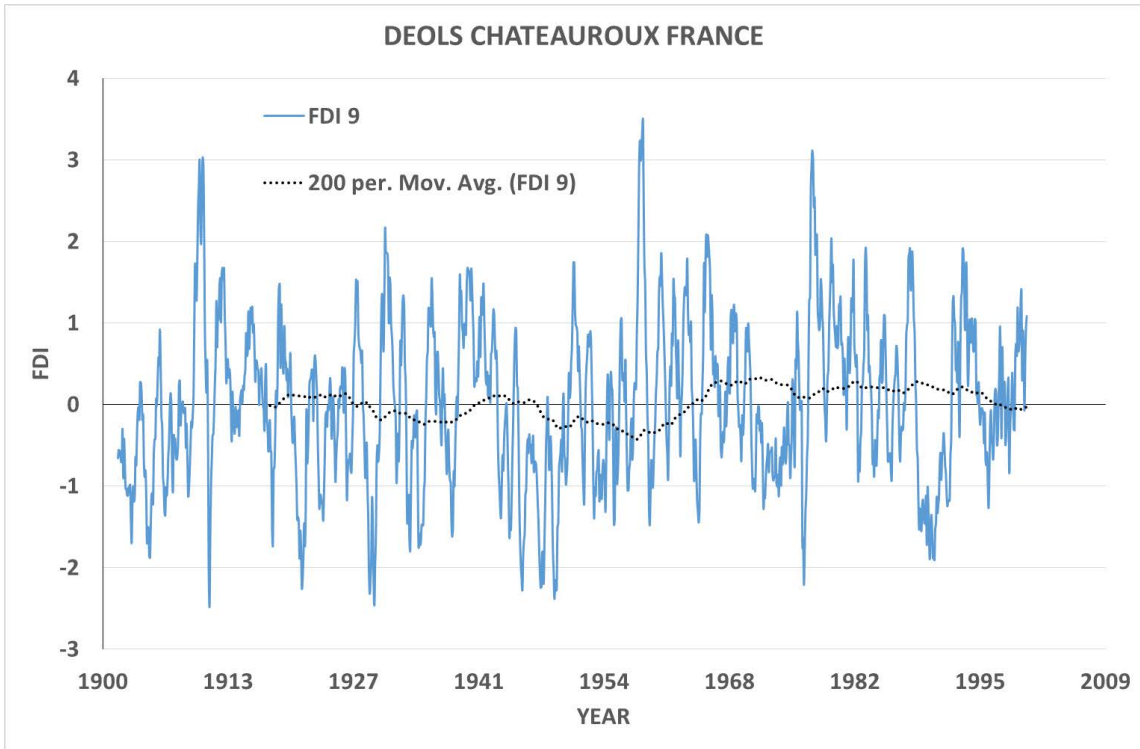


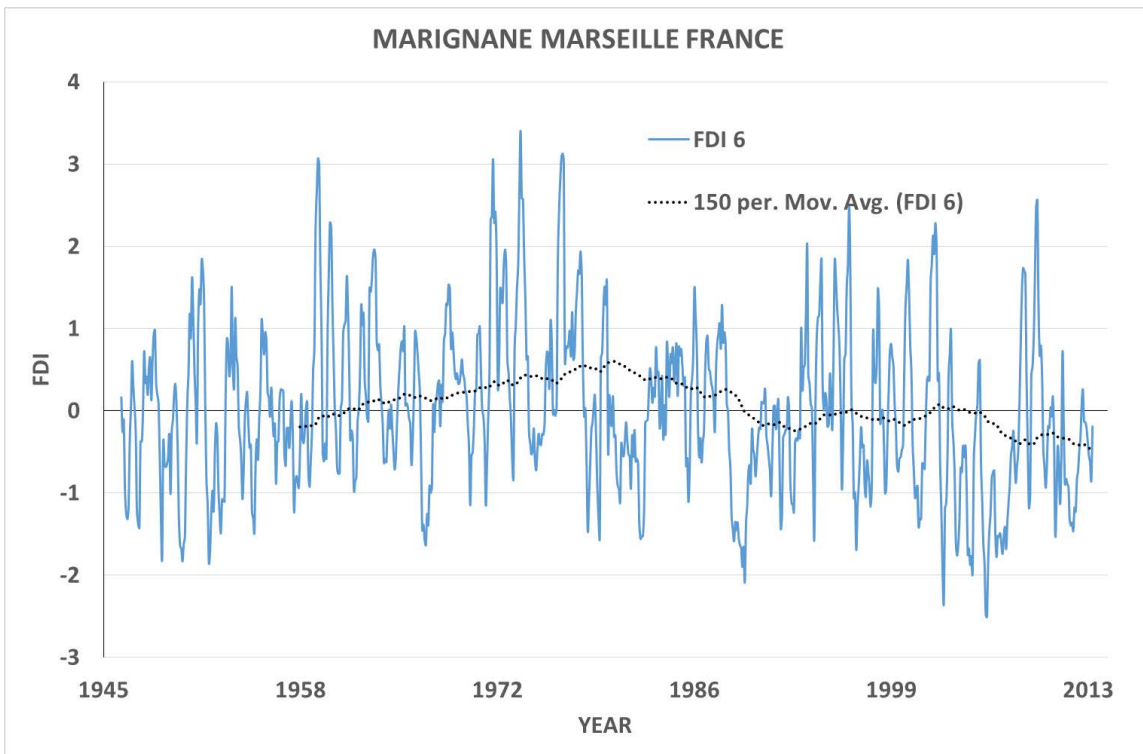
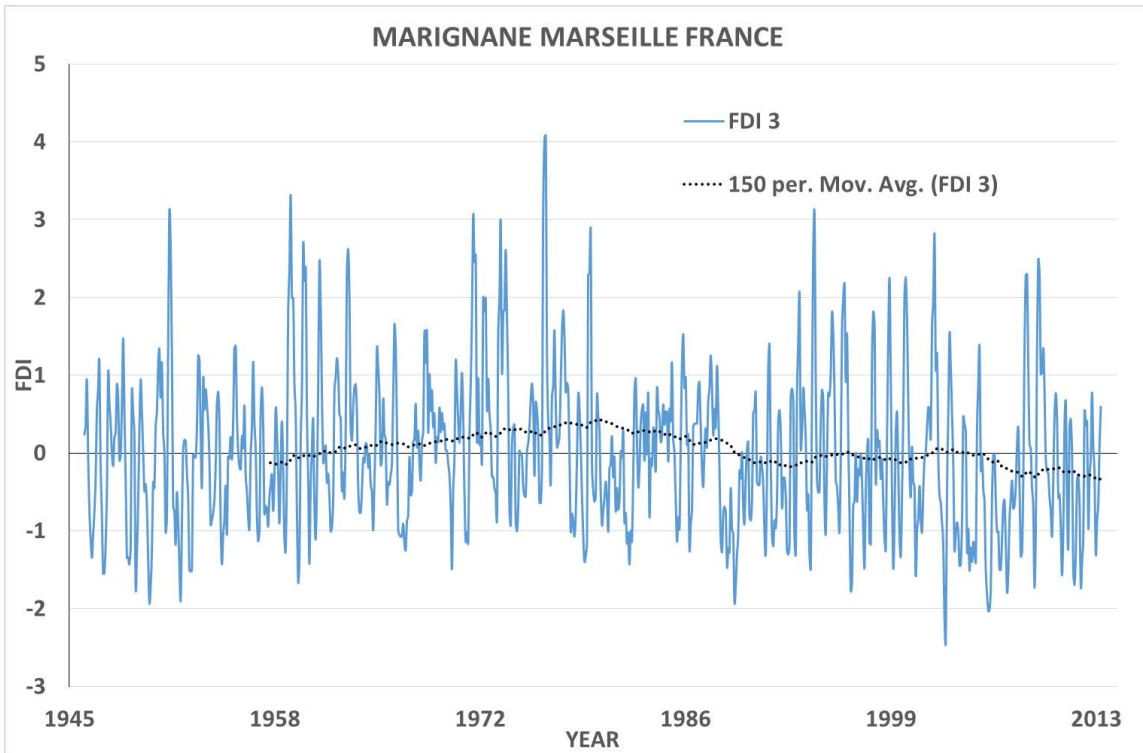


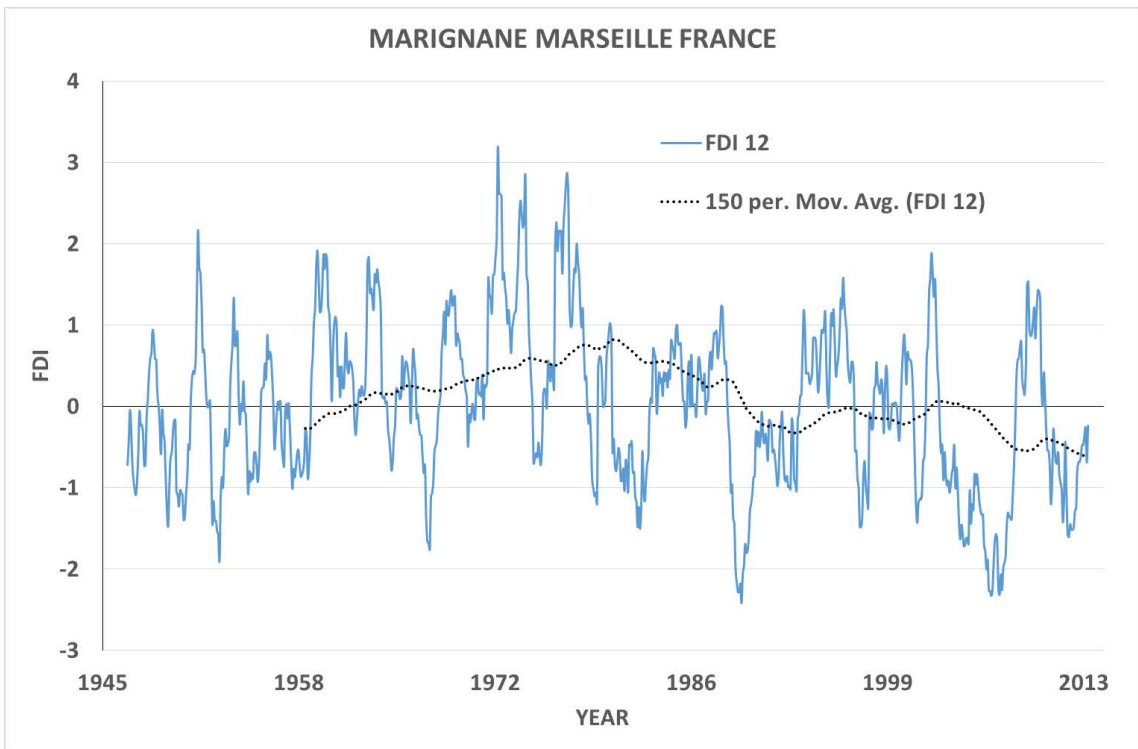
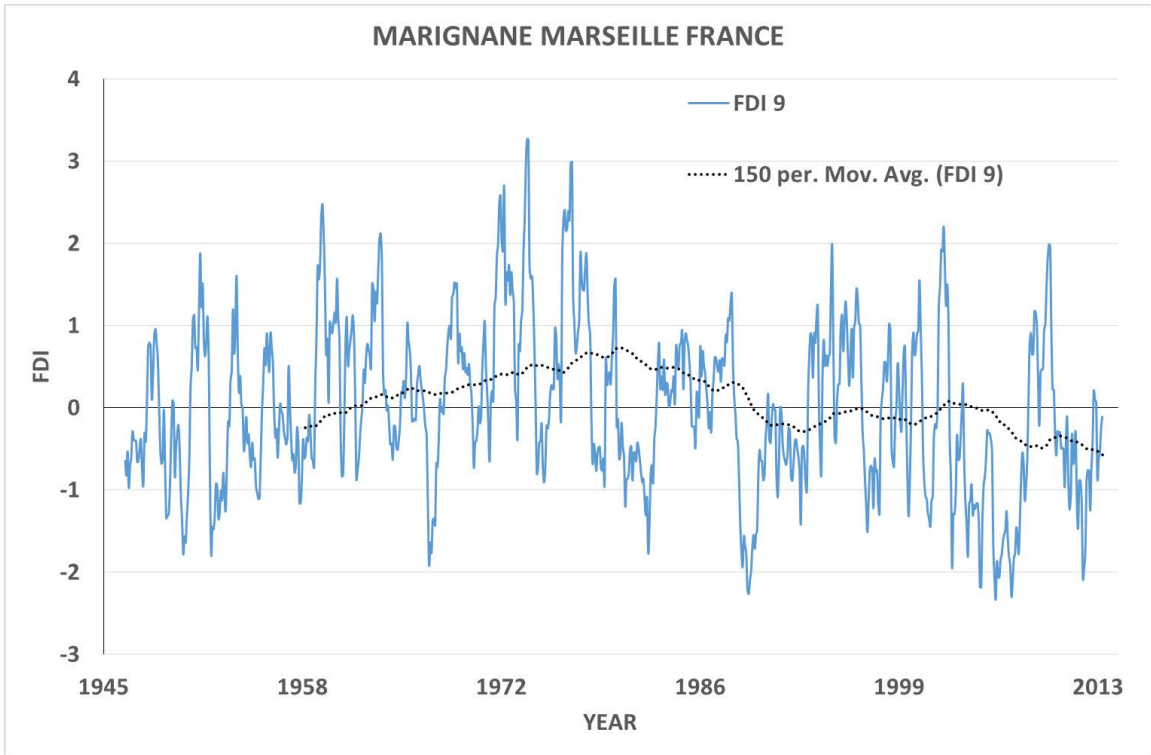


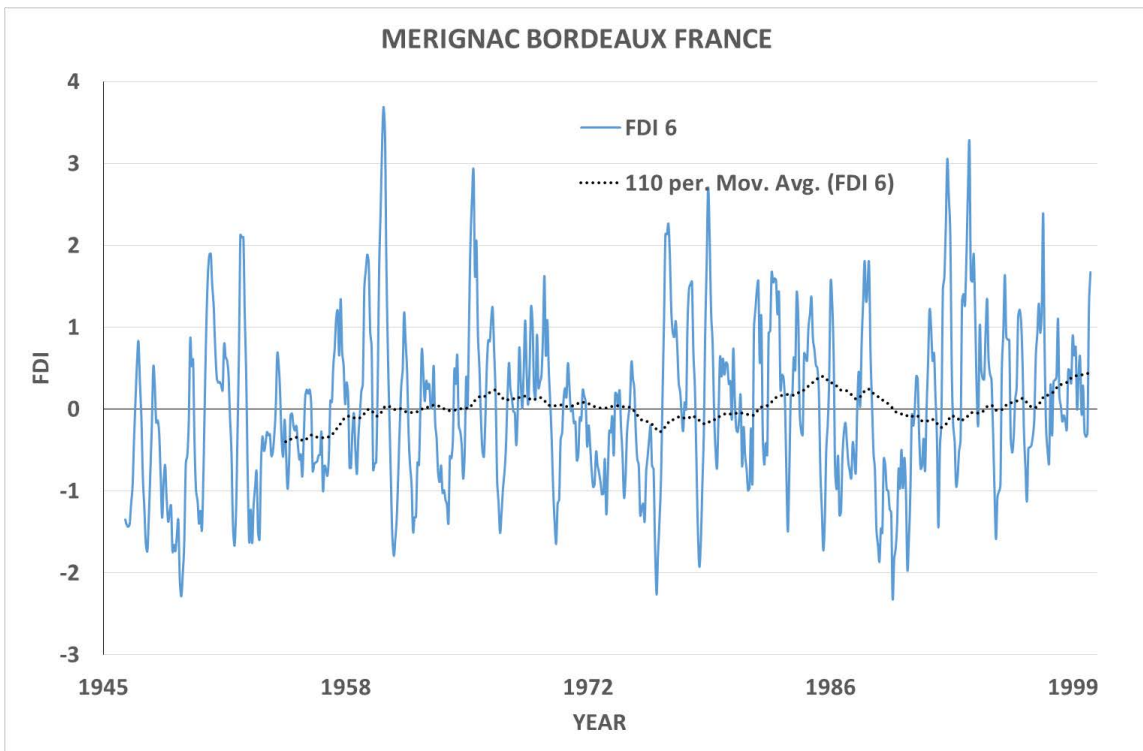
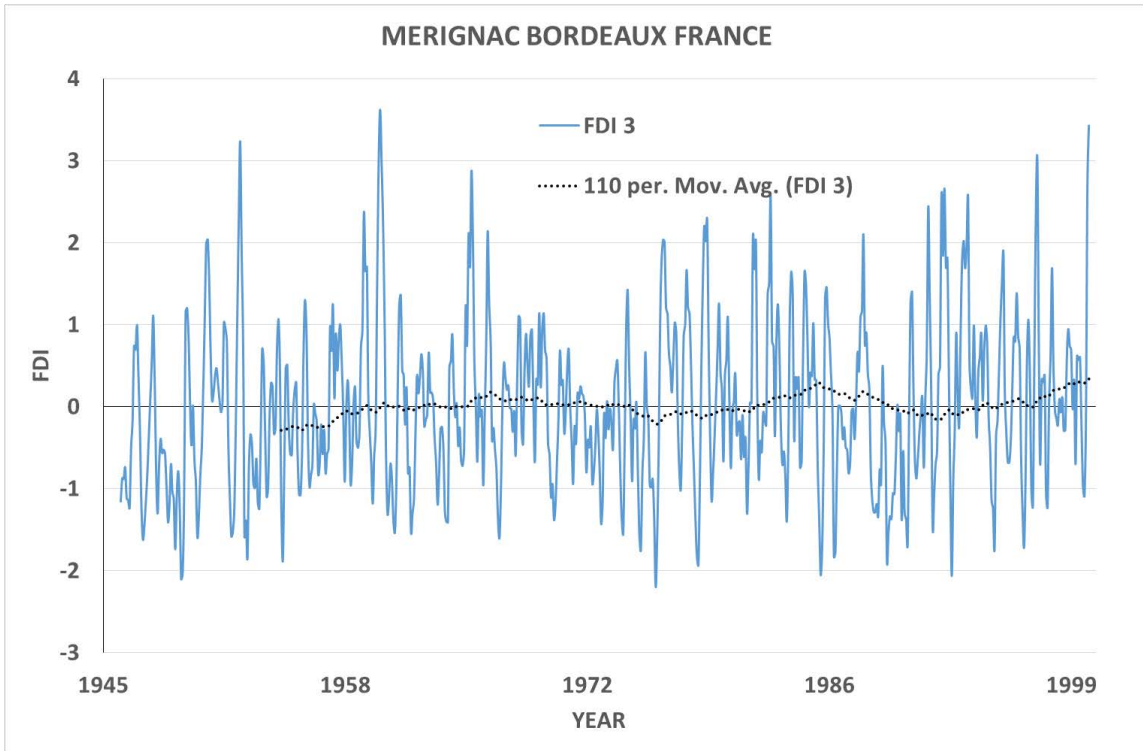


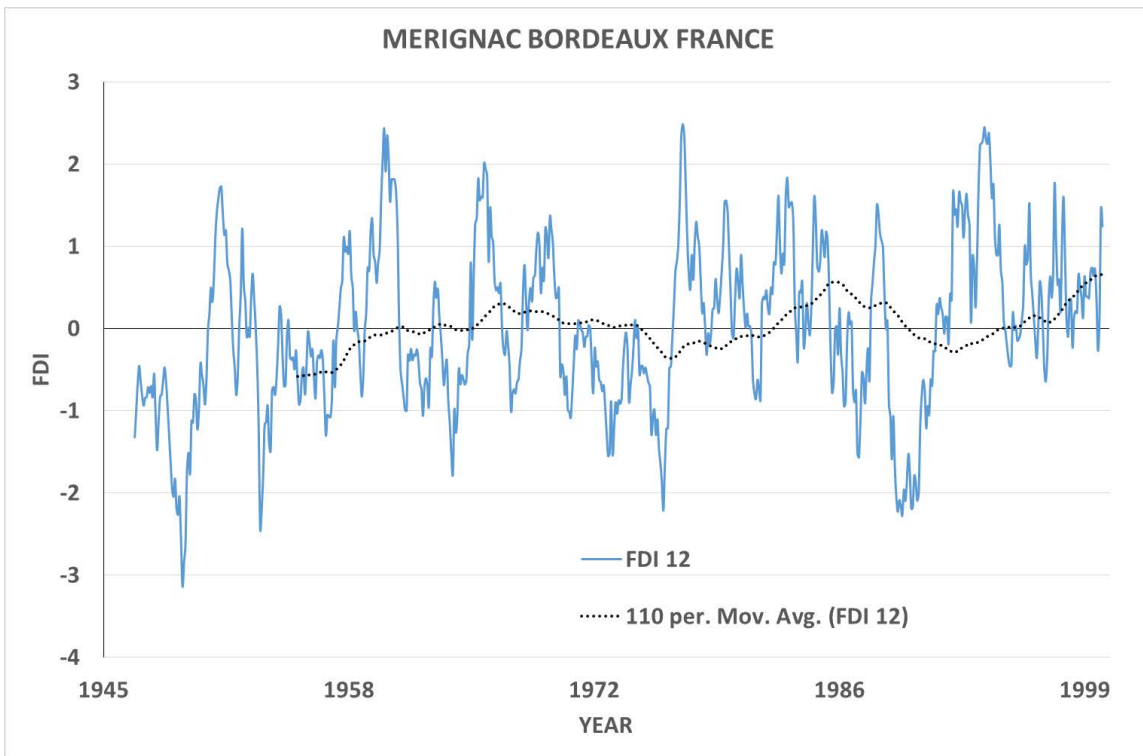
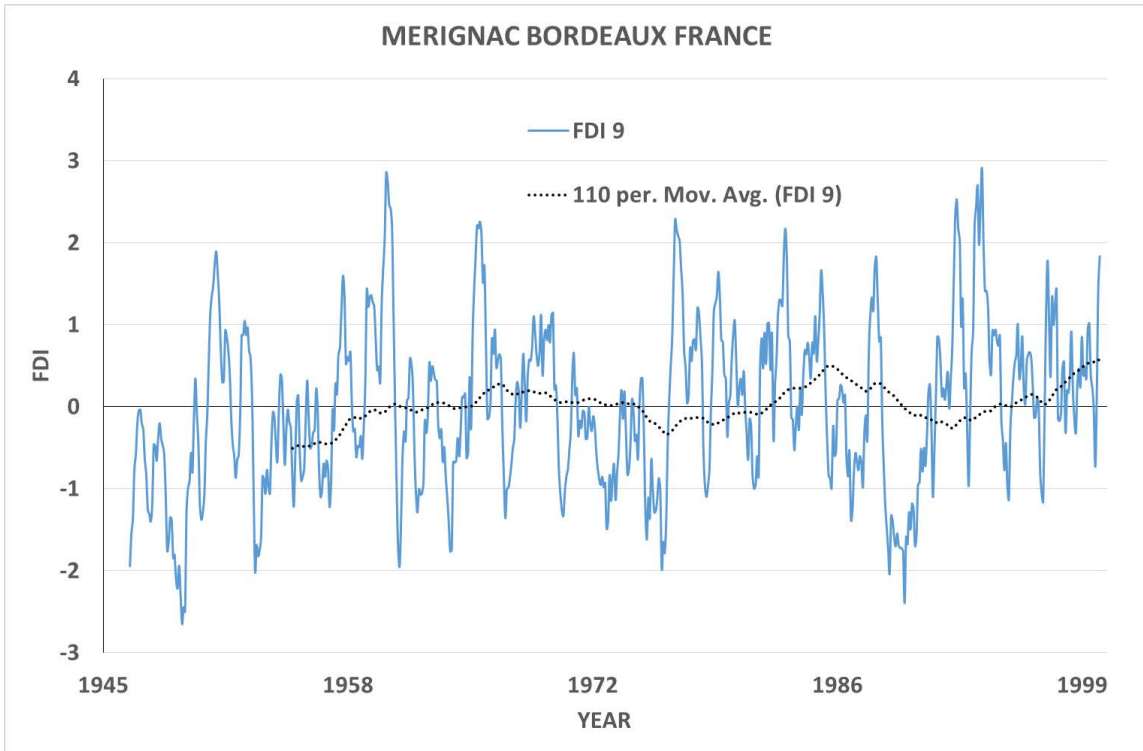


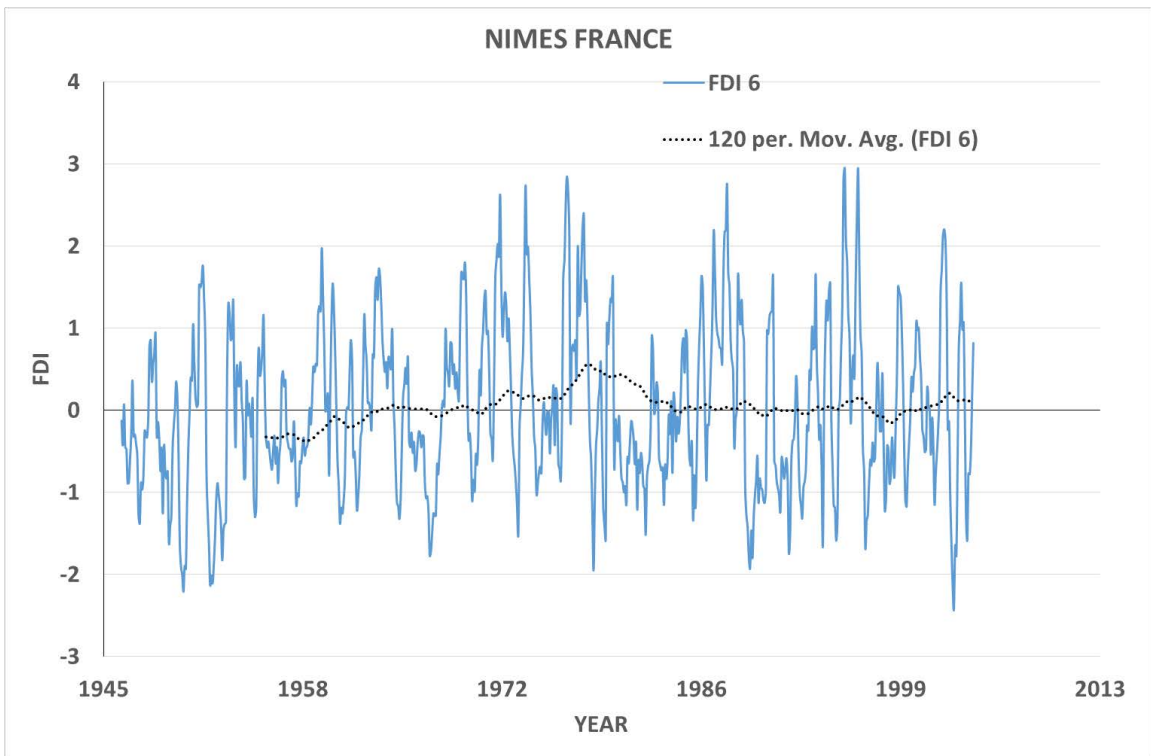
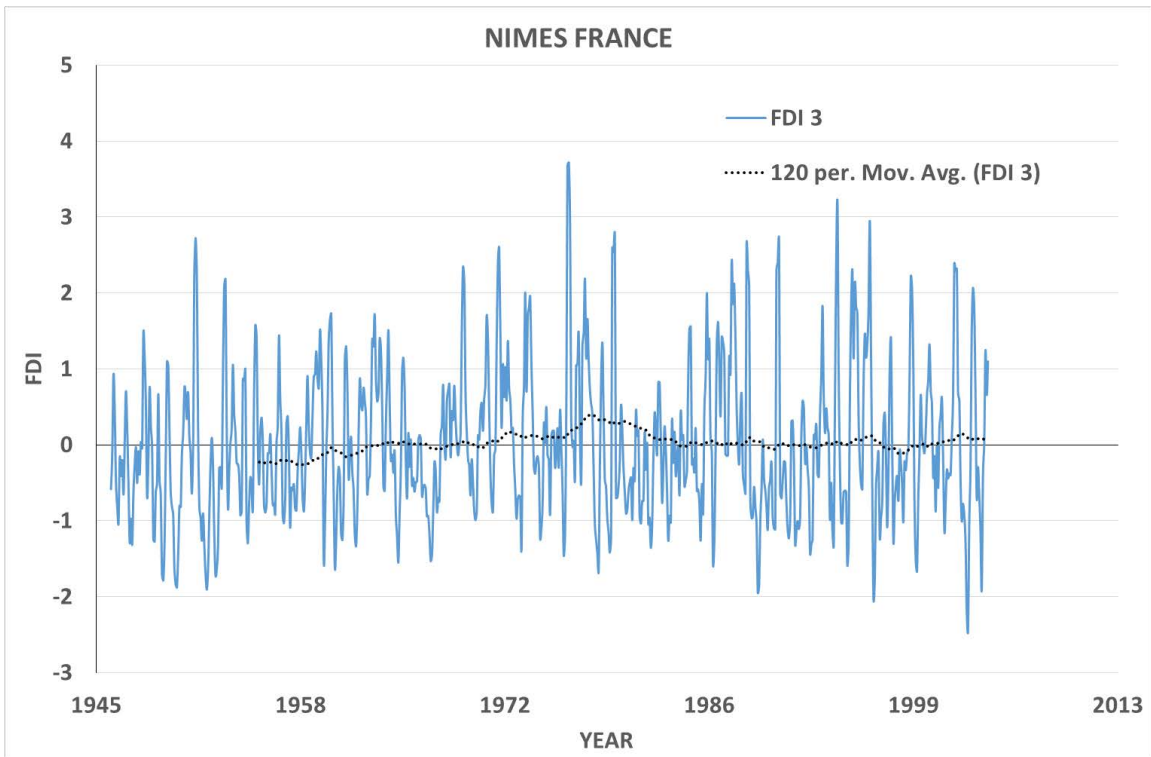


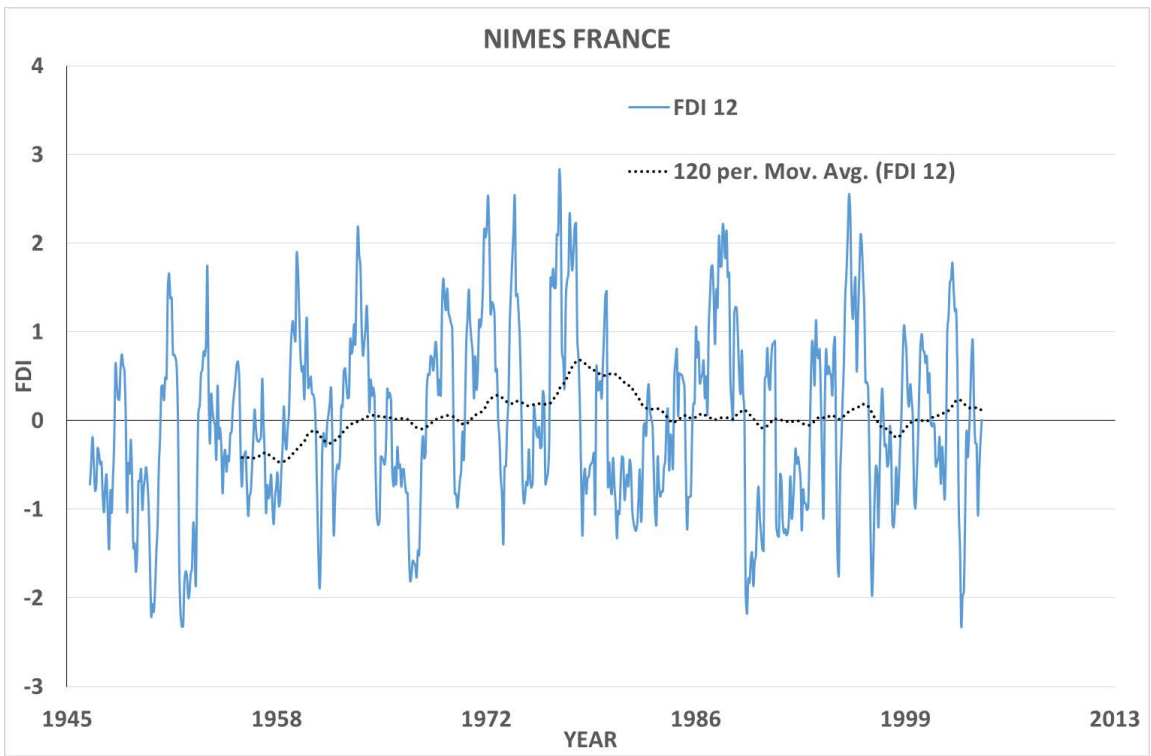
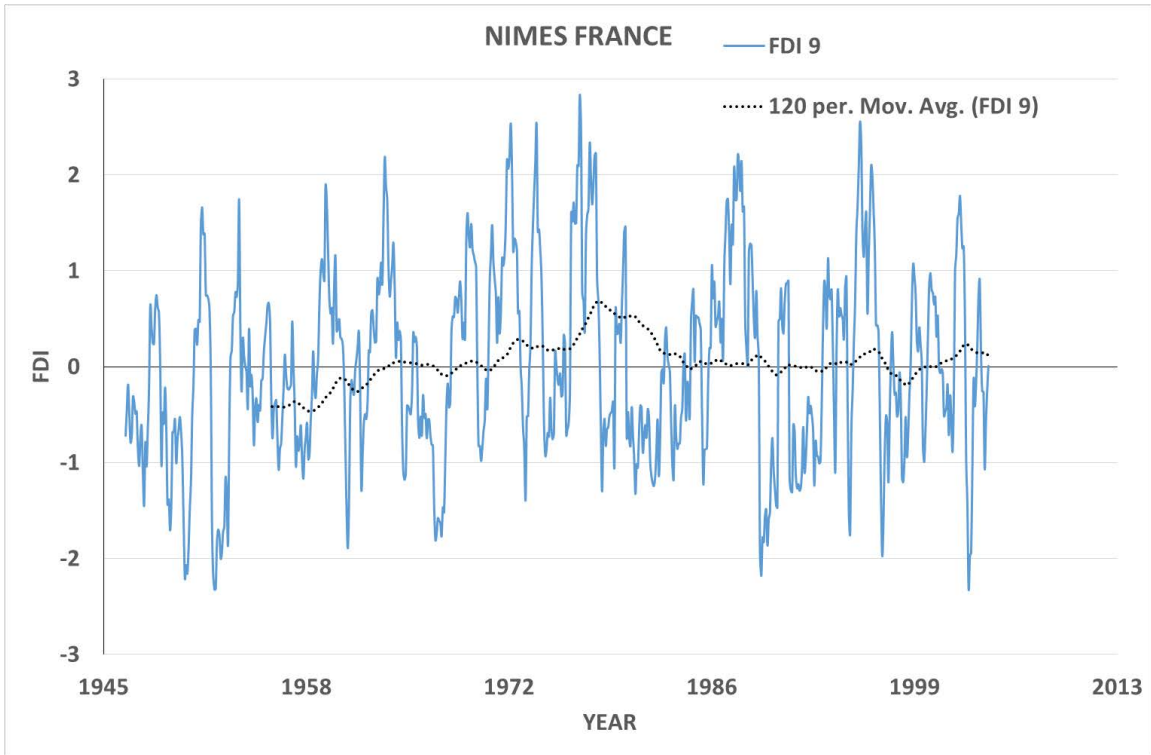


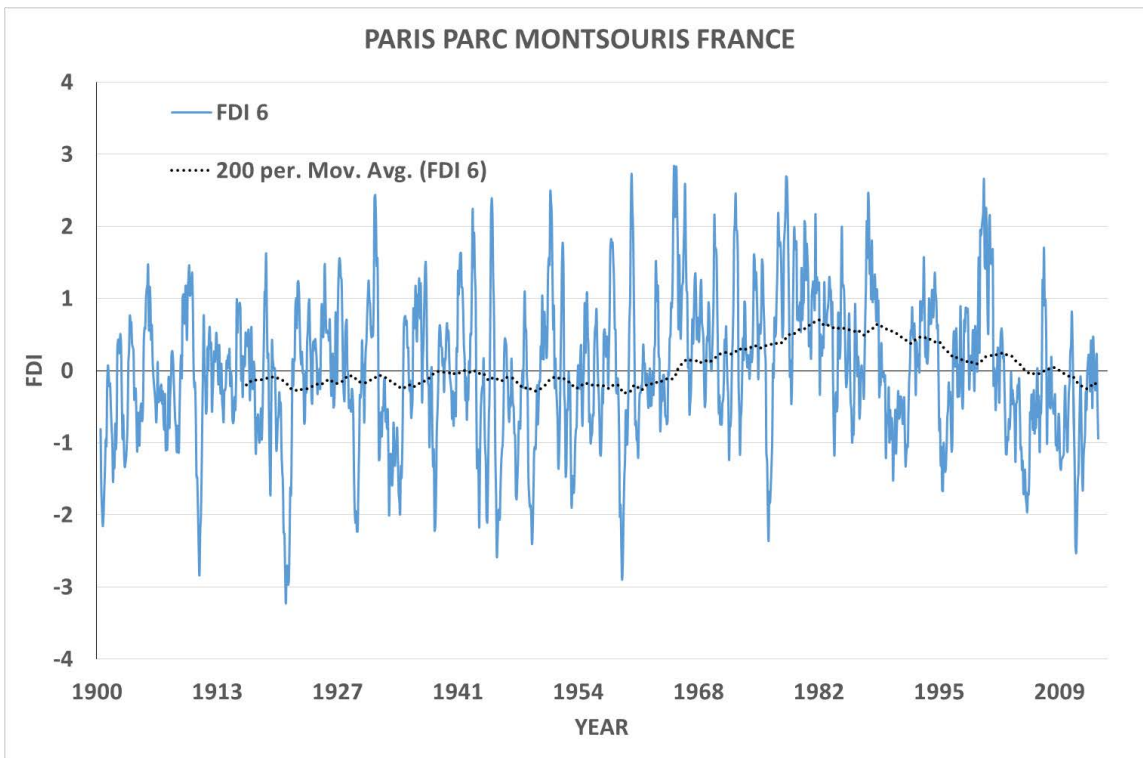
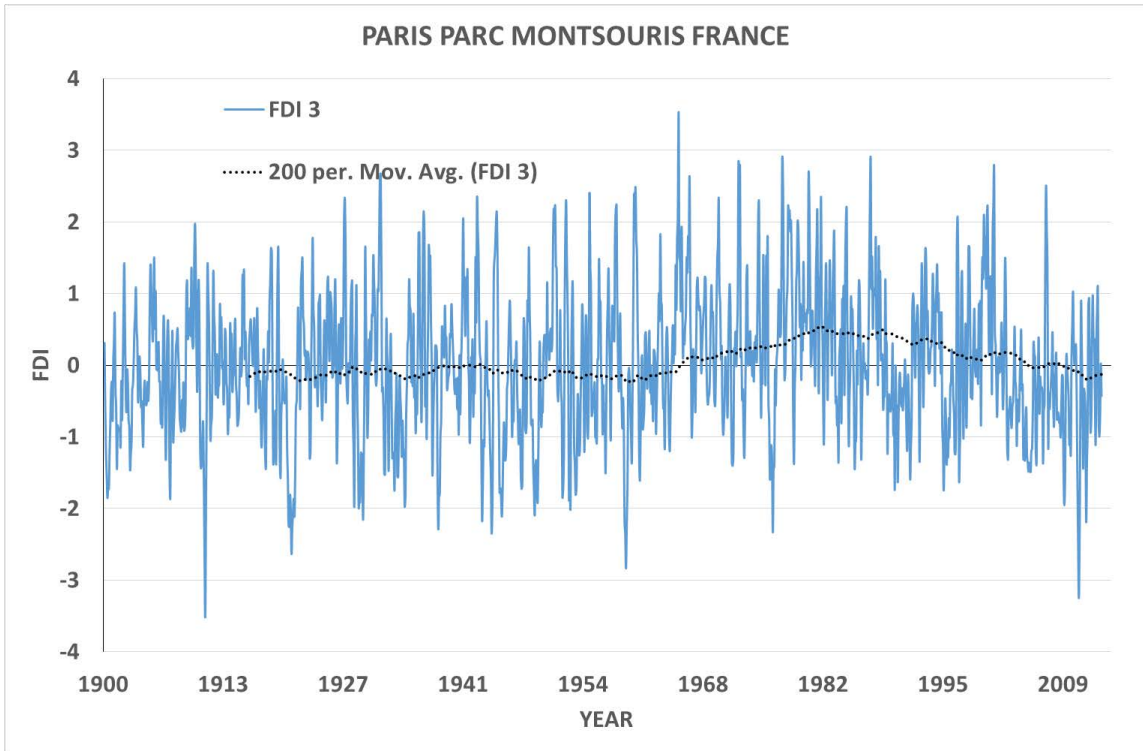


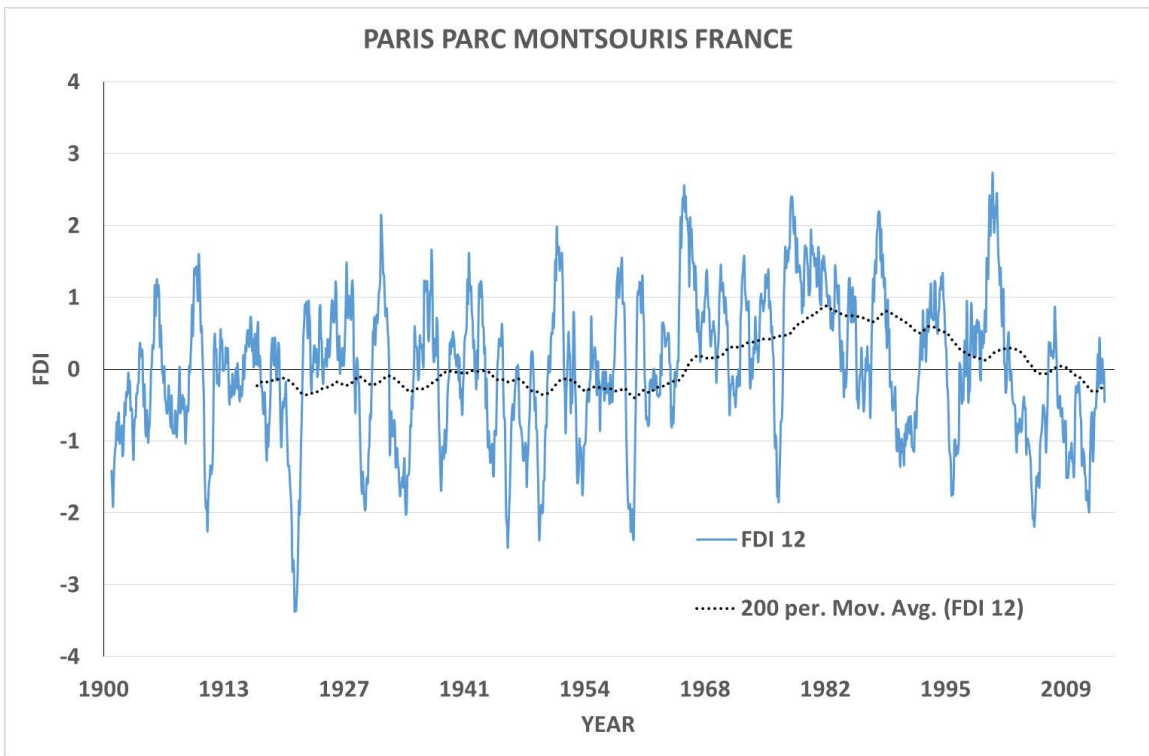
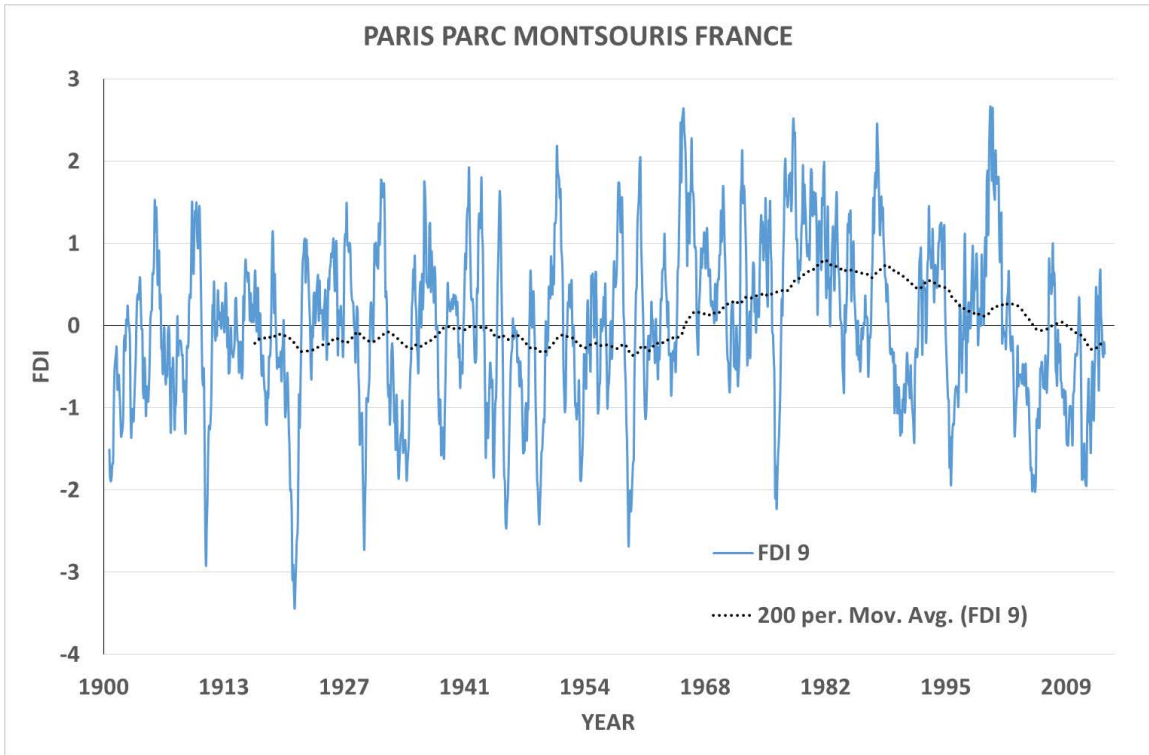


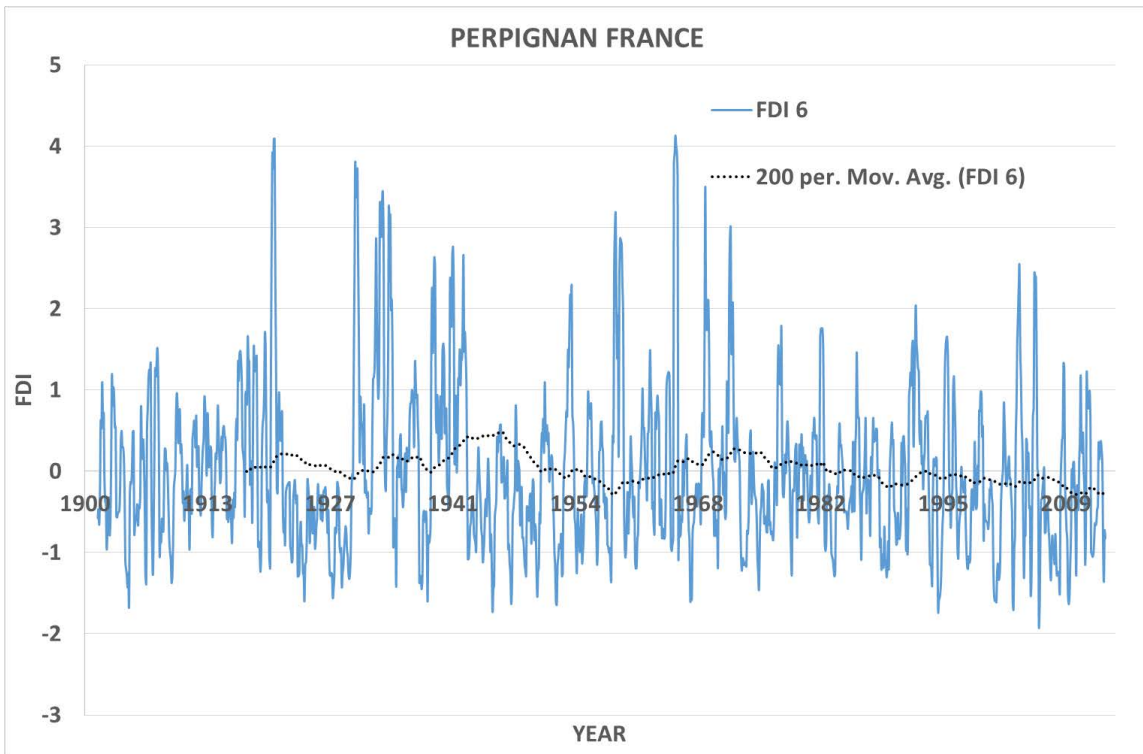
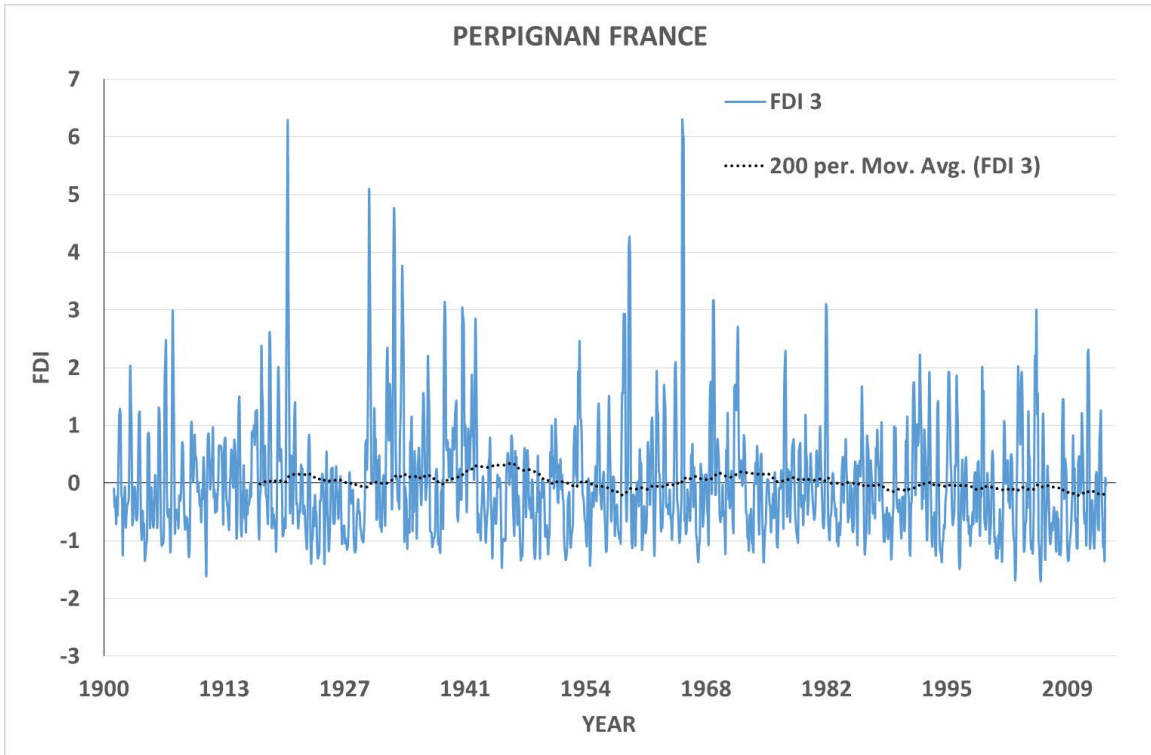


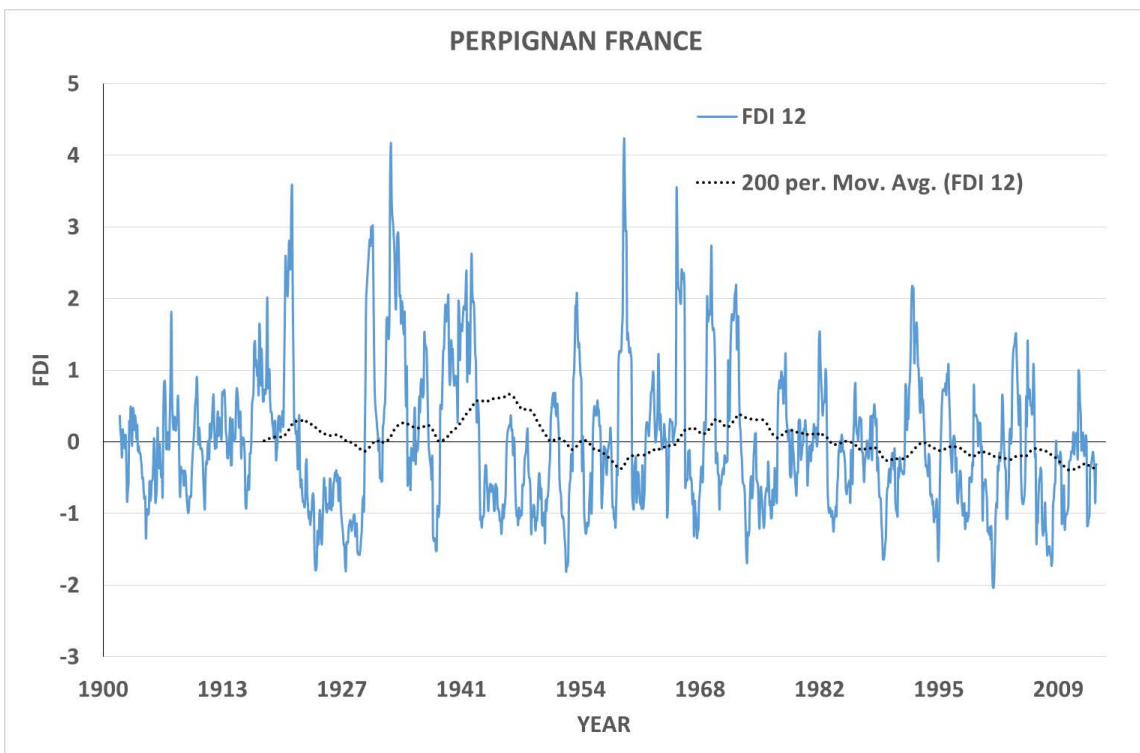
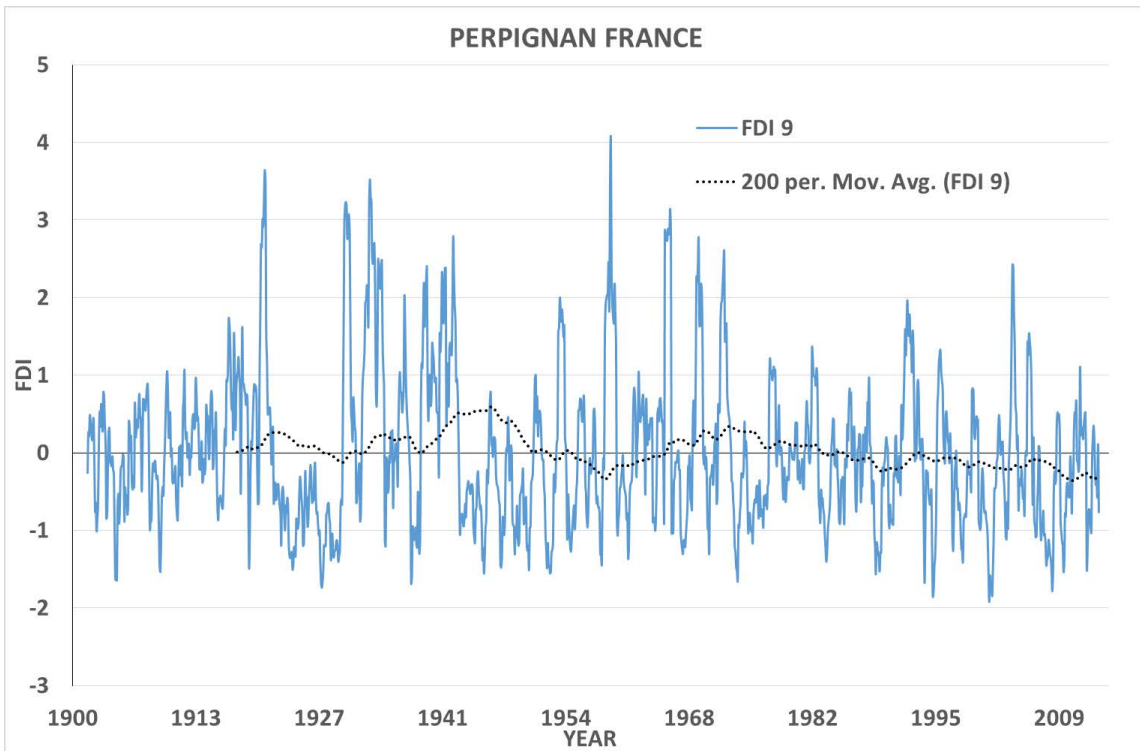


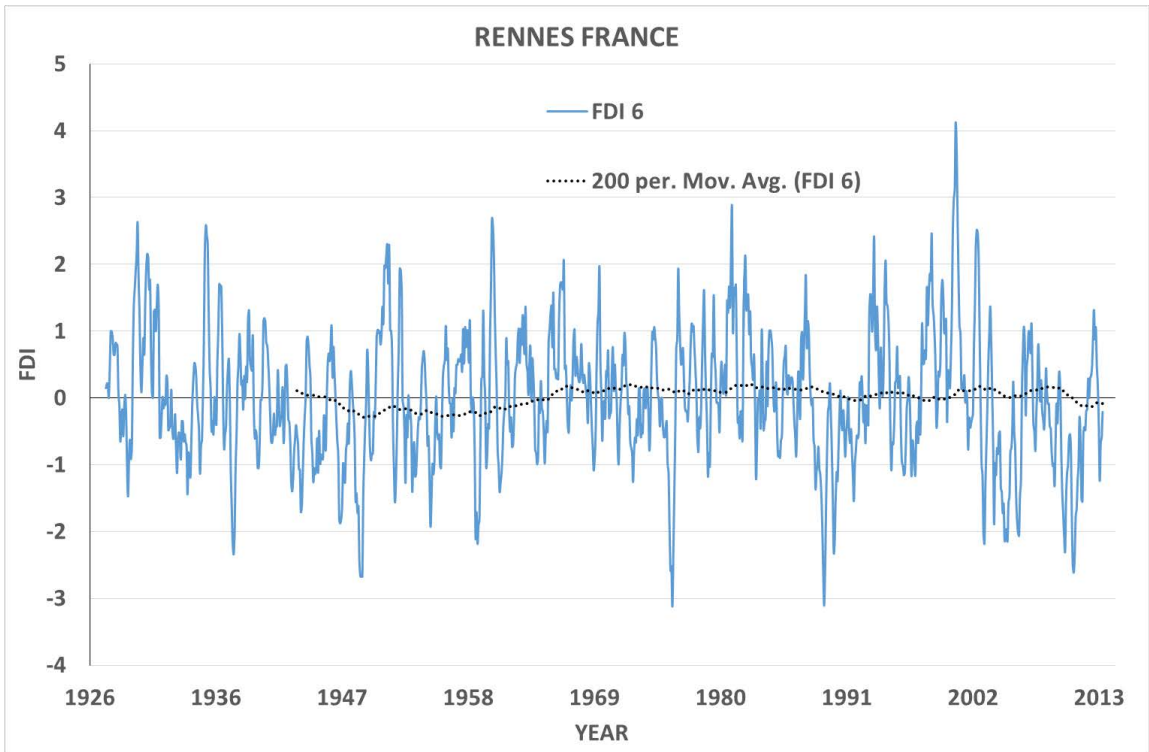
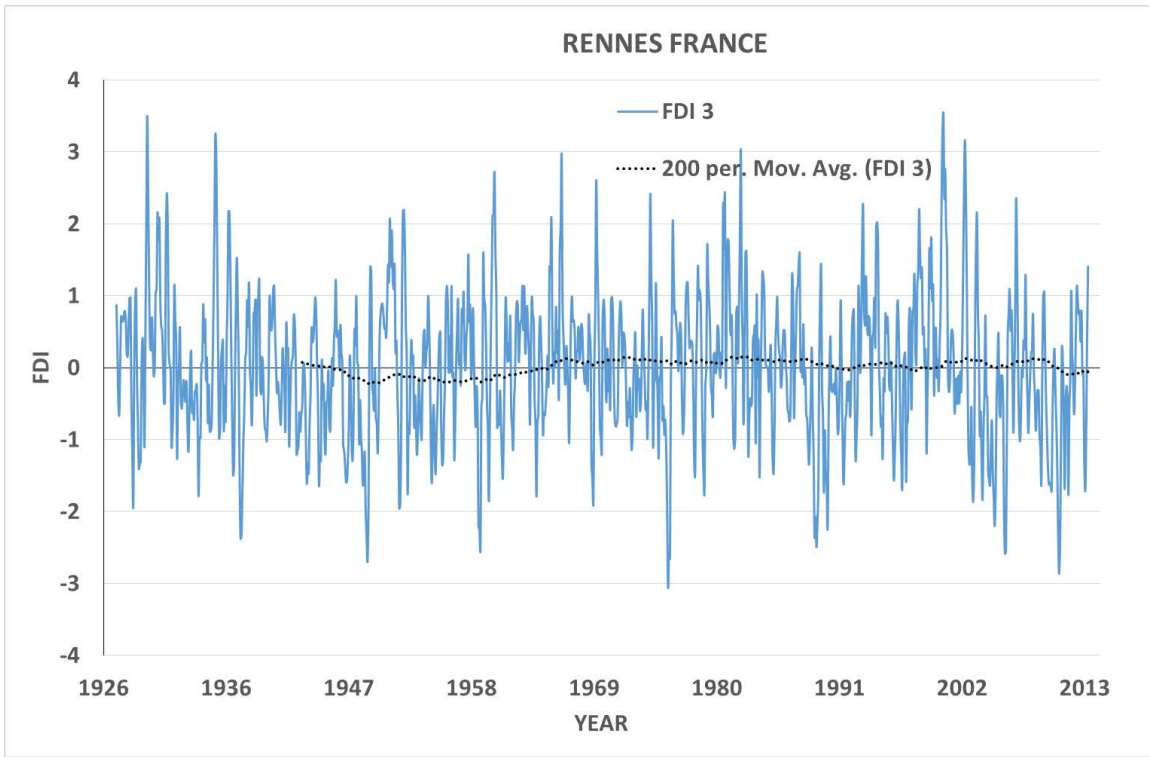


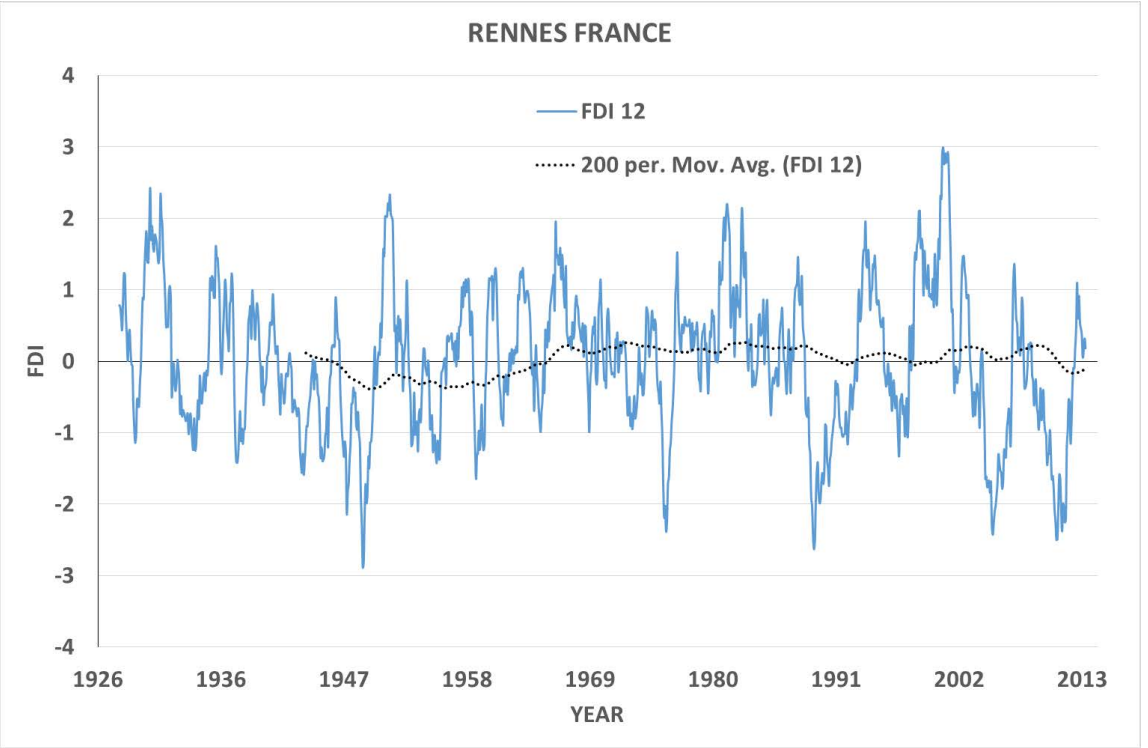
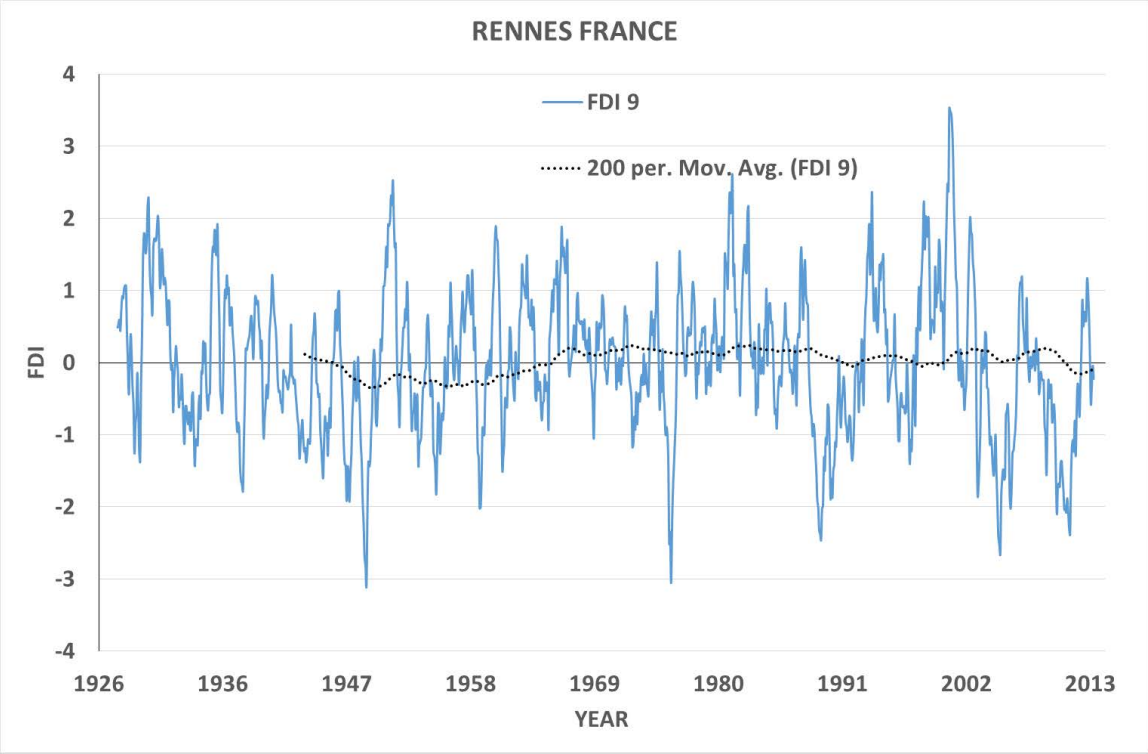


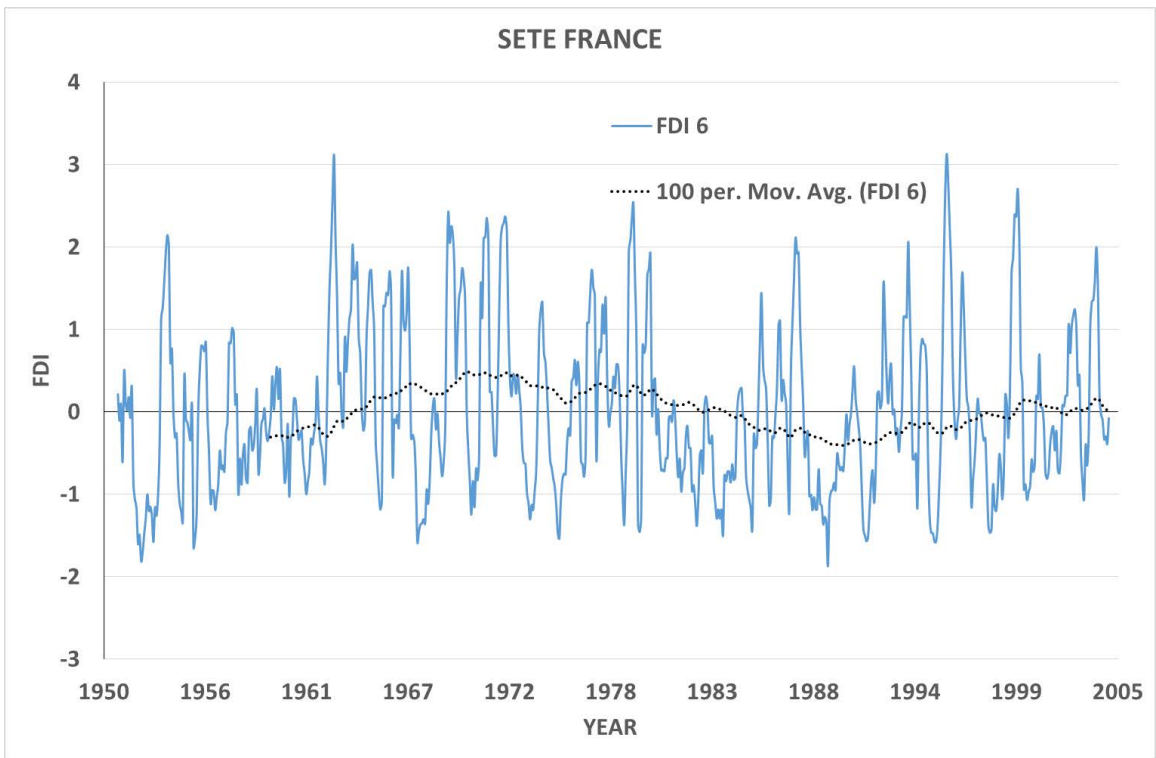
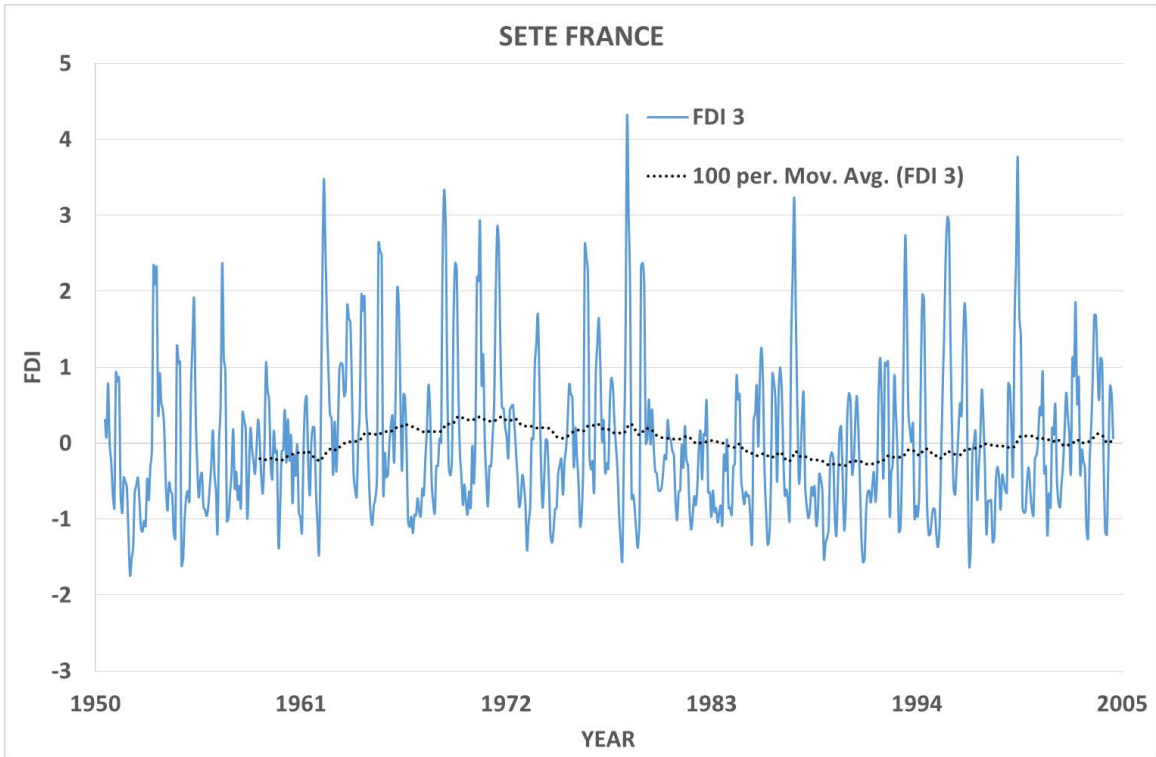


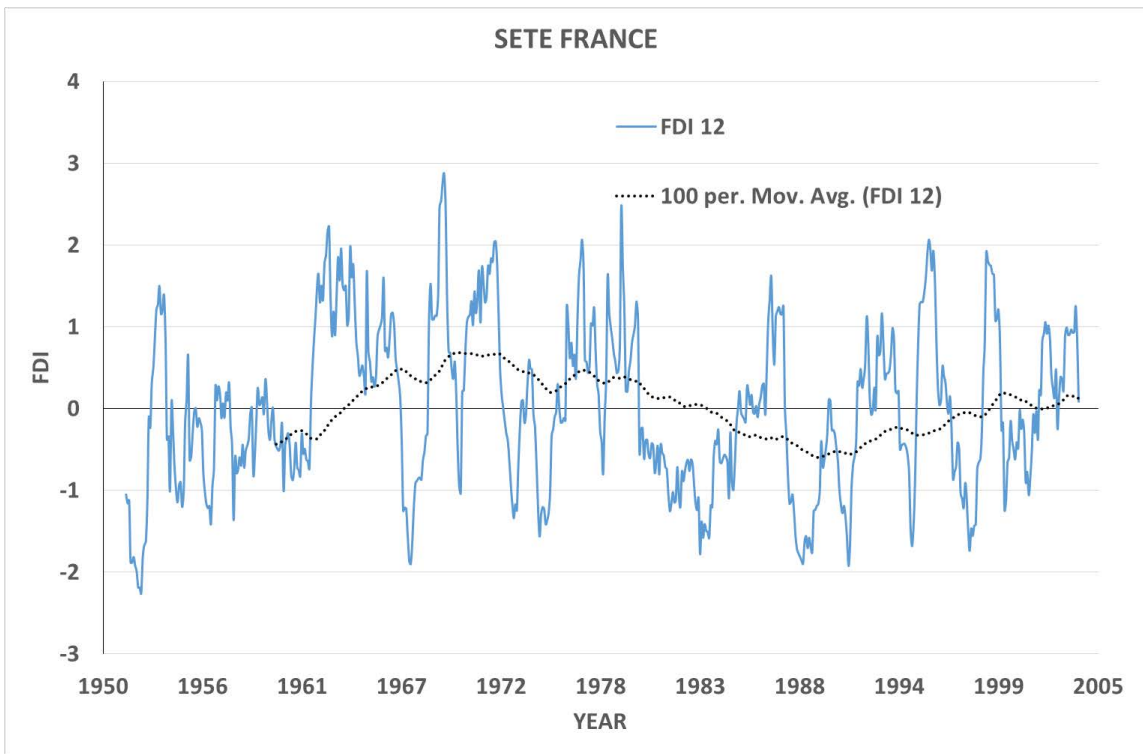
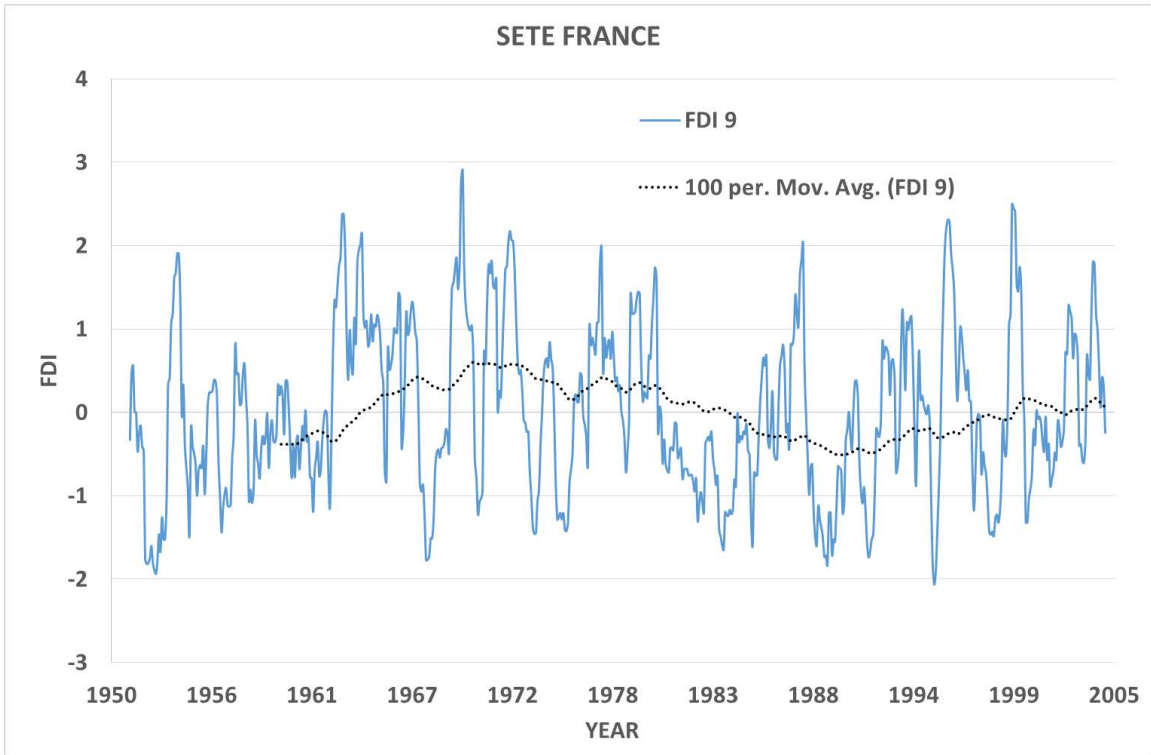


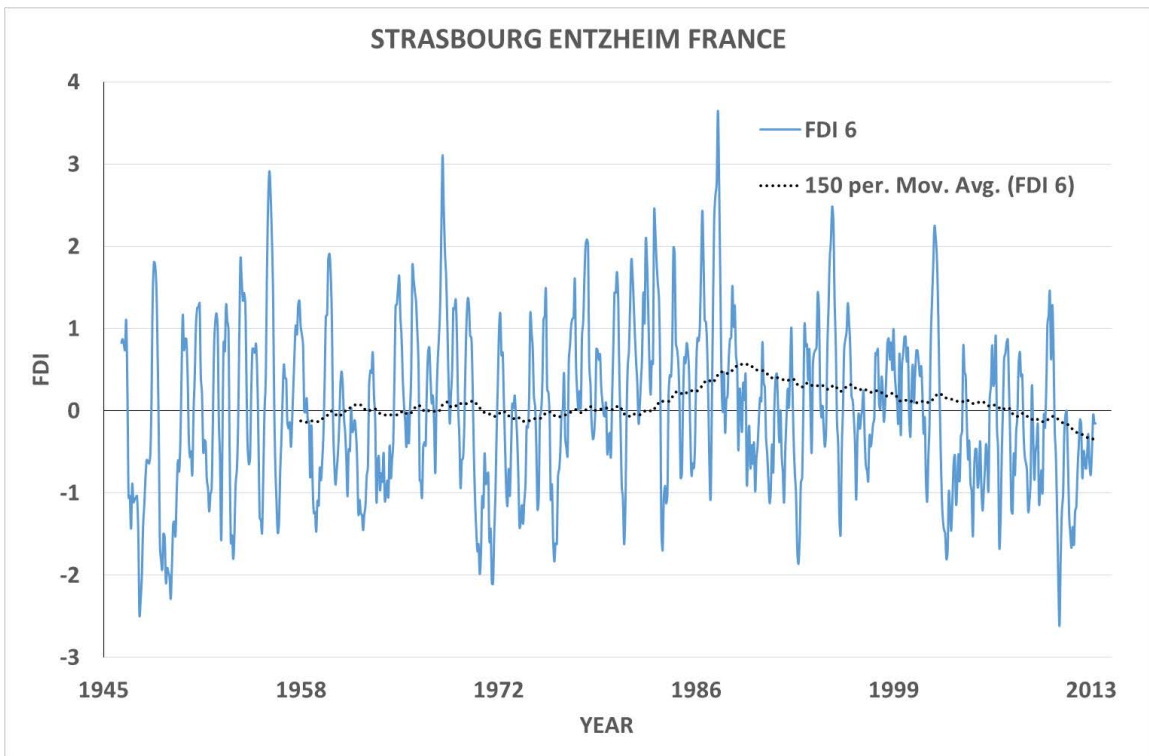
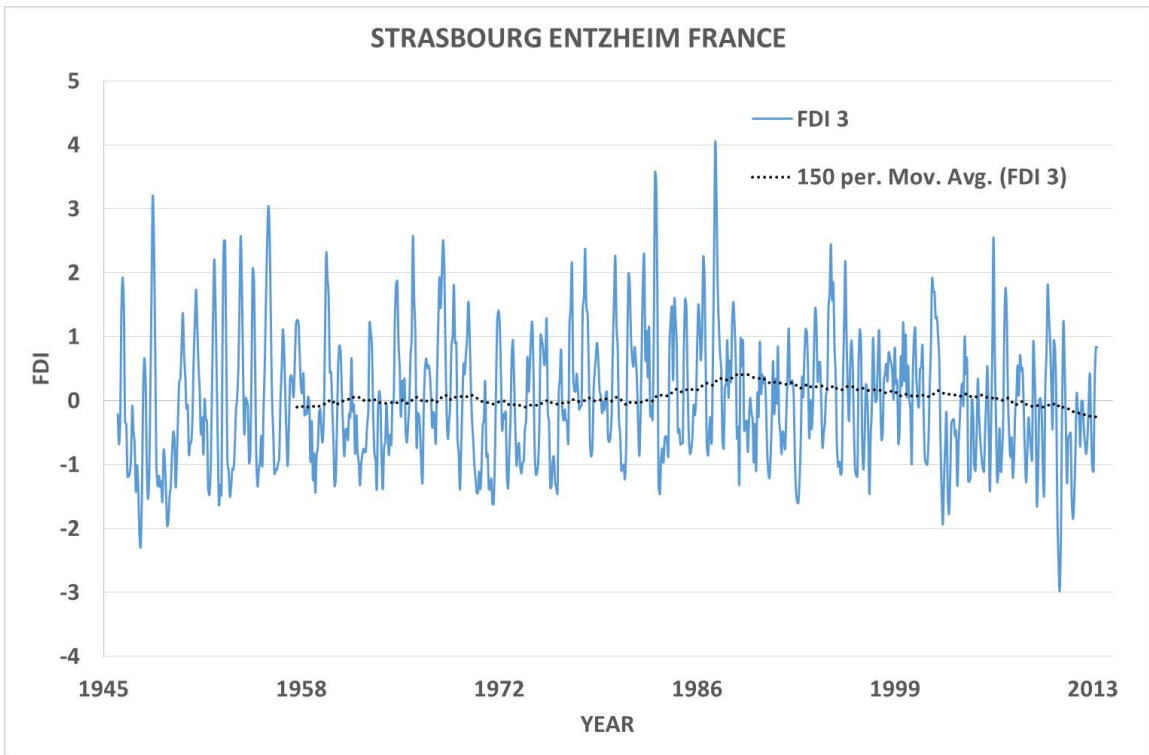


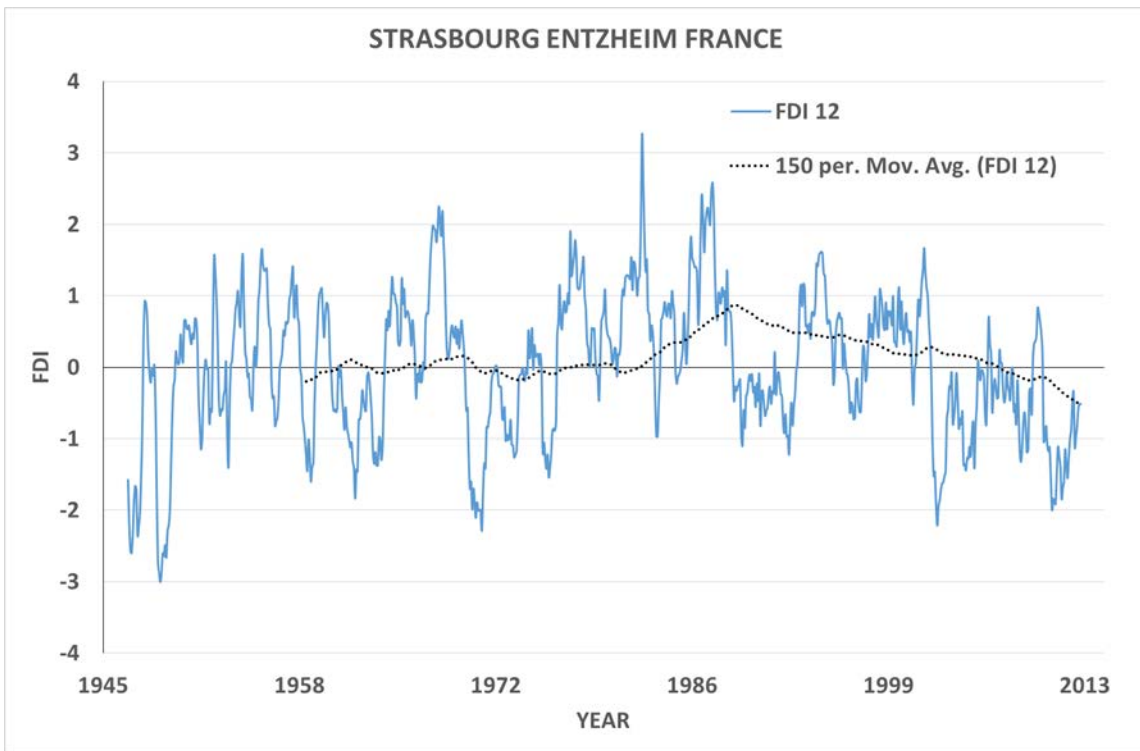
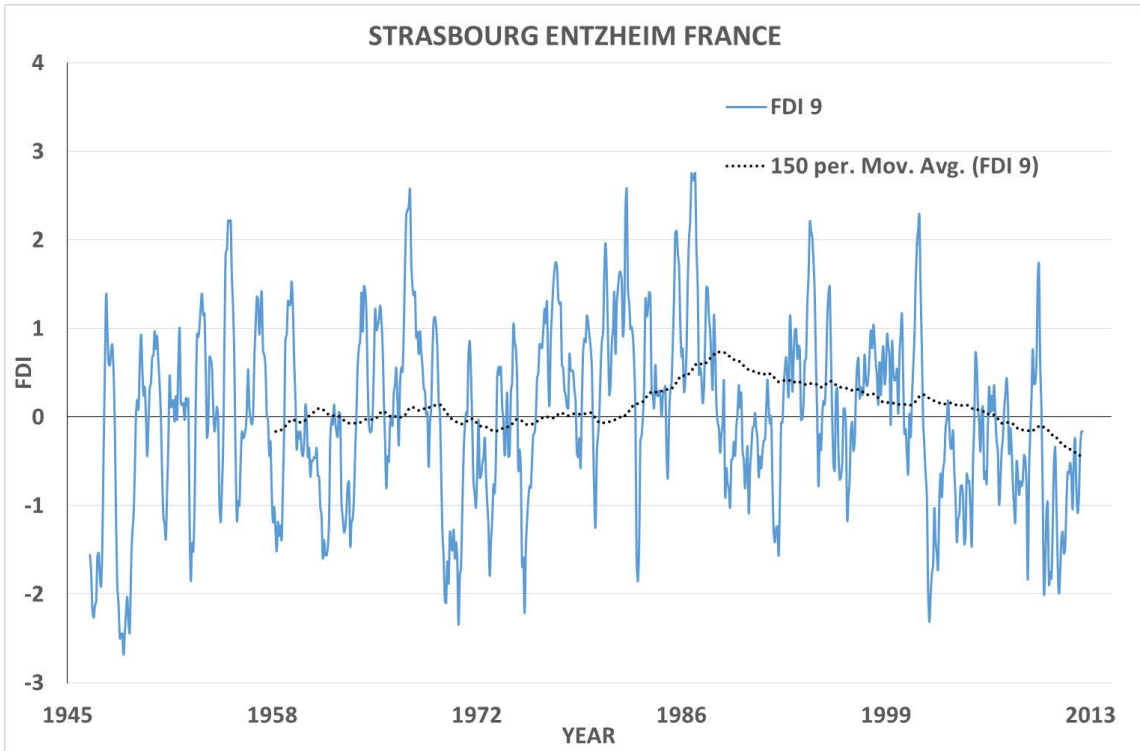


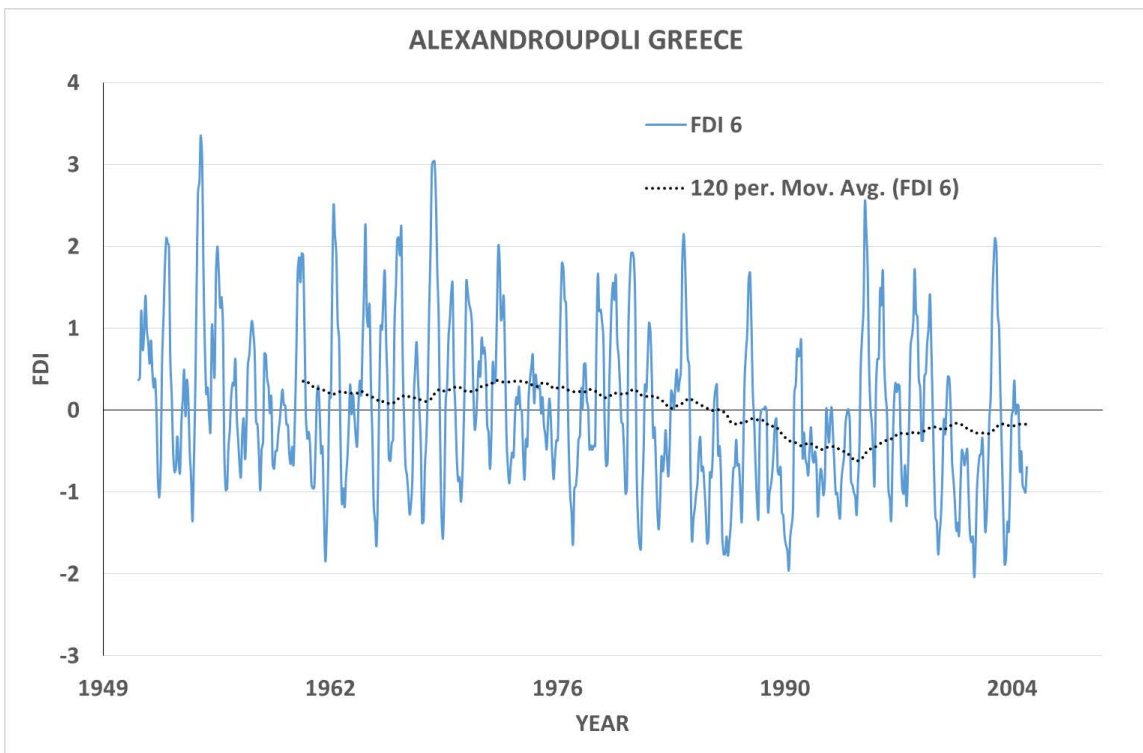
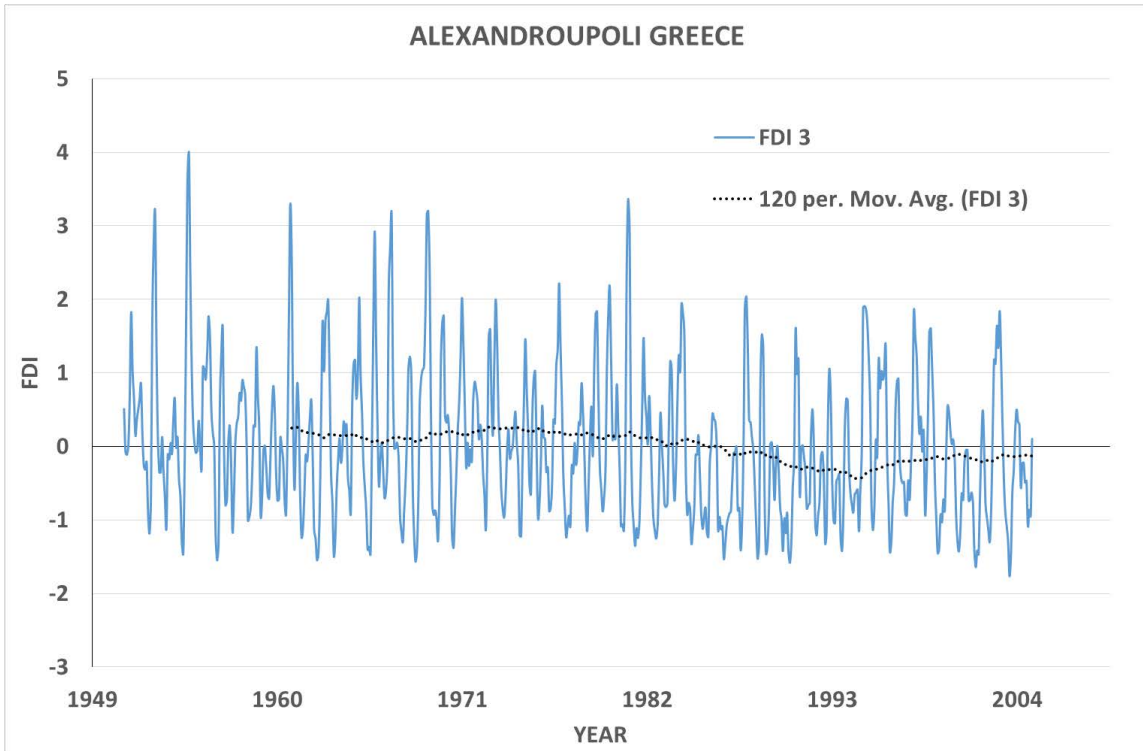


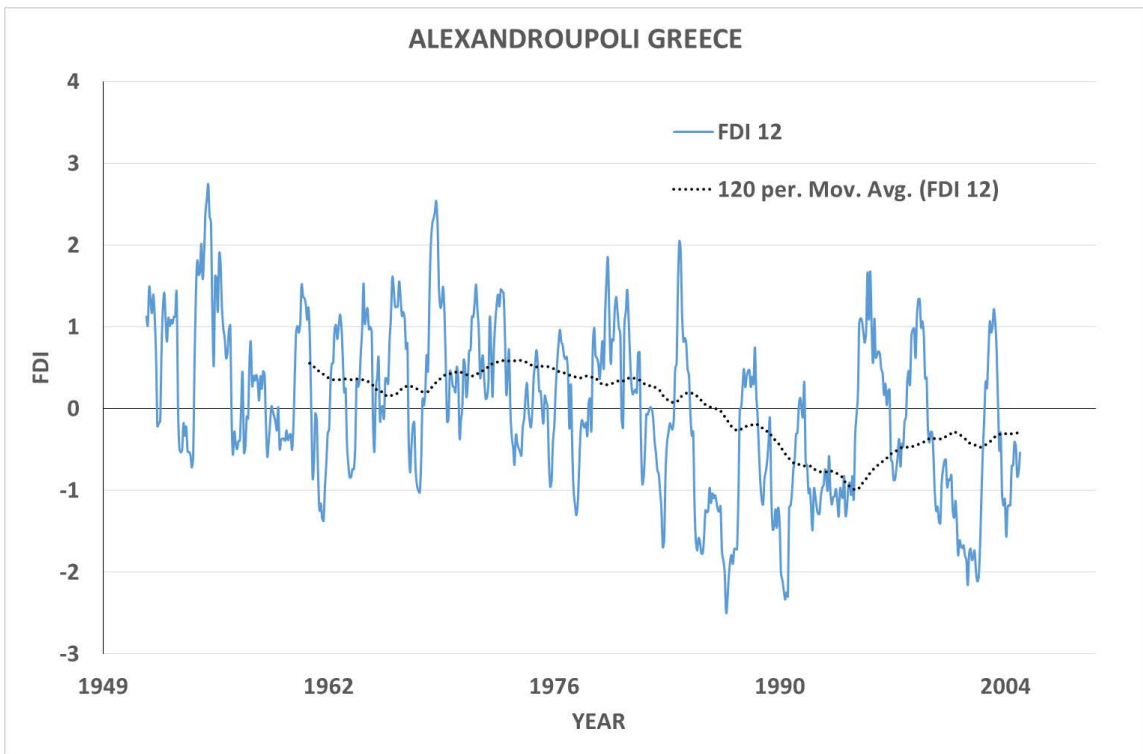
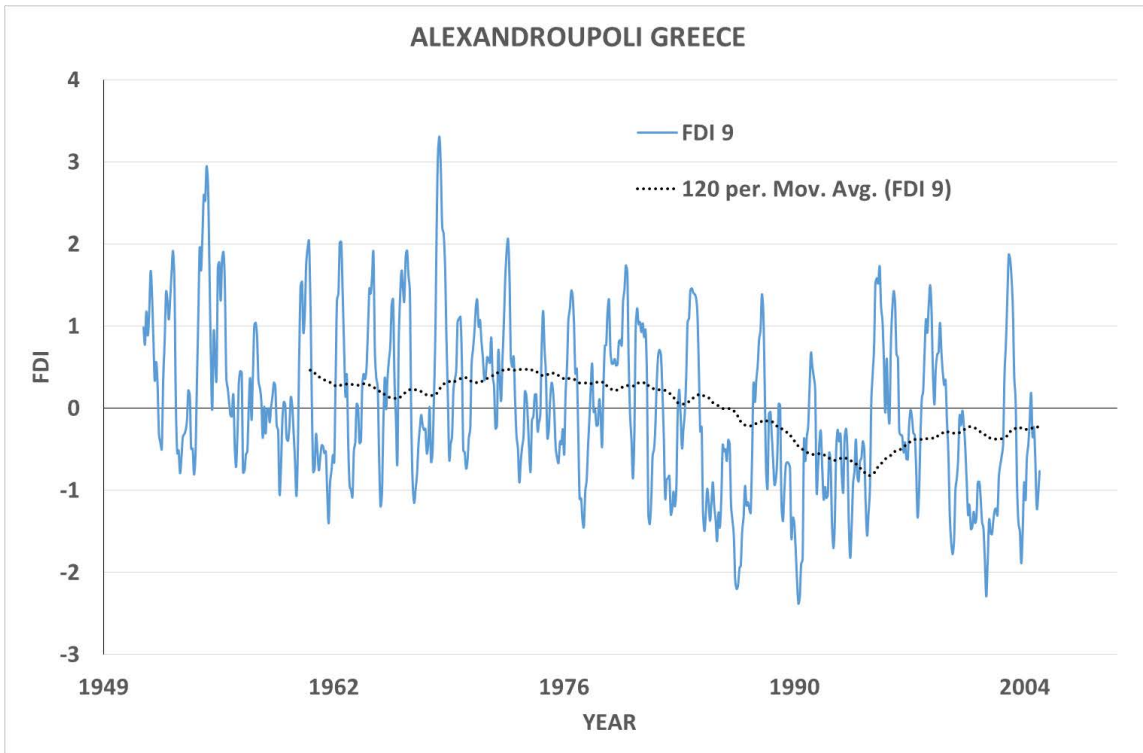


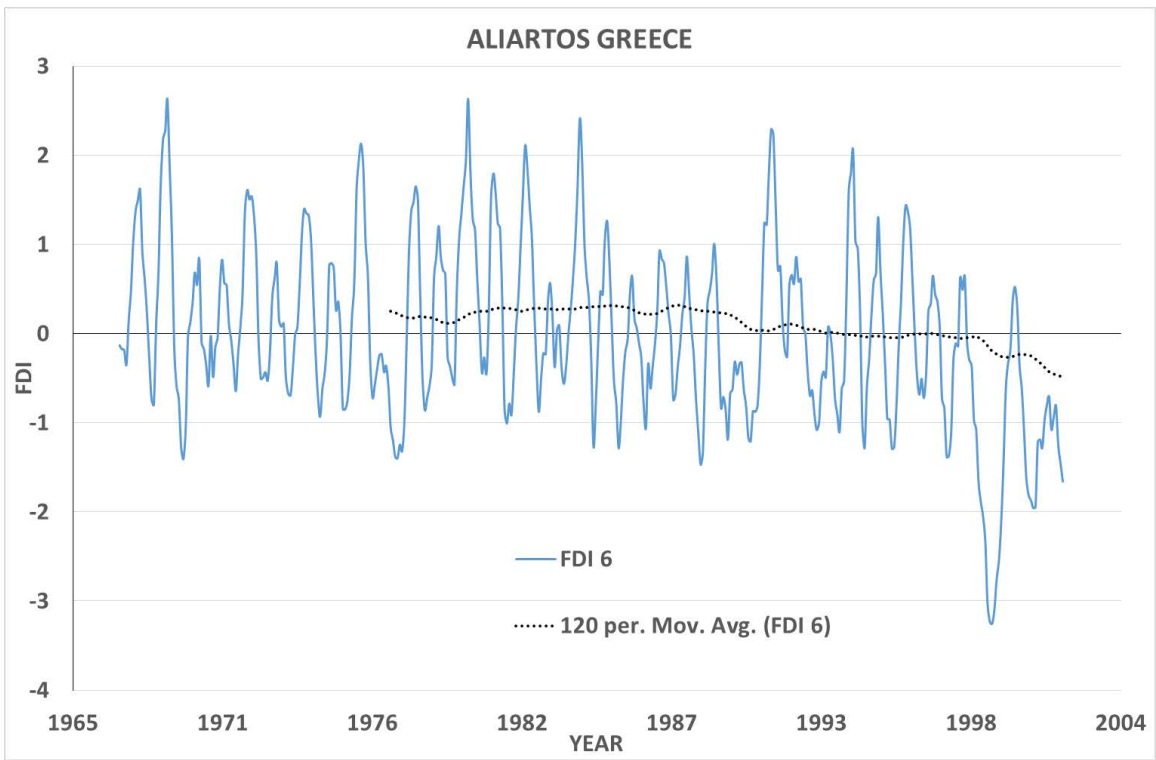
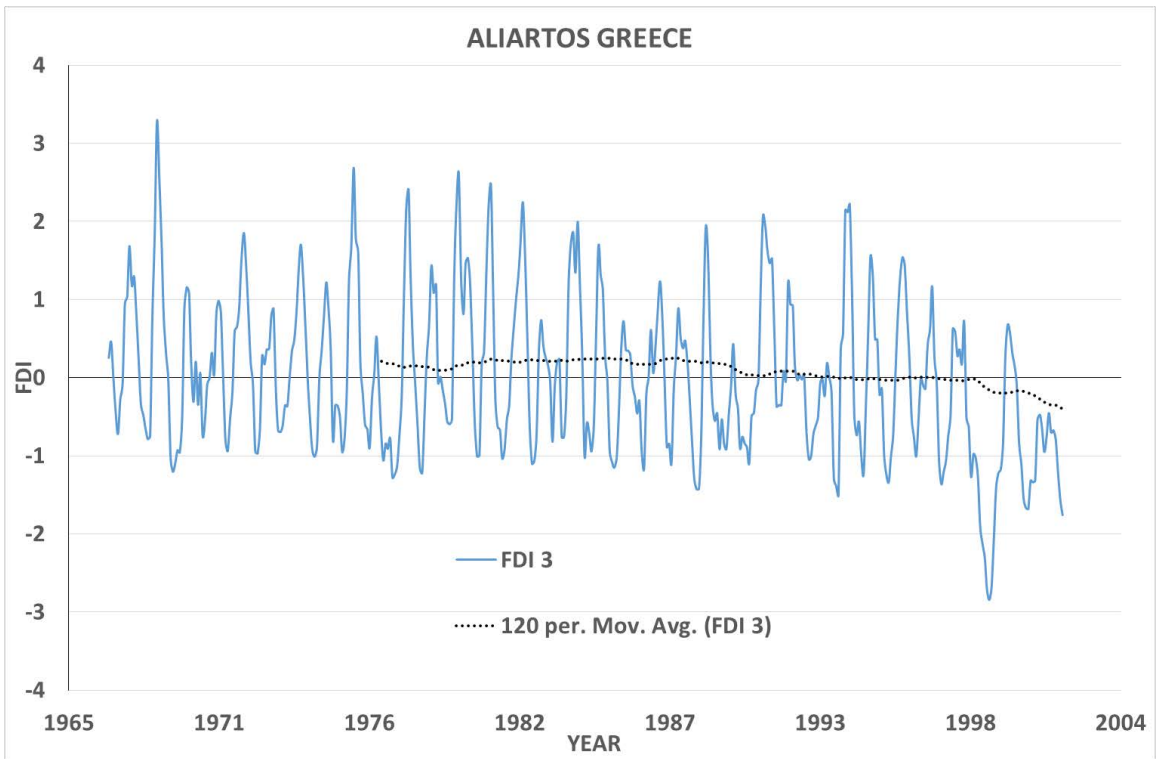


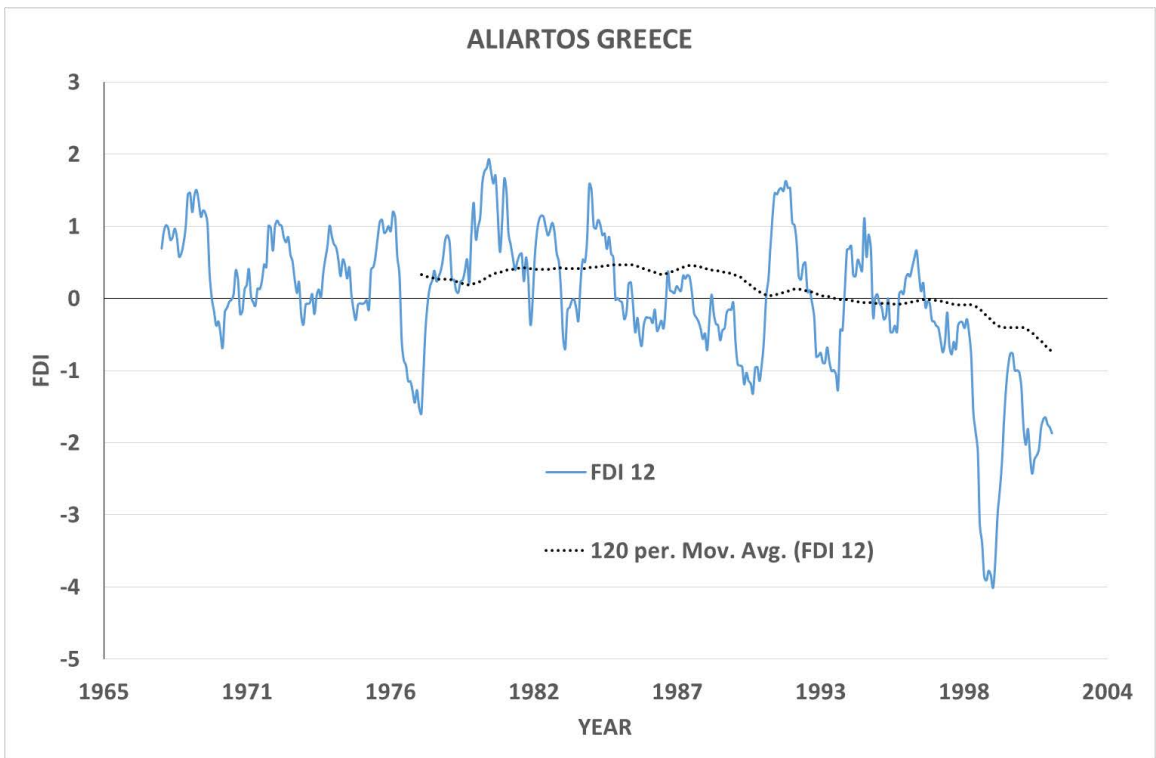
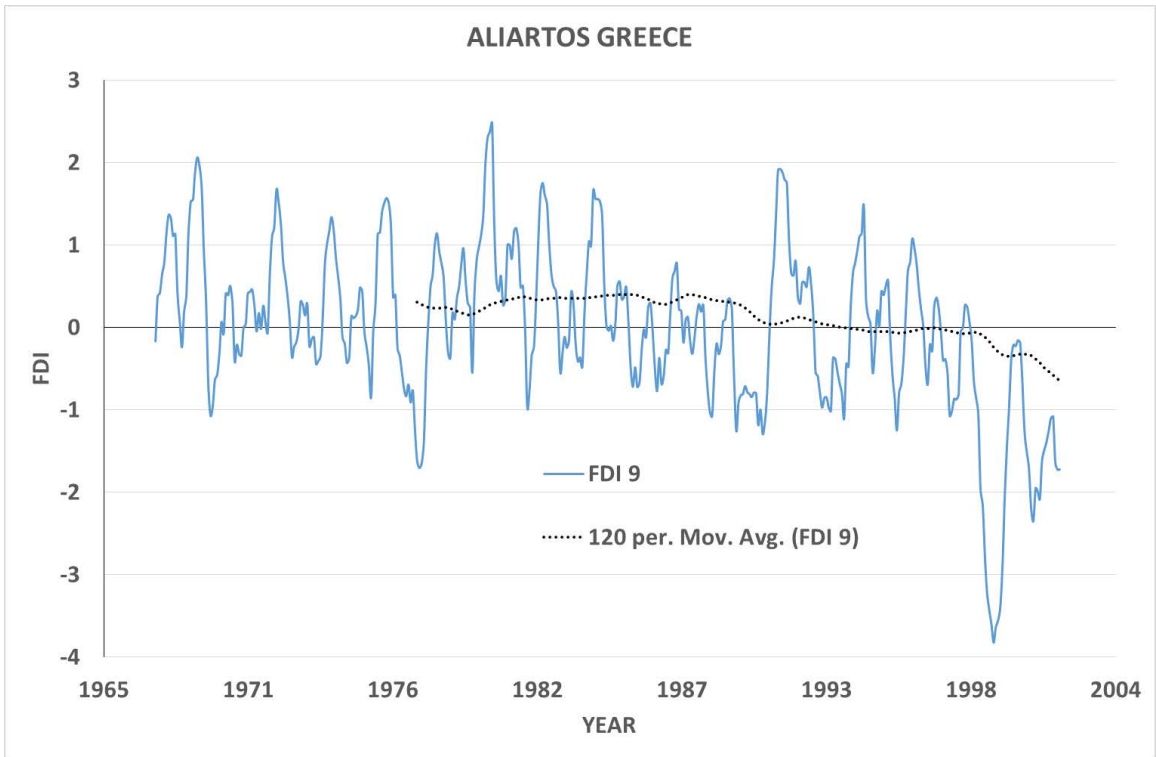


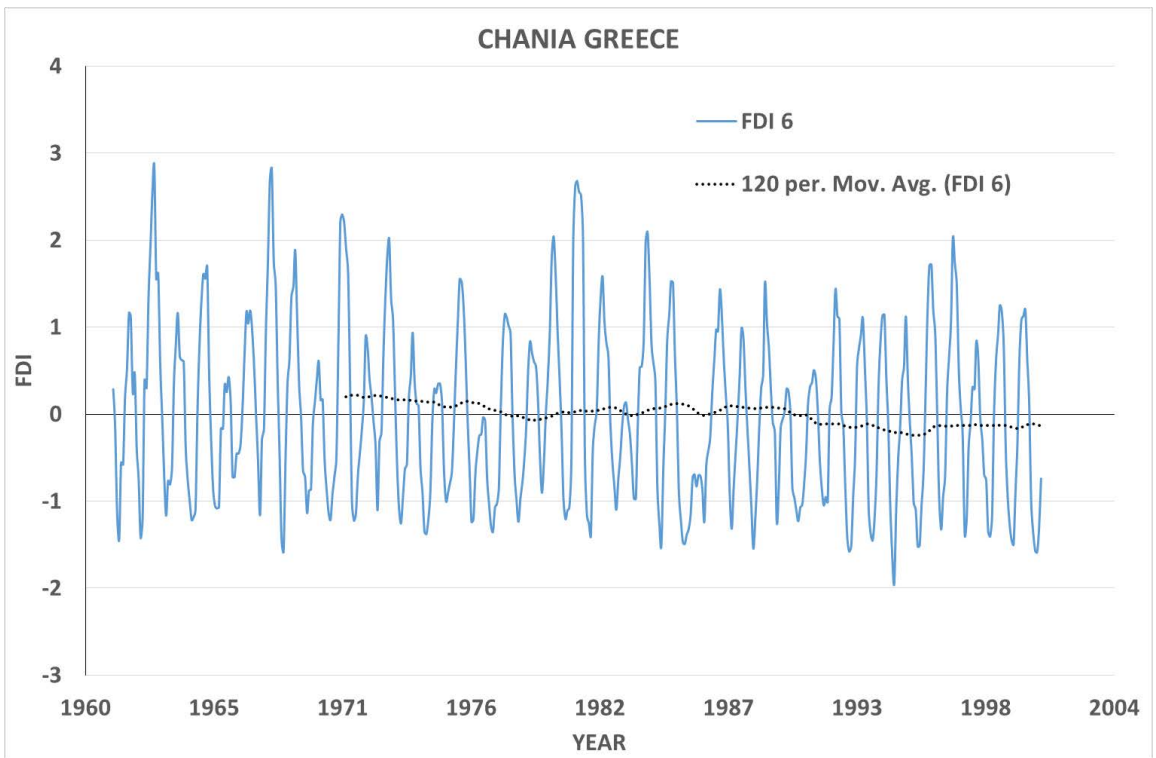
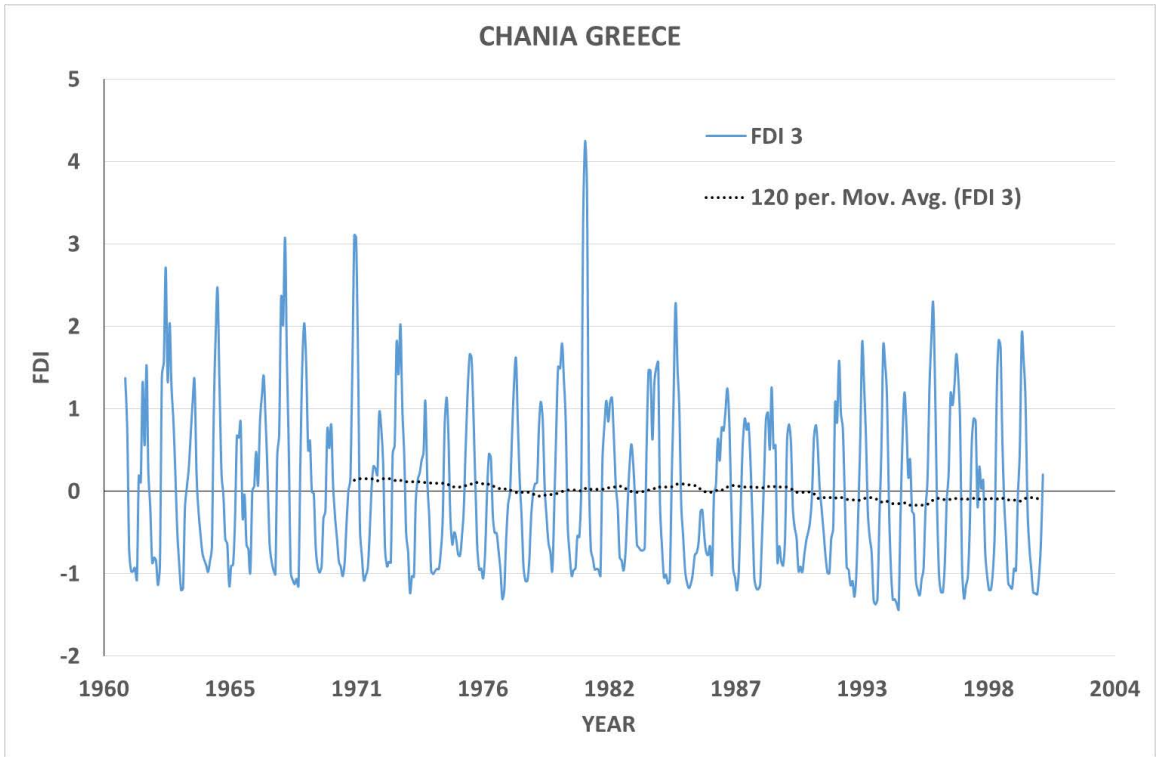


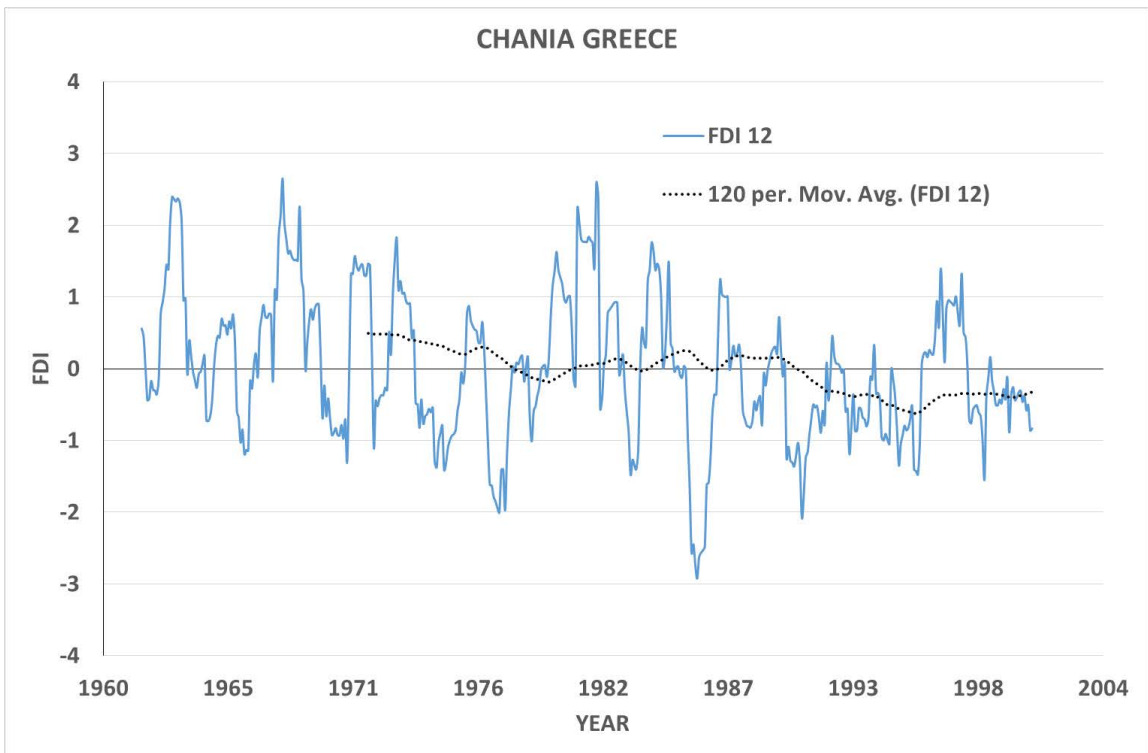
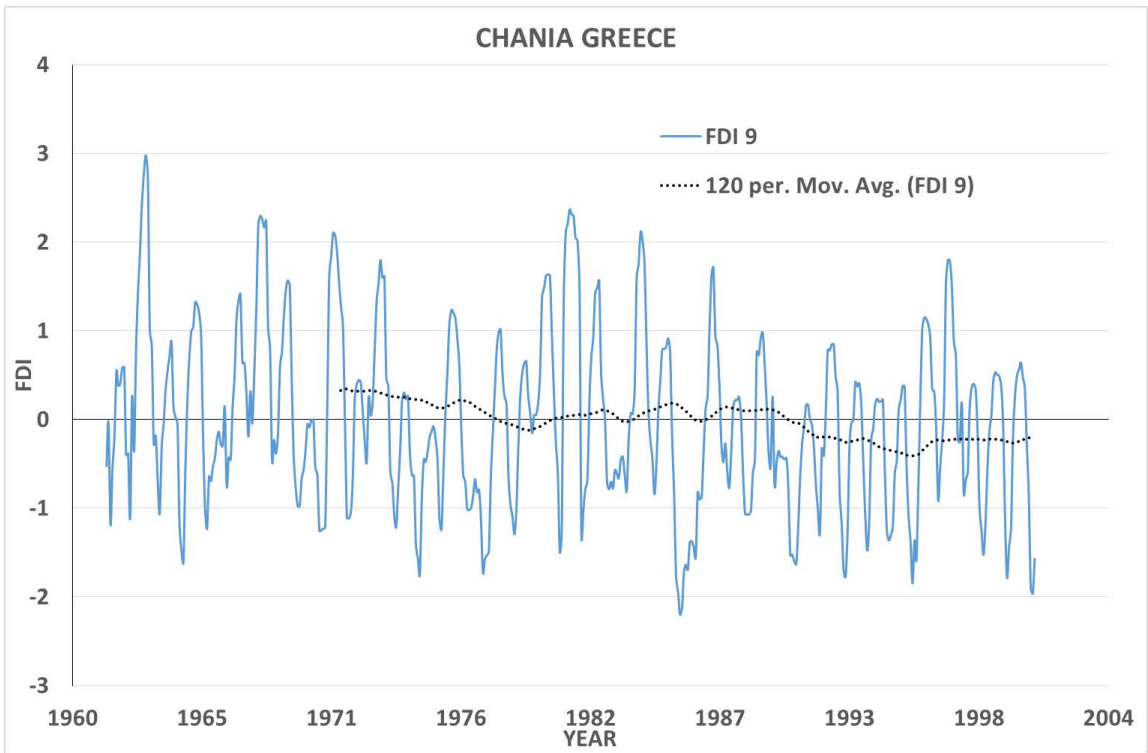


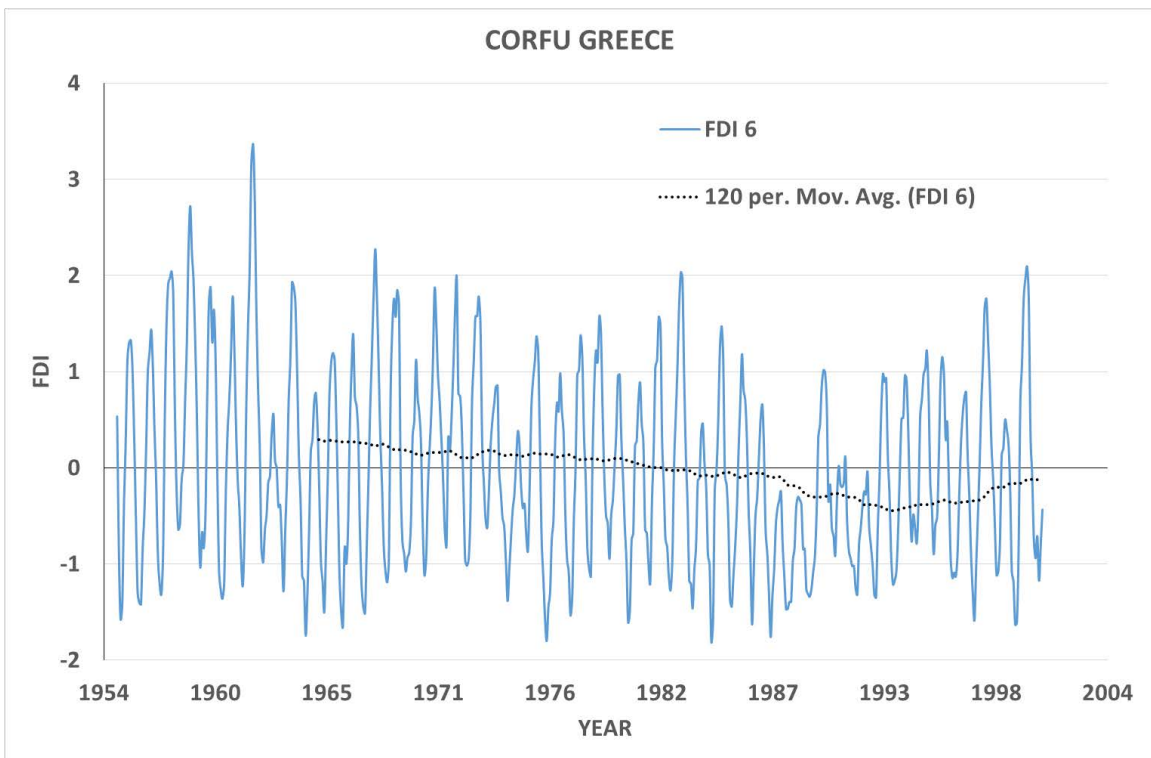
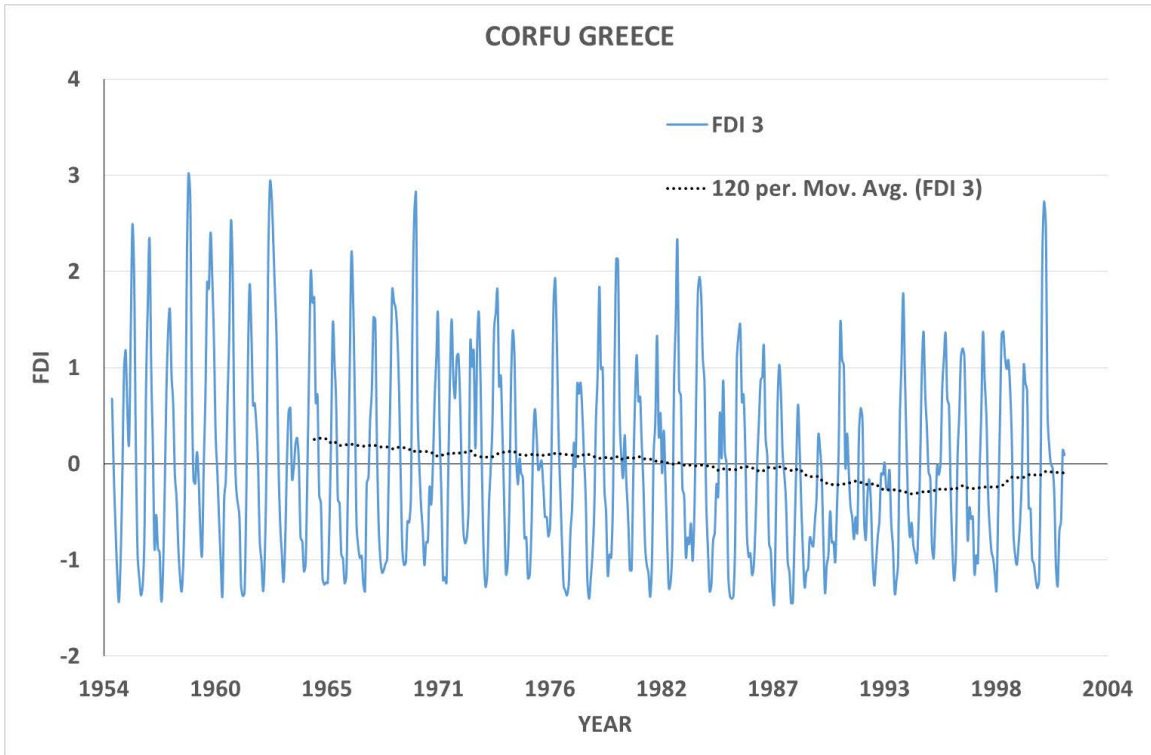


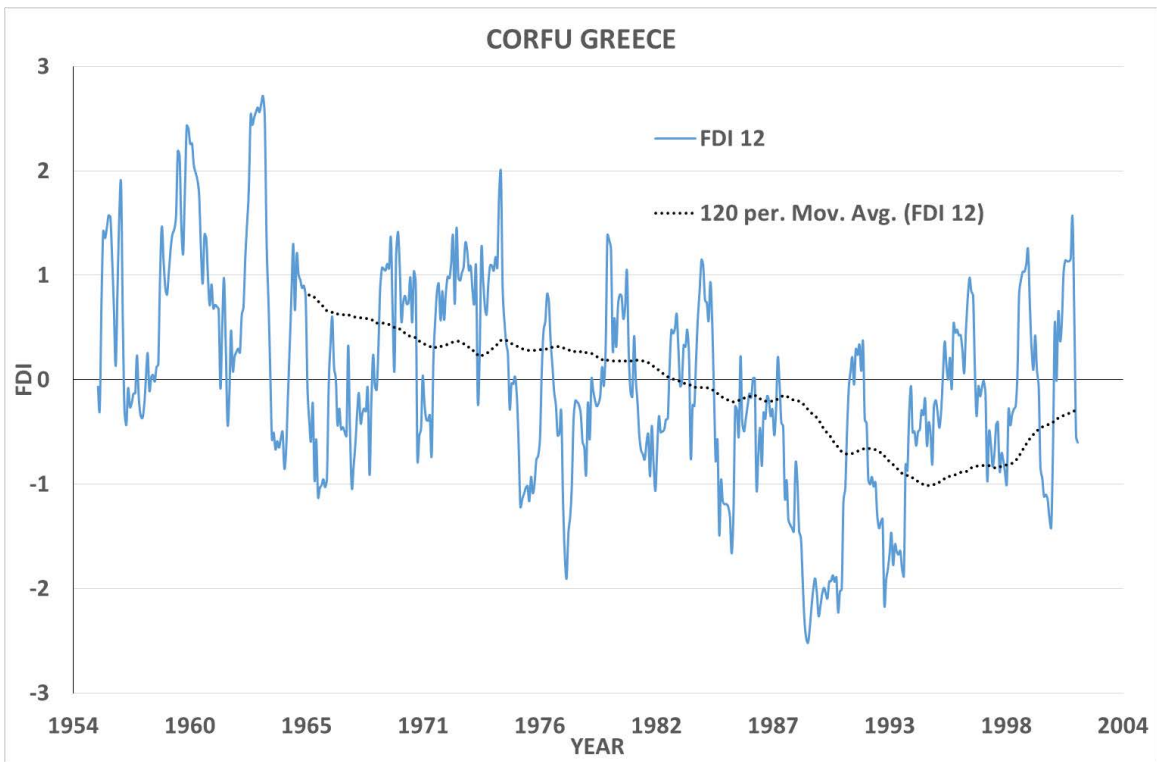
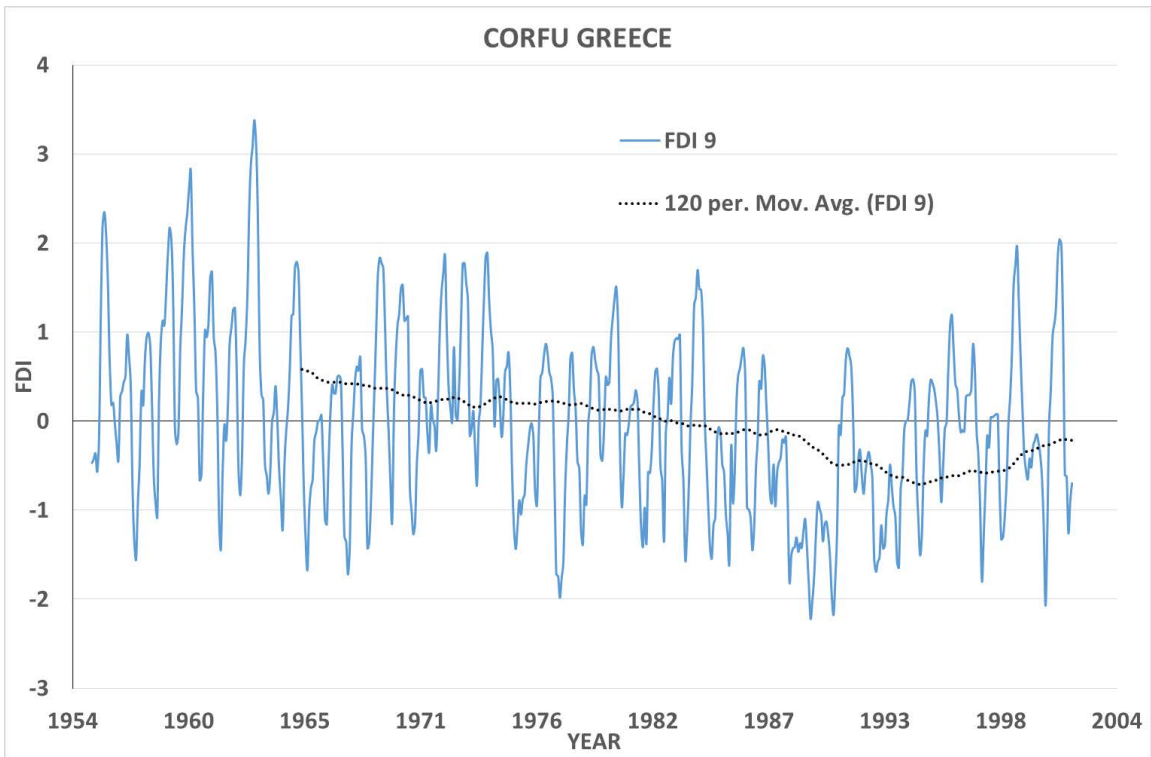


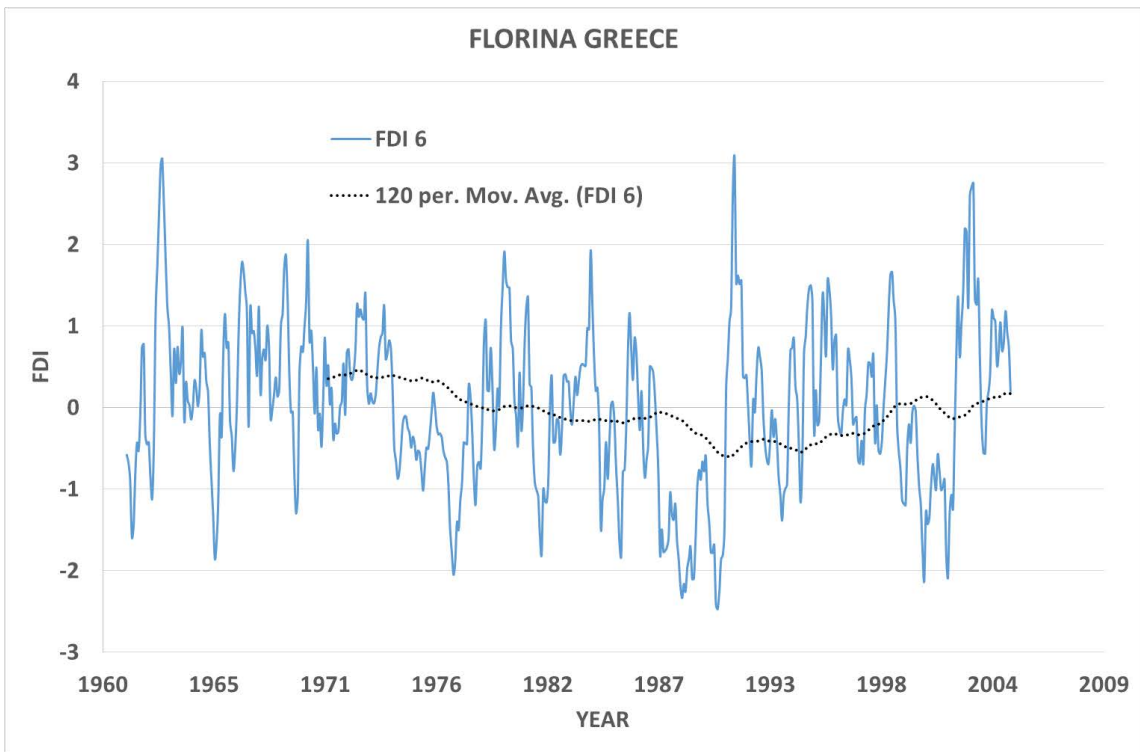
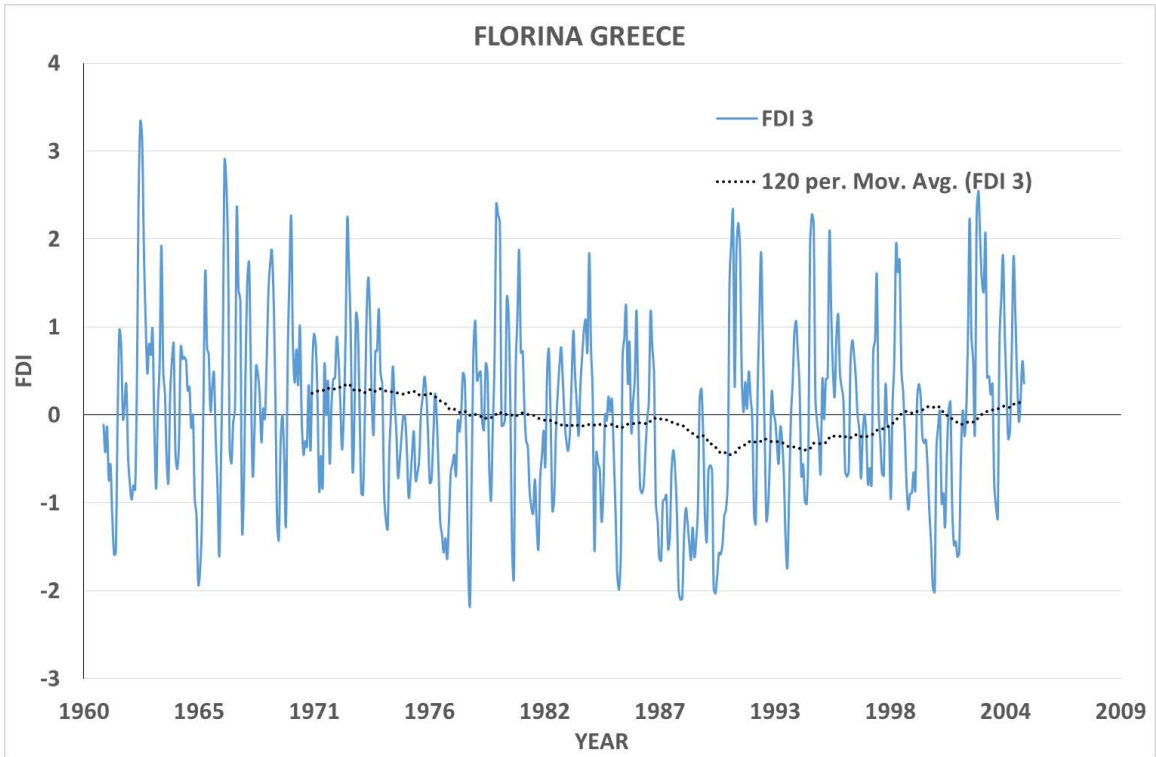


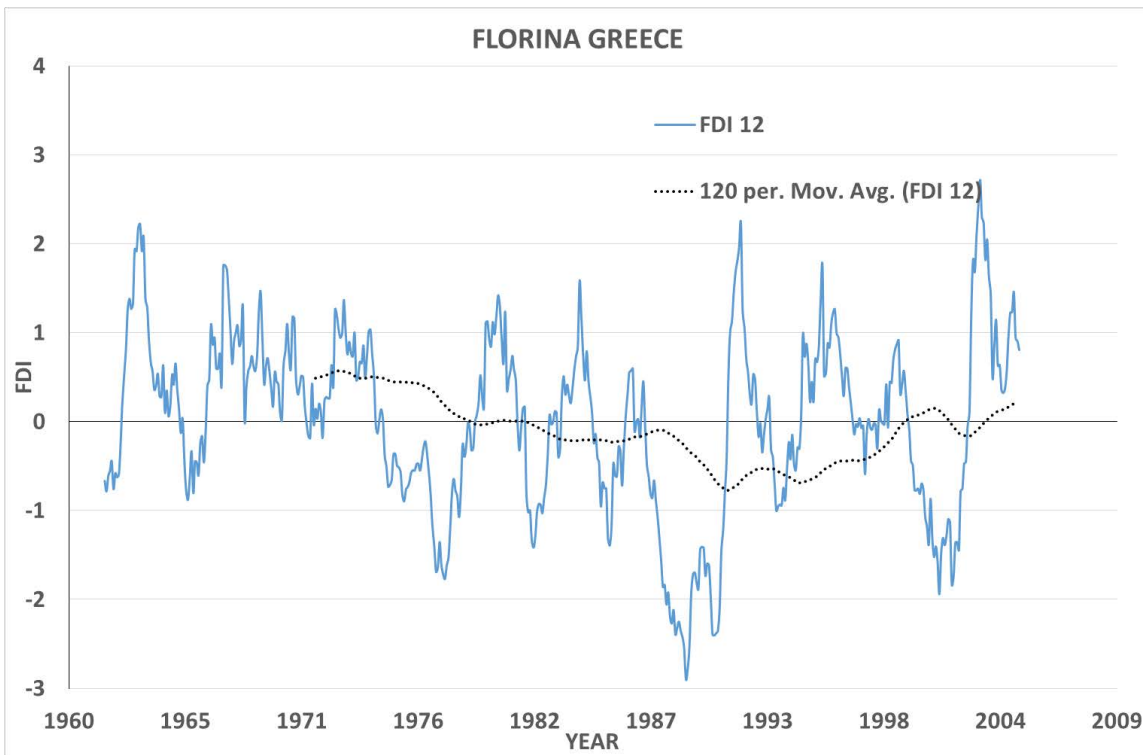
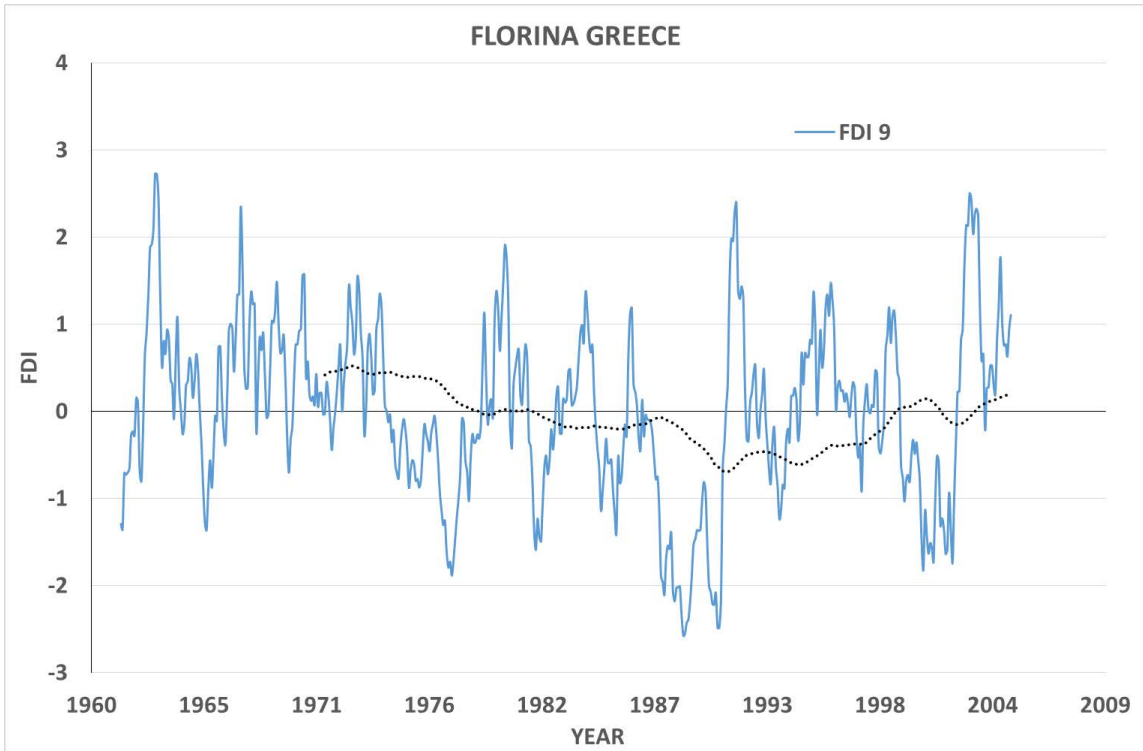


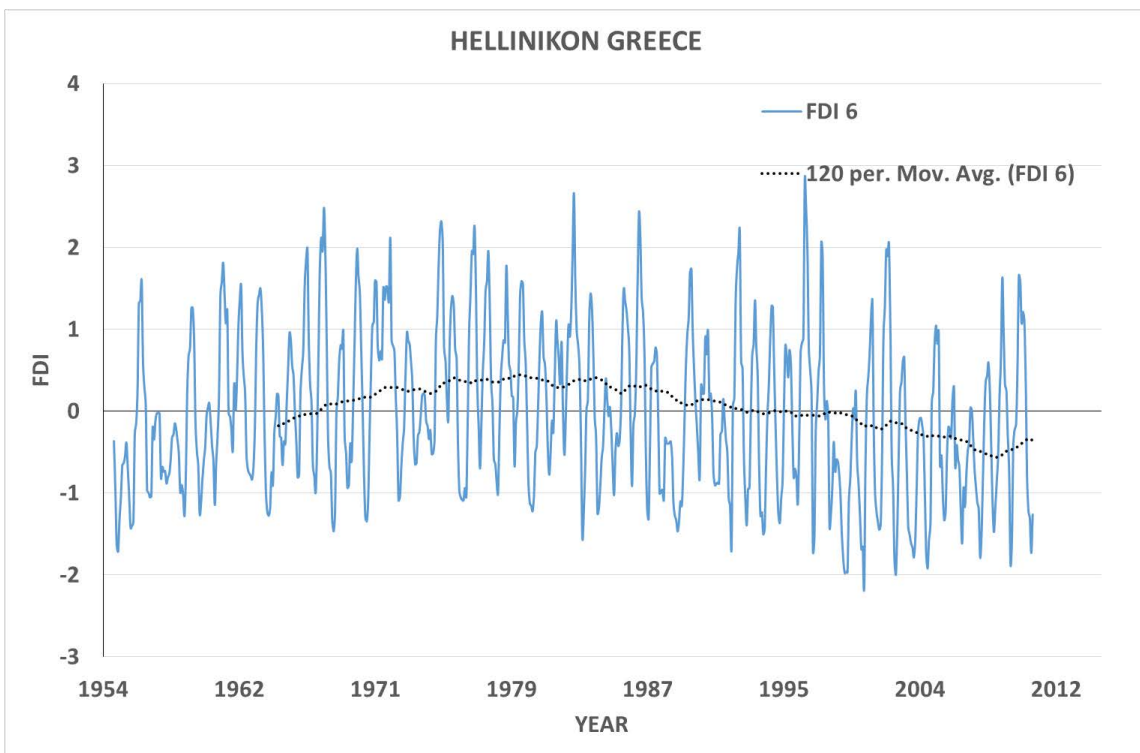
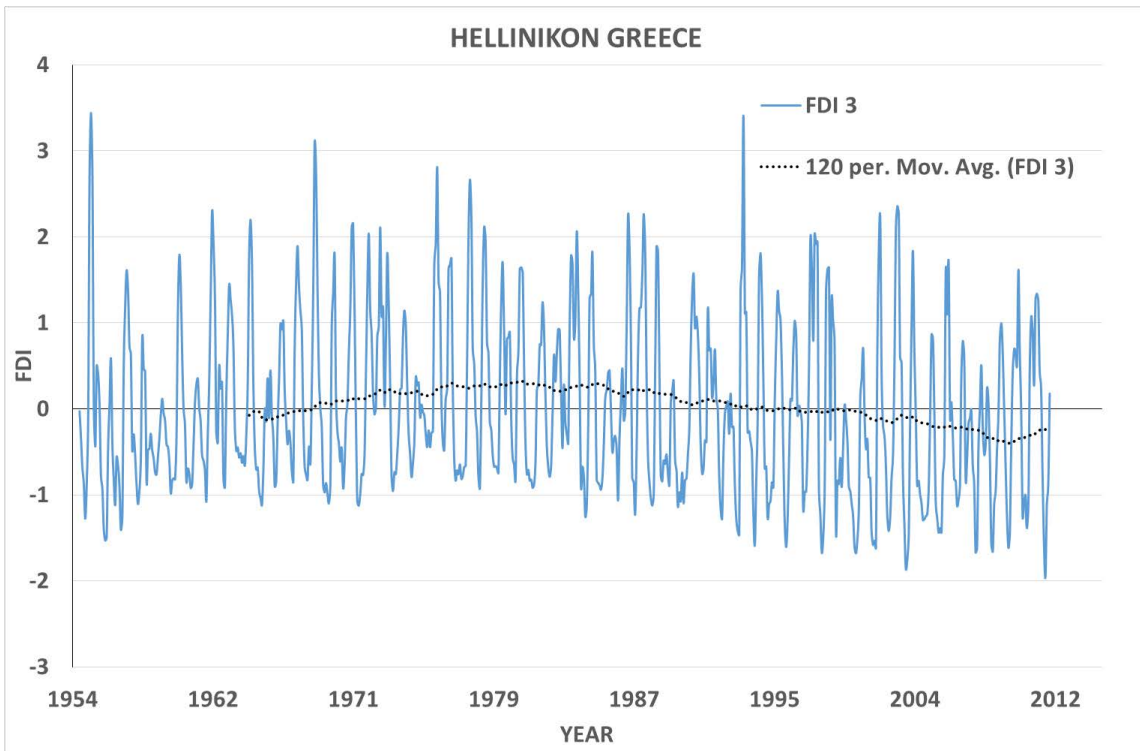


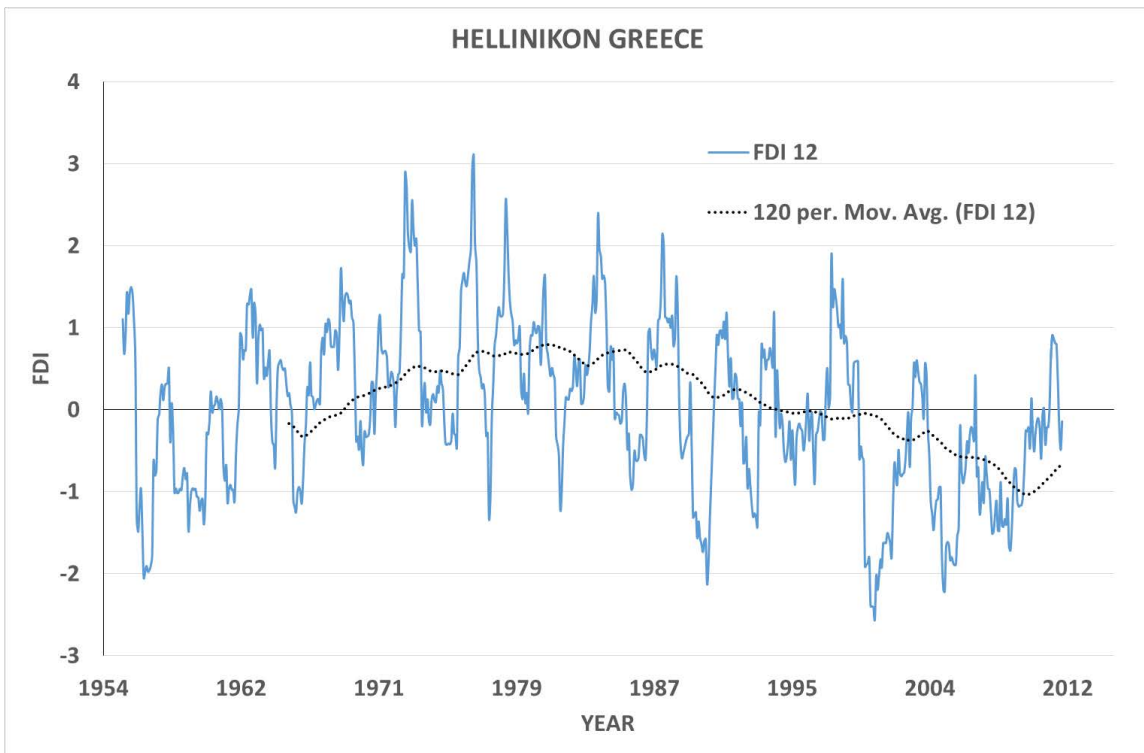
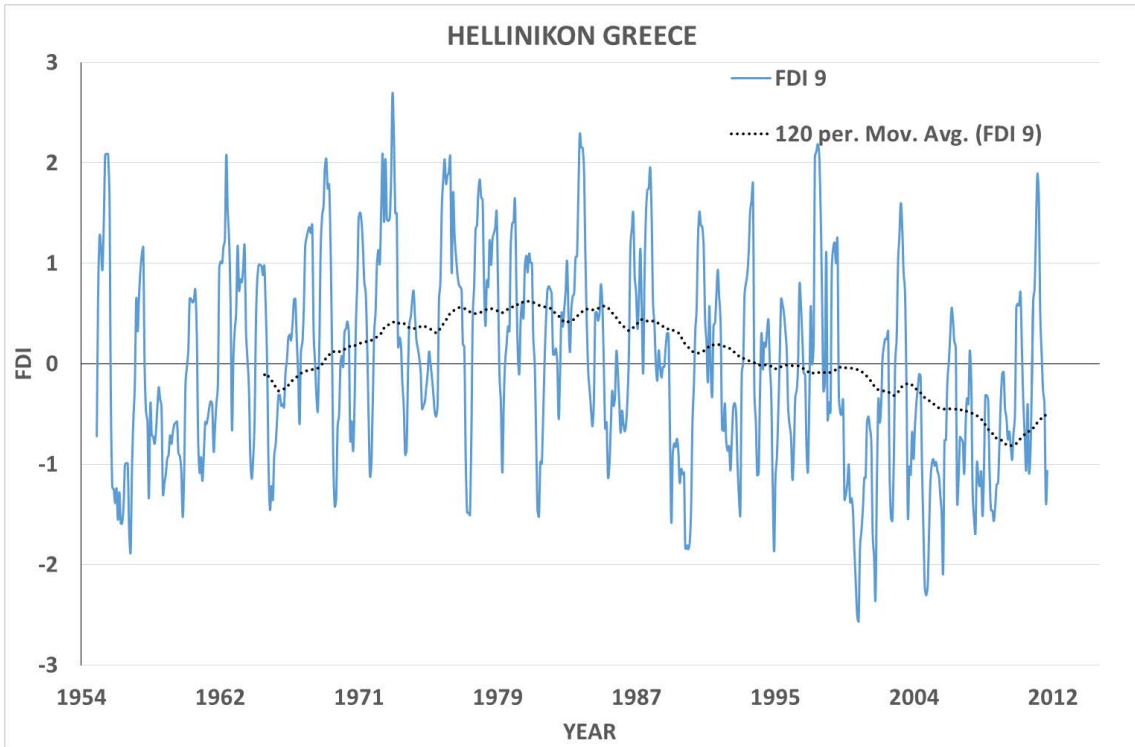


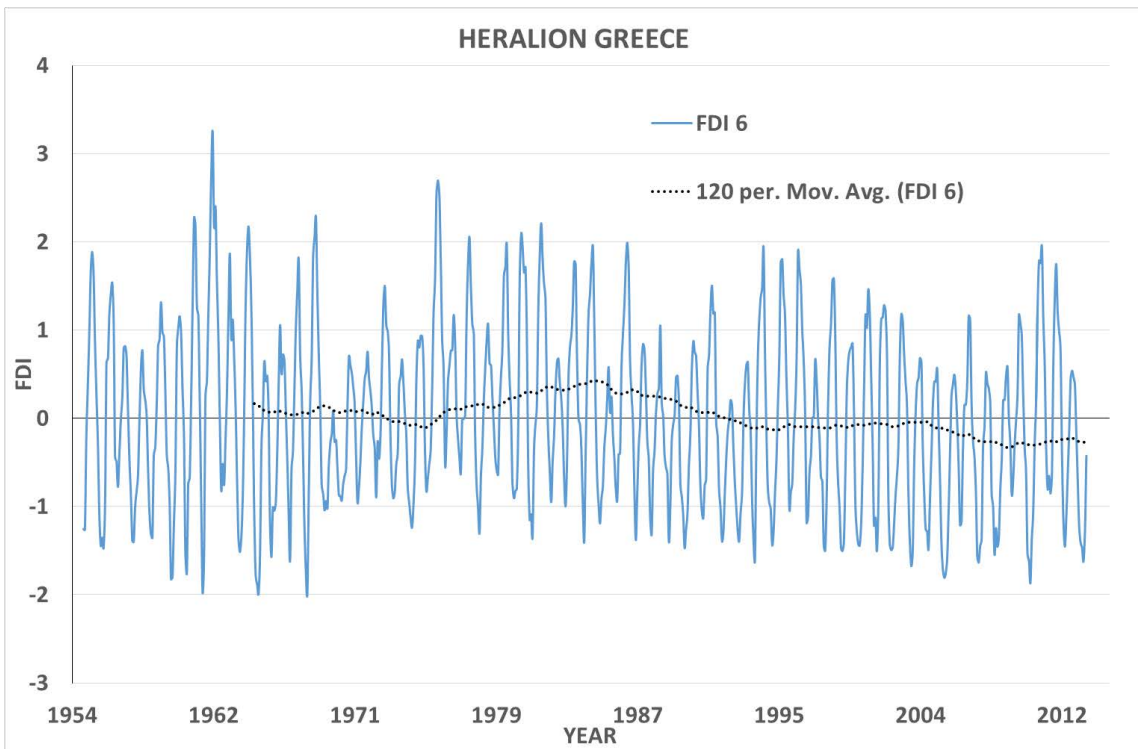
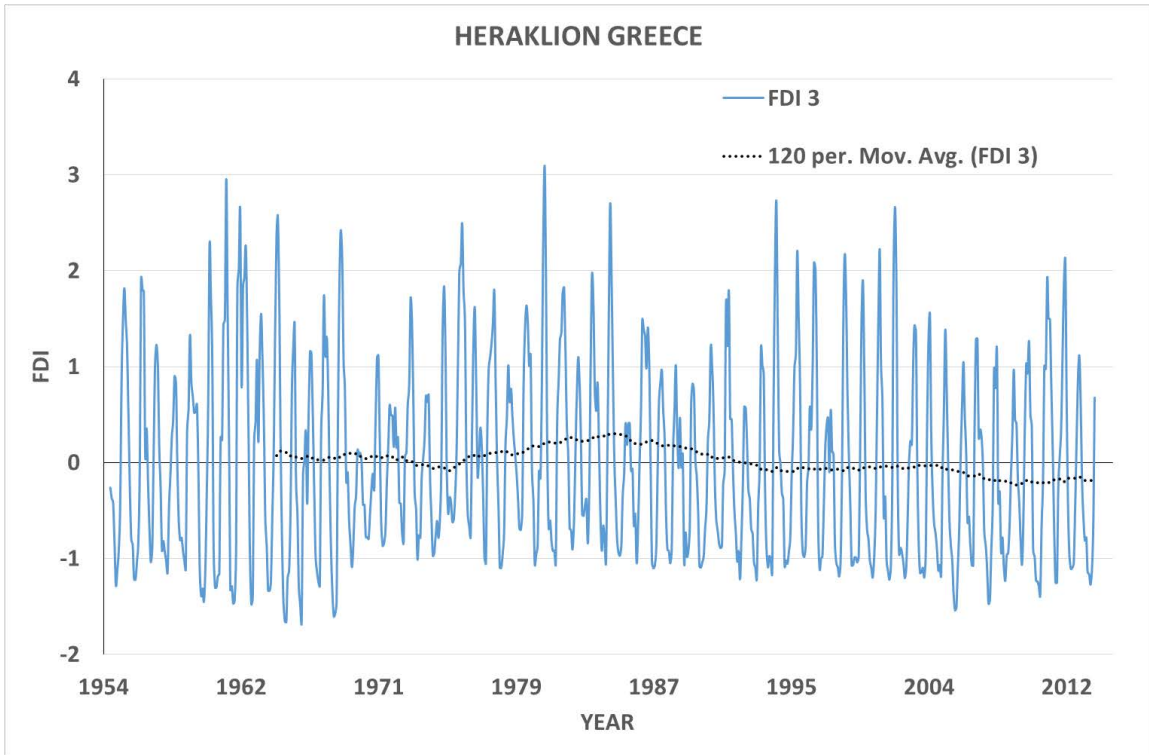


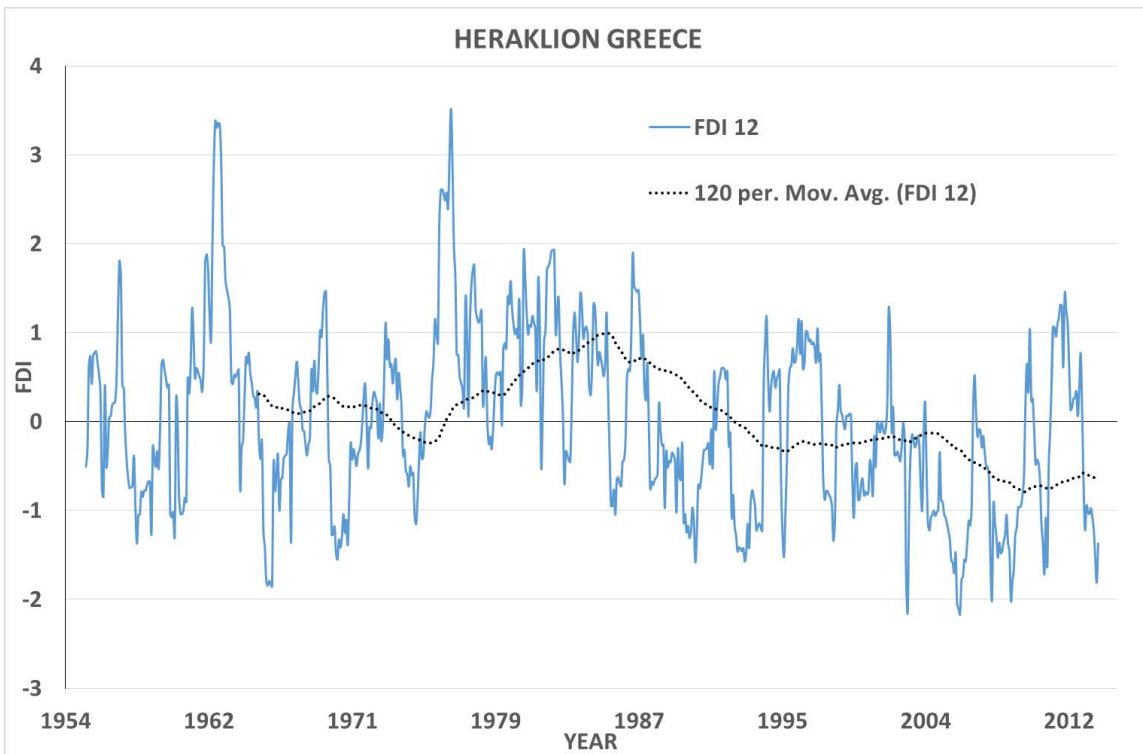
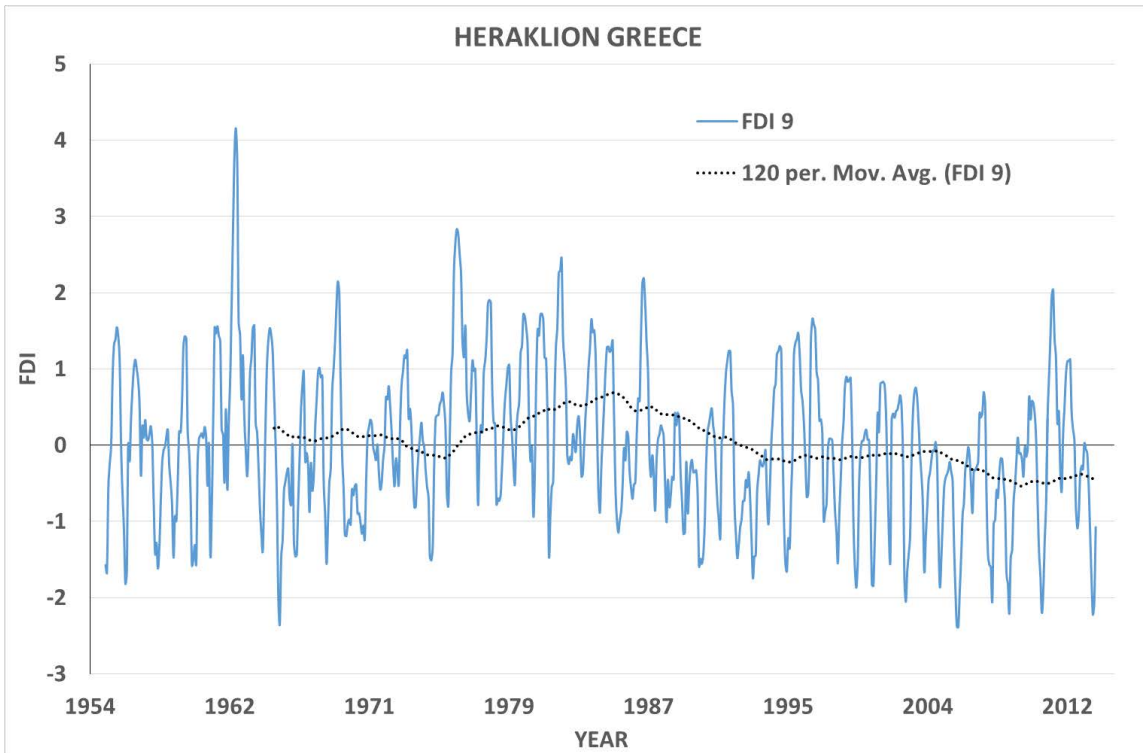


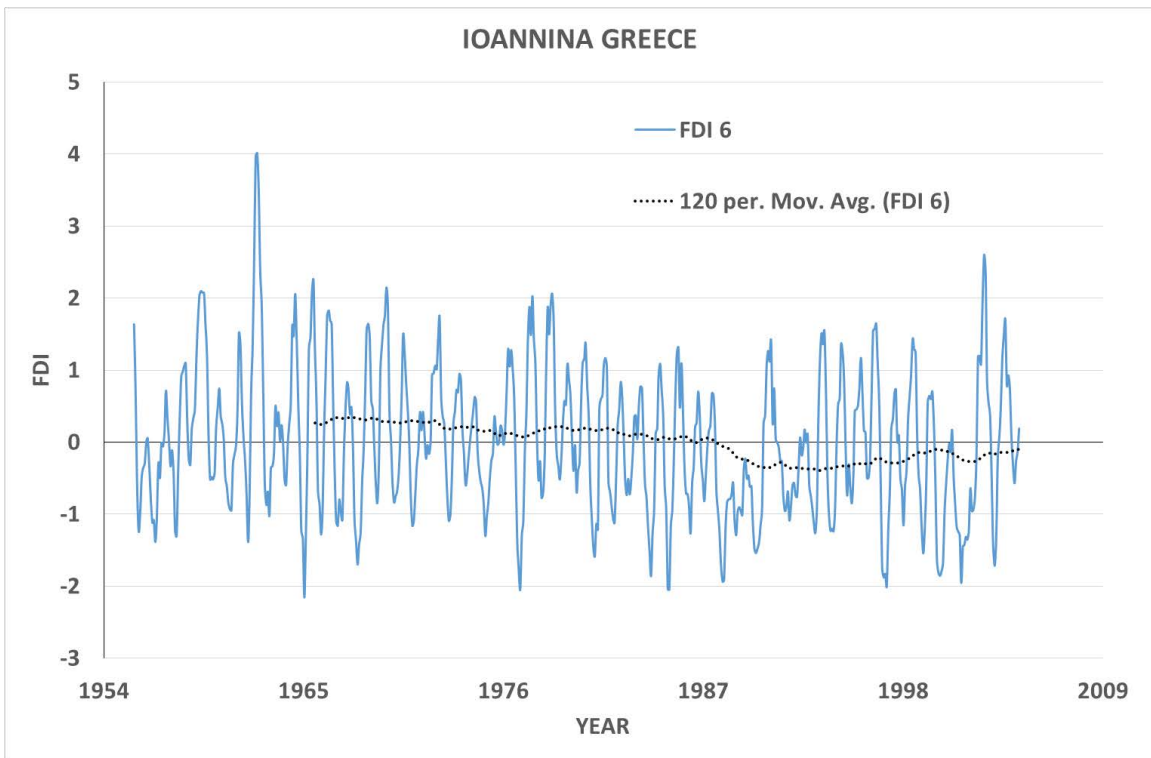
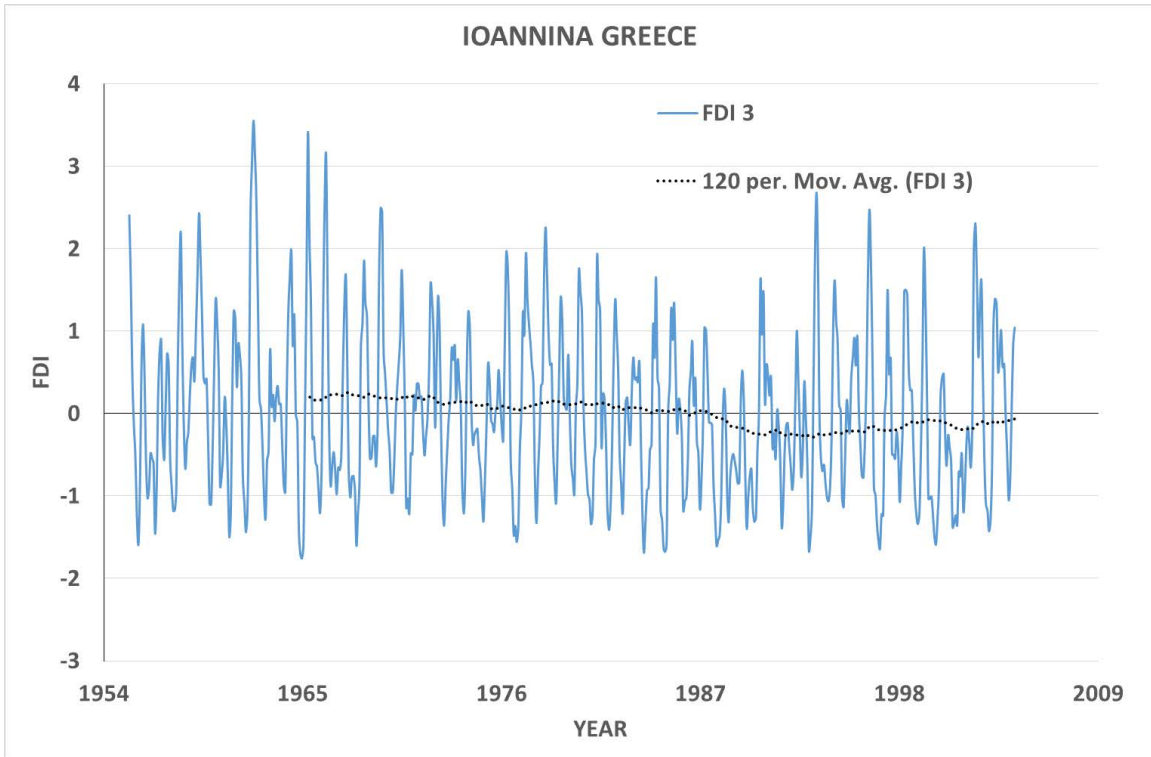


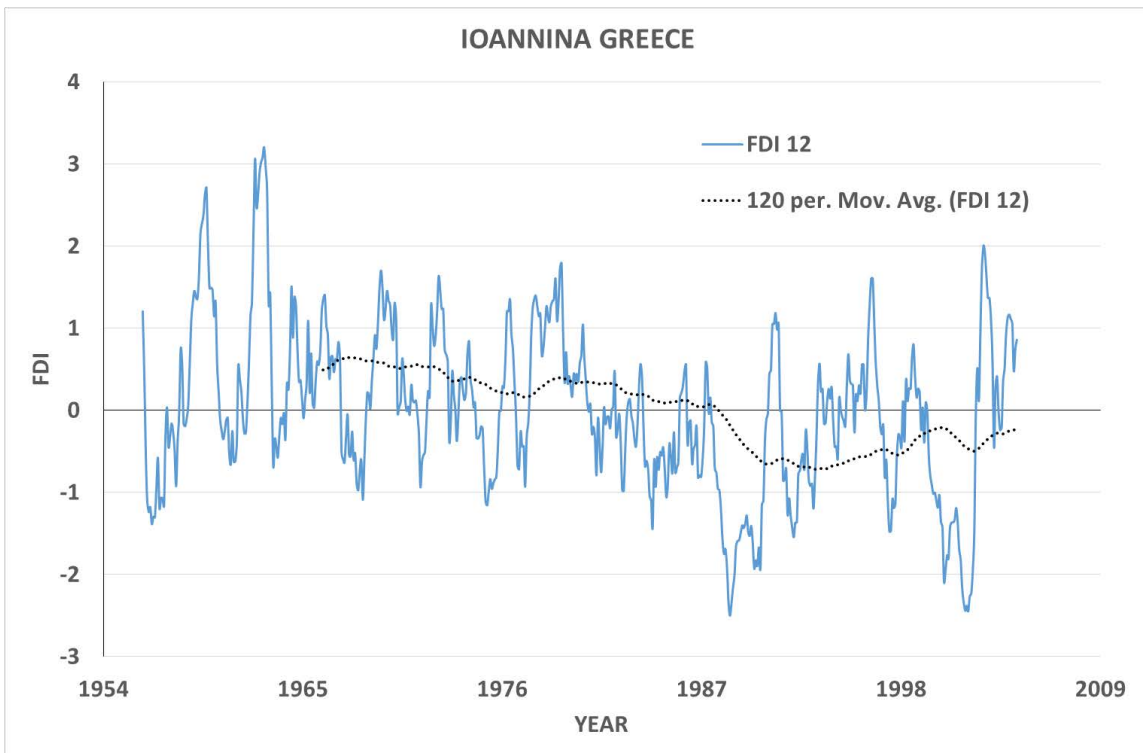
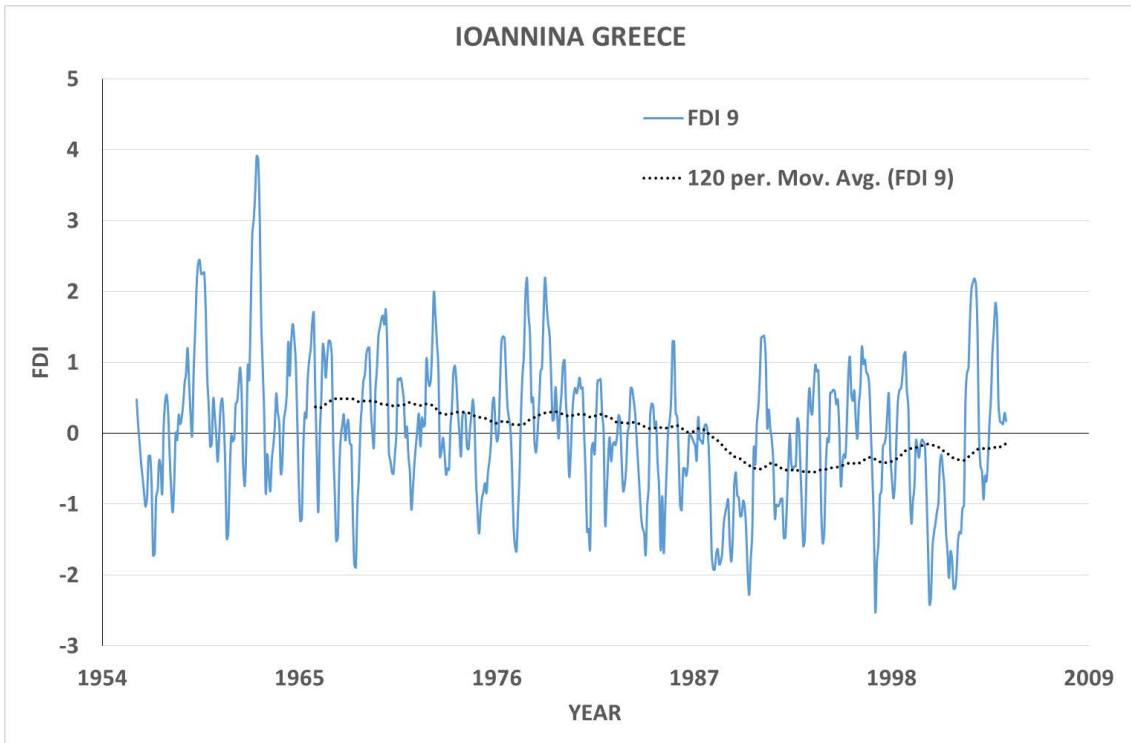


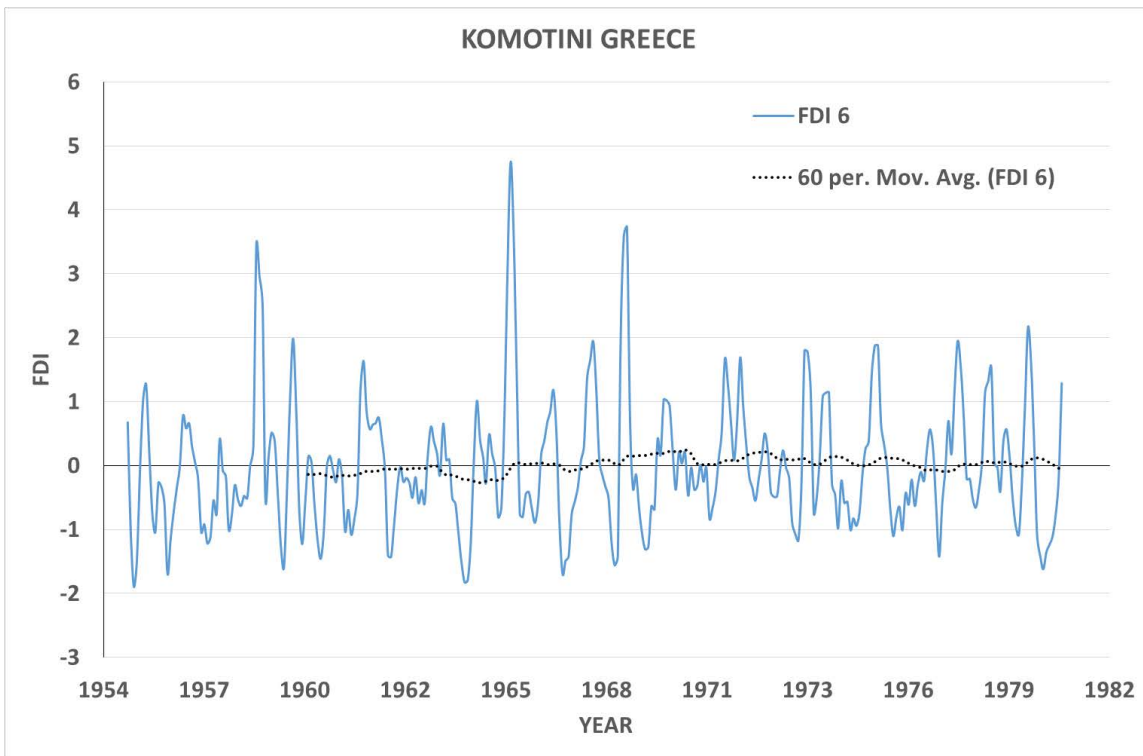
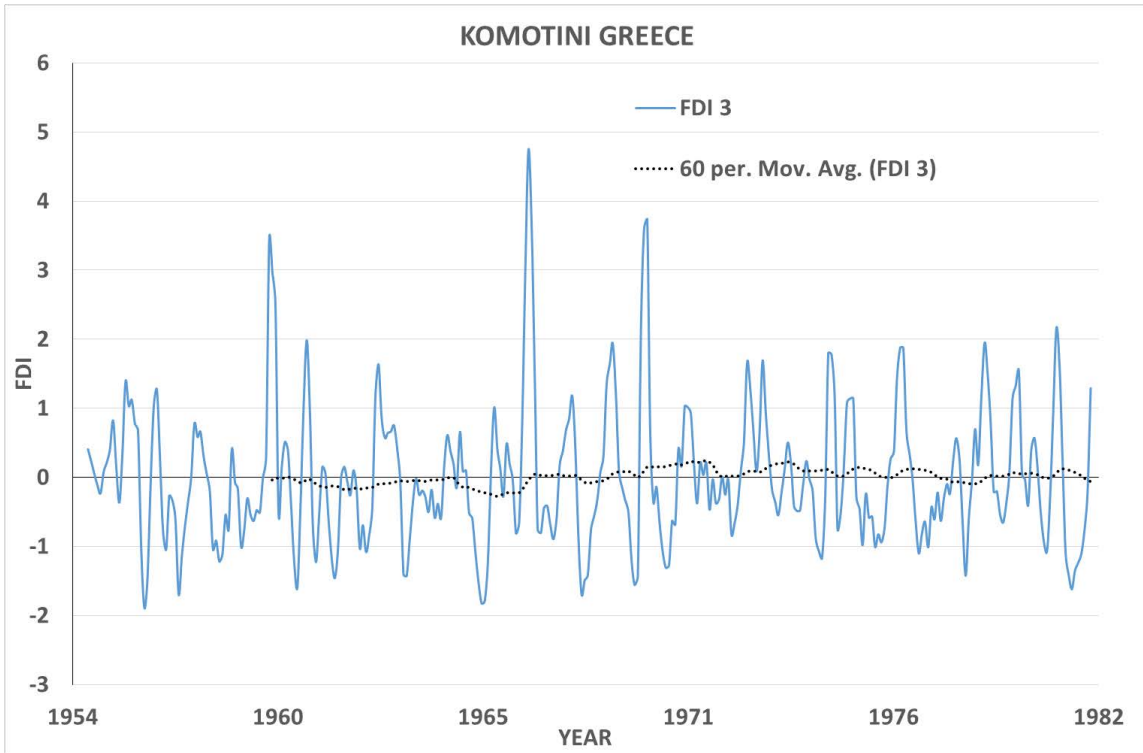


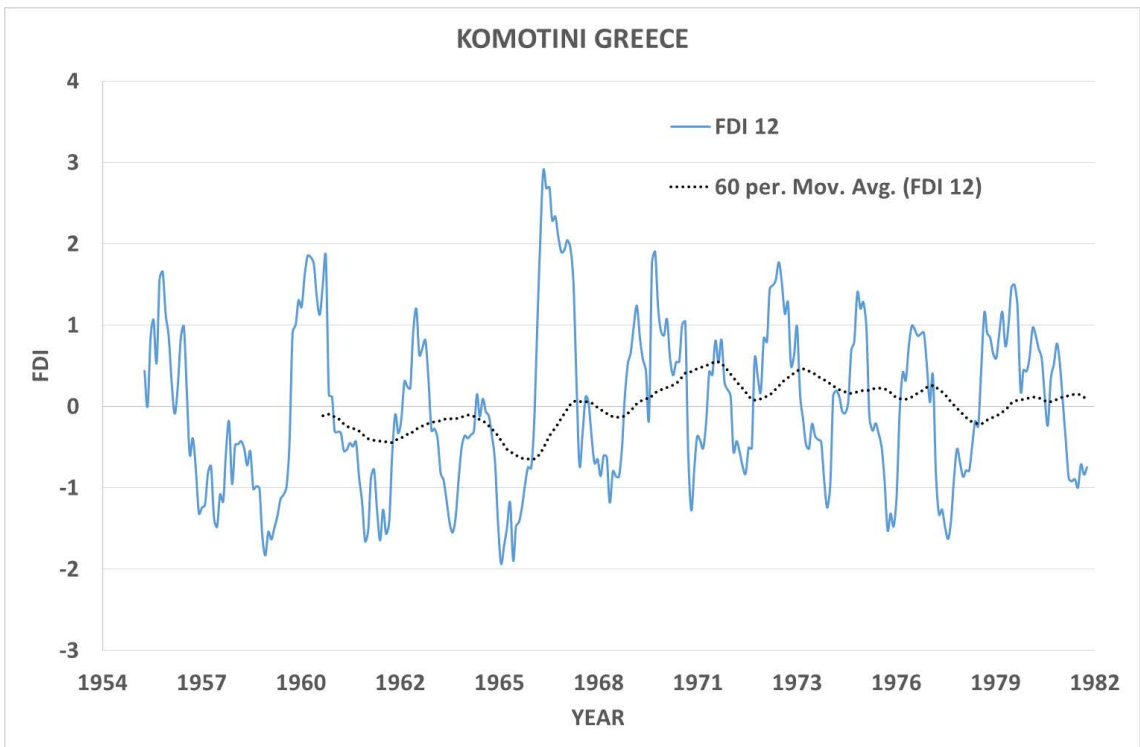
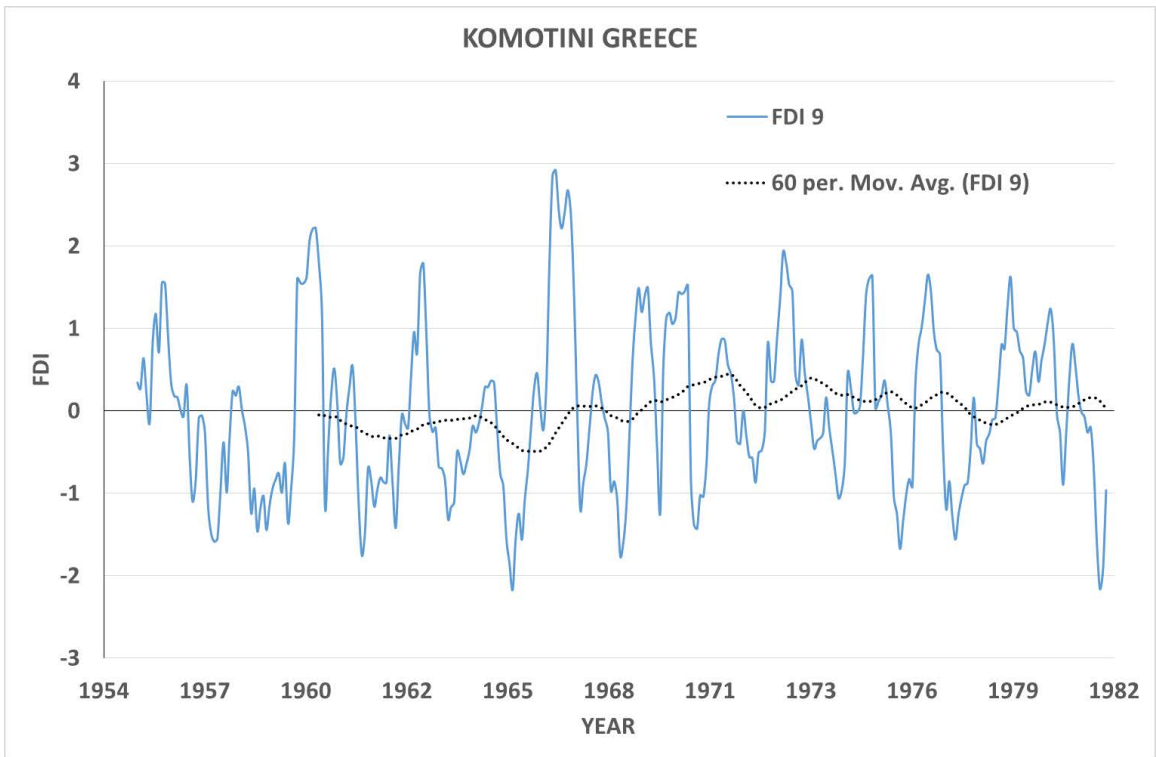




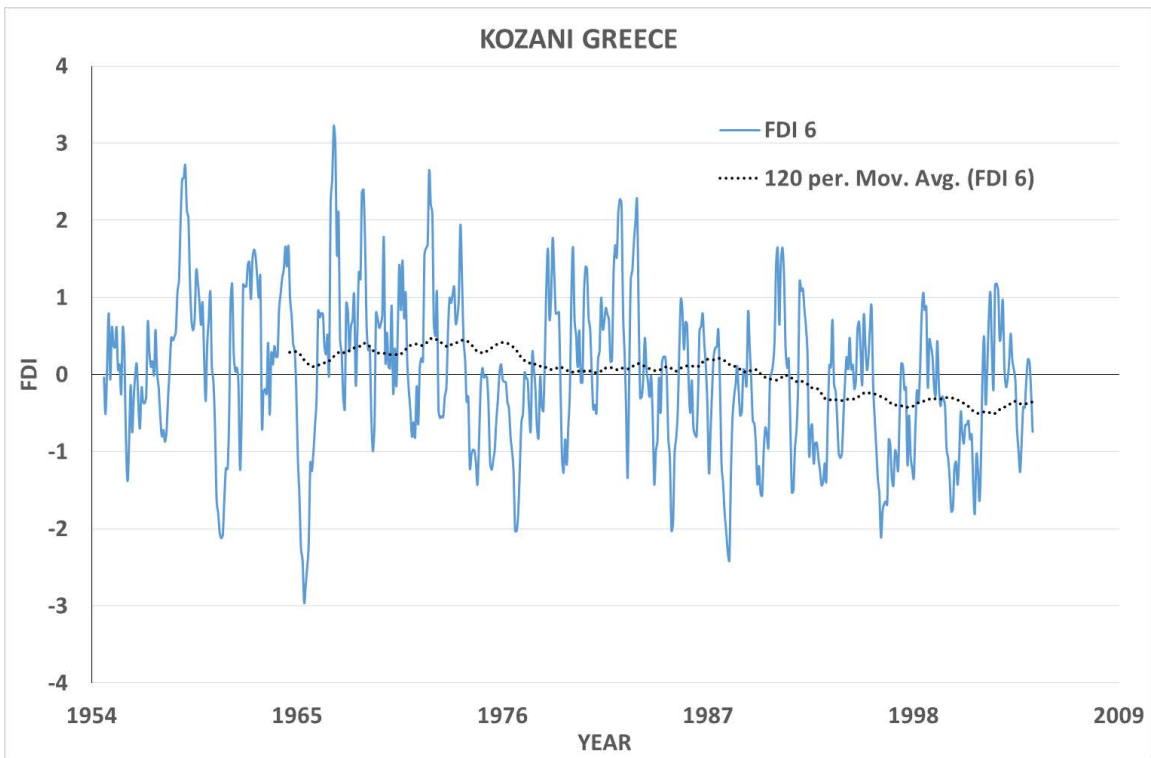
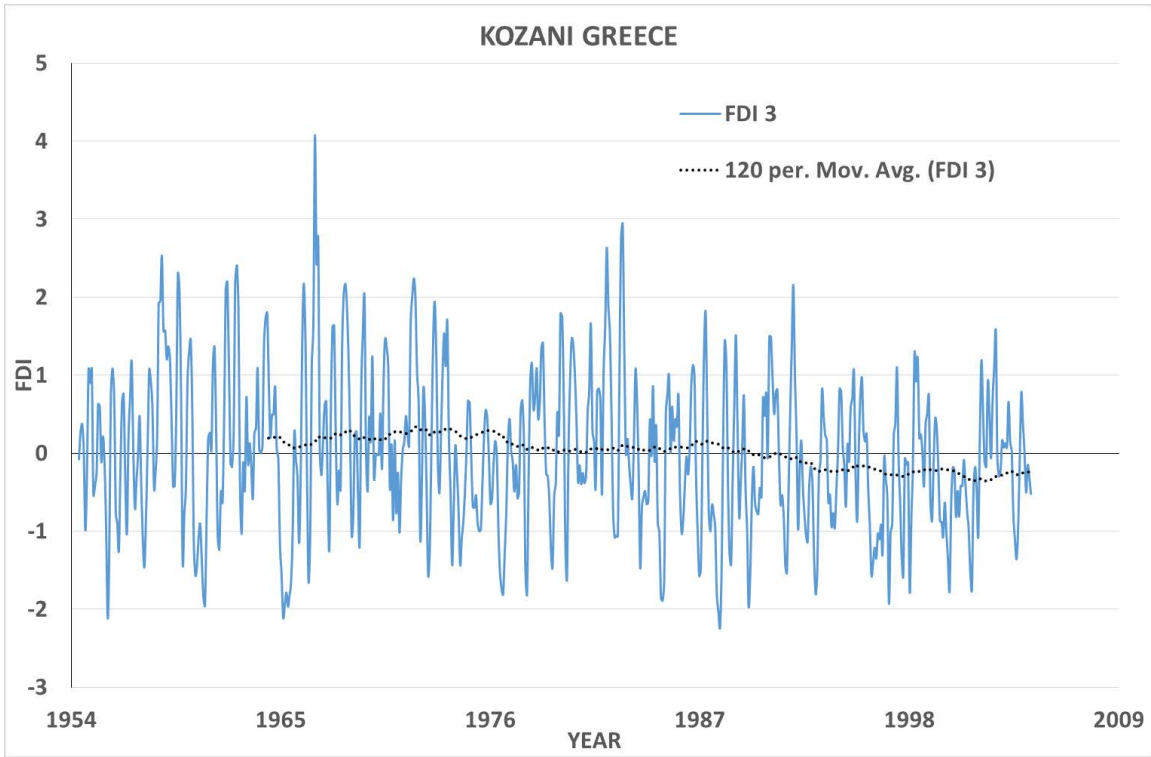


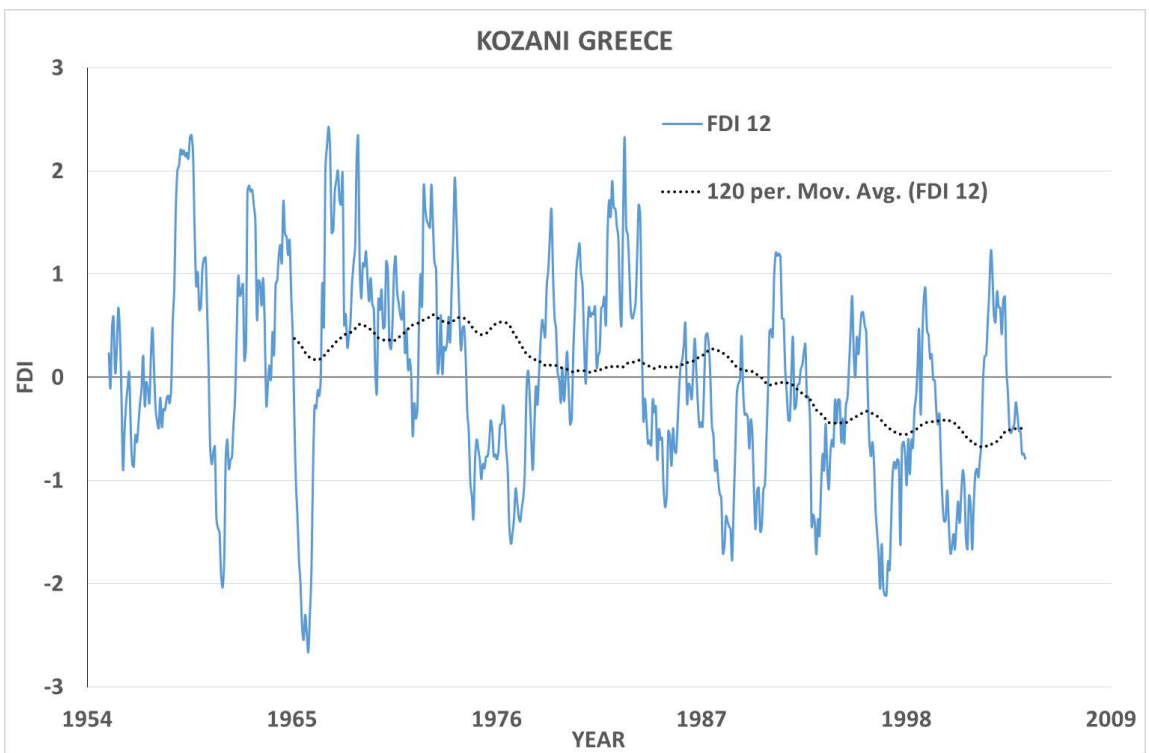
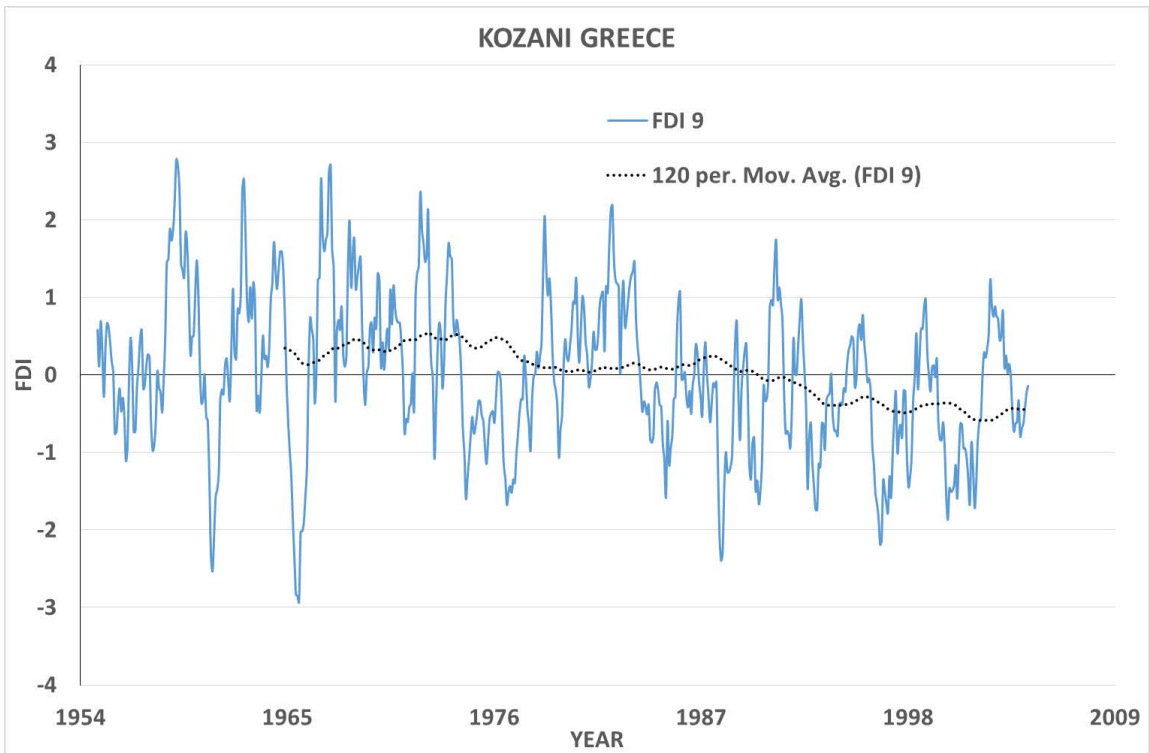


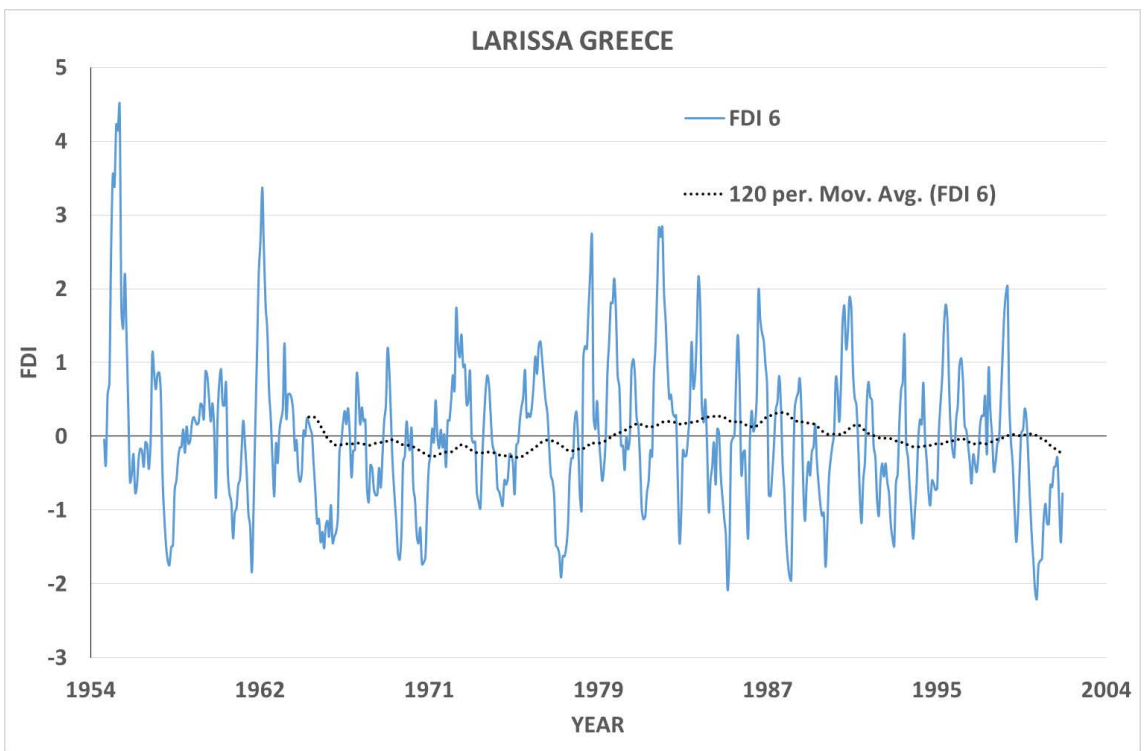
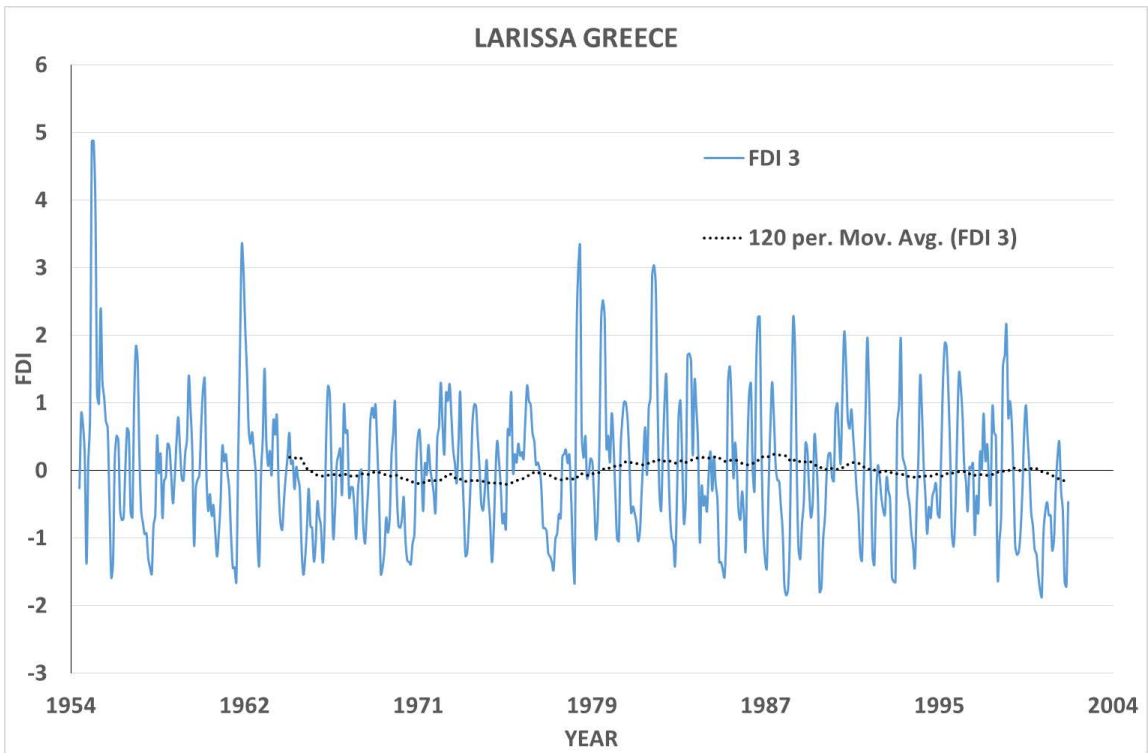


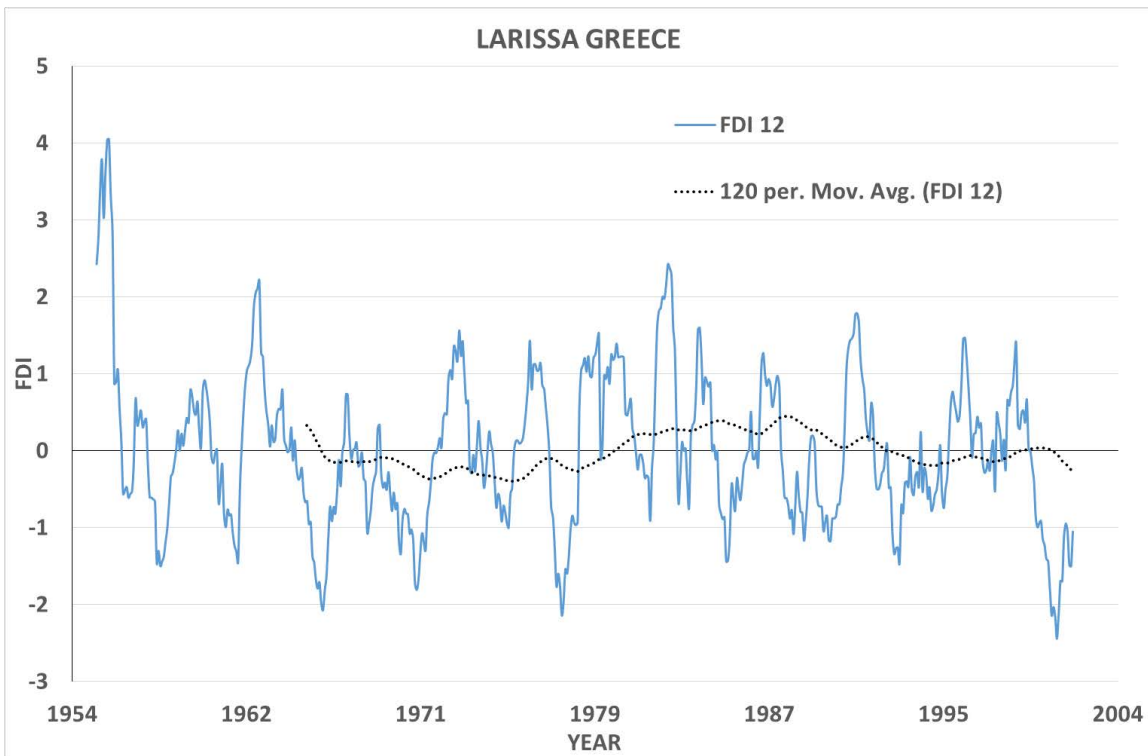
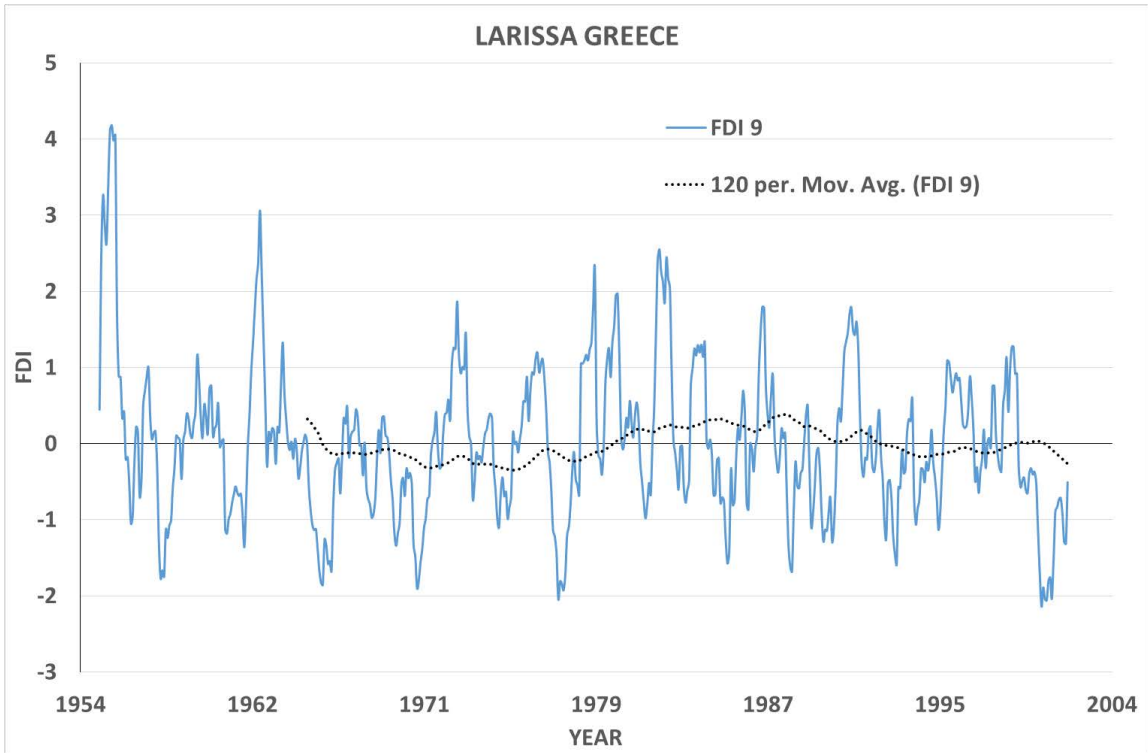


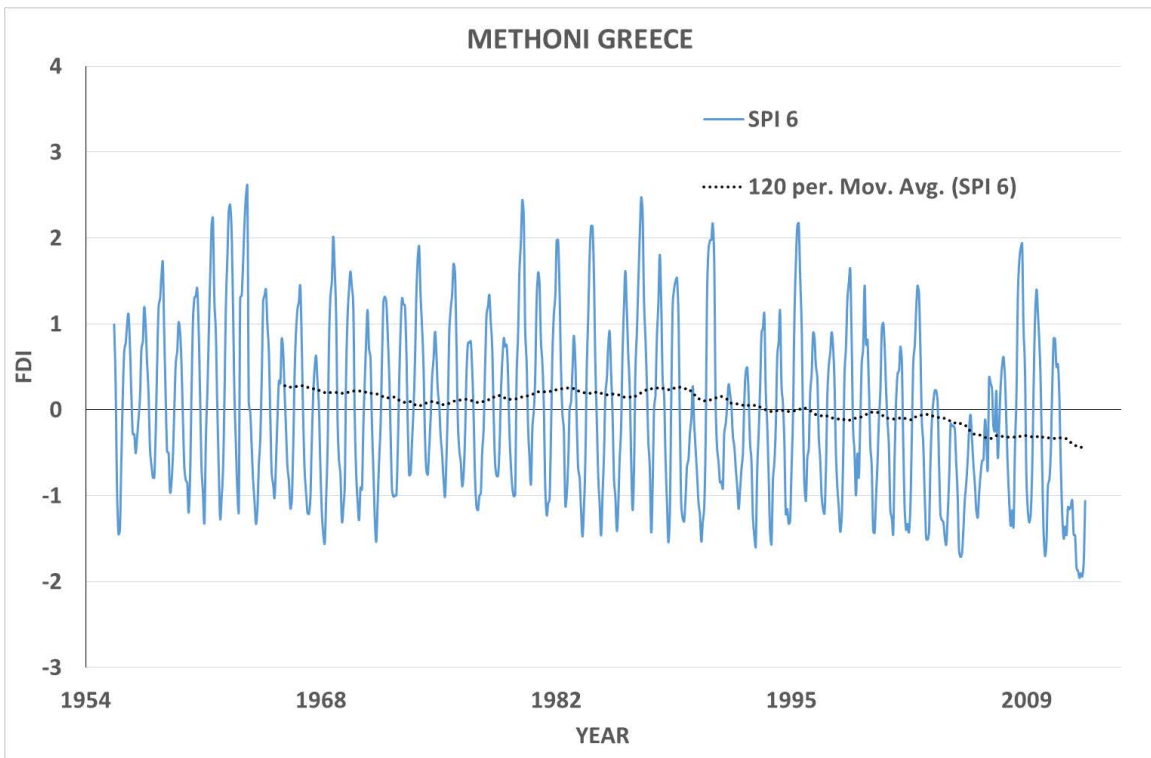
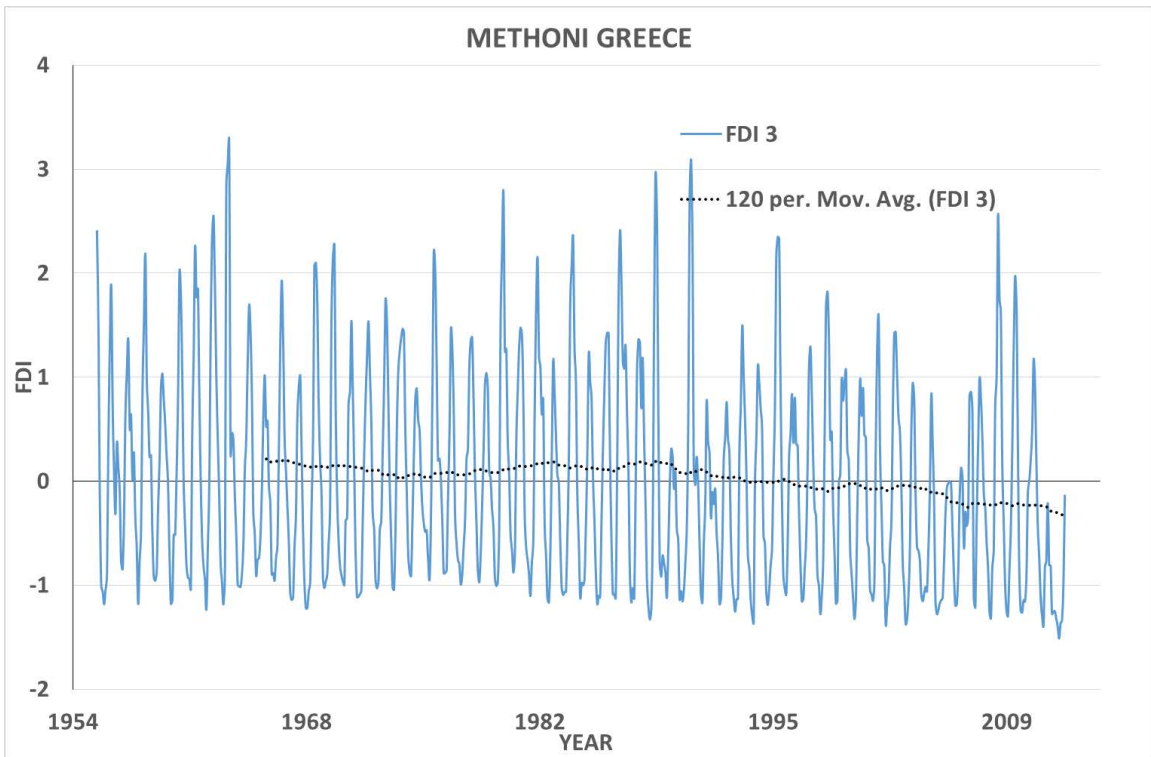
Μόνο 26 έτη διαθέσιμα

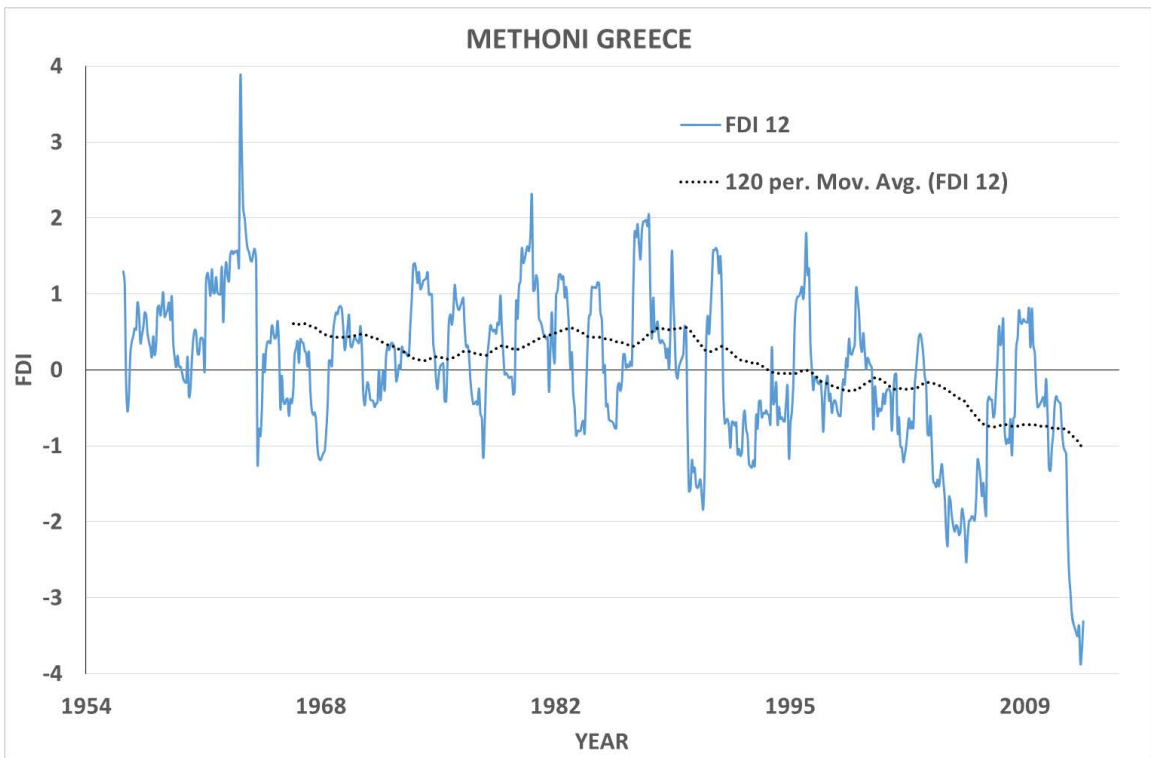
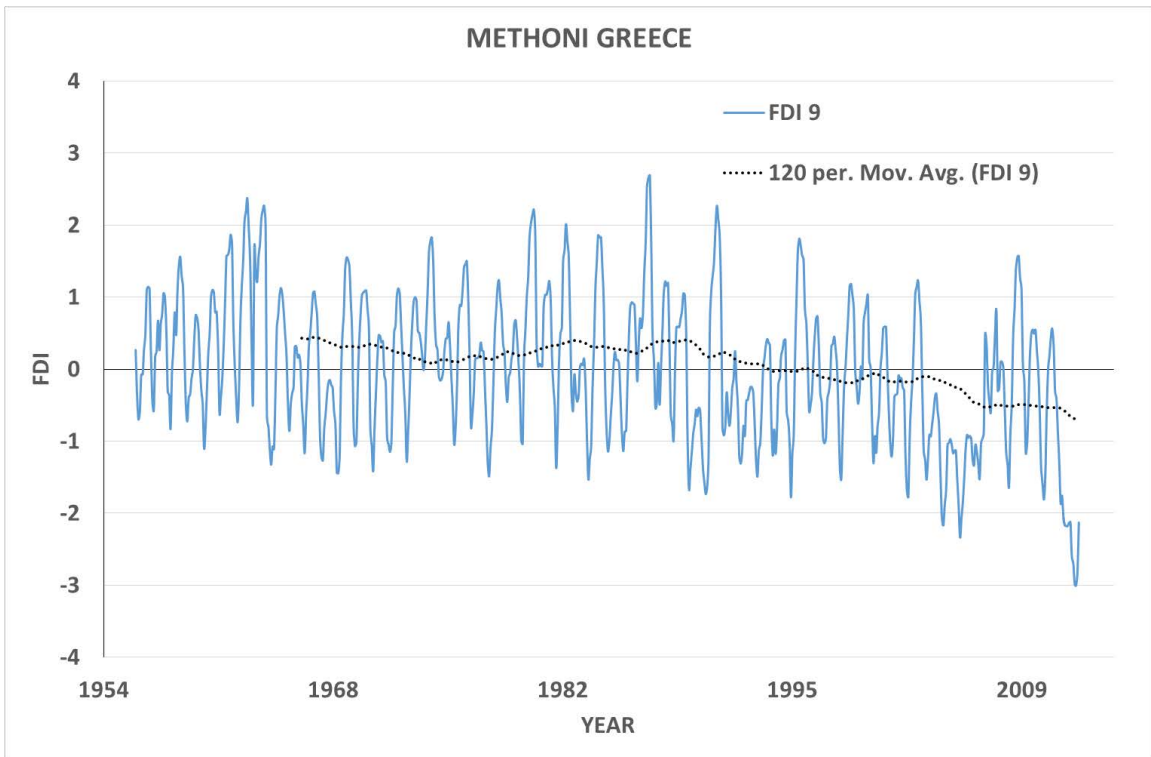


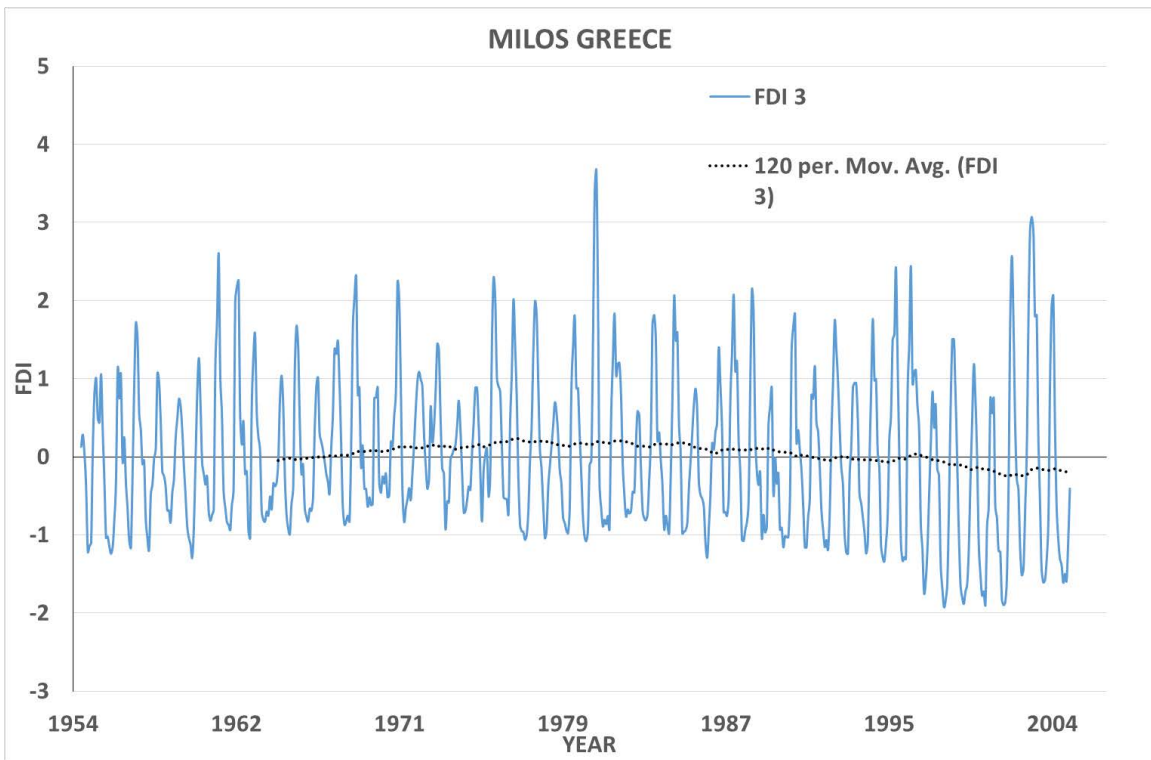
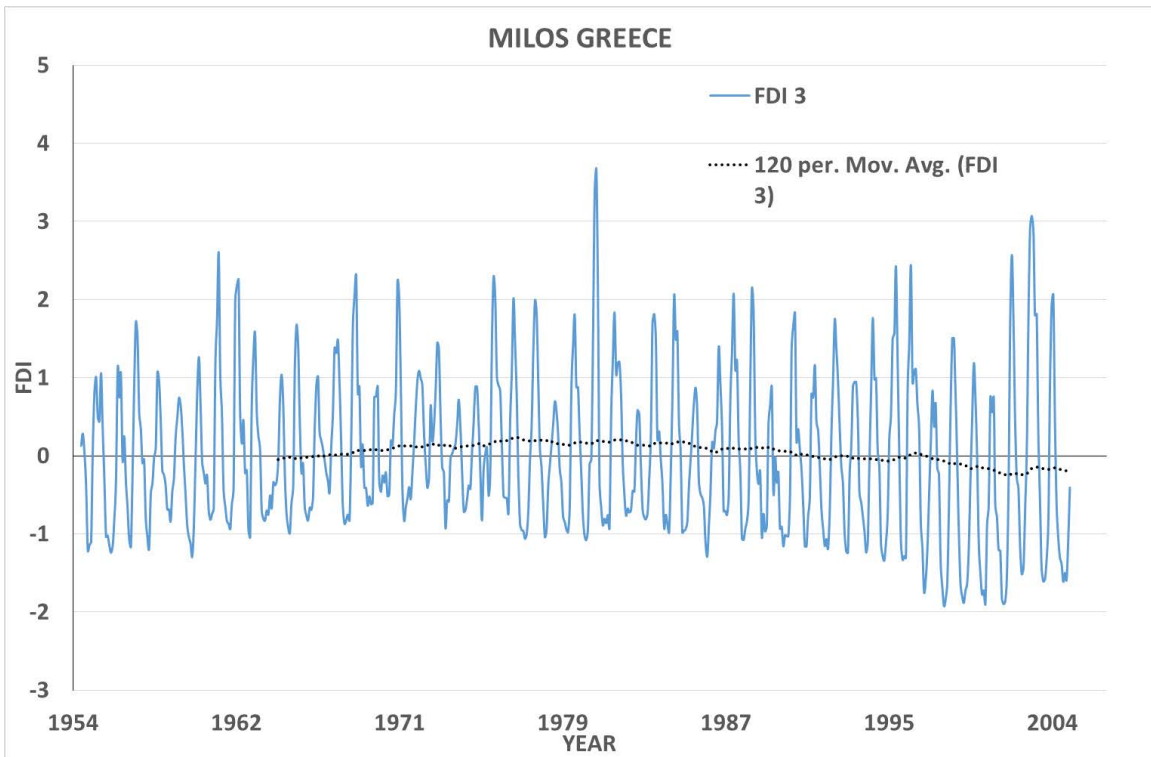


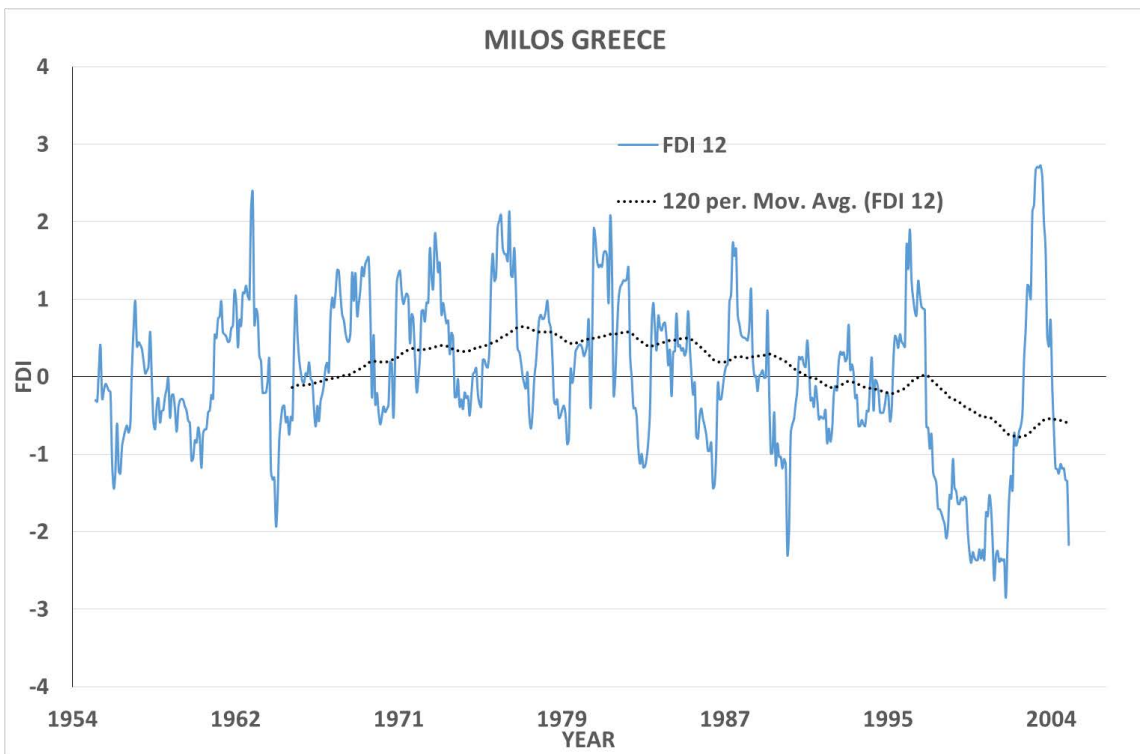
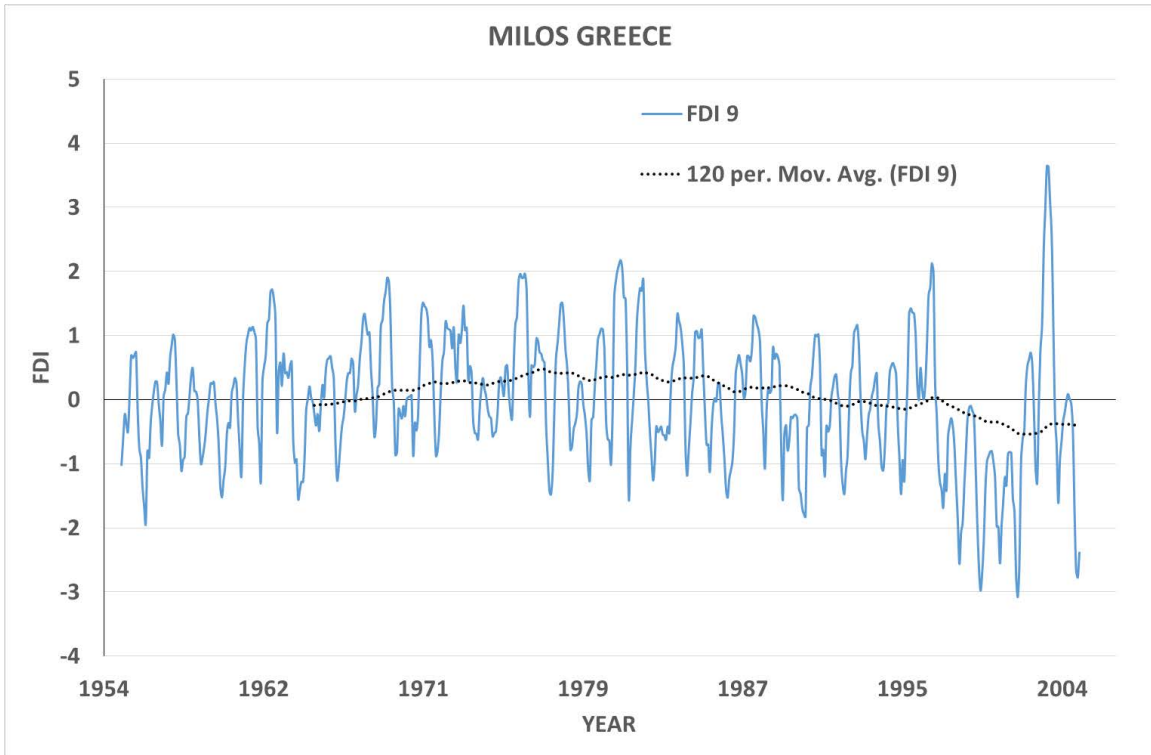


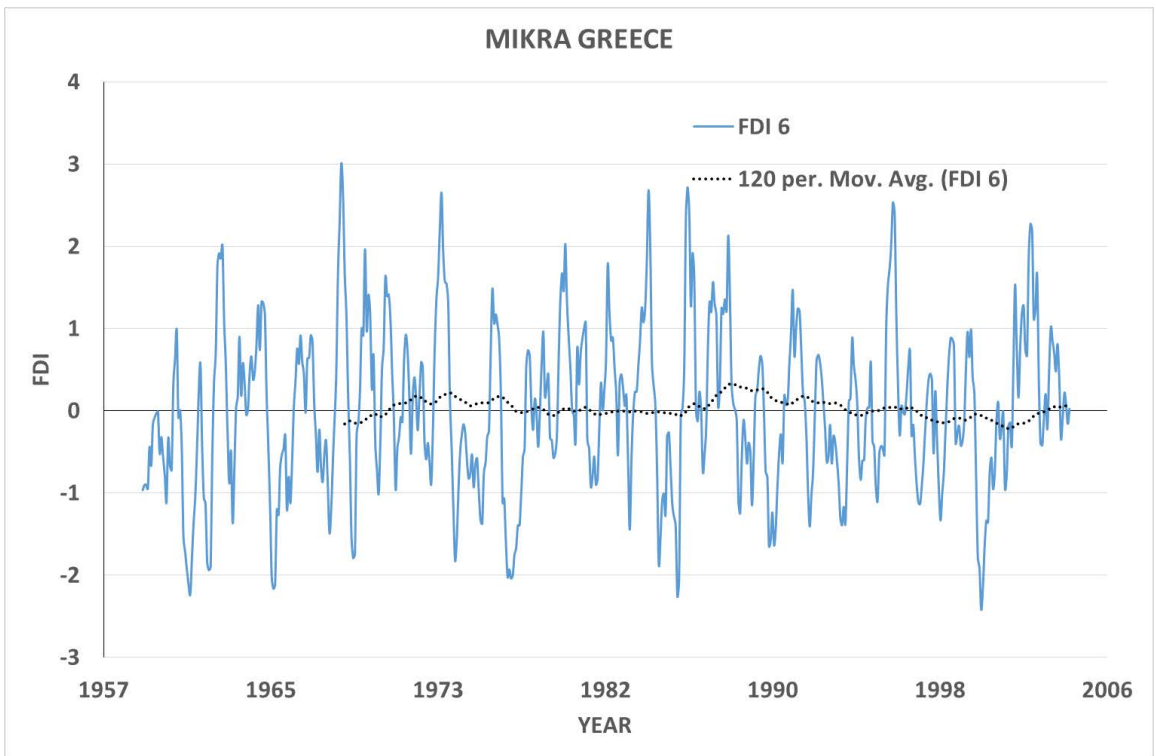
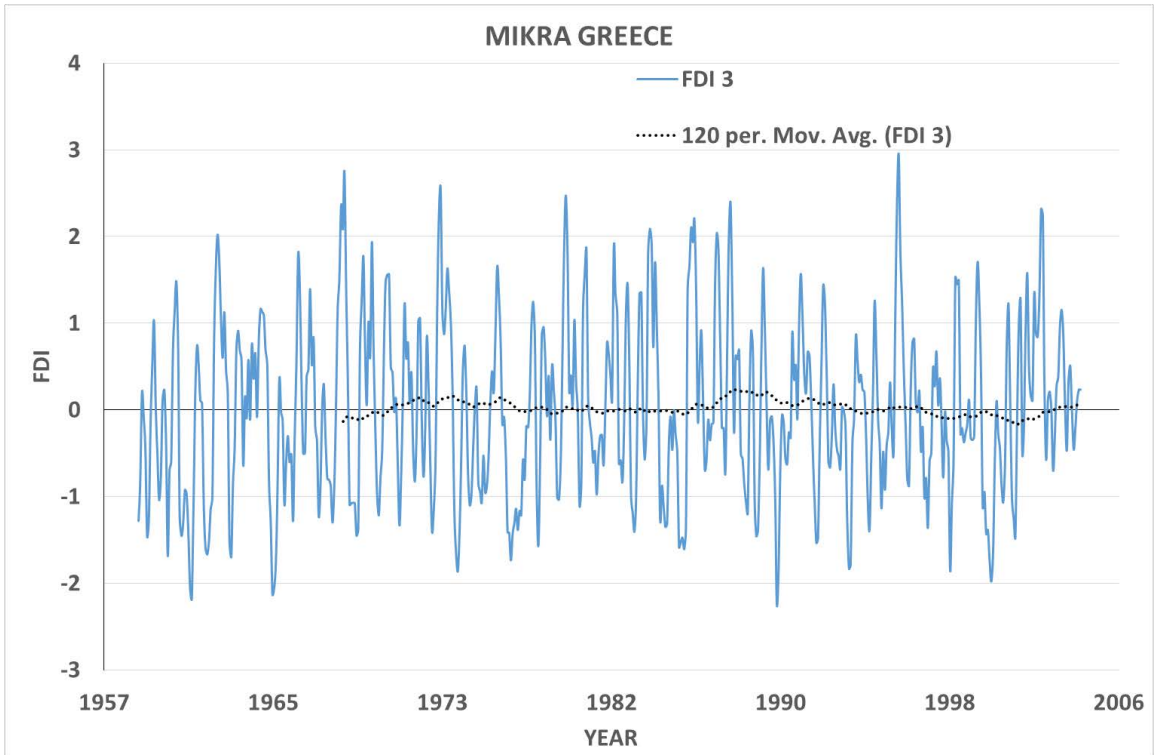


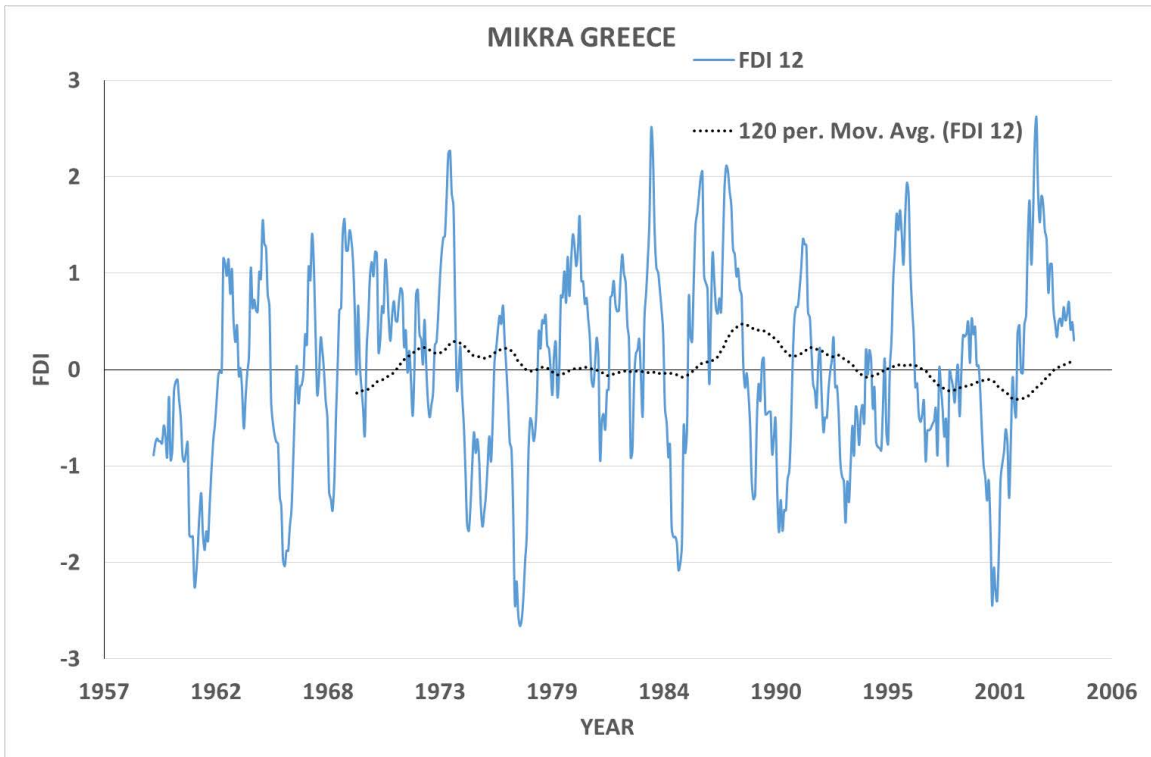
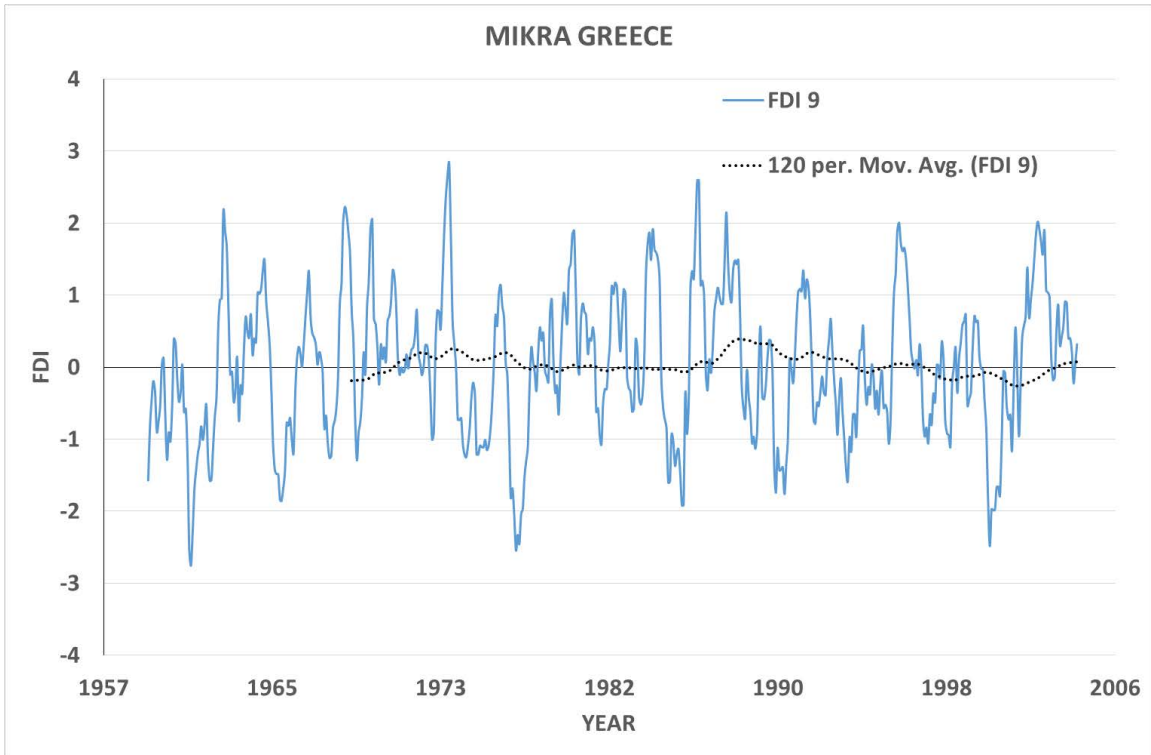


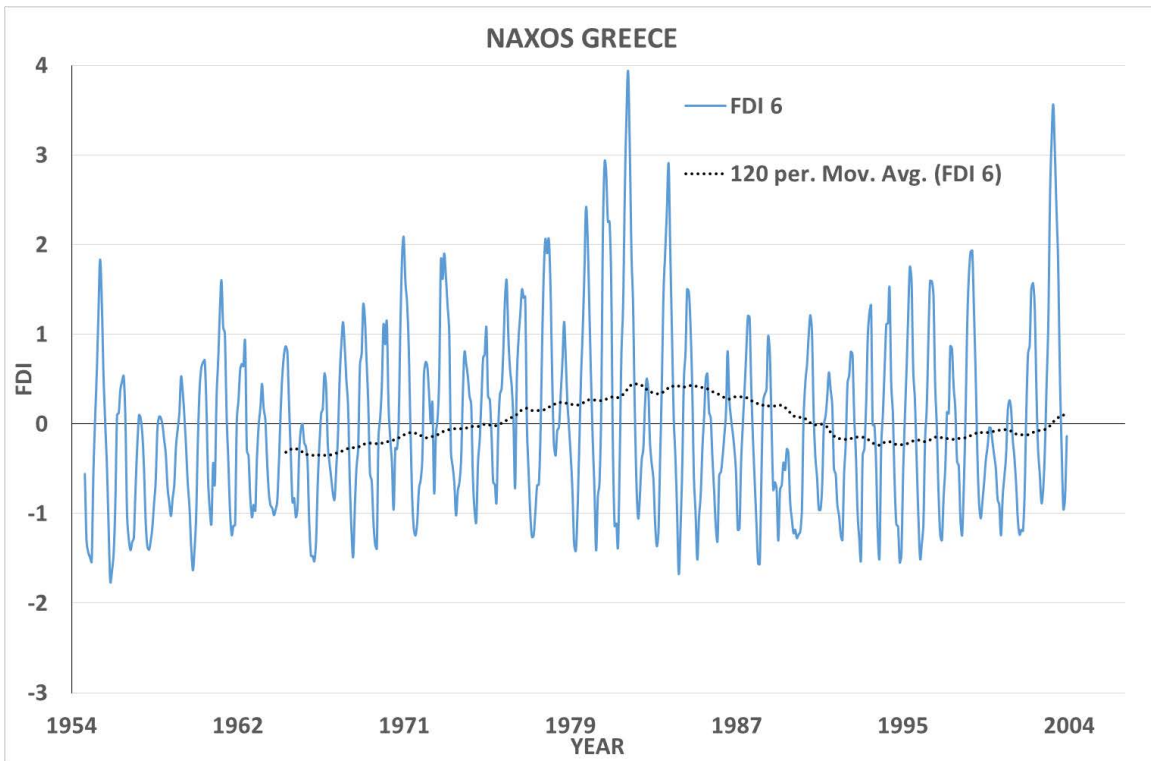
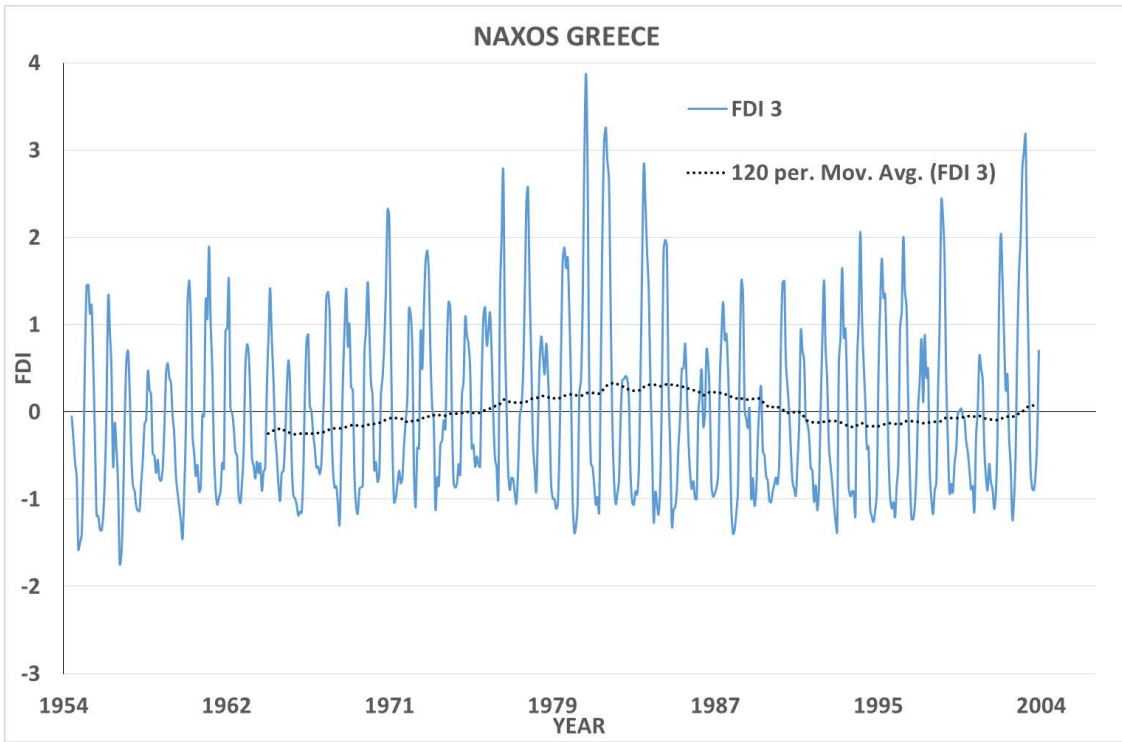


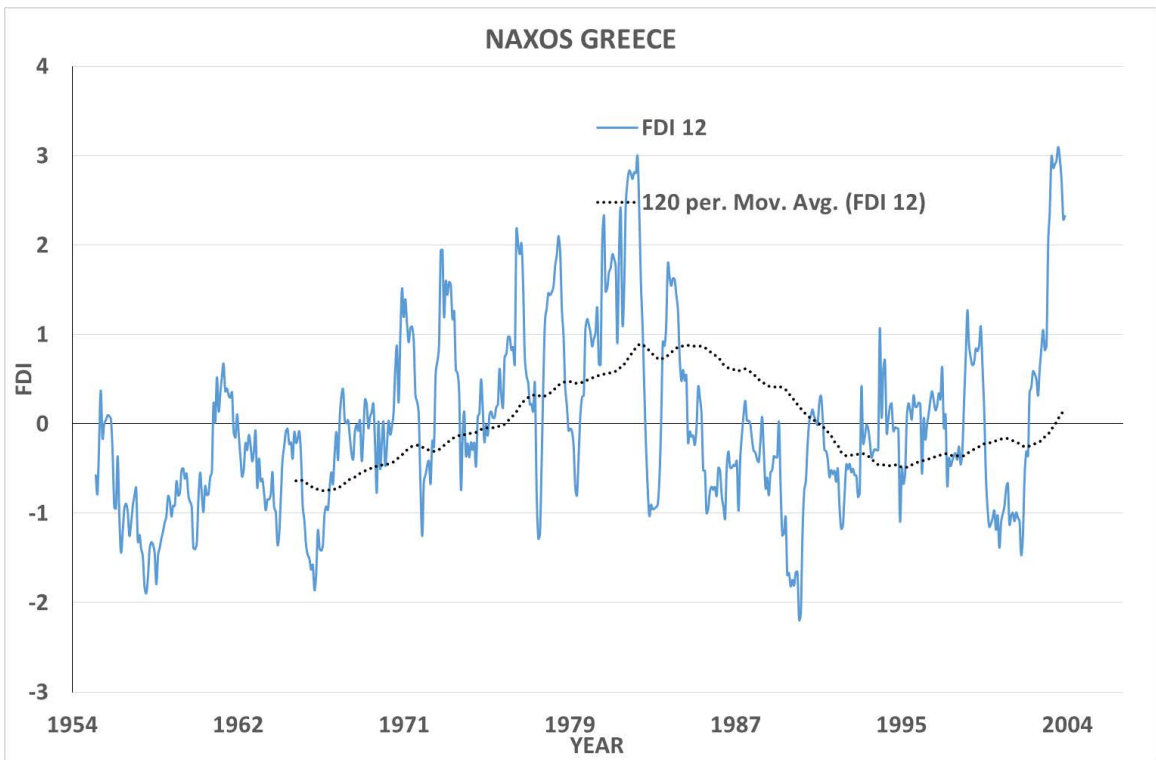
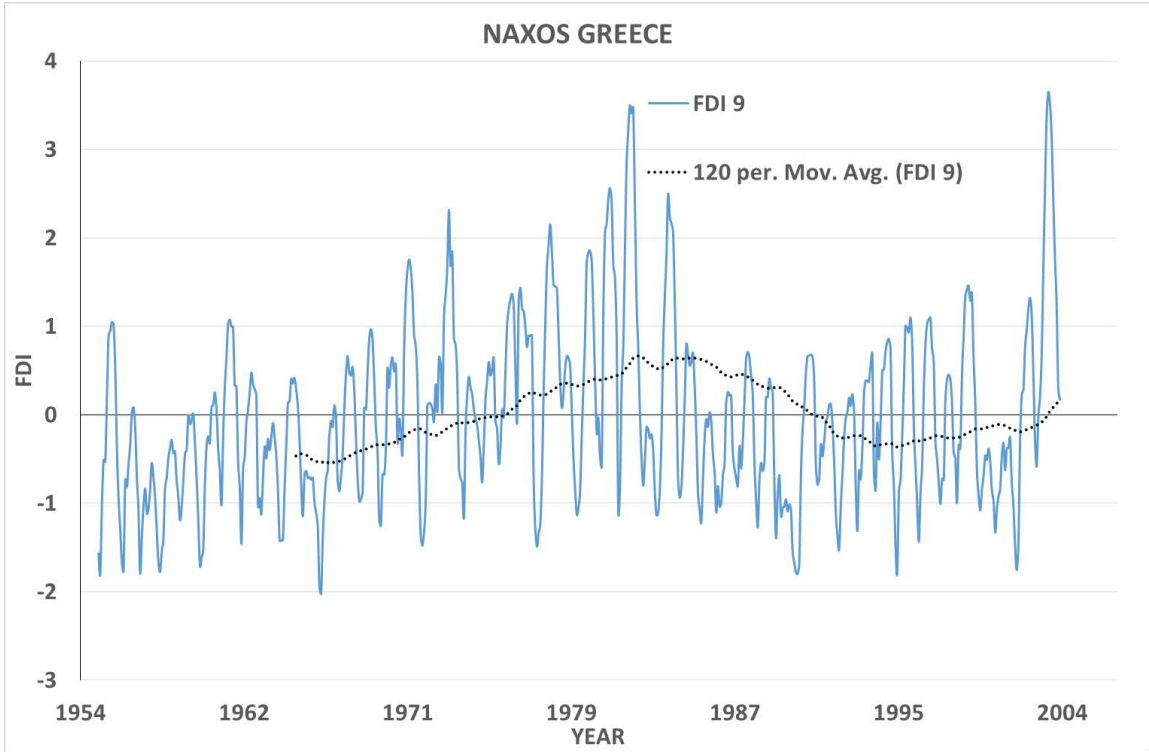


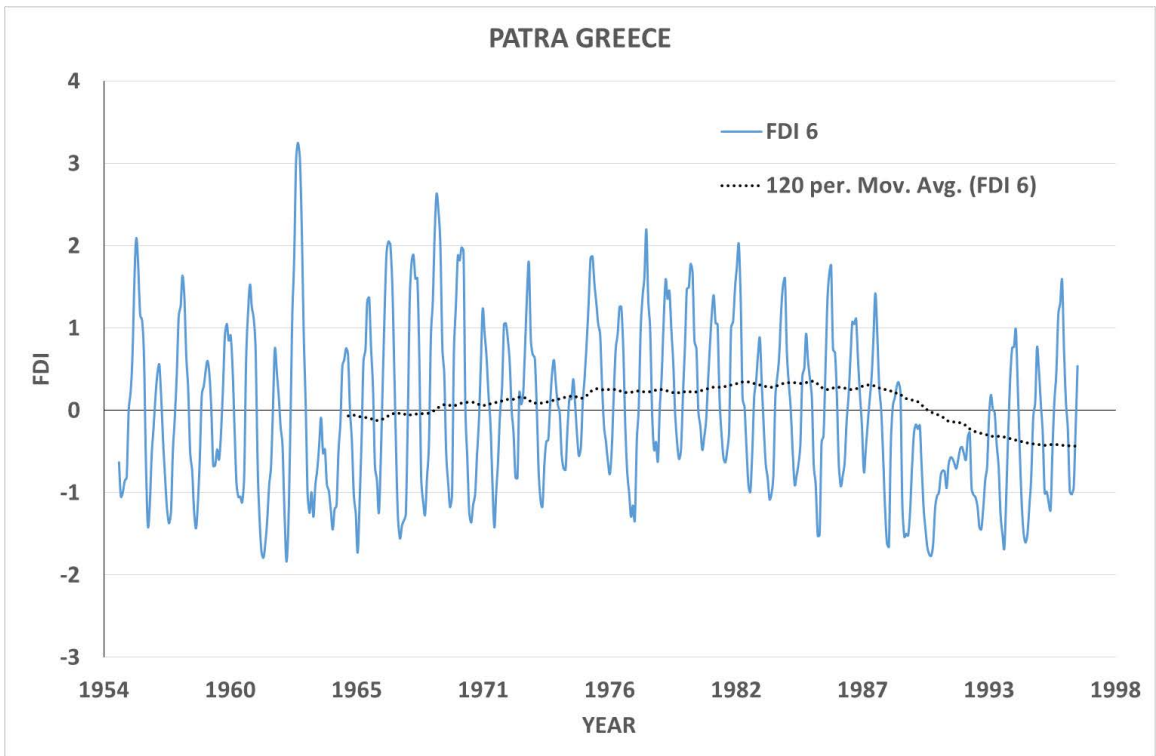
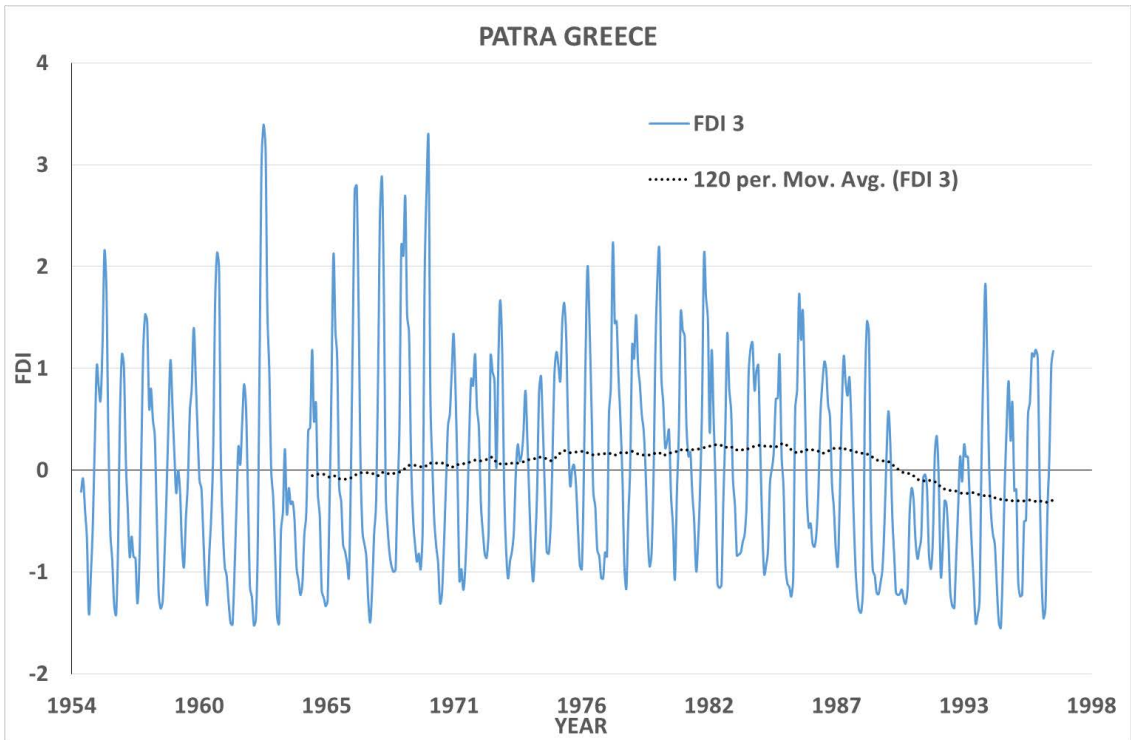


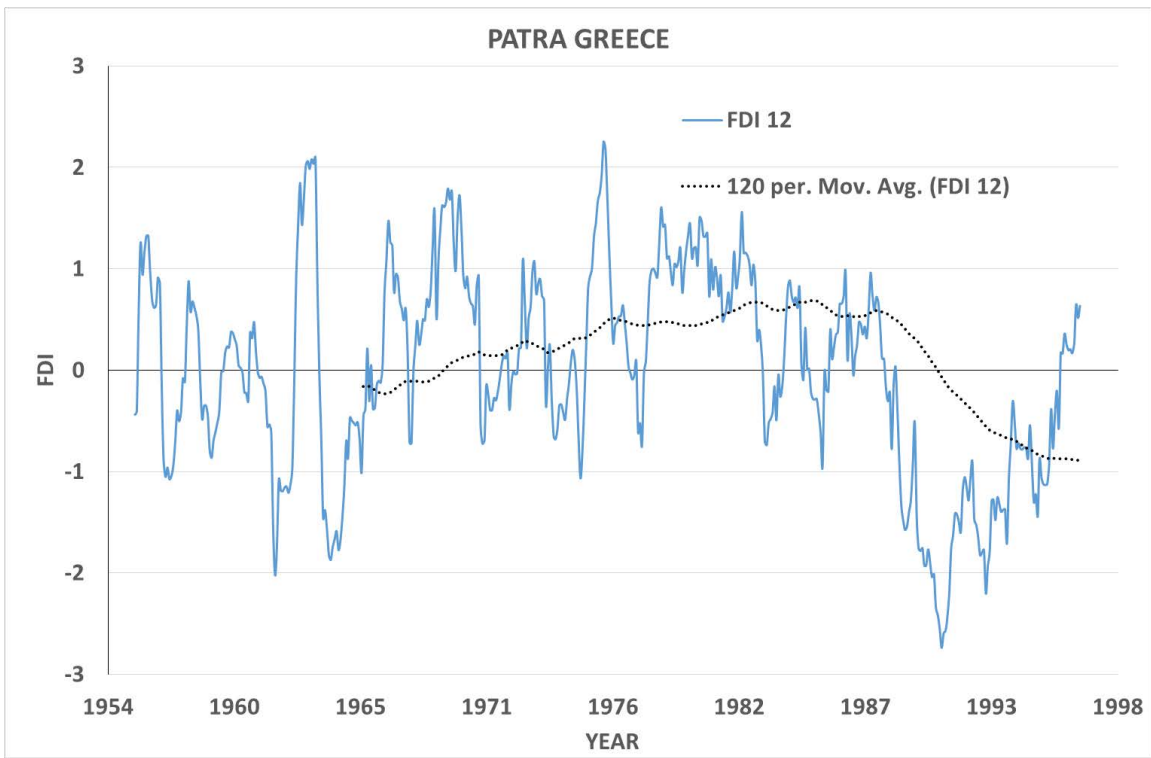
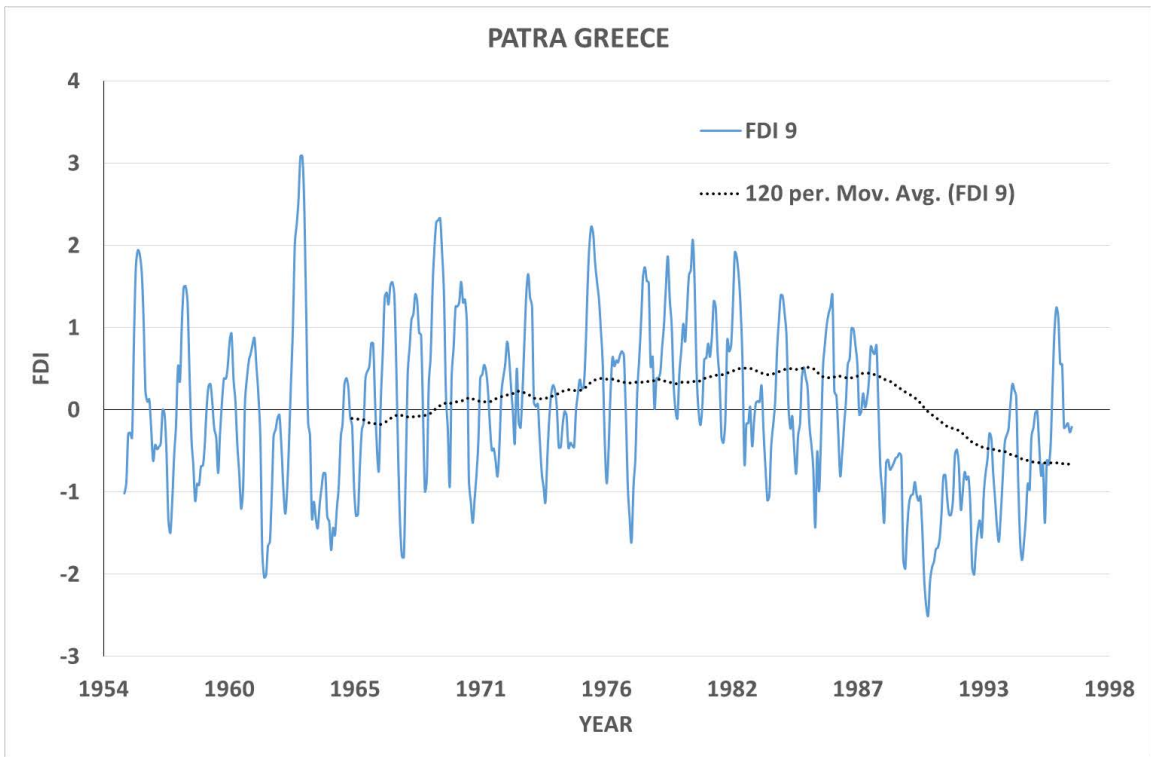


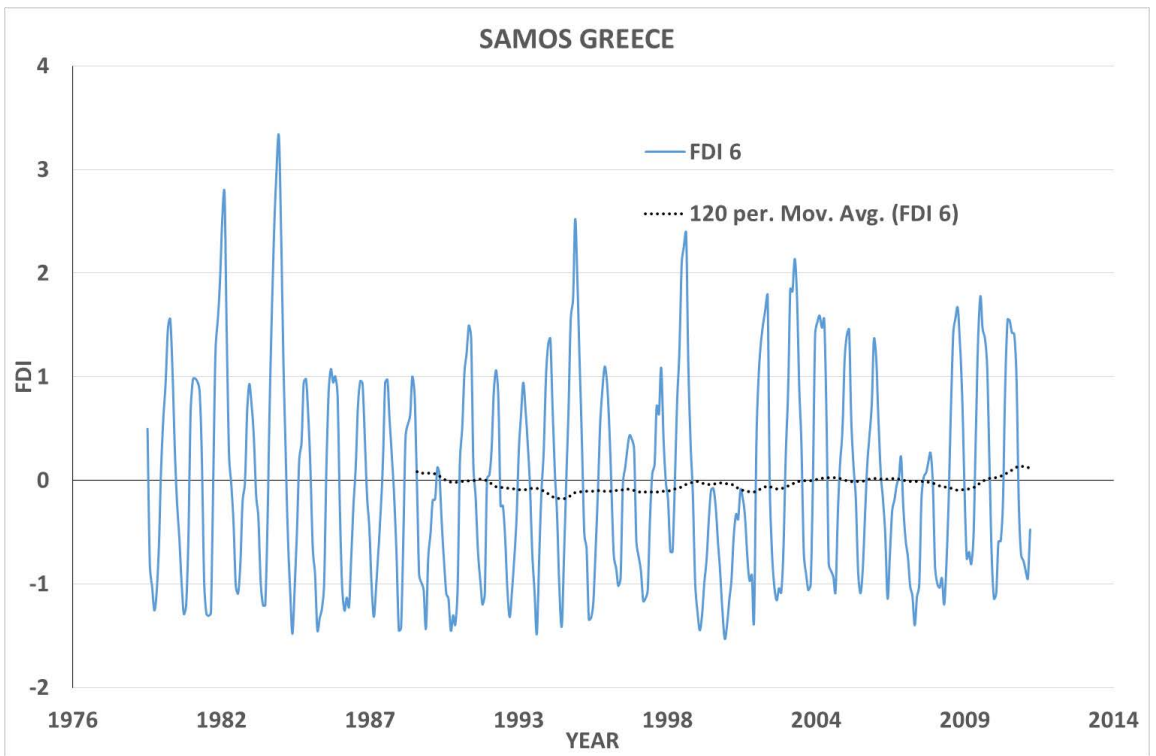
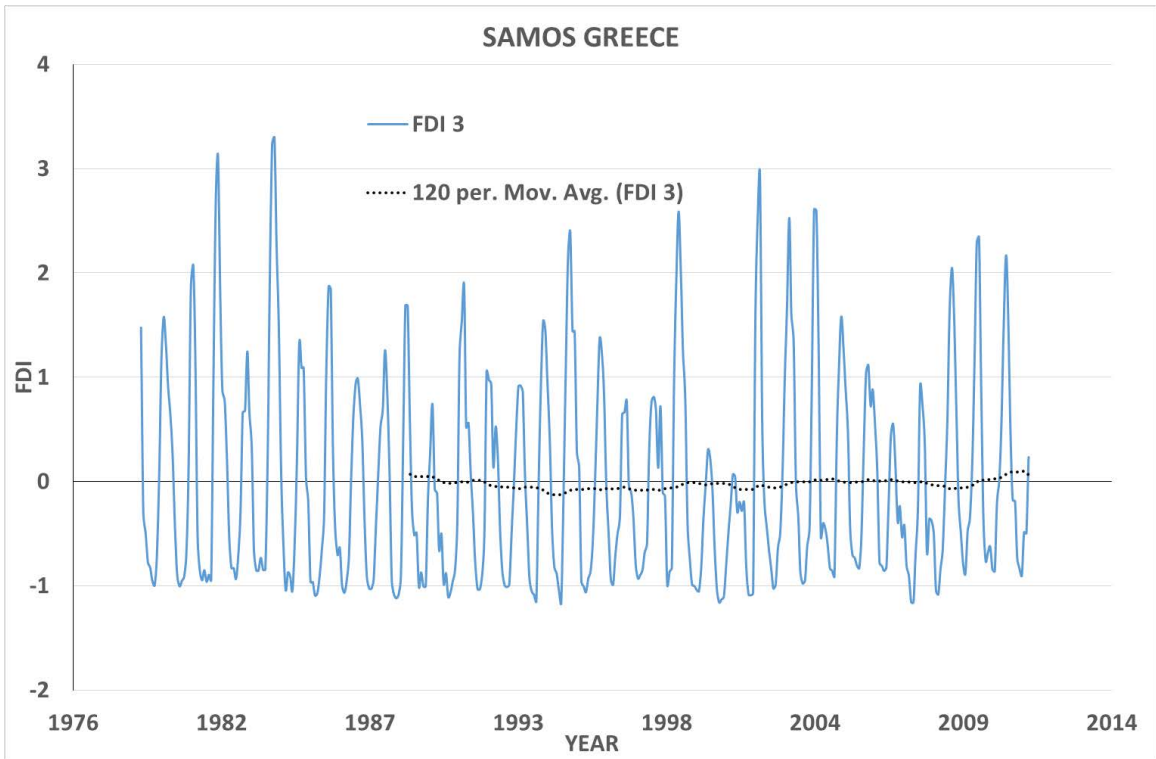


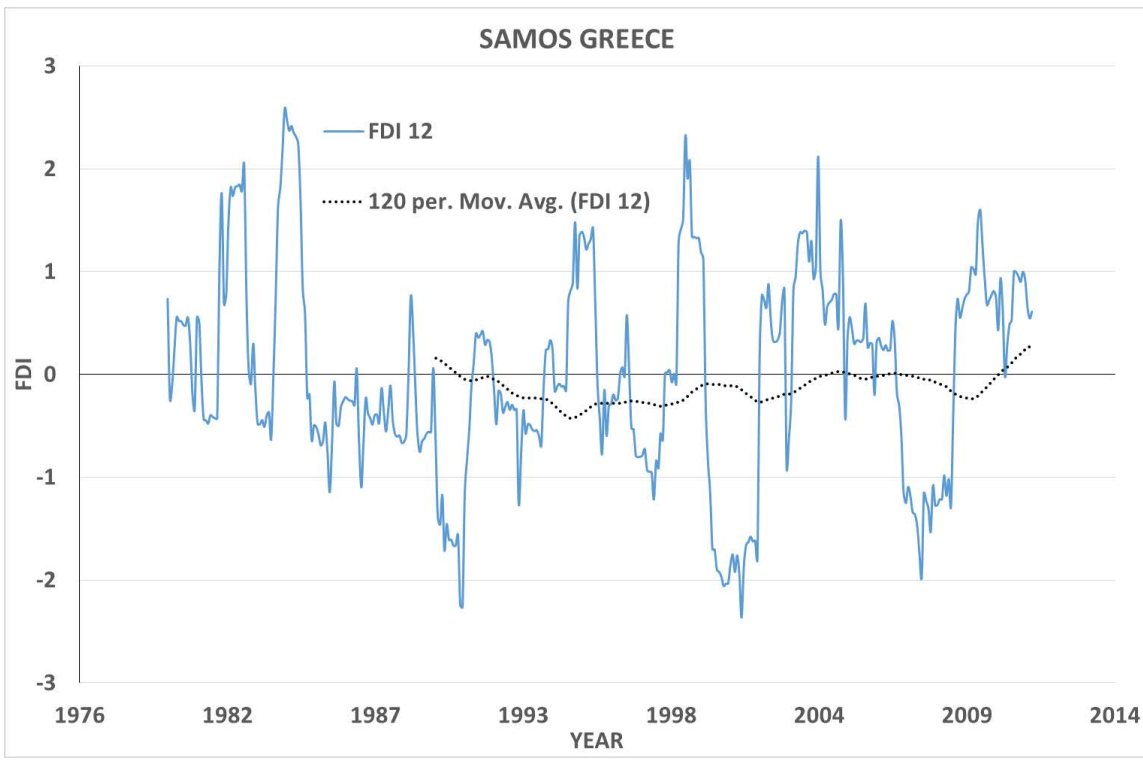
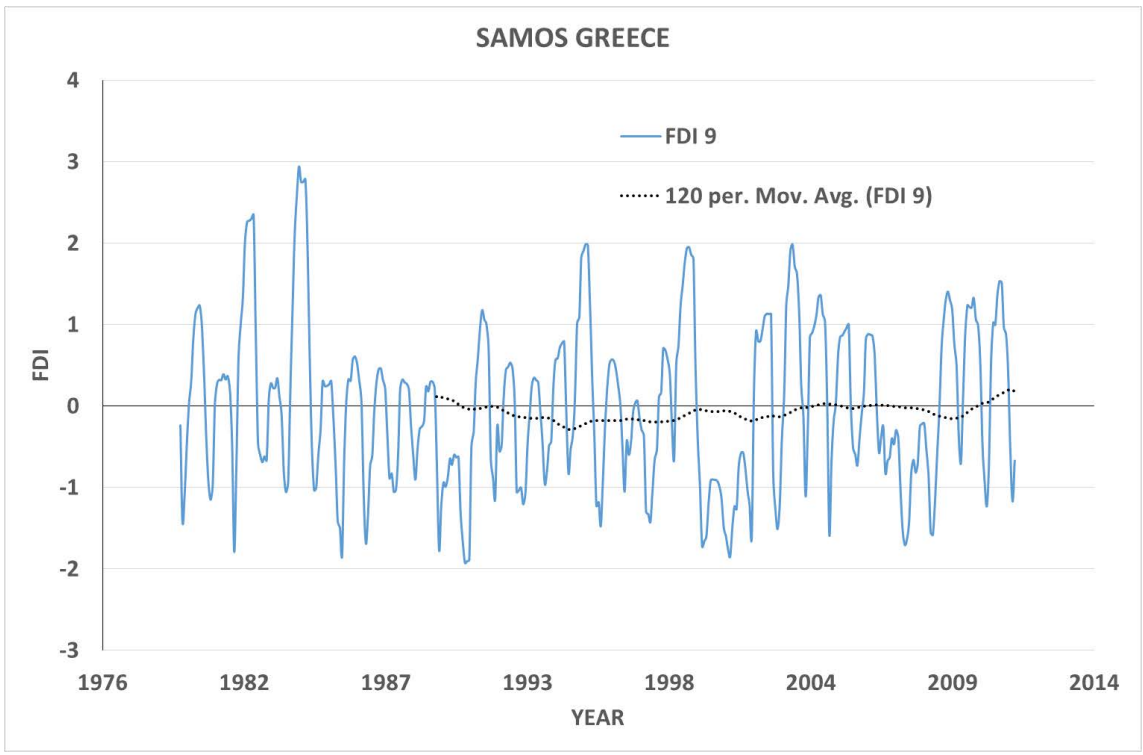


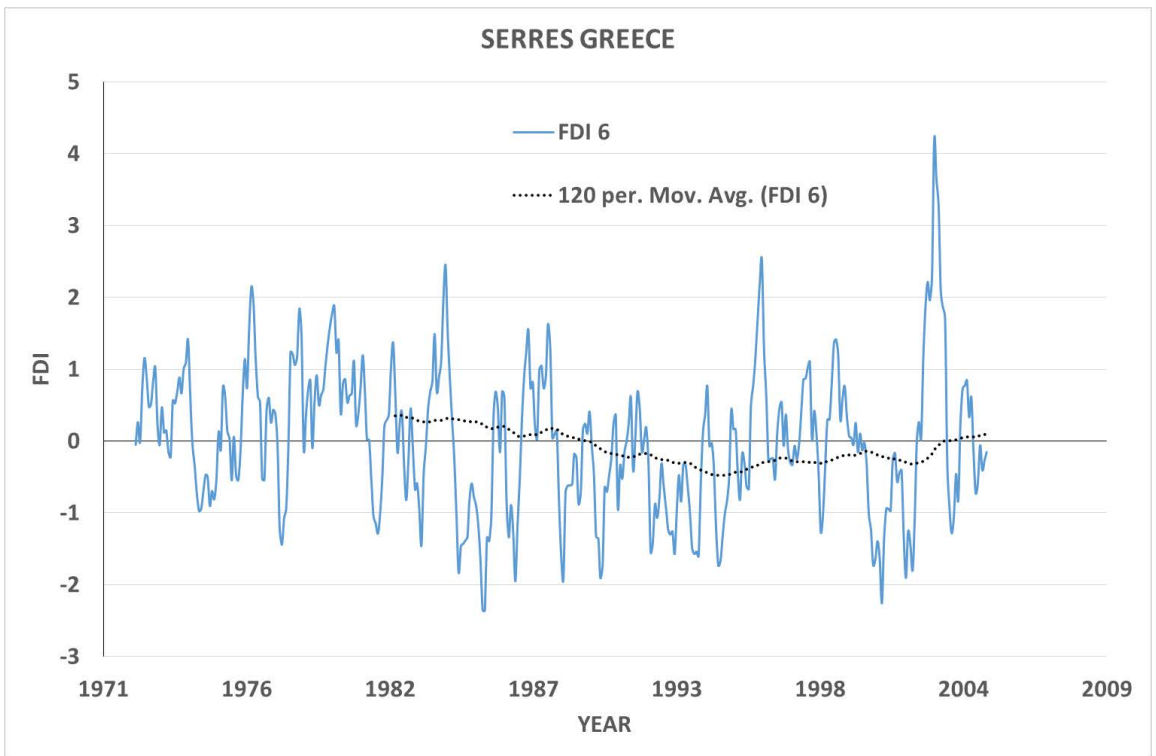
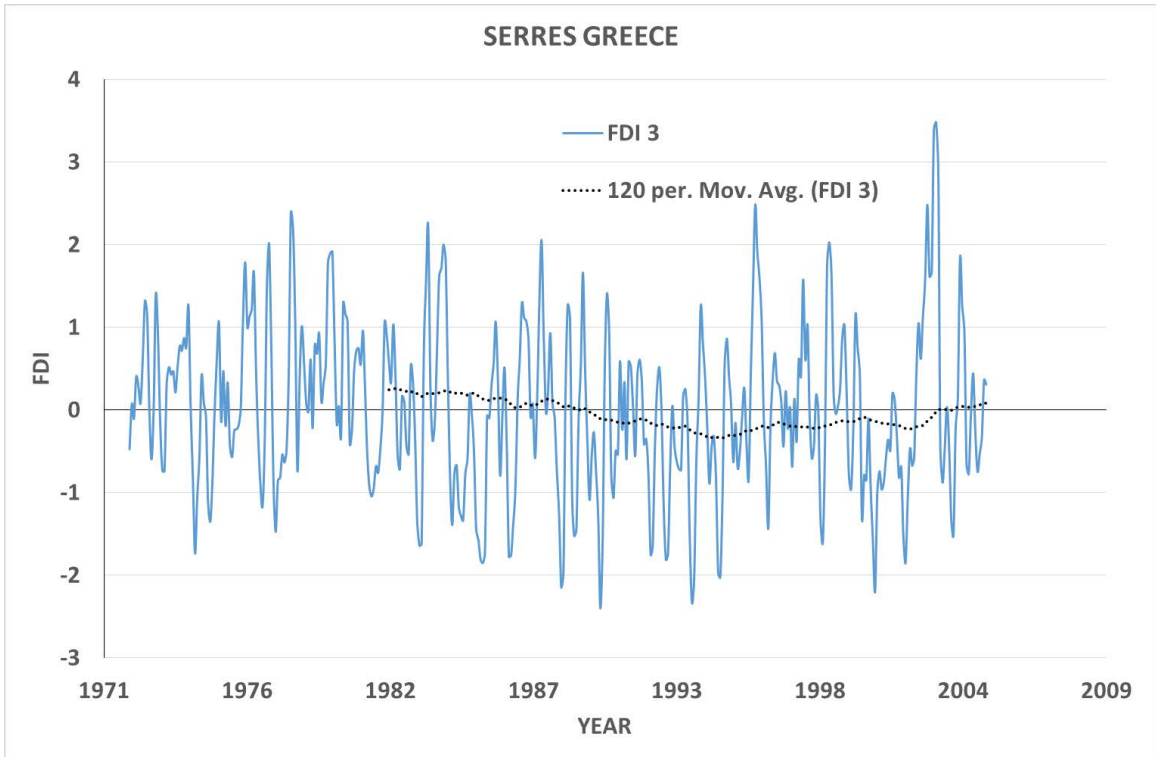


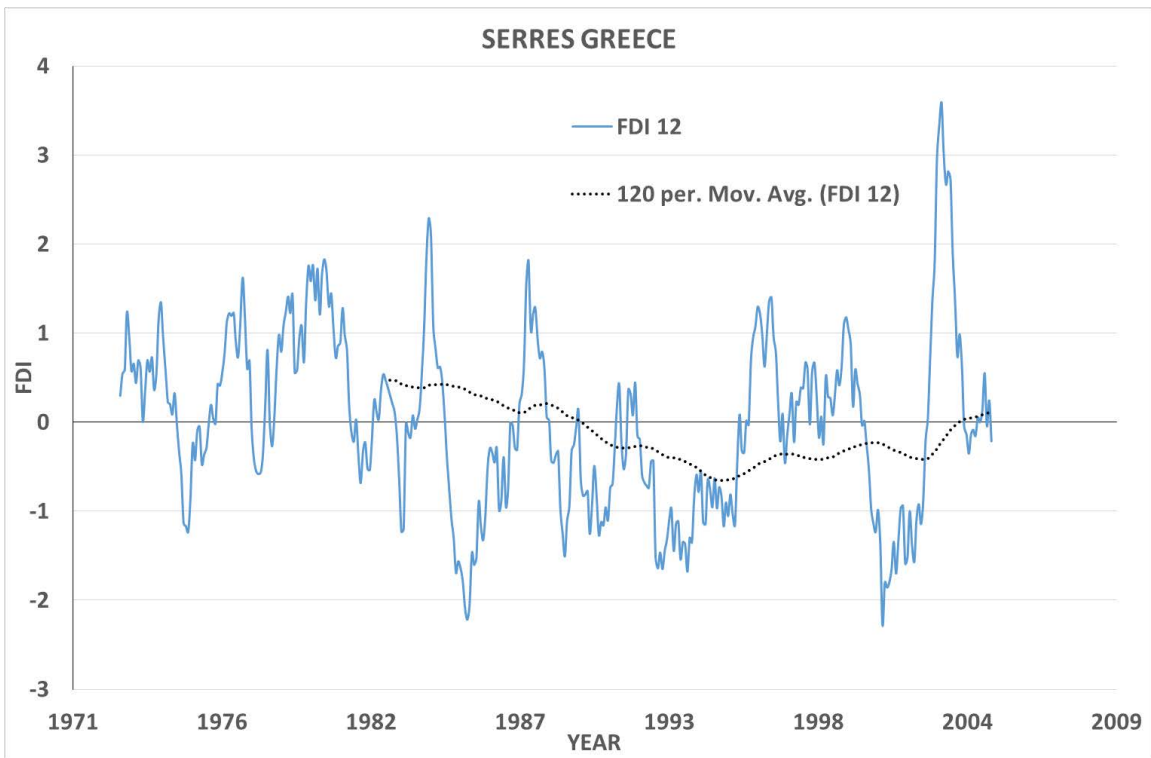
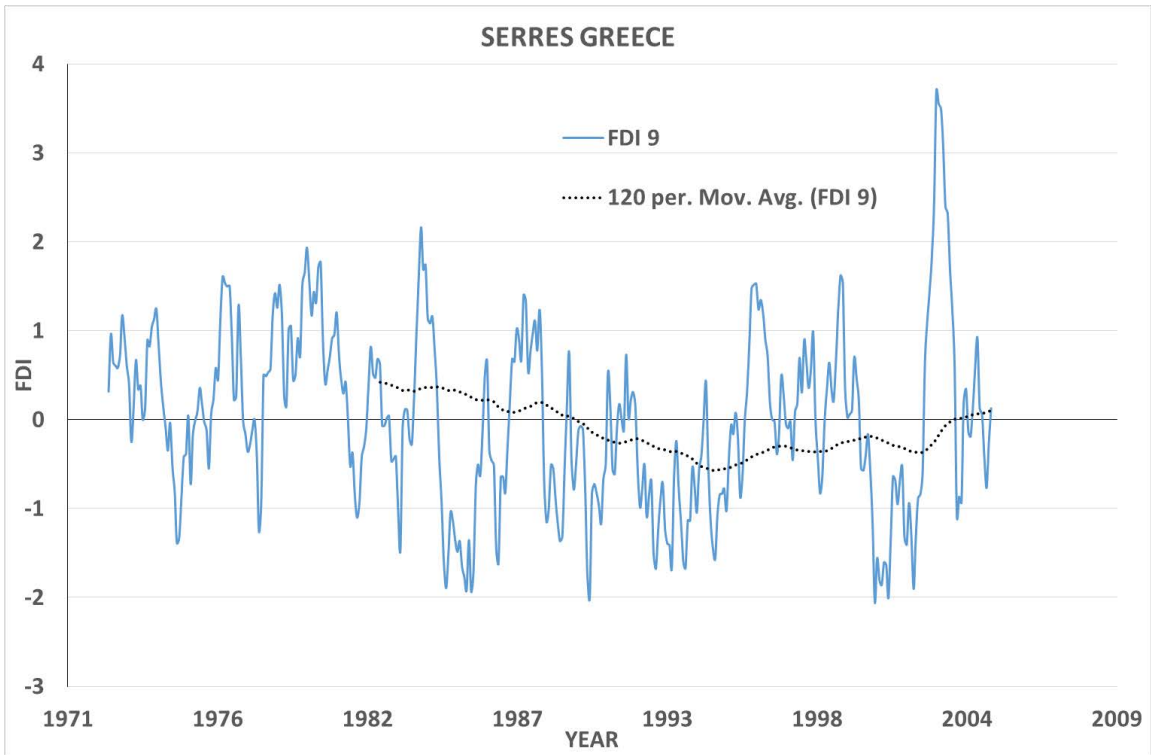


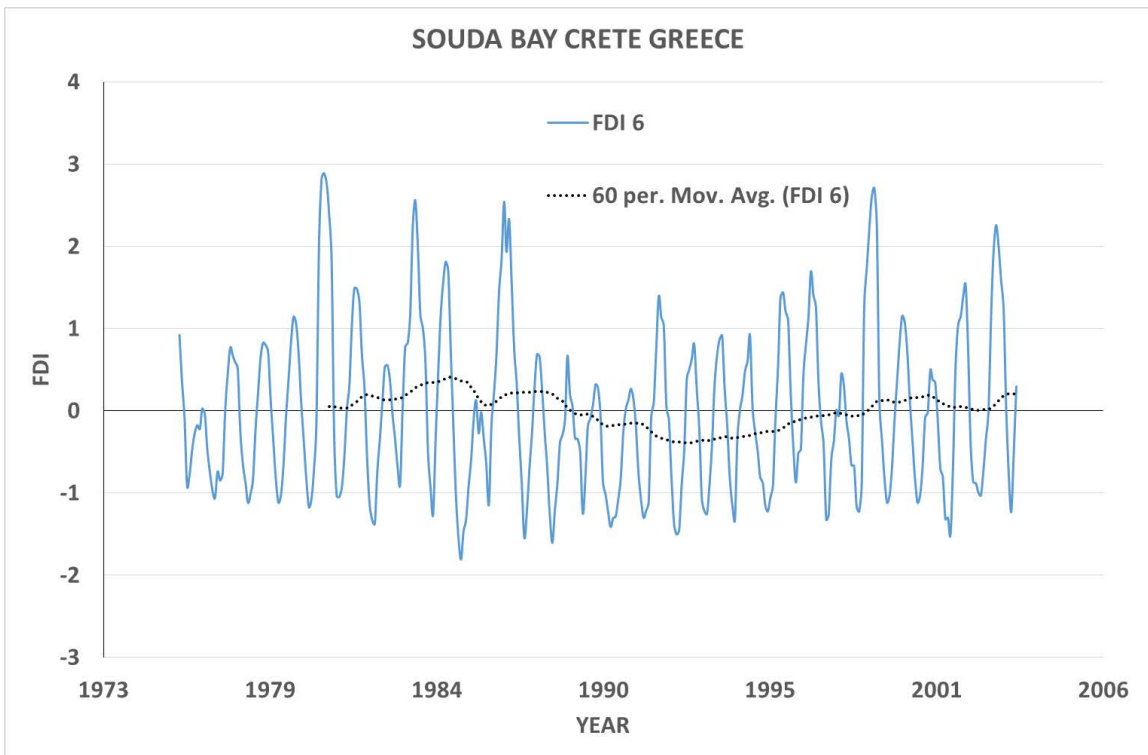
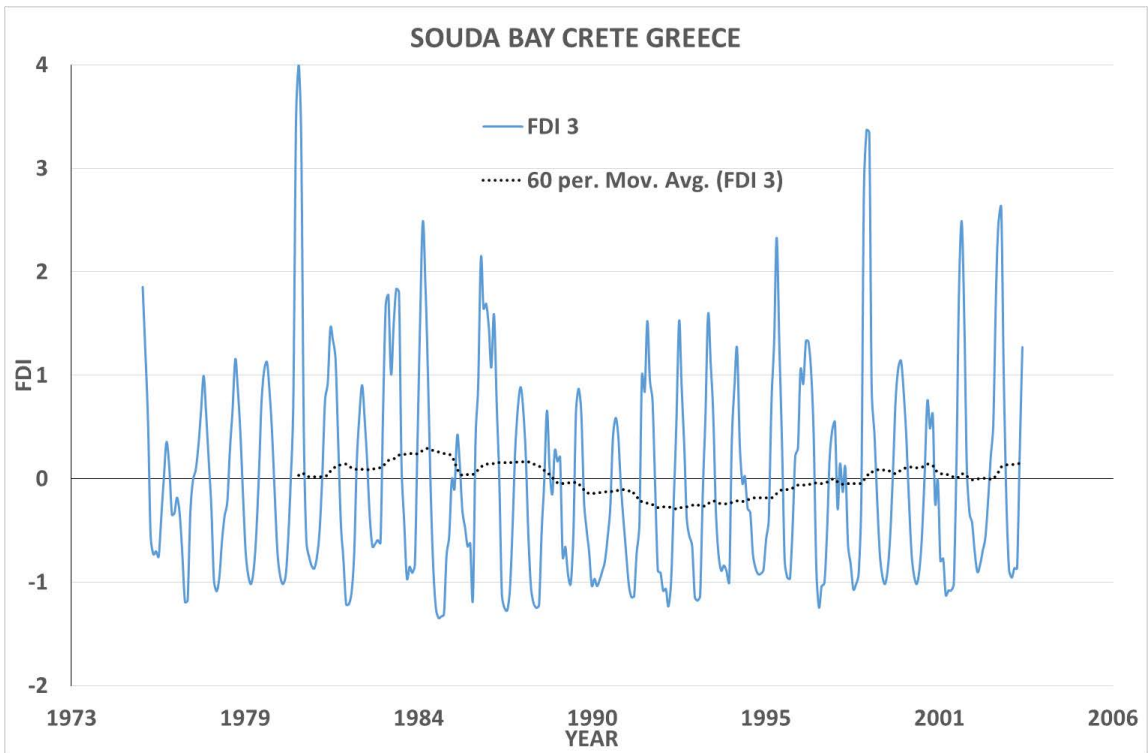


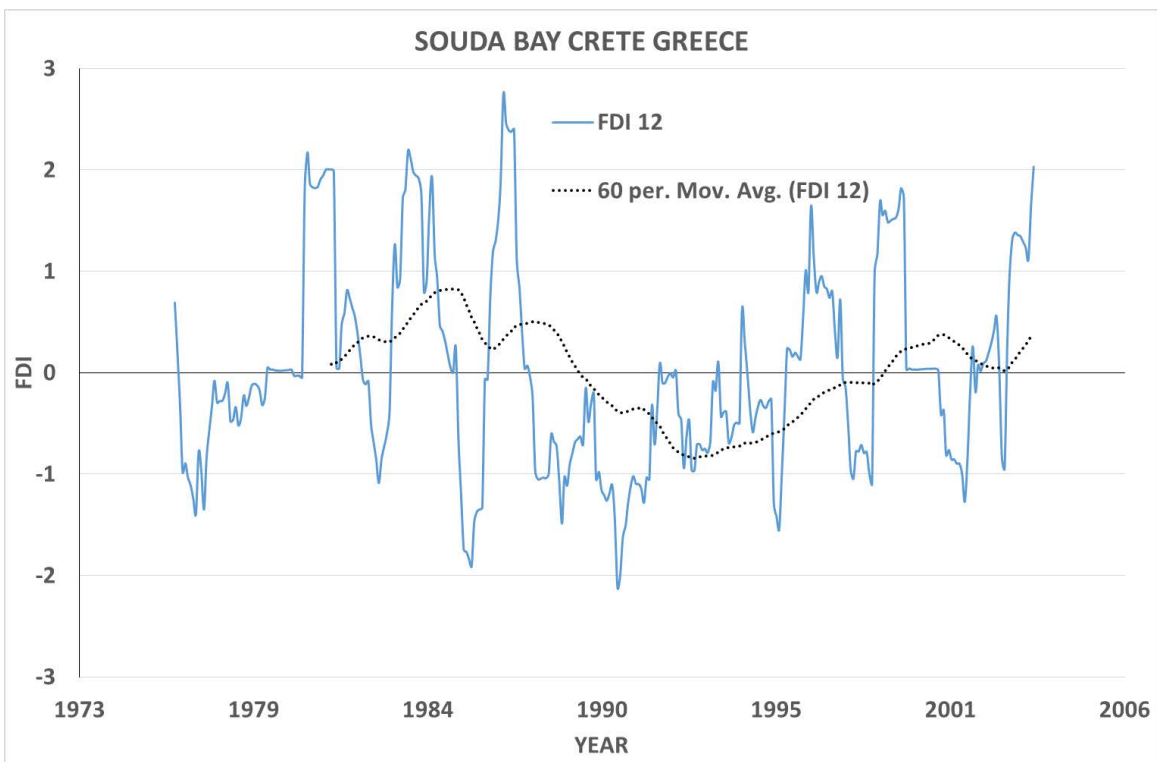
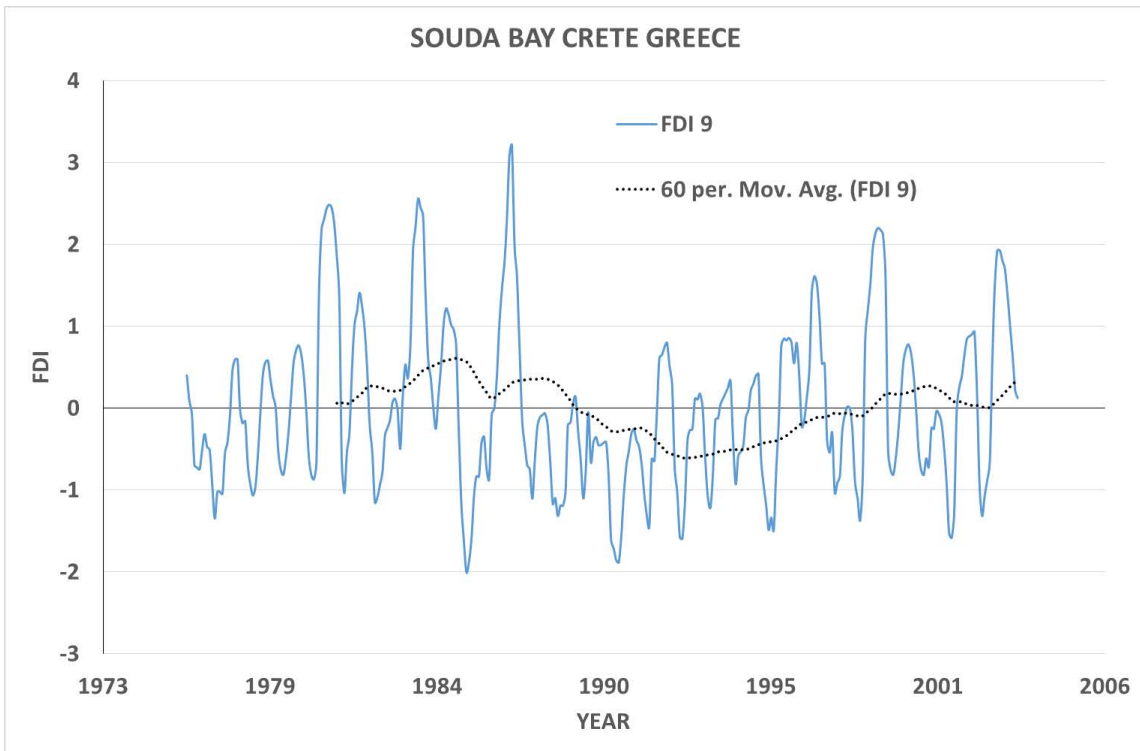


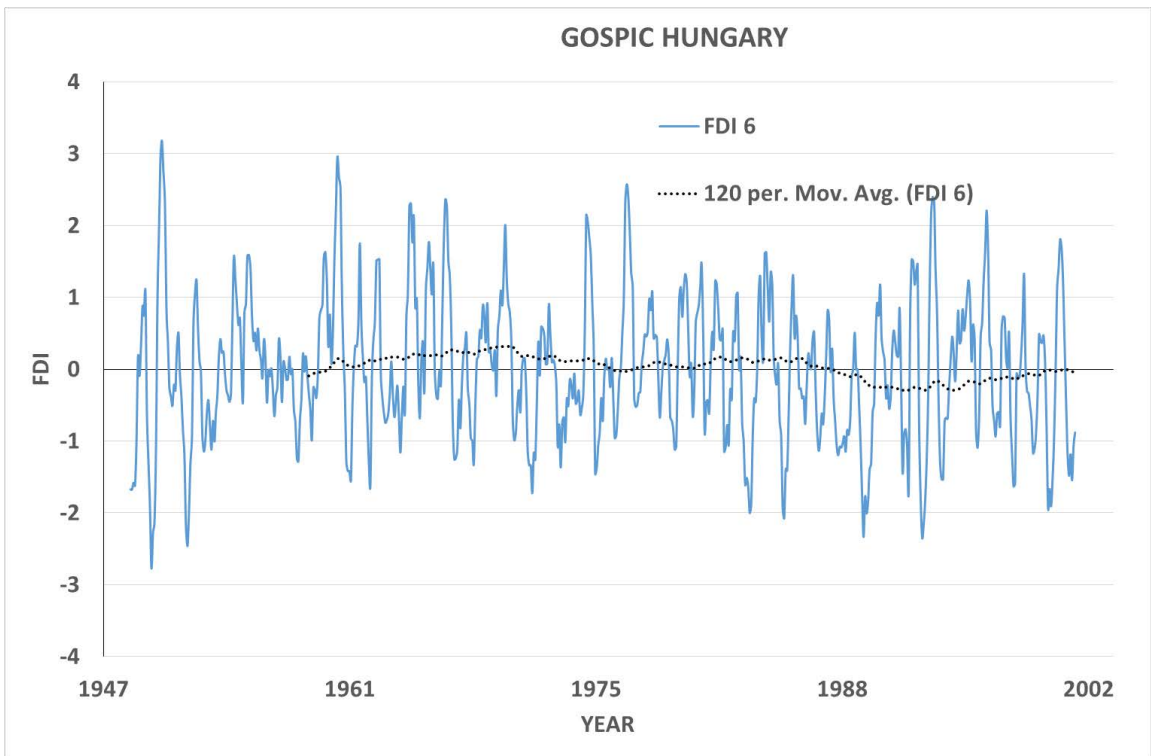
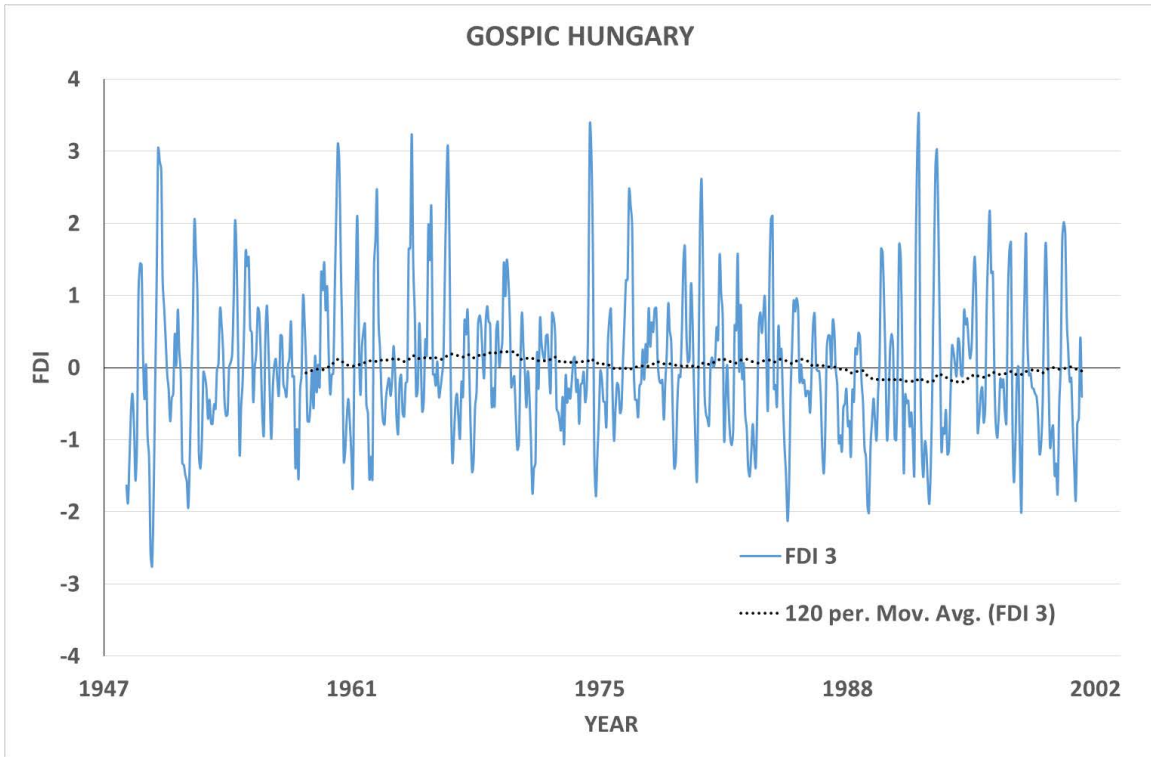


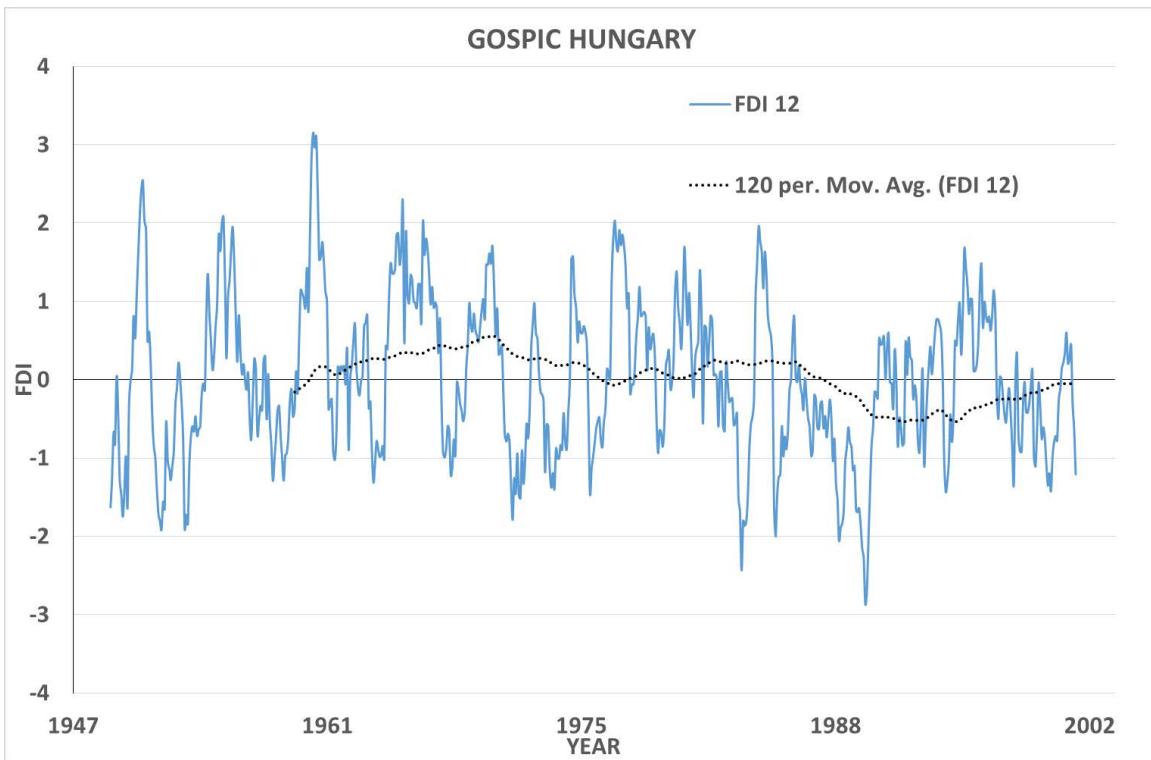
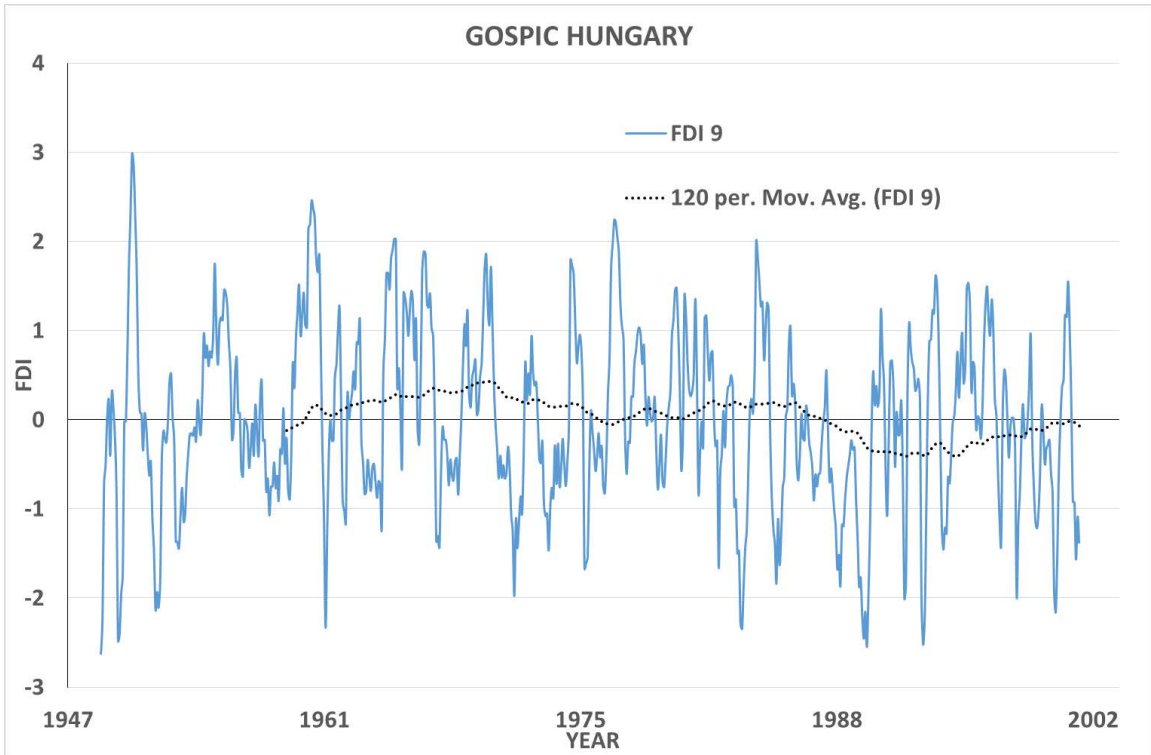


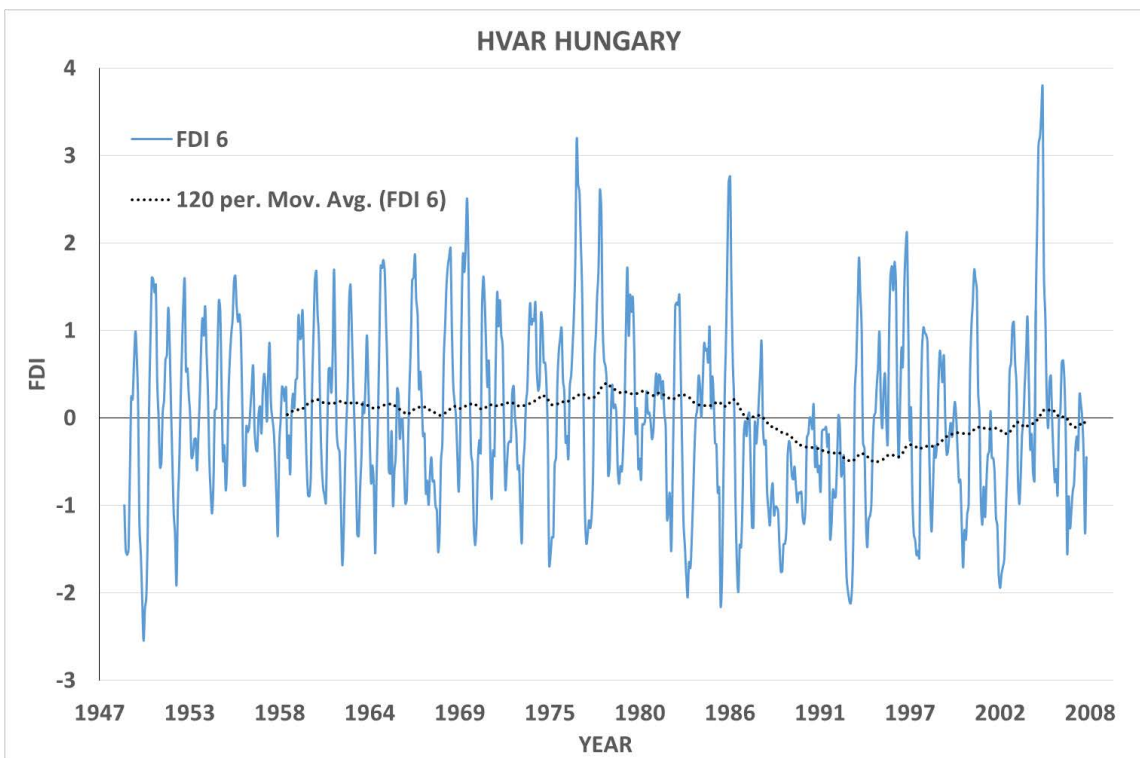
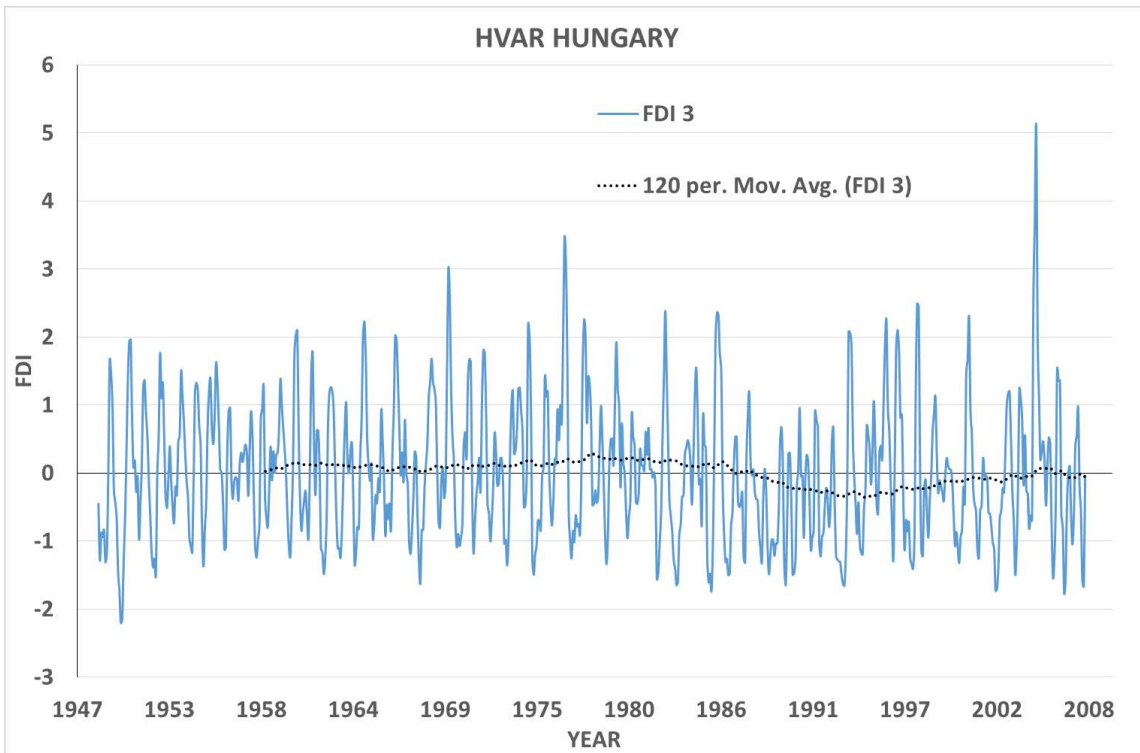


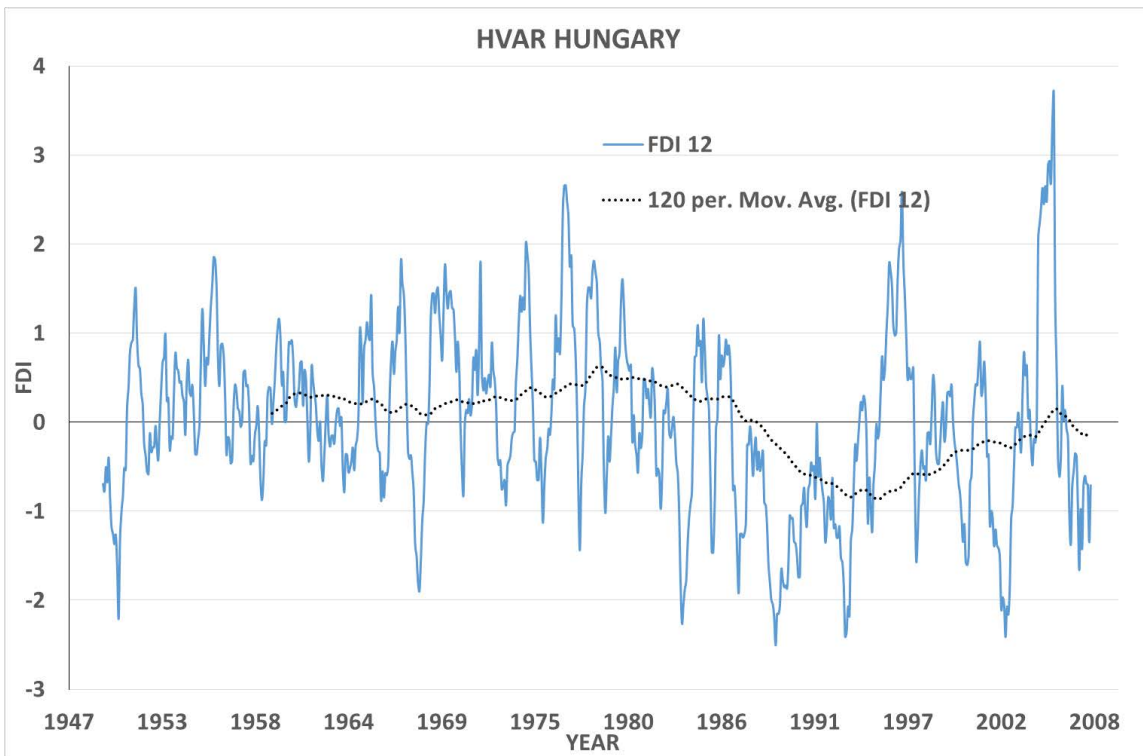
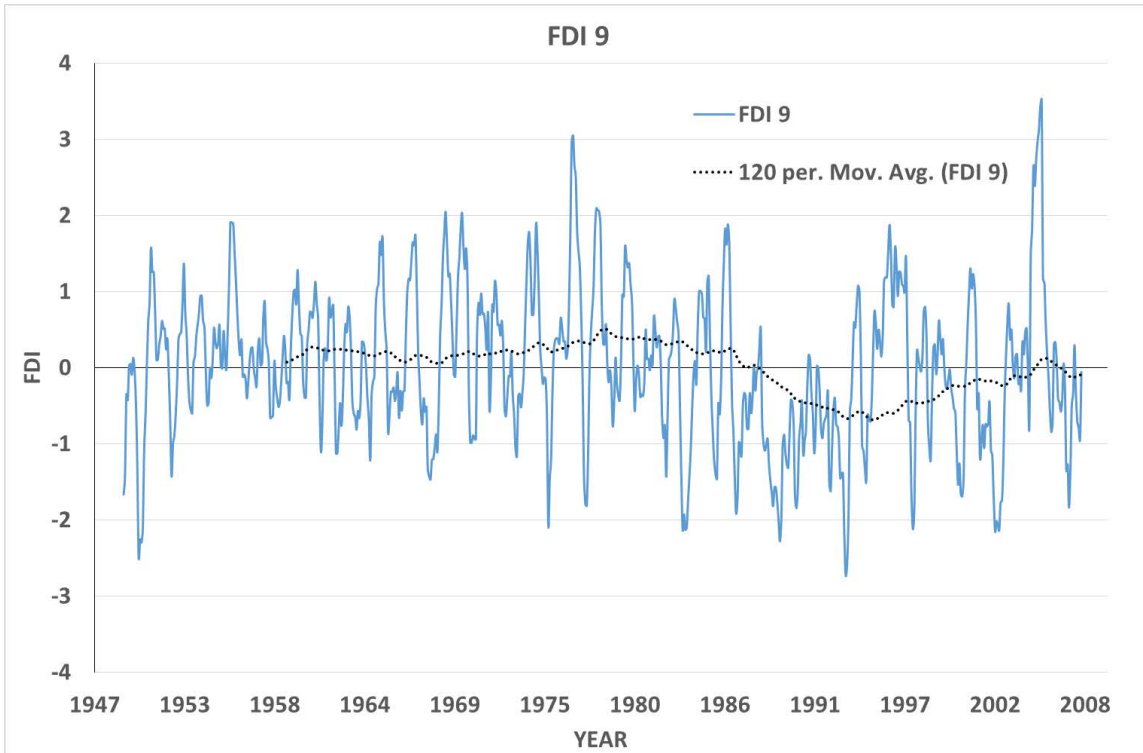


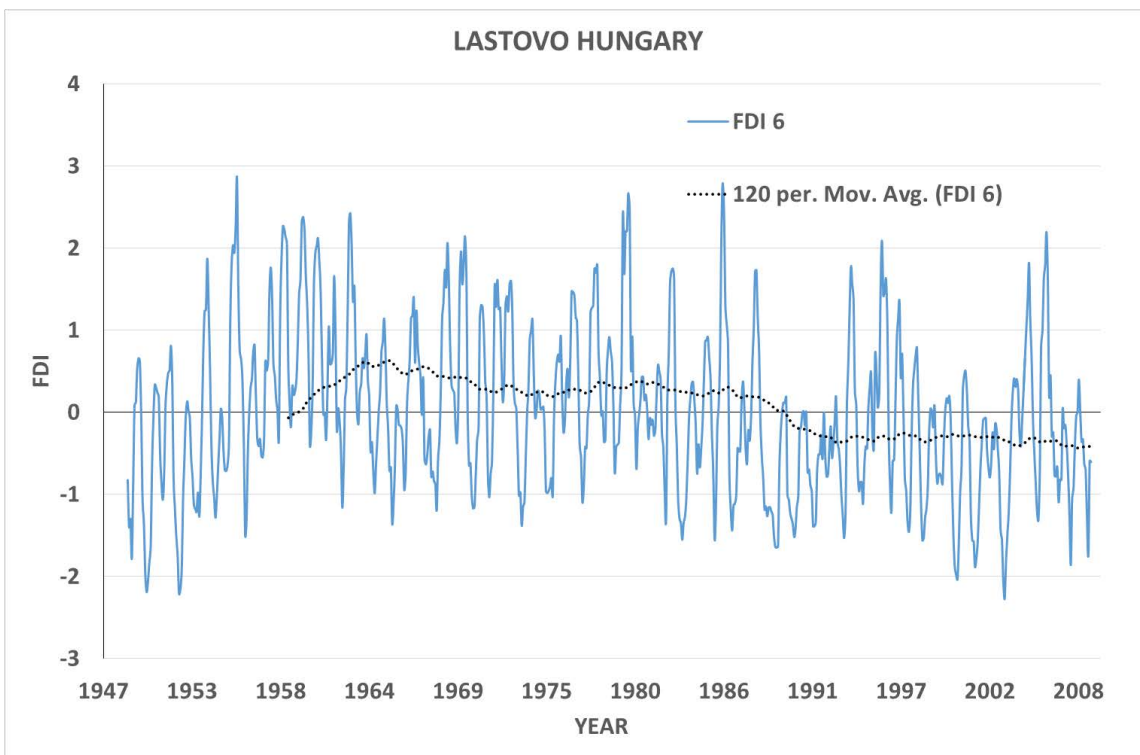
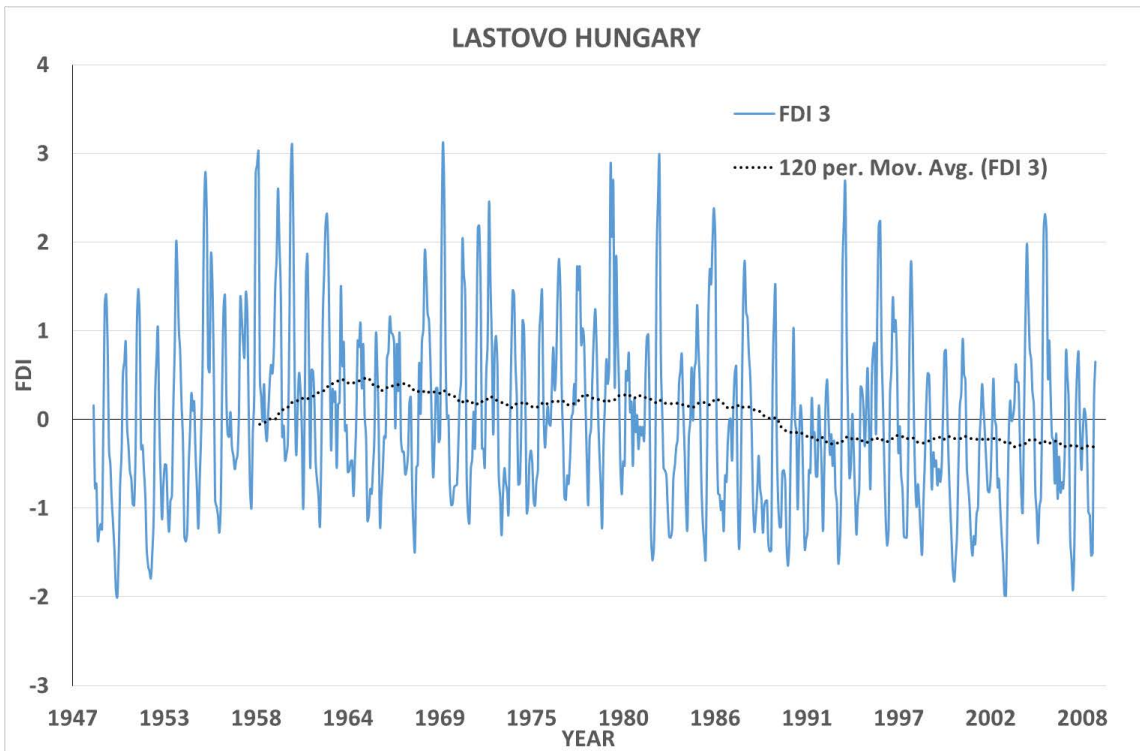


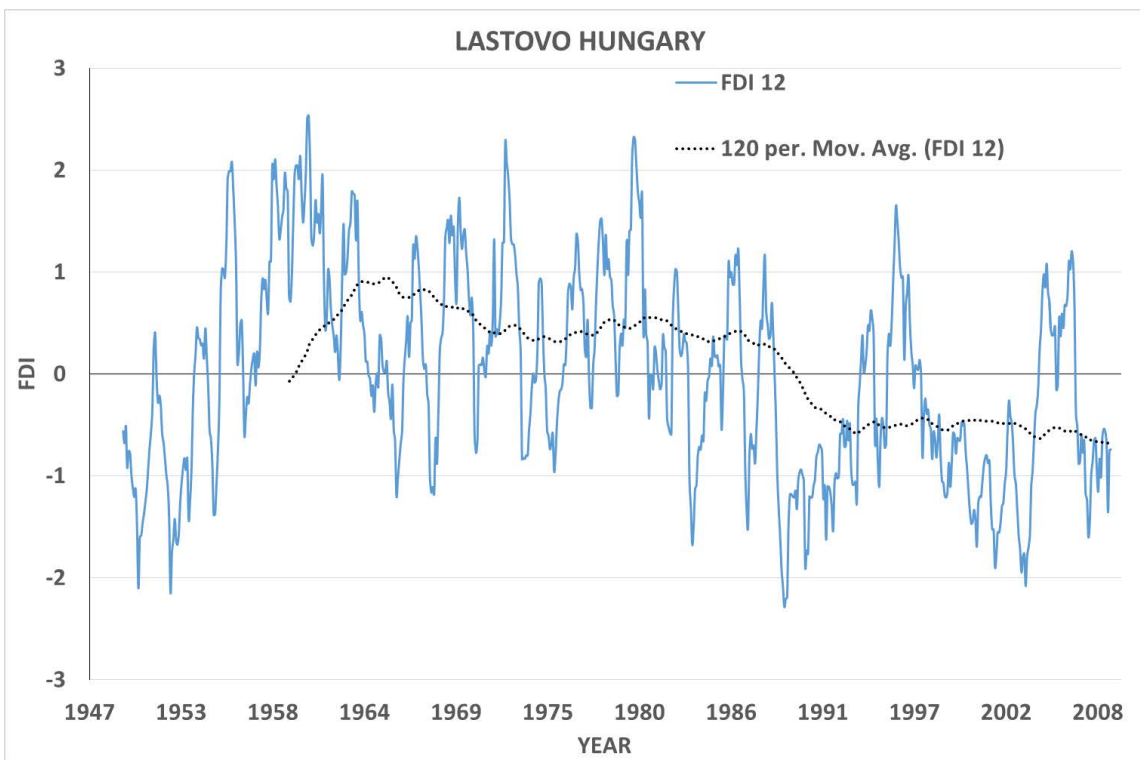
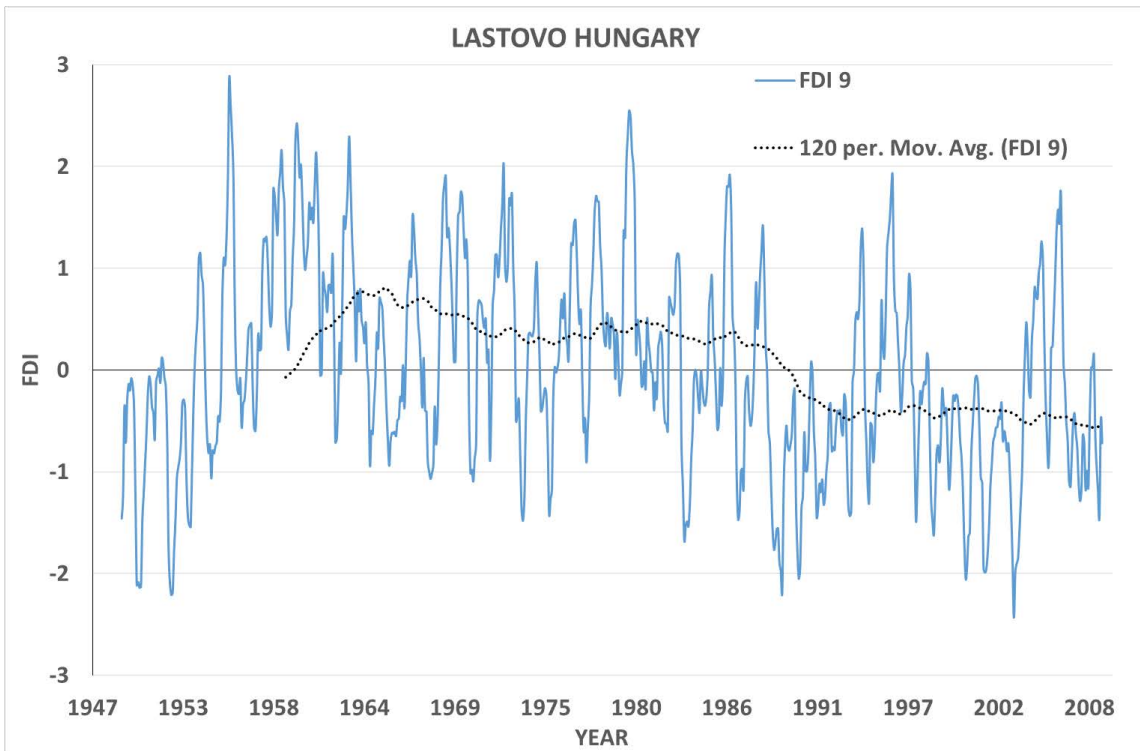


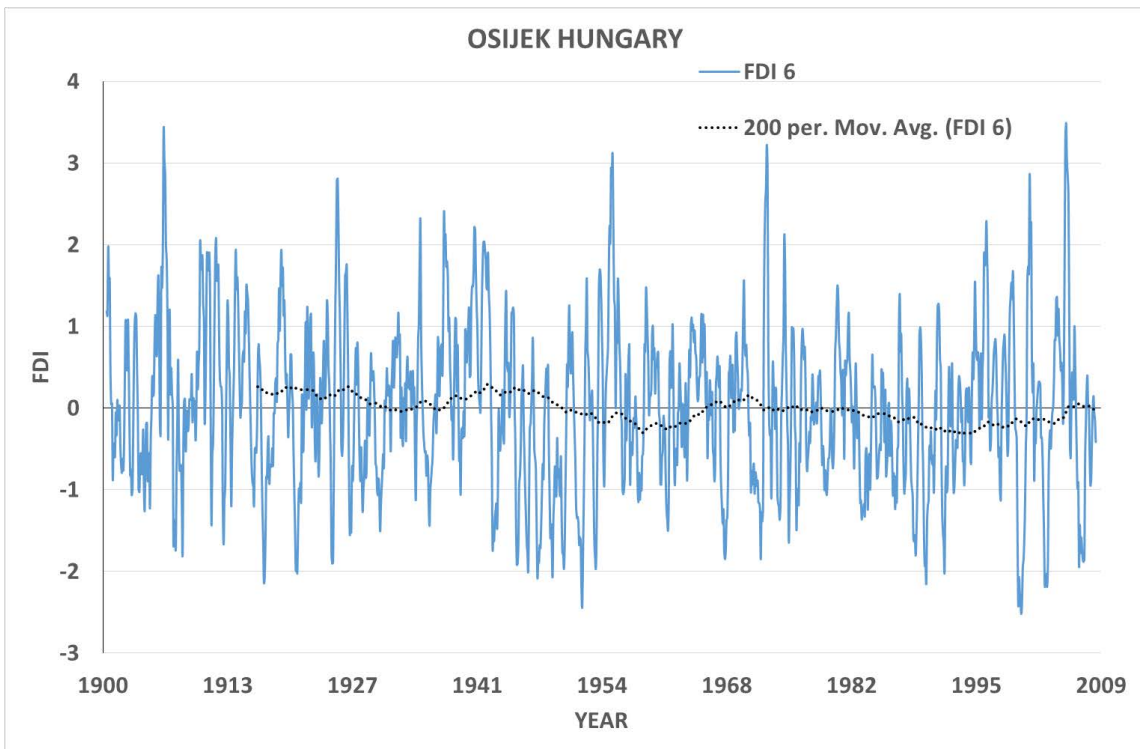
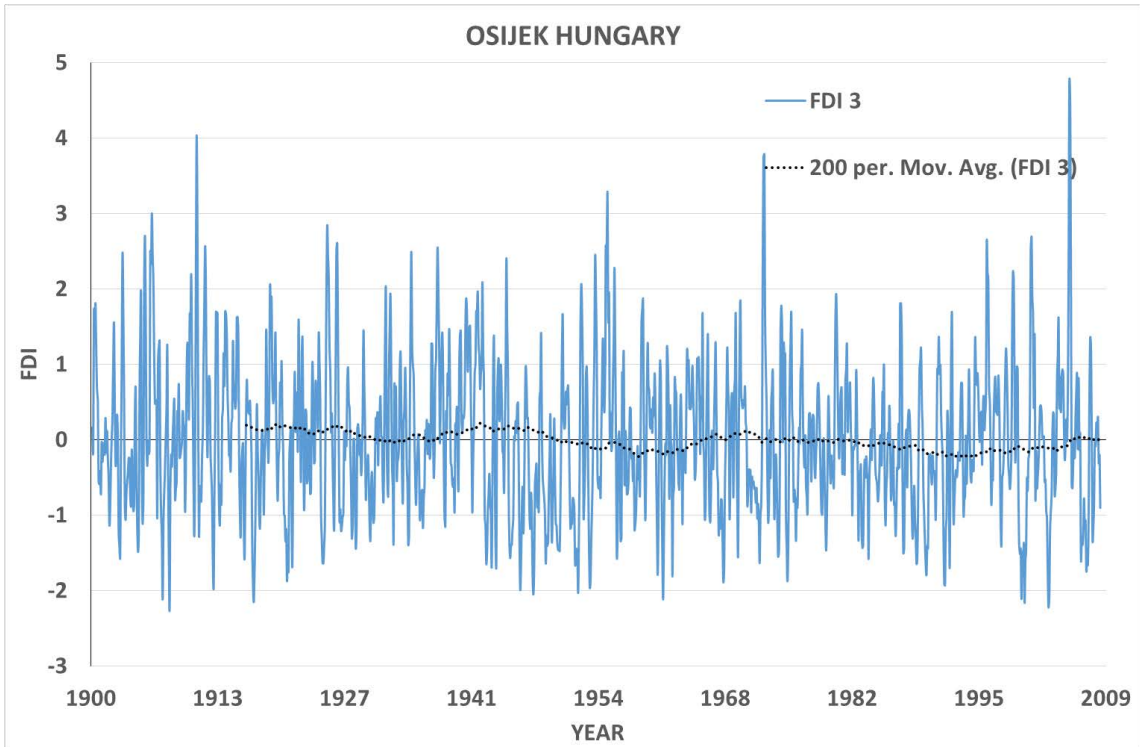


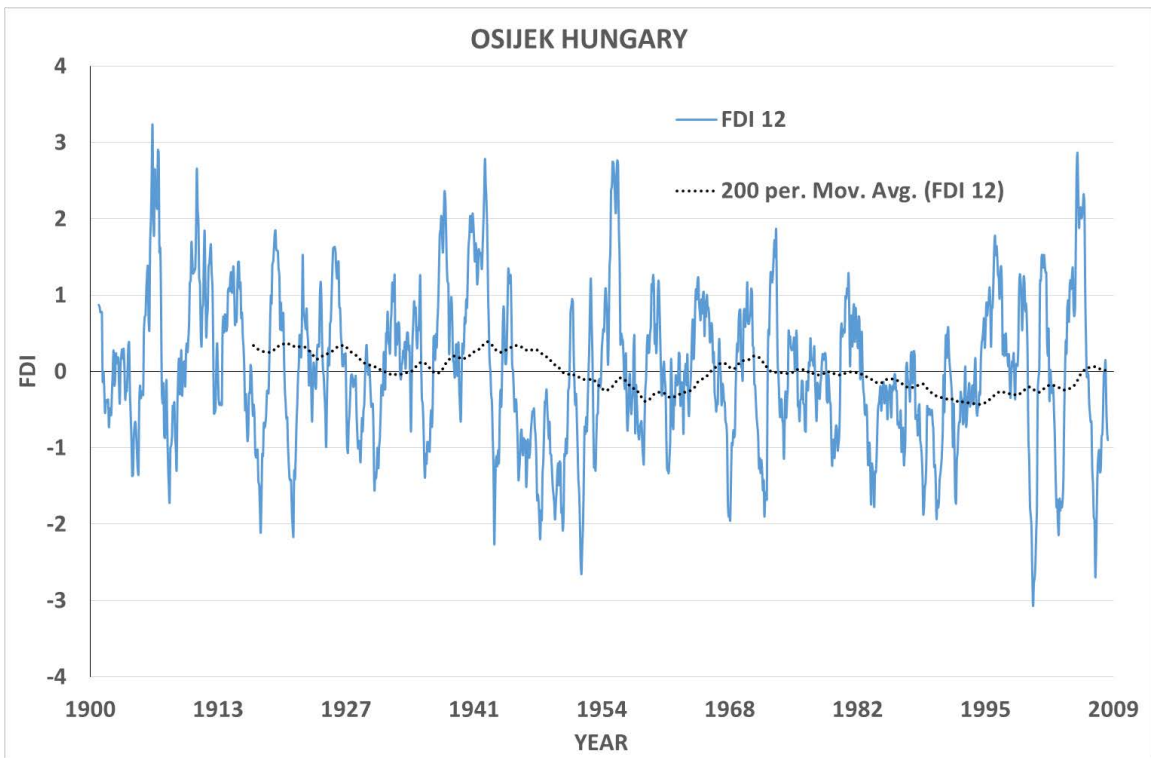
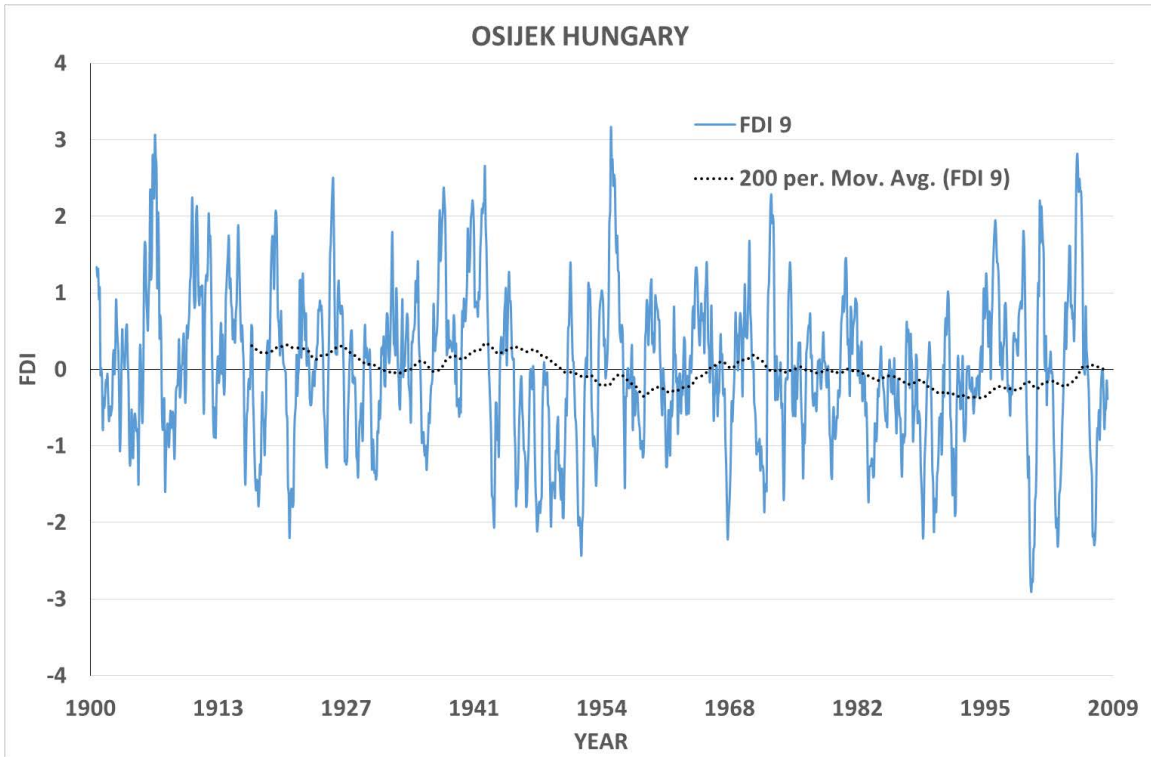


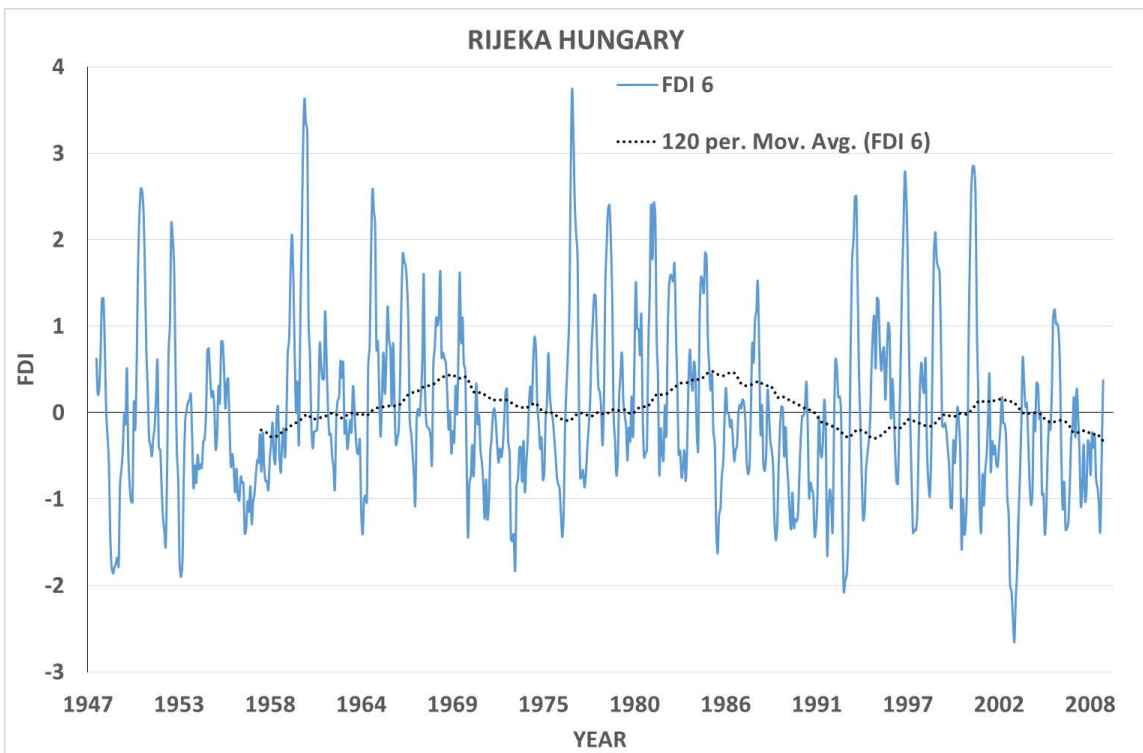
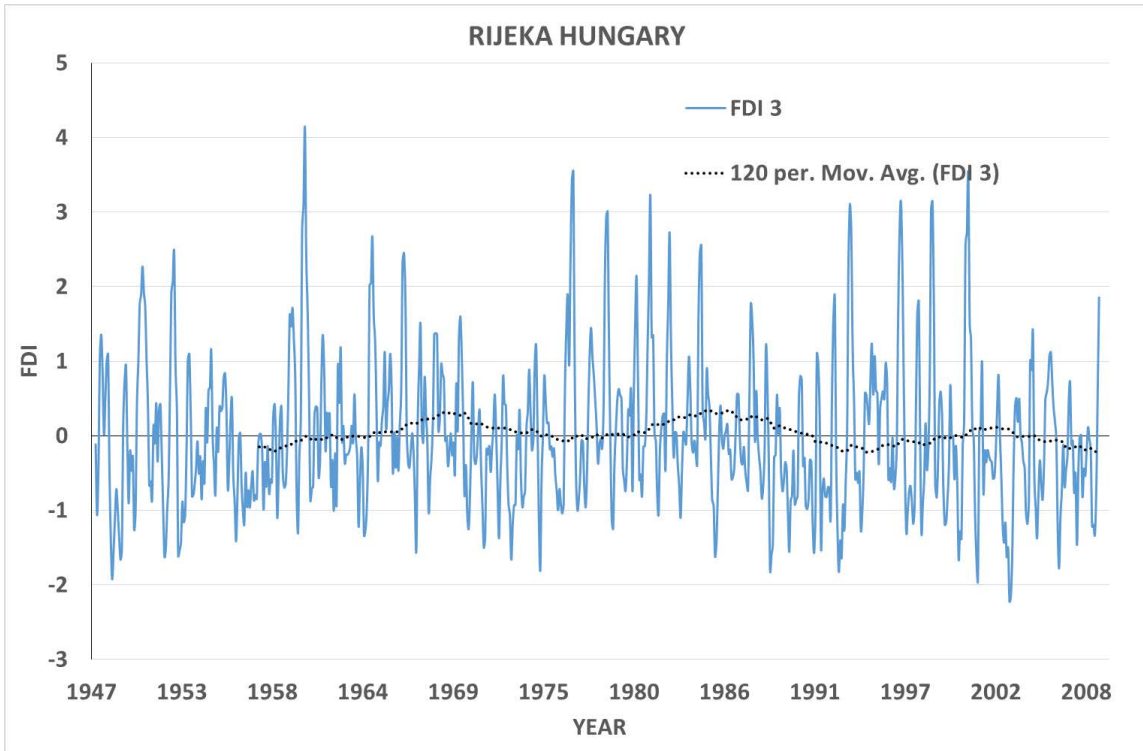


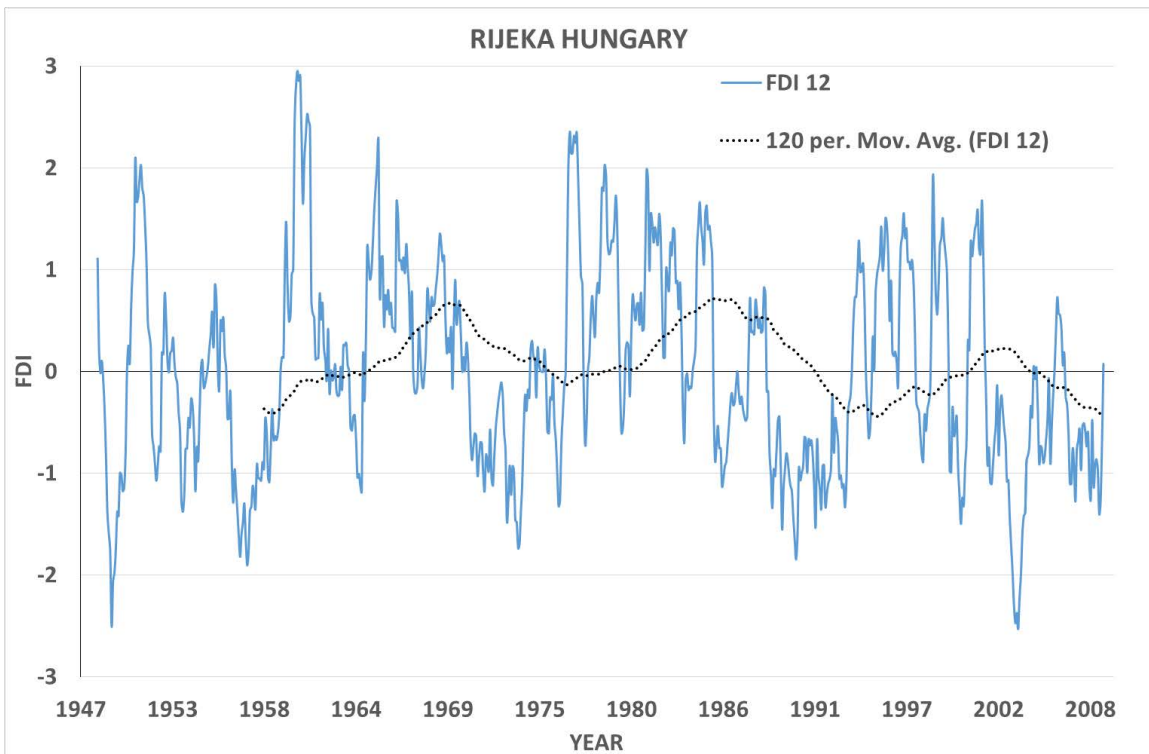
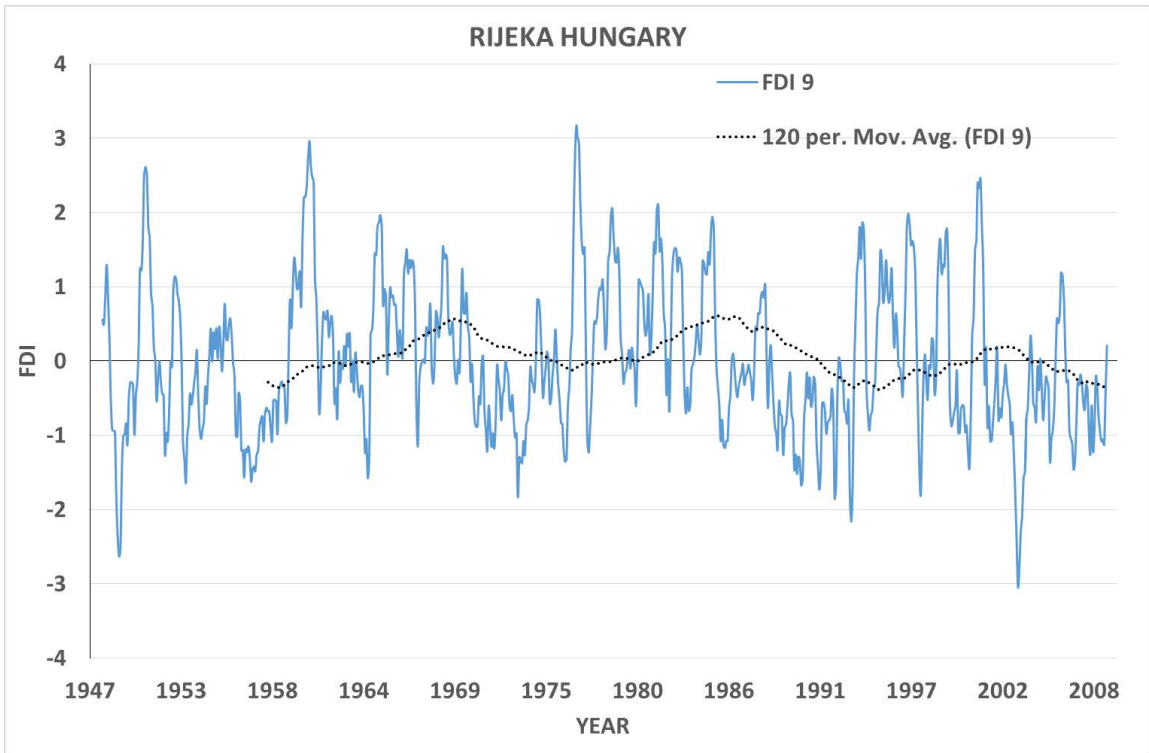


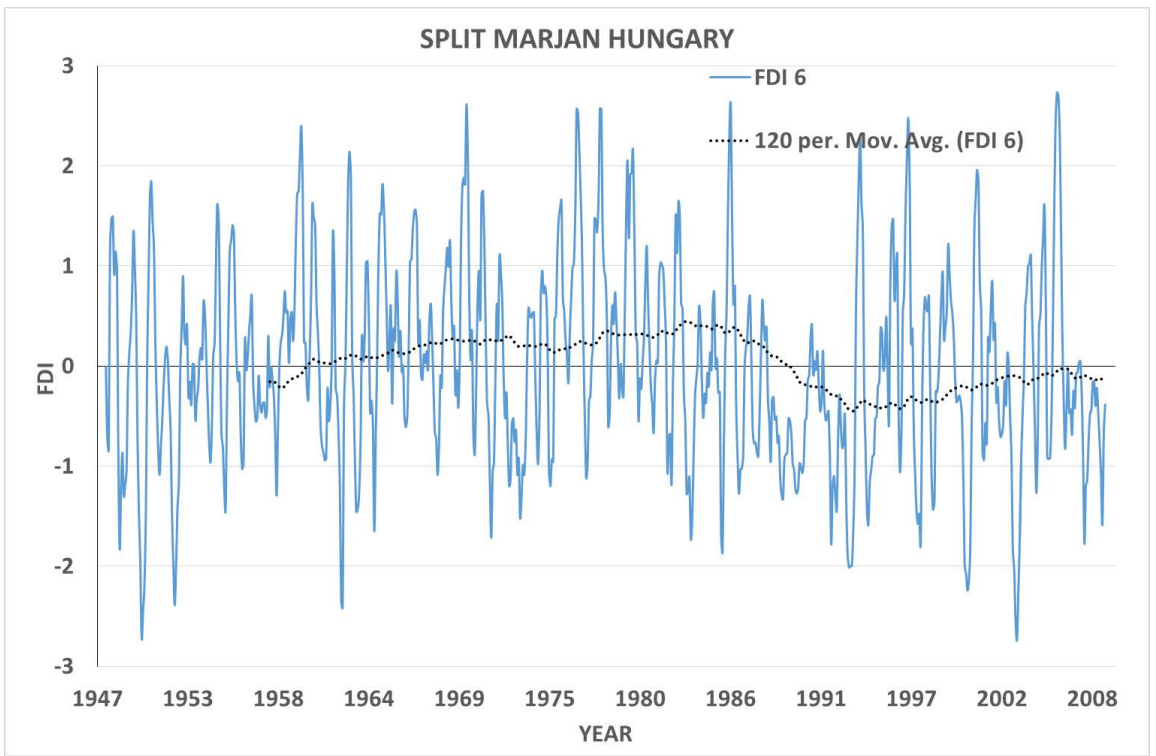
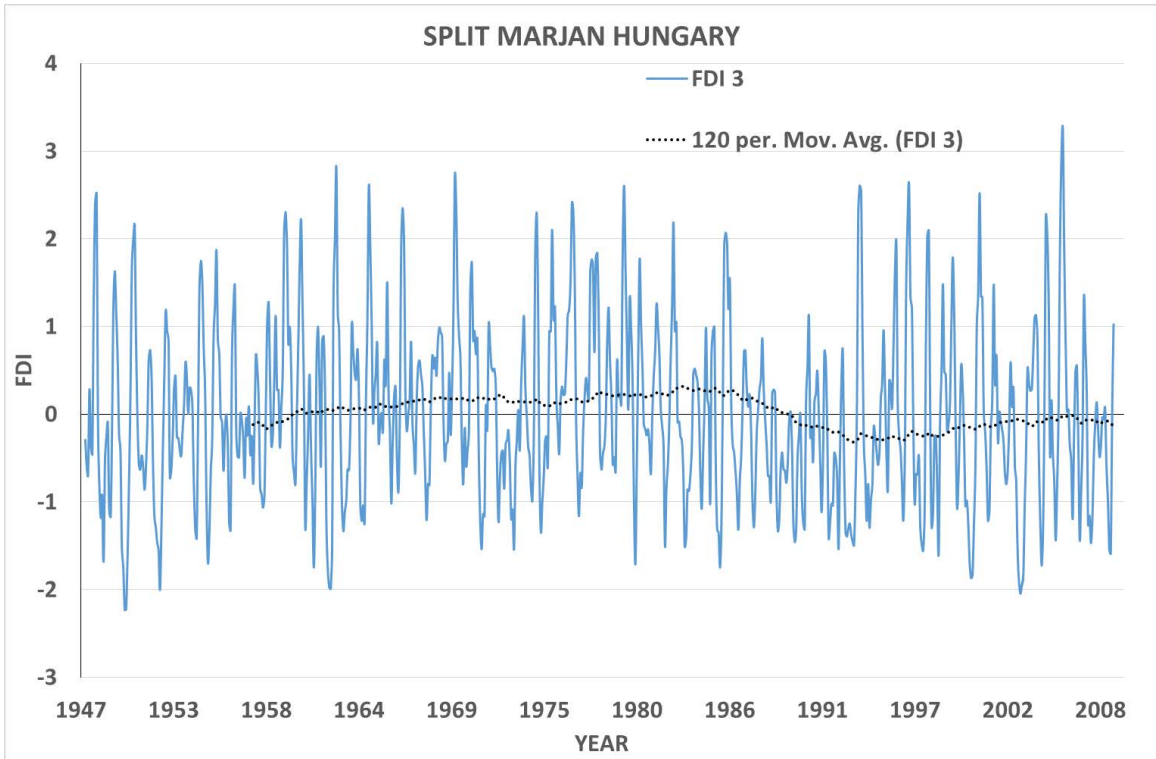


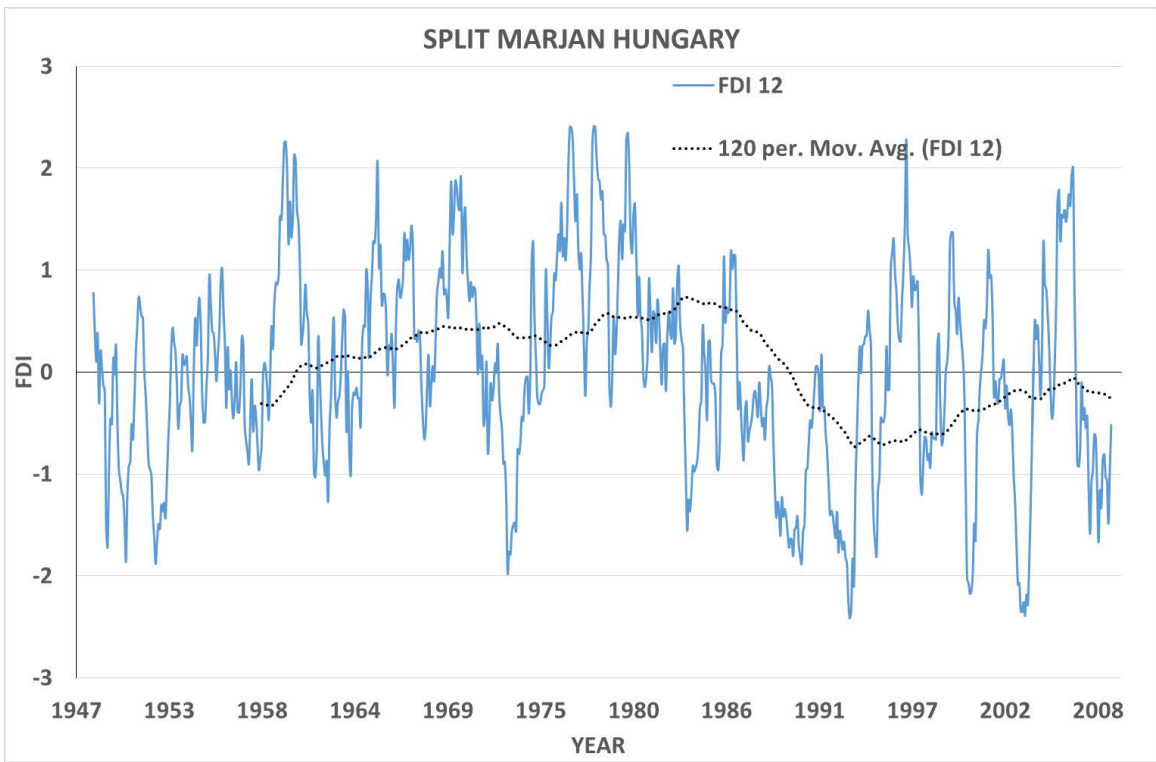
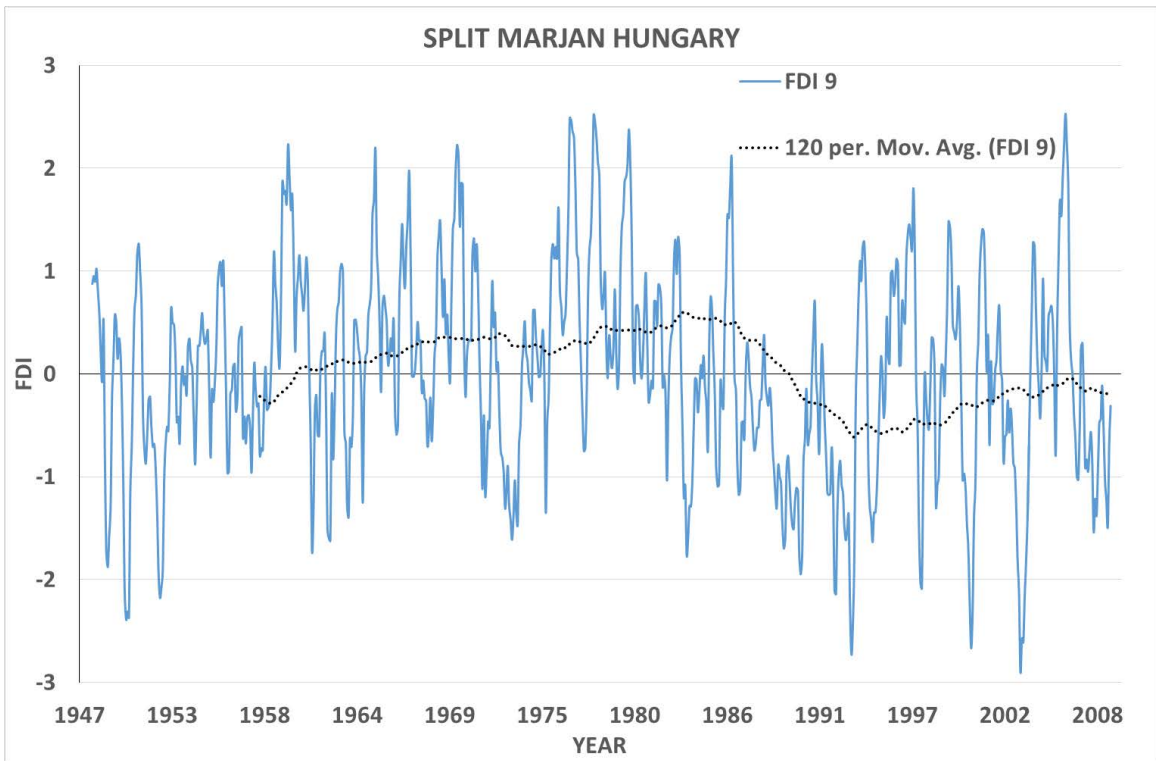


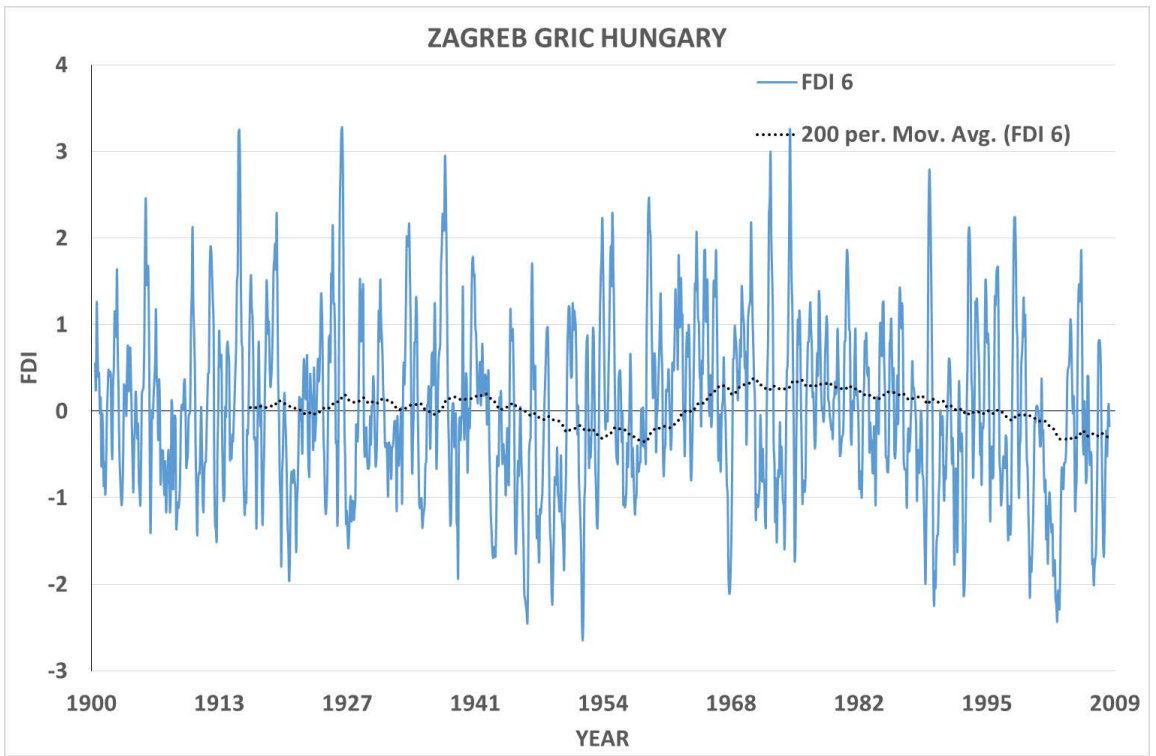
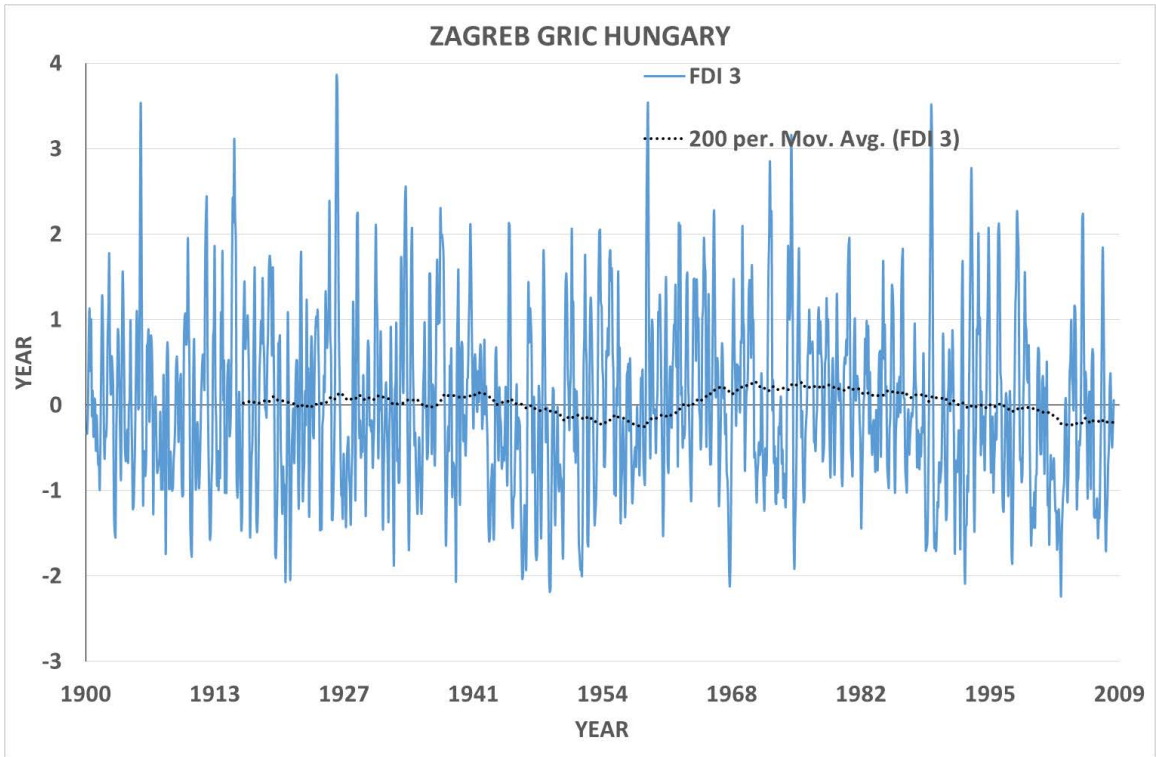


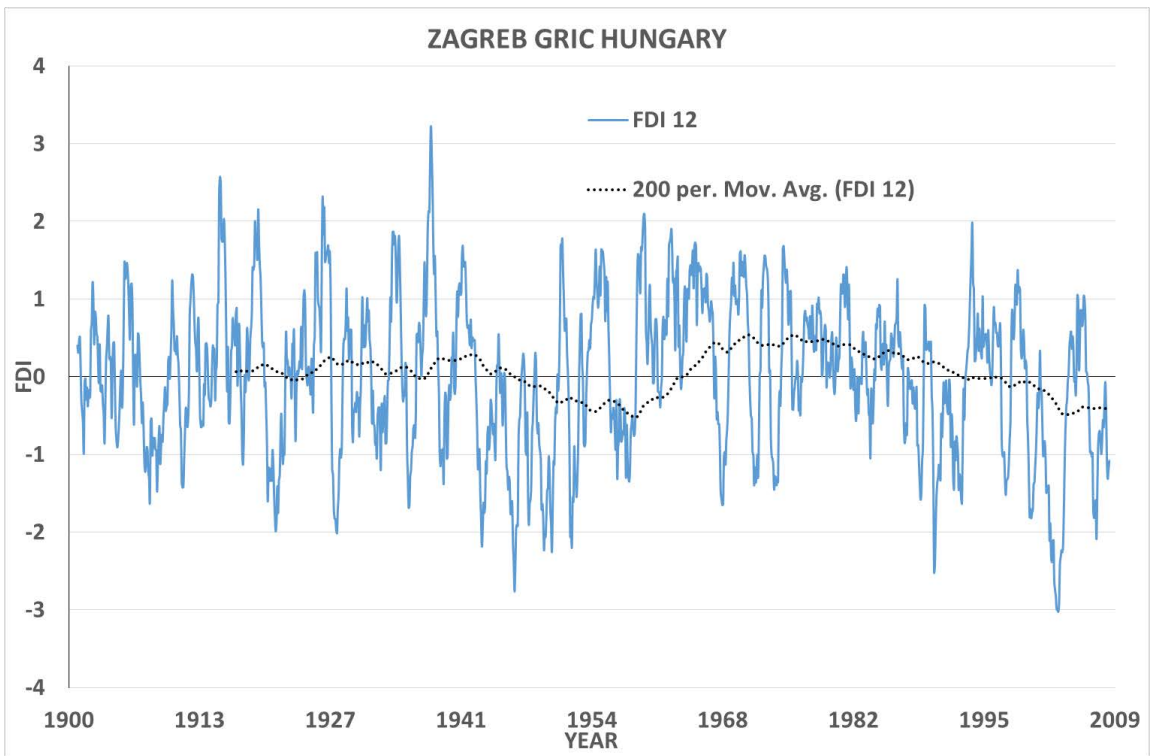
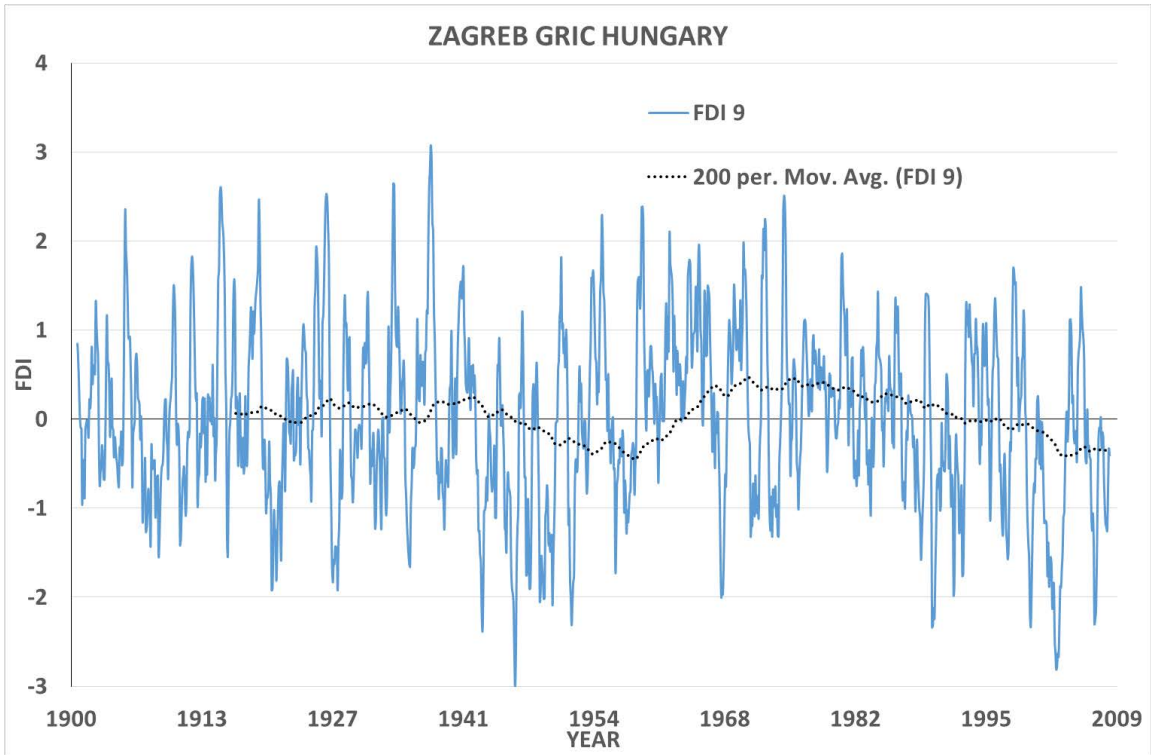


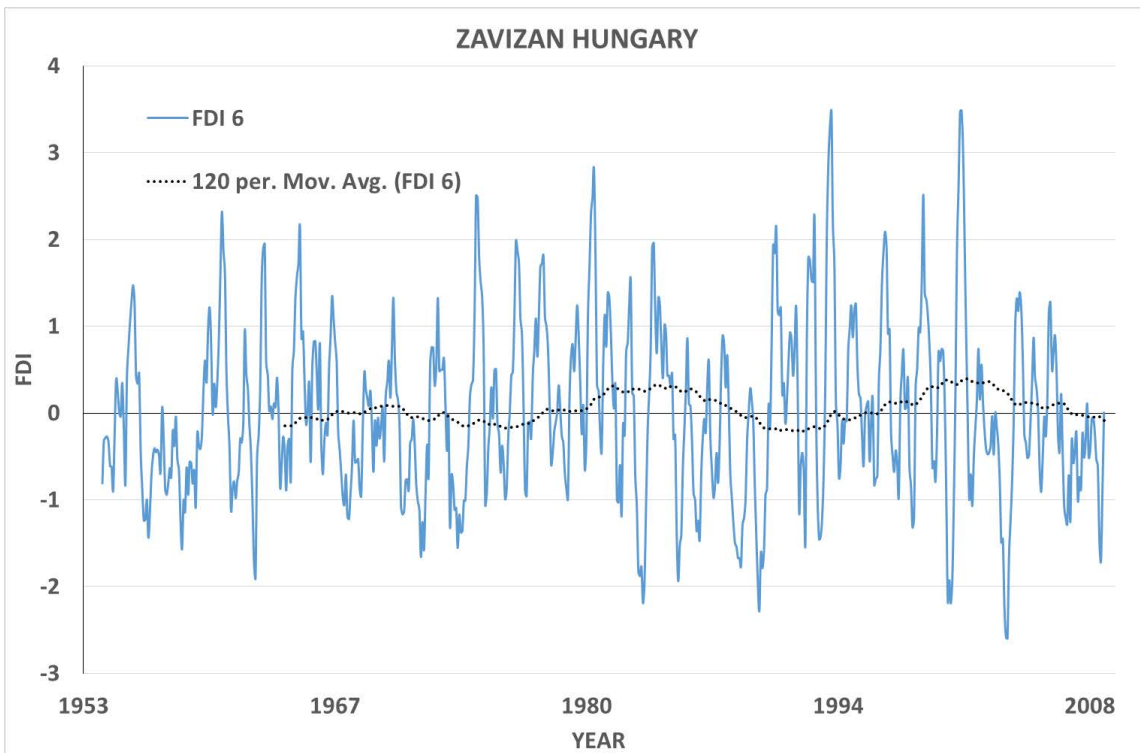
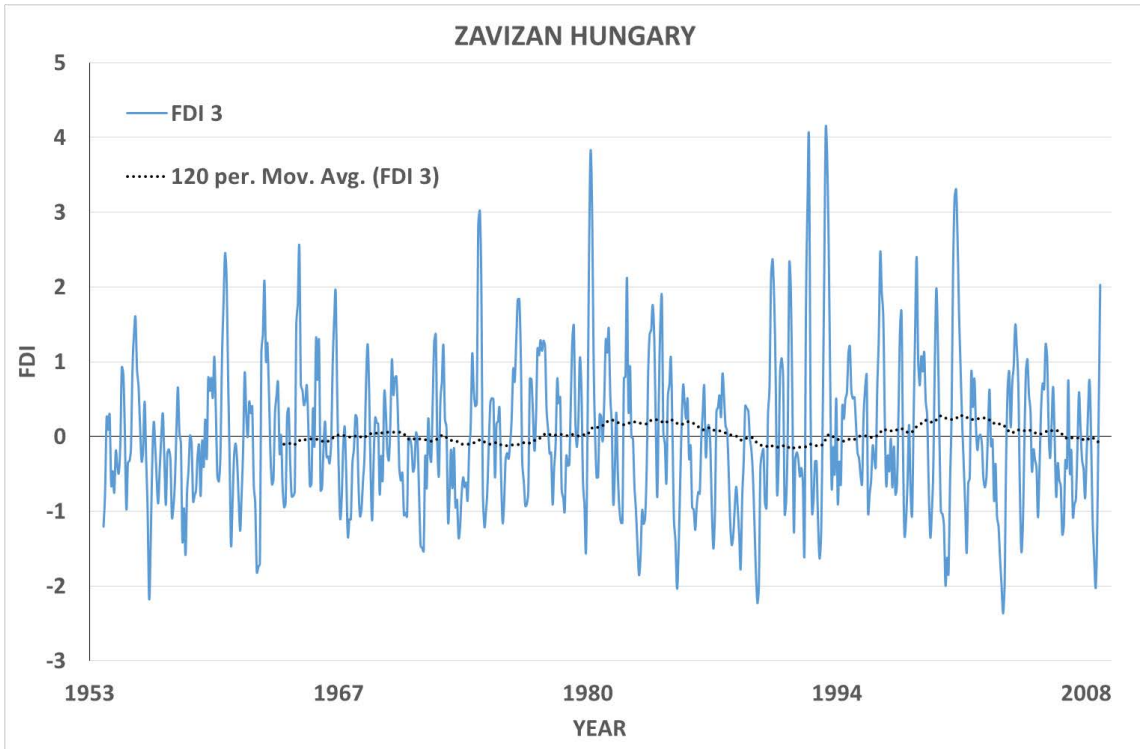


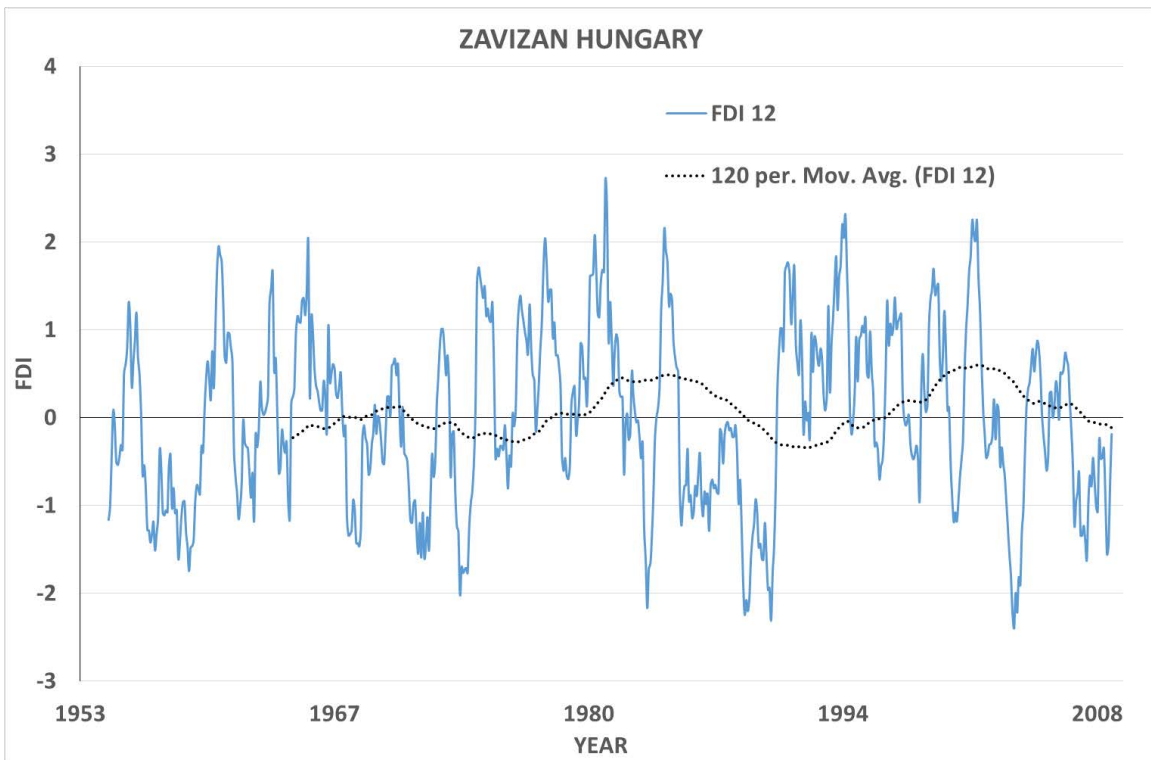
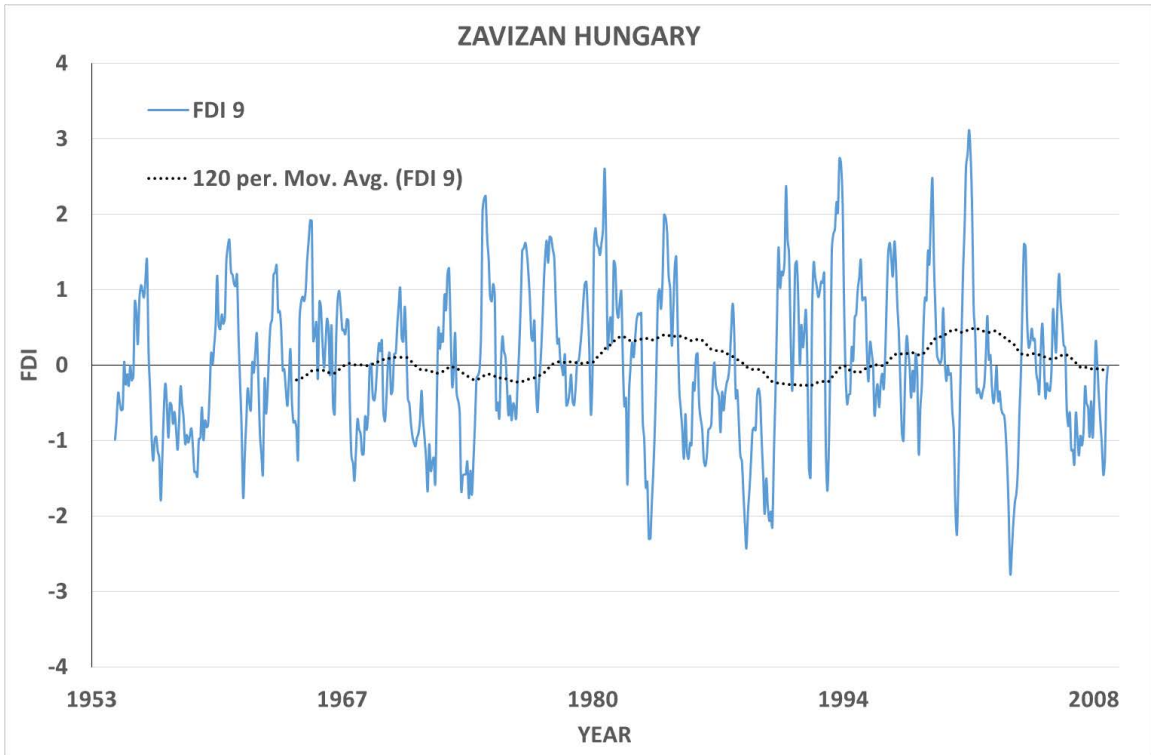


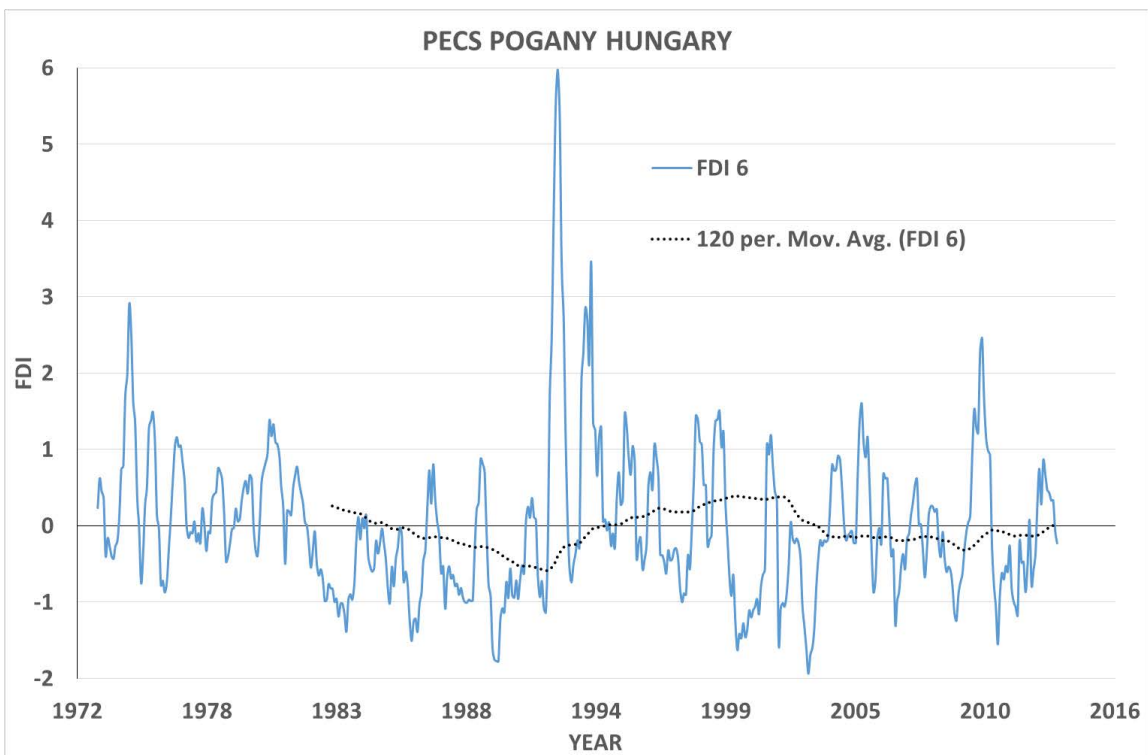
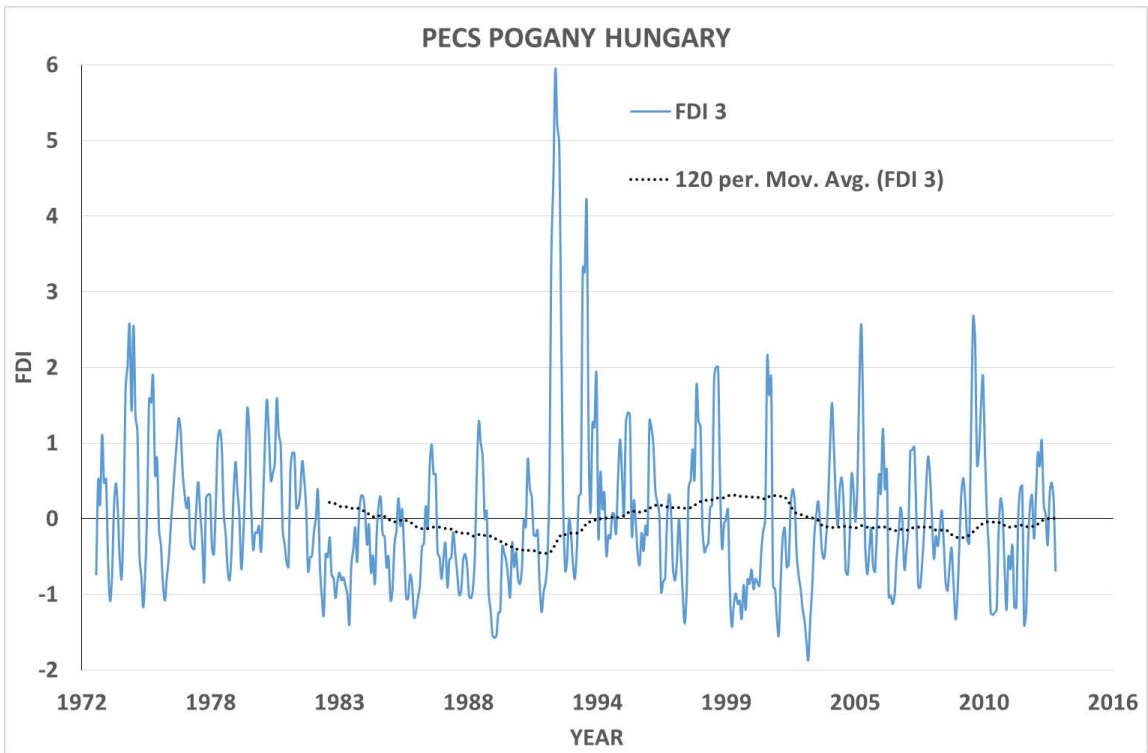


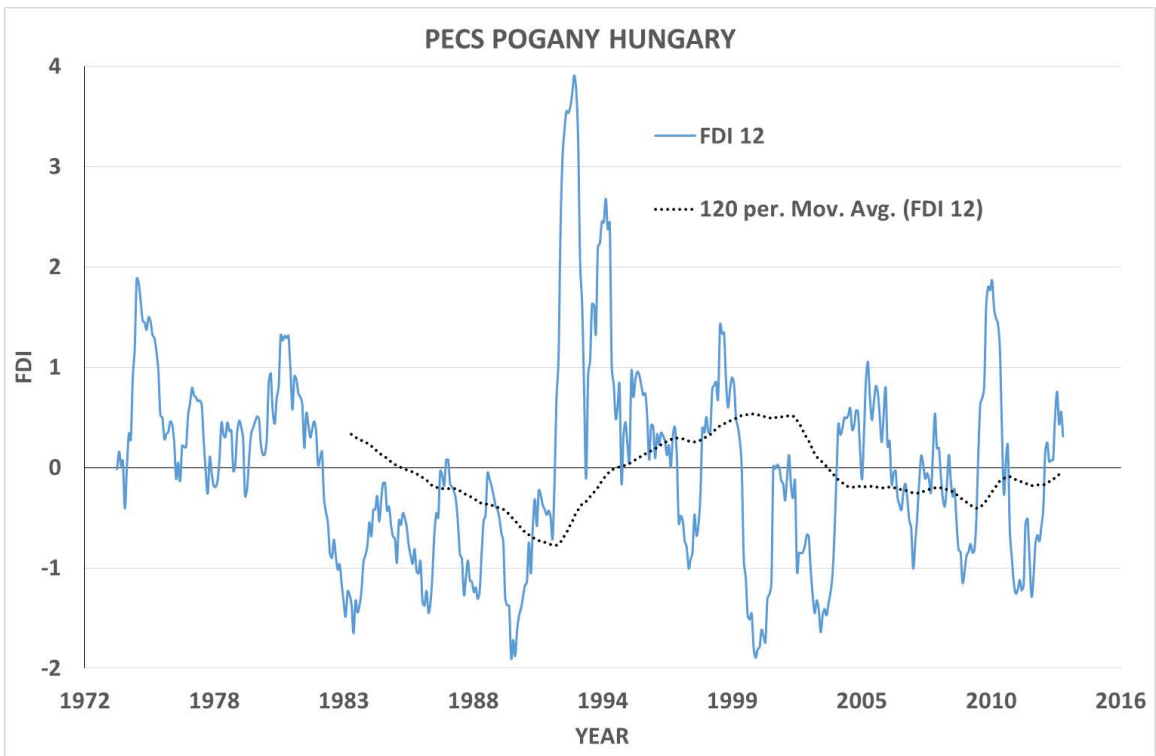
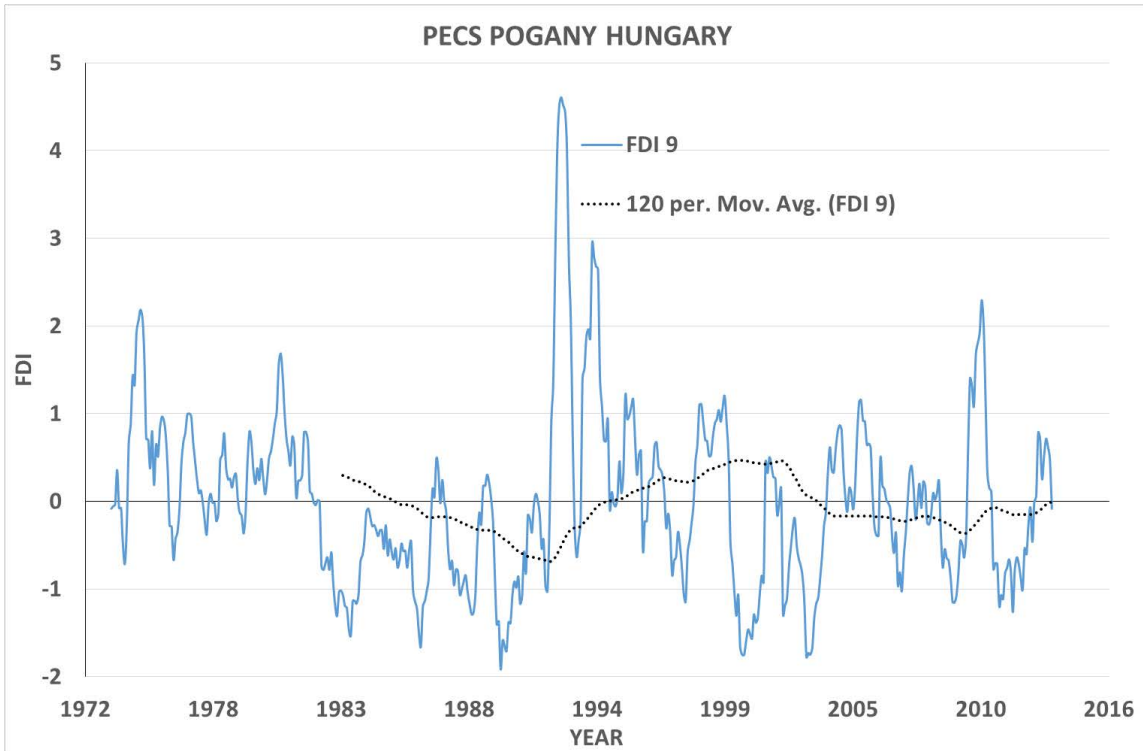


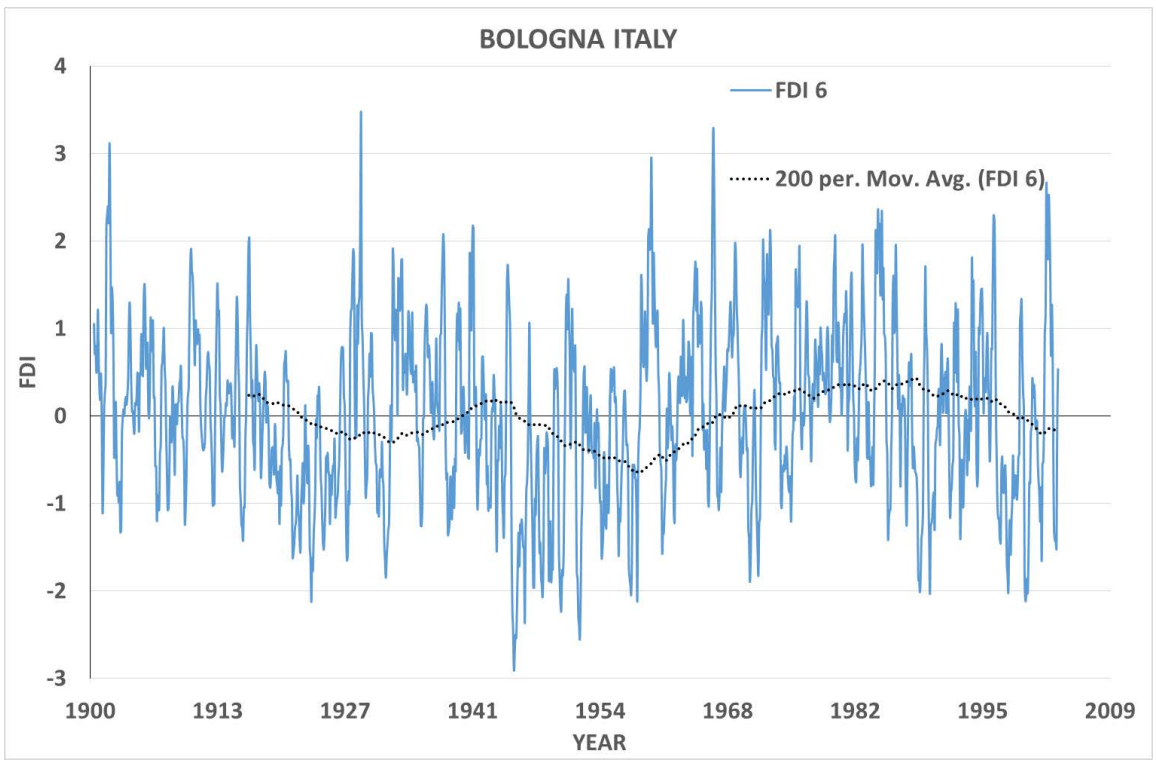
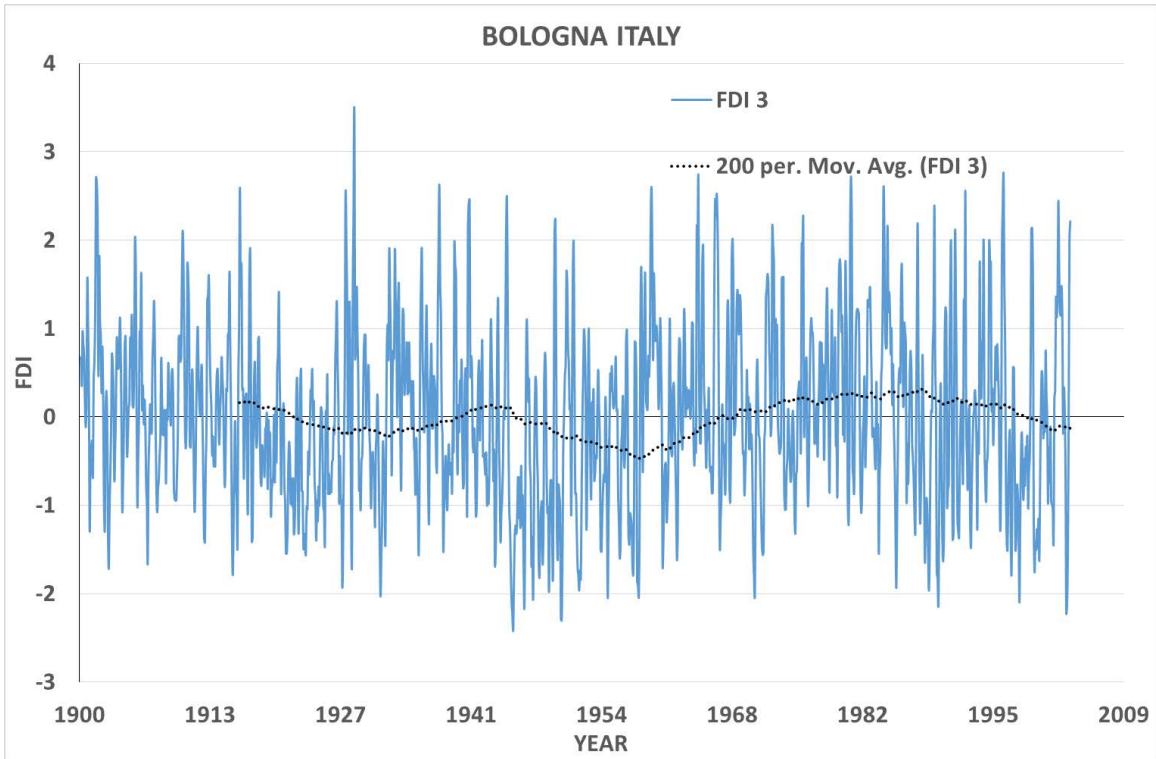


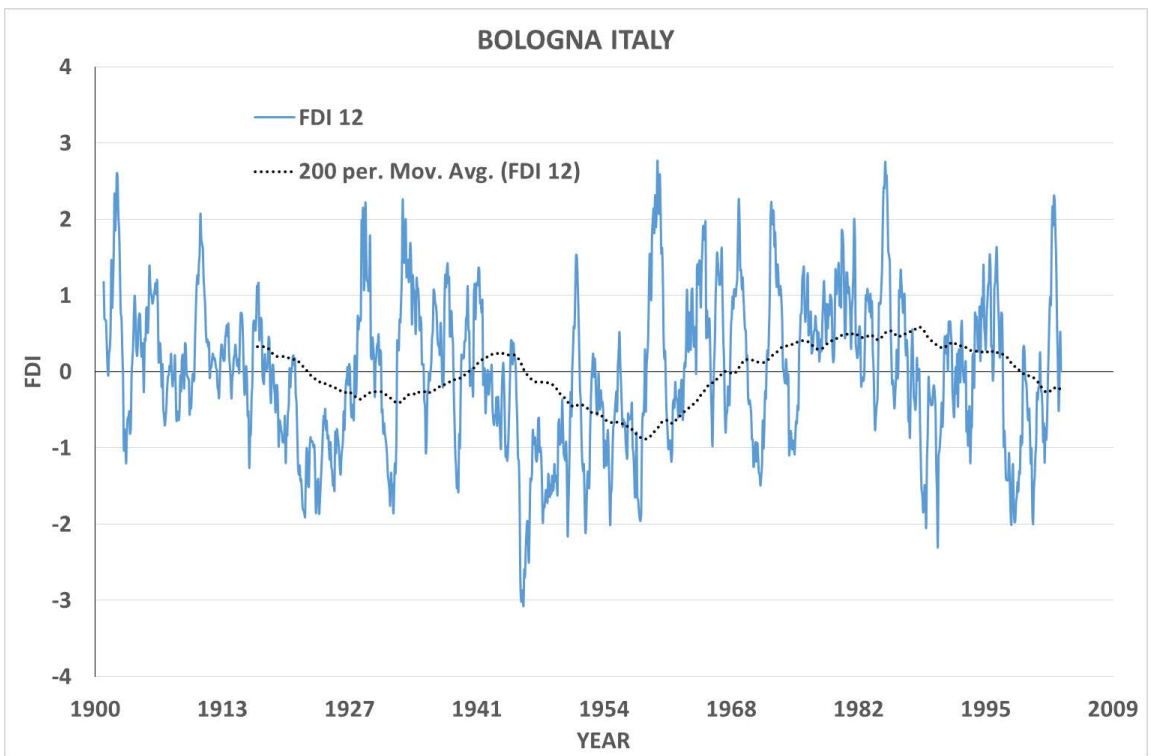
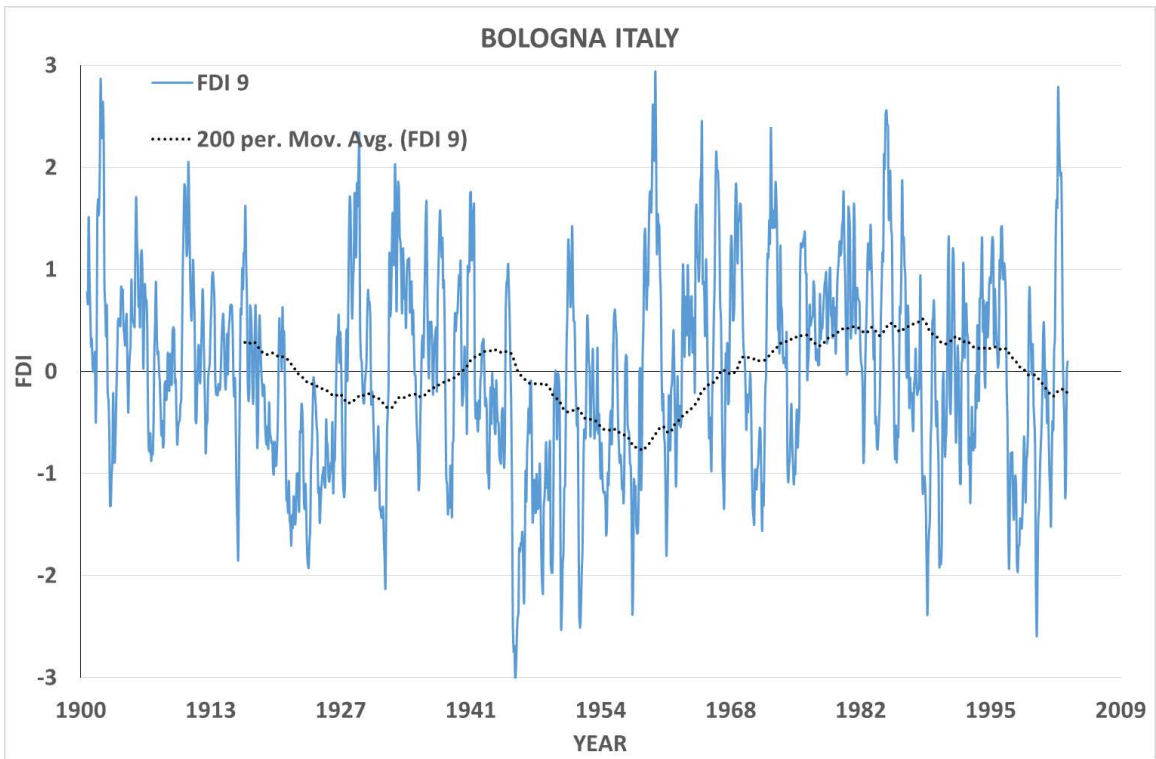


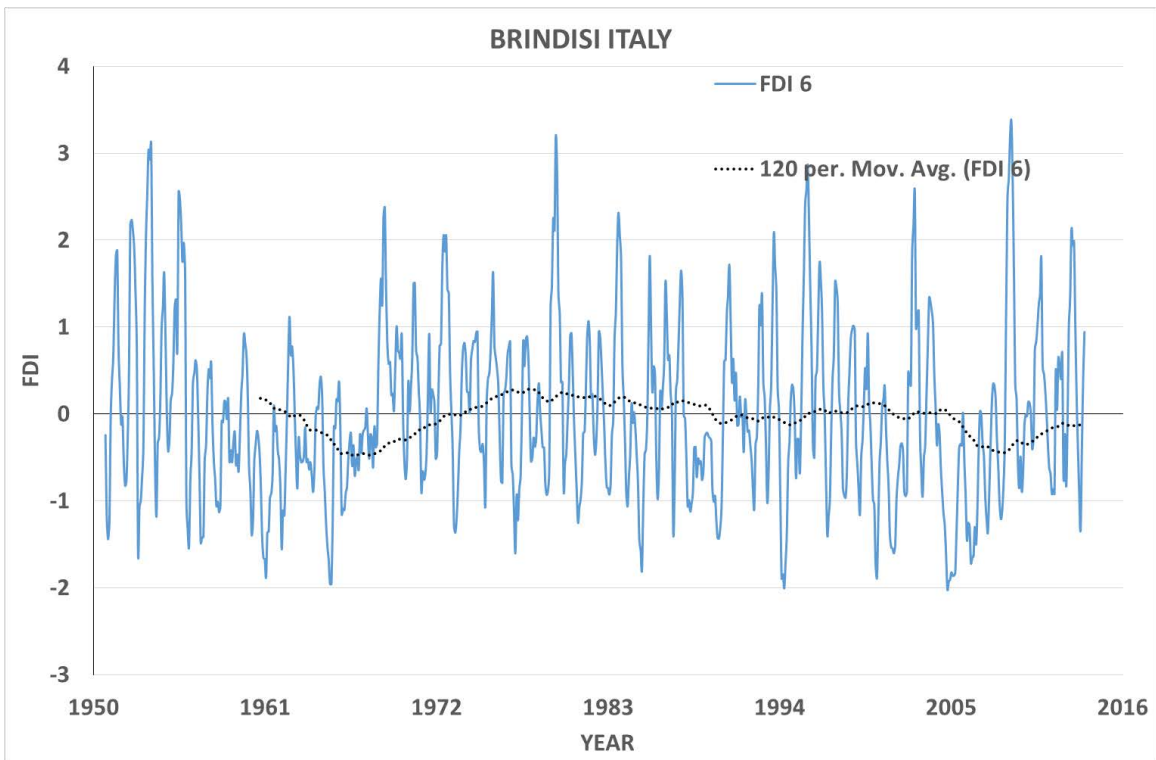
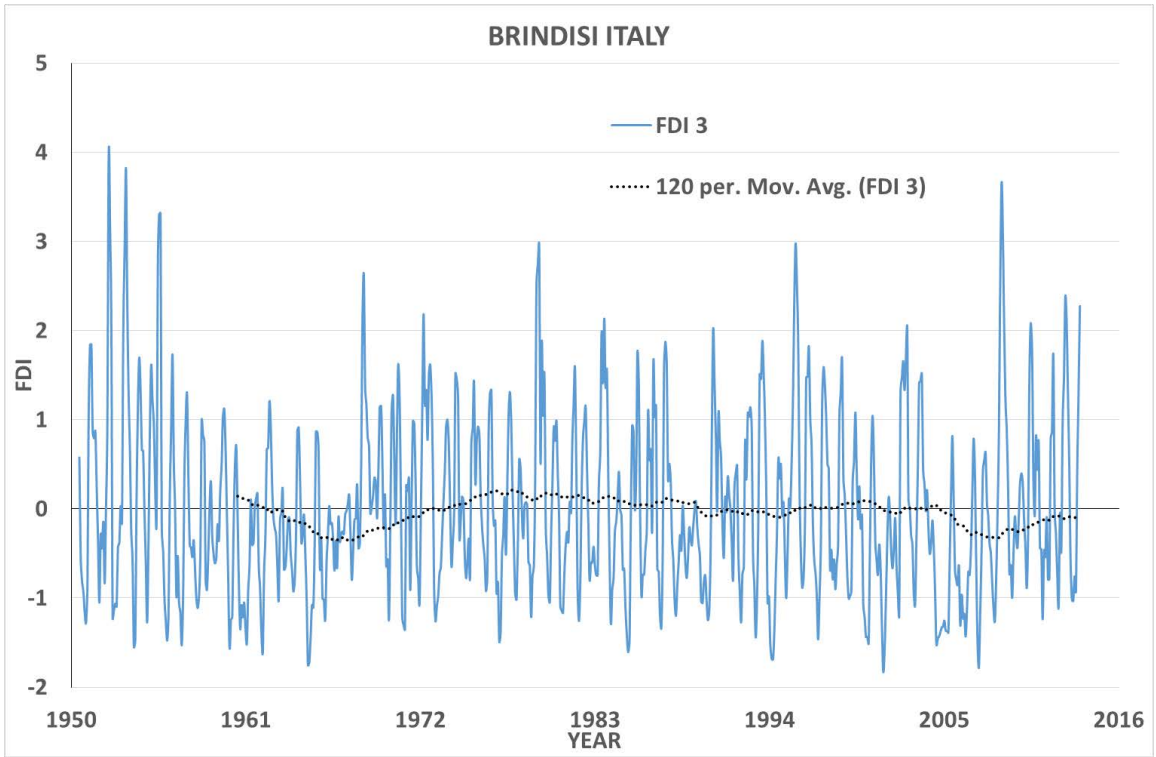


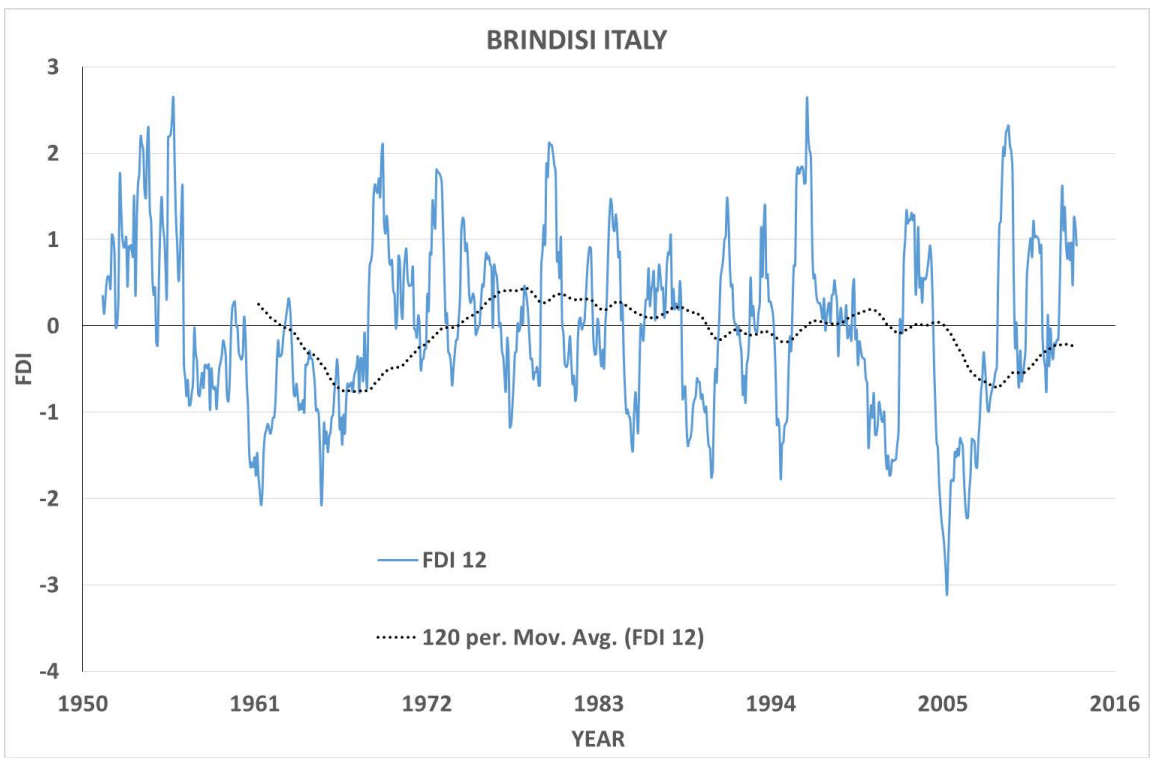
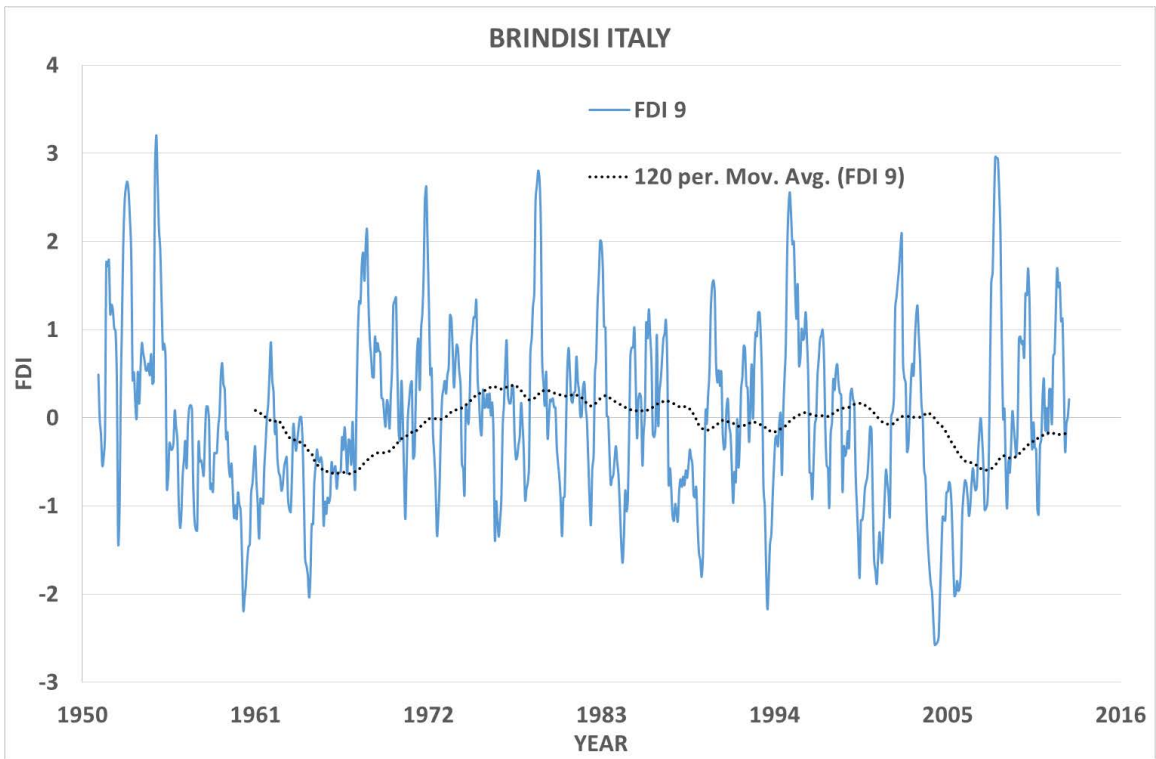


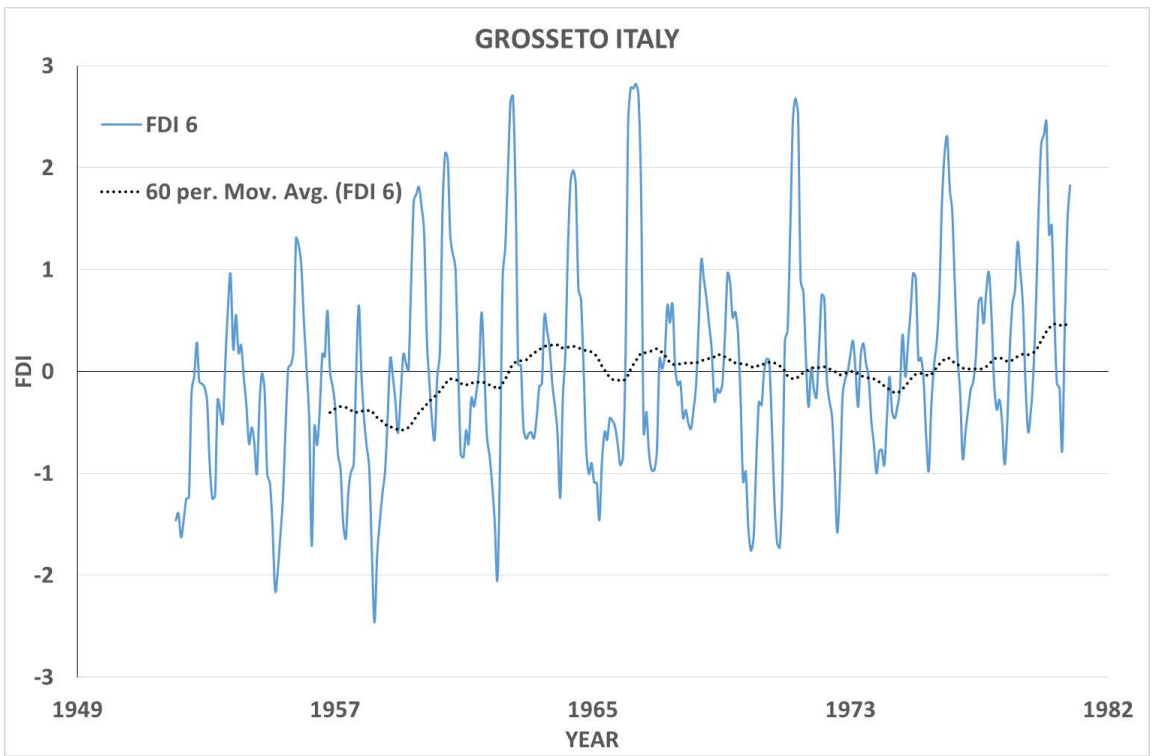
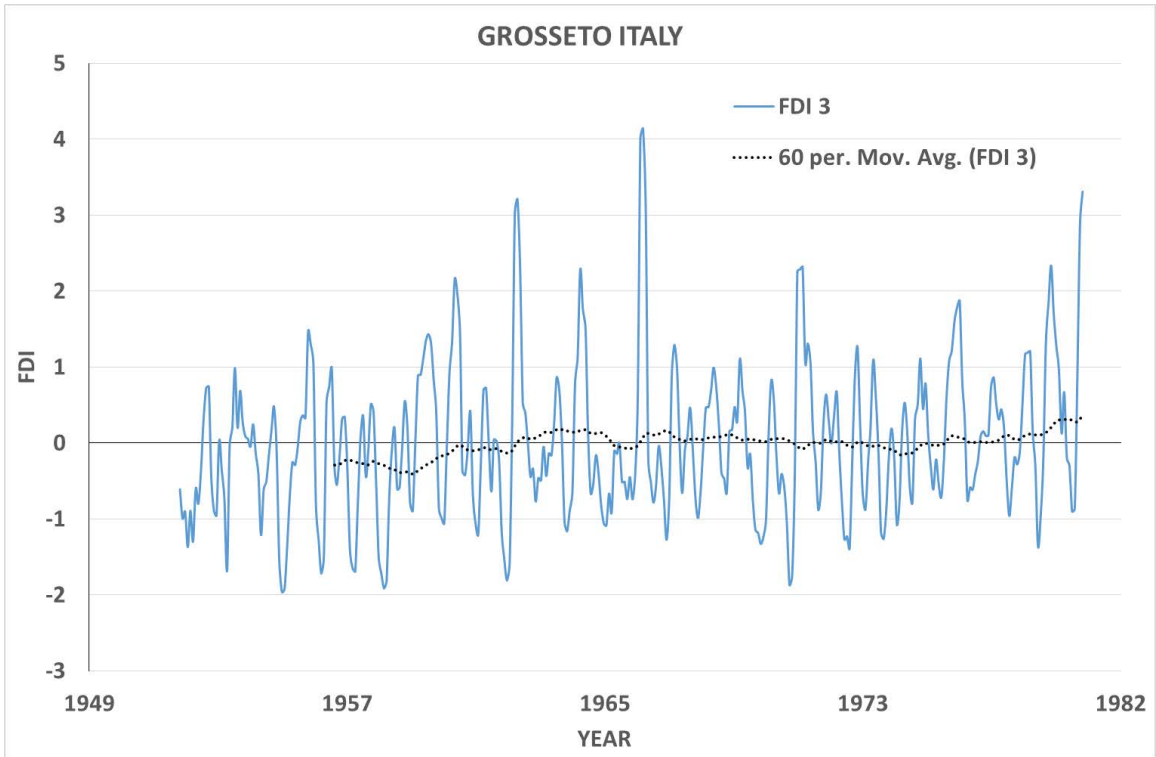


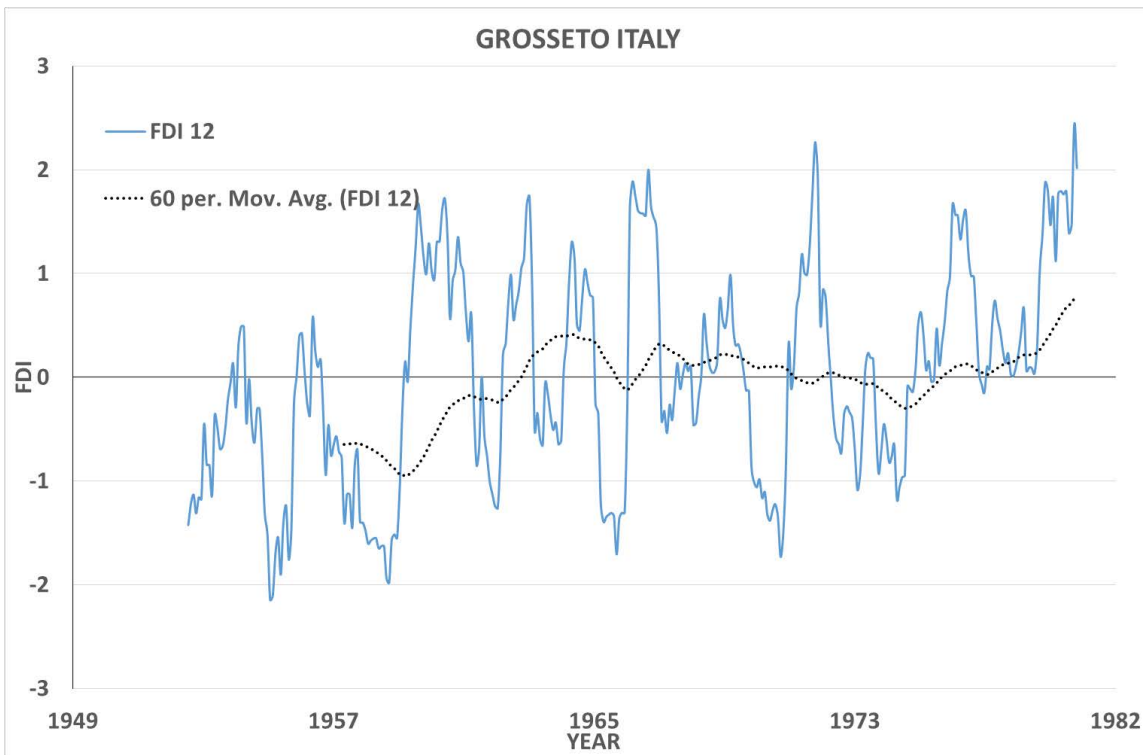
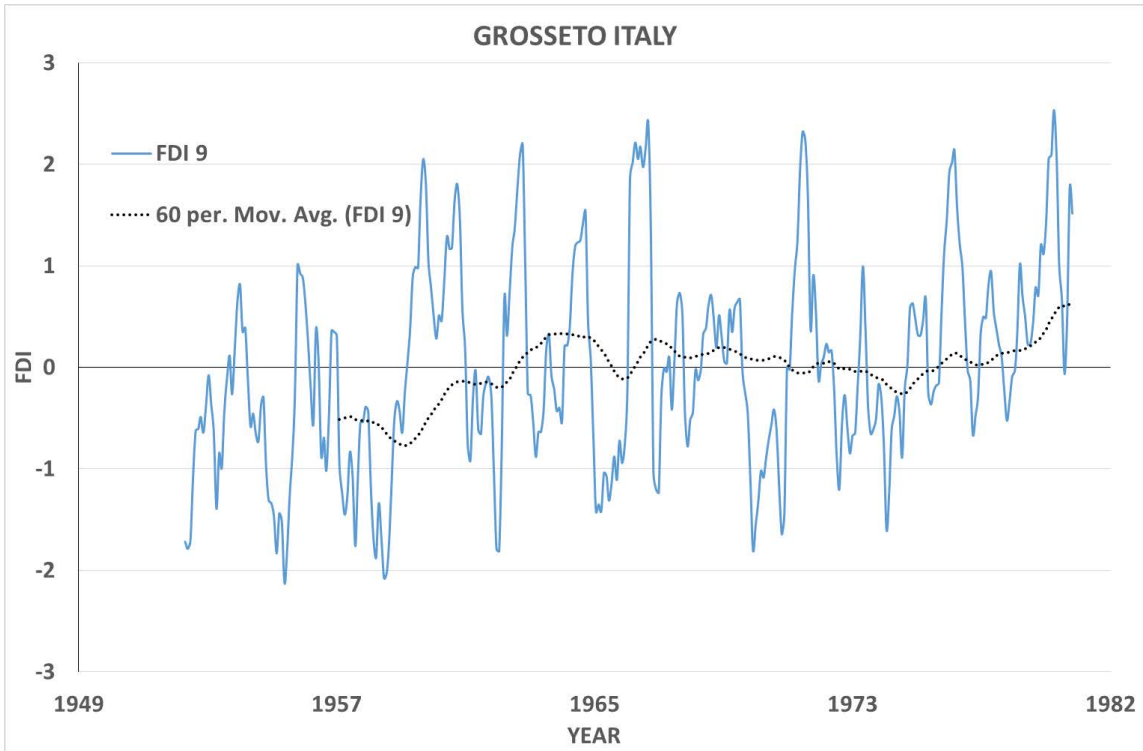


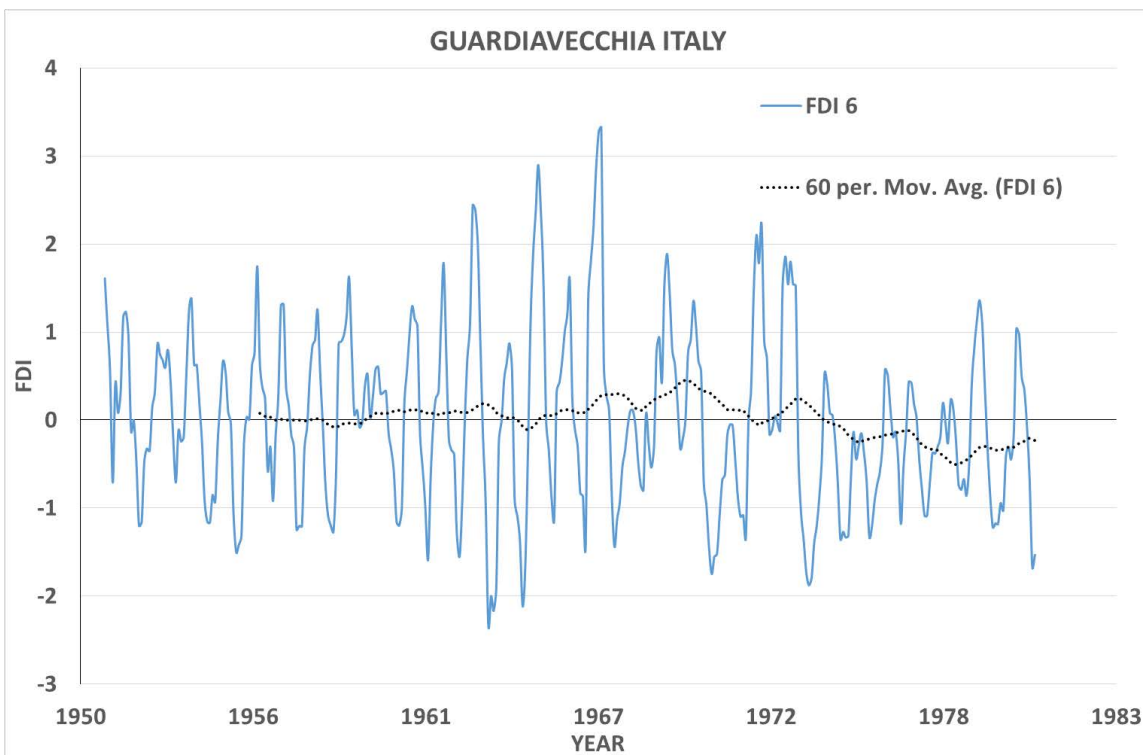
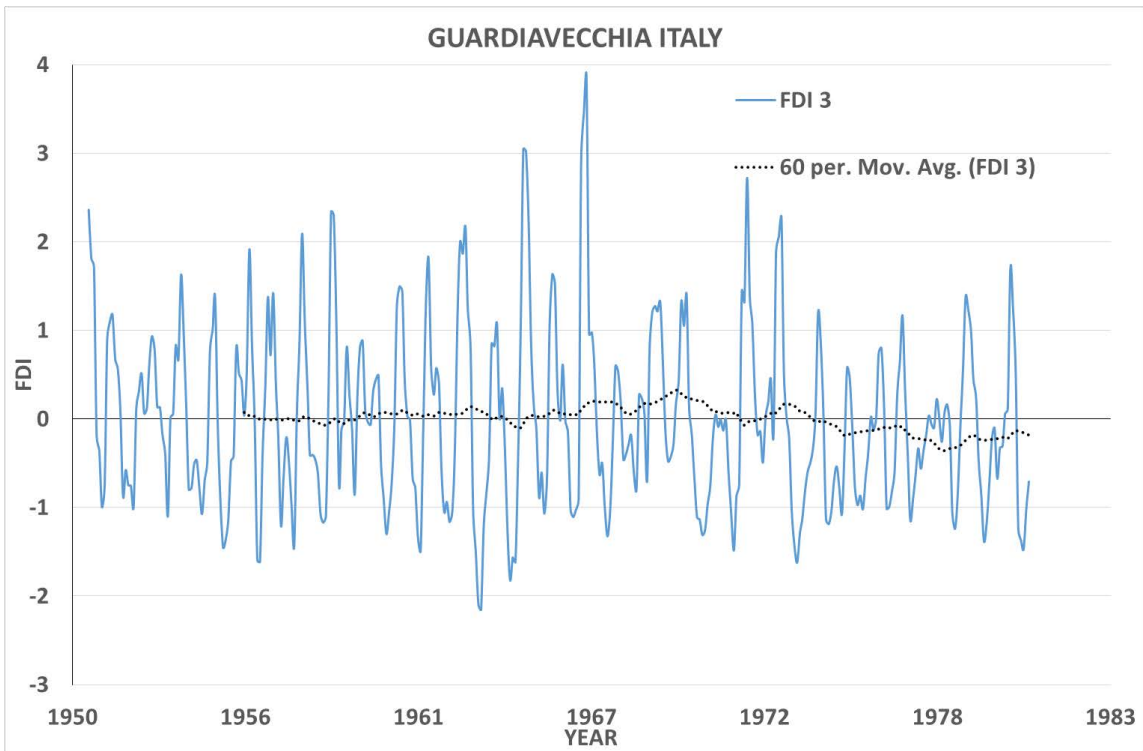


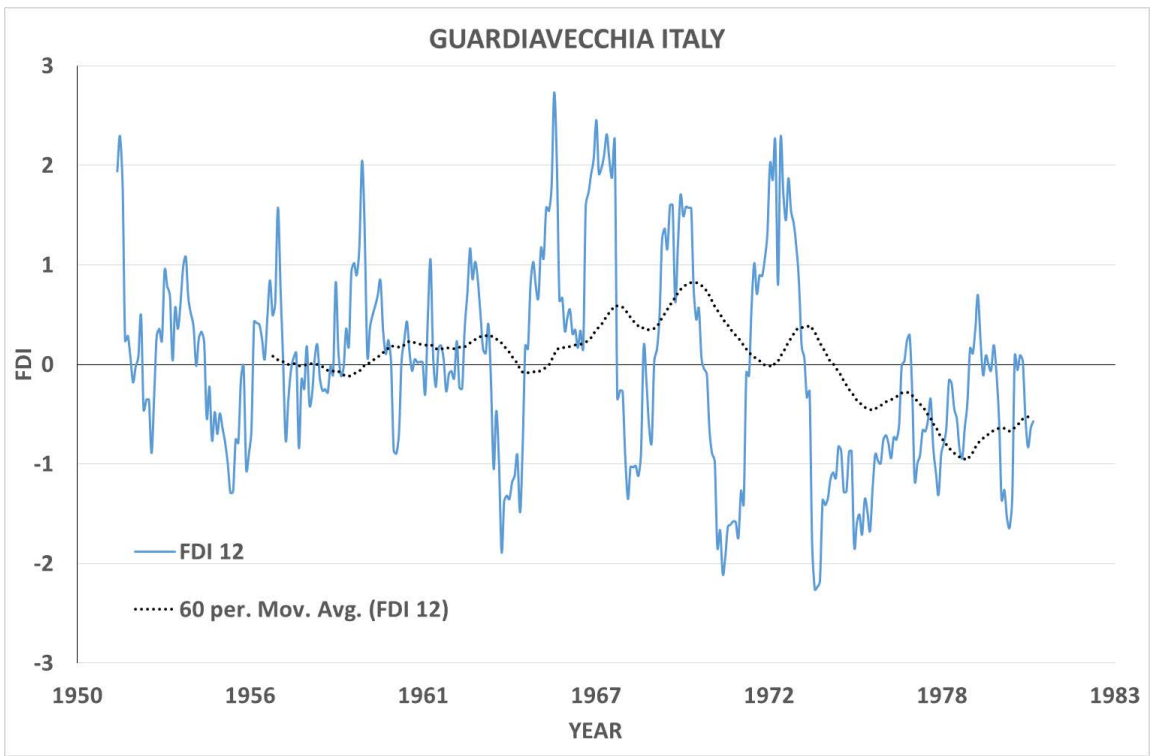
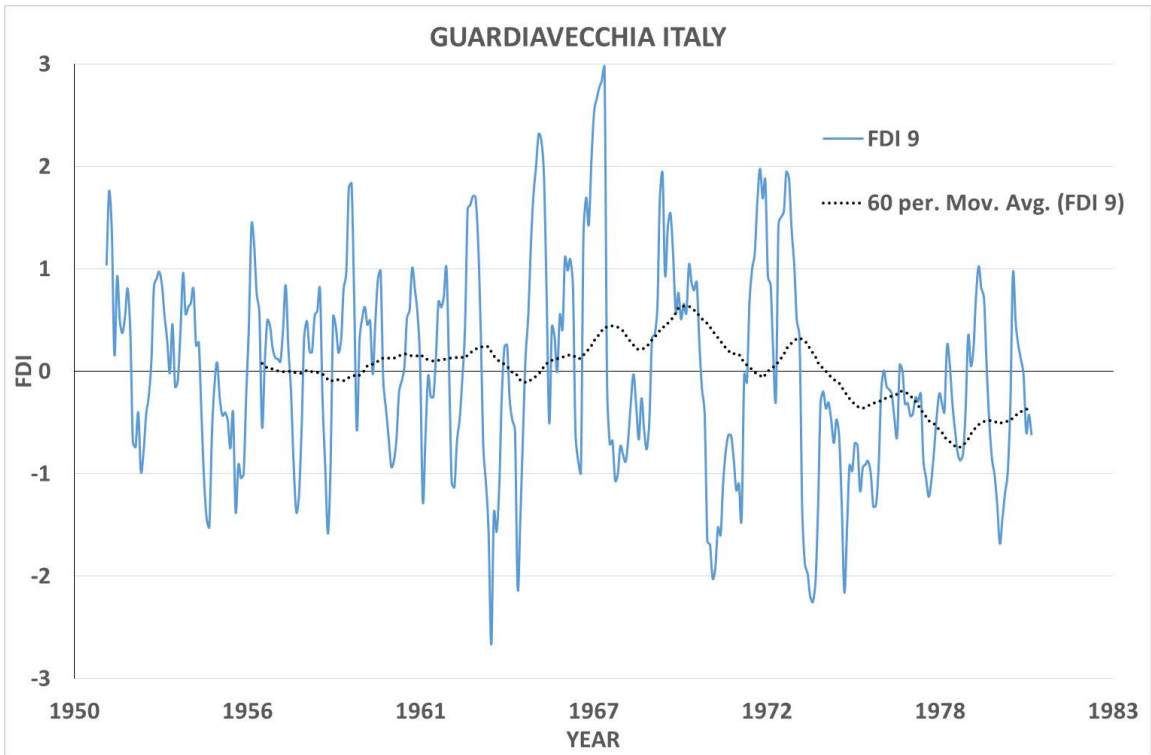


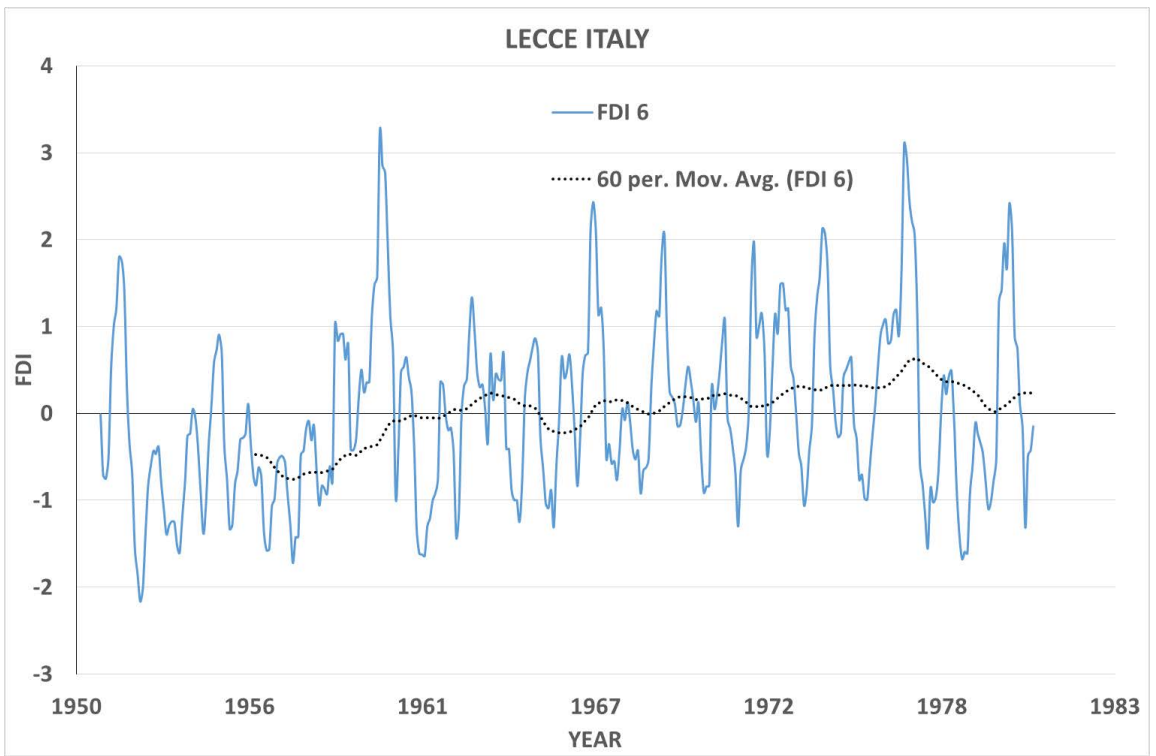
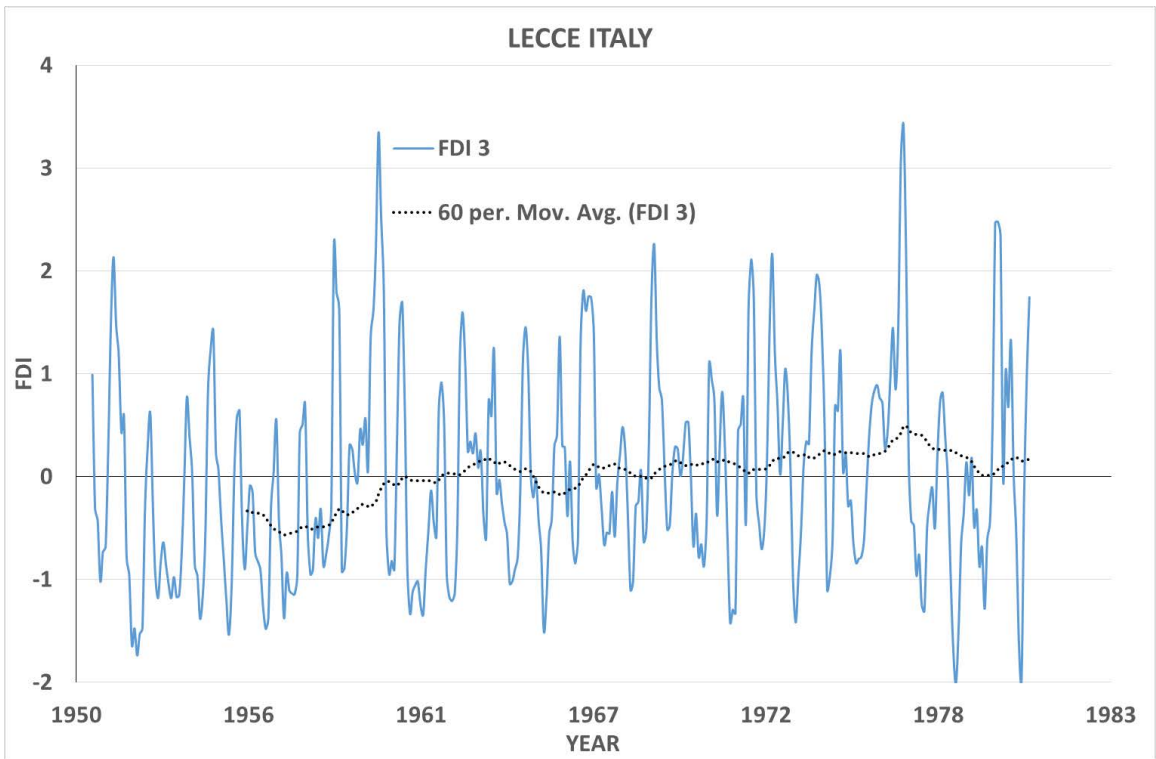


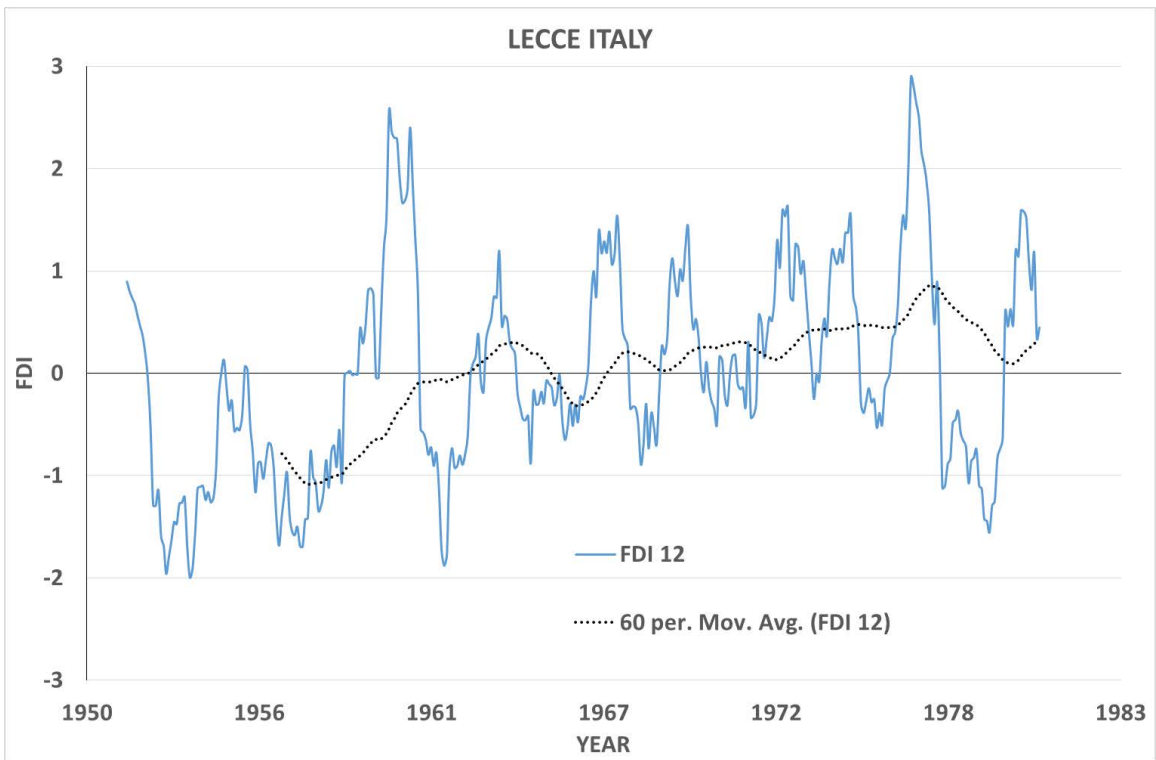
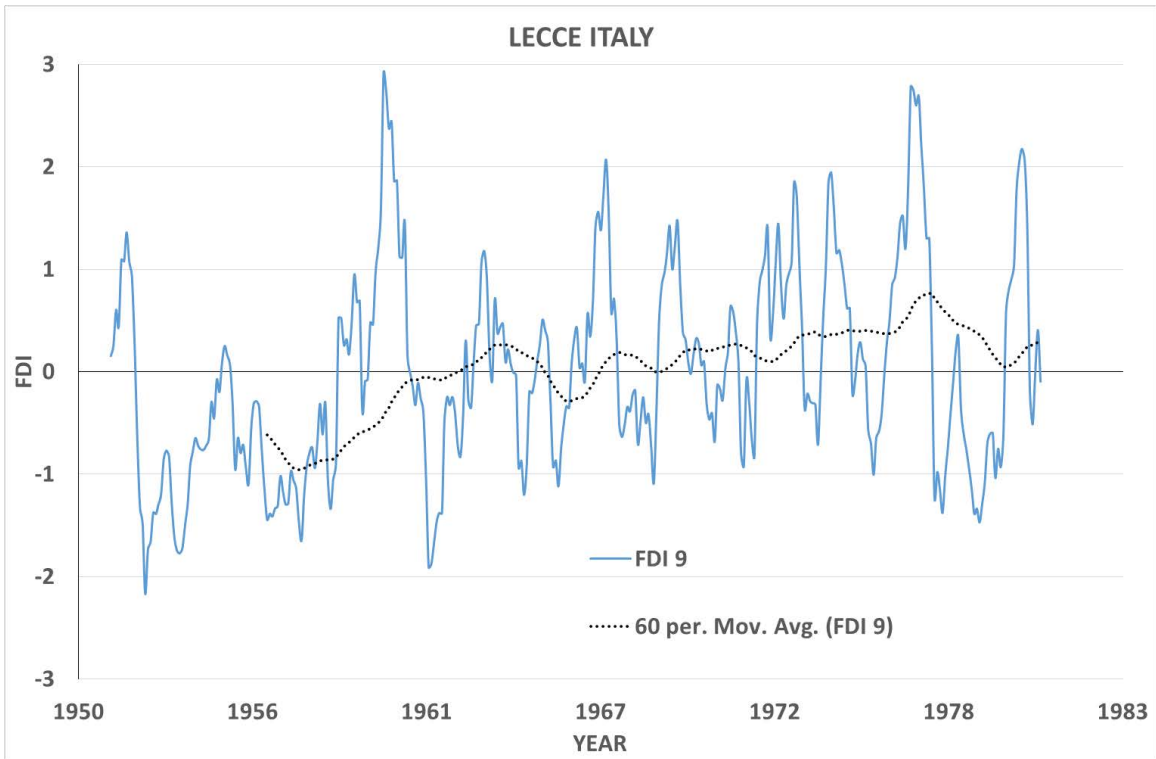


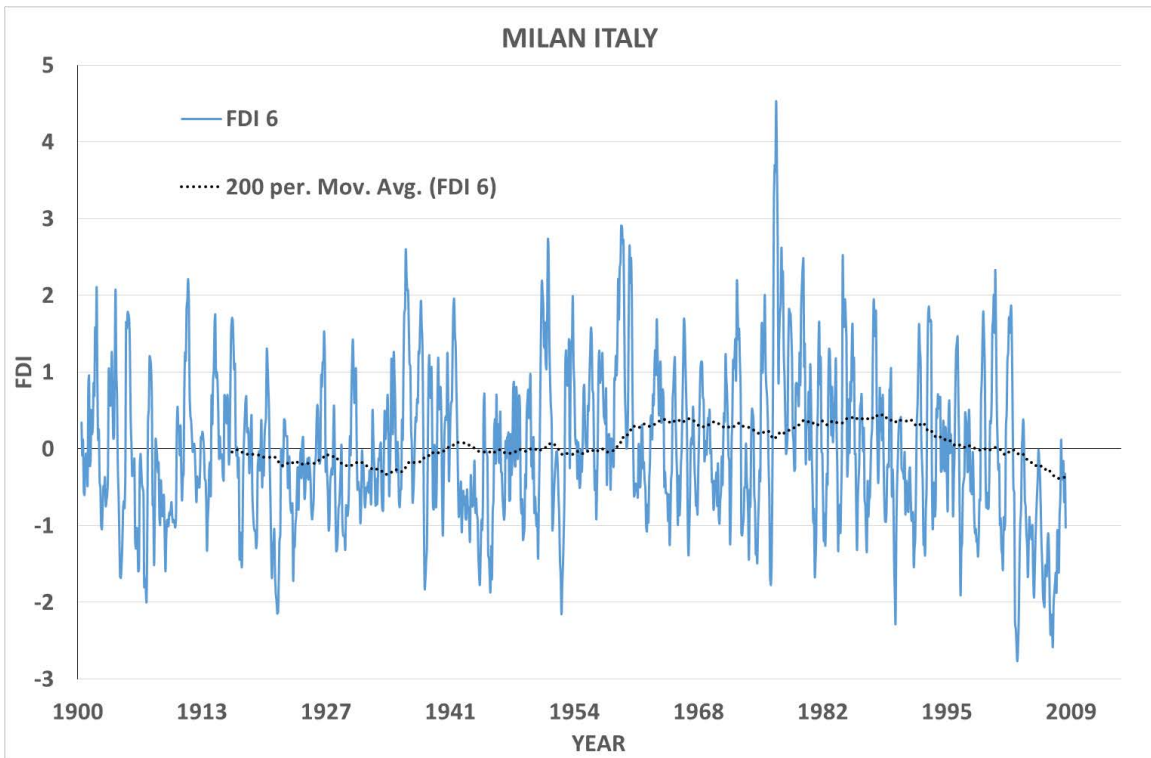
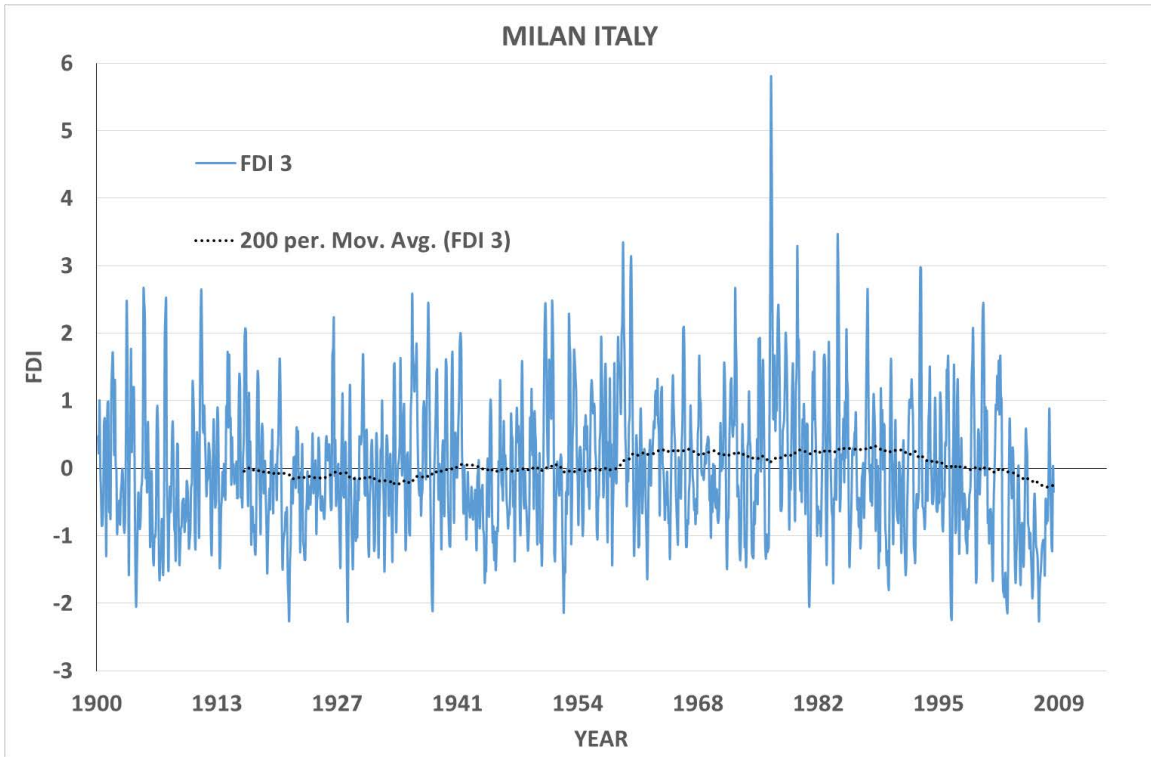


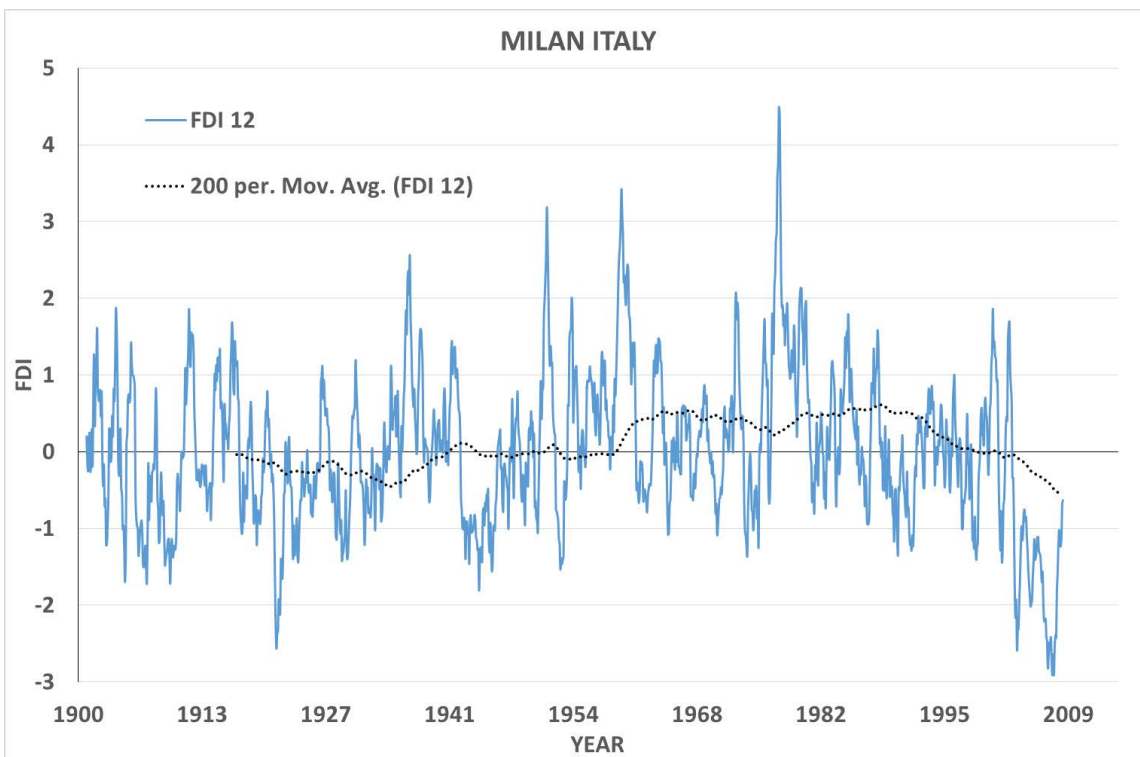
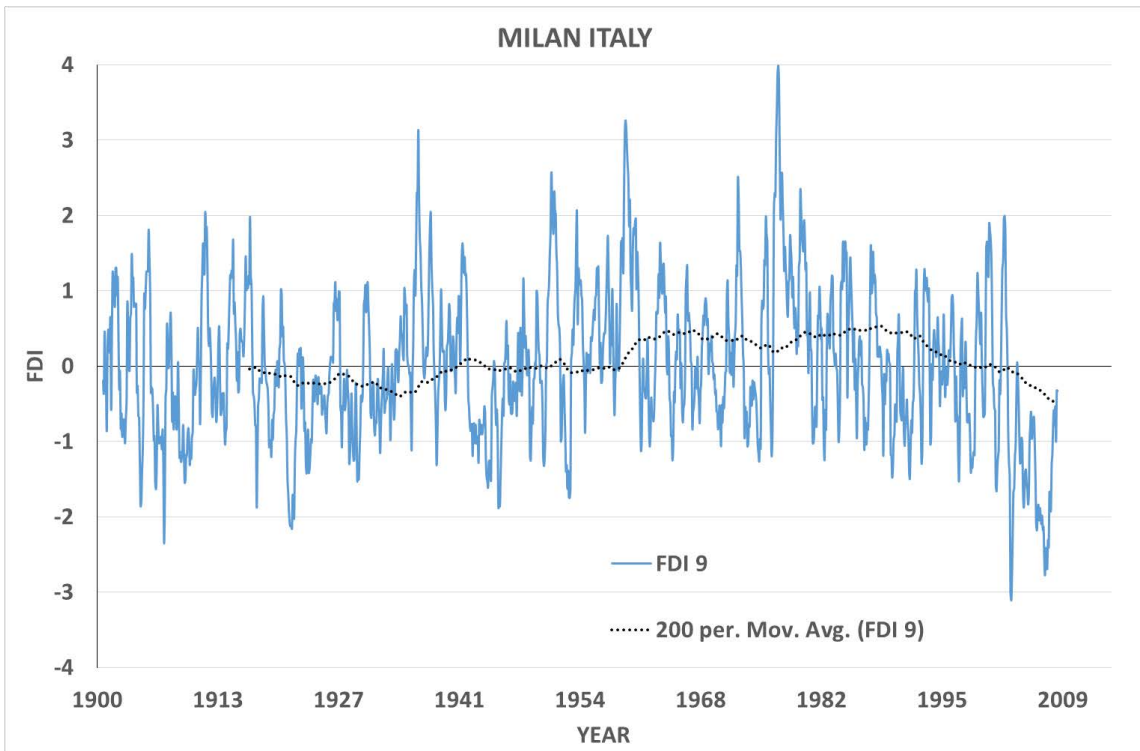


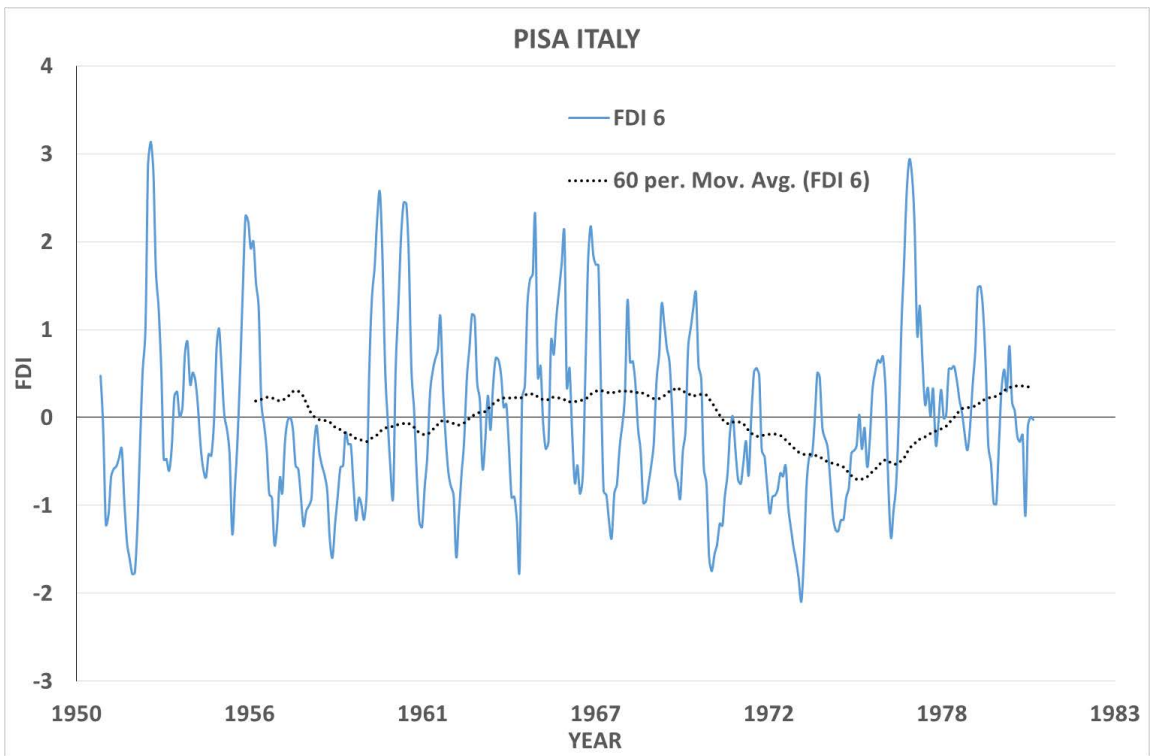
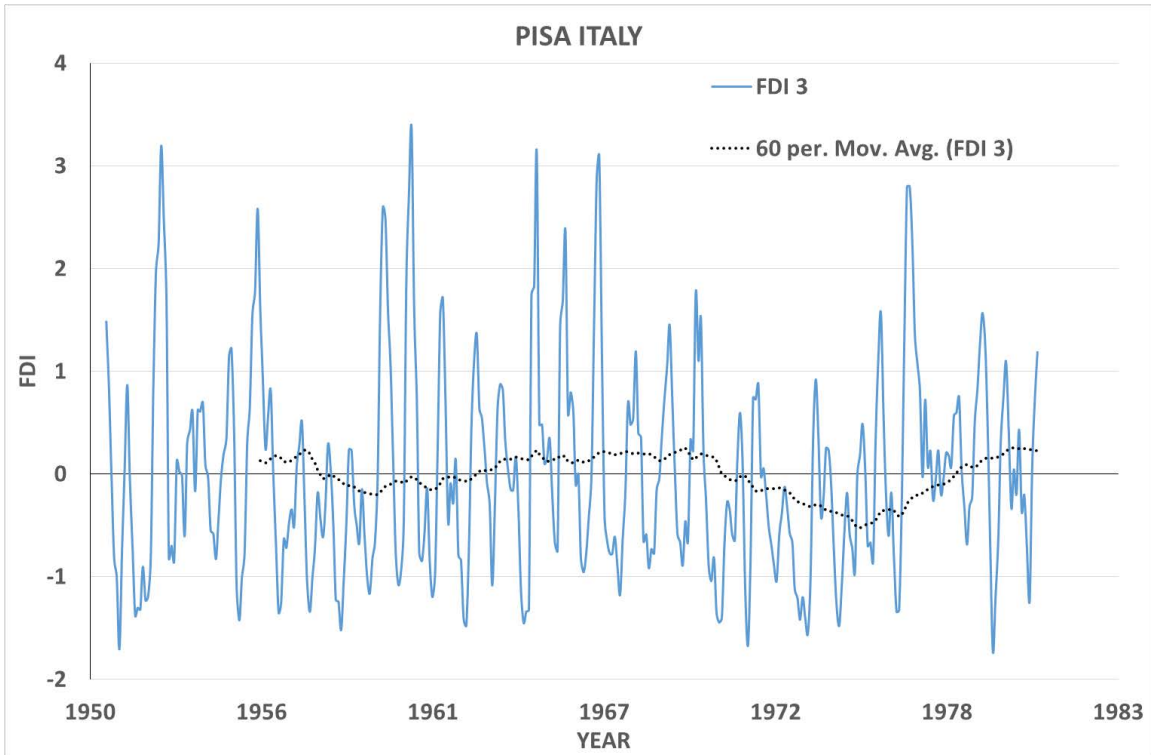


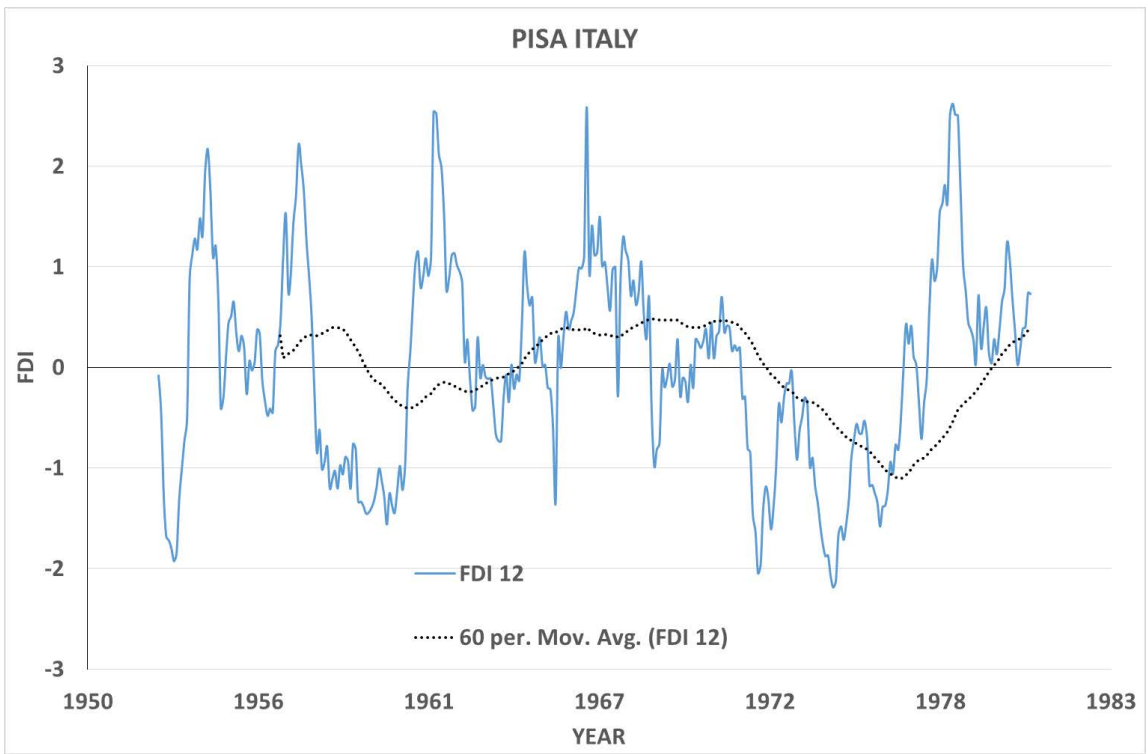
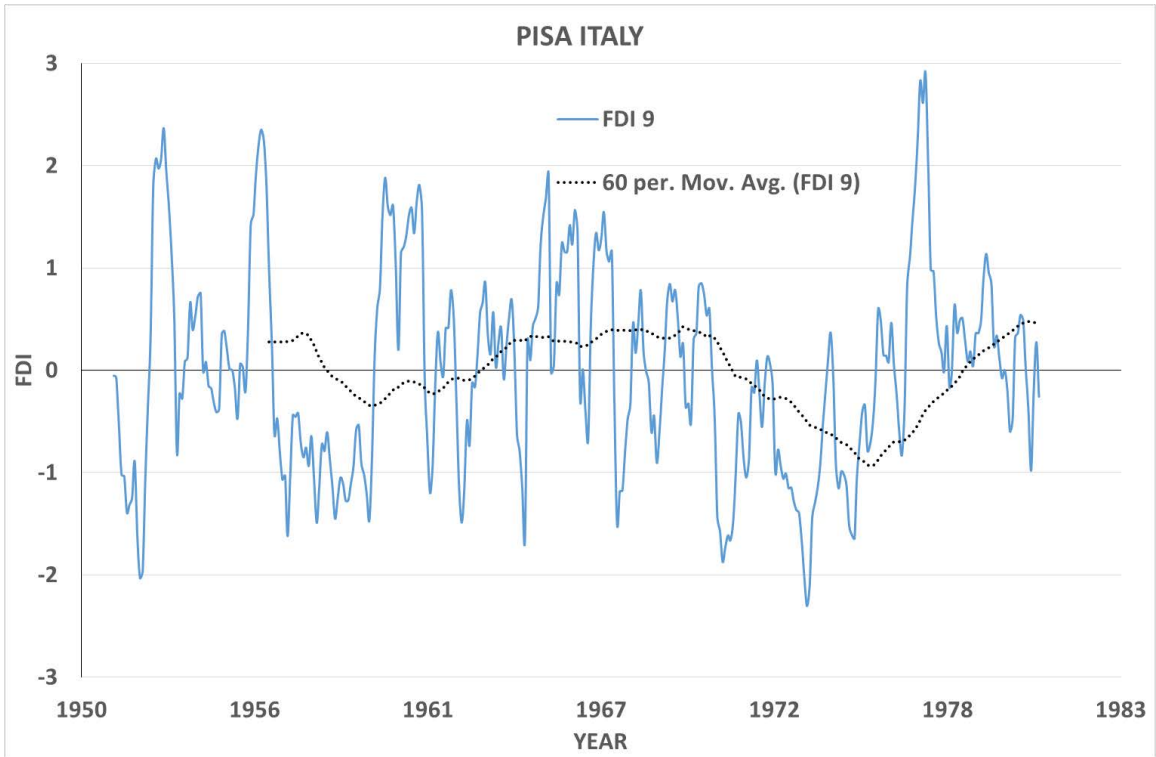


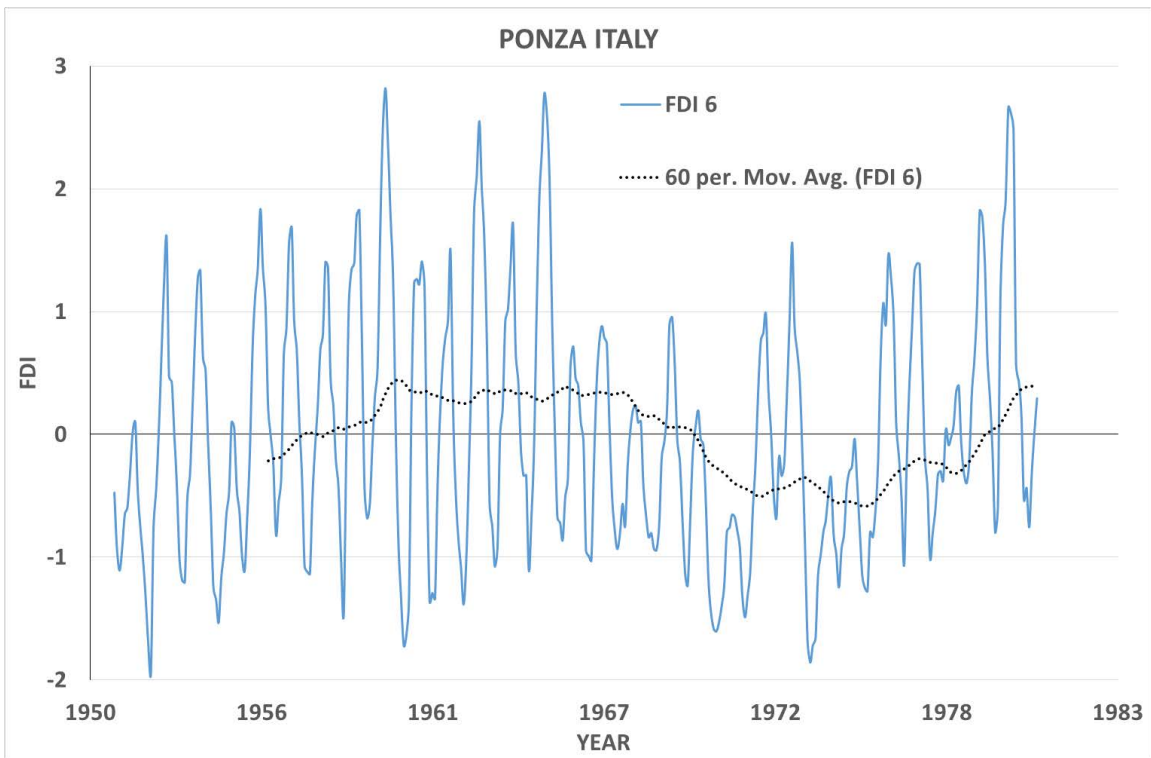
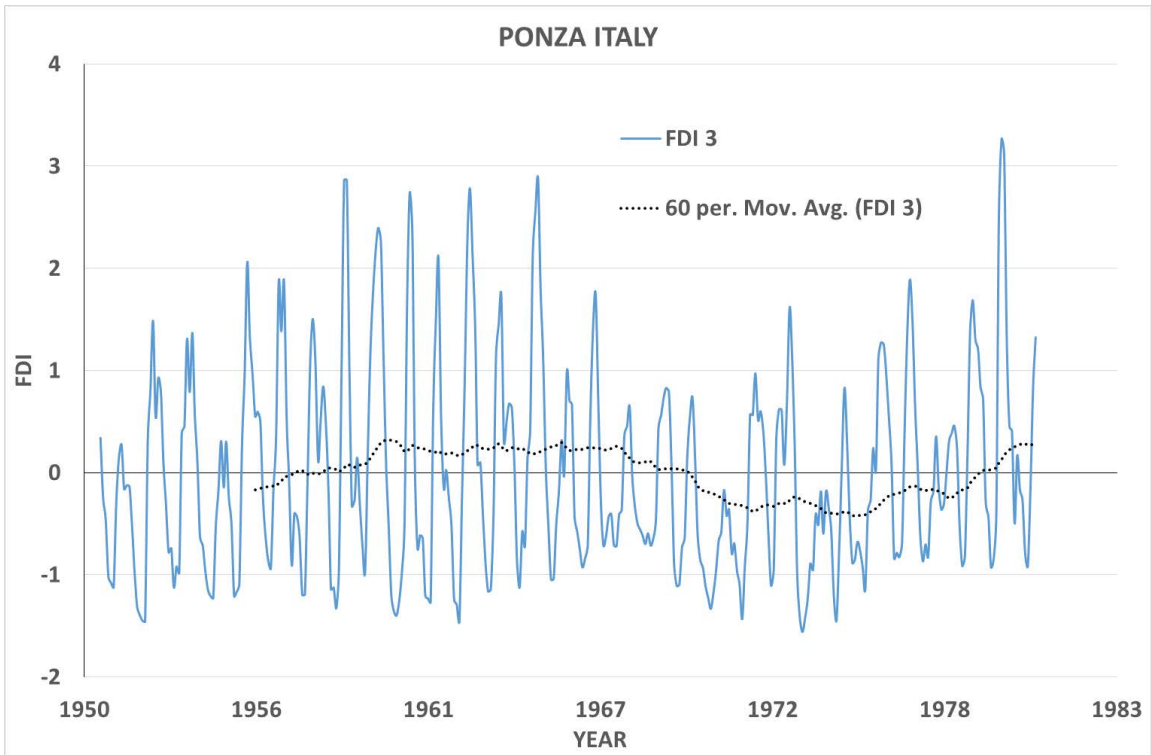


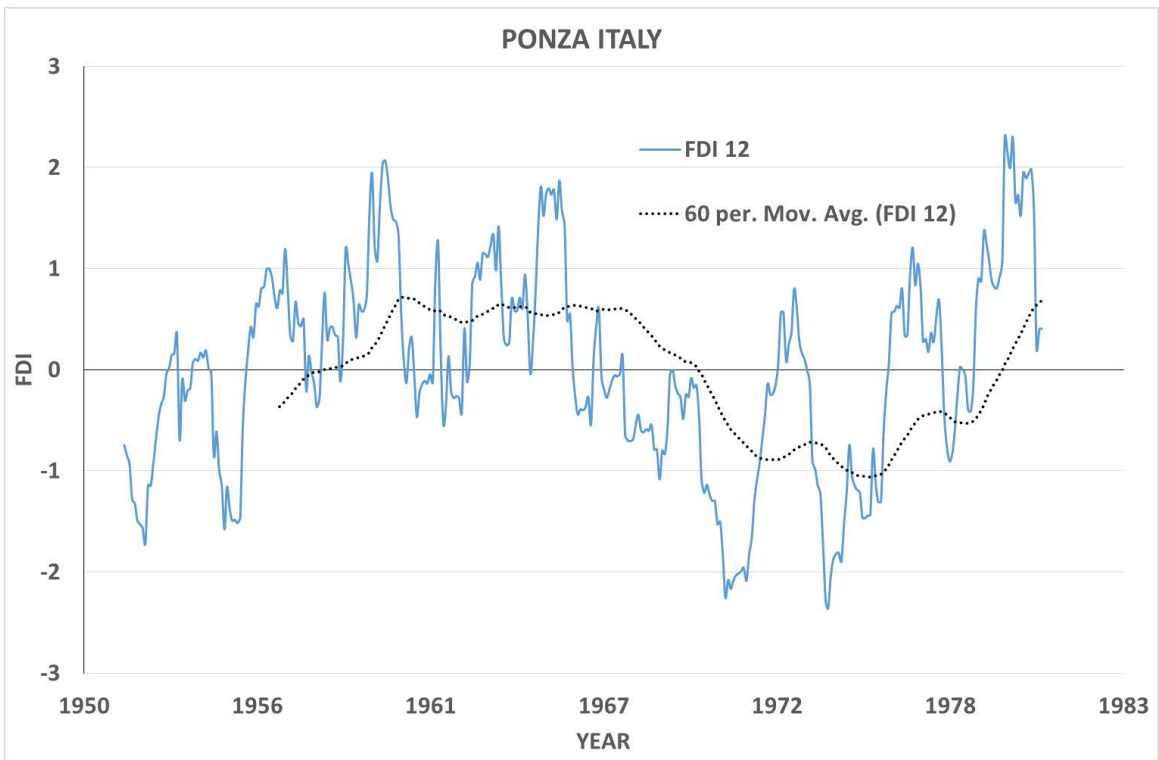
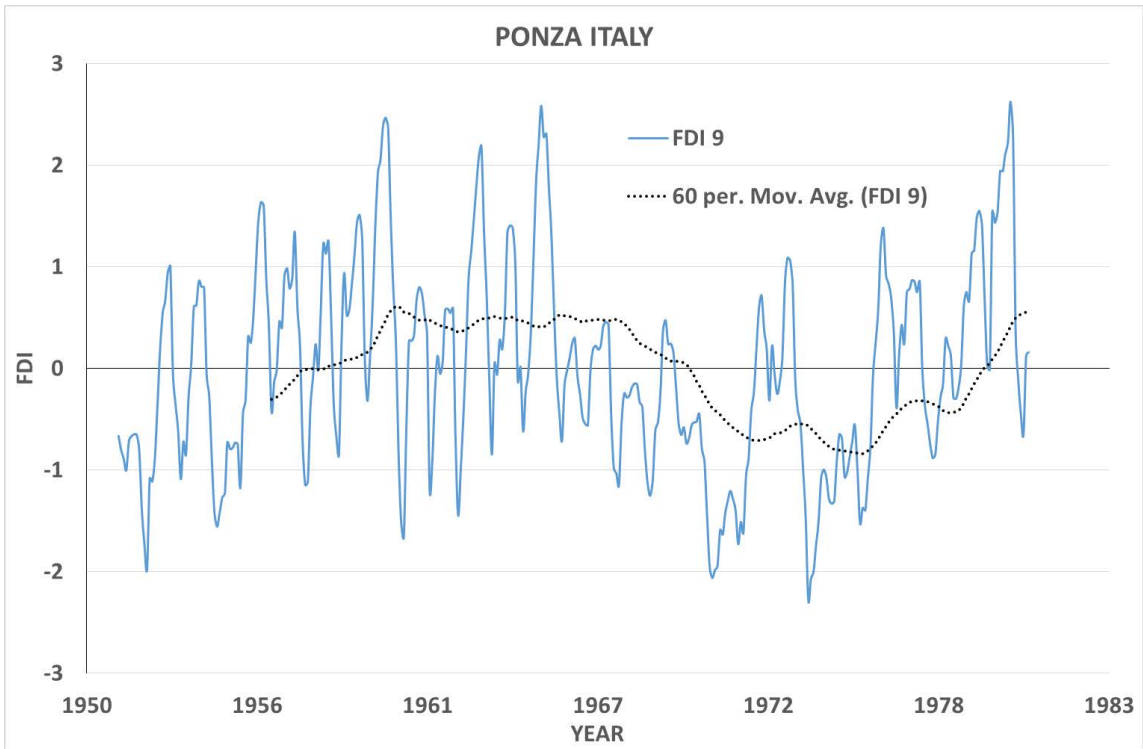


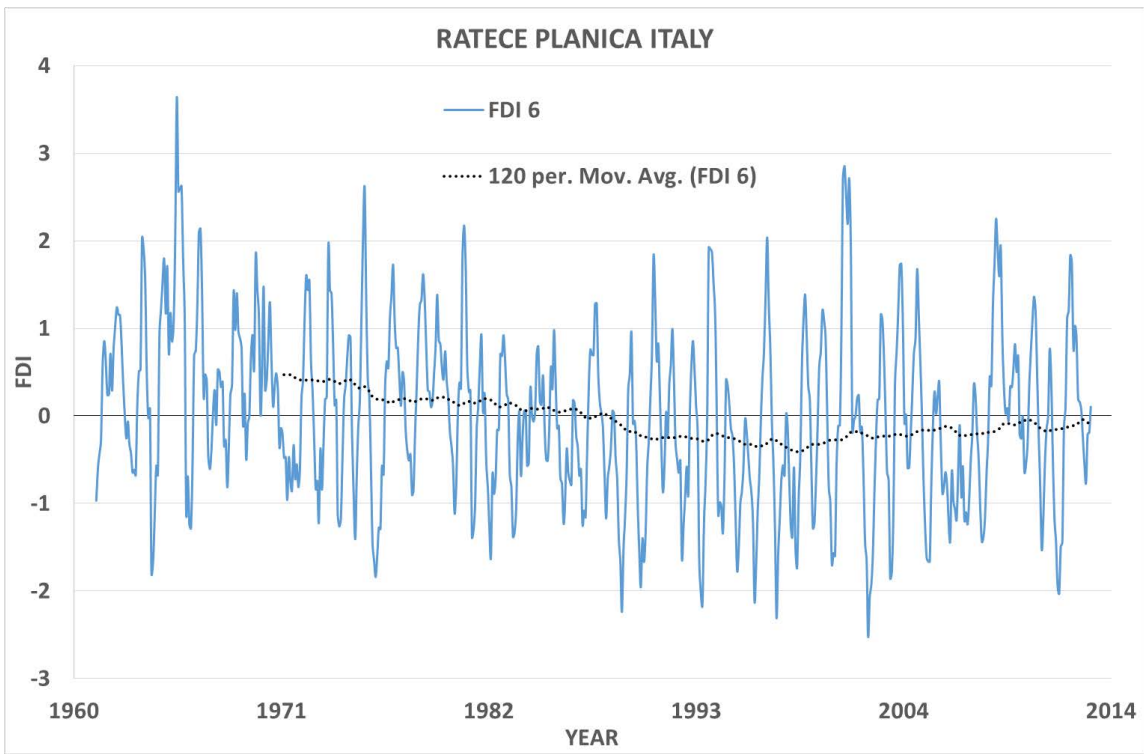
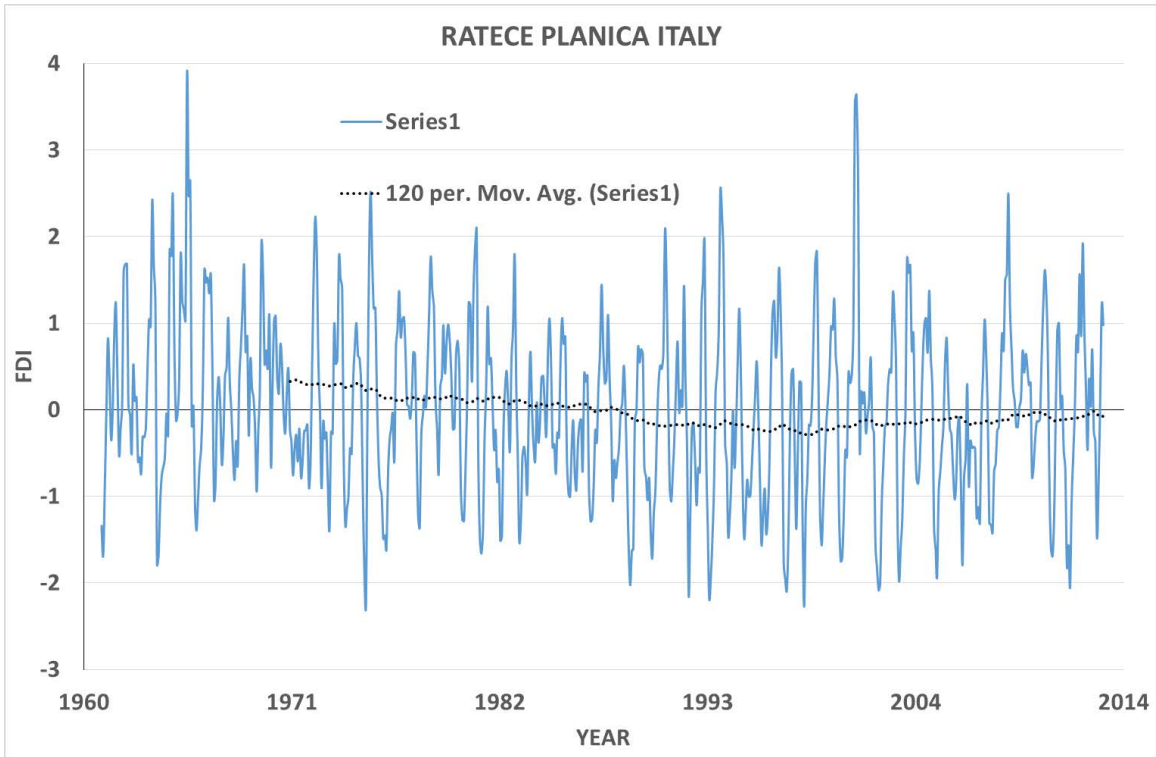


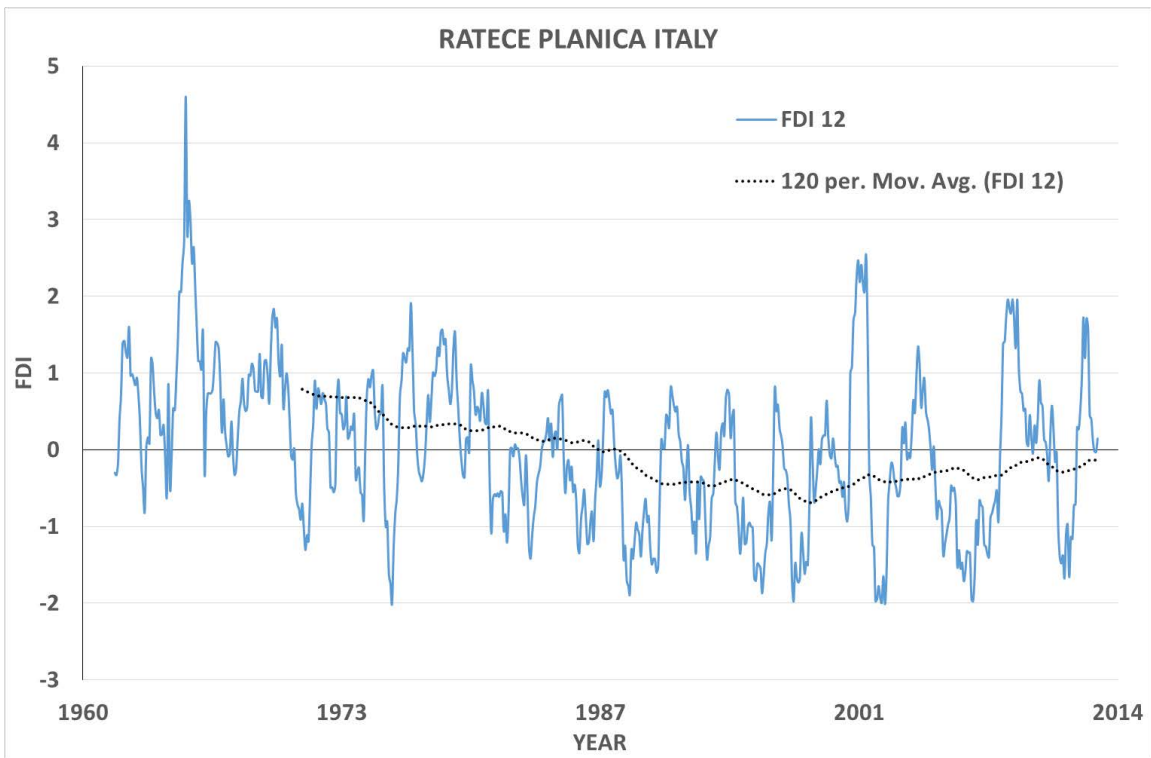
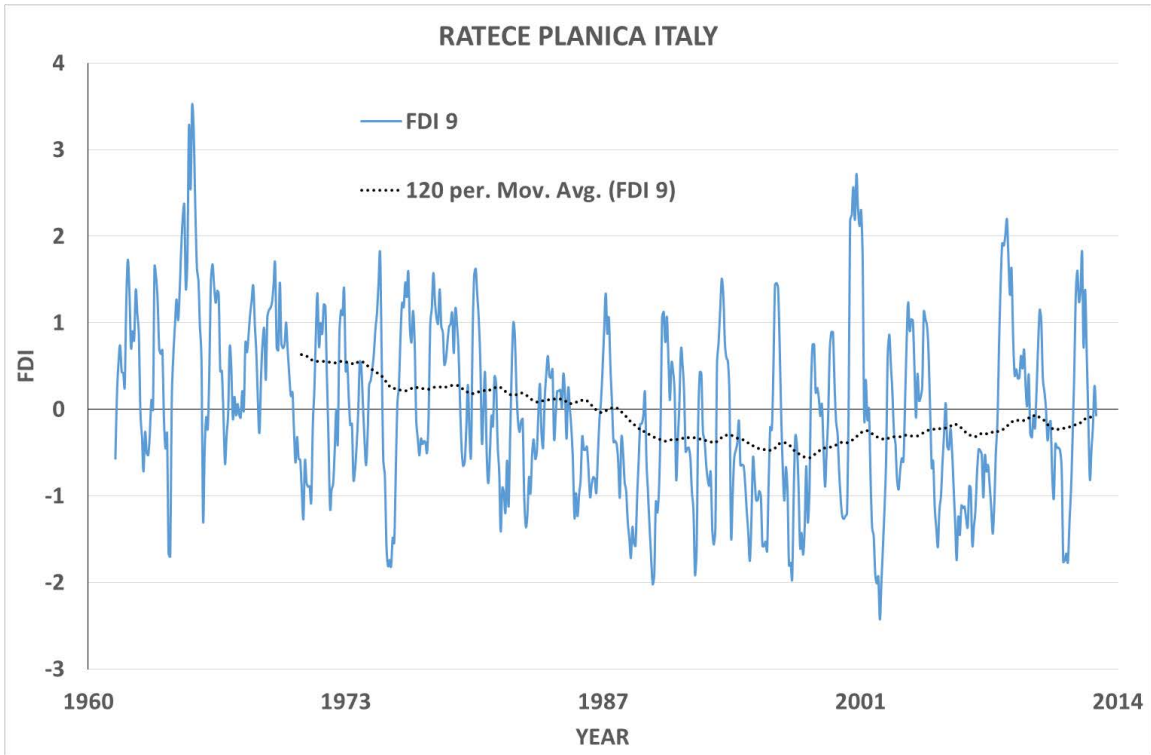


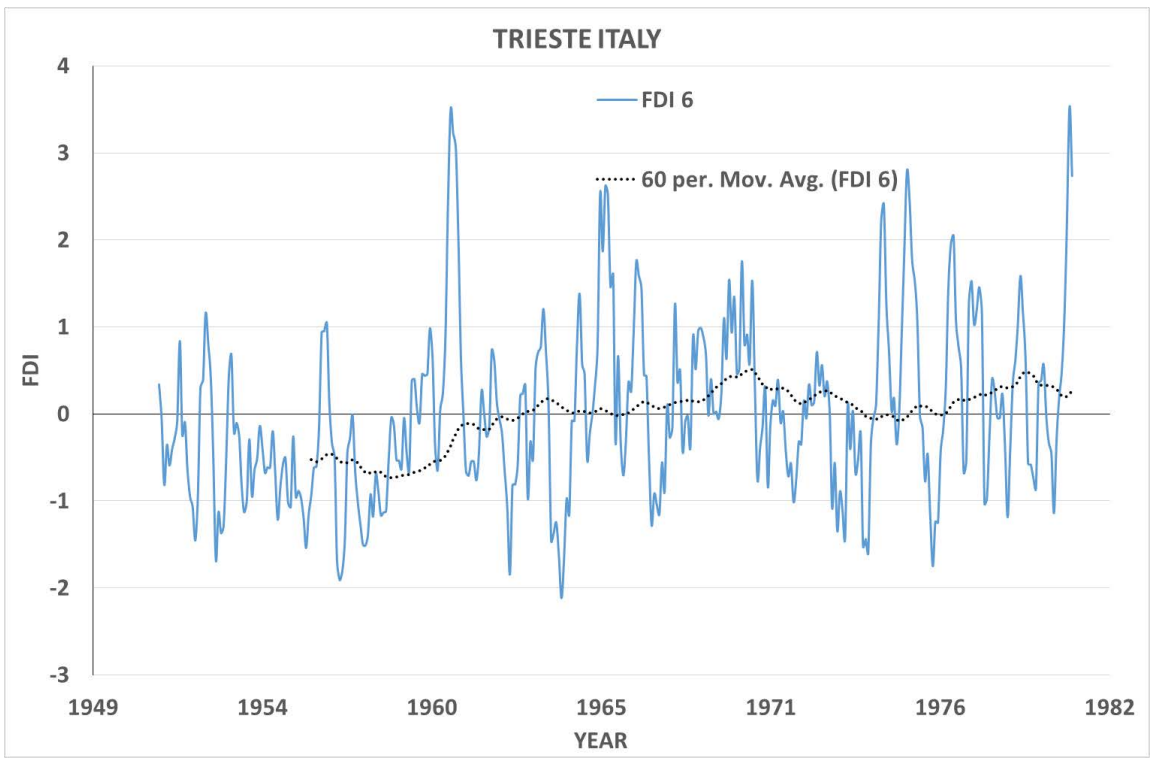
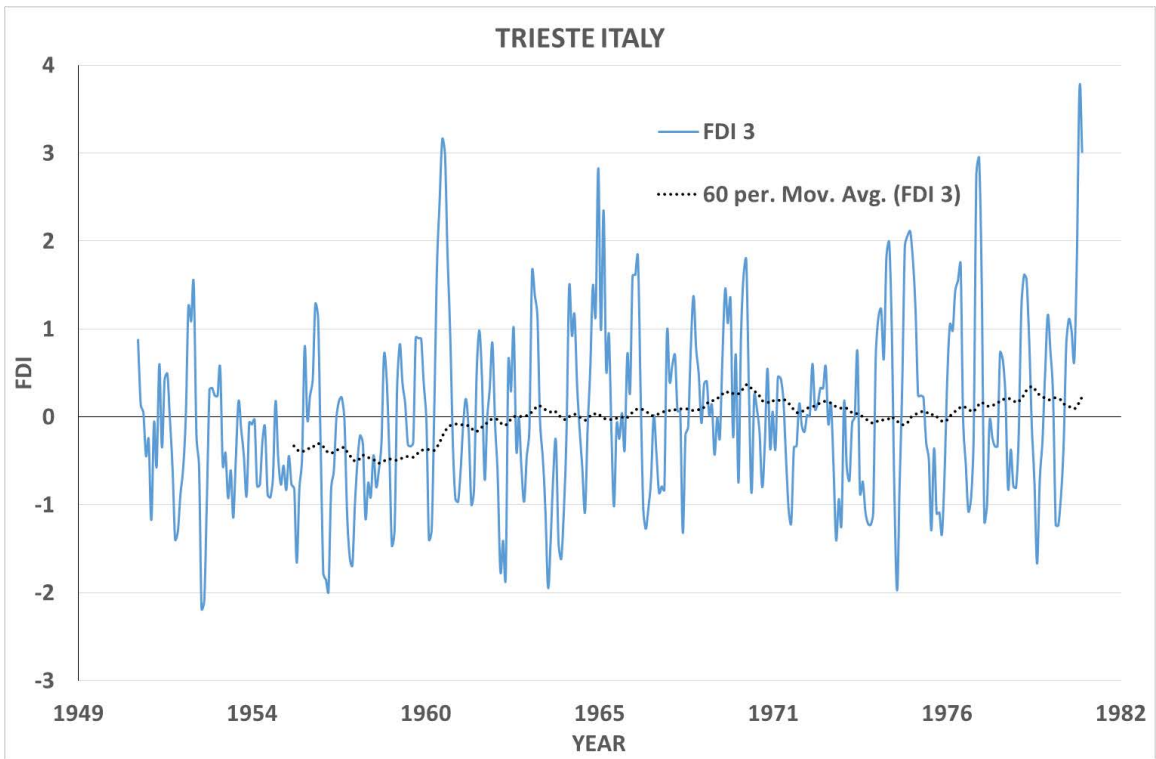


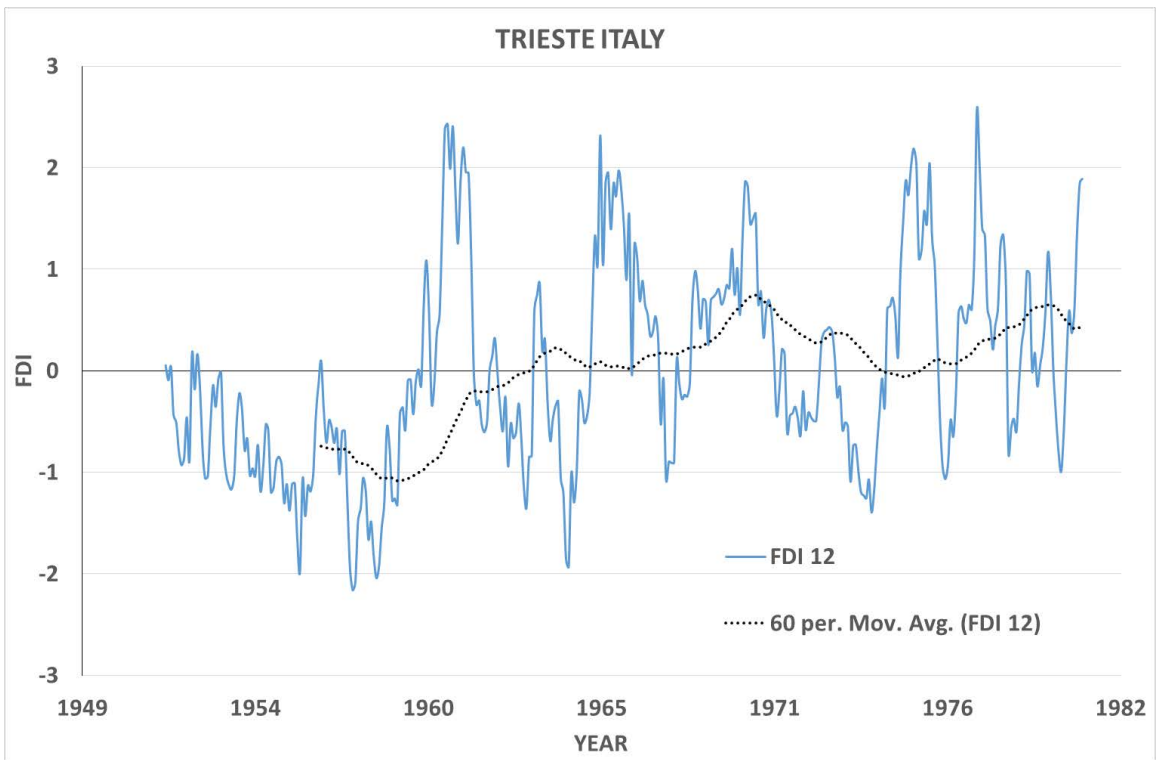
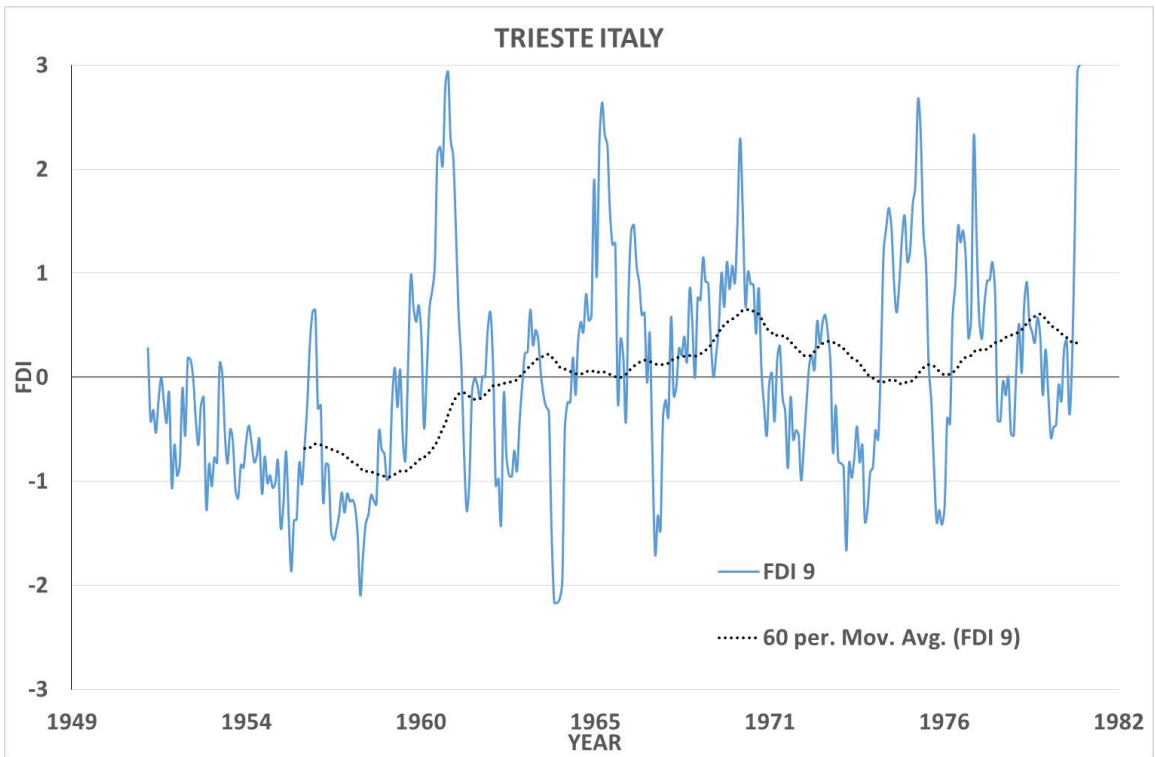


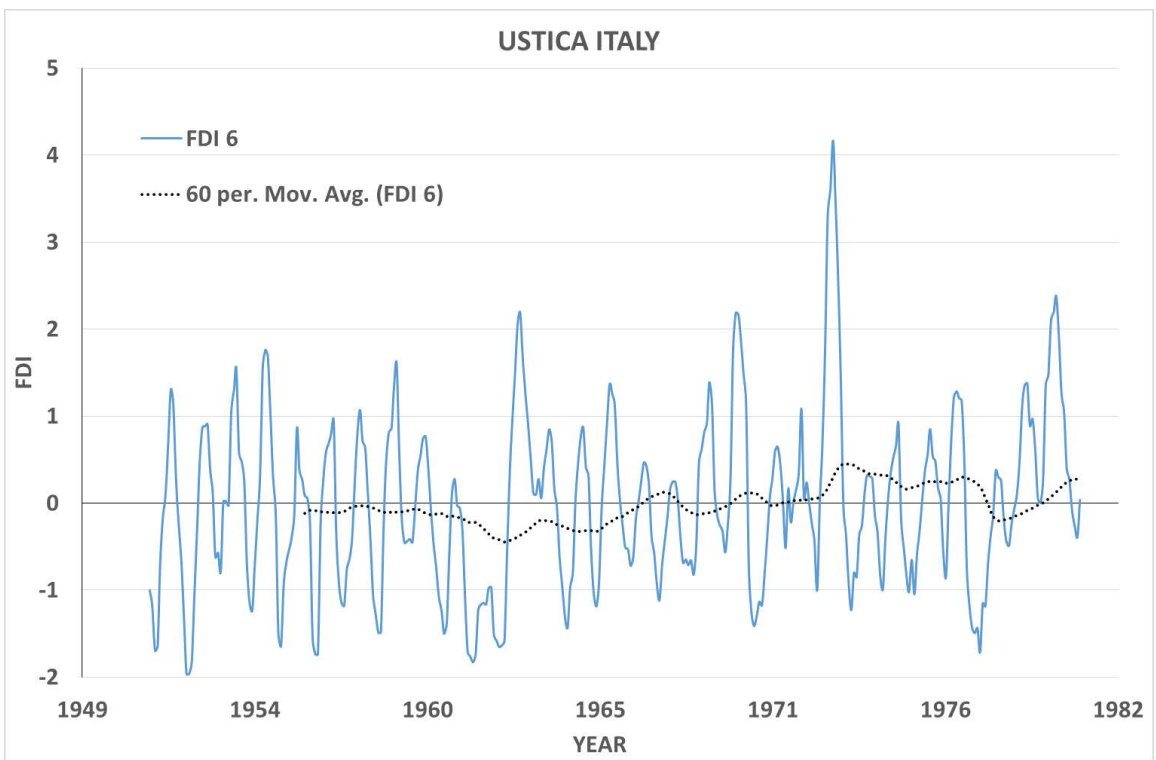
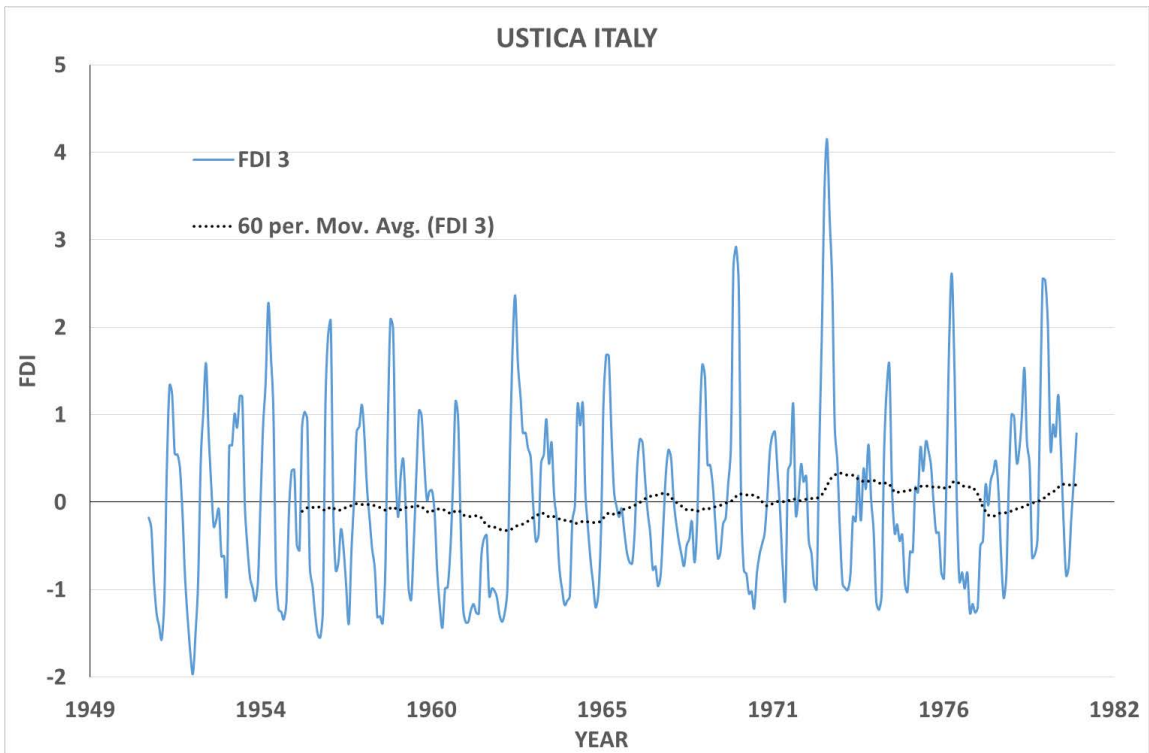


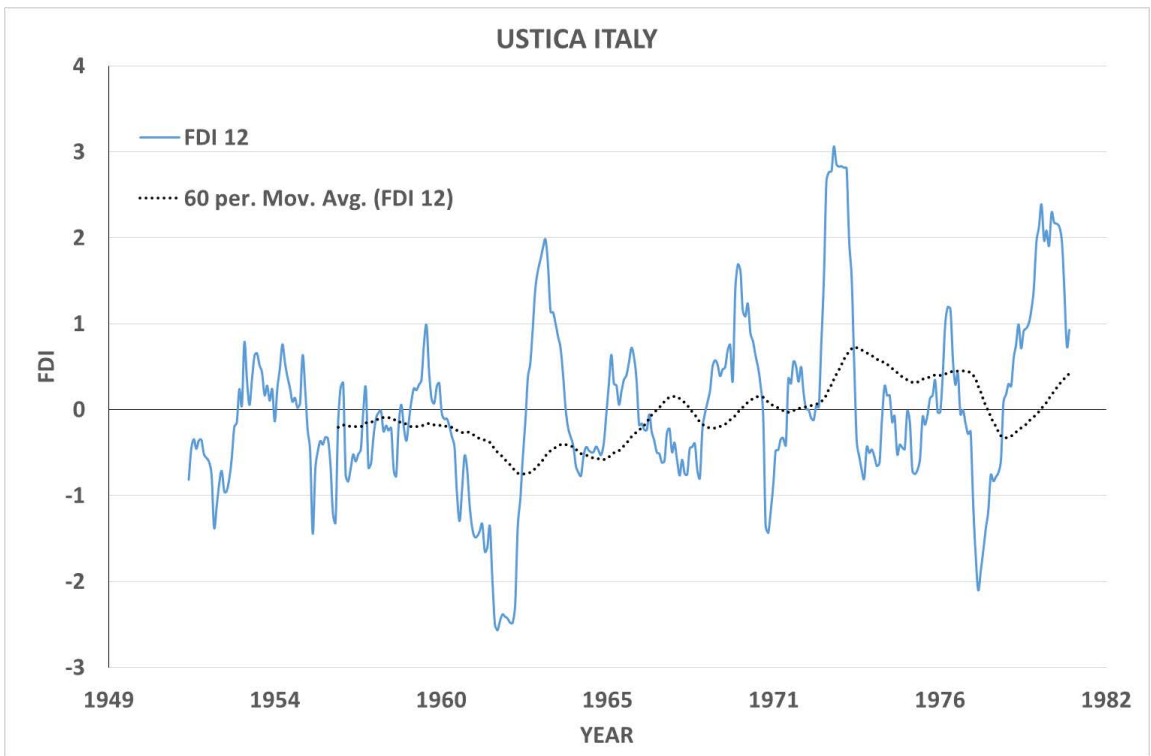
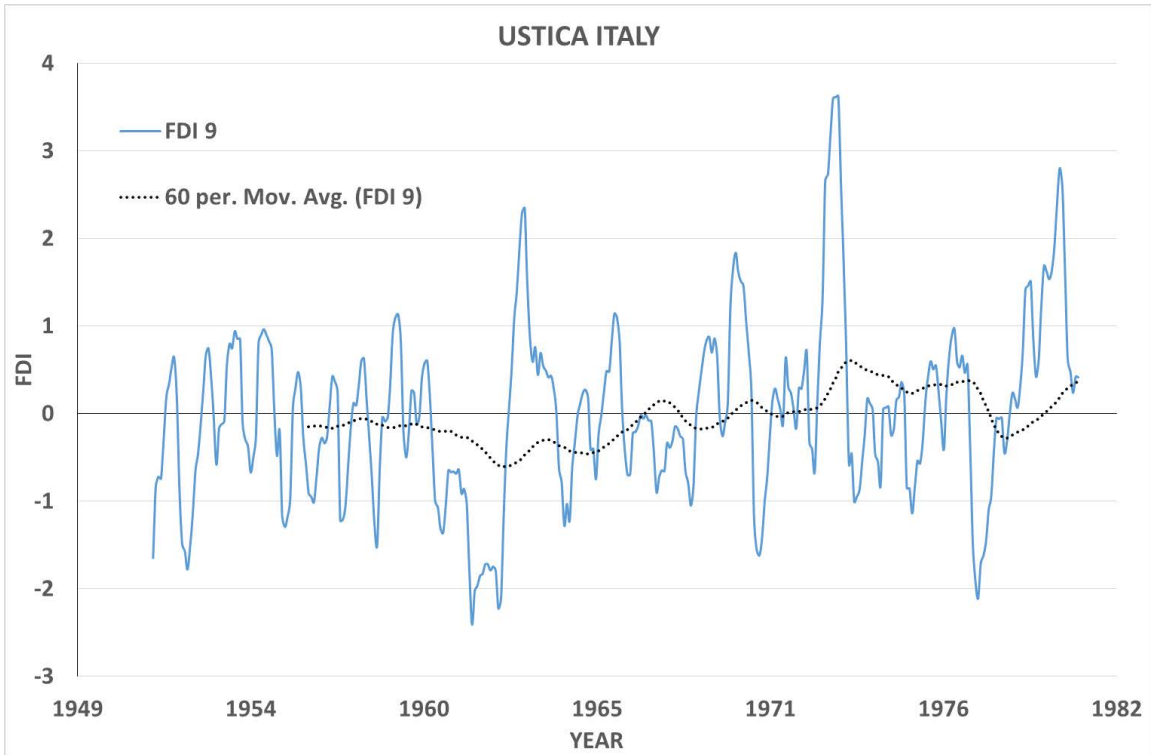


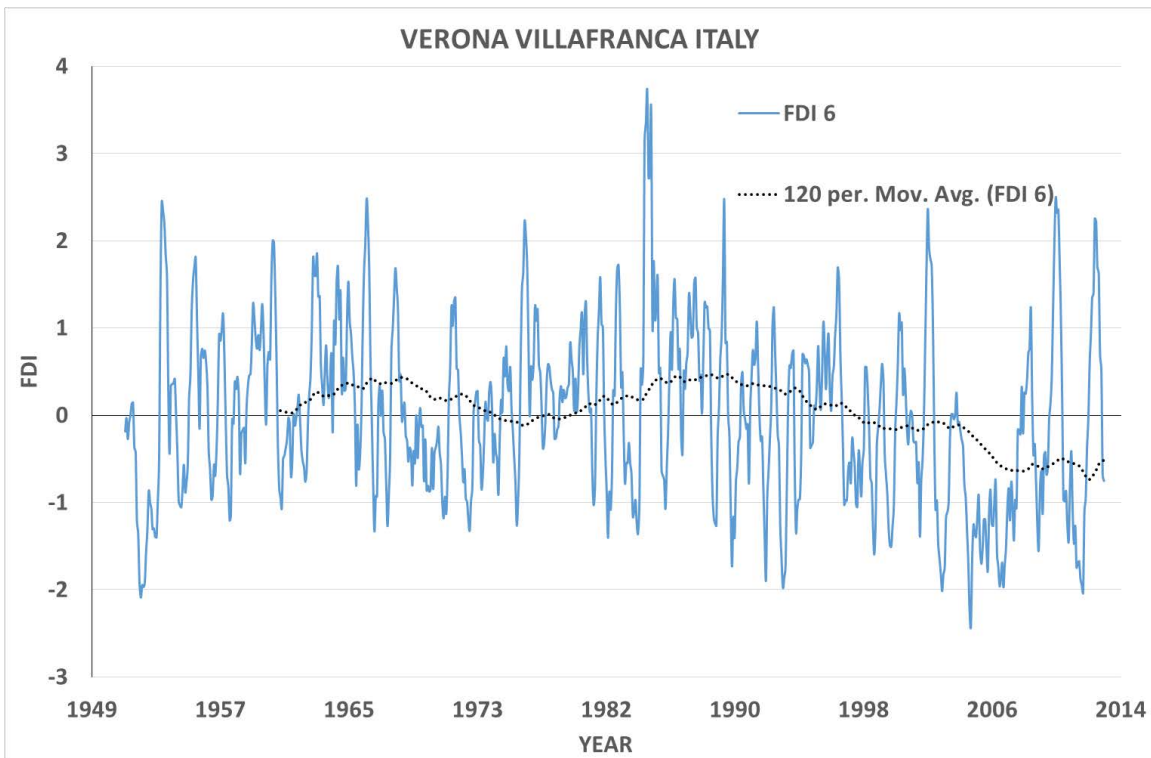
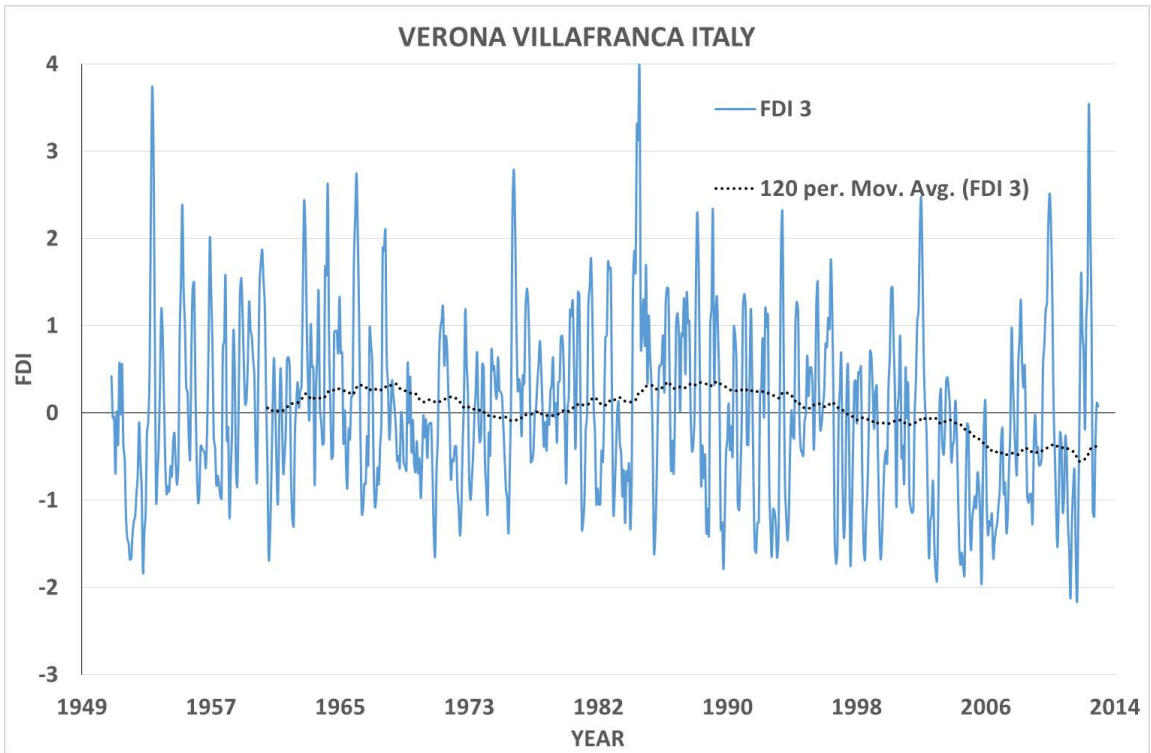


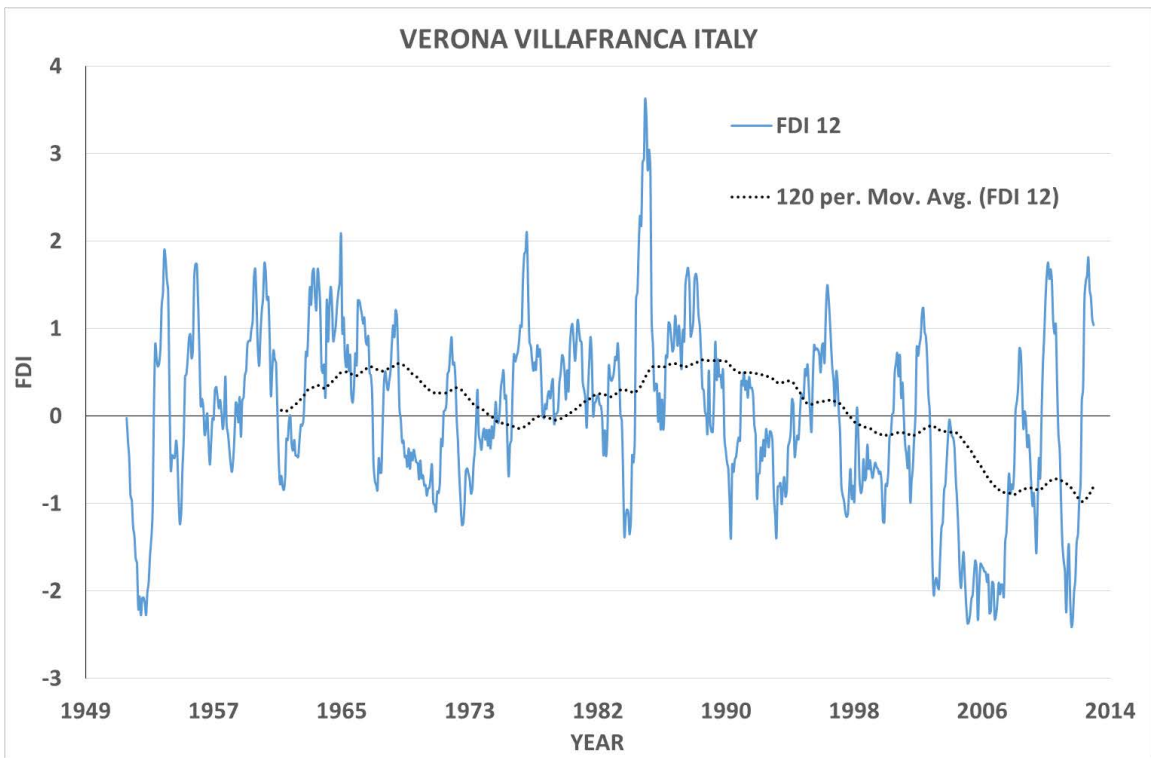
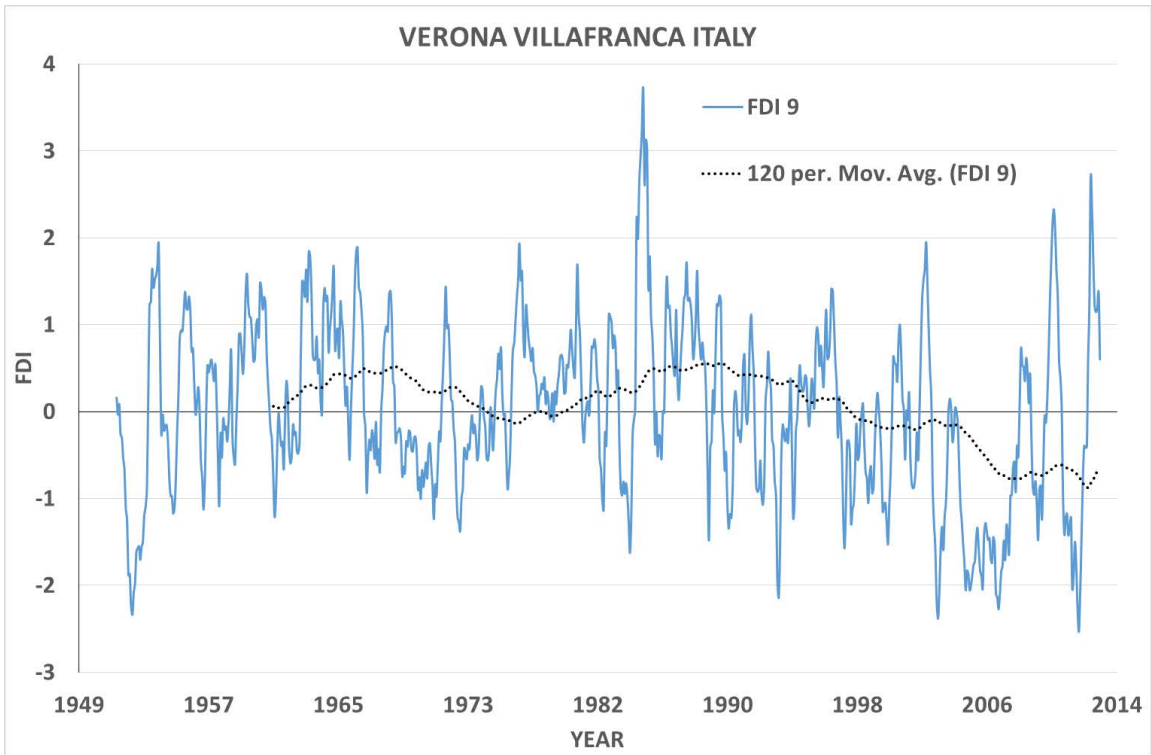


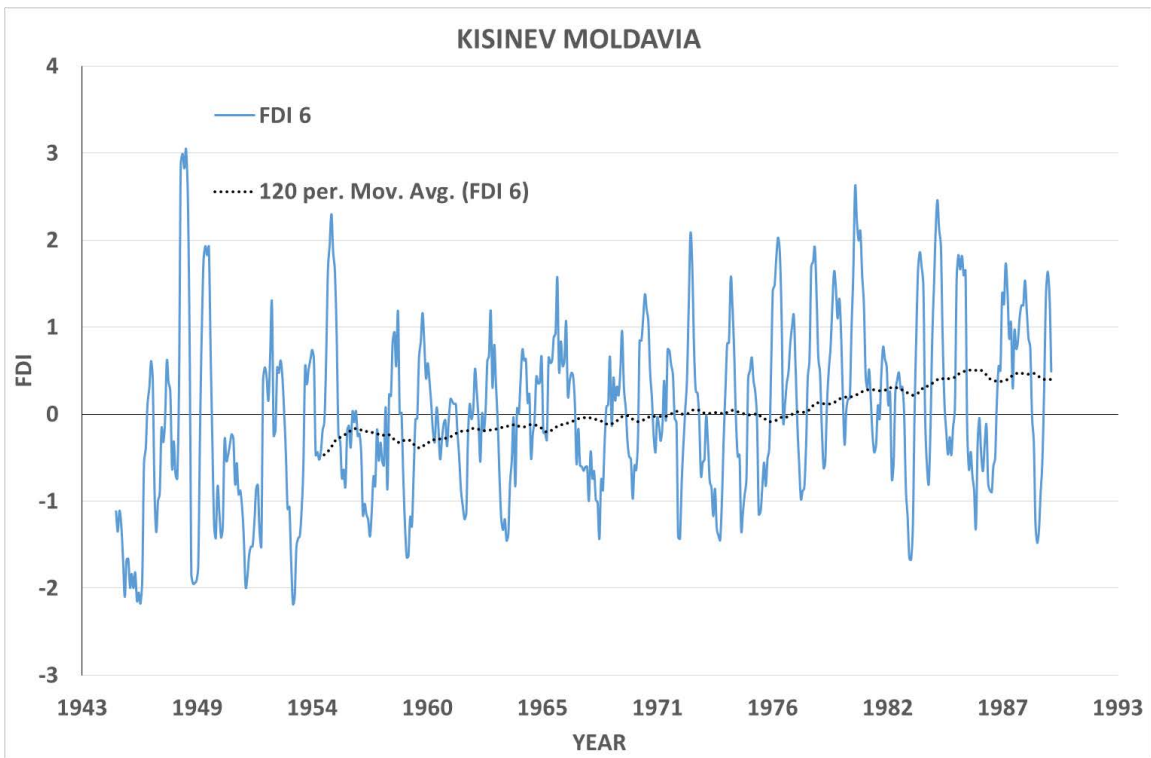
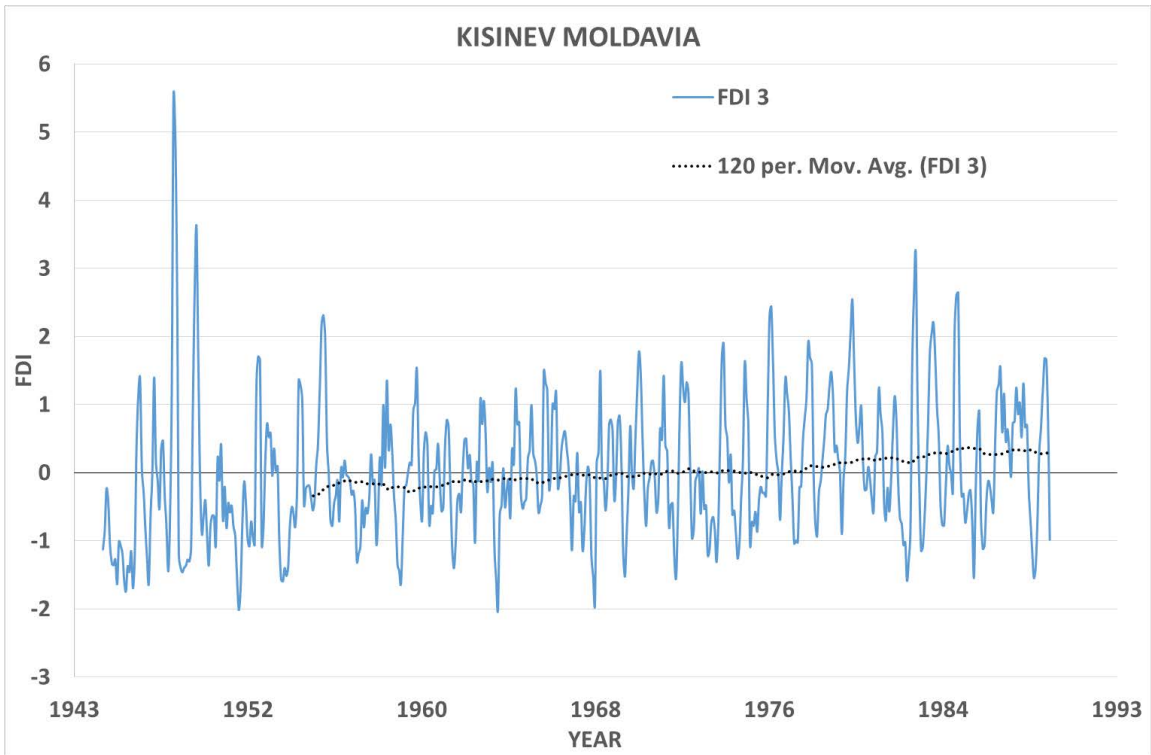


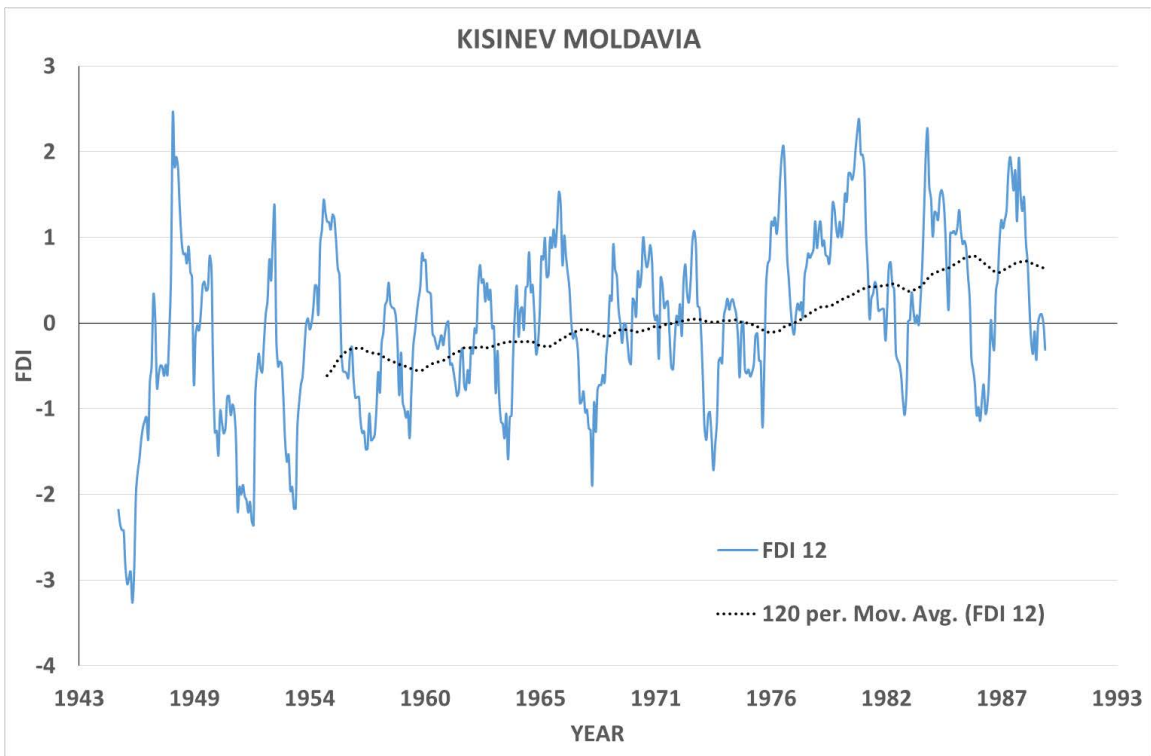
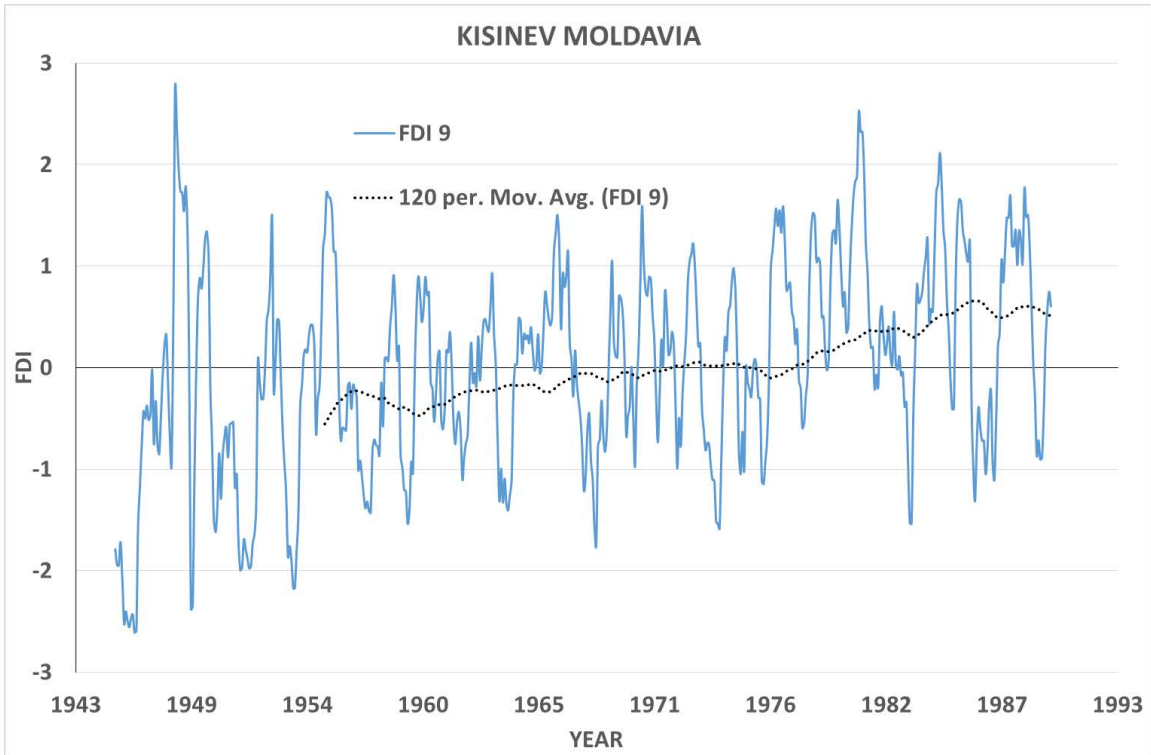


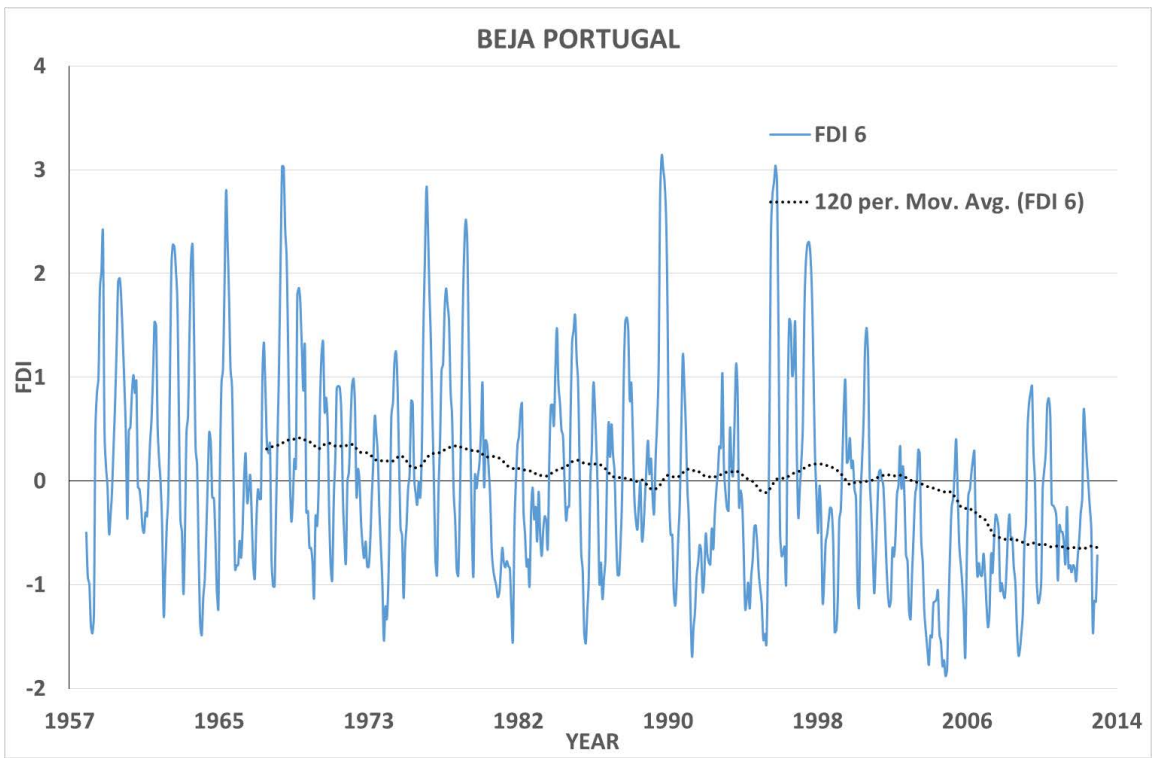
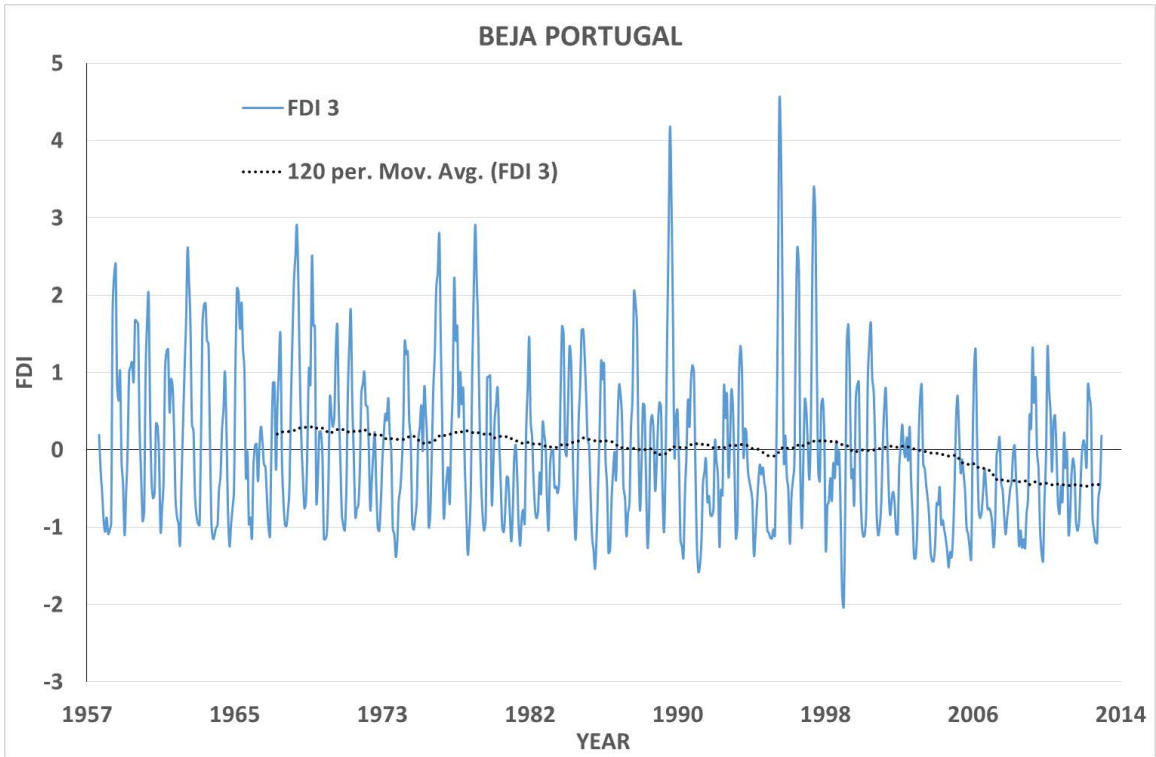


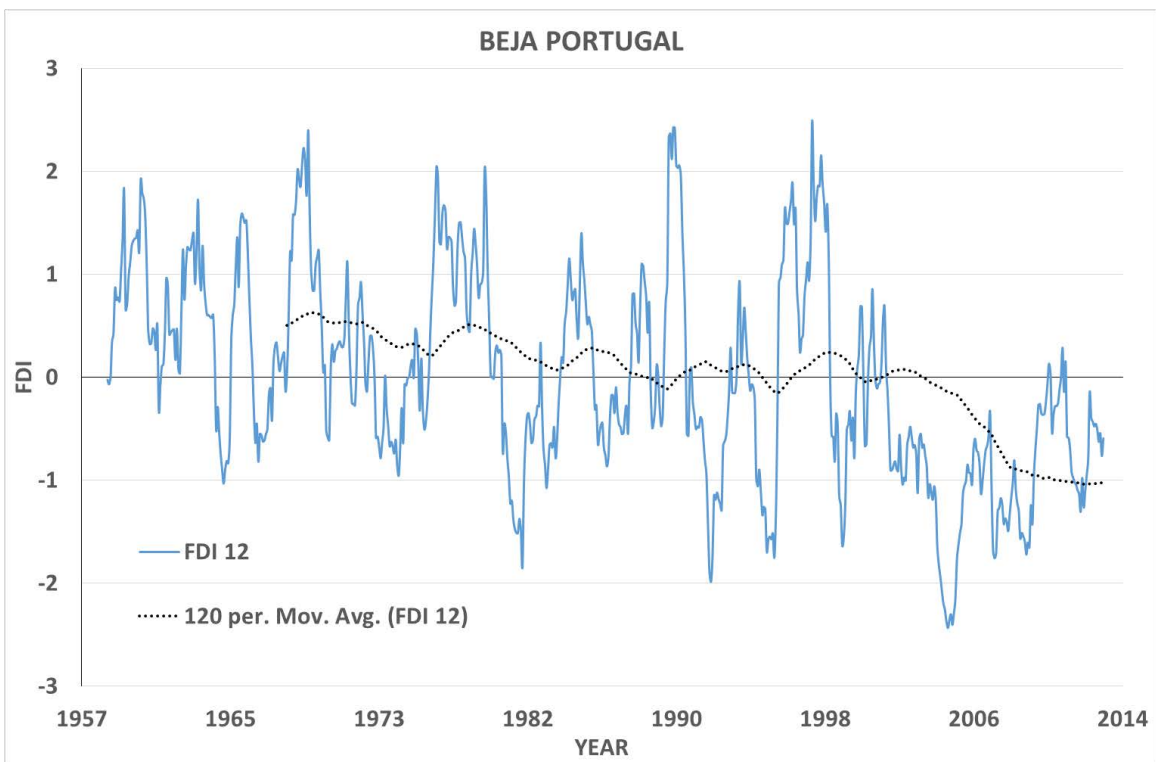
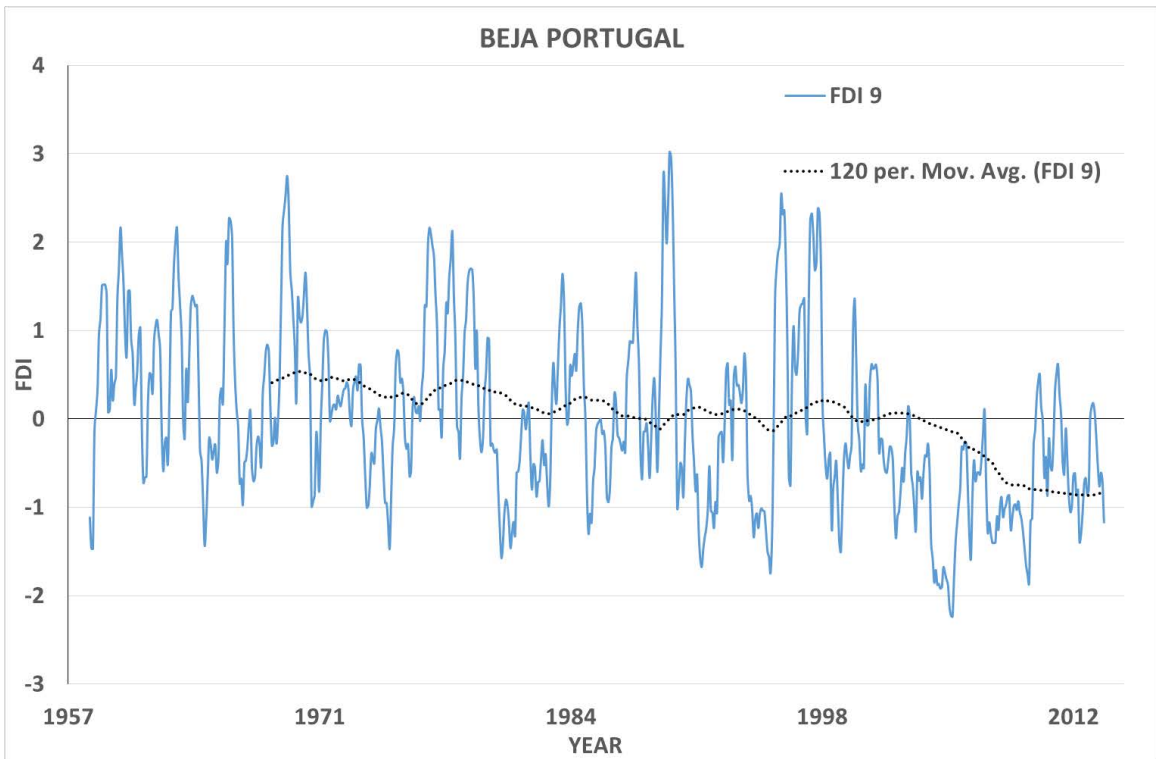


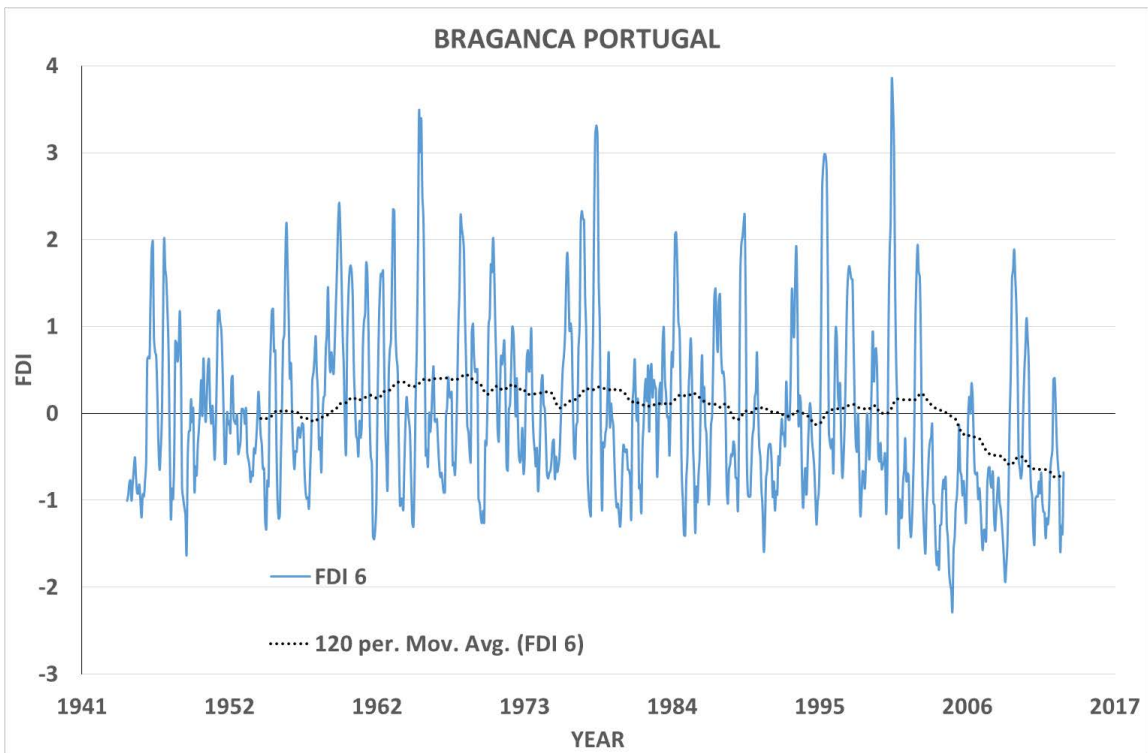
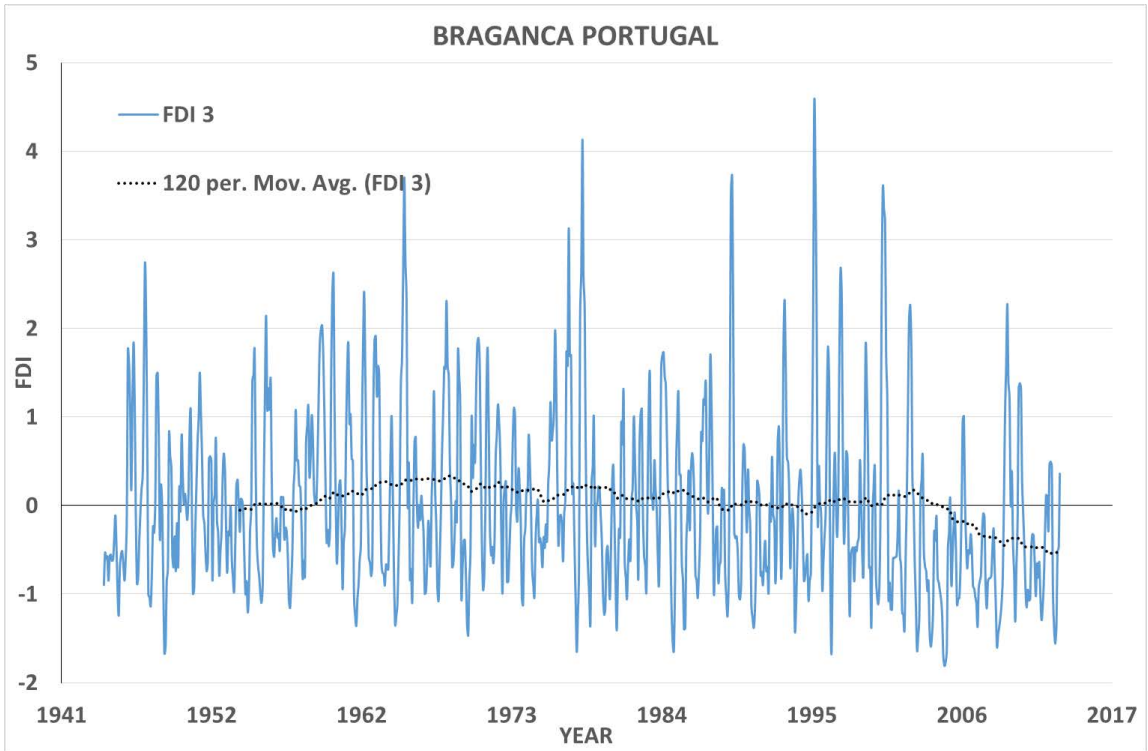


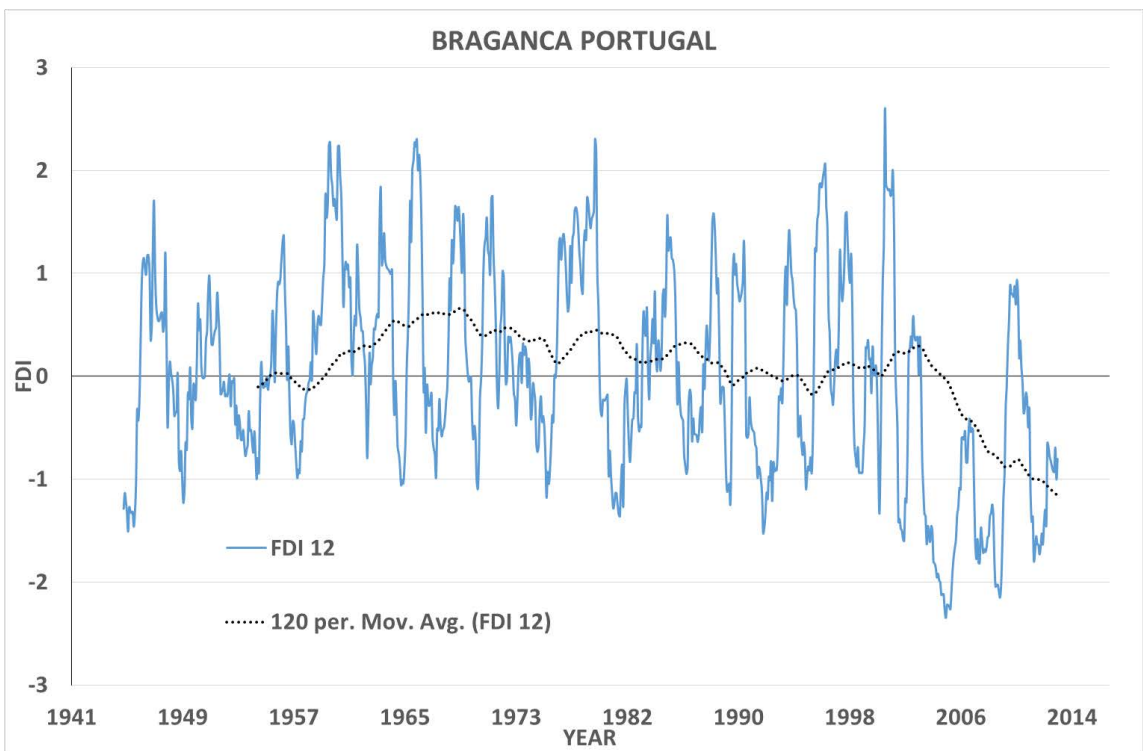
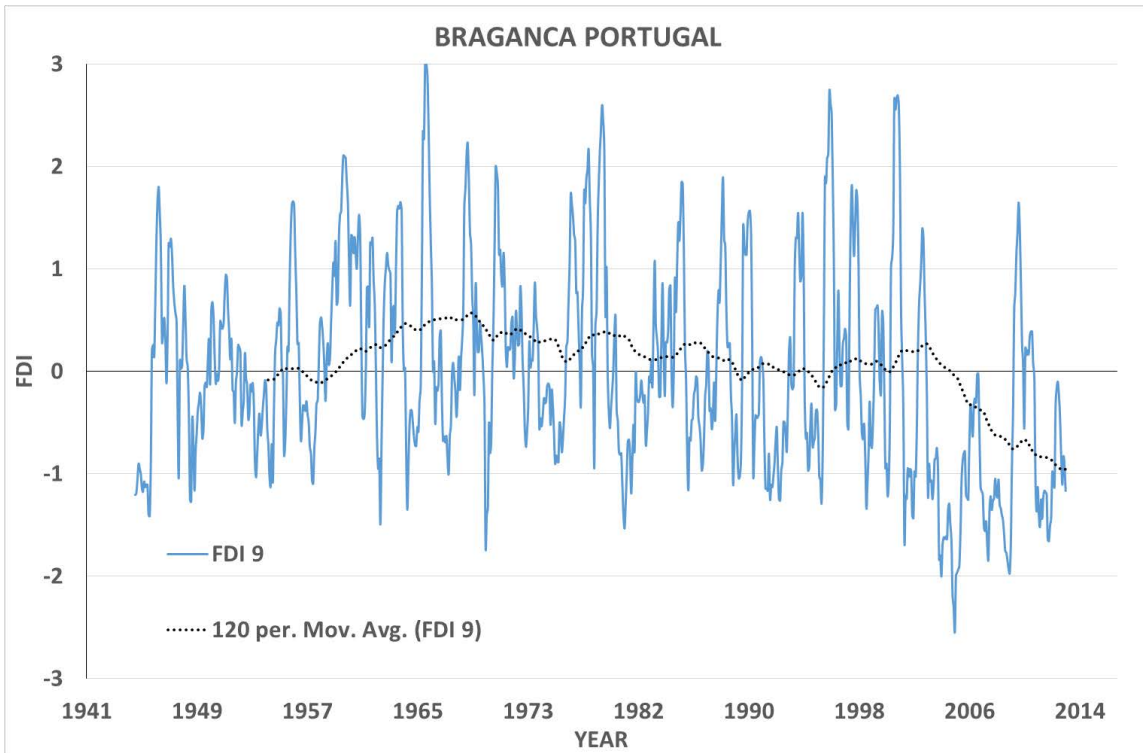


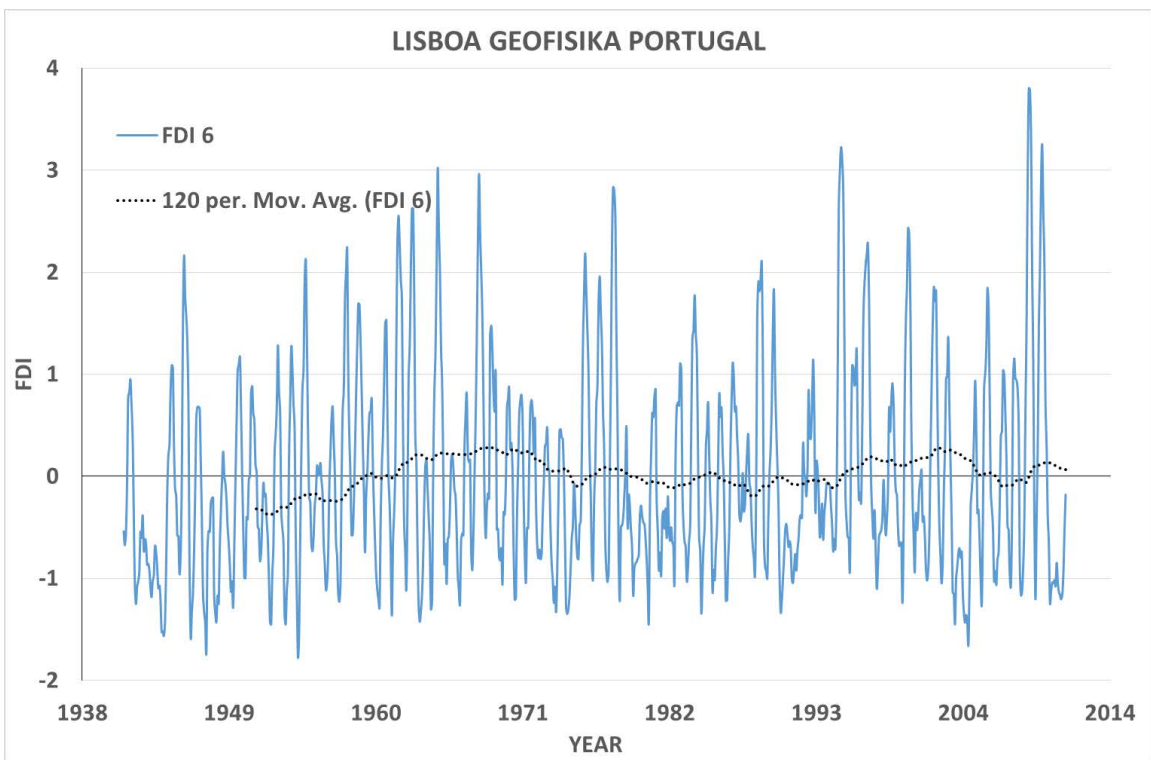
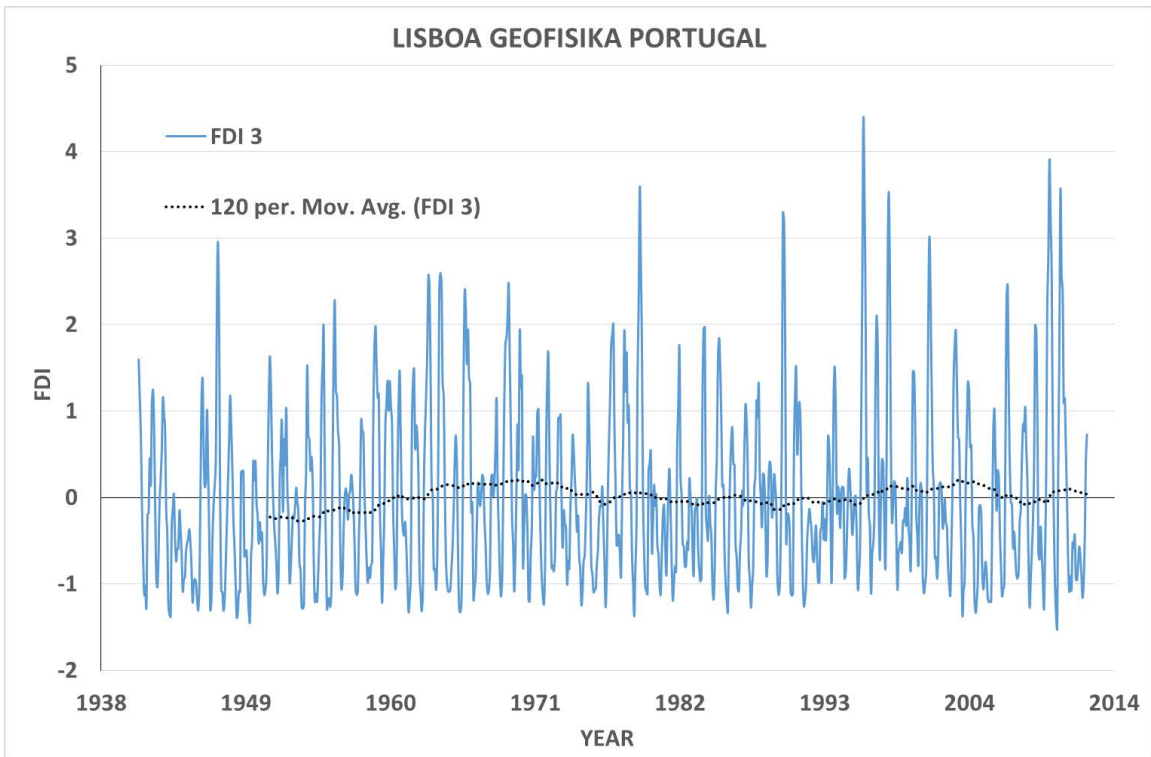


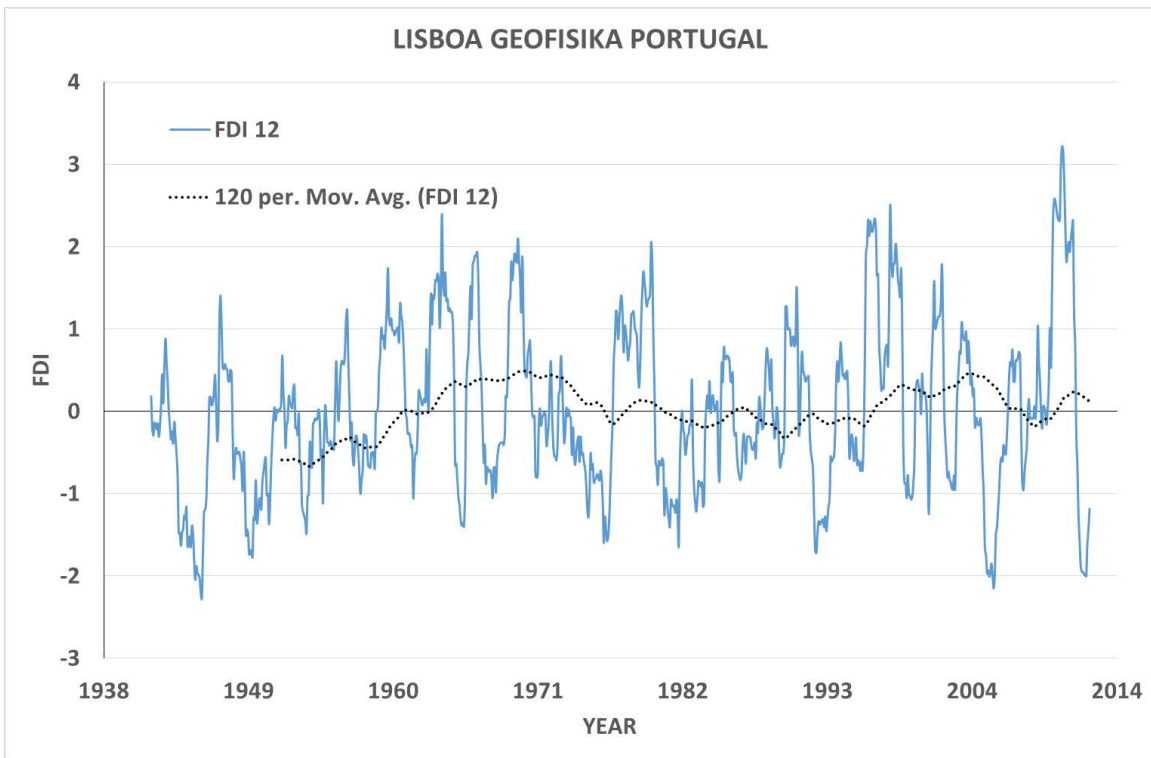
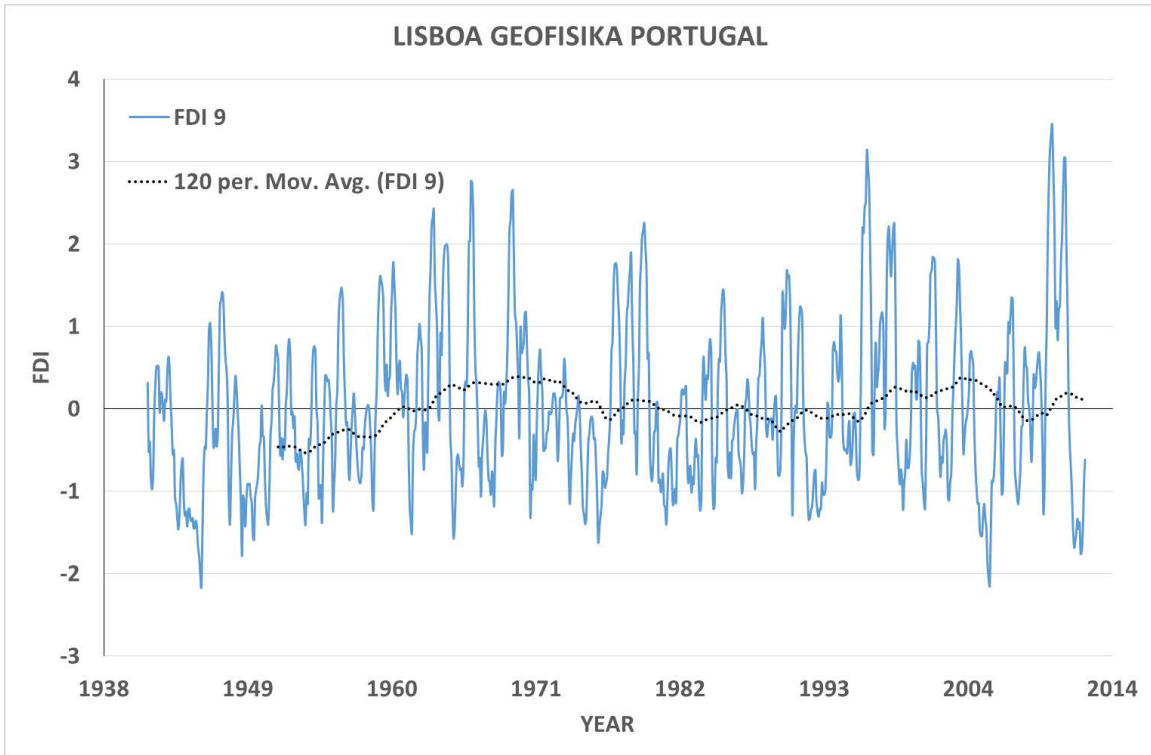


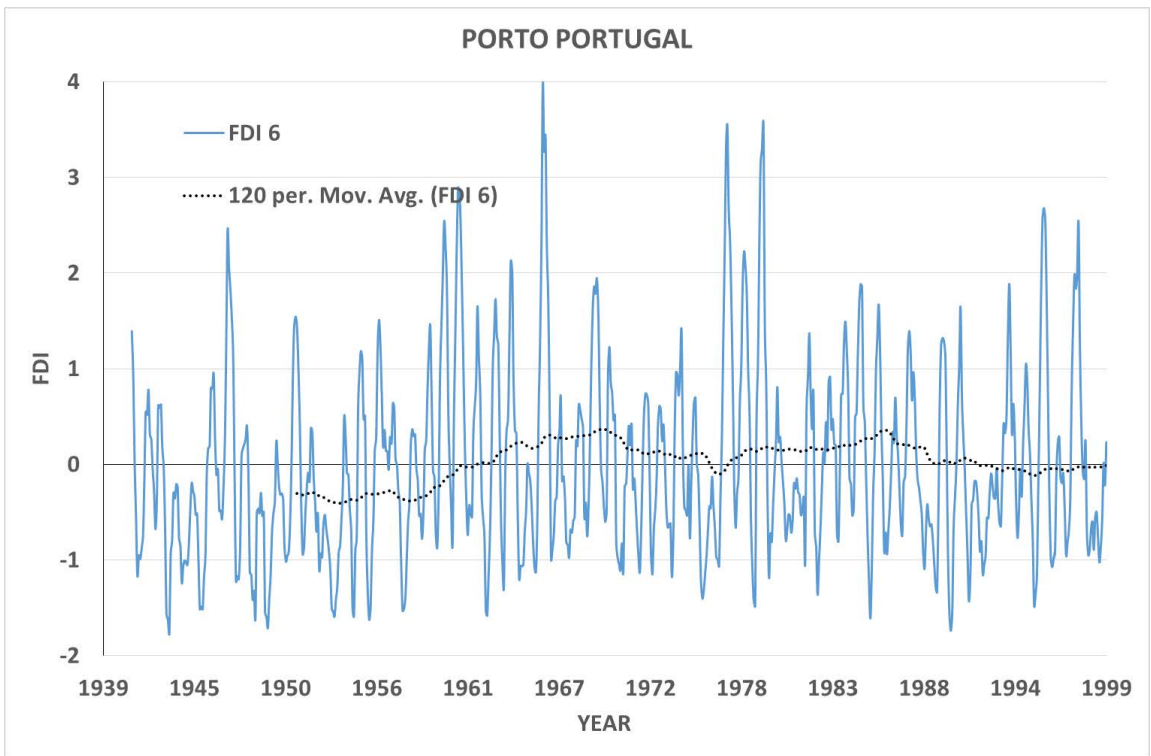
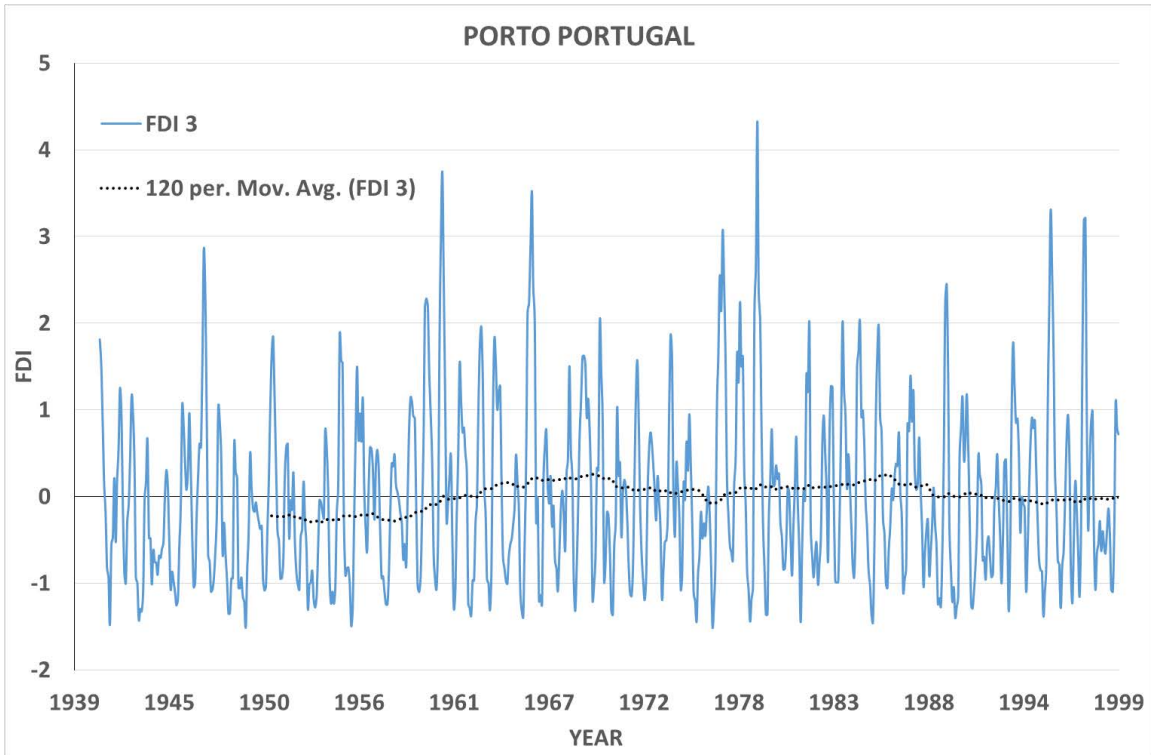


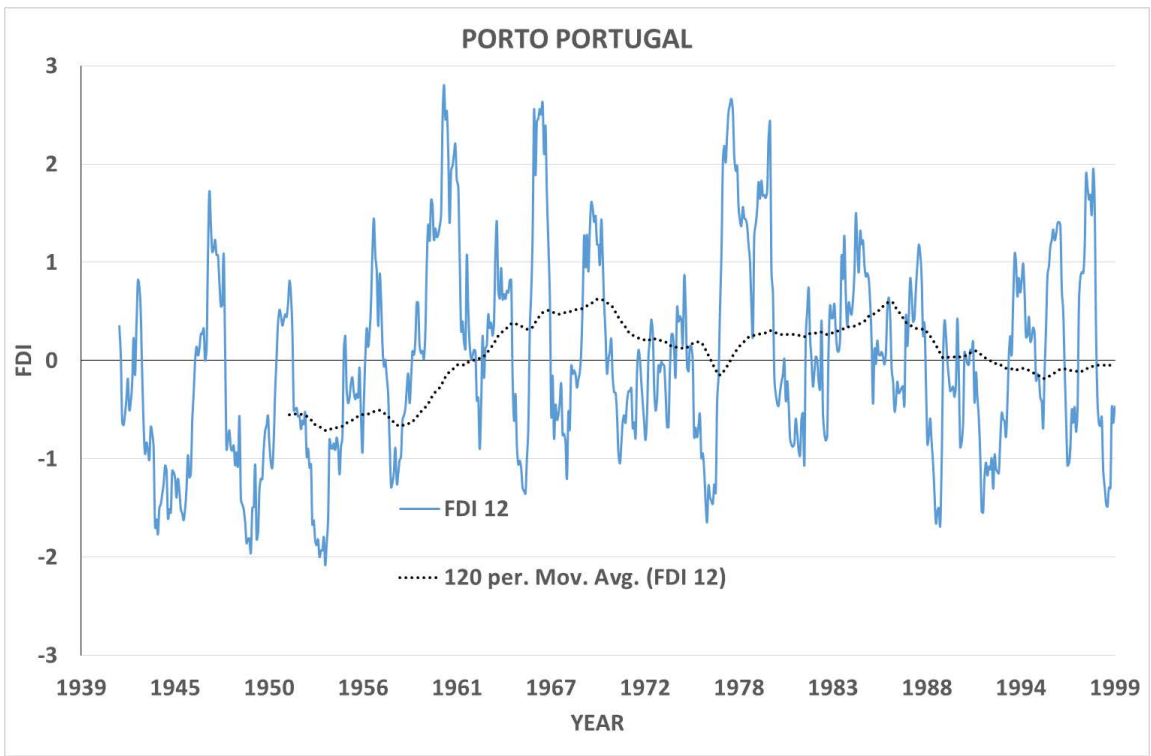
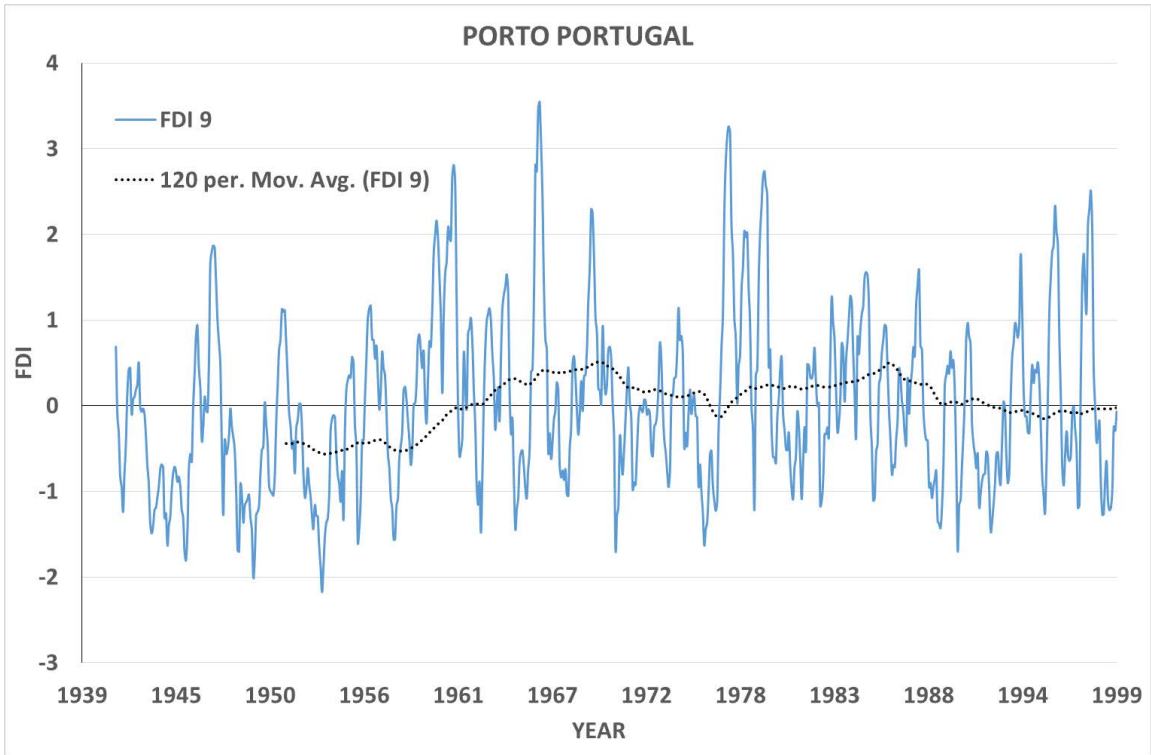


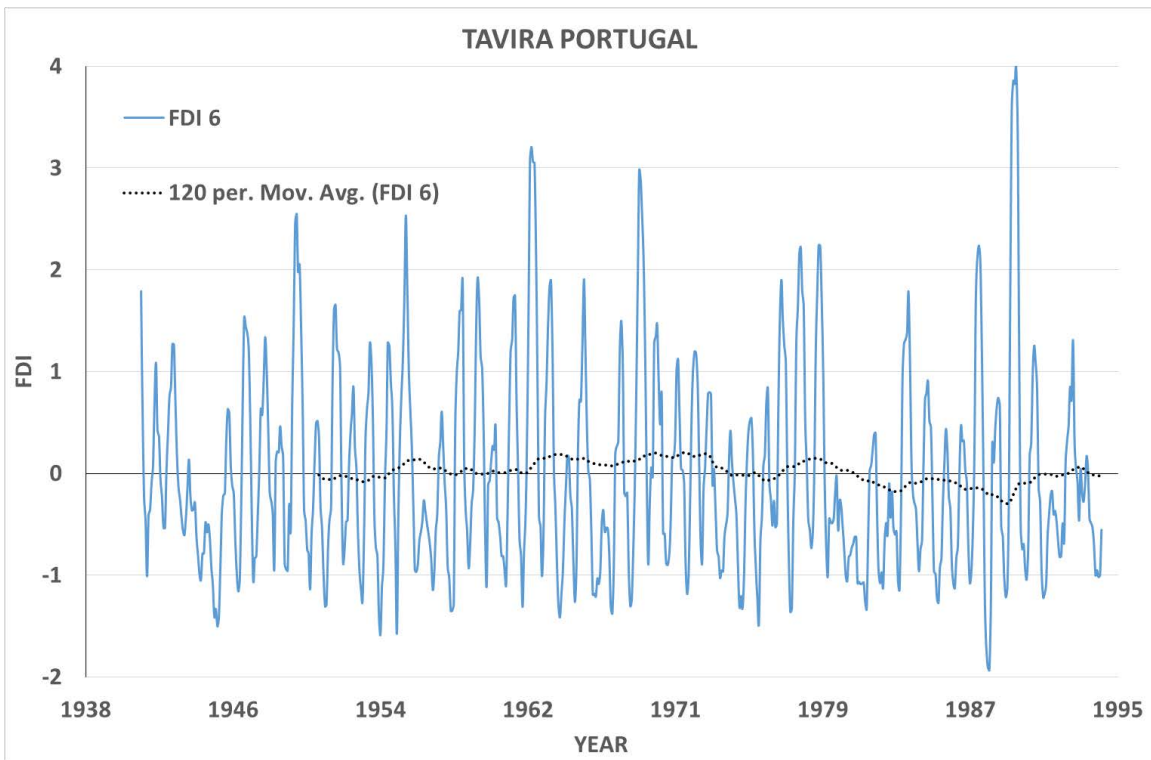
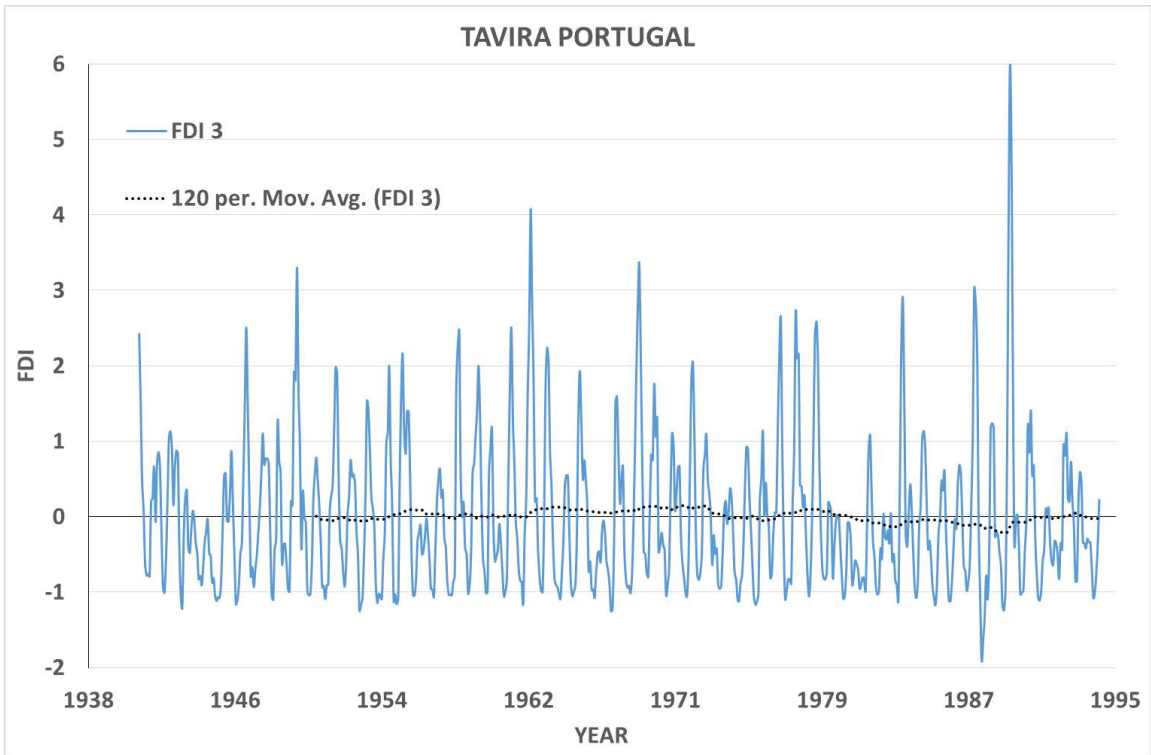


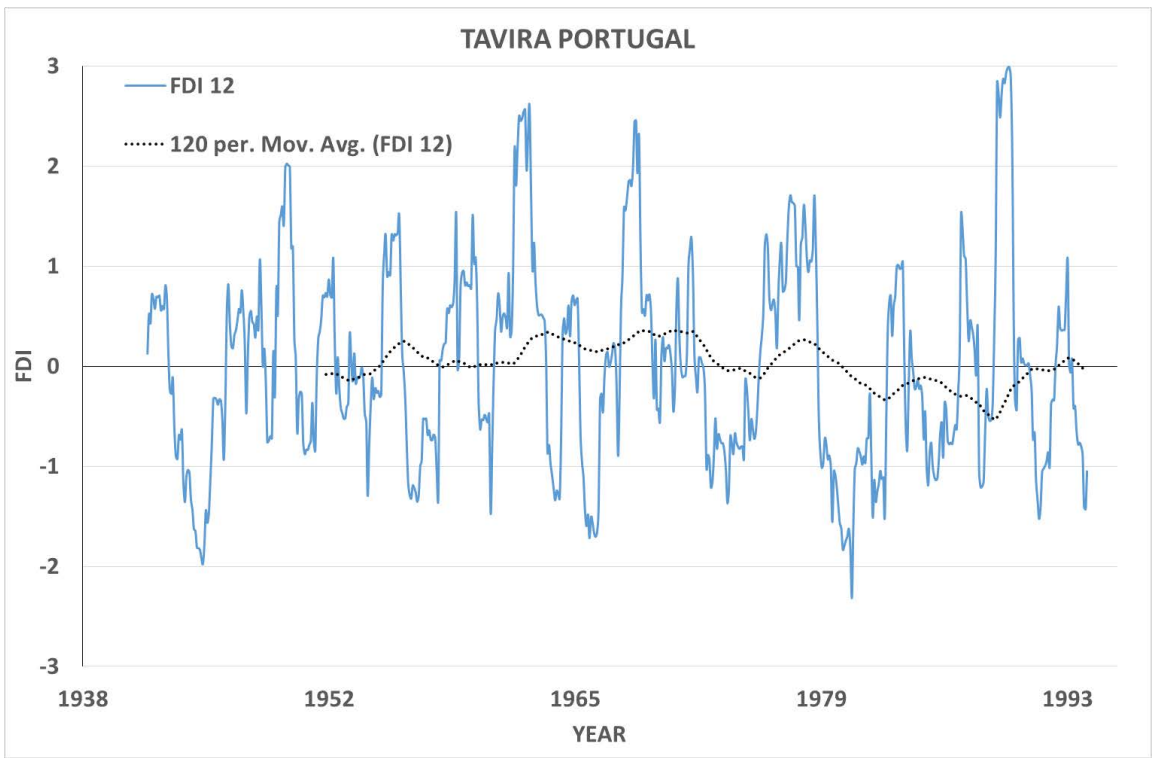
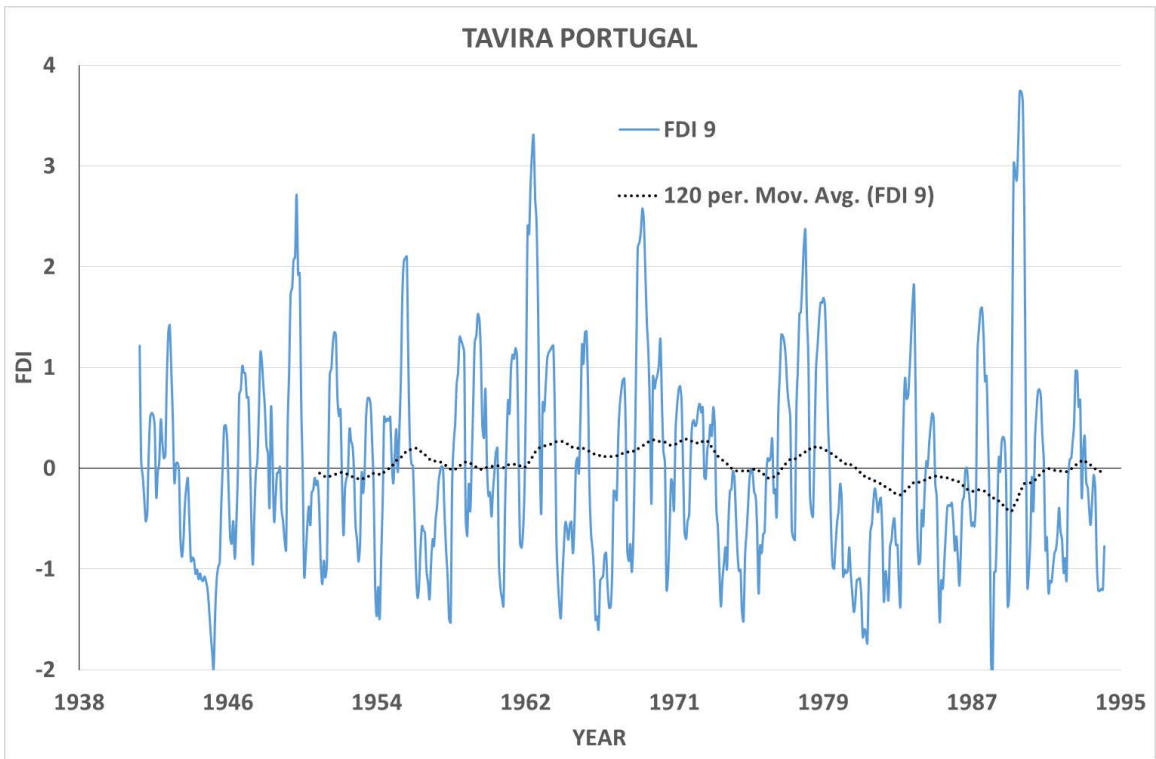


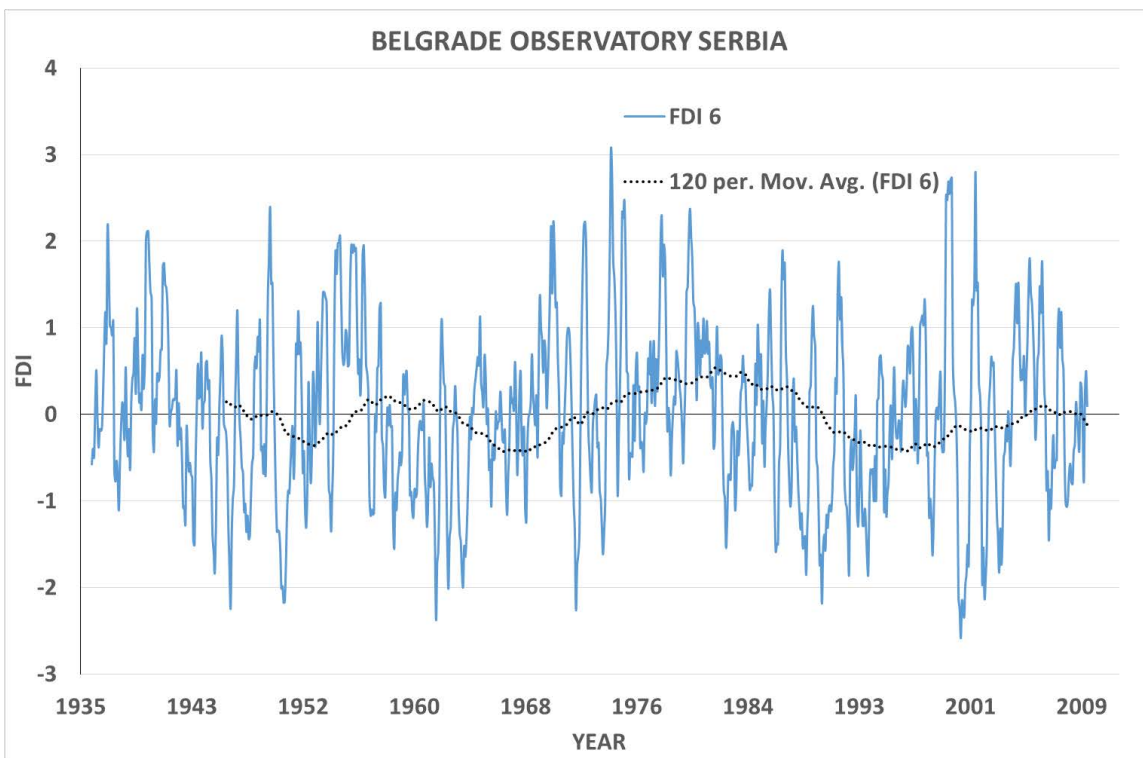
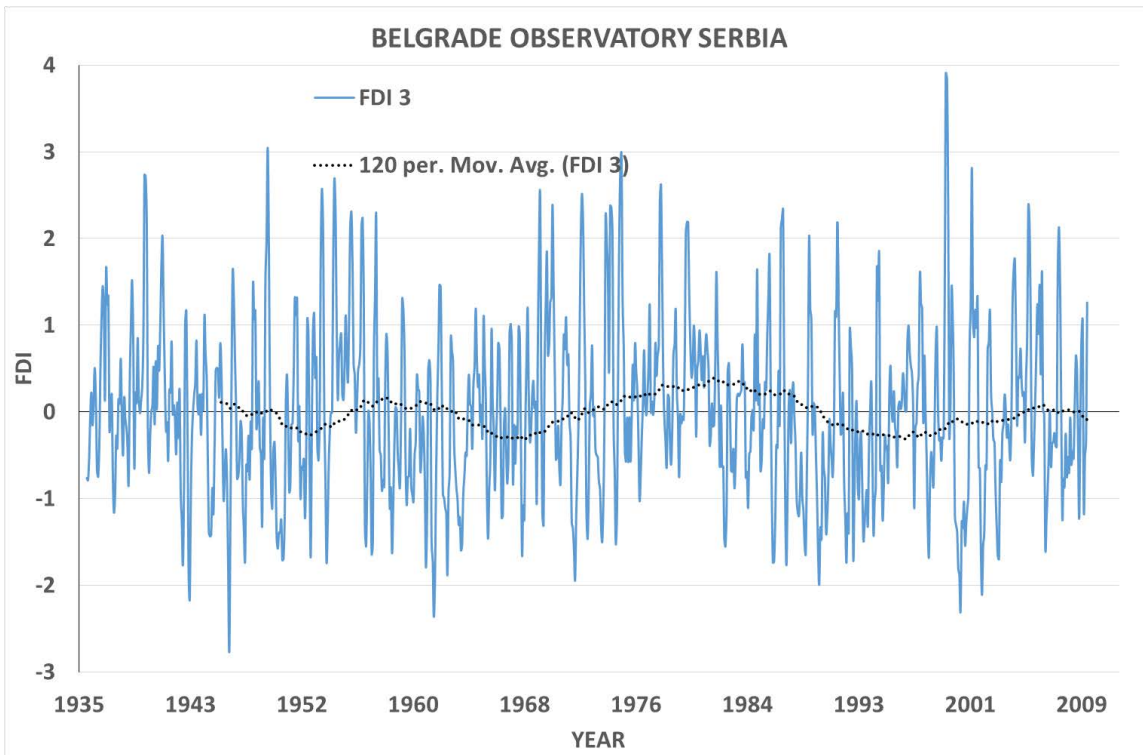


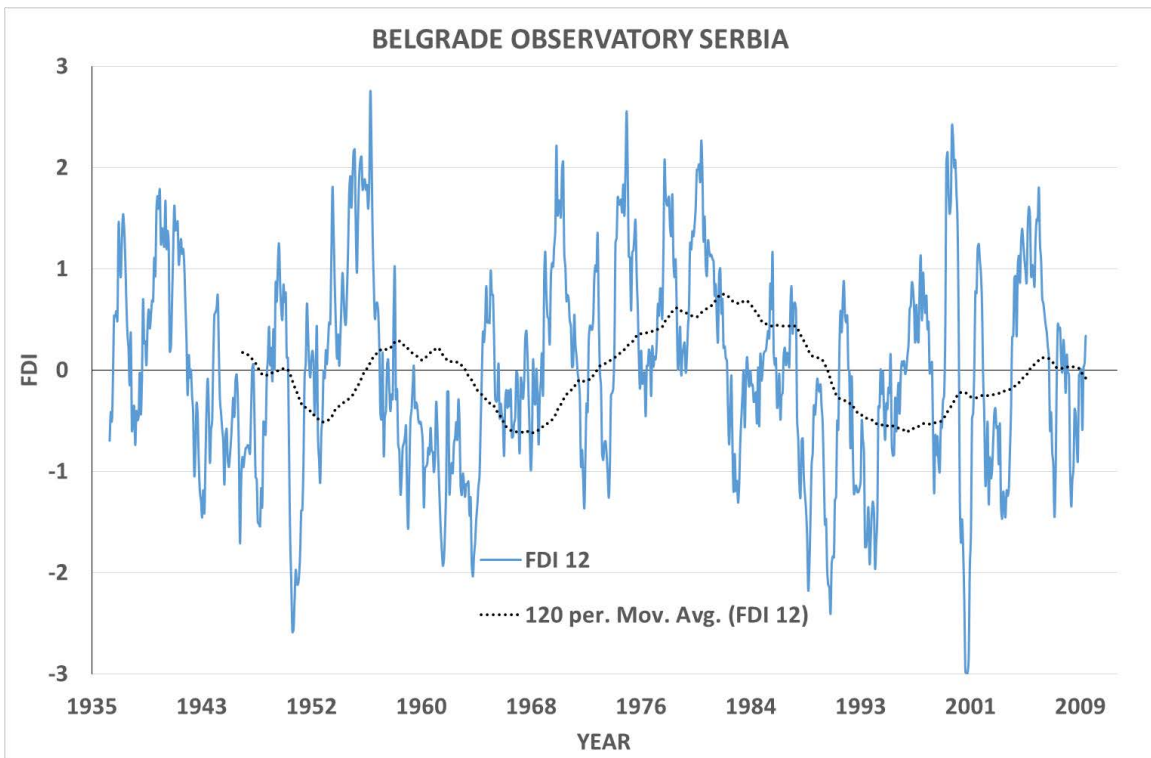
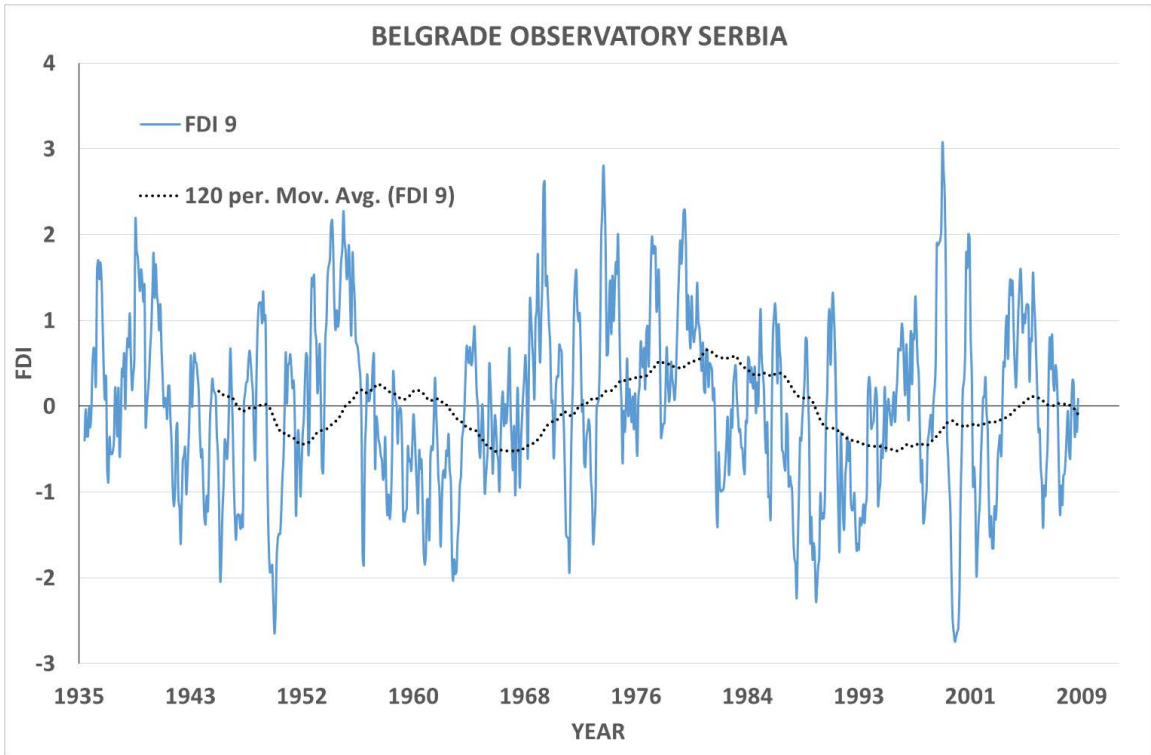


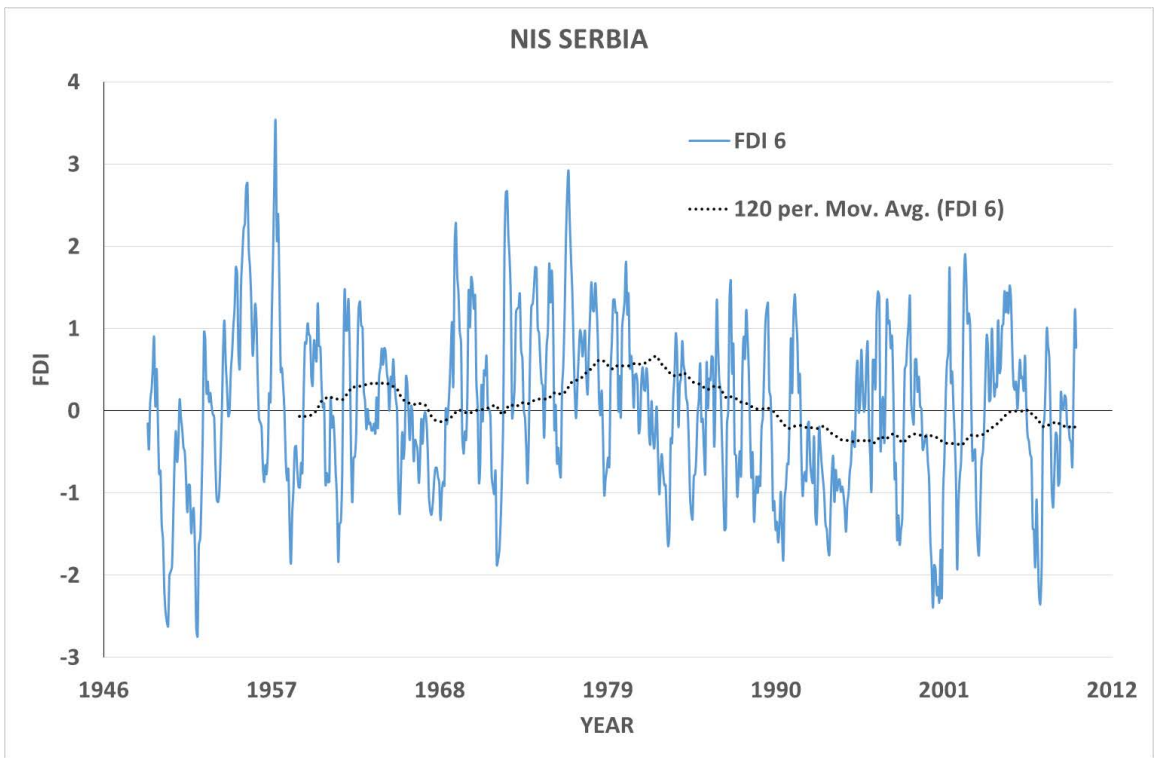
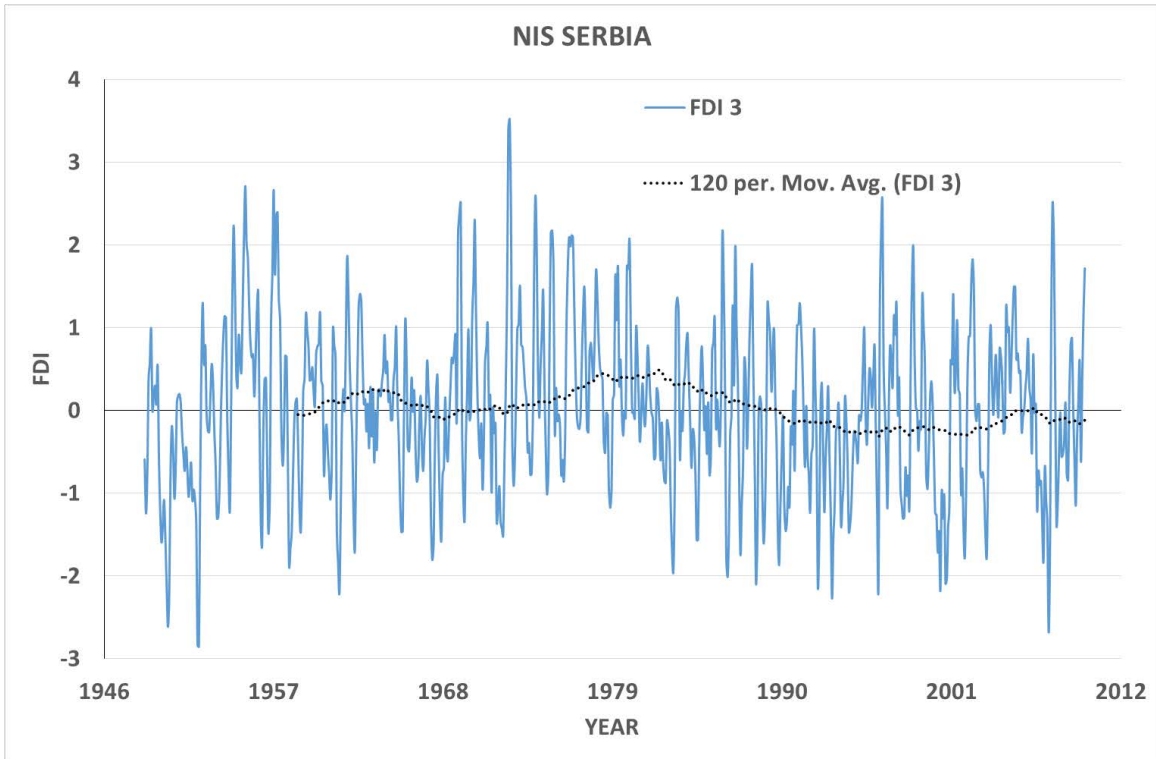


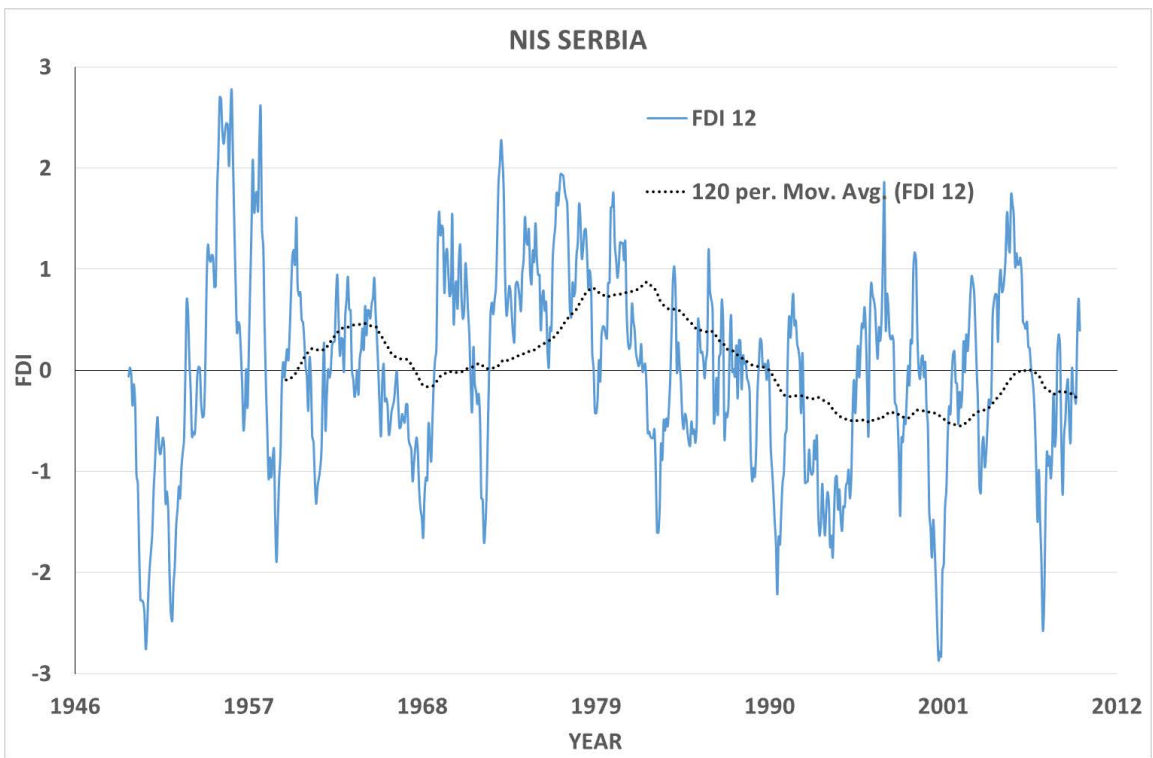
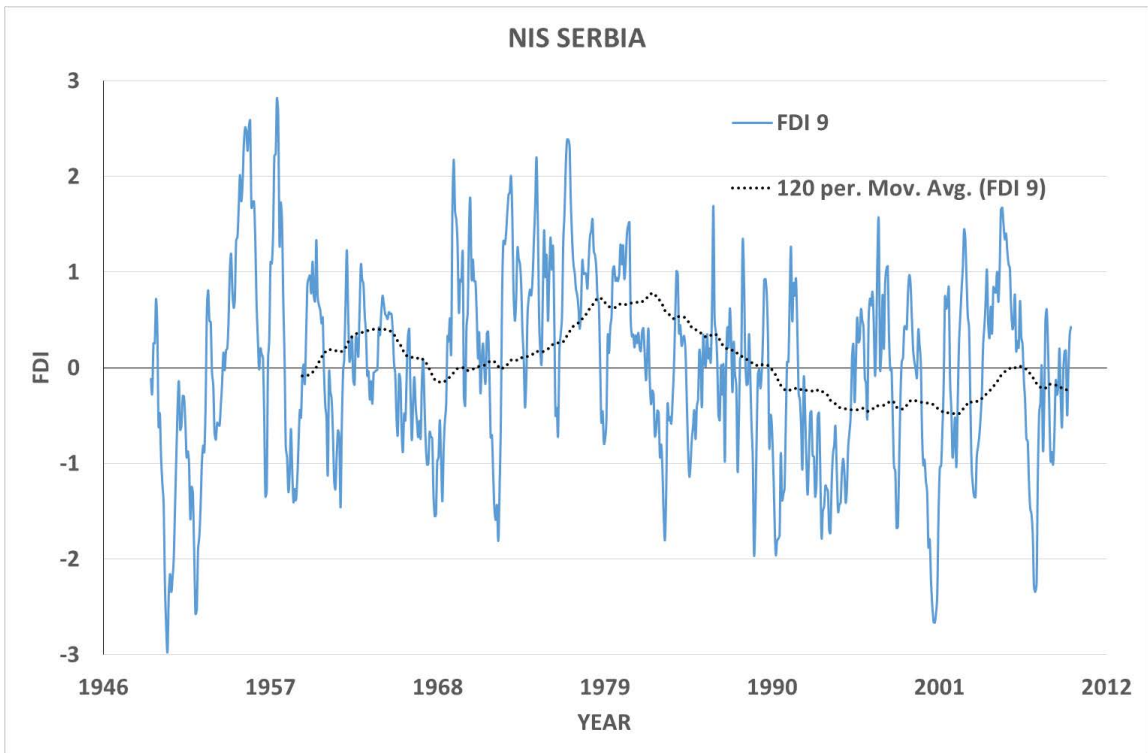


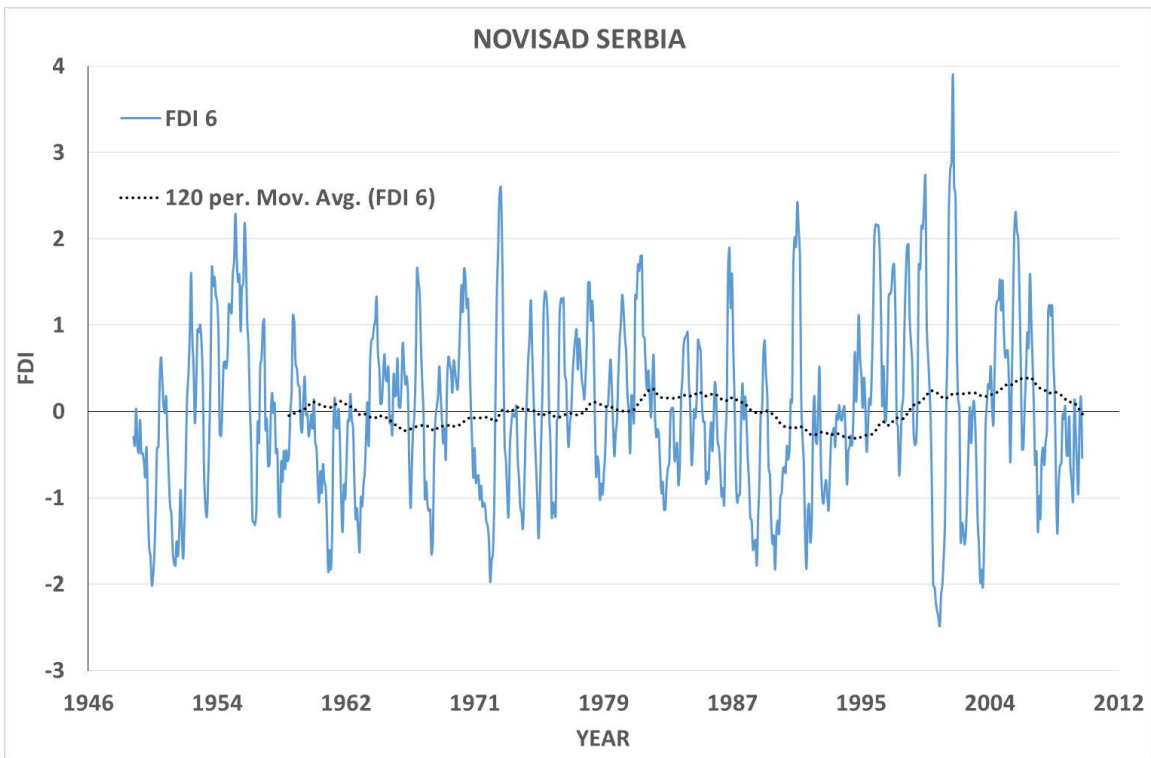
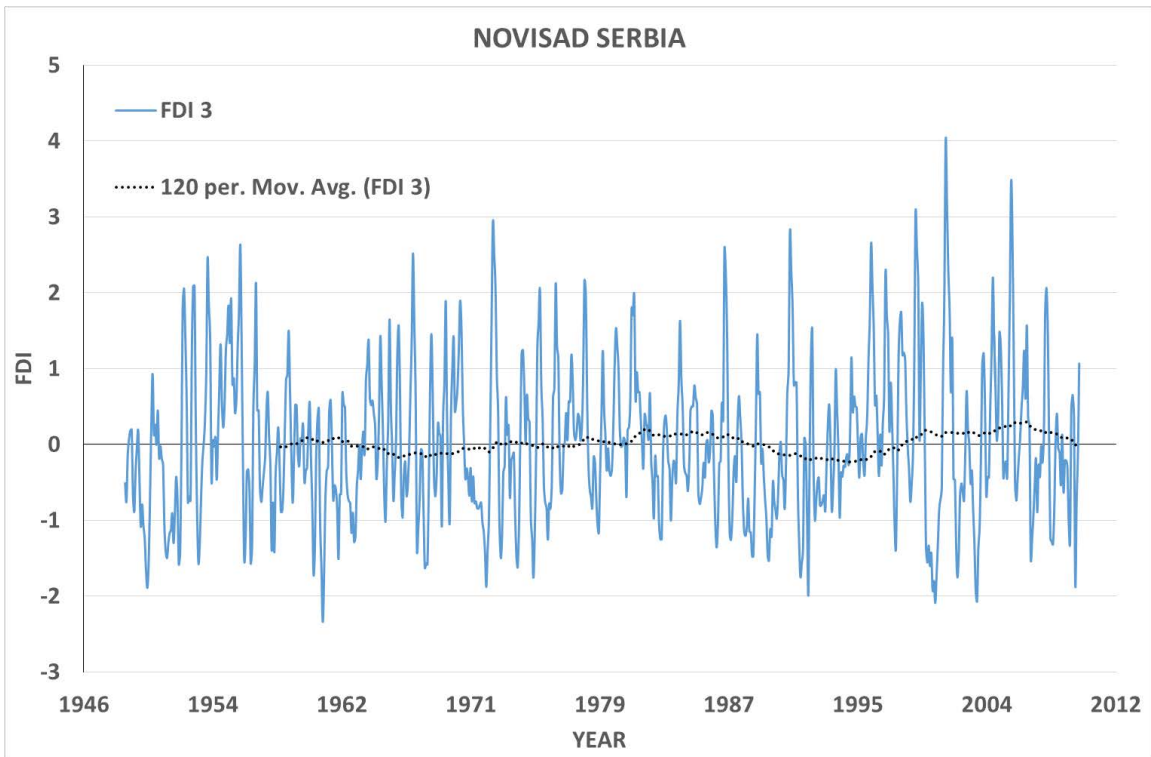


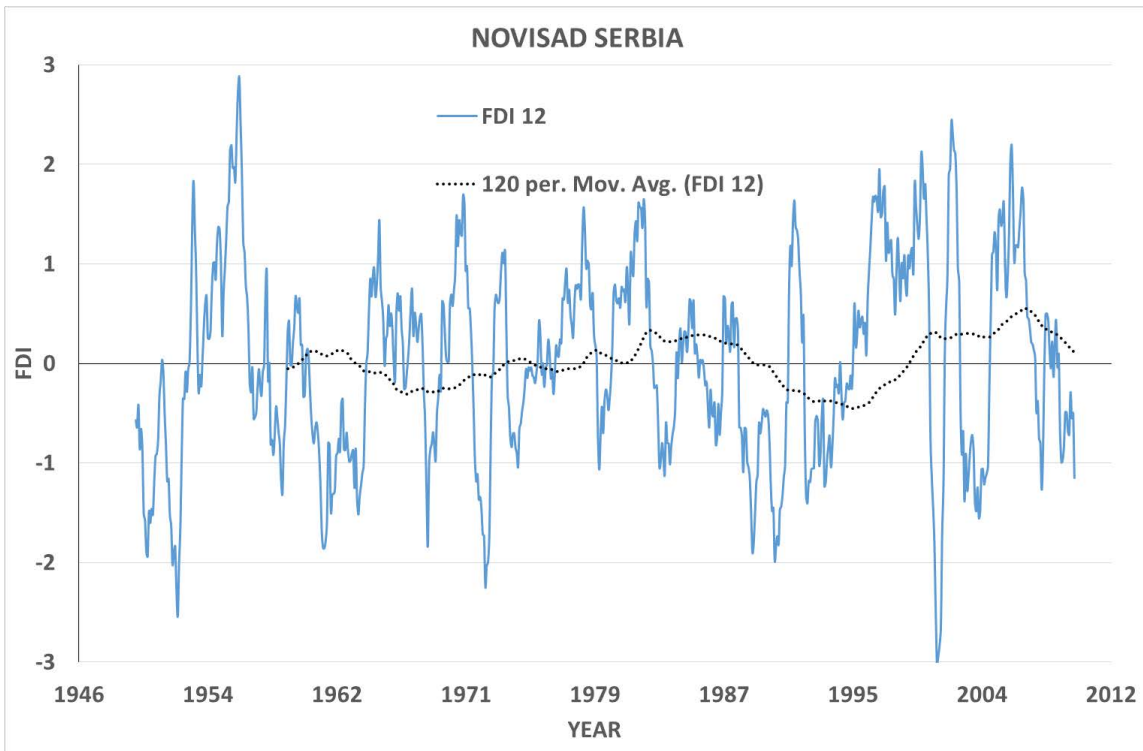
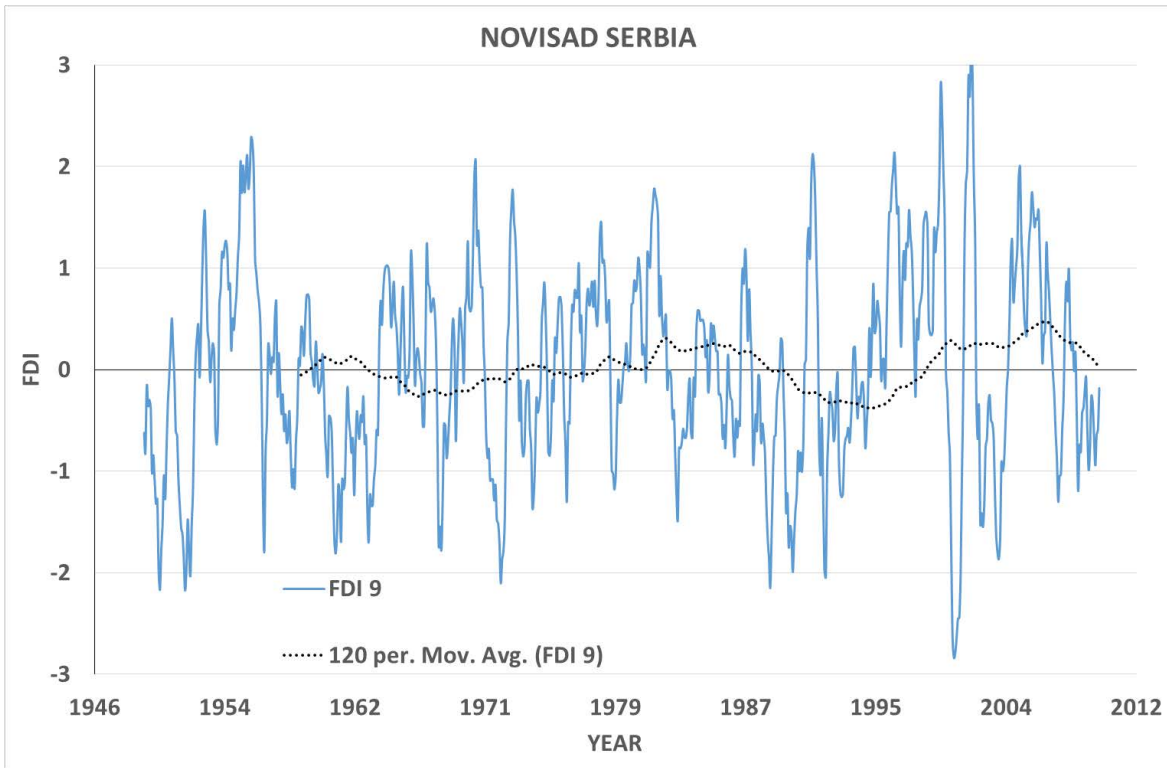


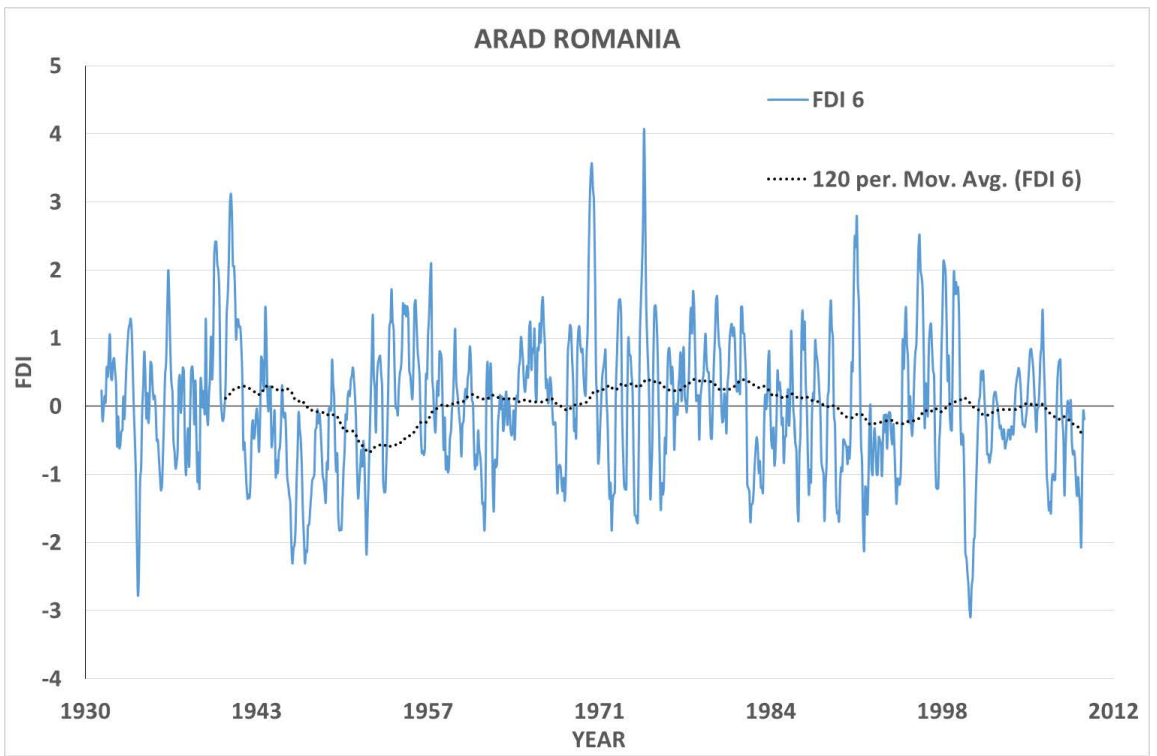
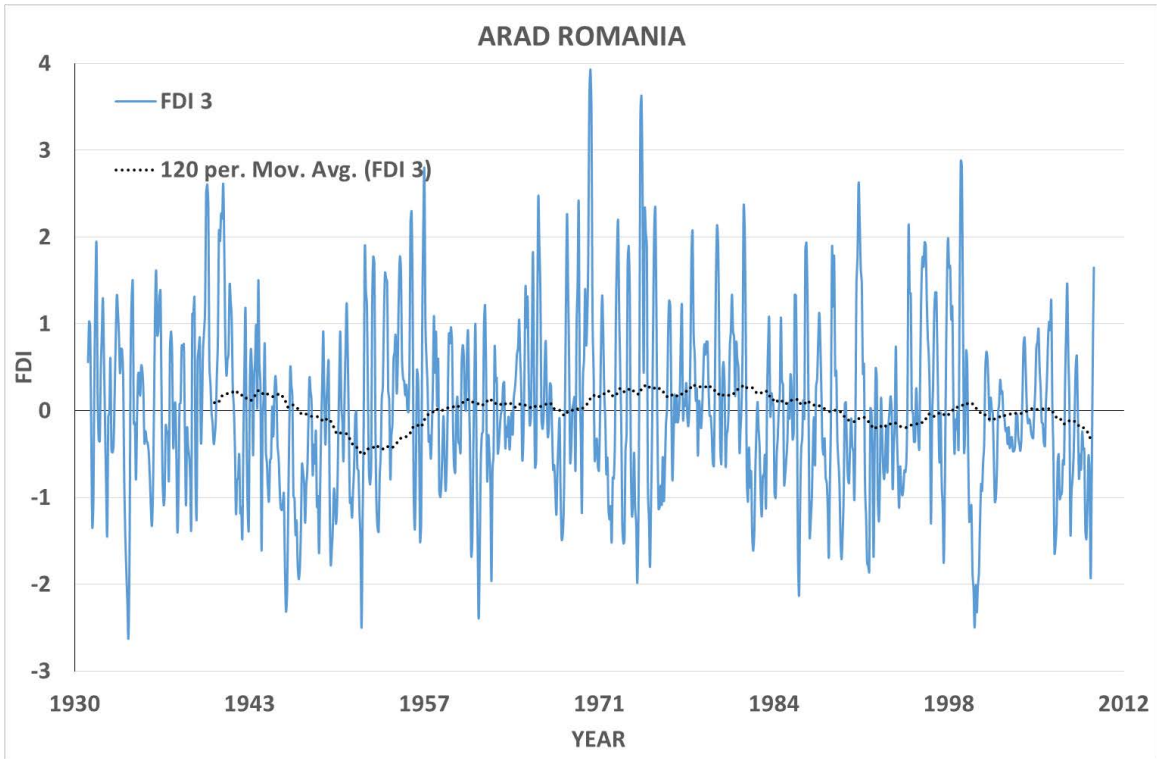


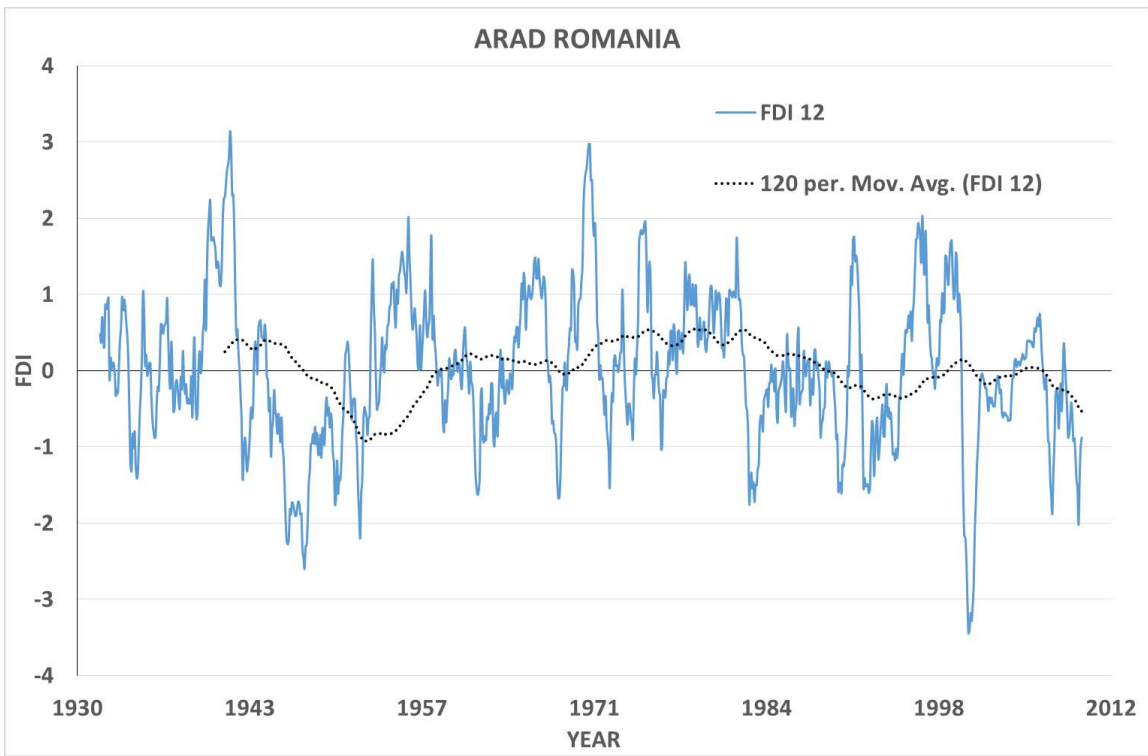
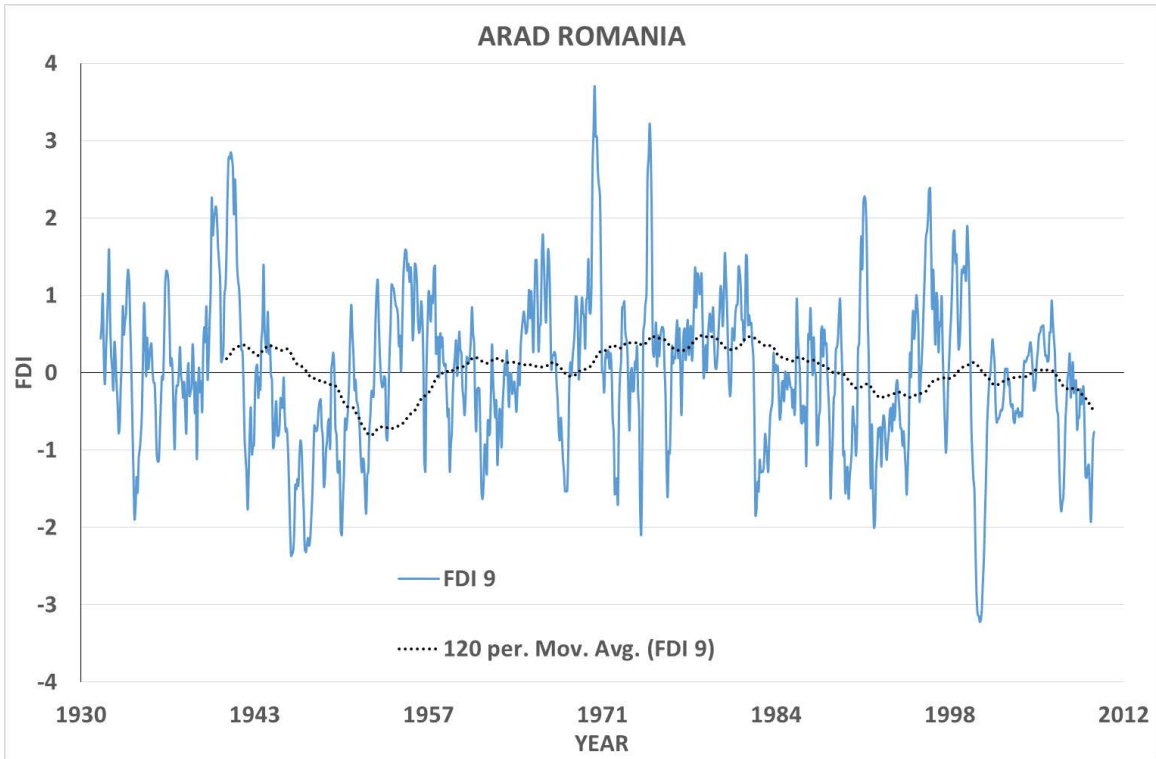


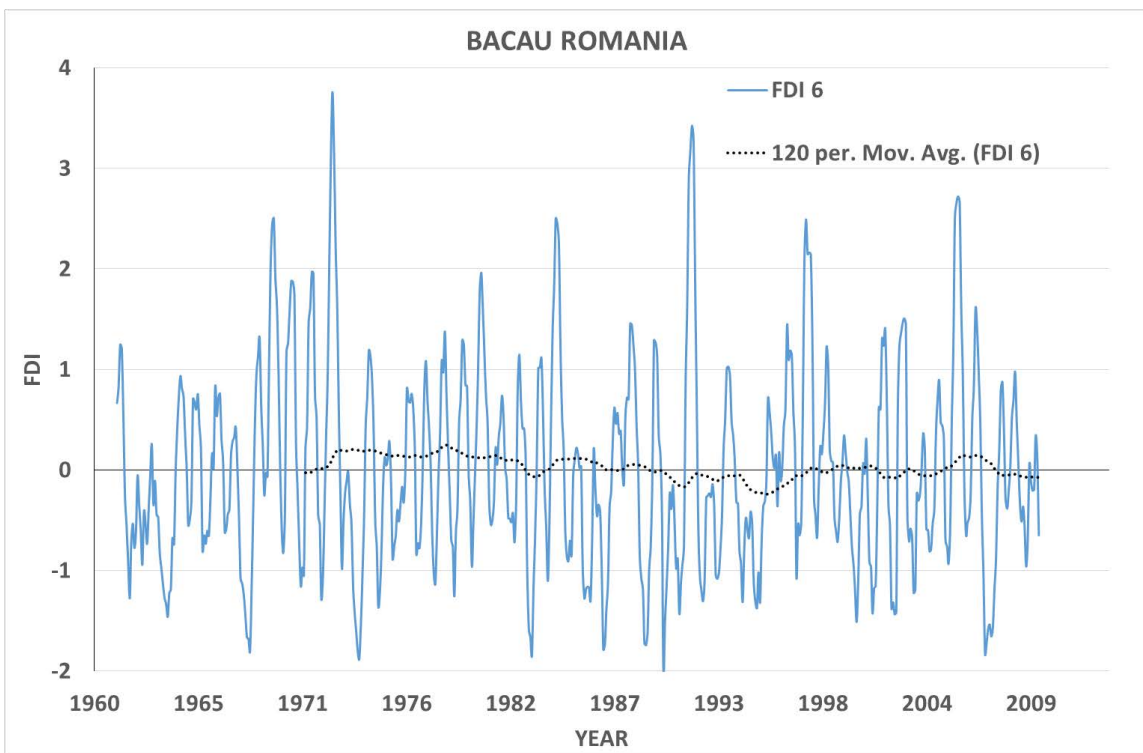
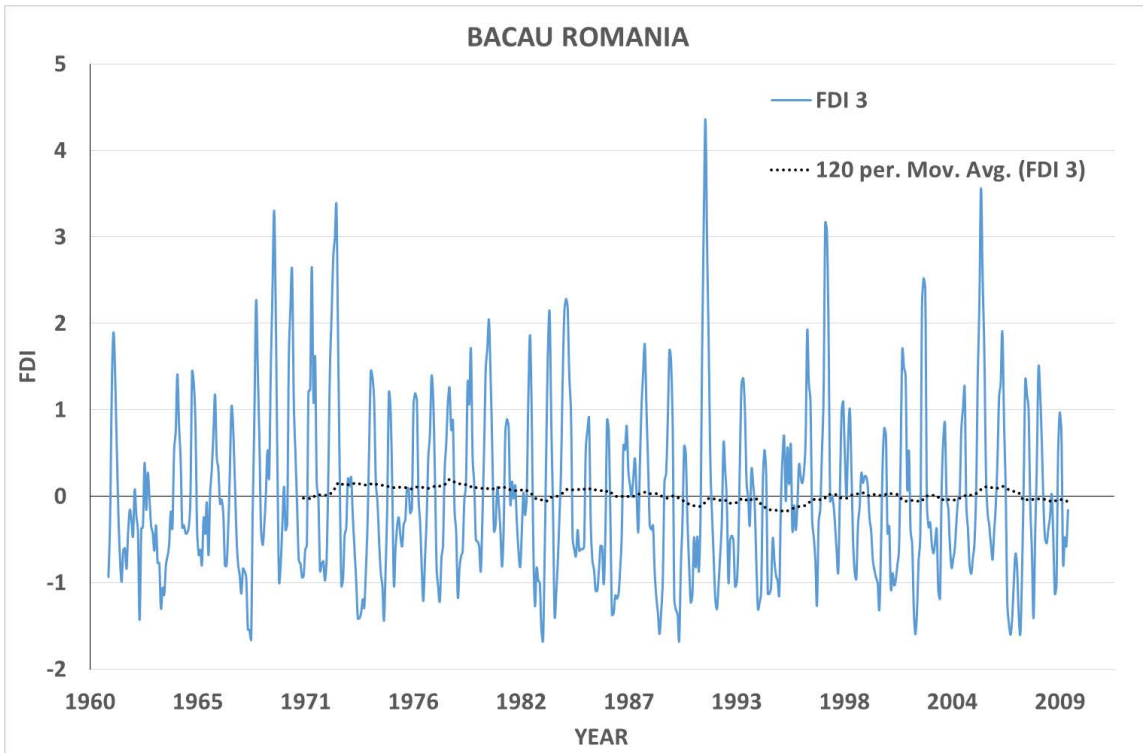


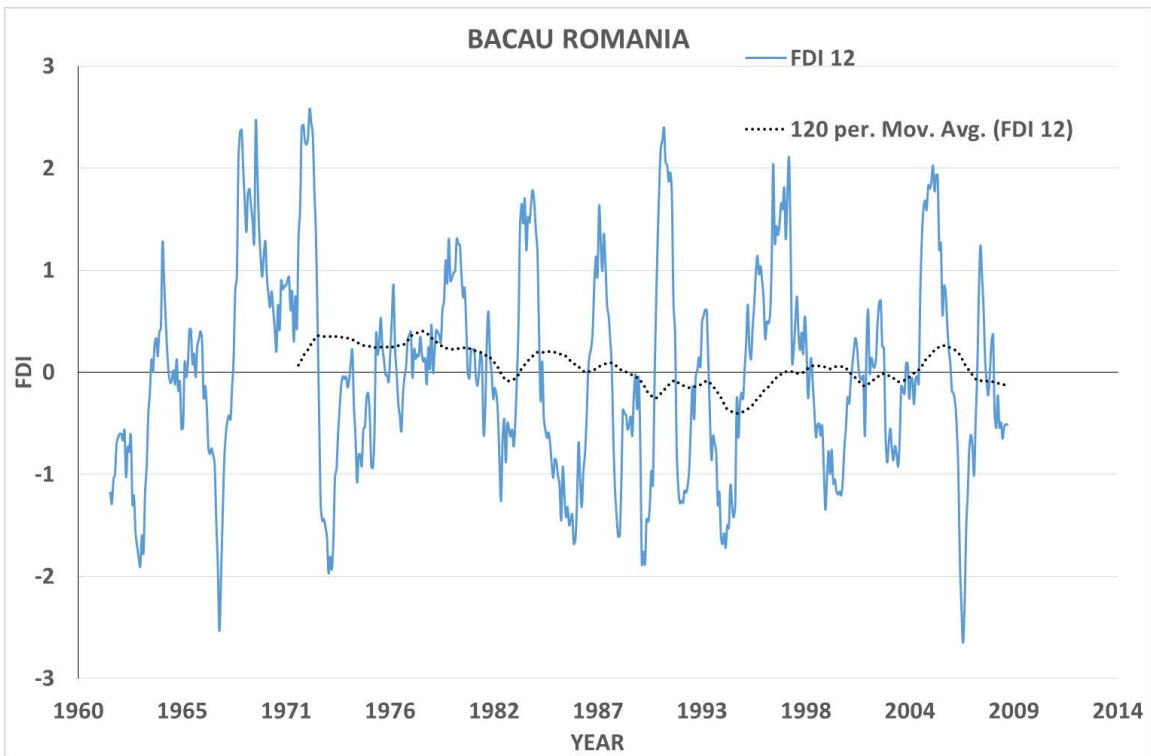
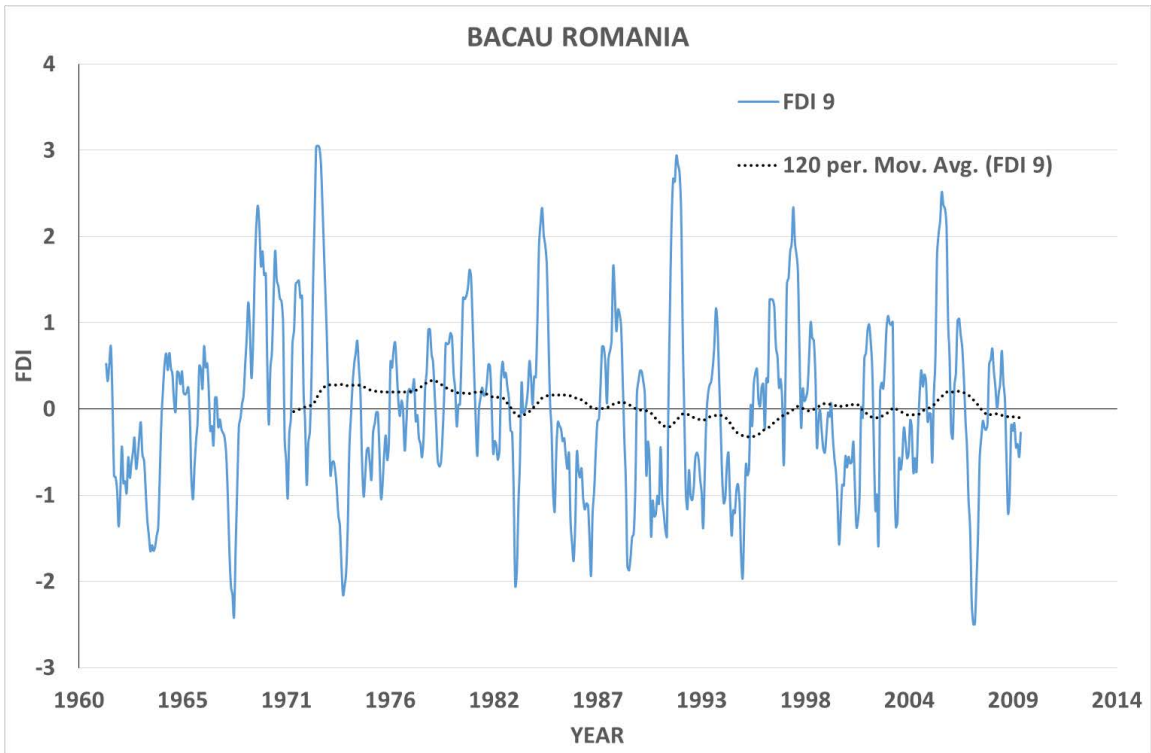


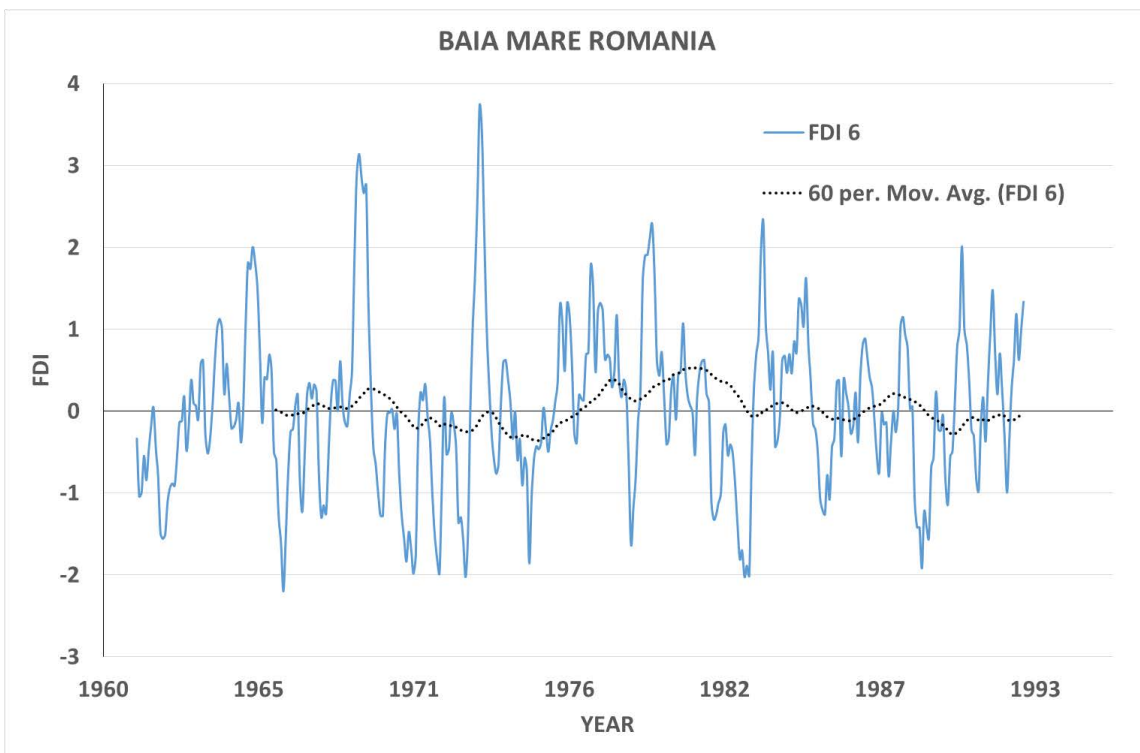
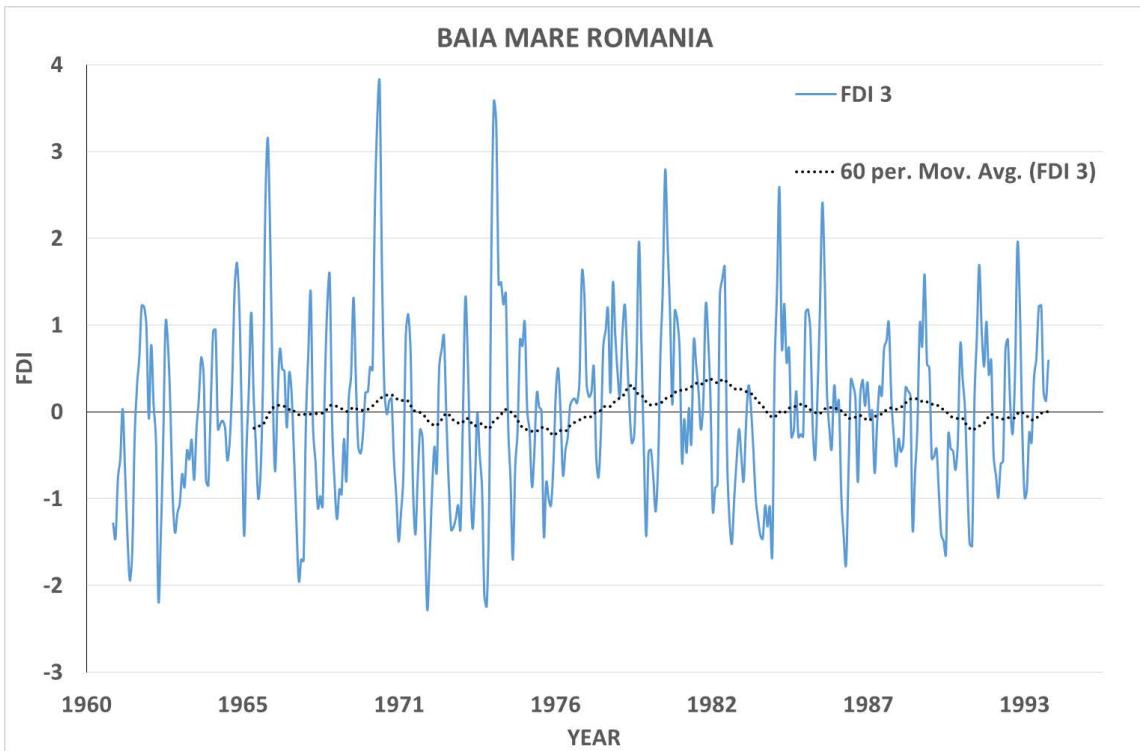


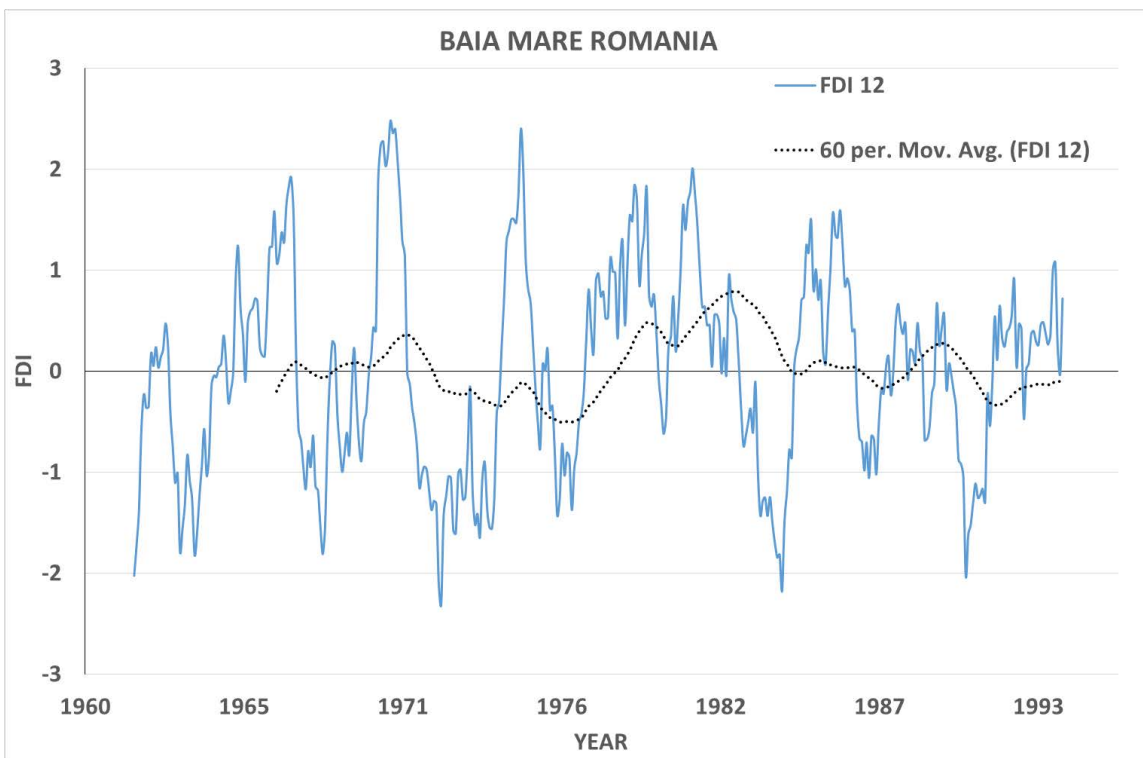
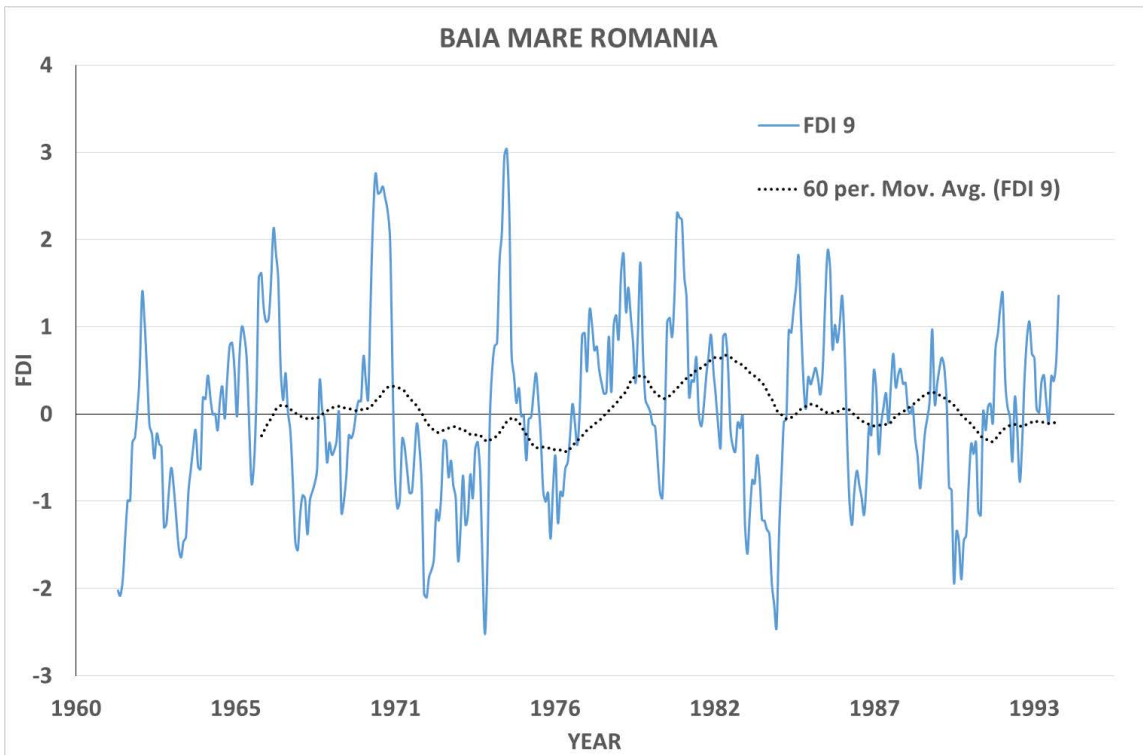


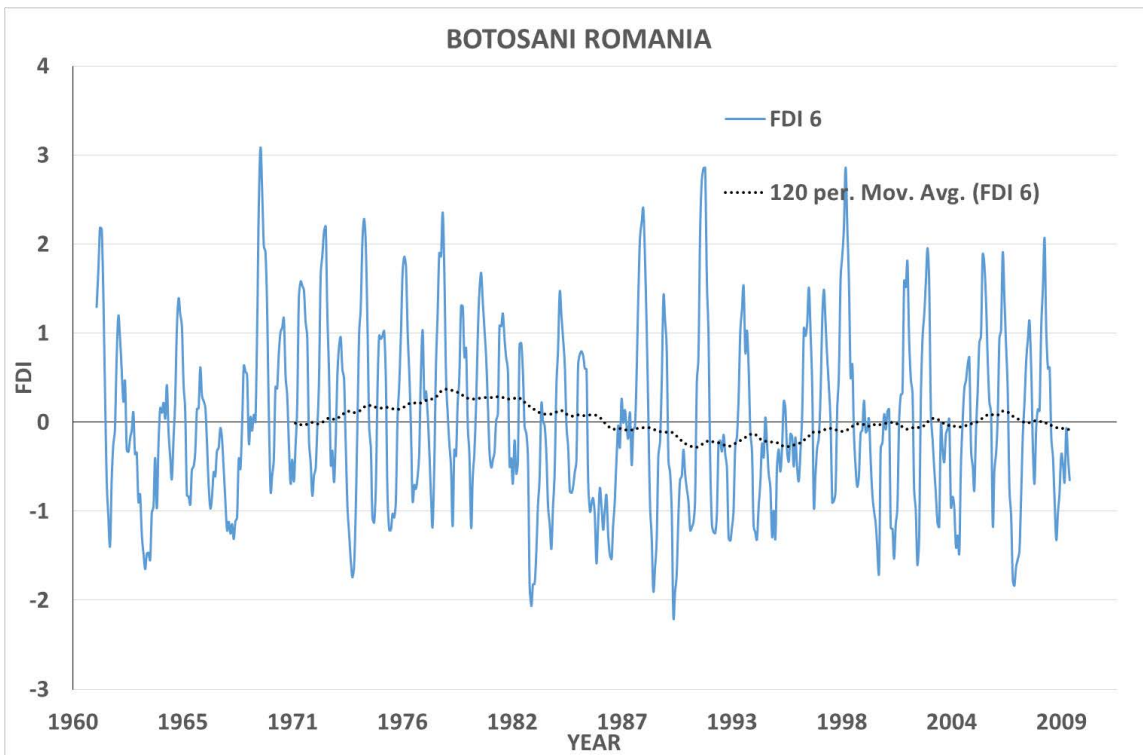
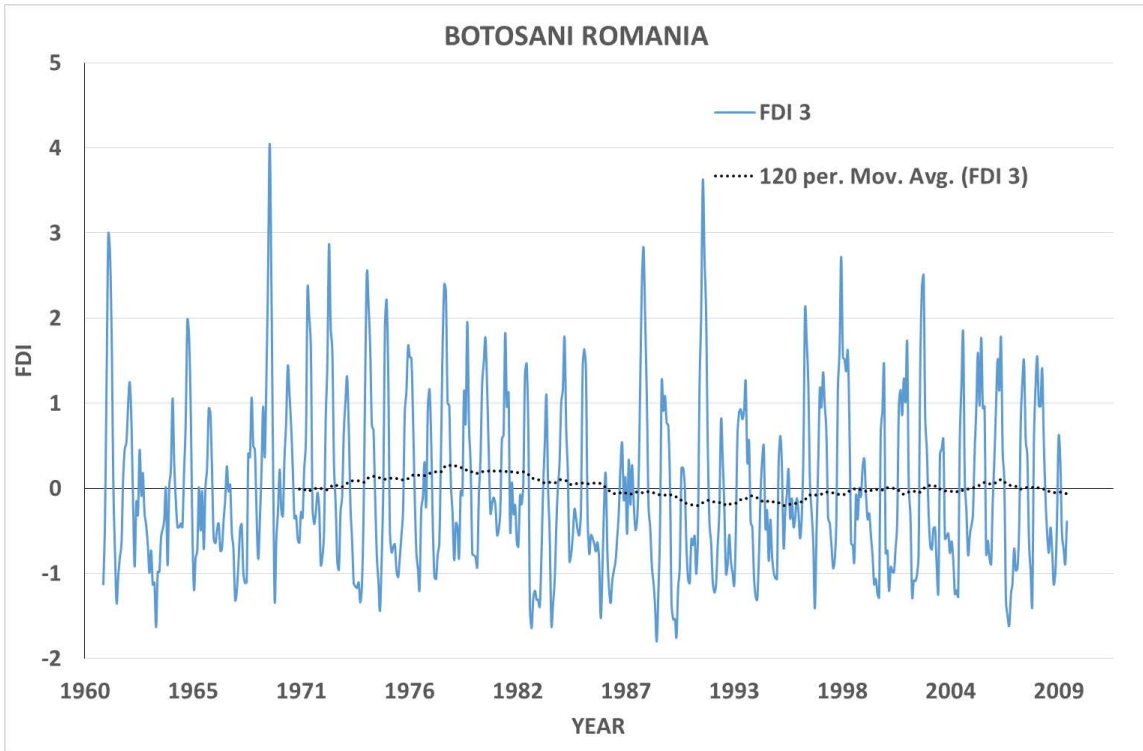


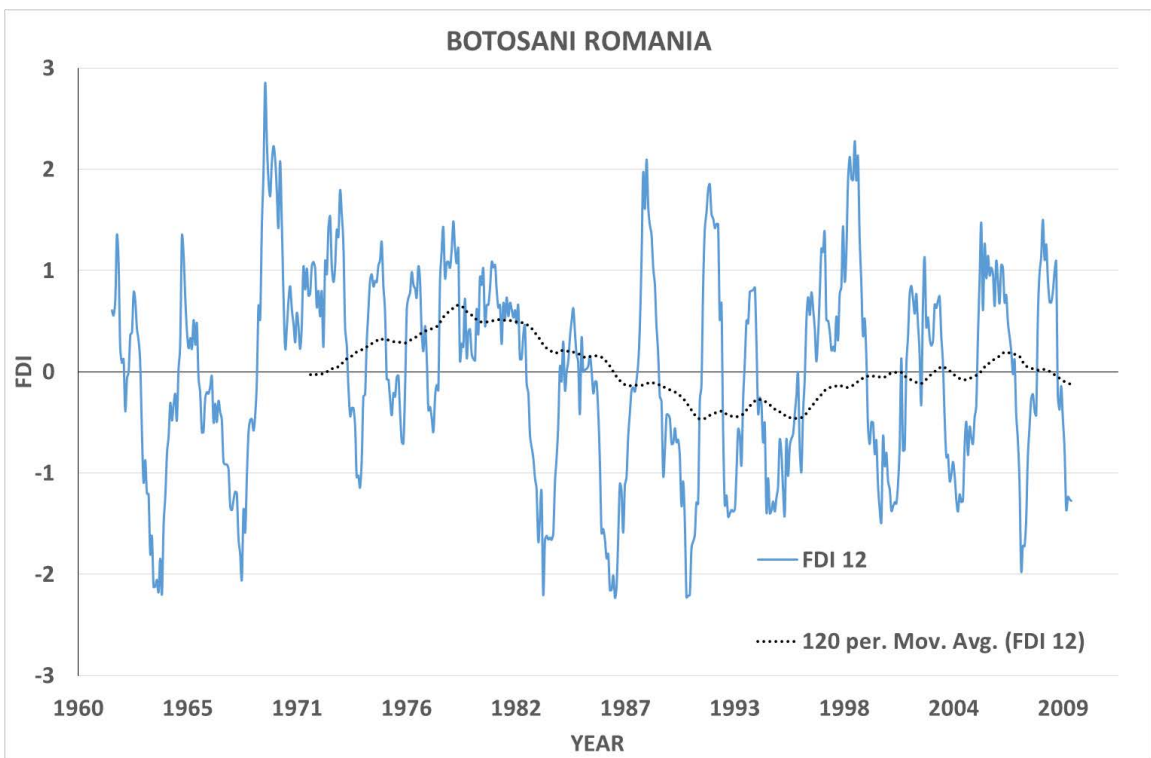
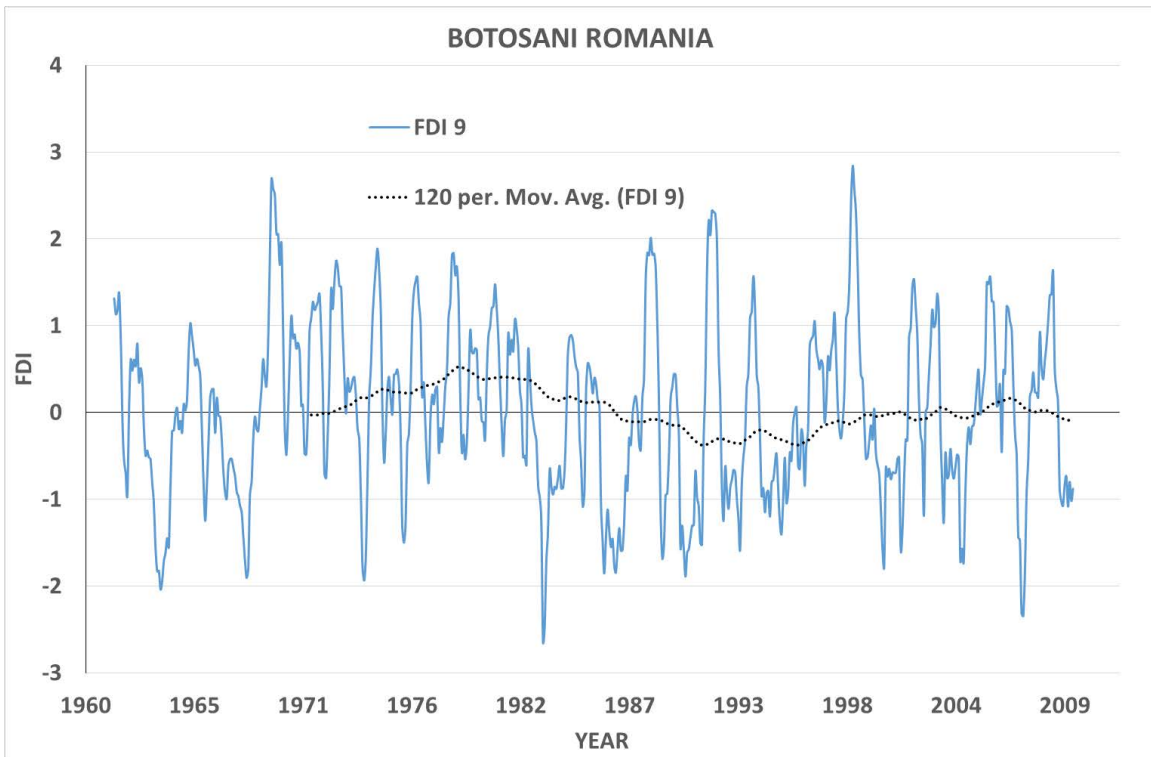


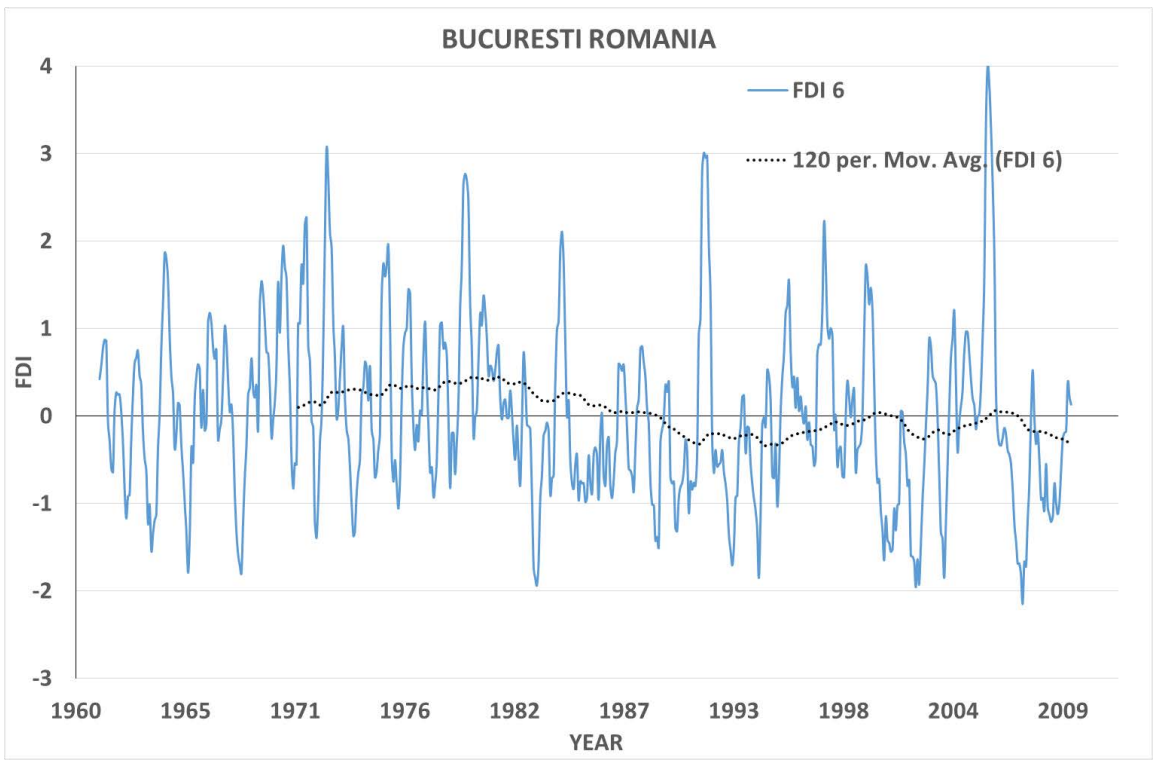
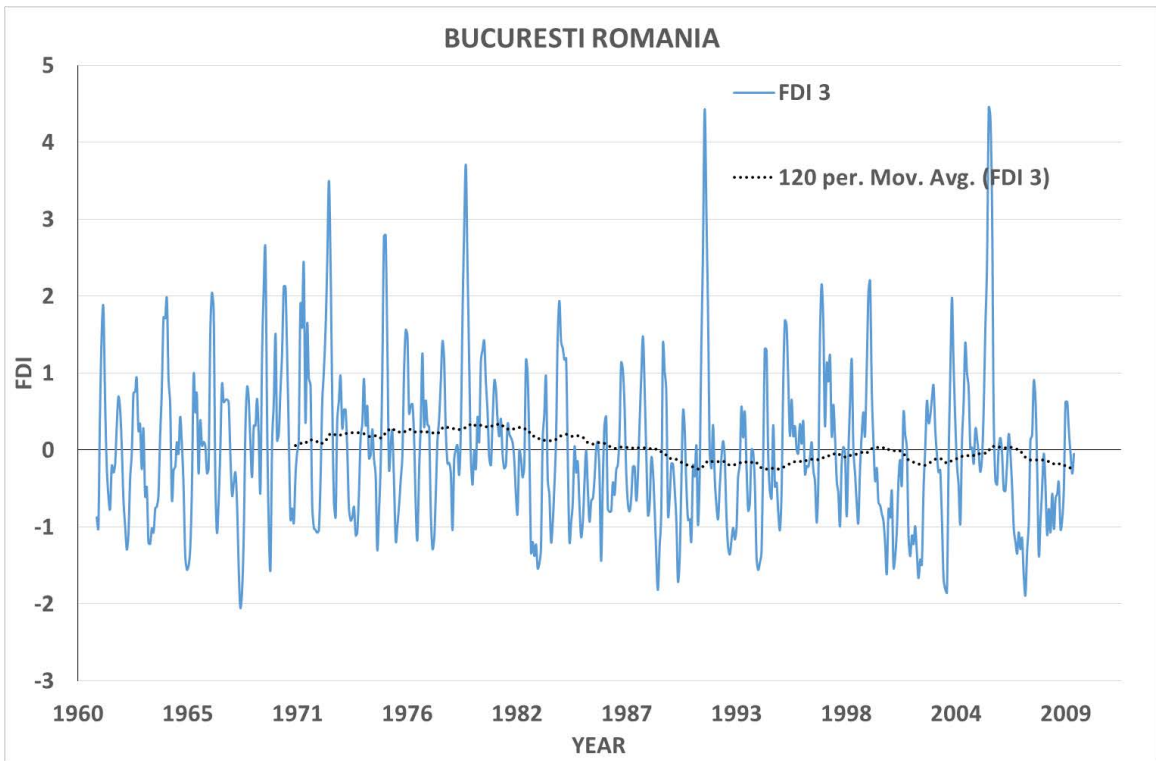


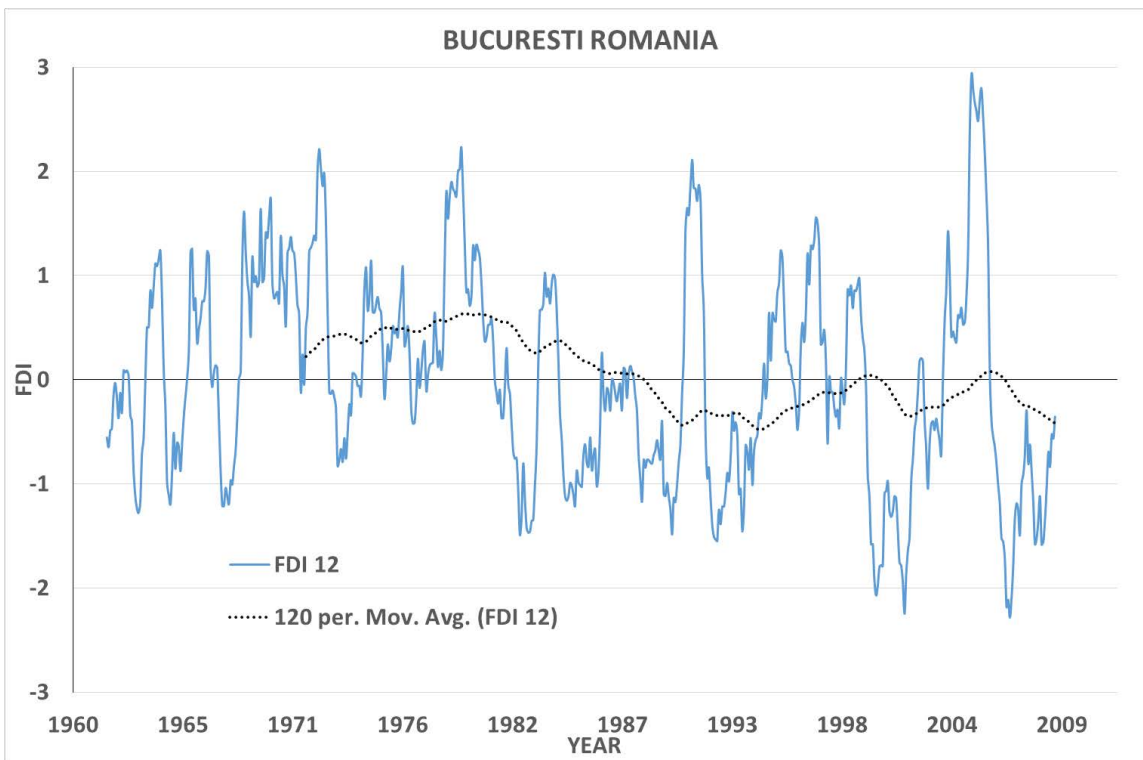
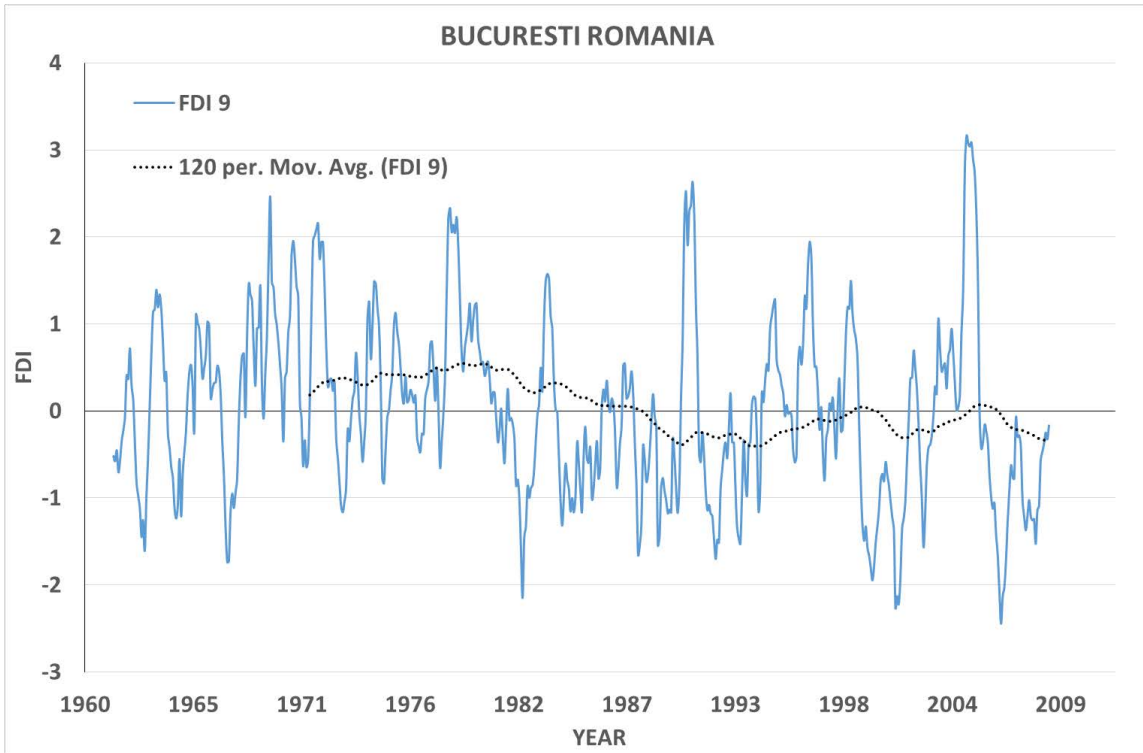


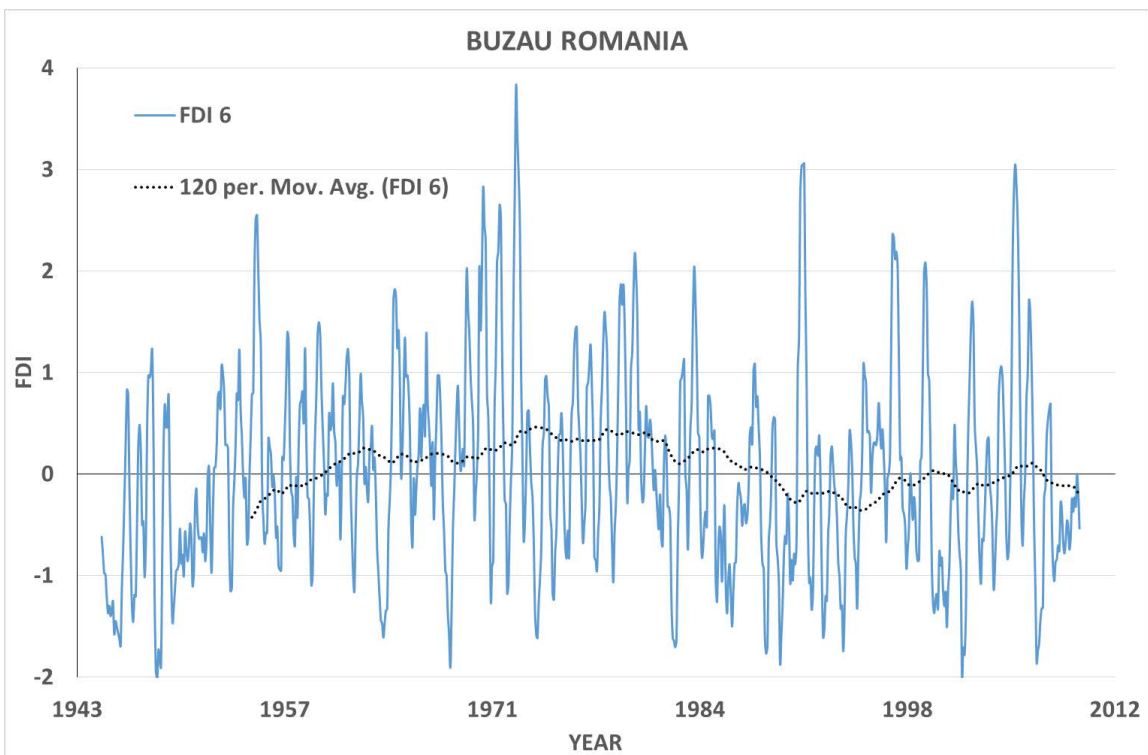
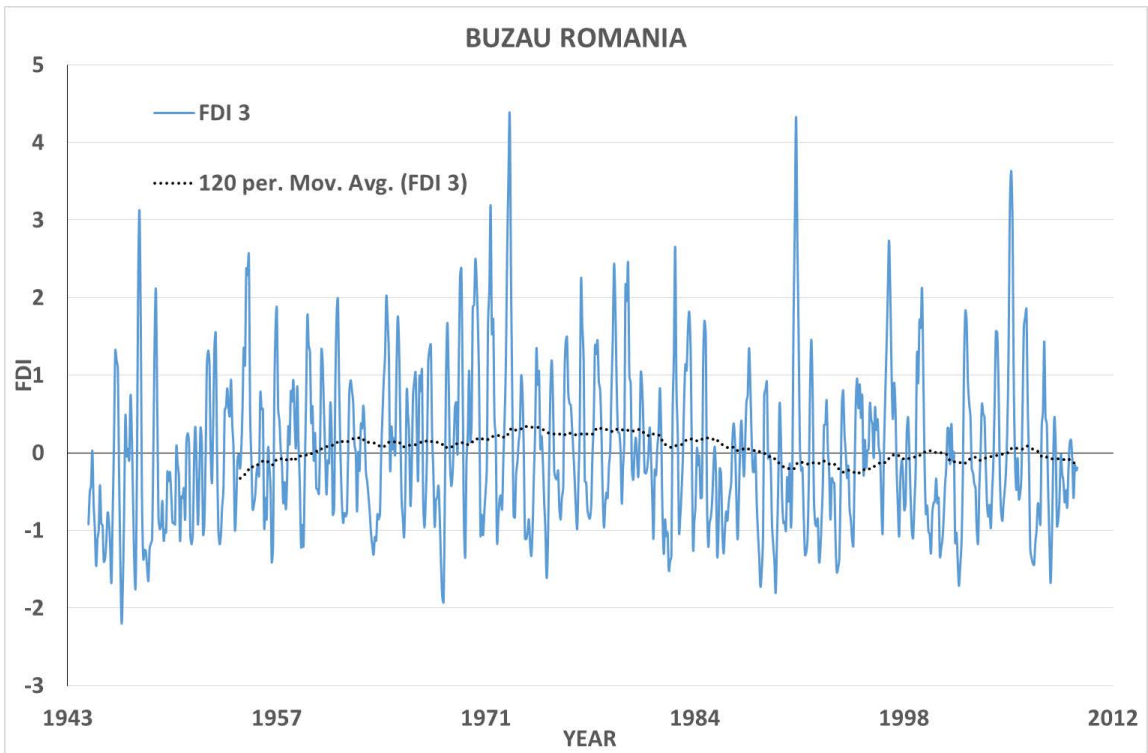


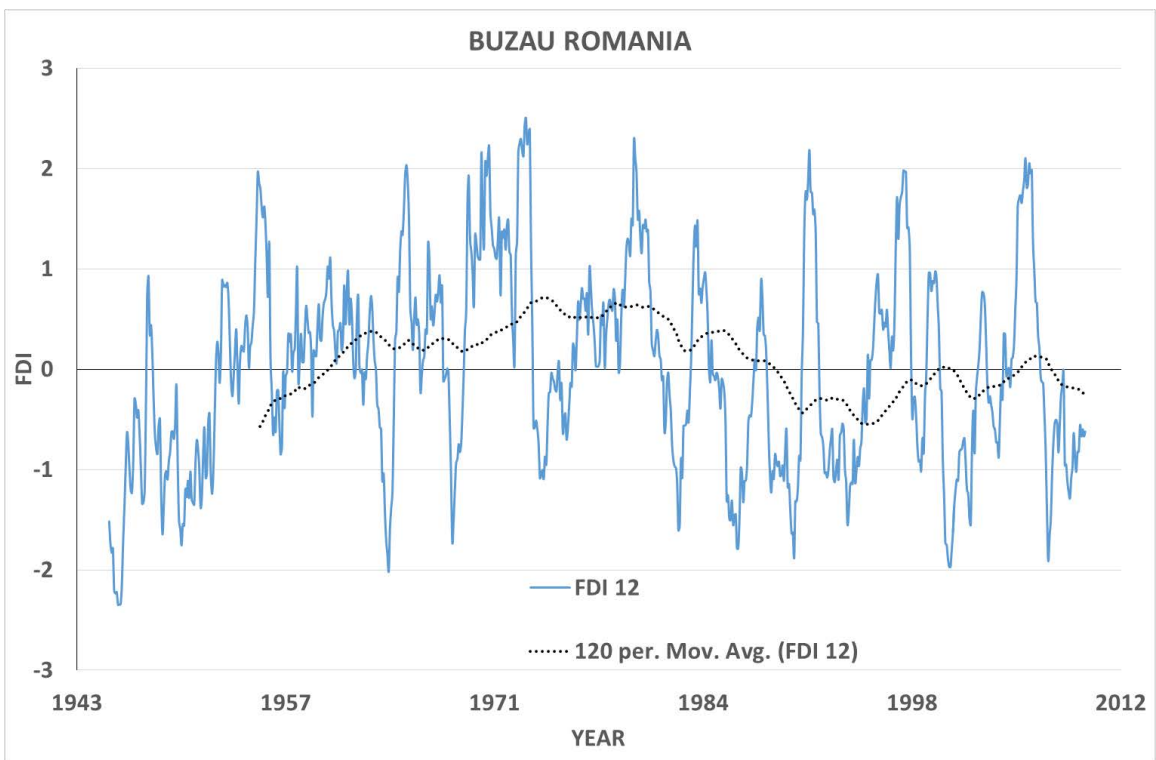
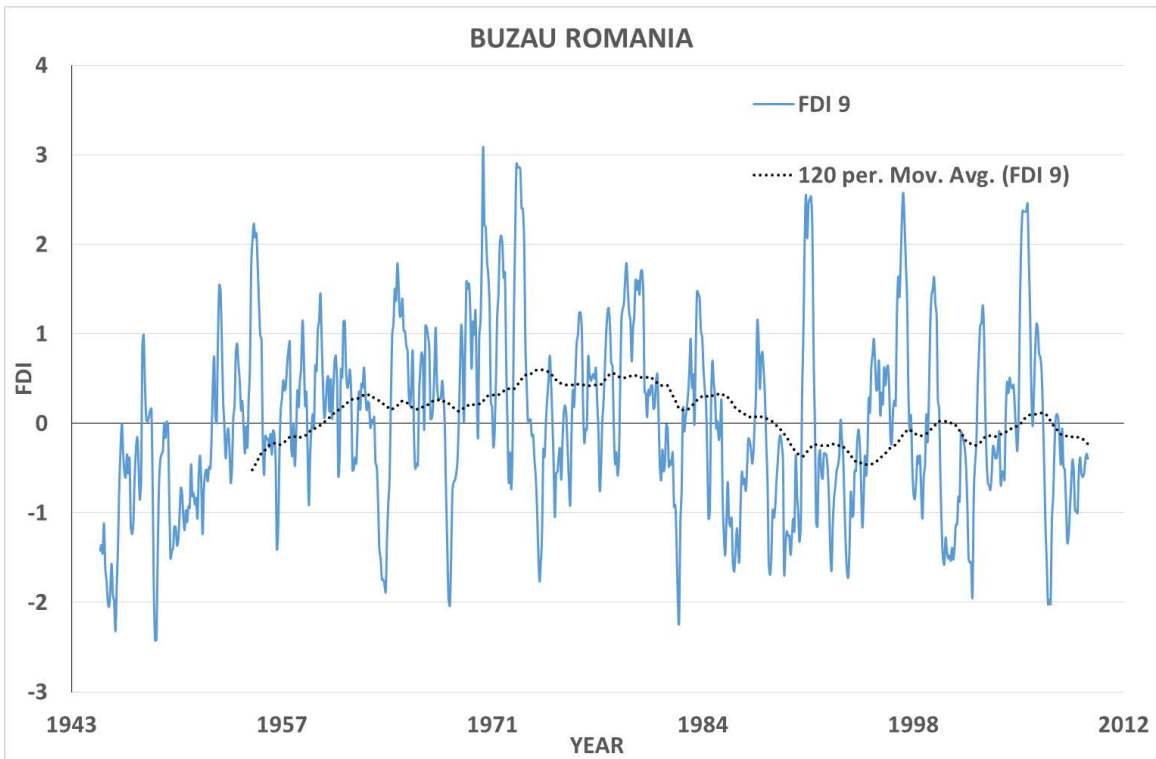


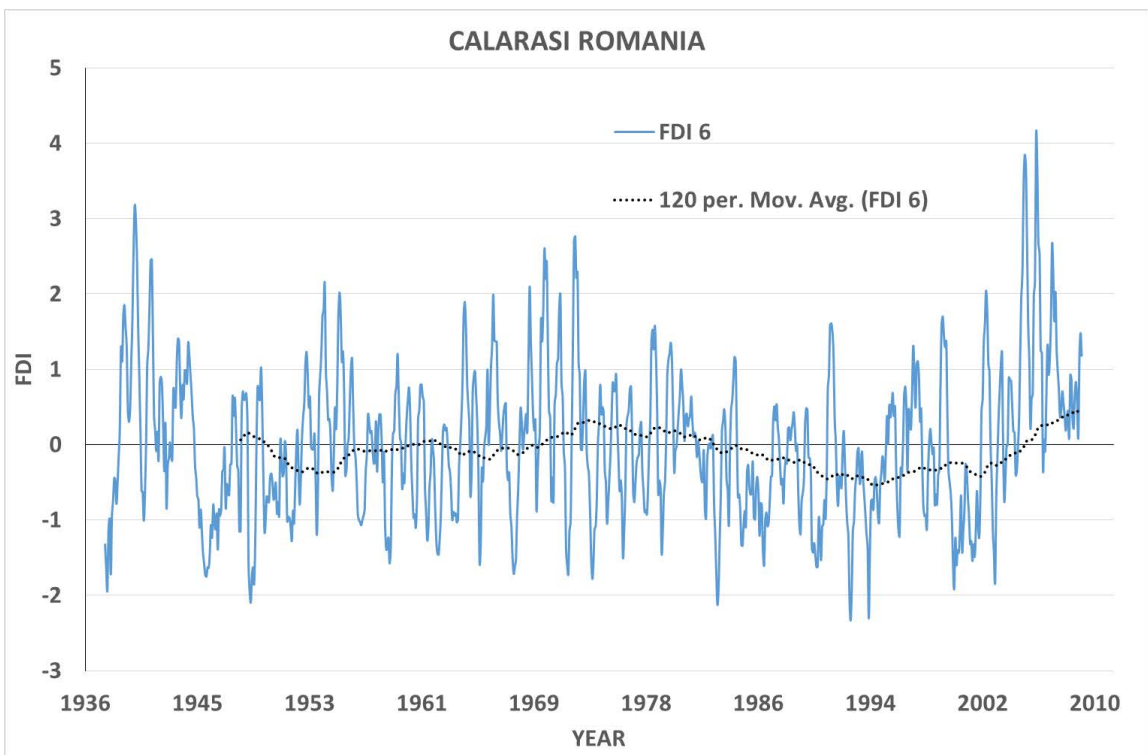
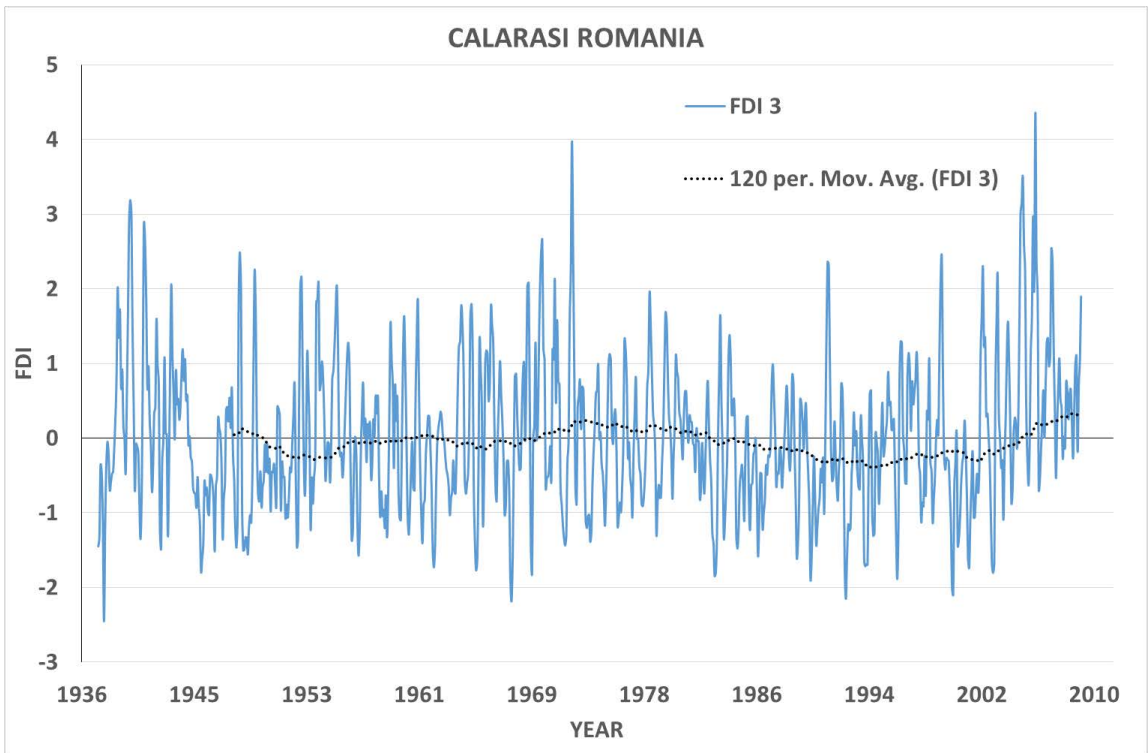


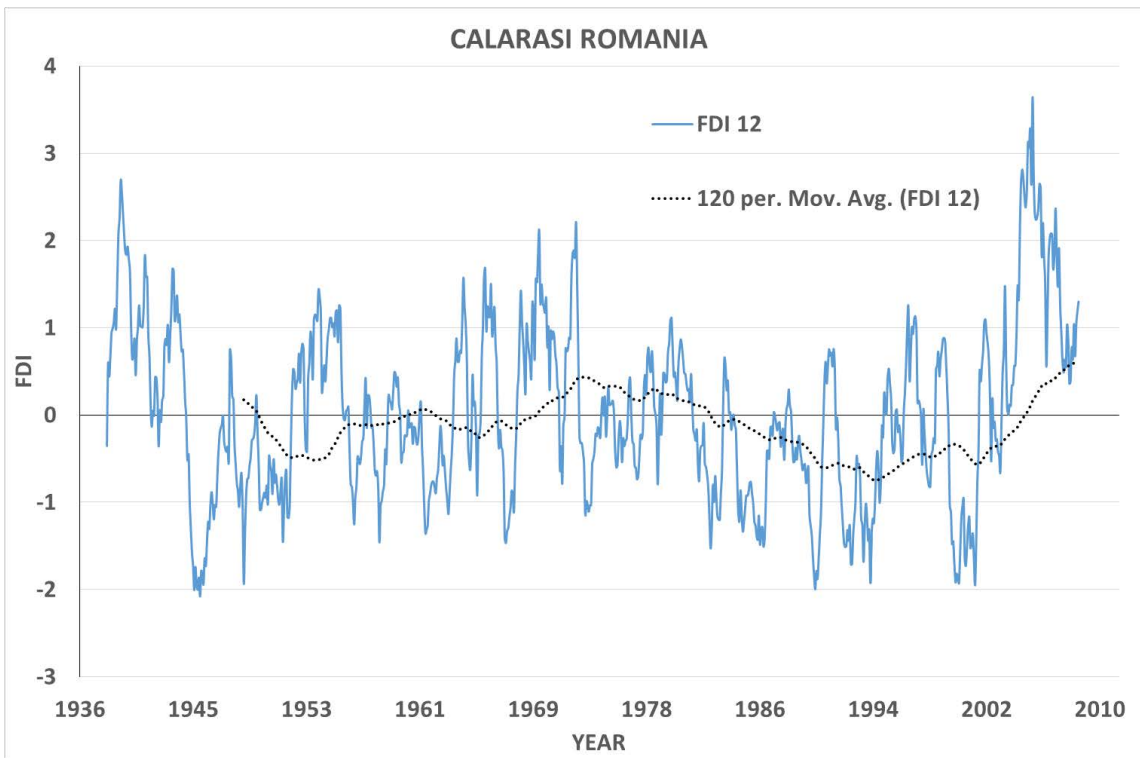
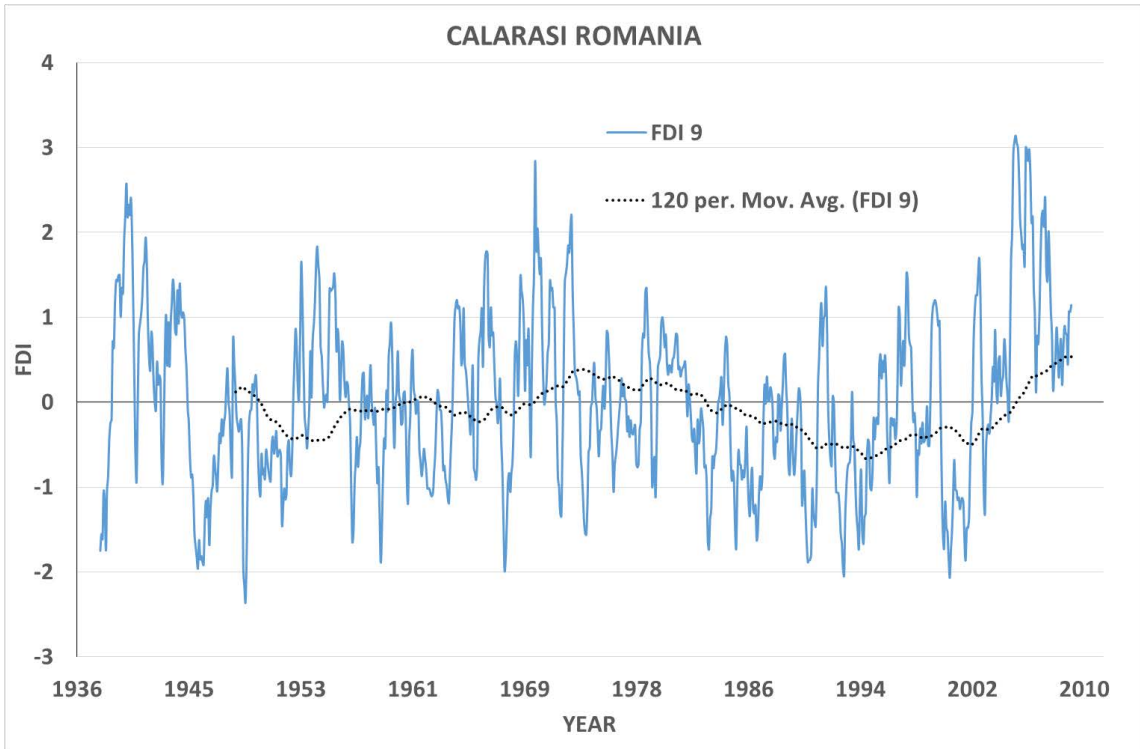


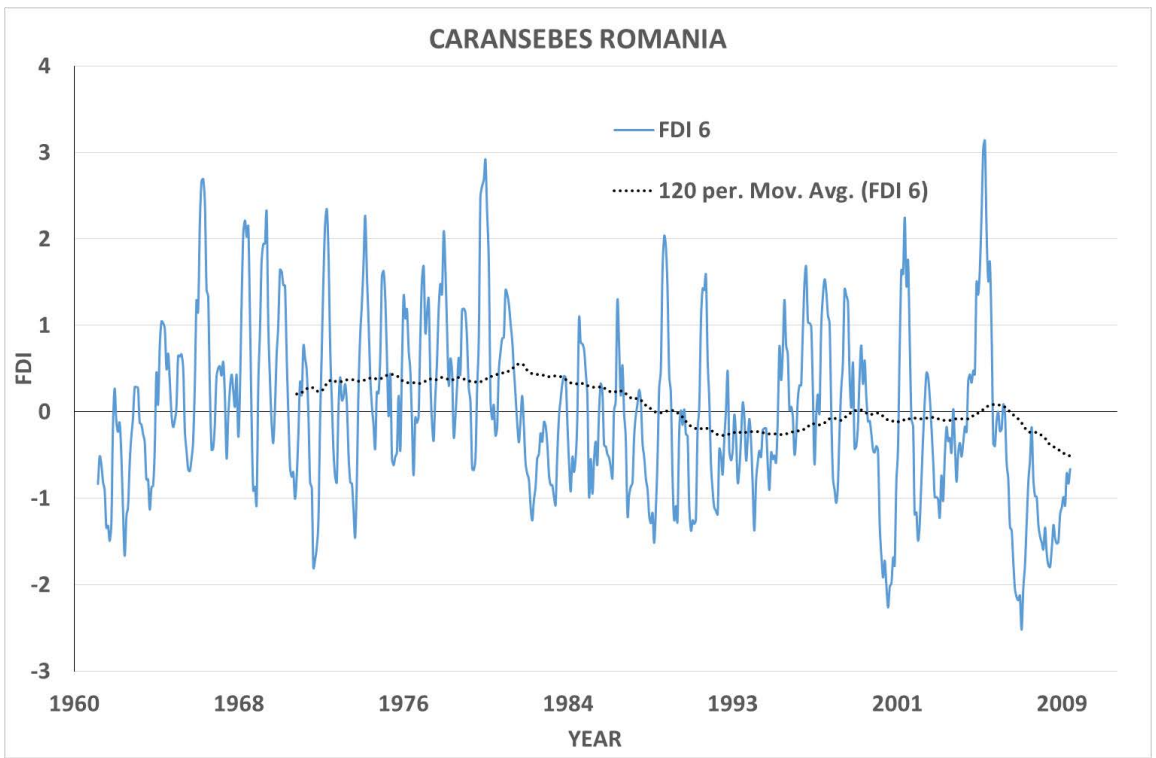
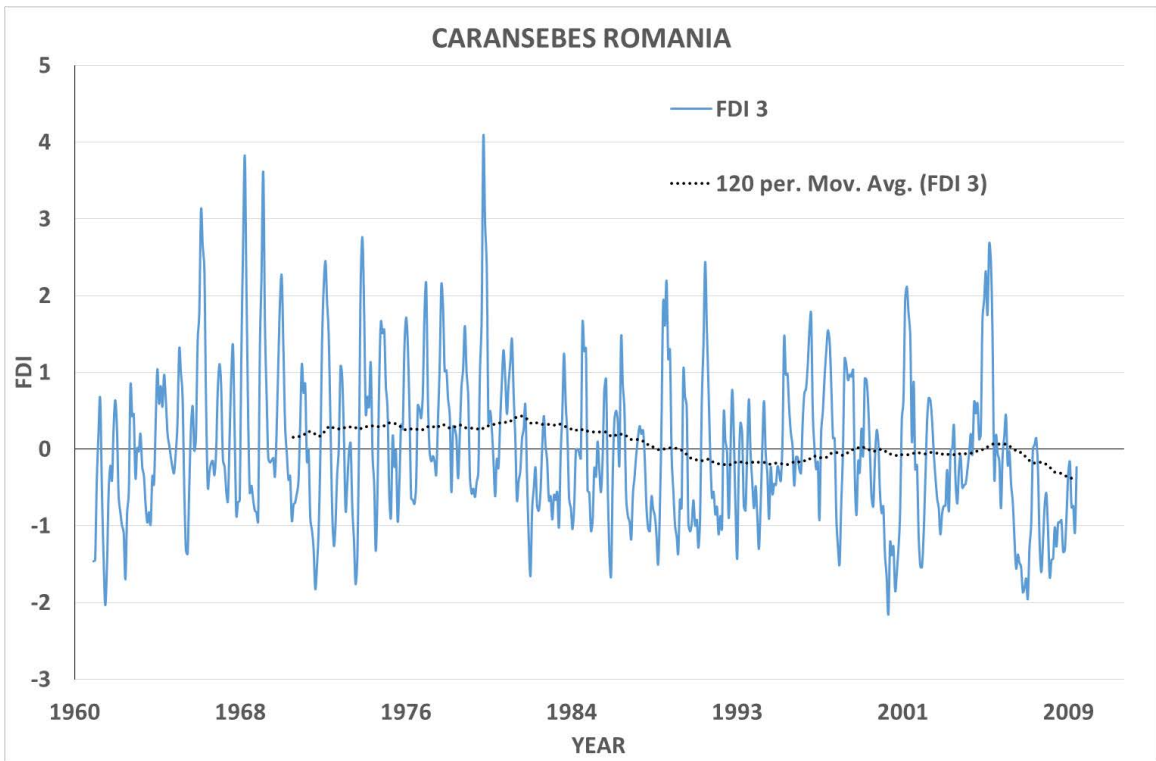


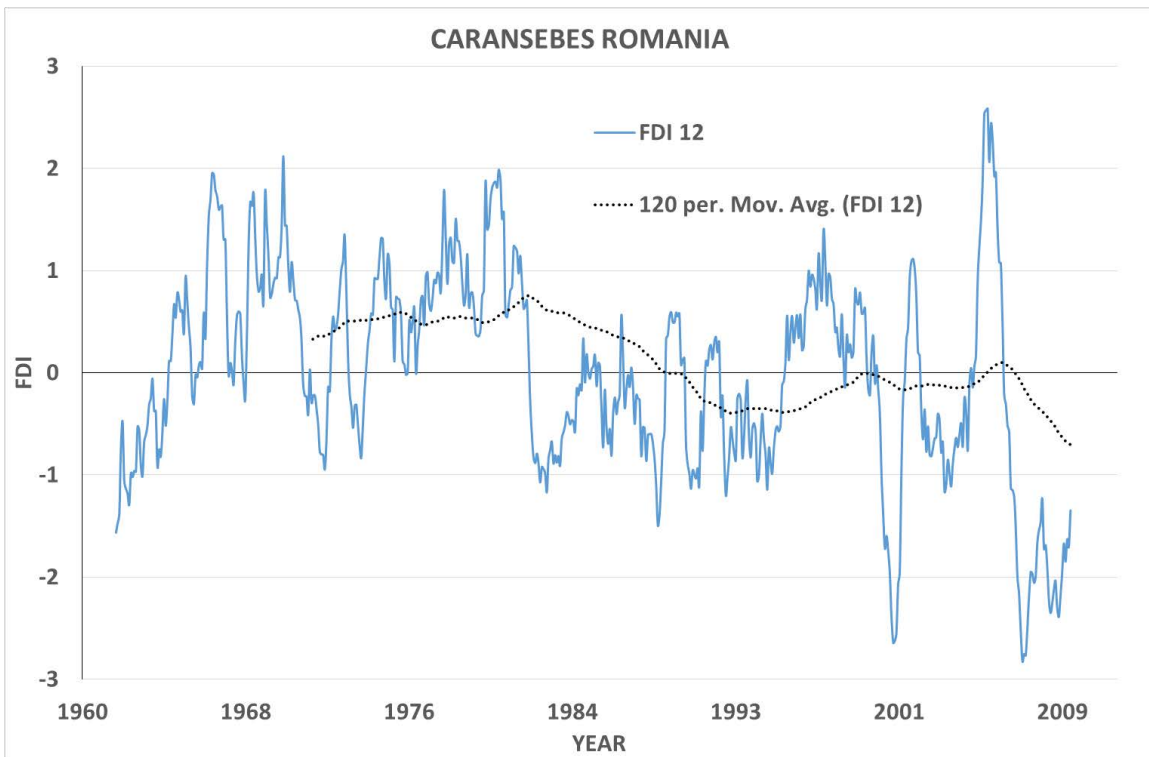
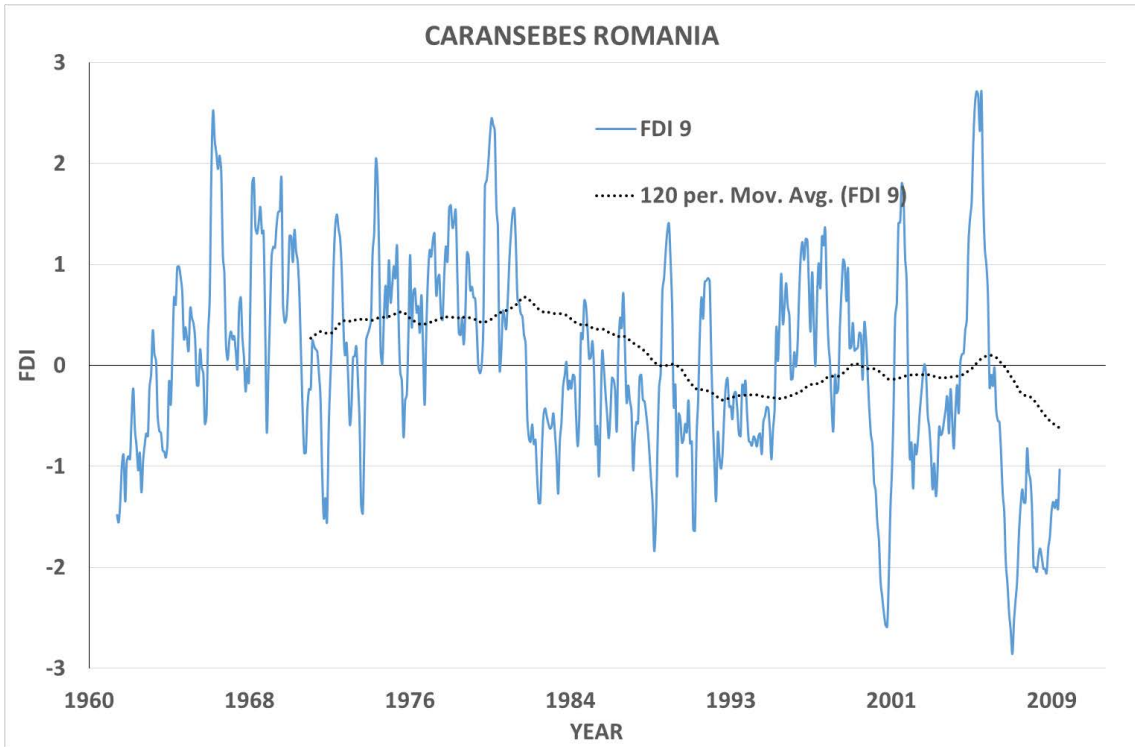


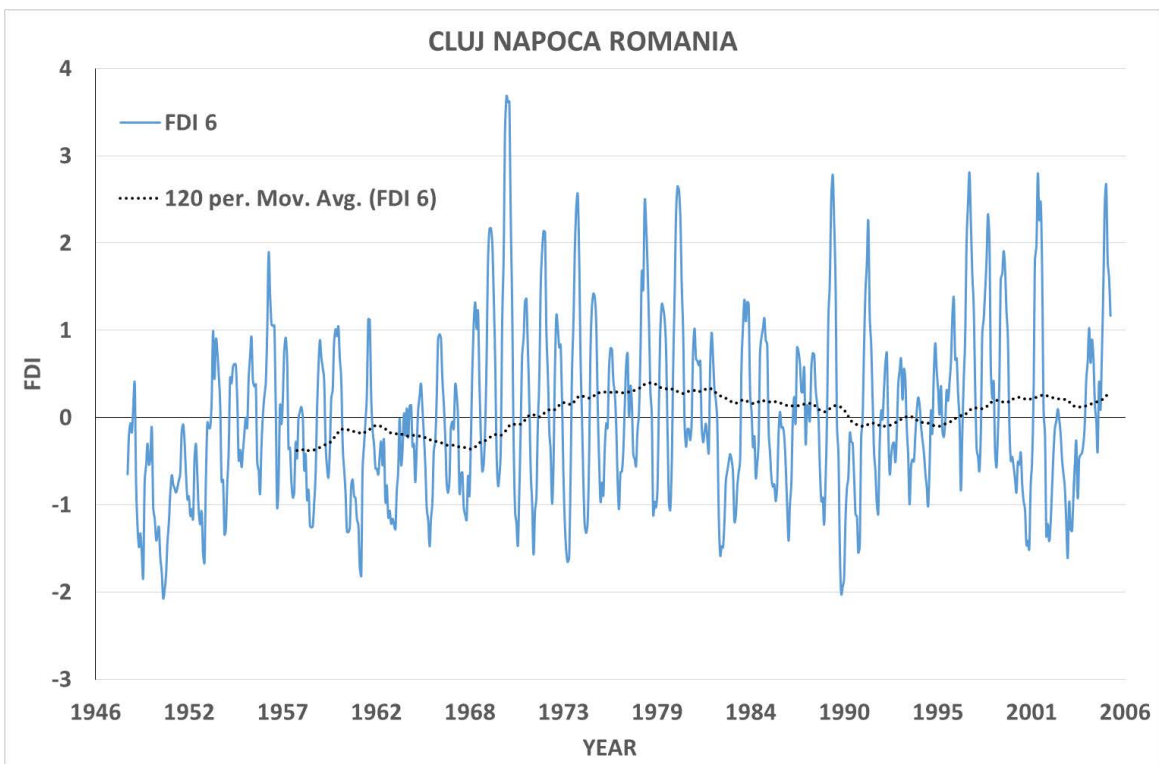
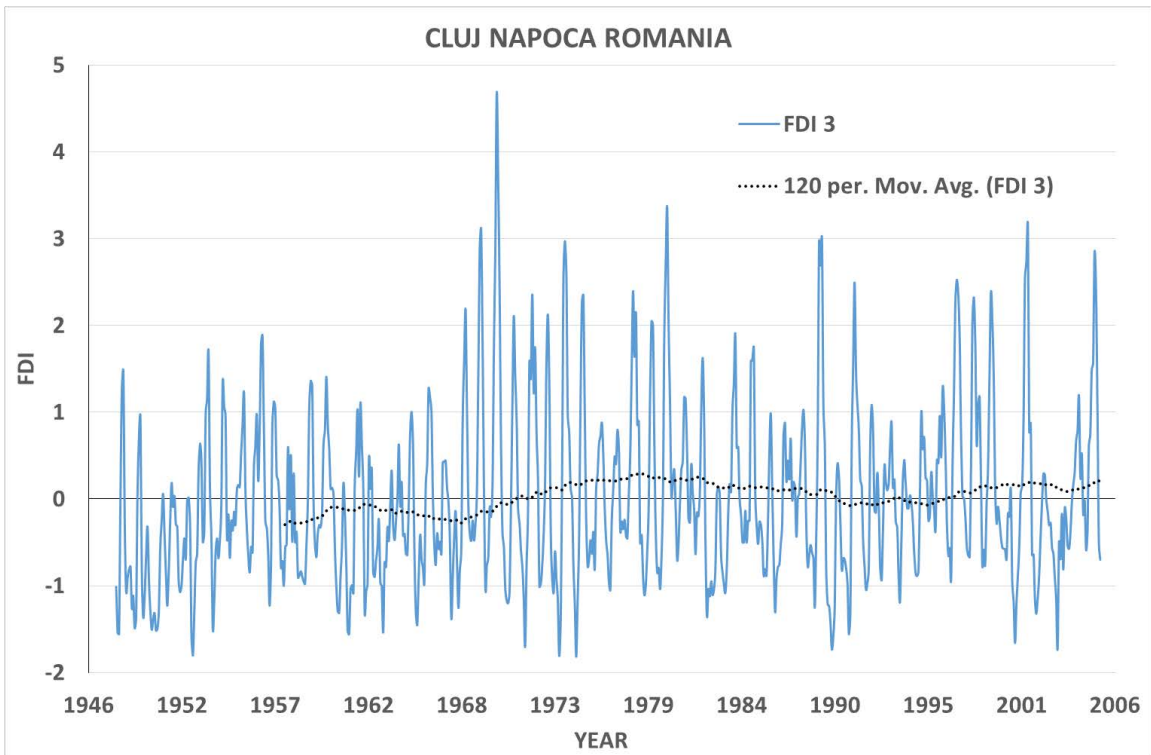


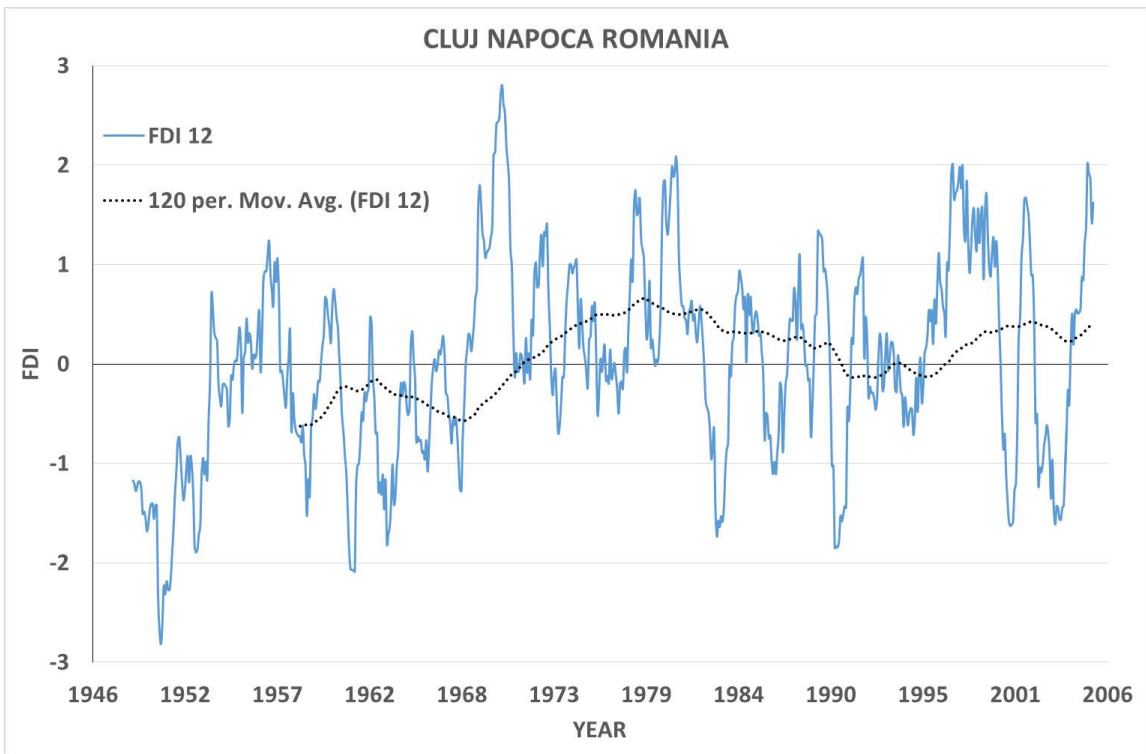
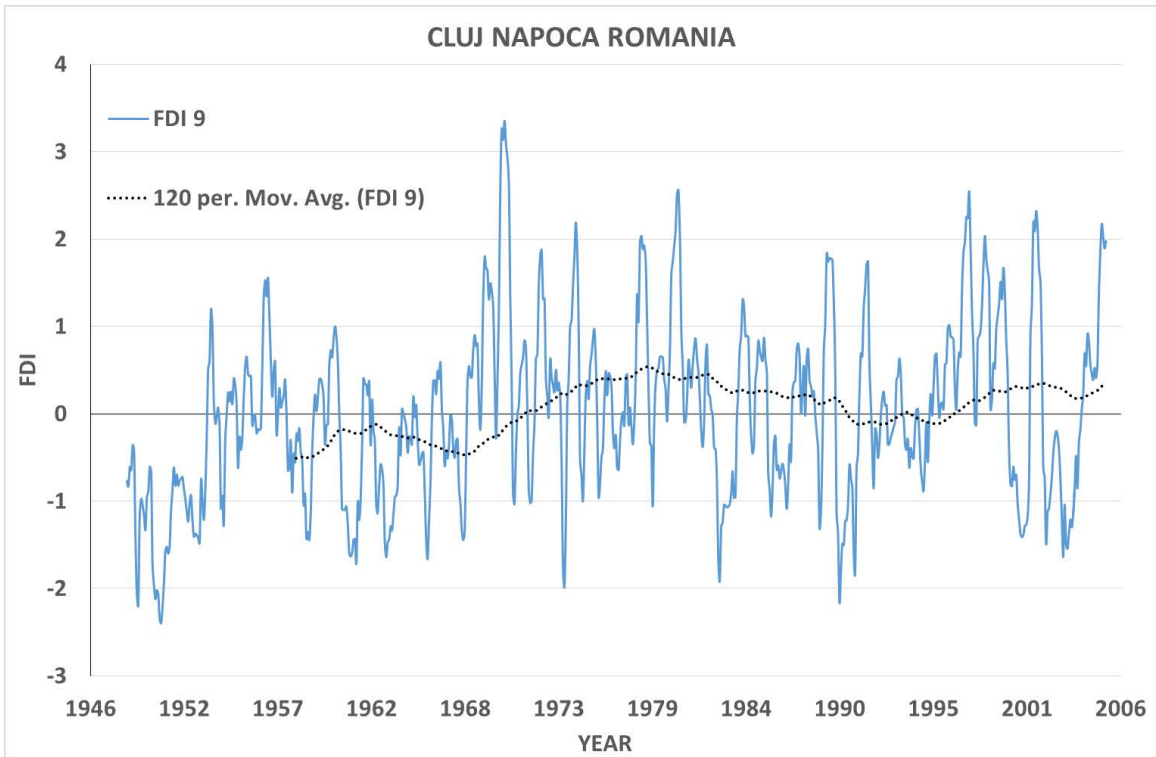


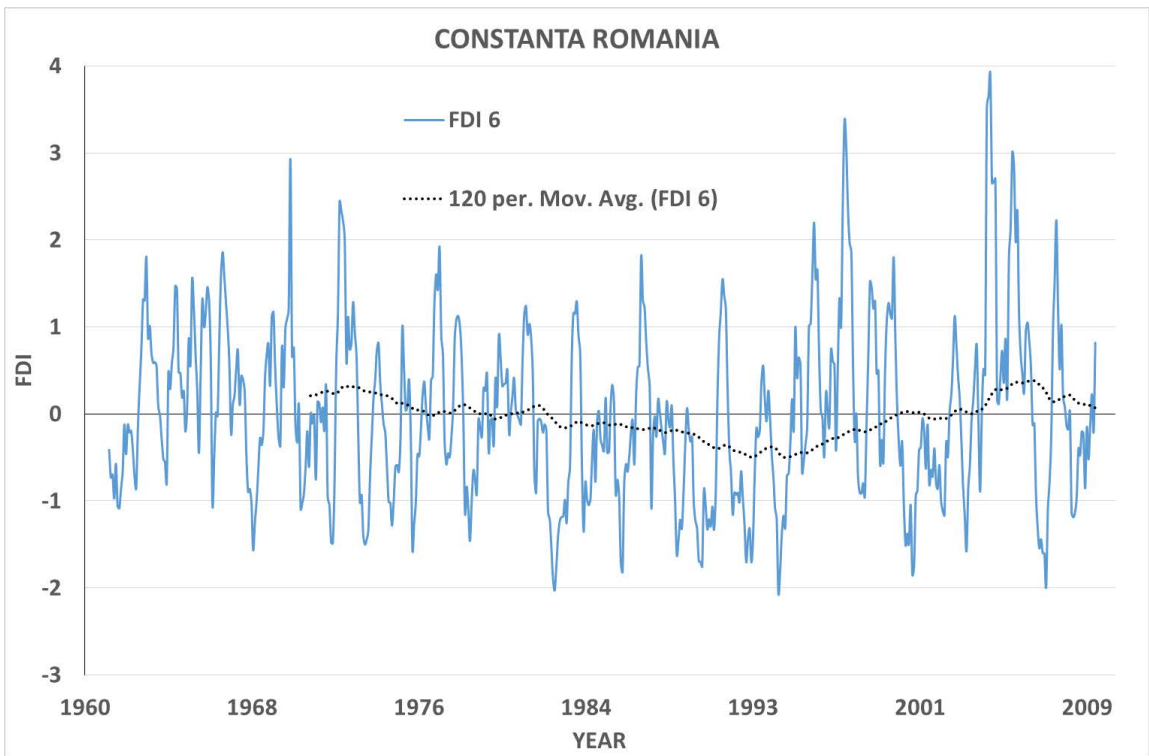
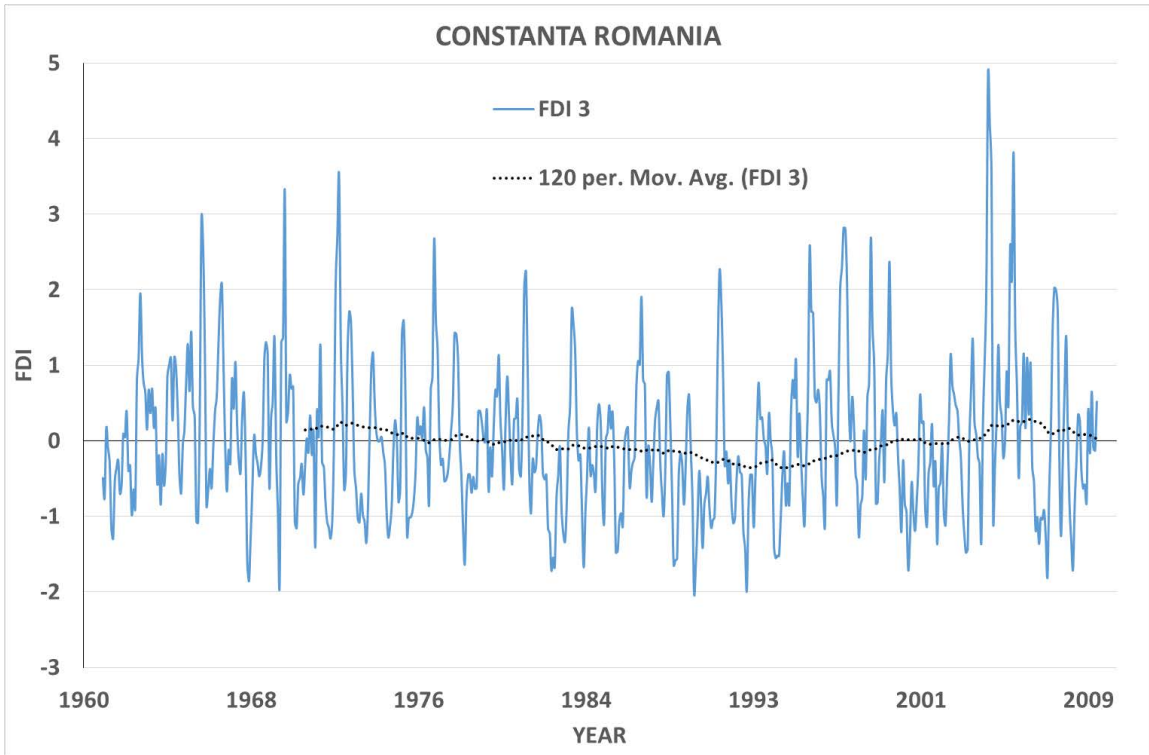


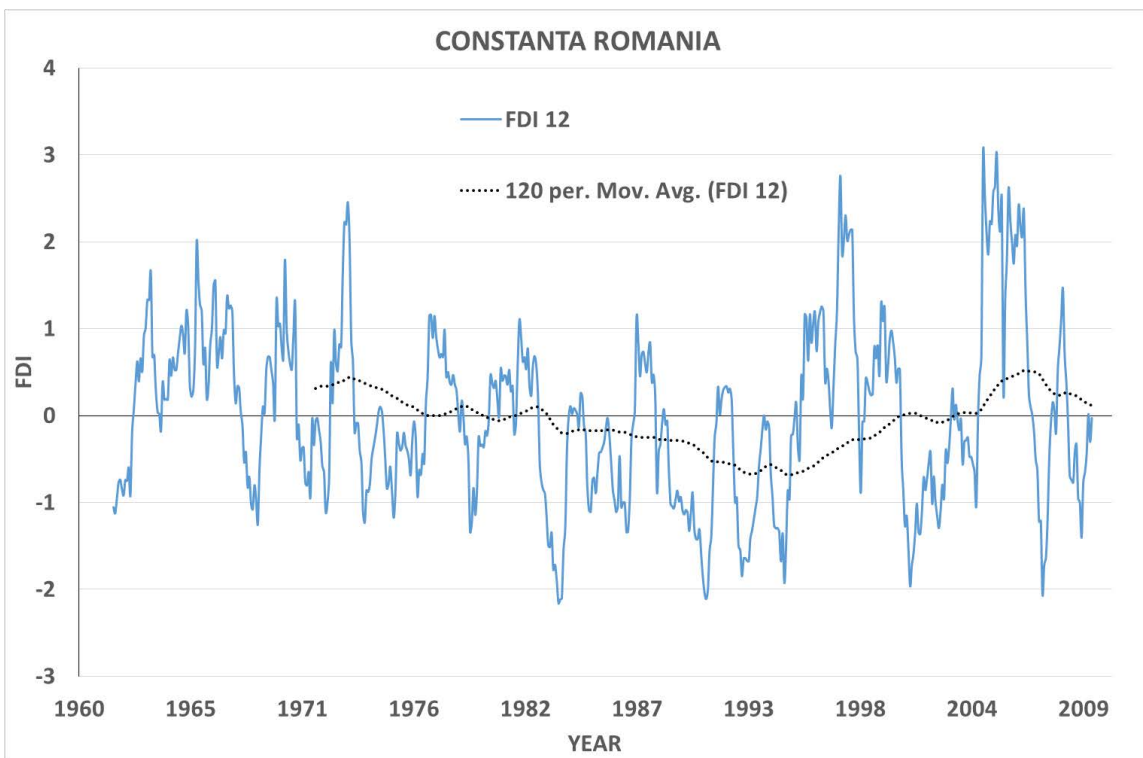
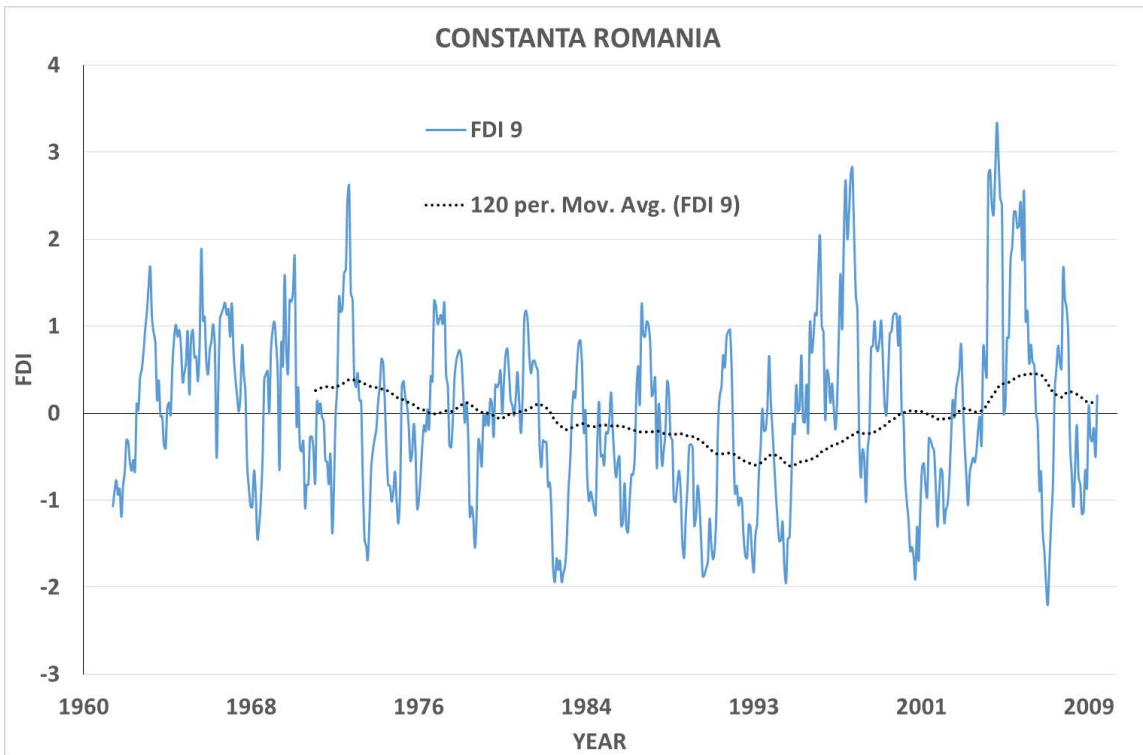


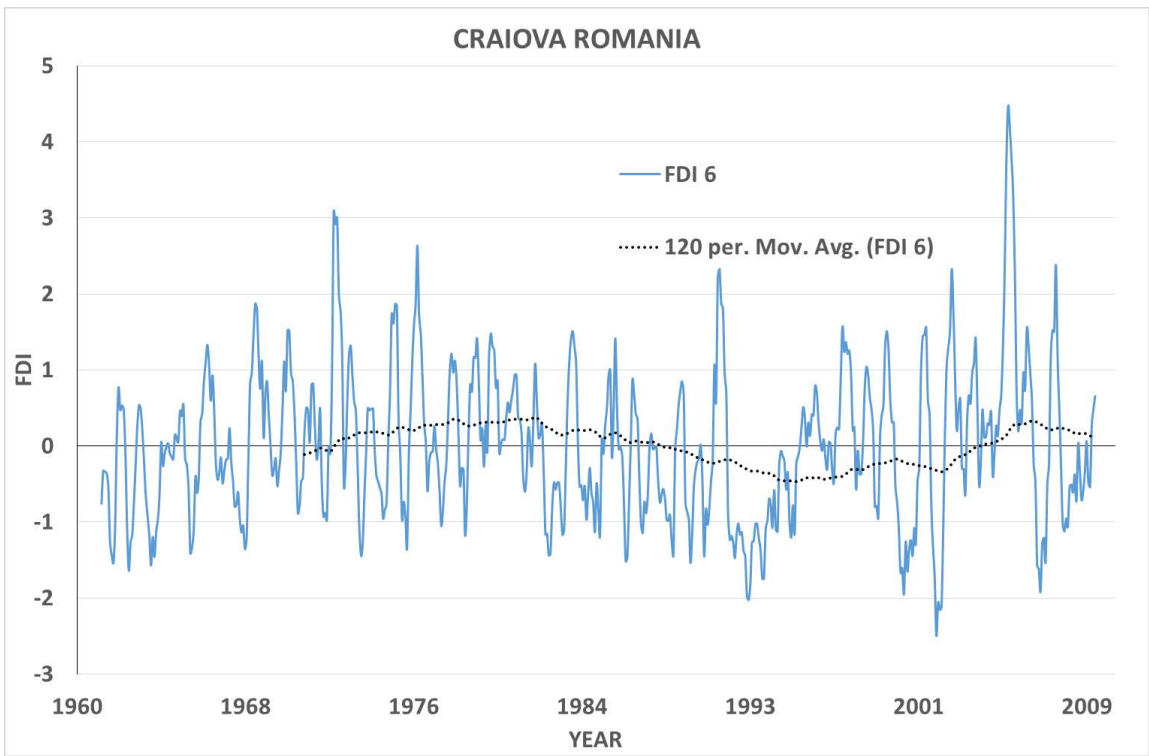
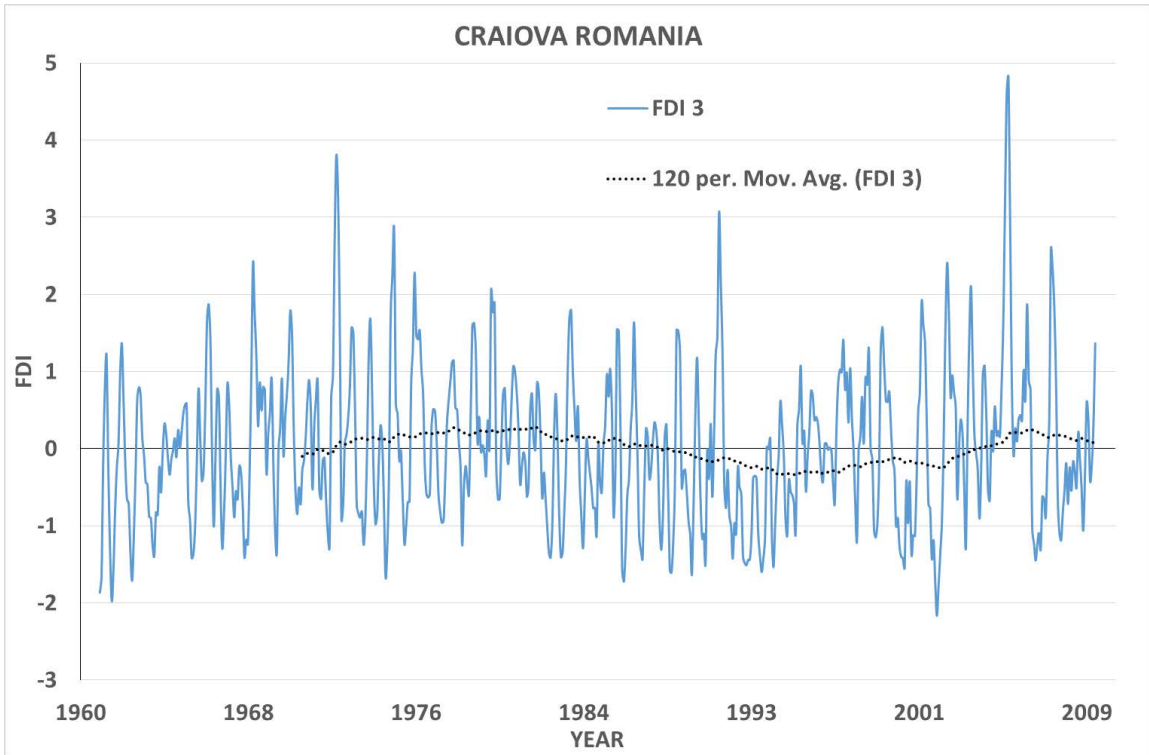


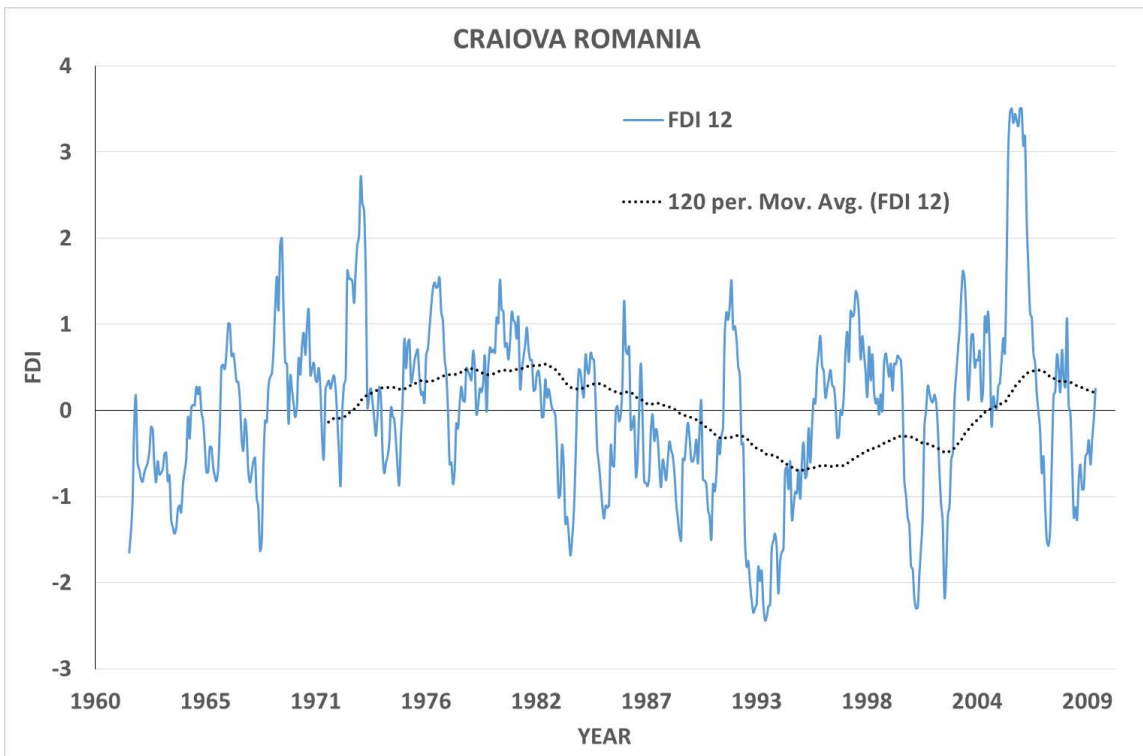
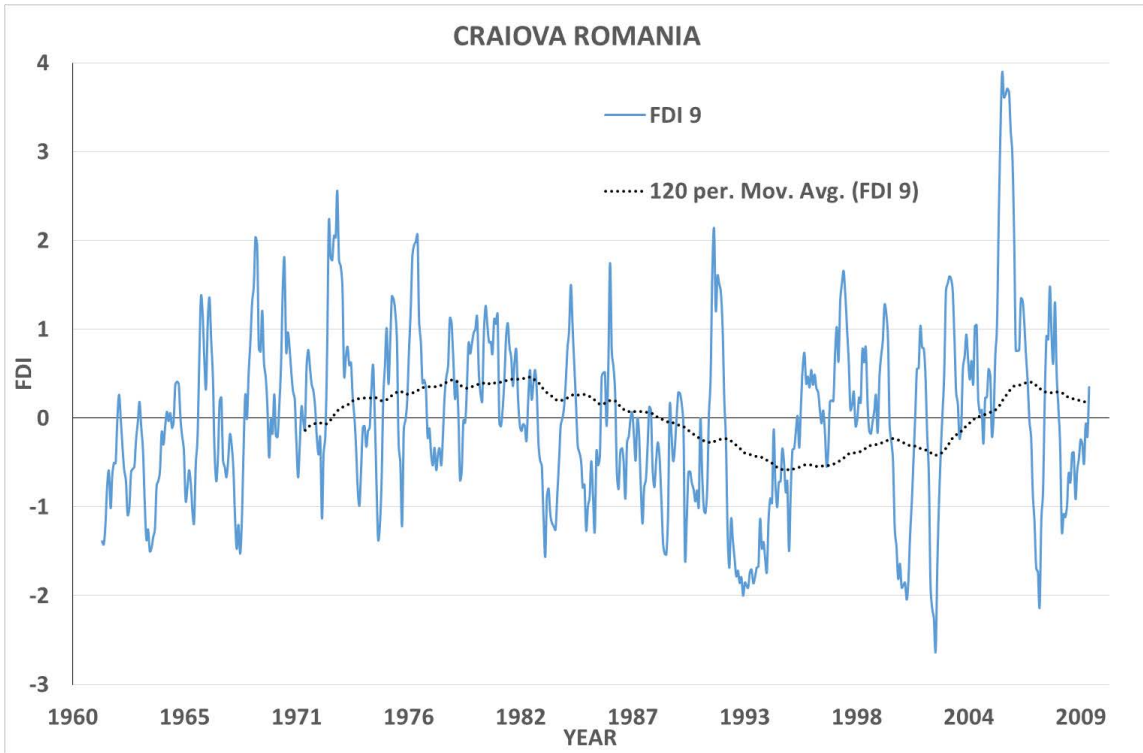


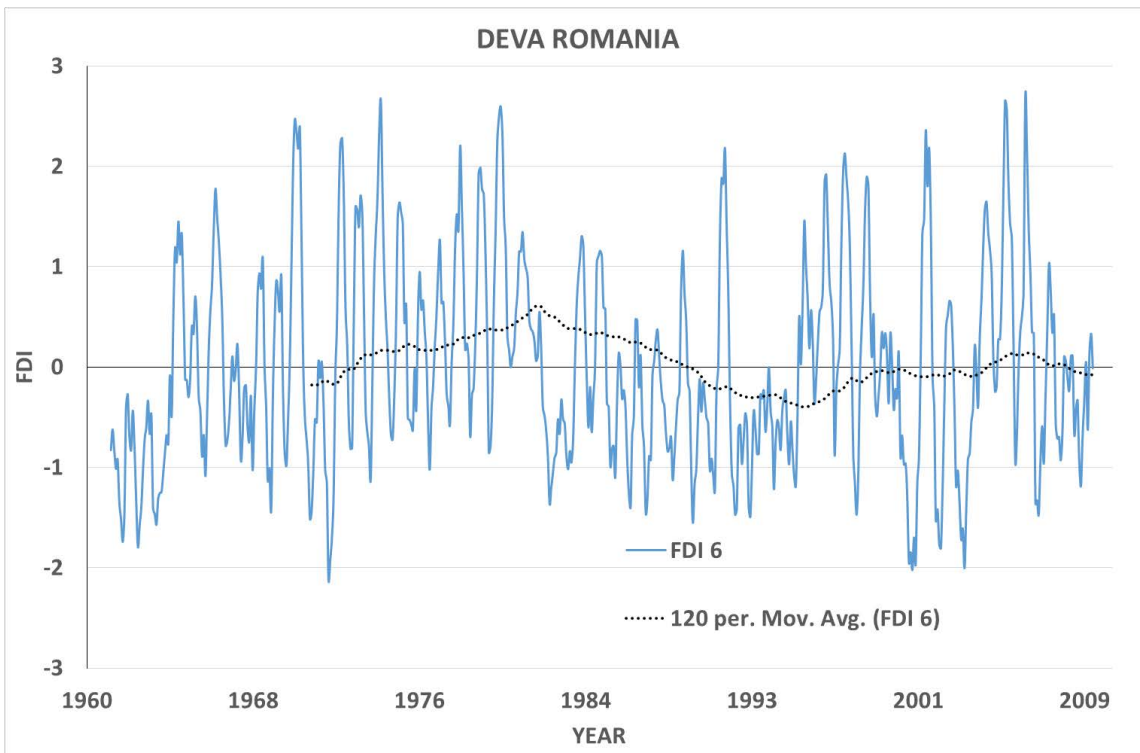
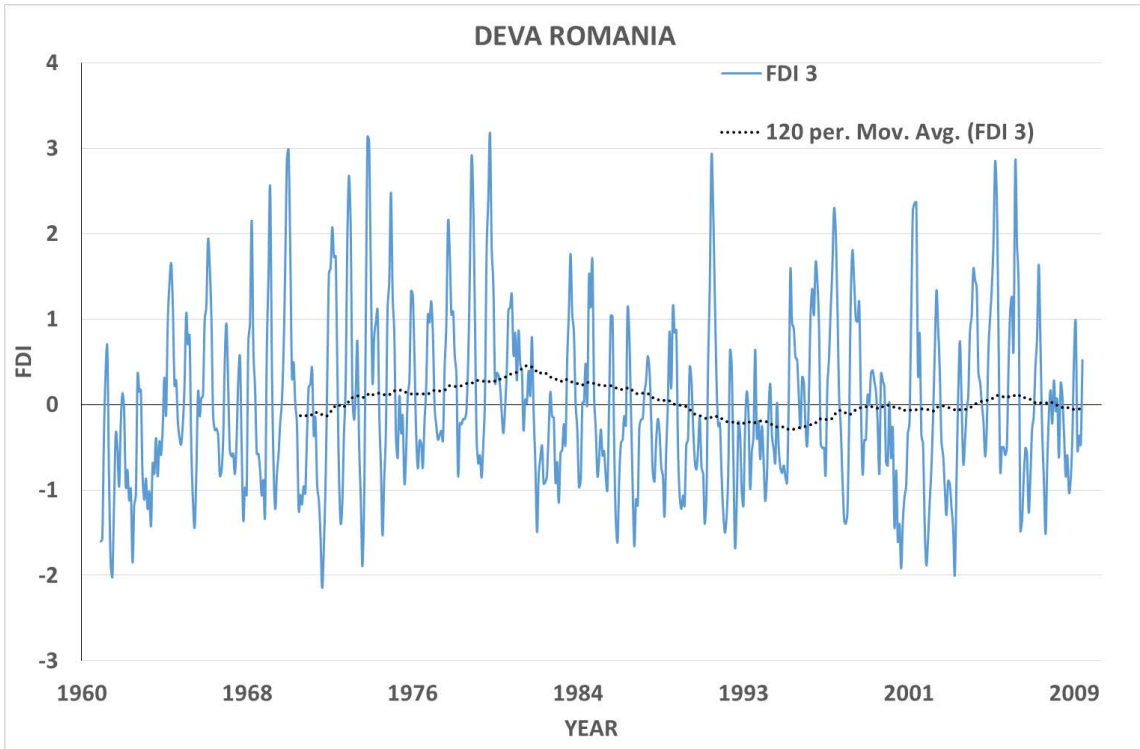


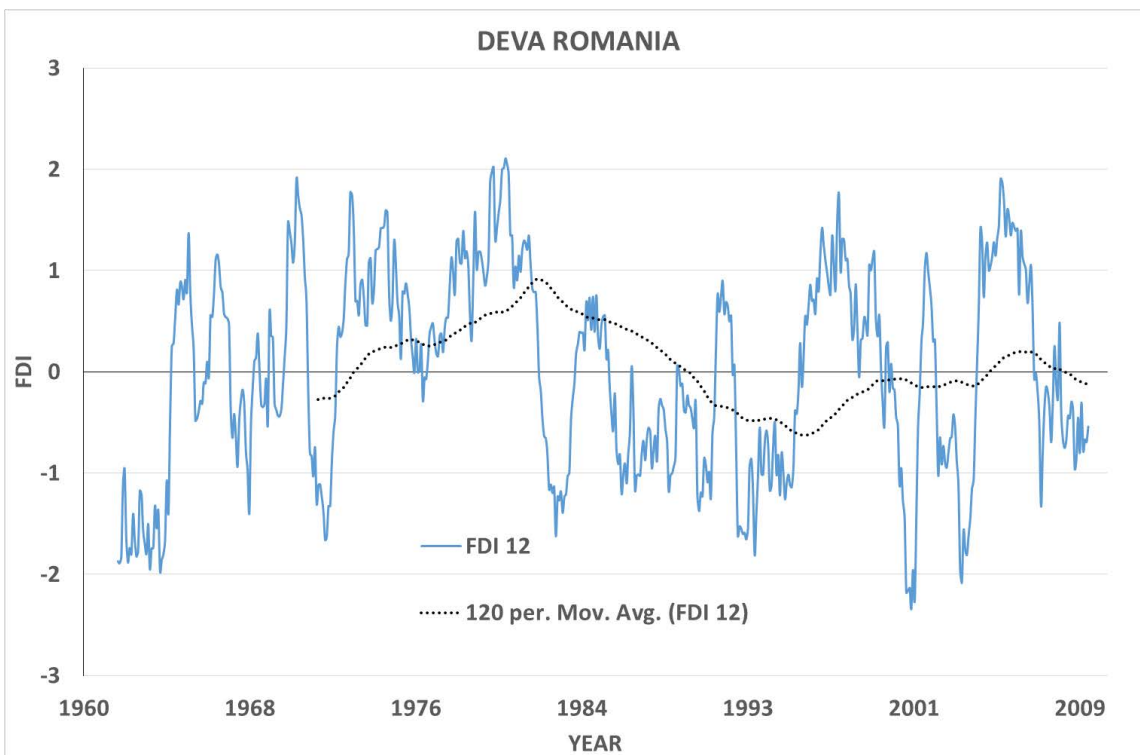
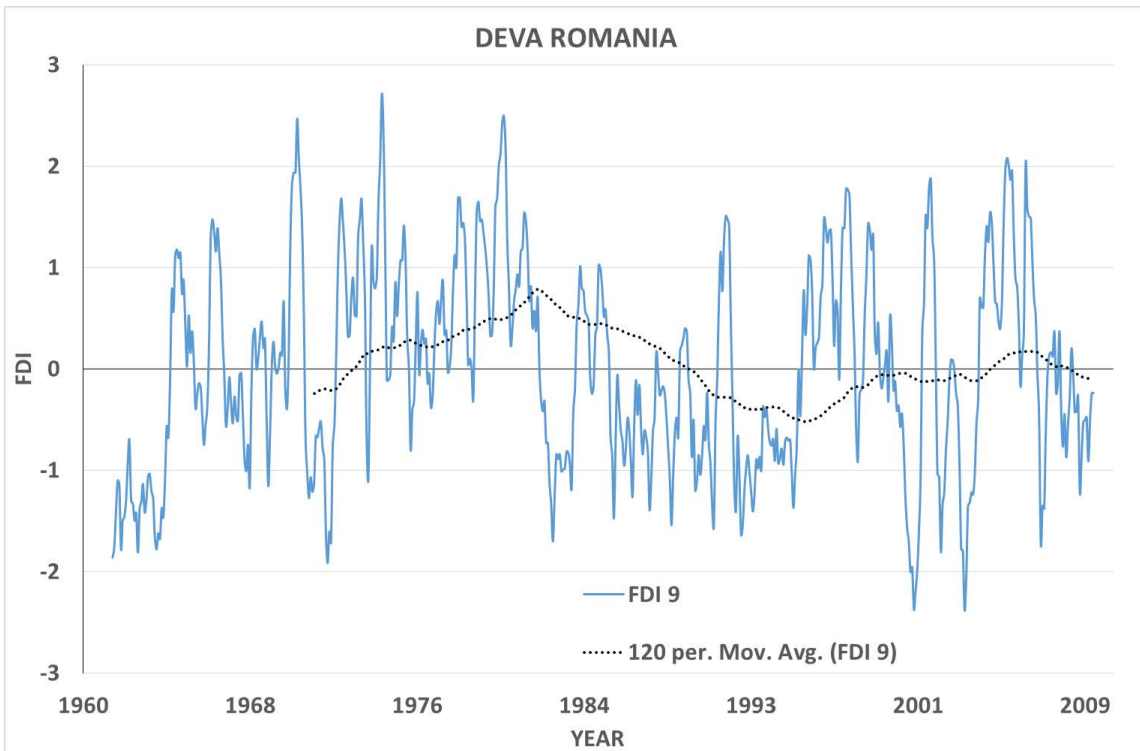


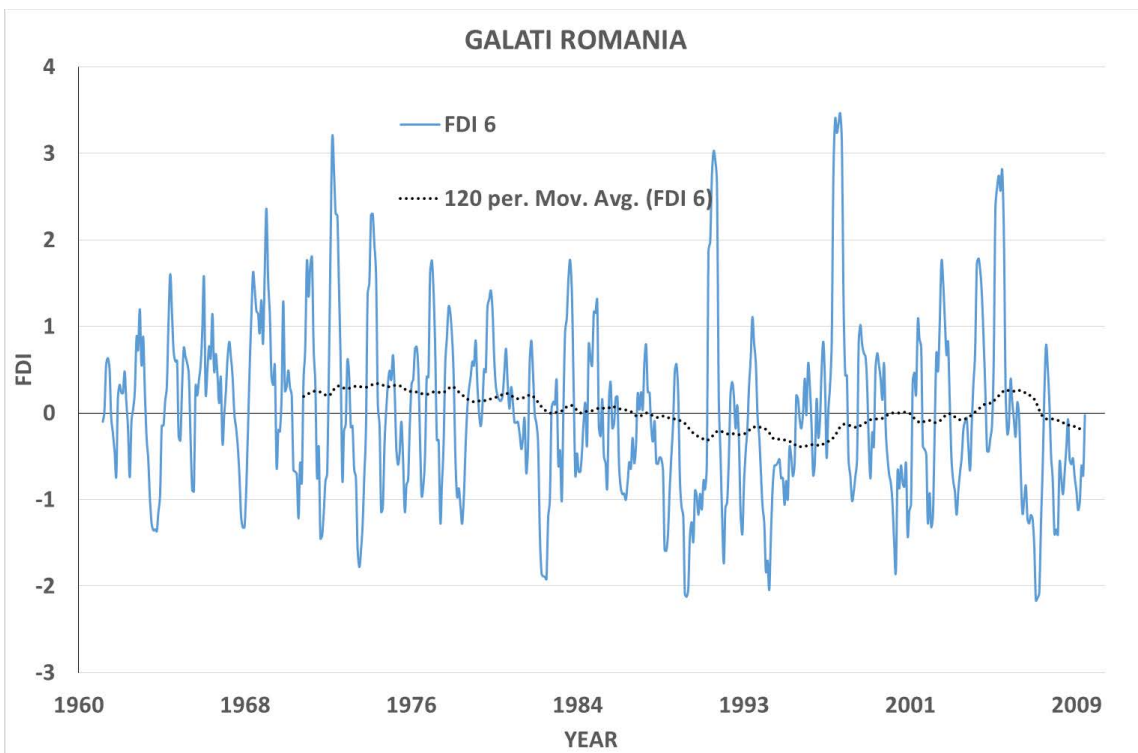
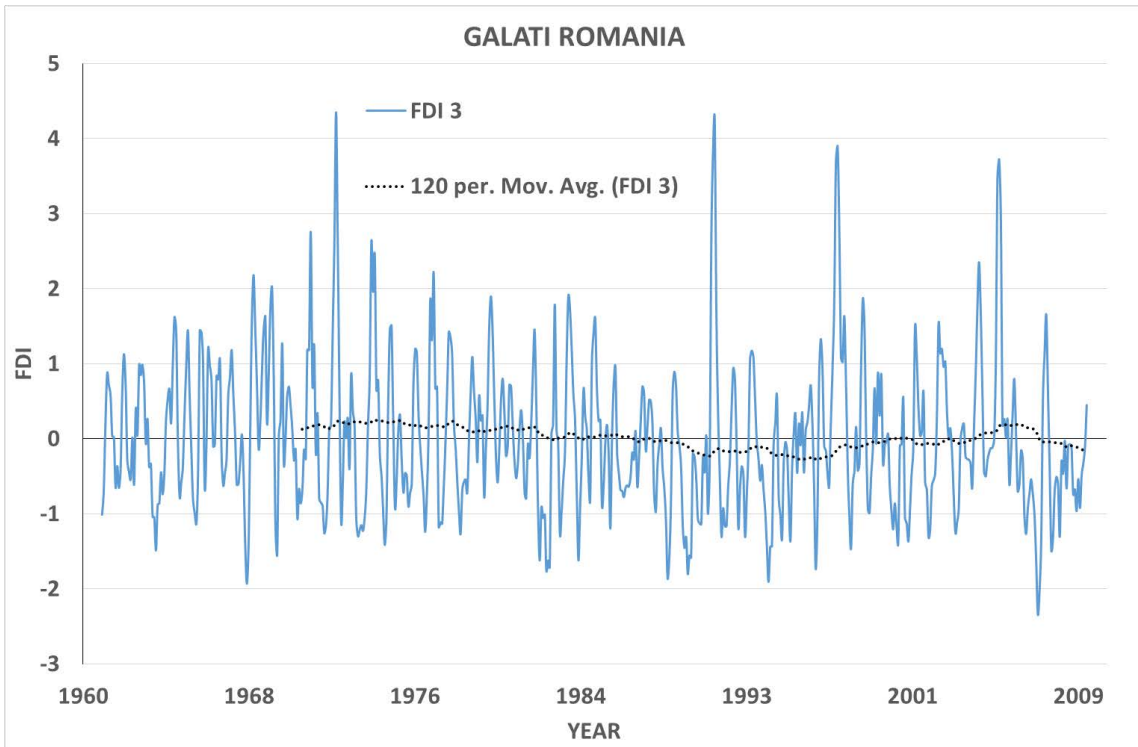


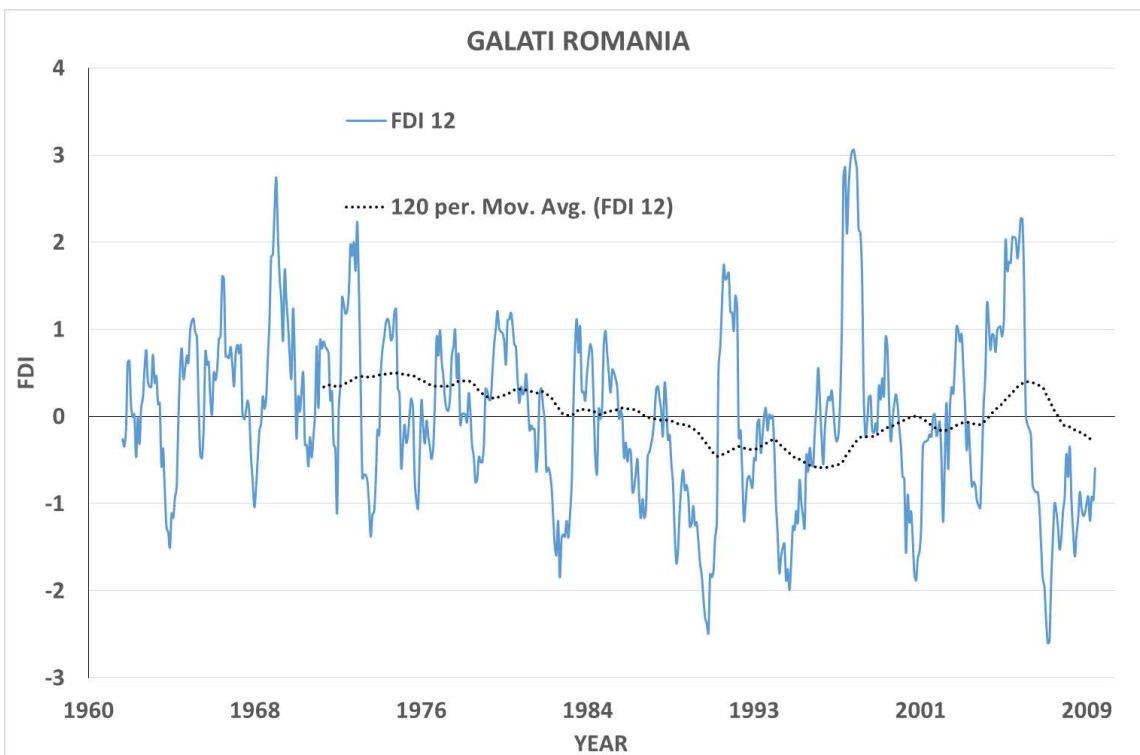
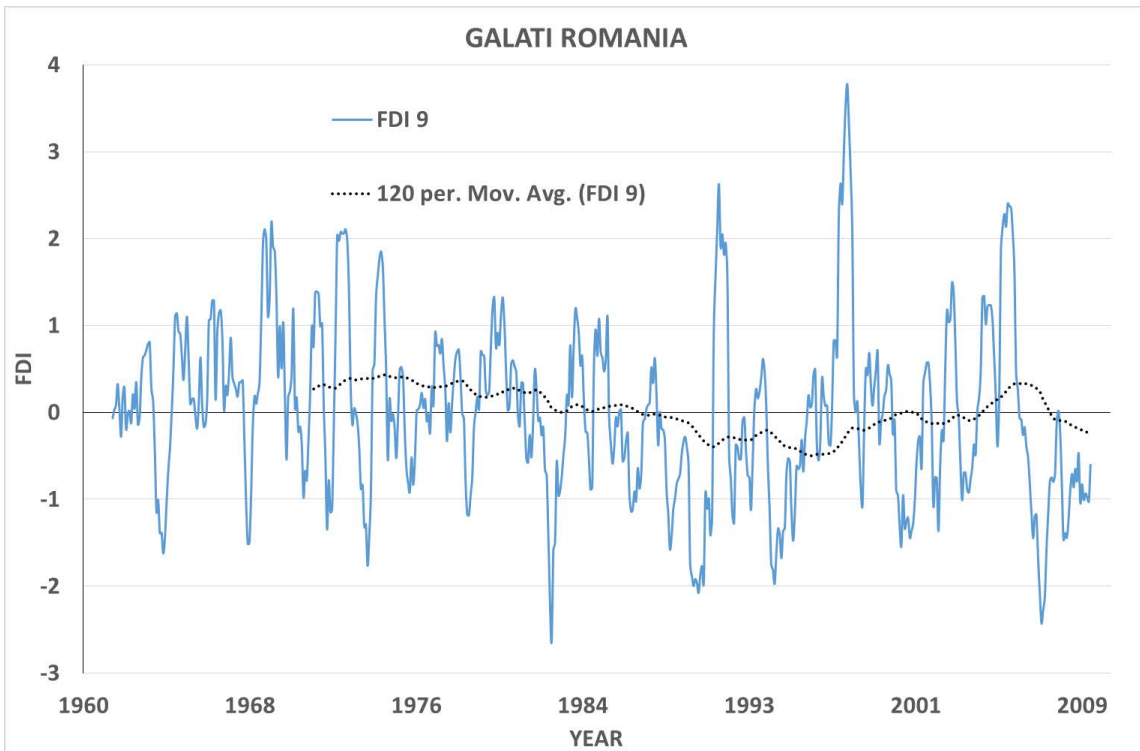


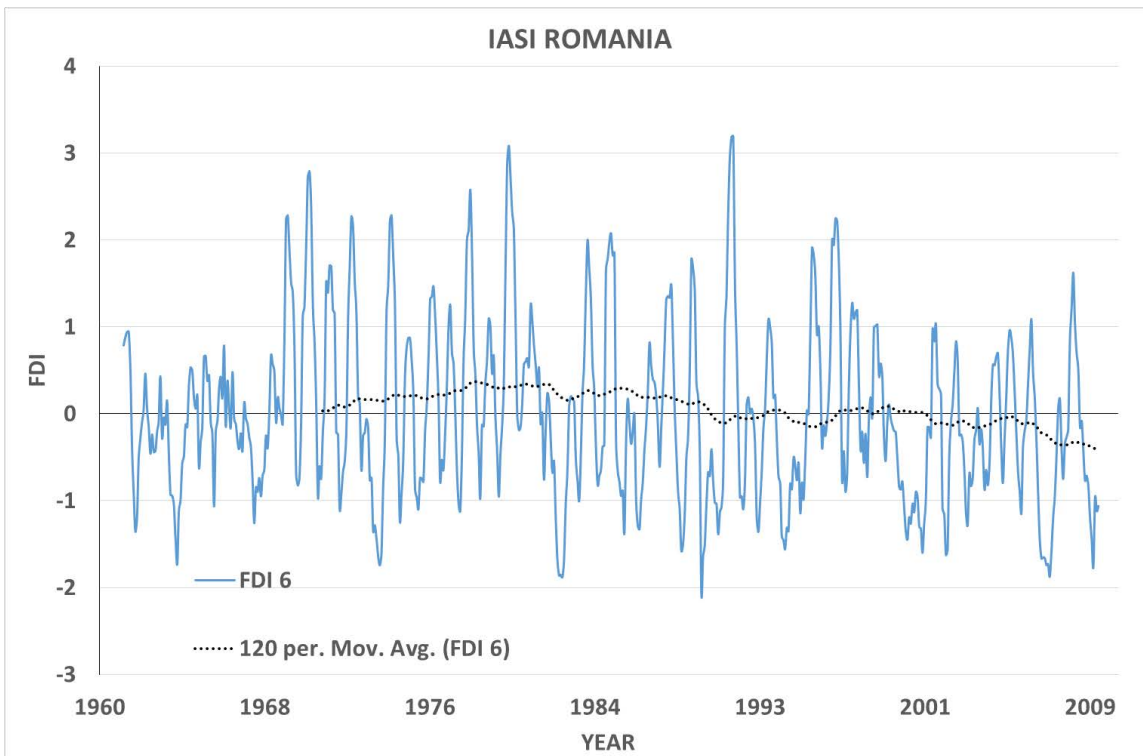
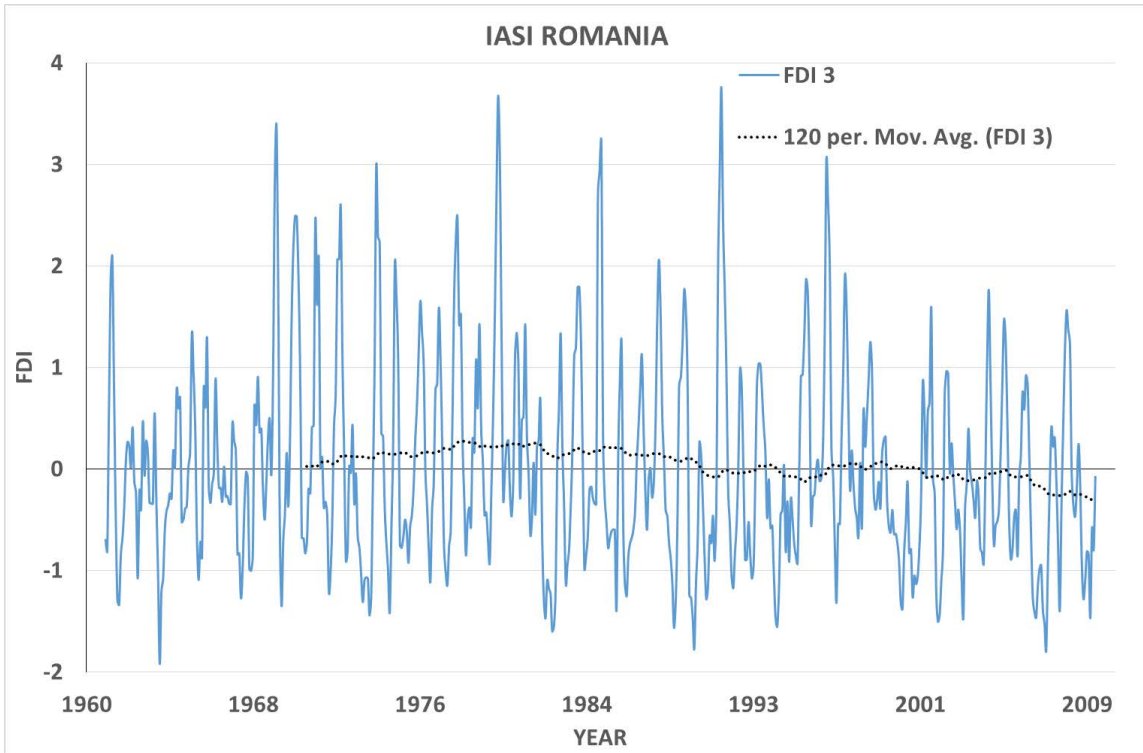


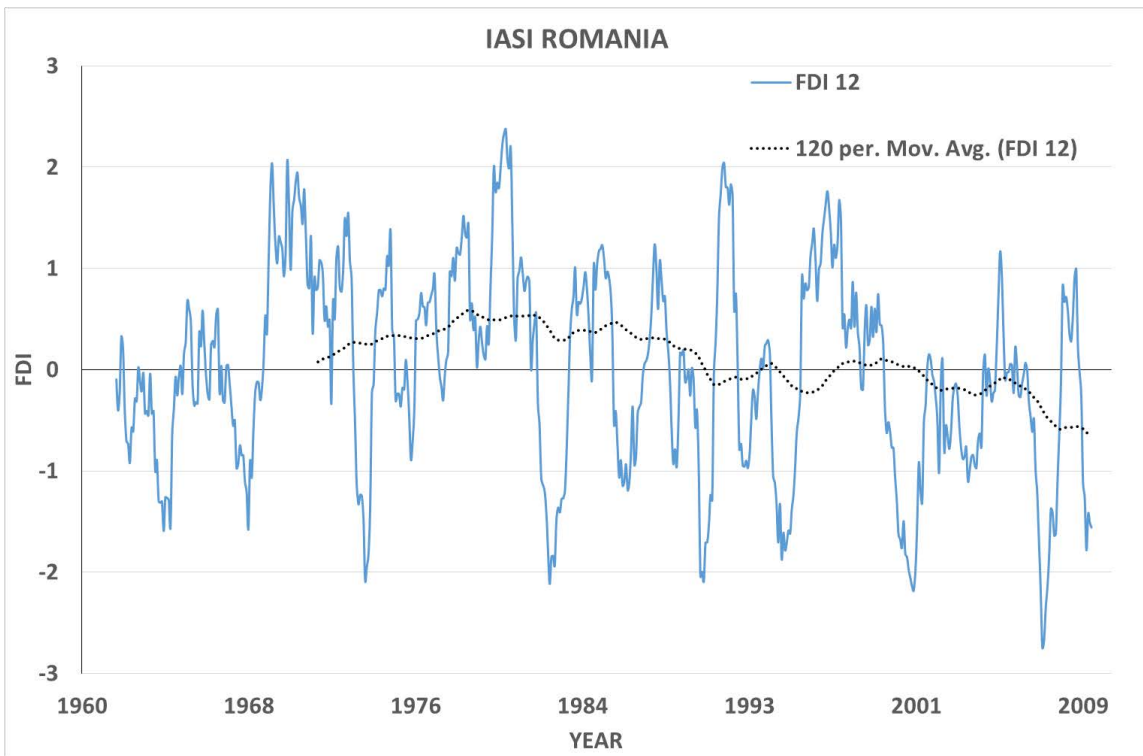
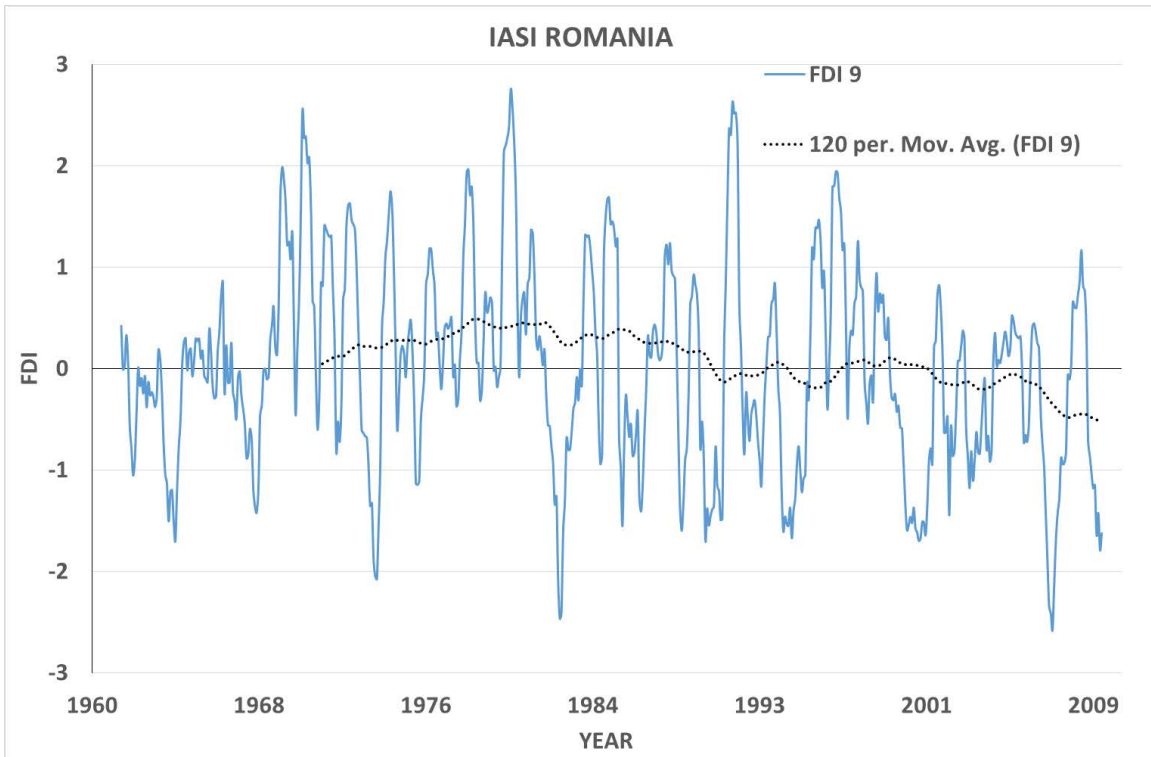


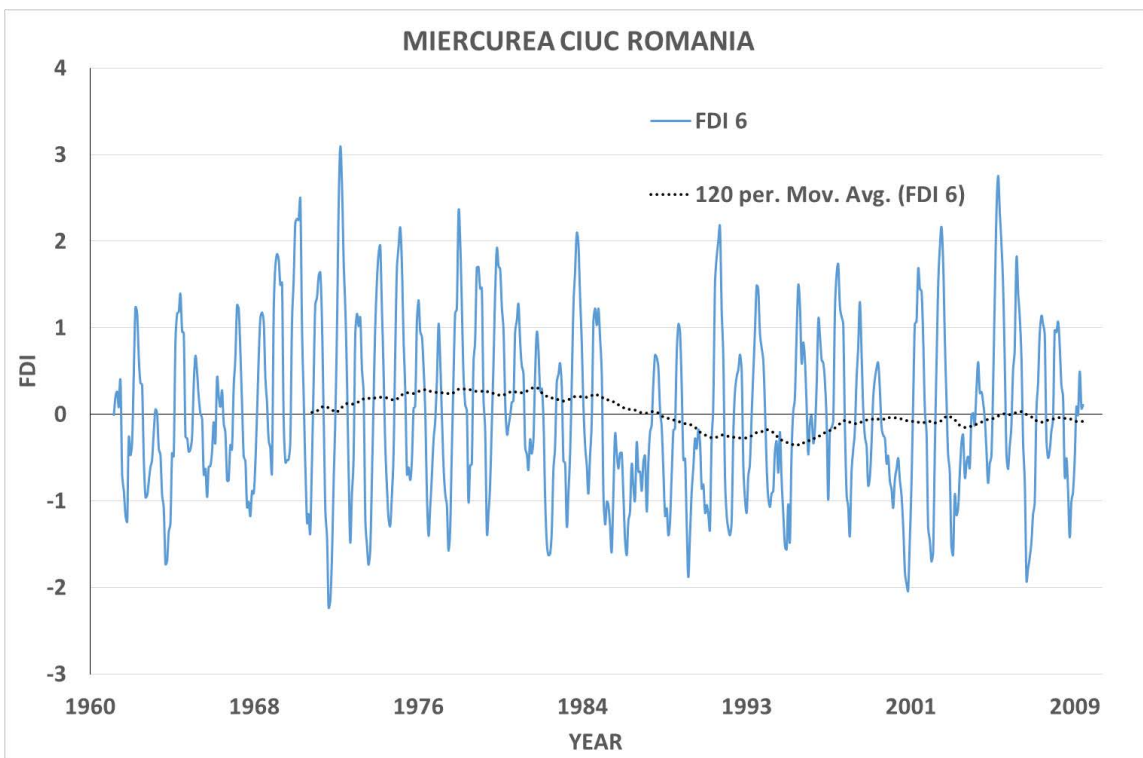
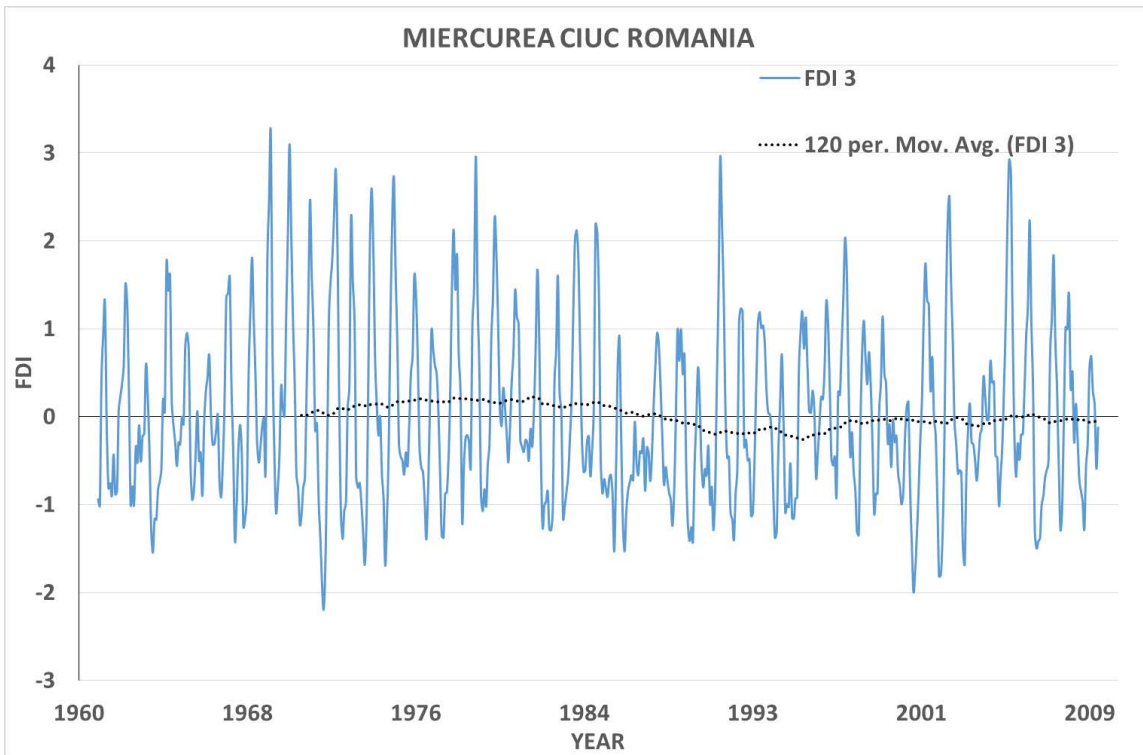


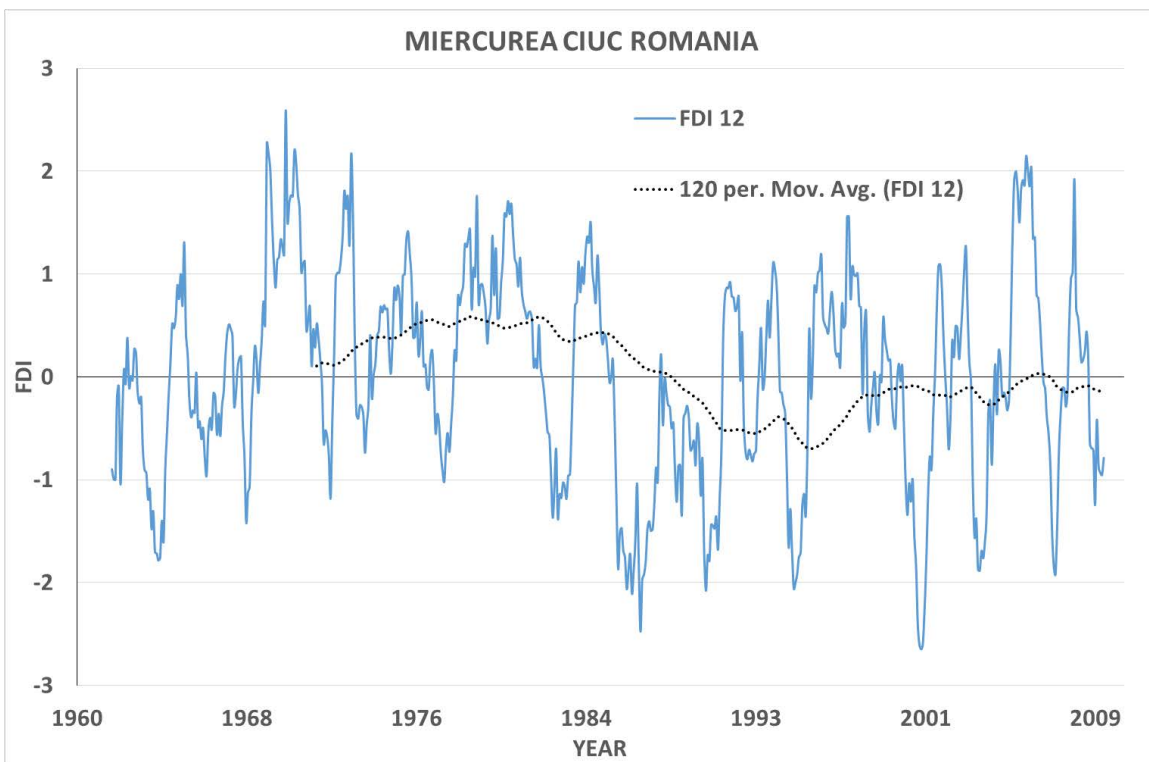
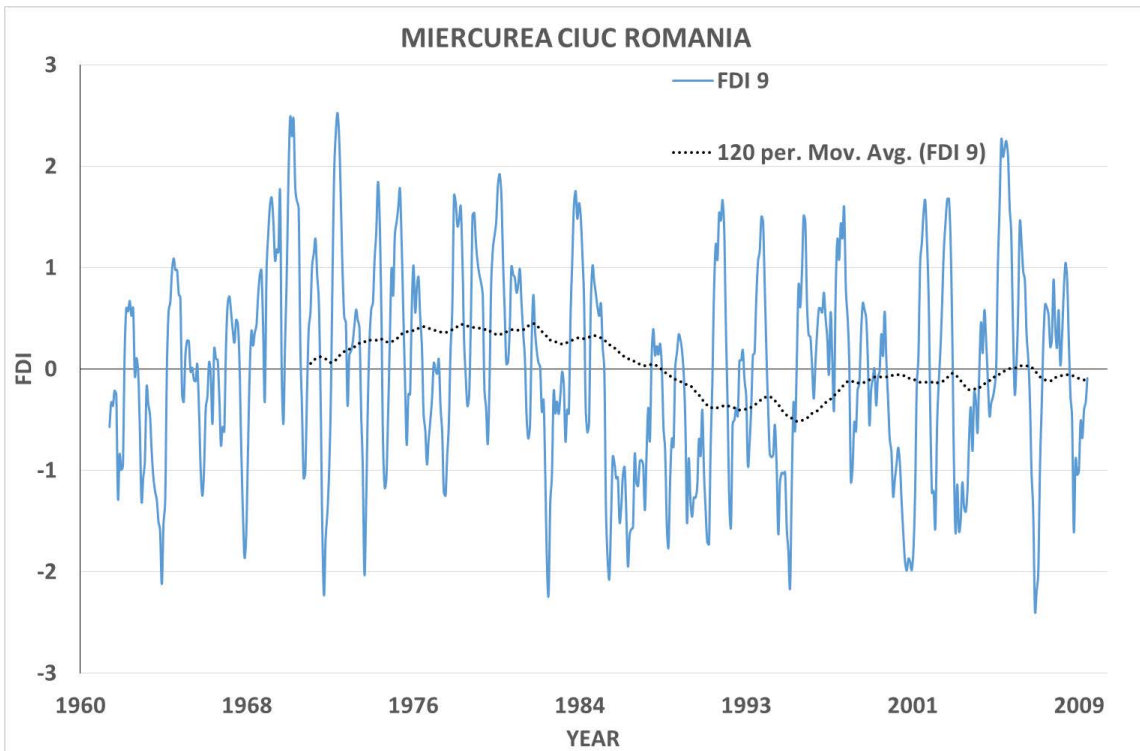


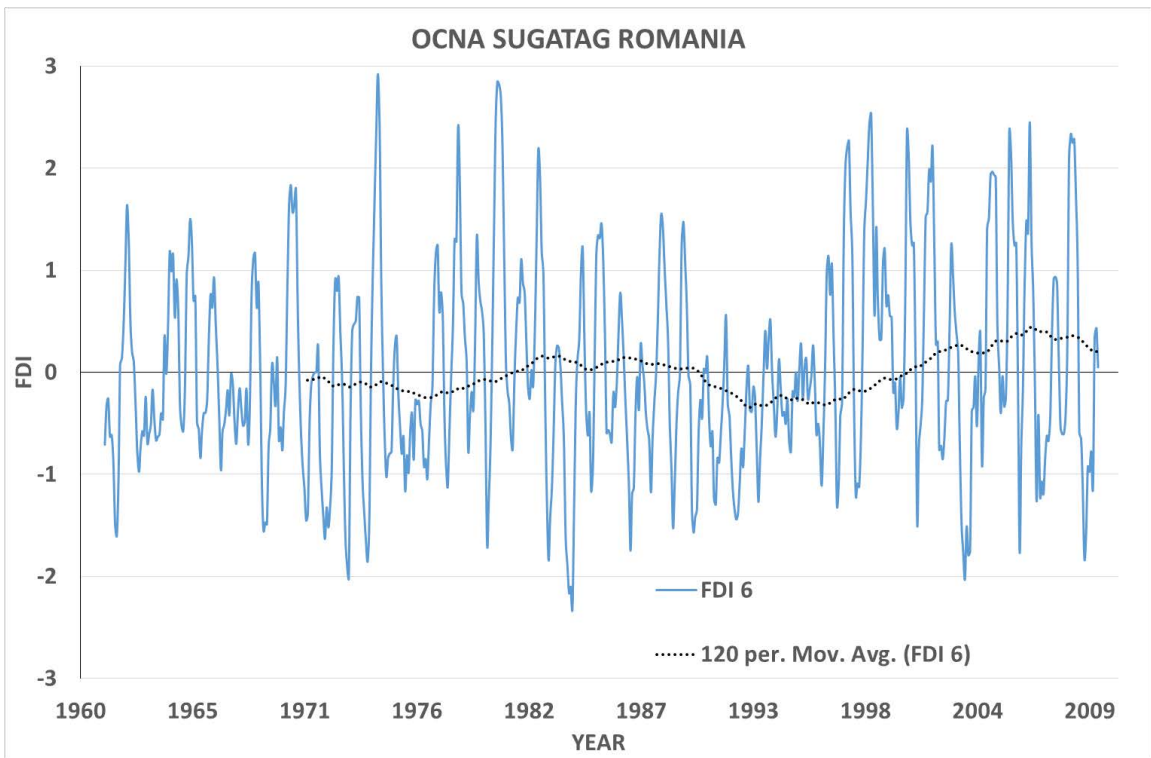
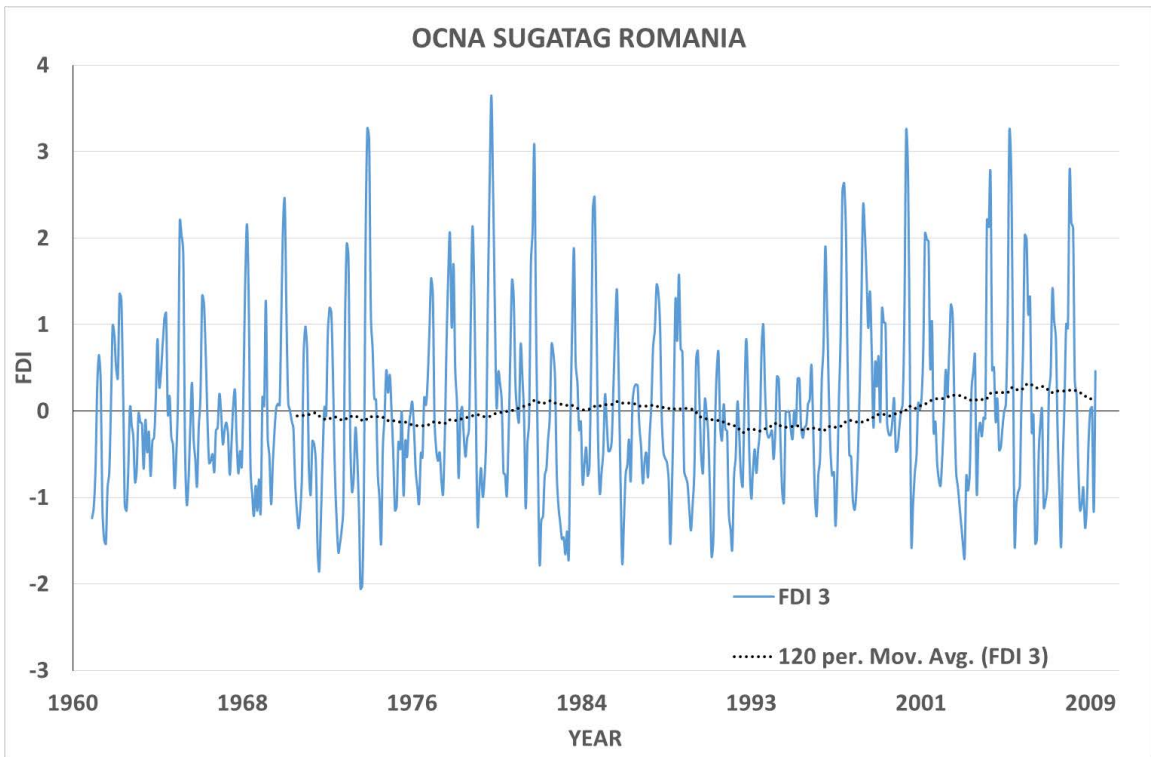


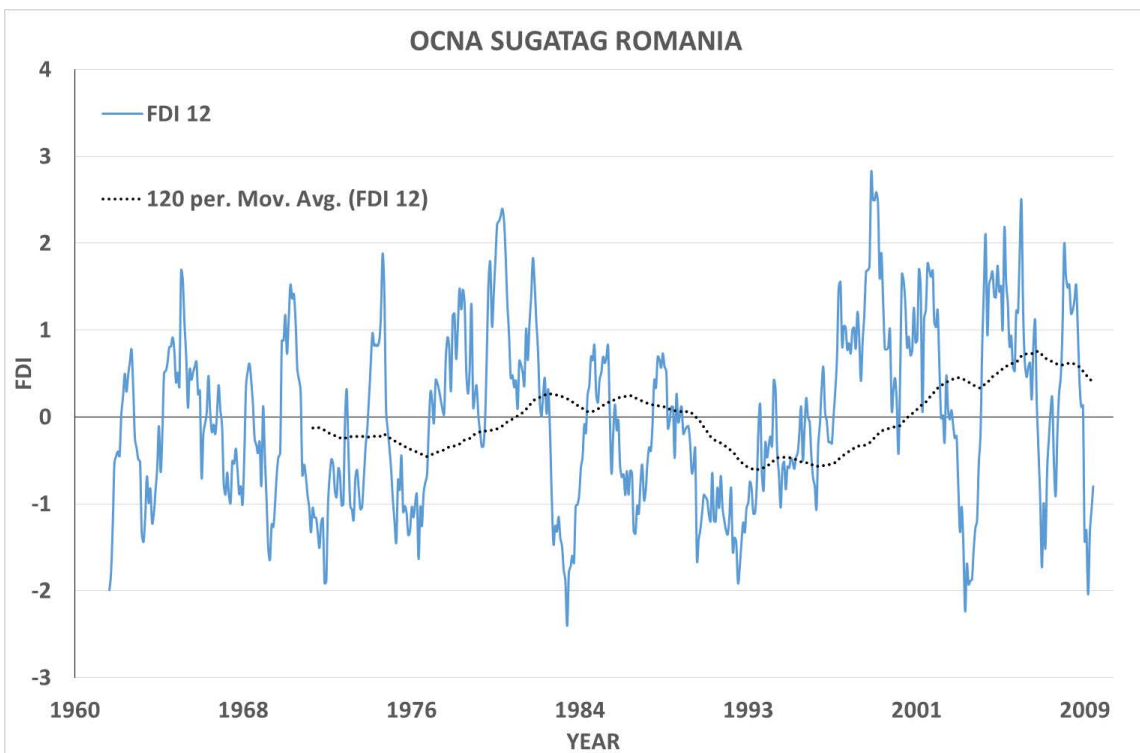
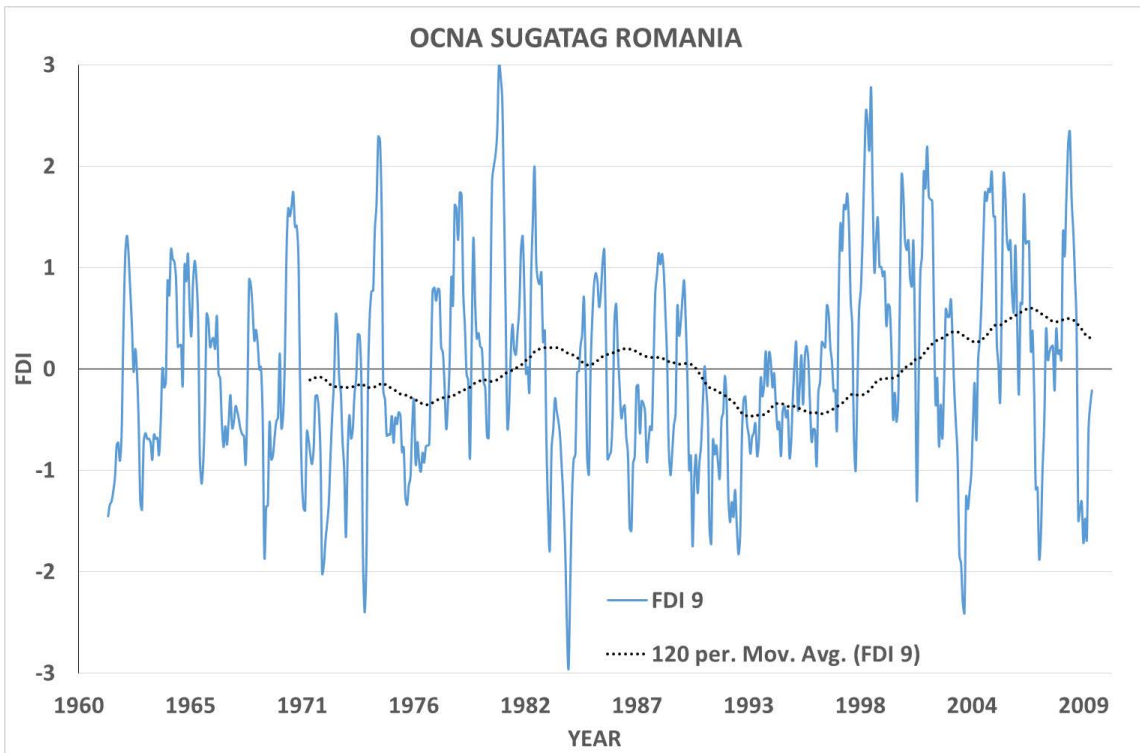


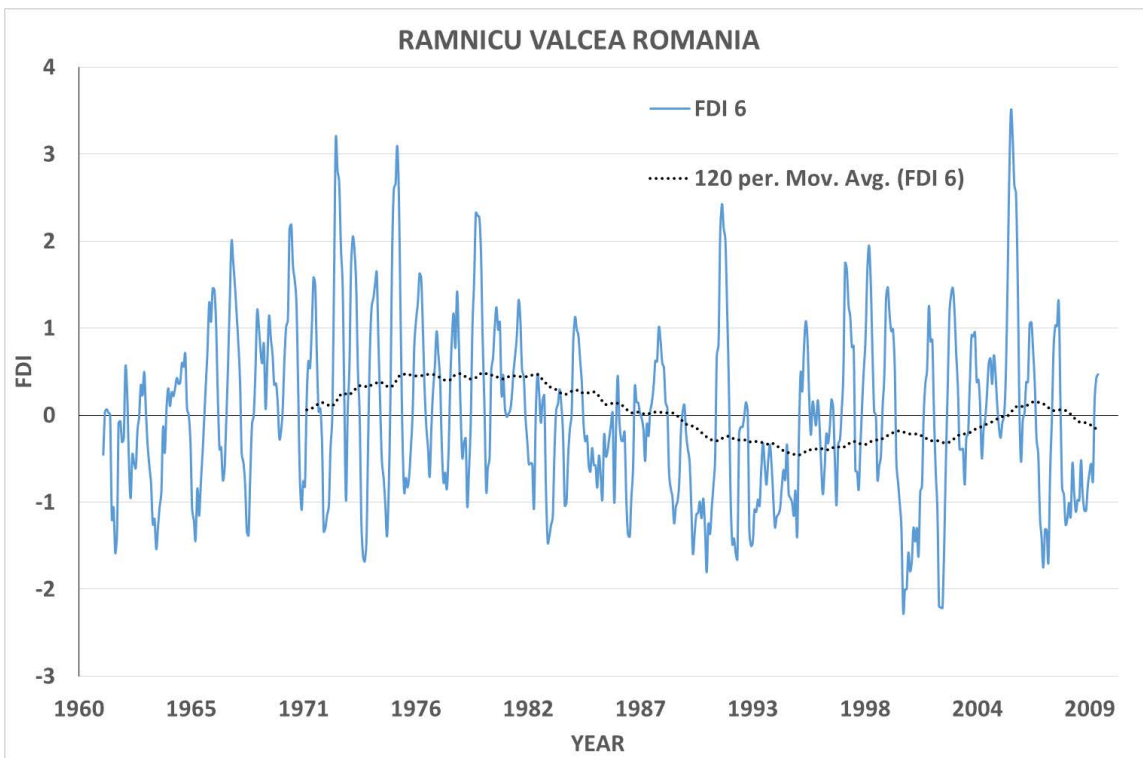
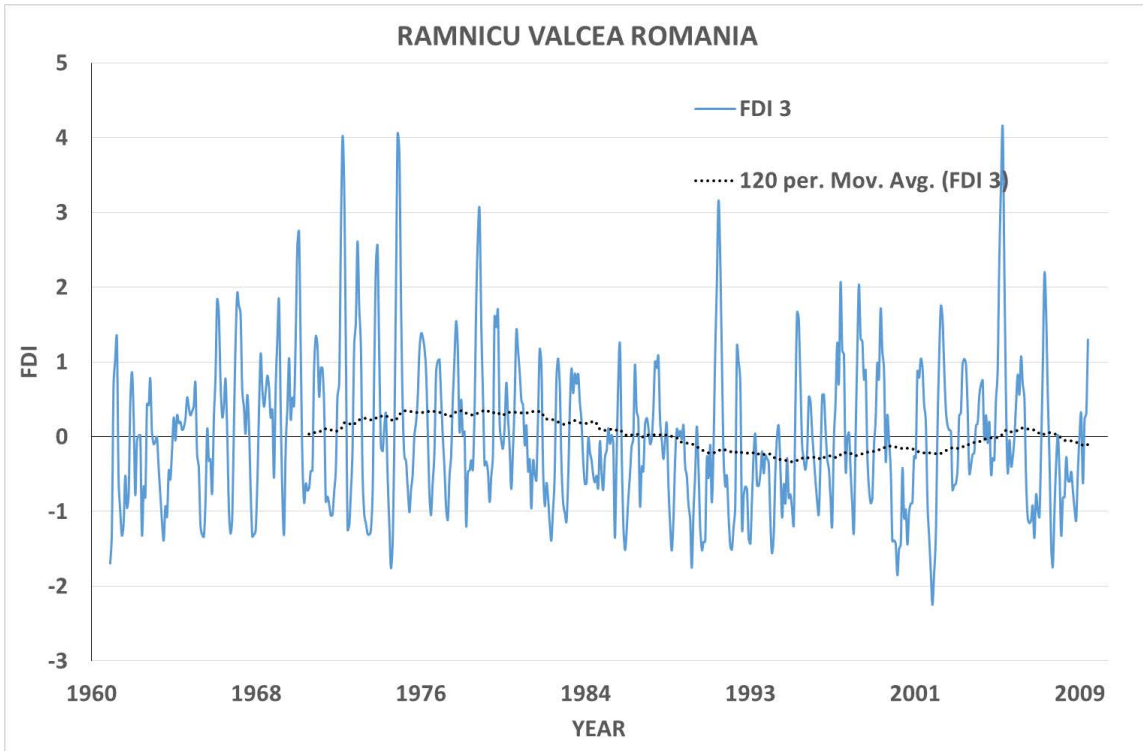


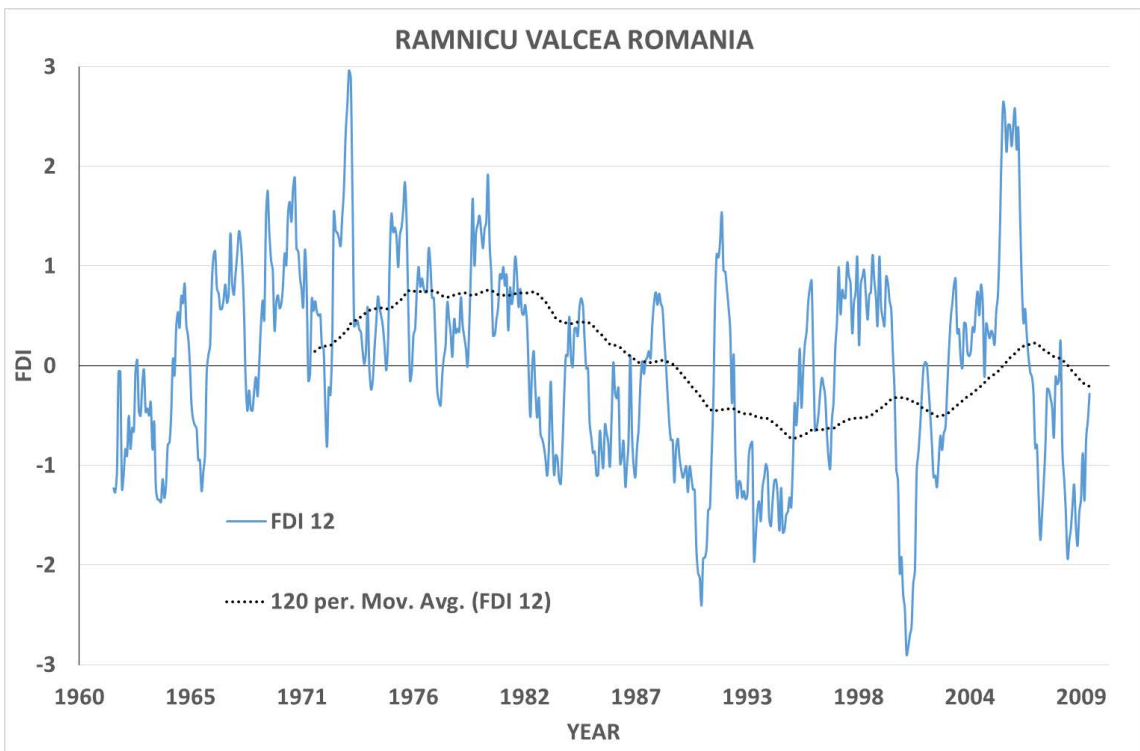
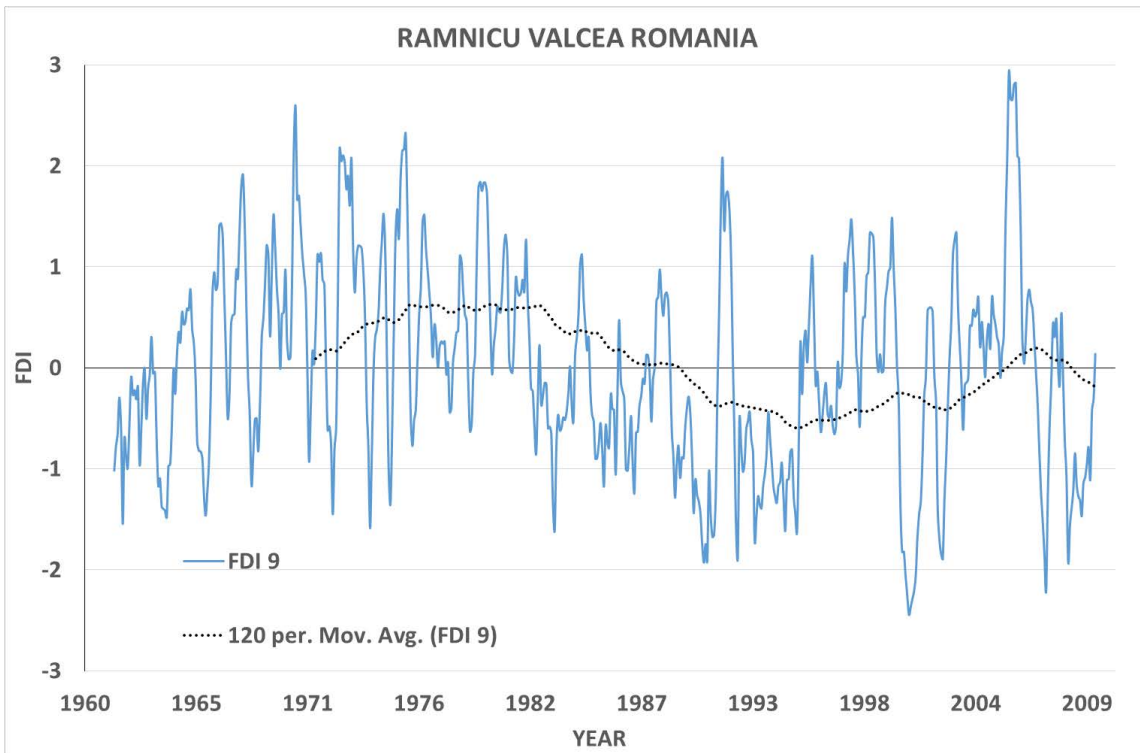


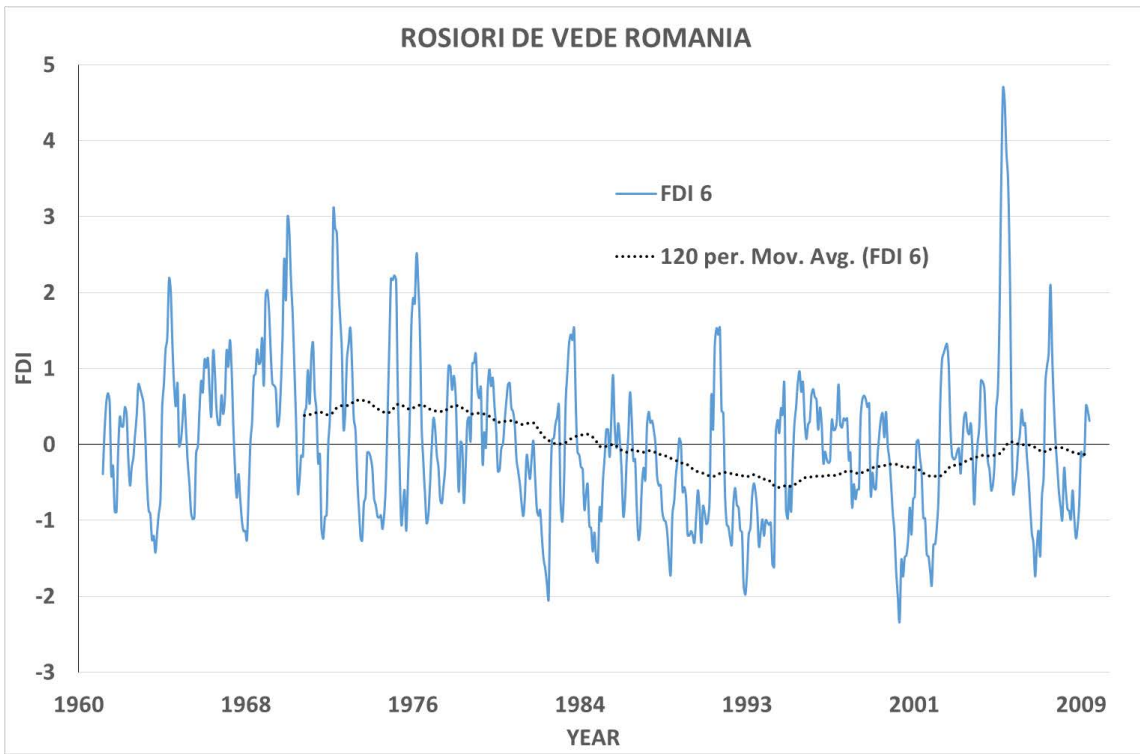
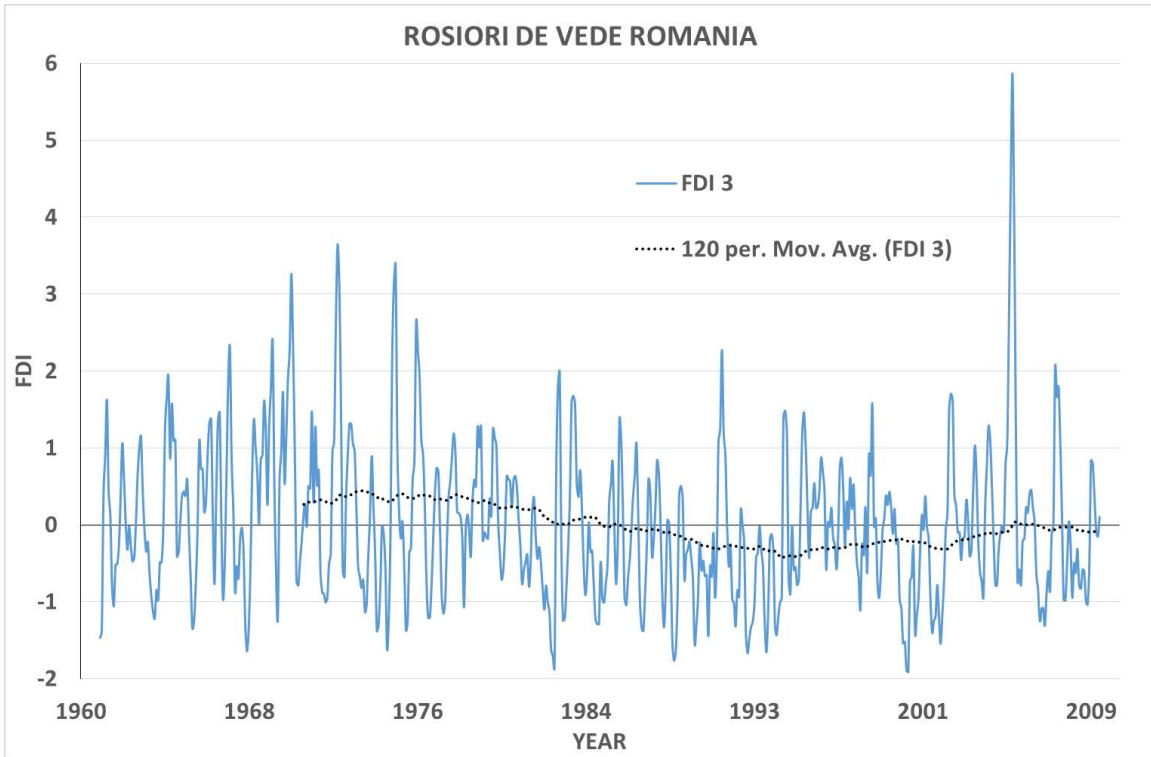


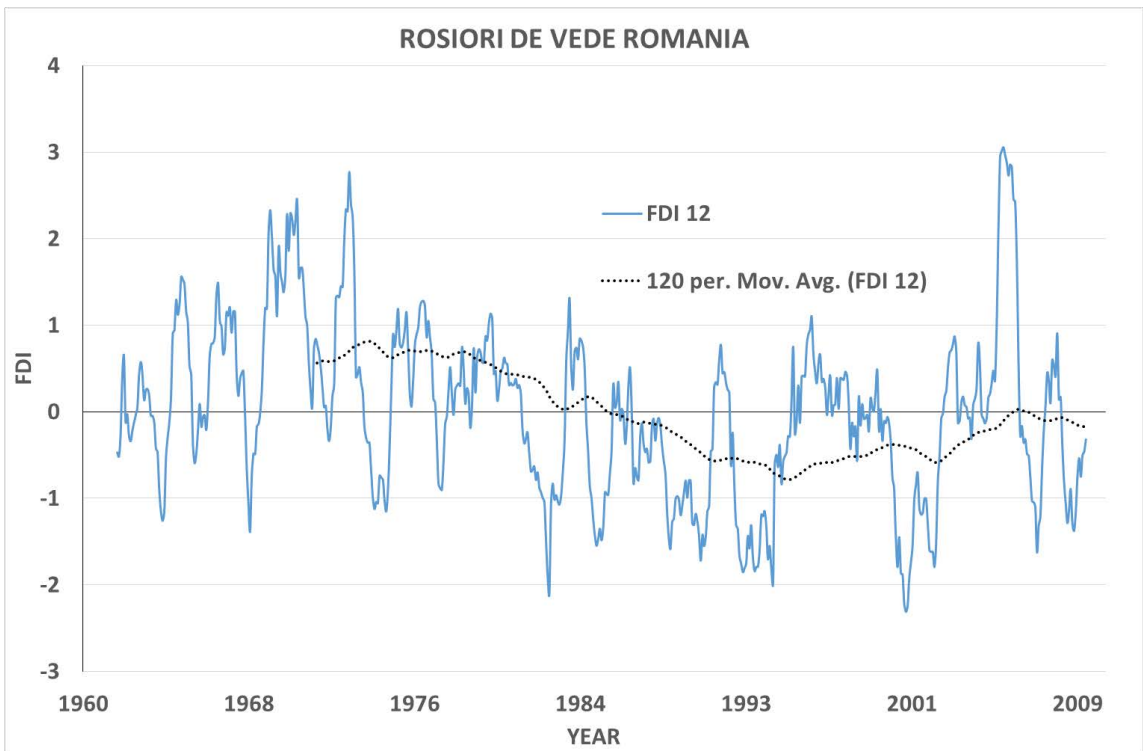
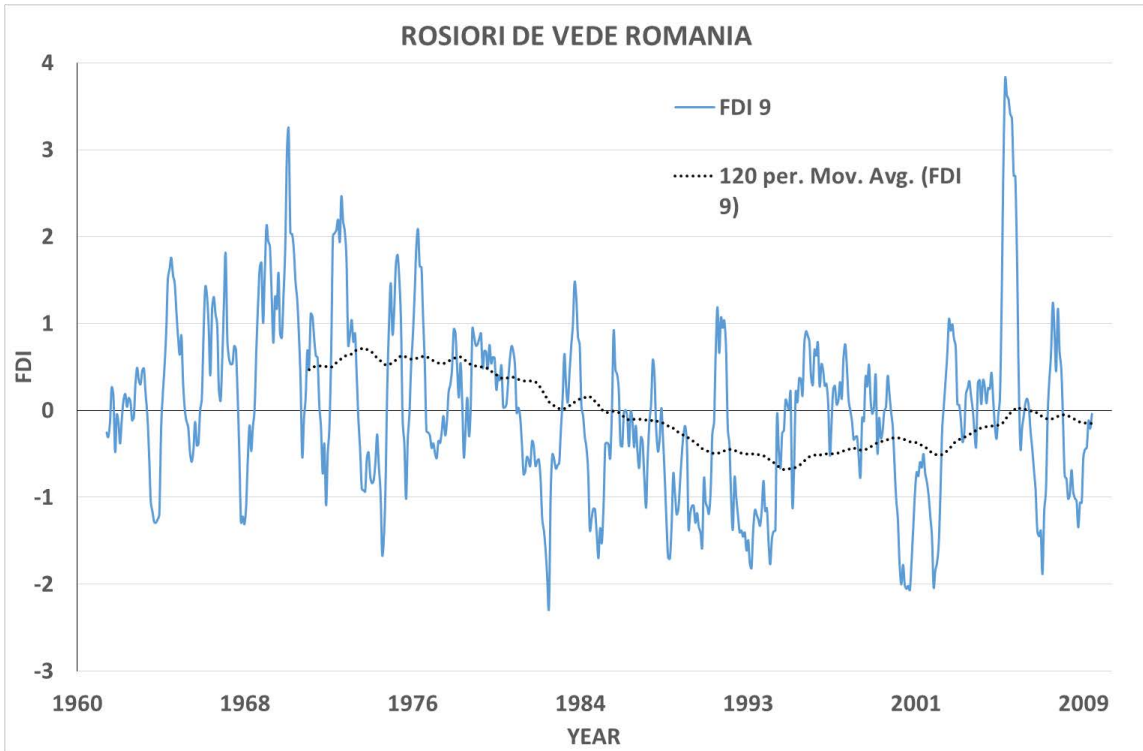


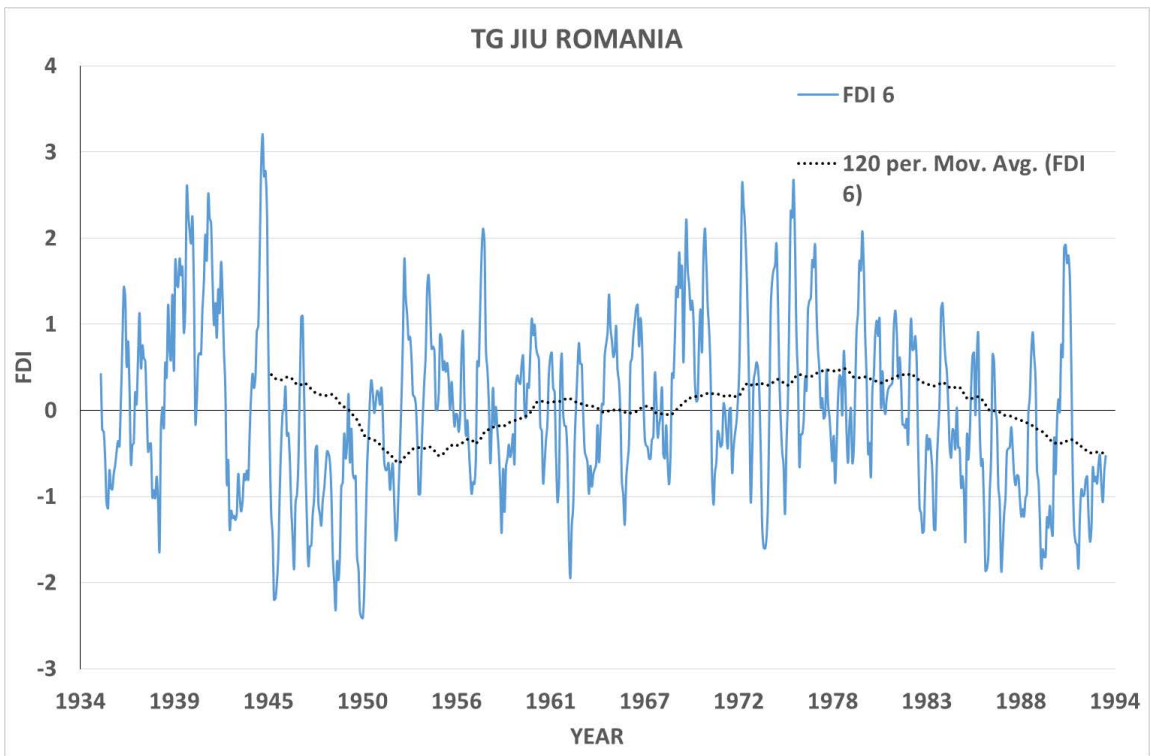
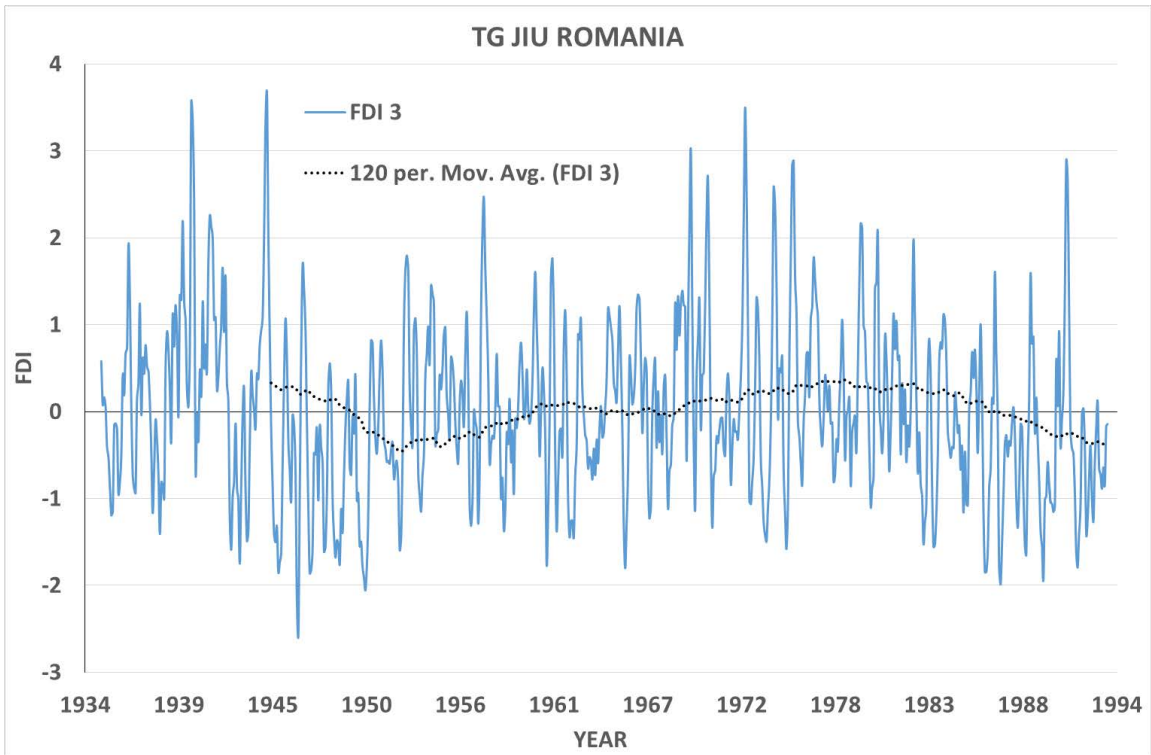


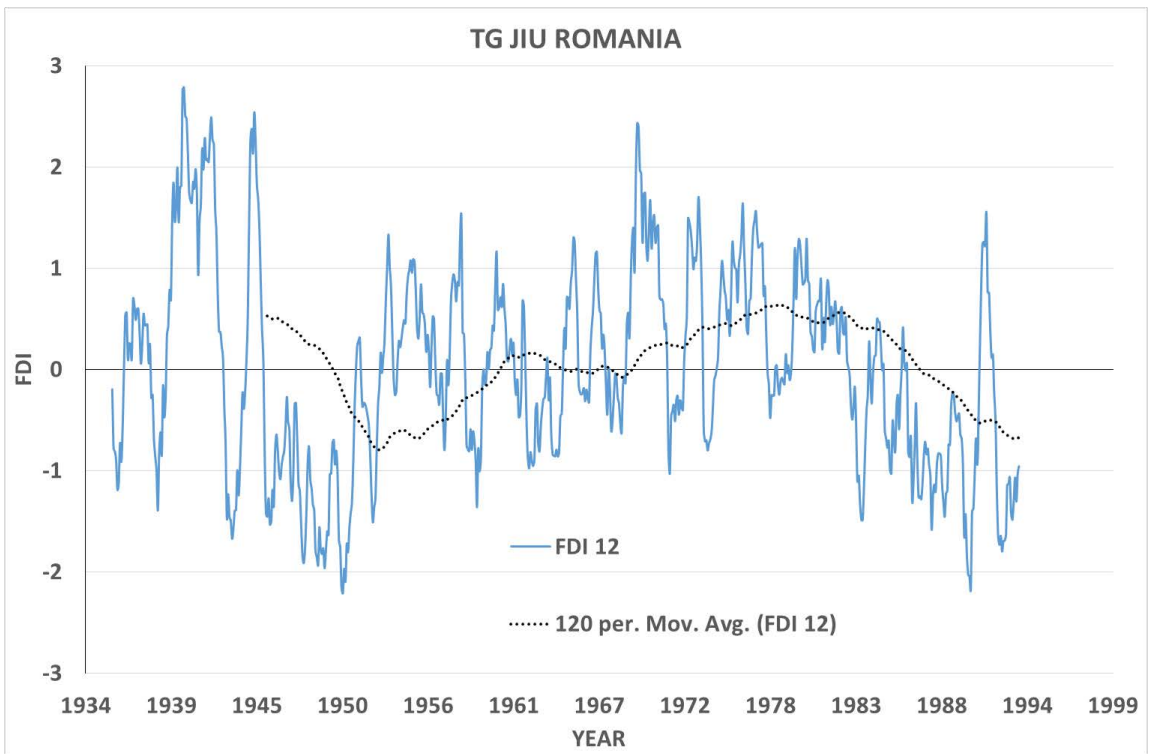
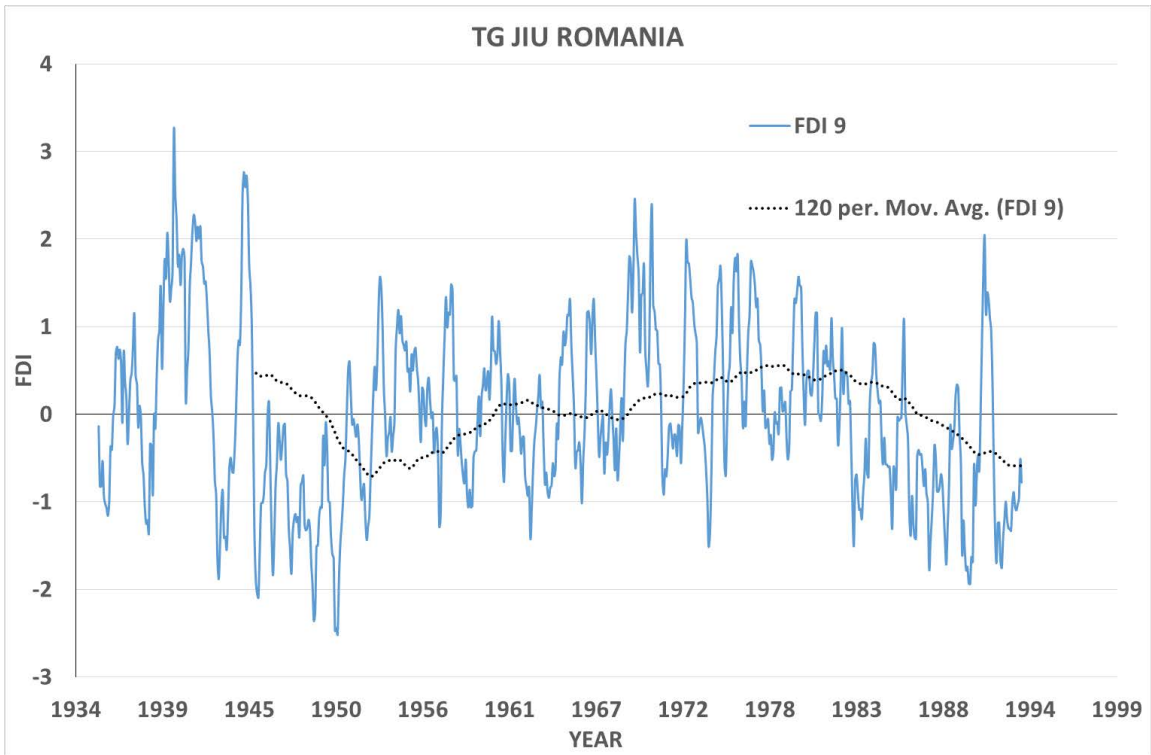


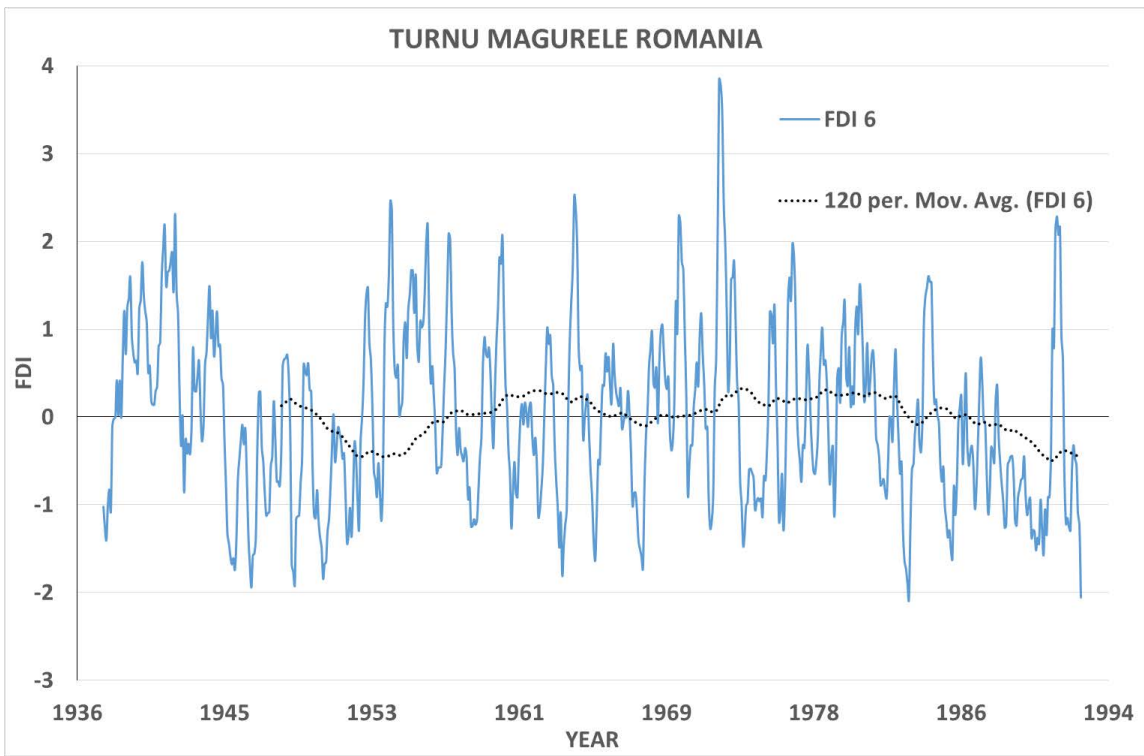
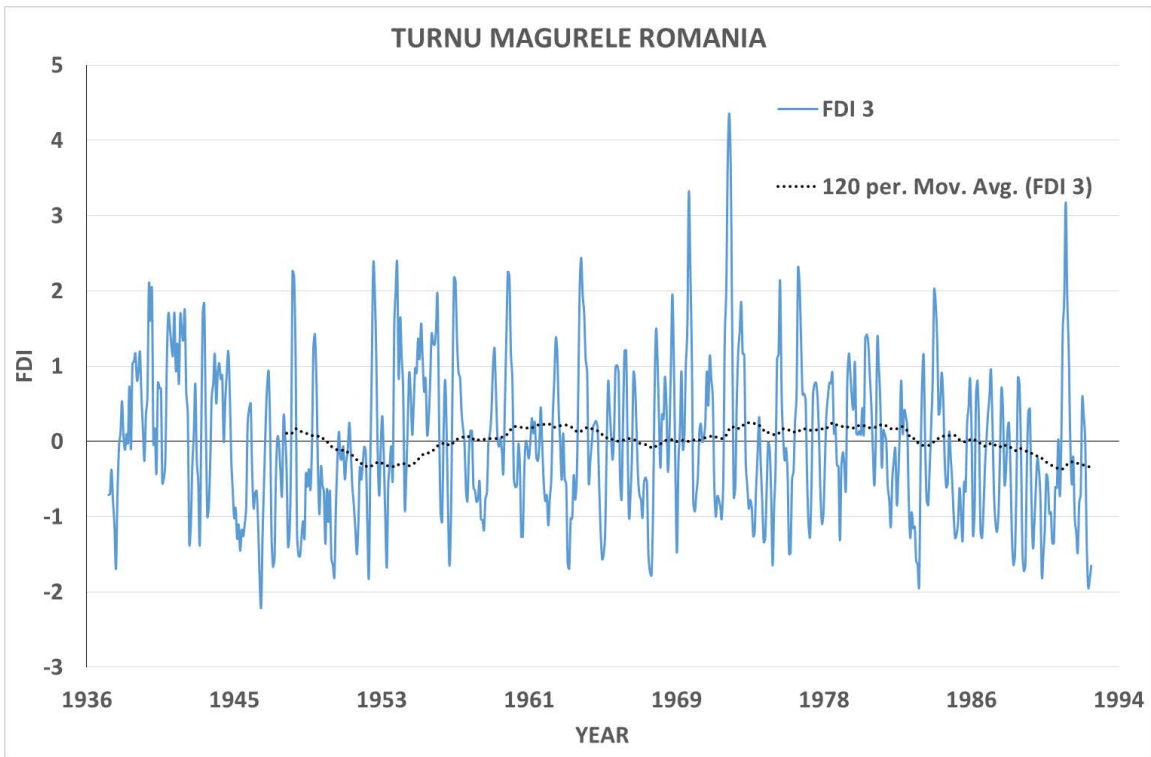


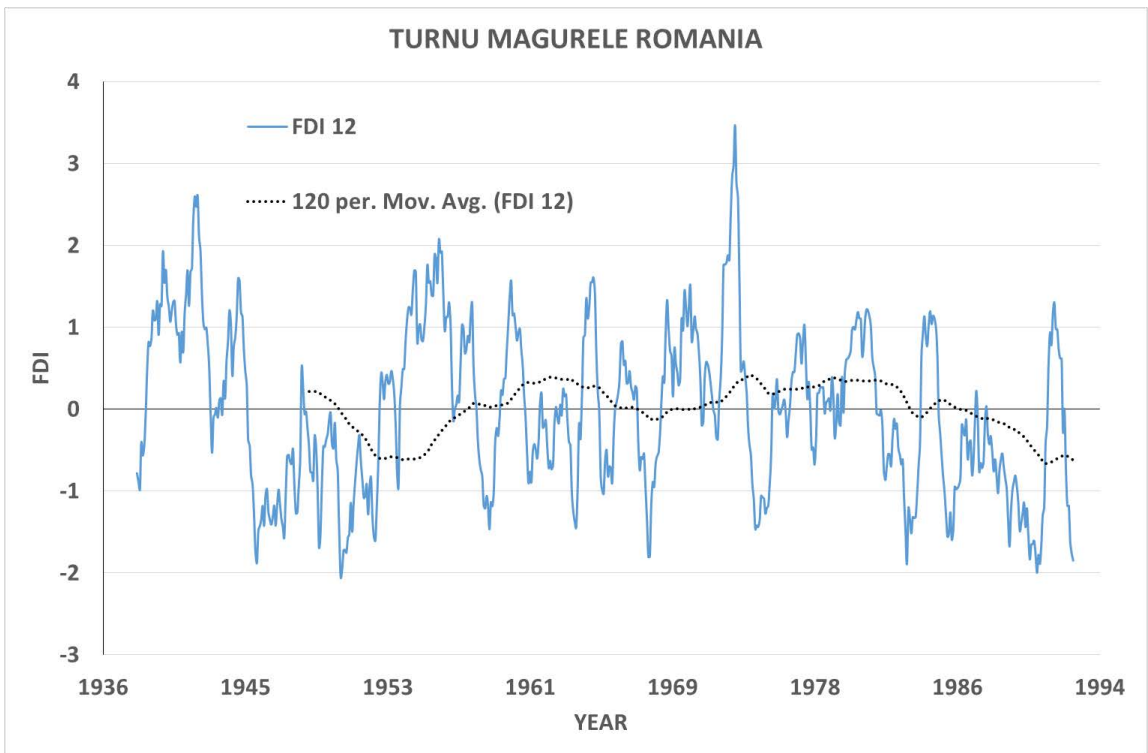
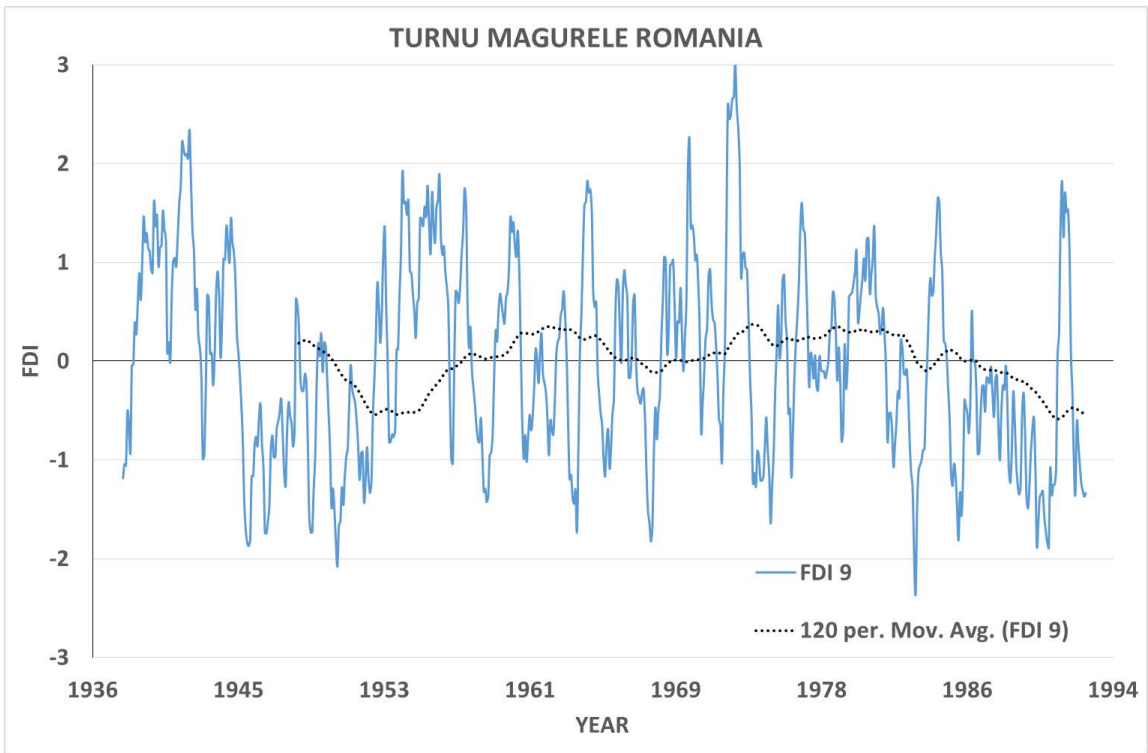


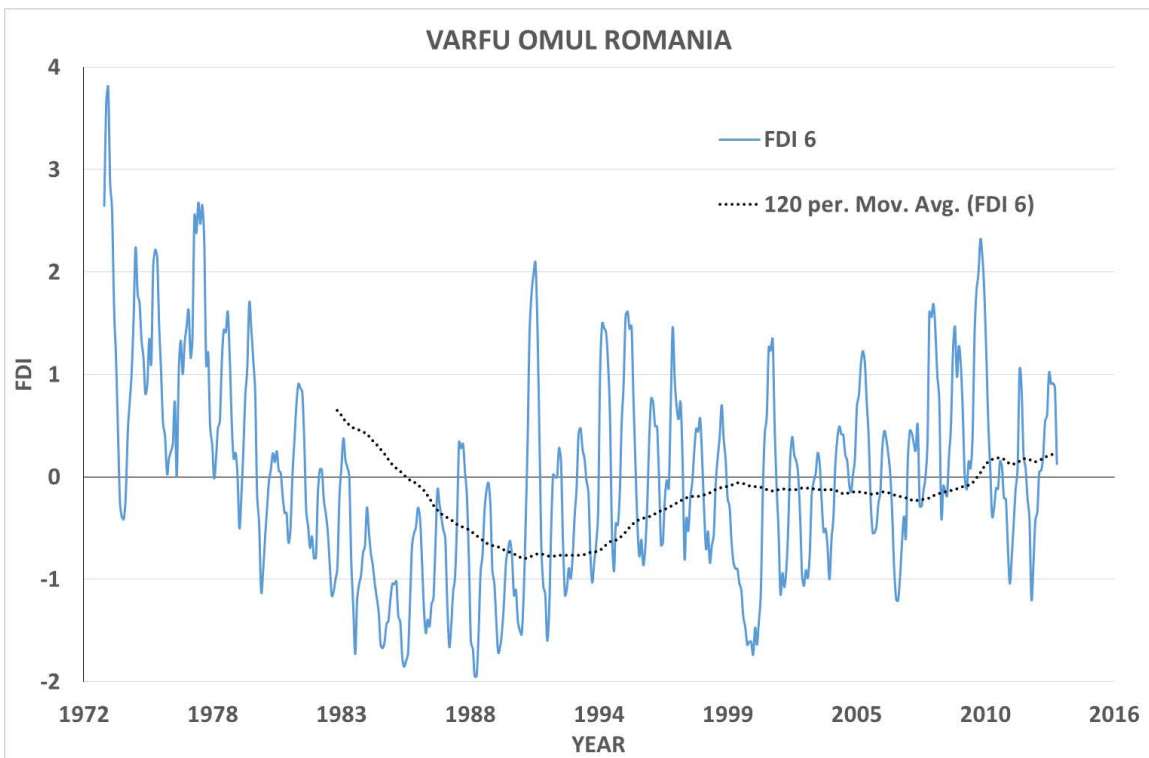
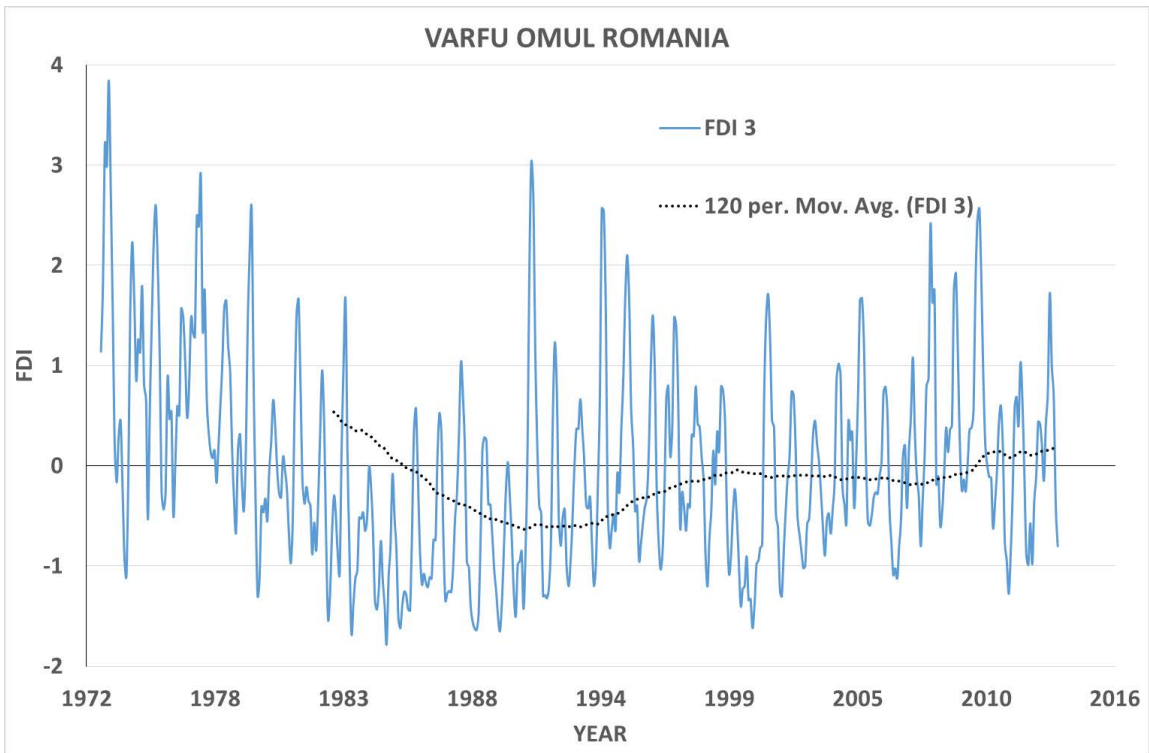


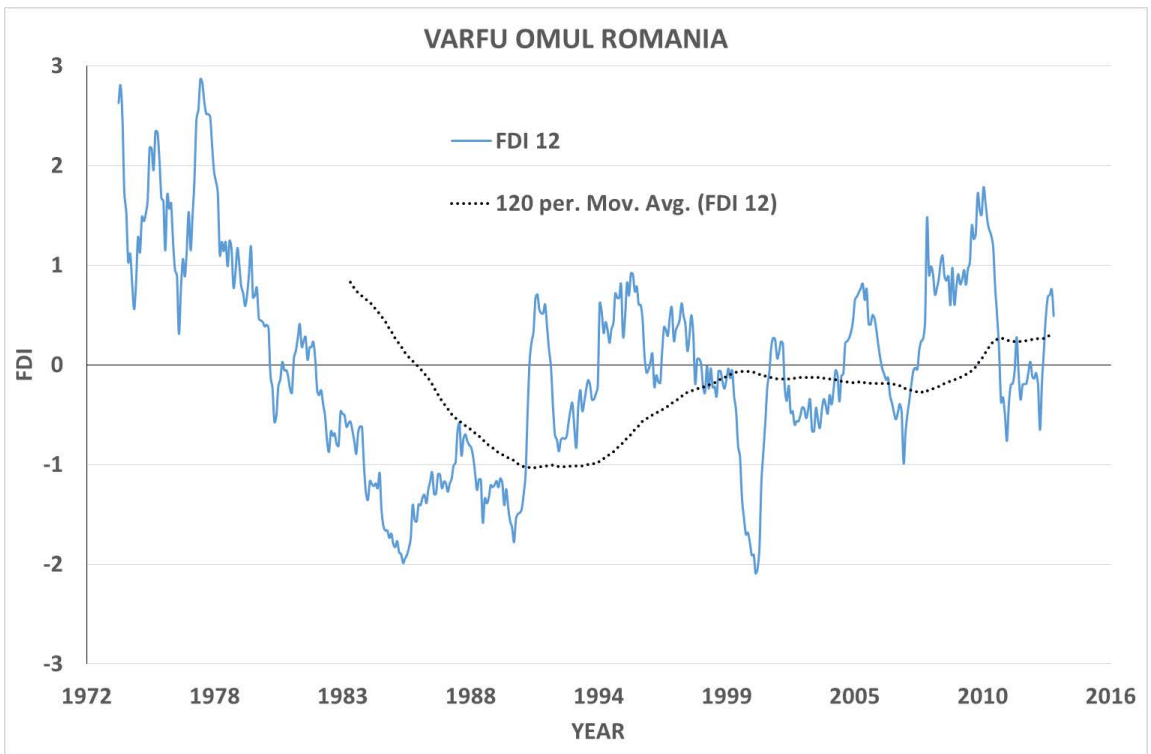
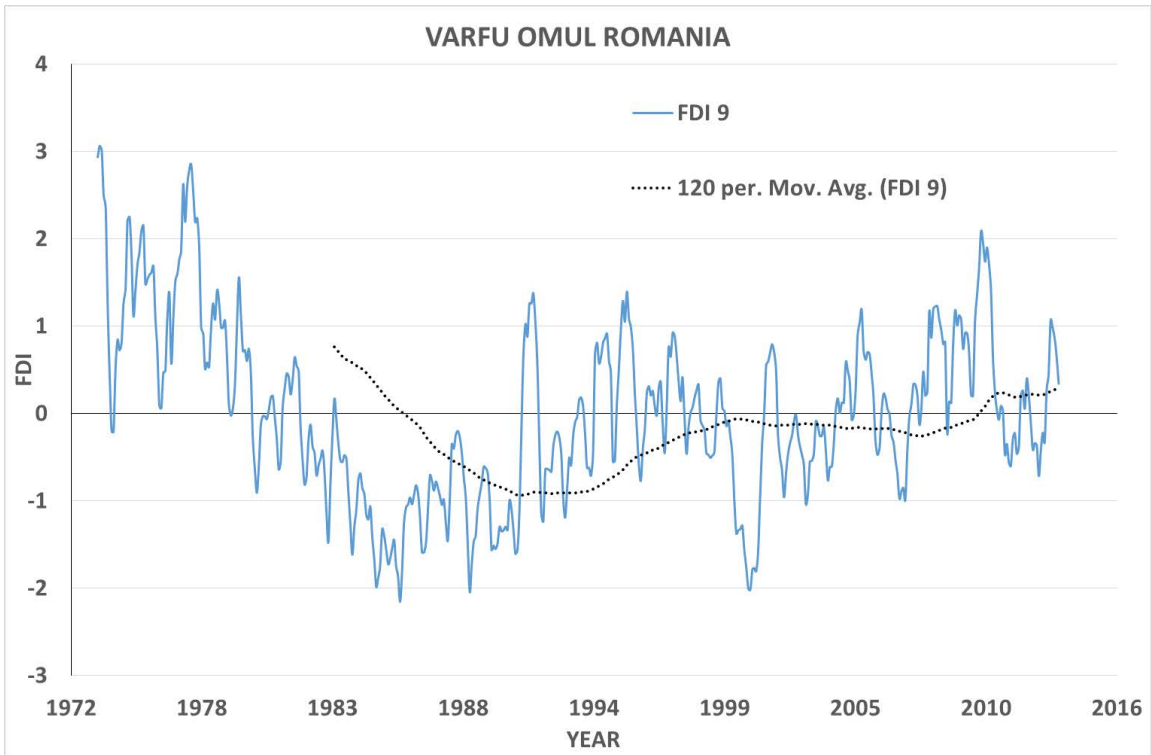


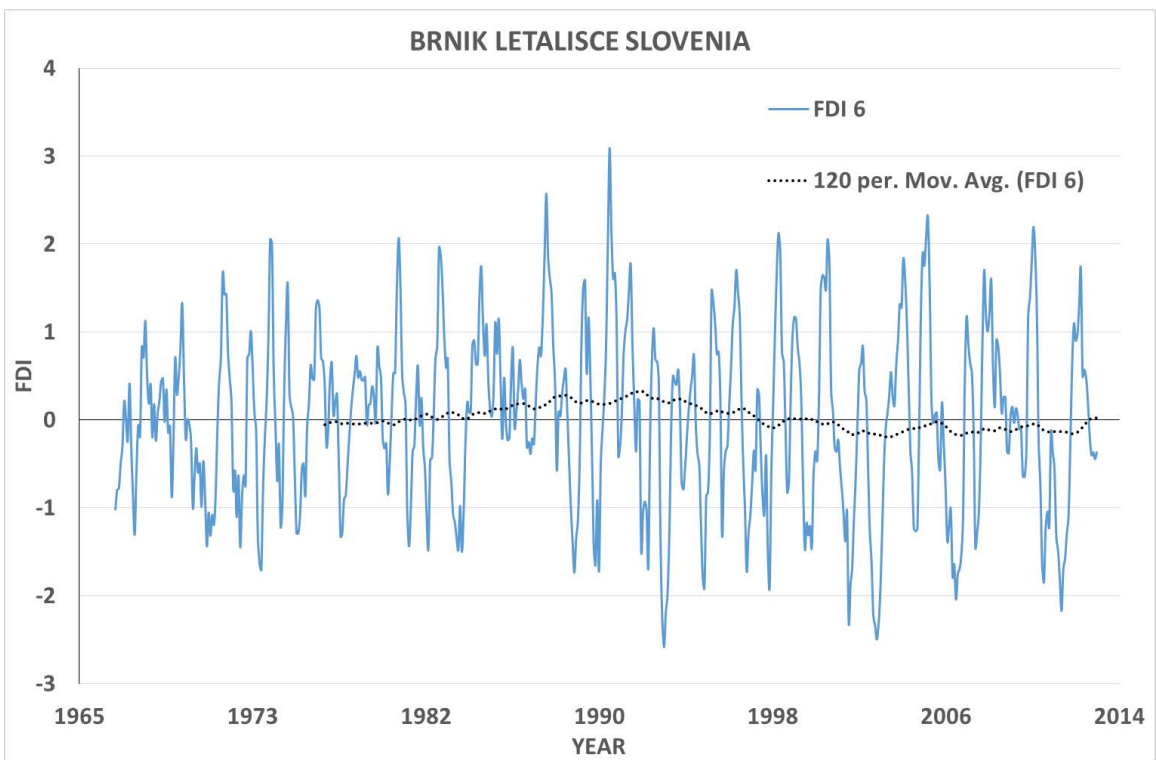
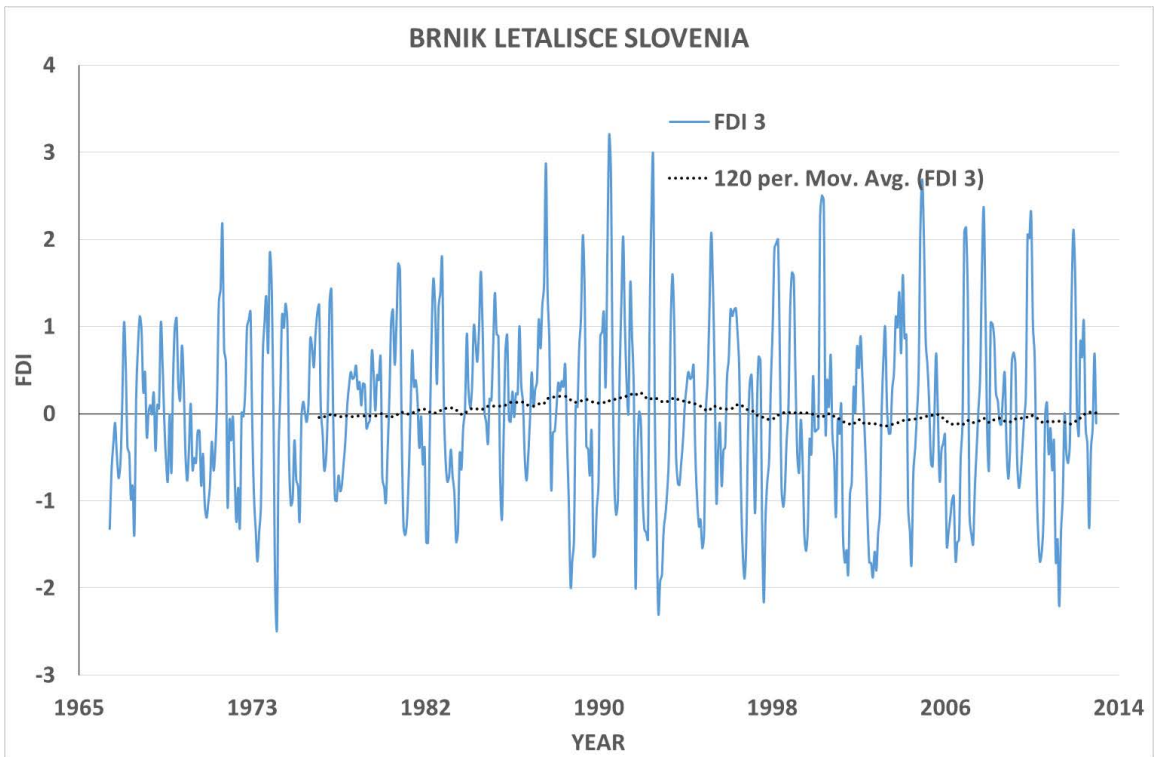


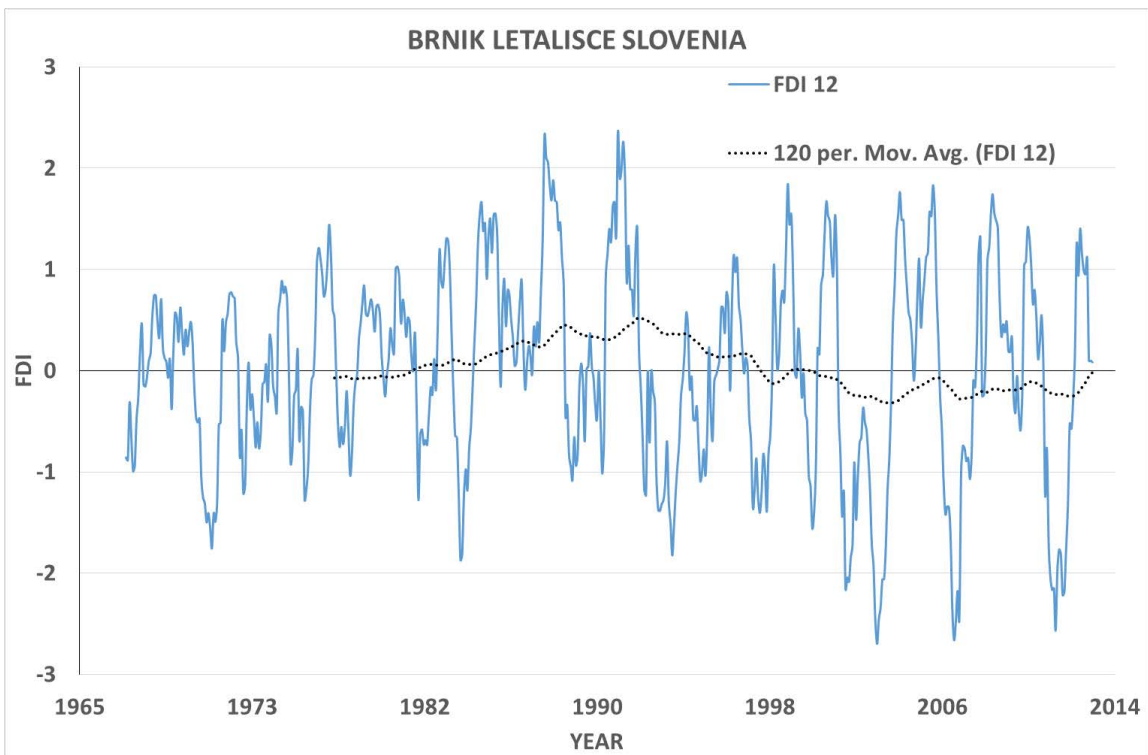
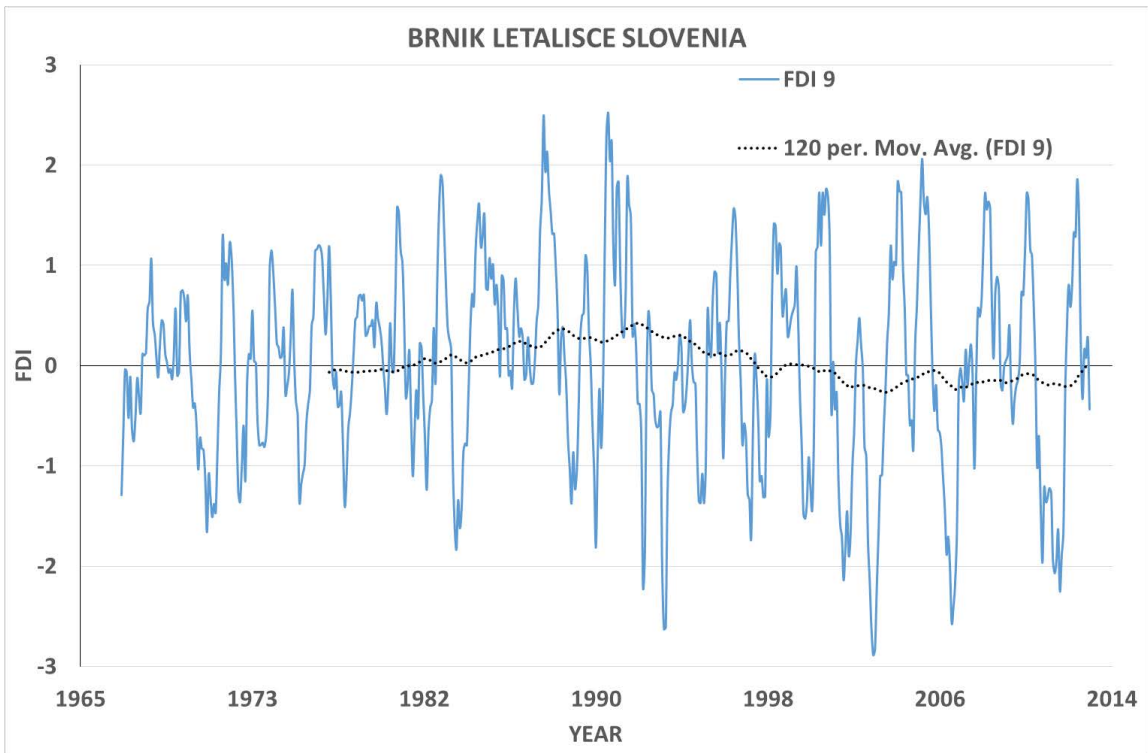


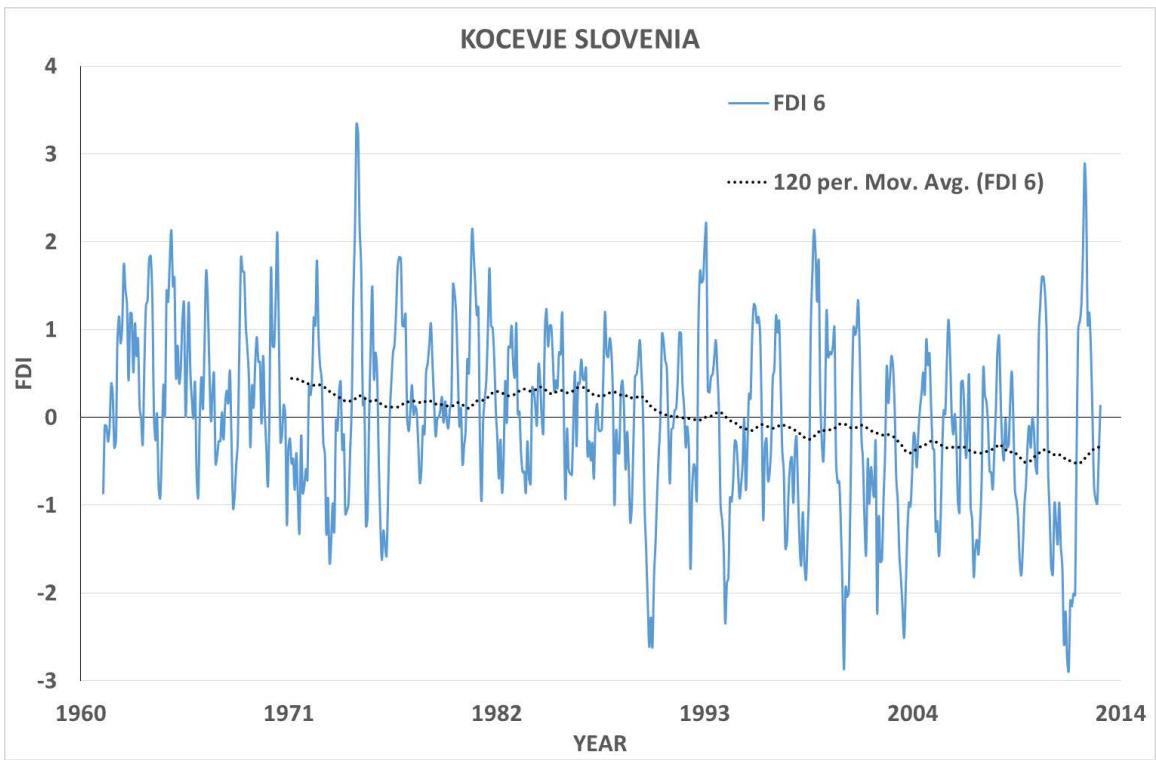
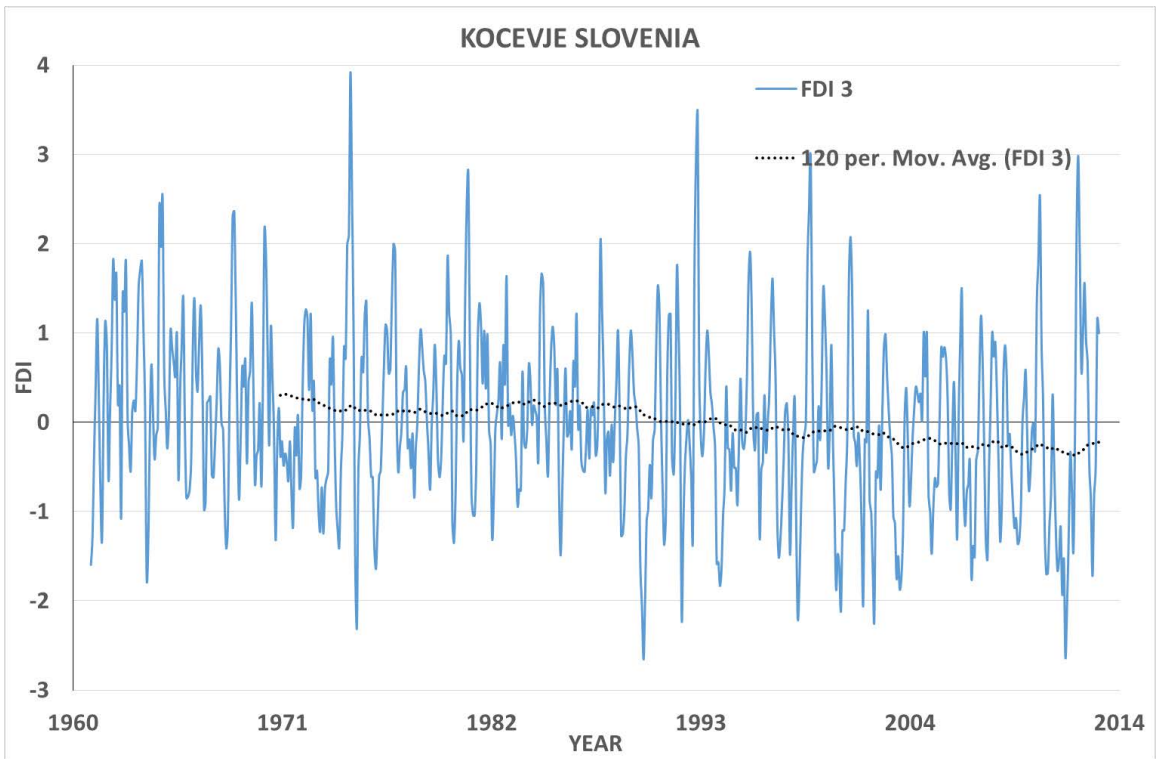


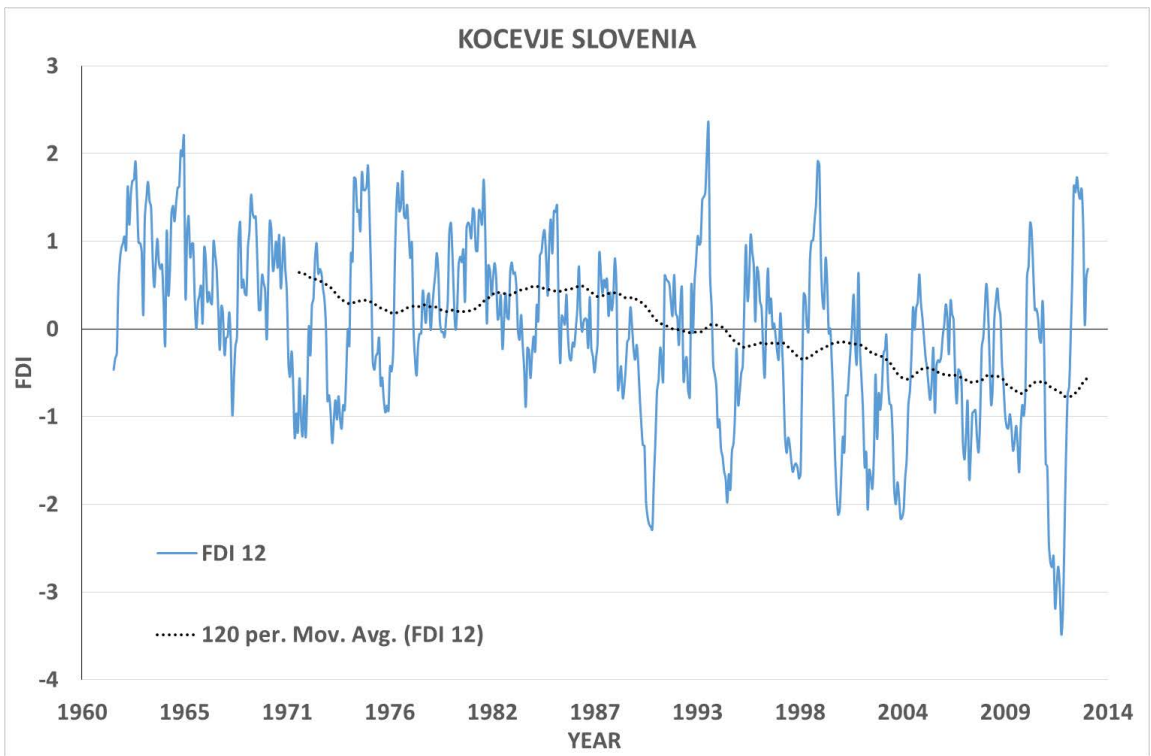
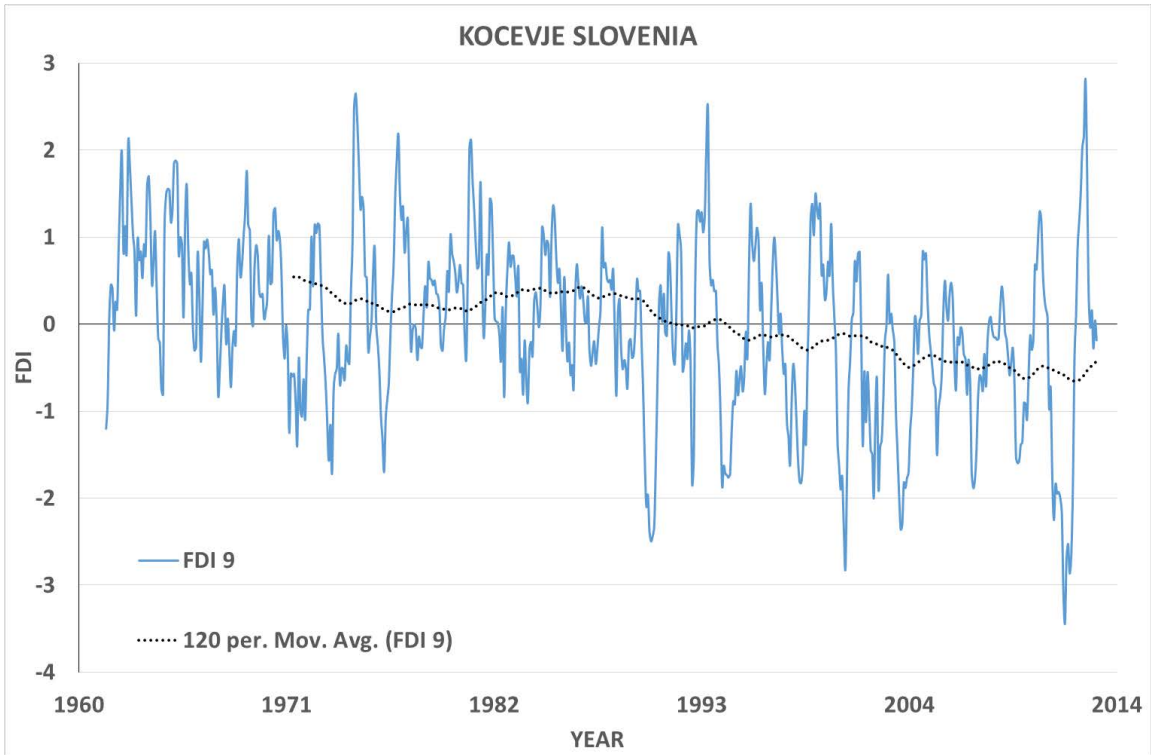


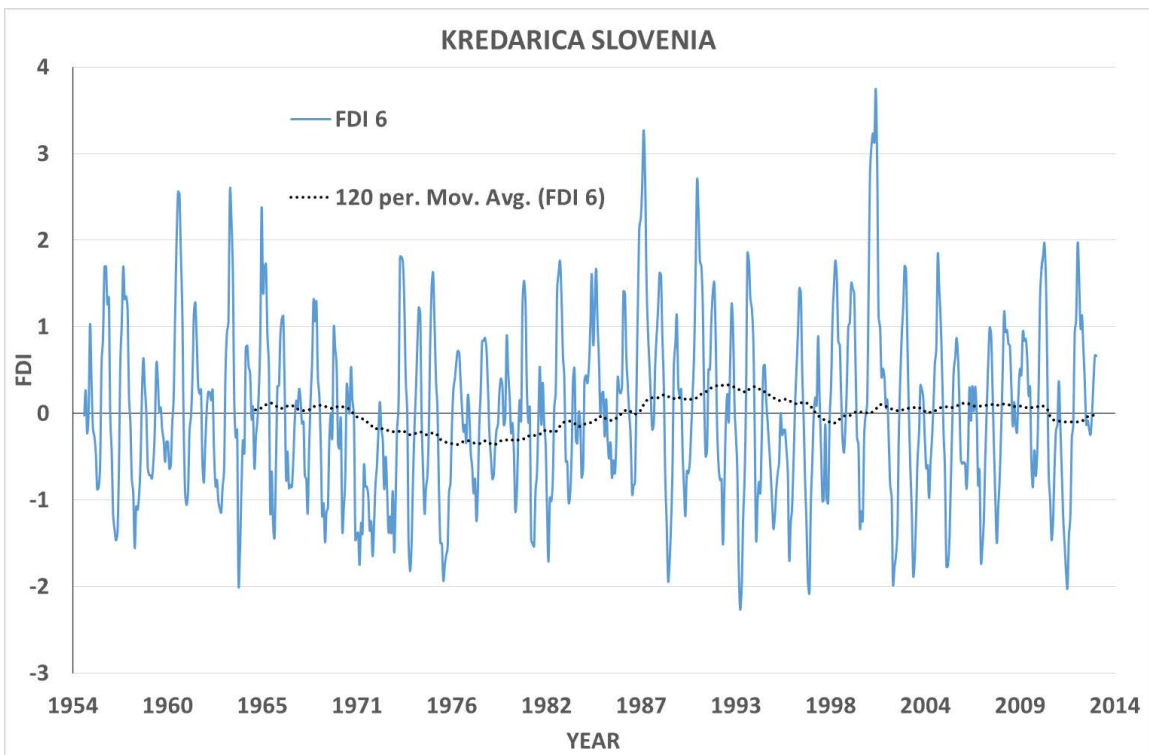
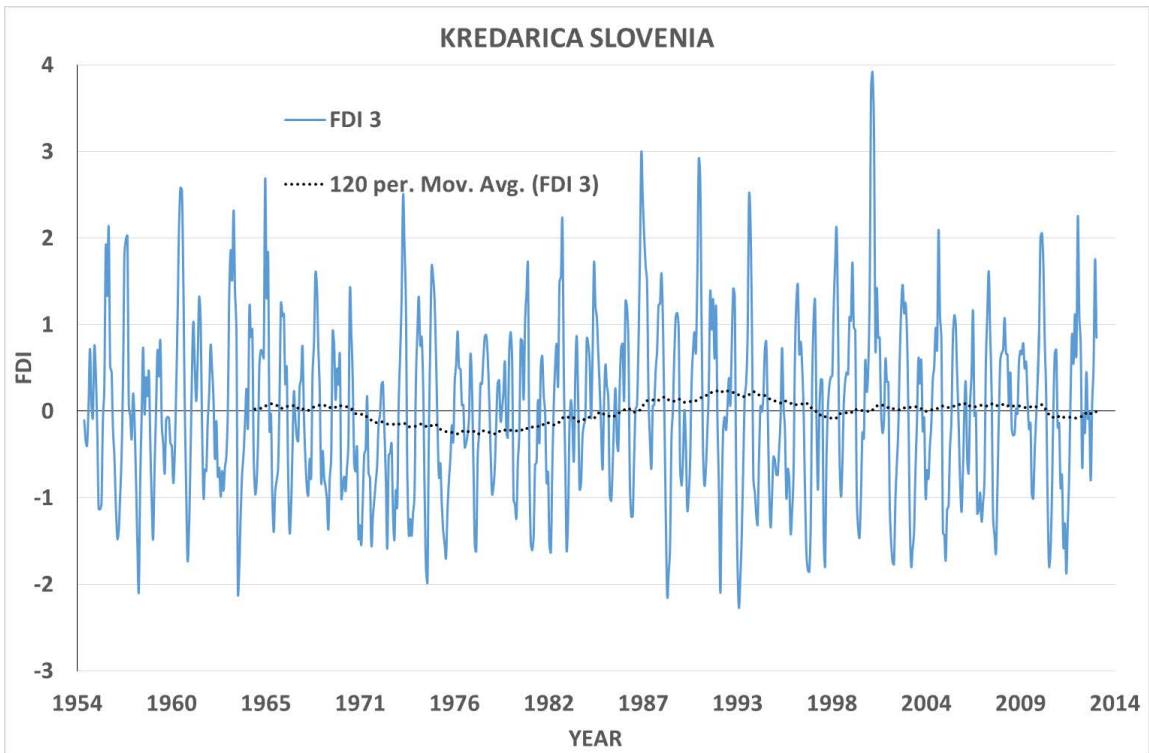


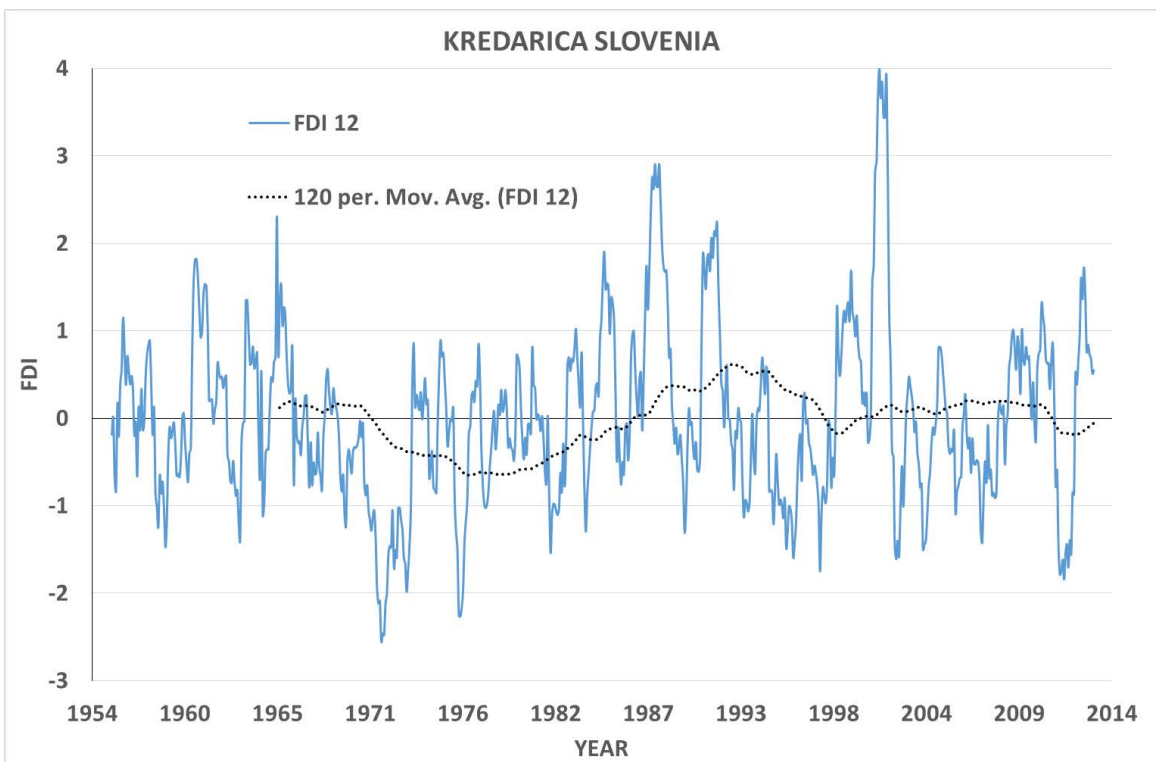
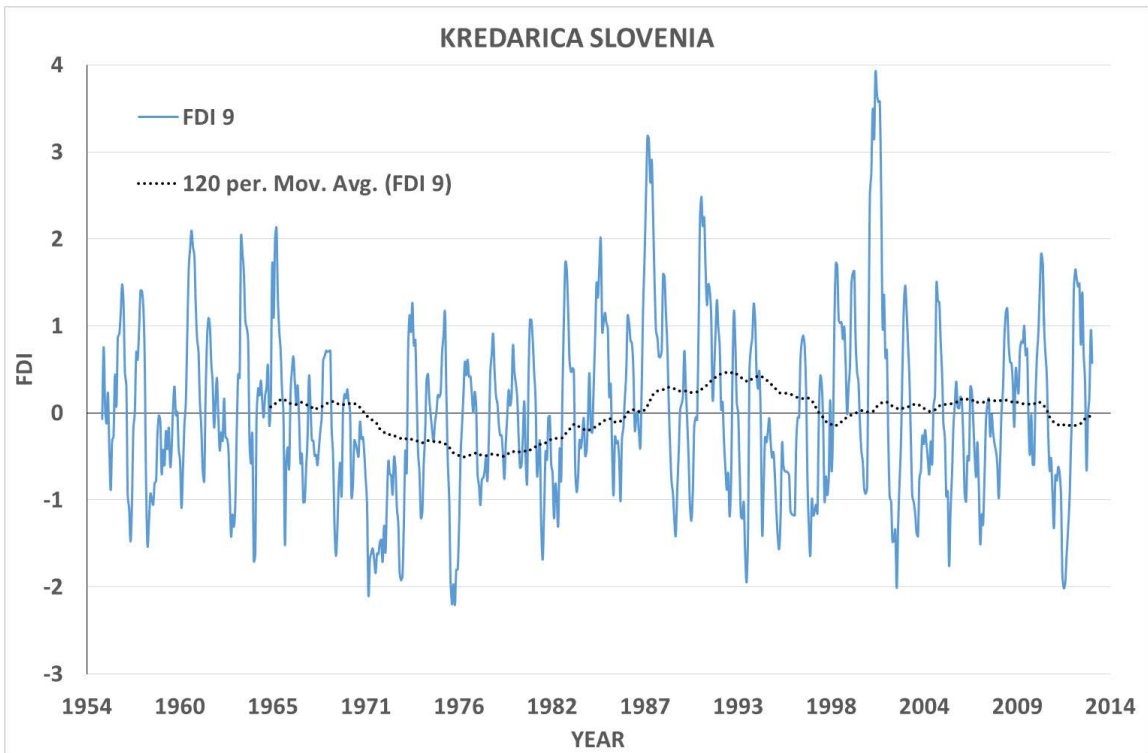


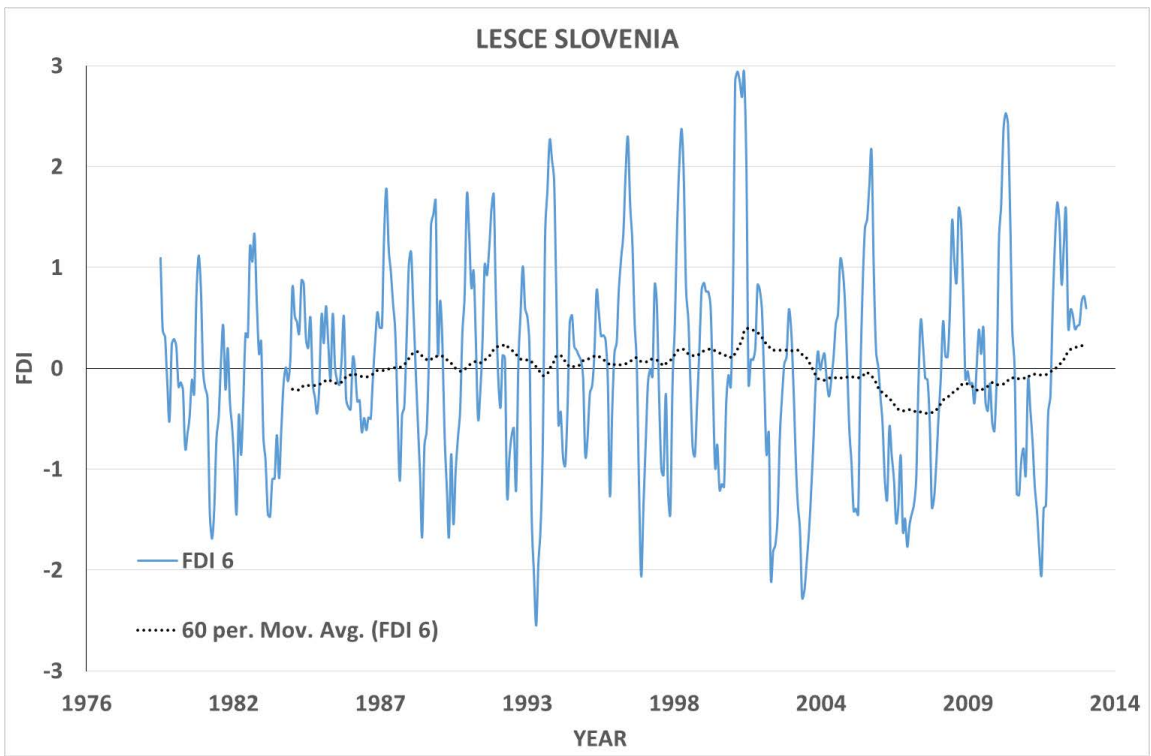
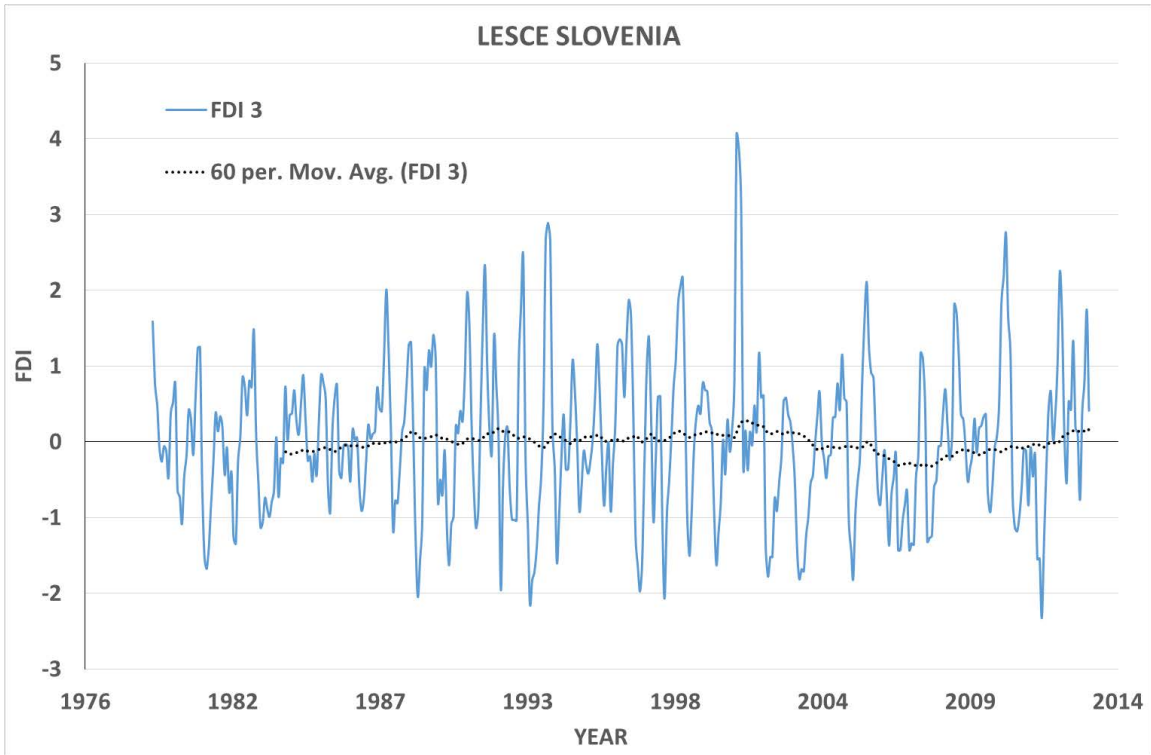


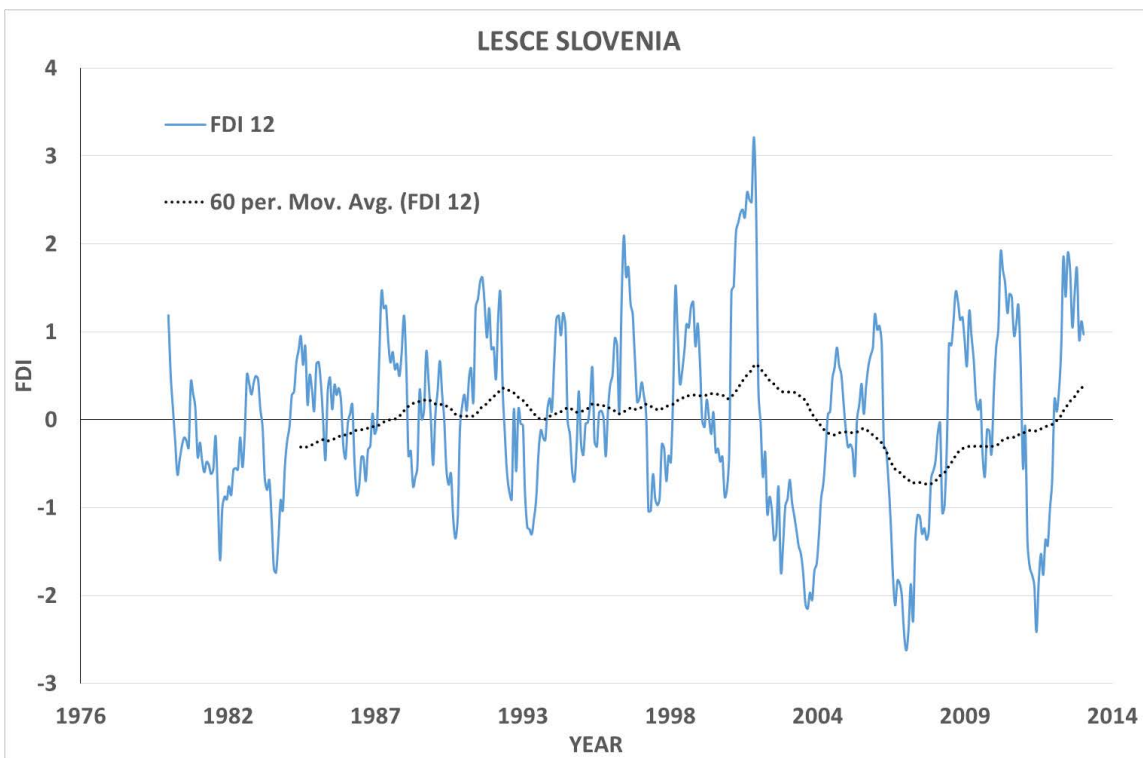
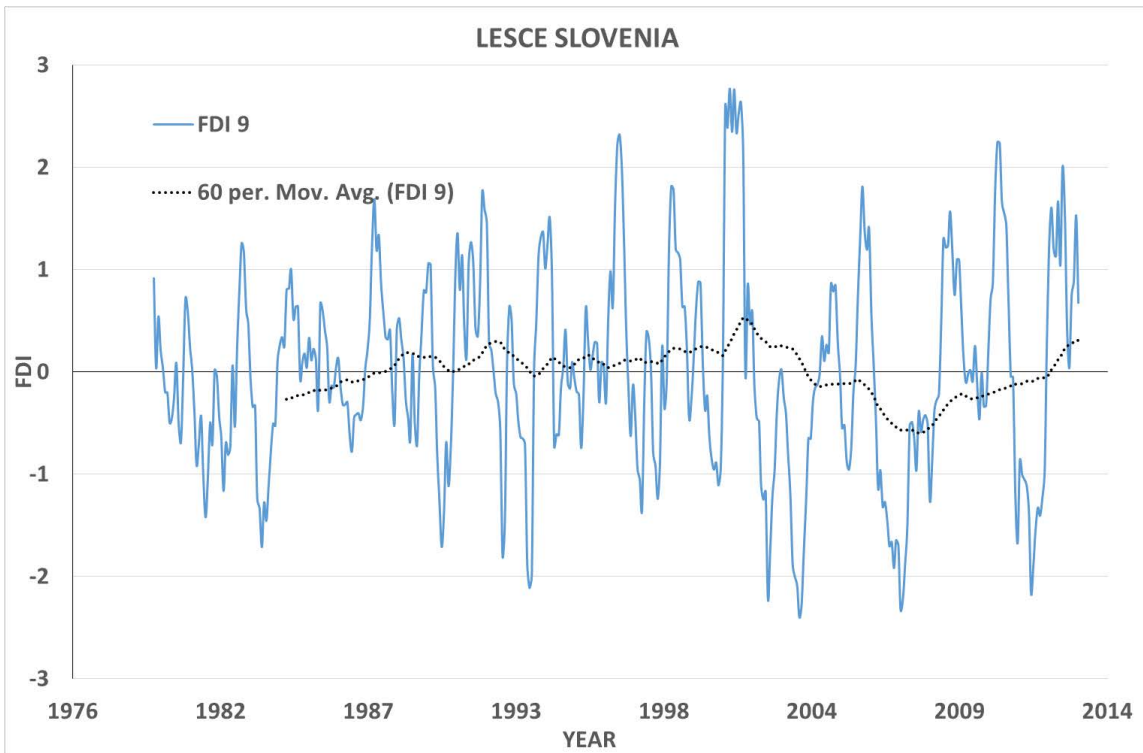


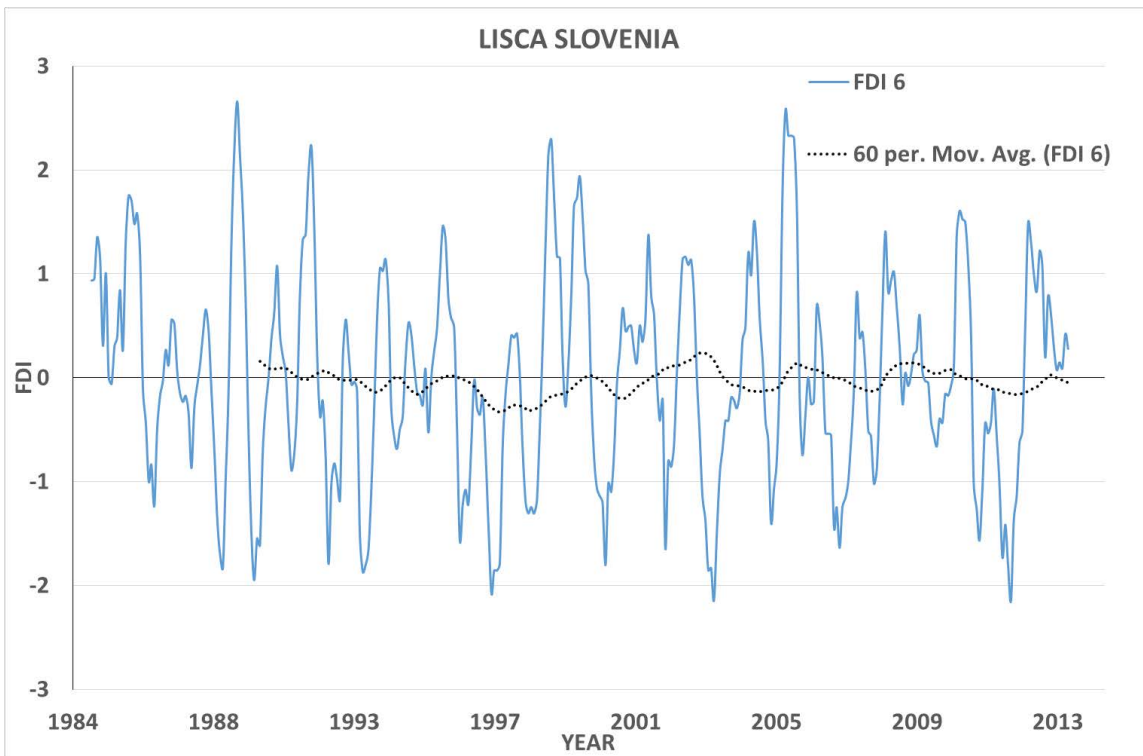
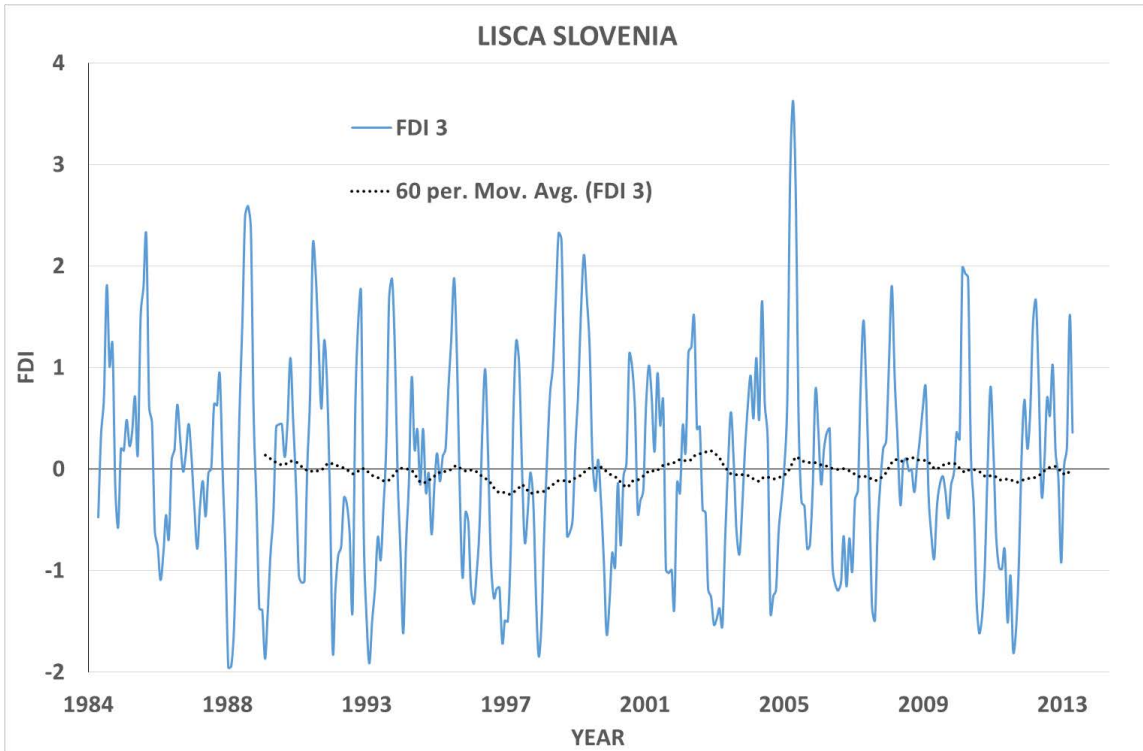


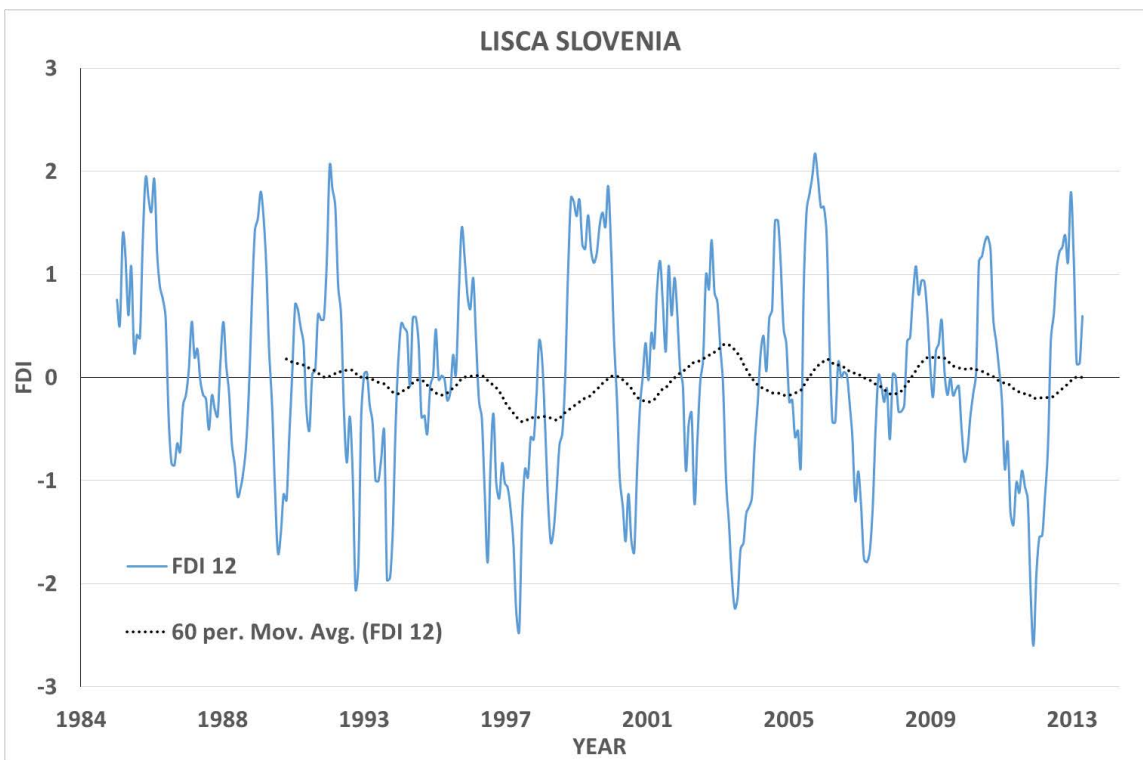
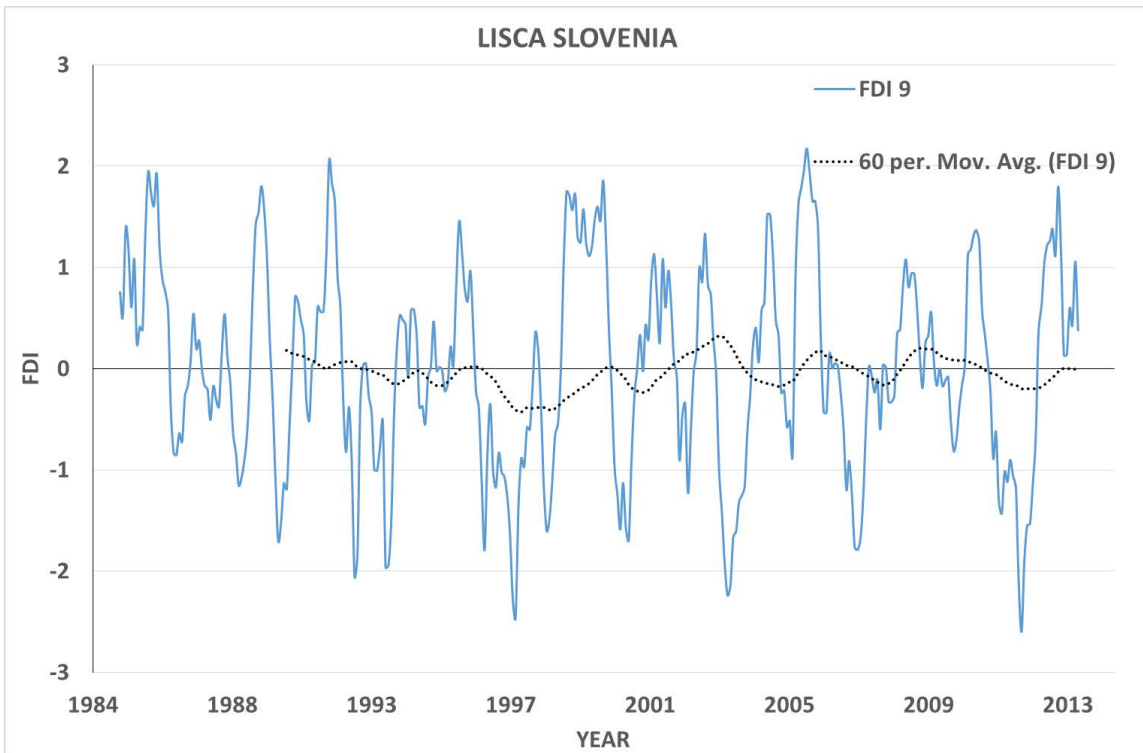


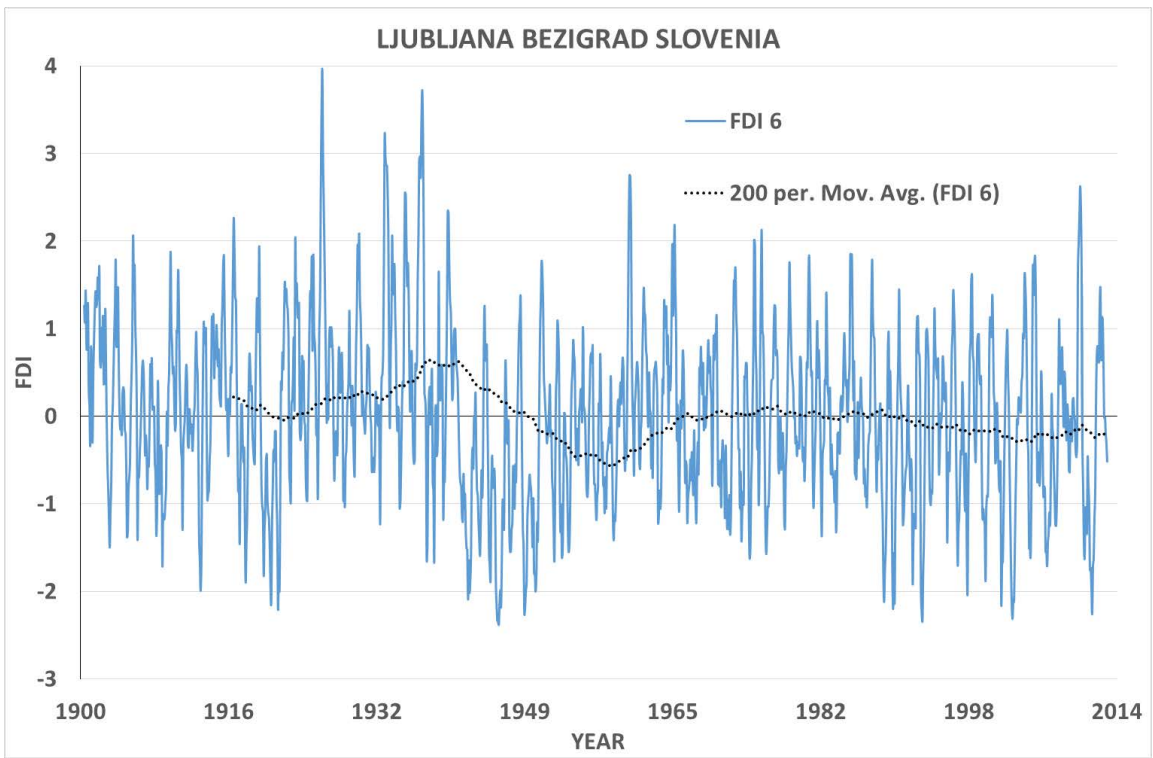
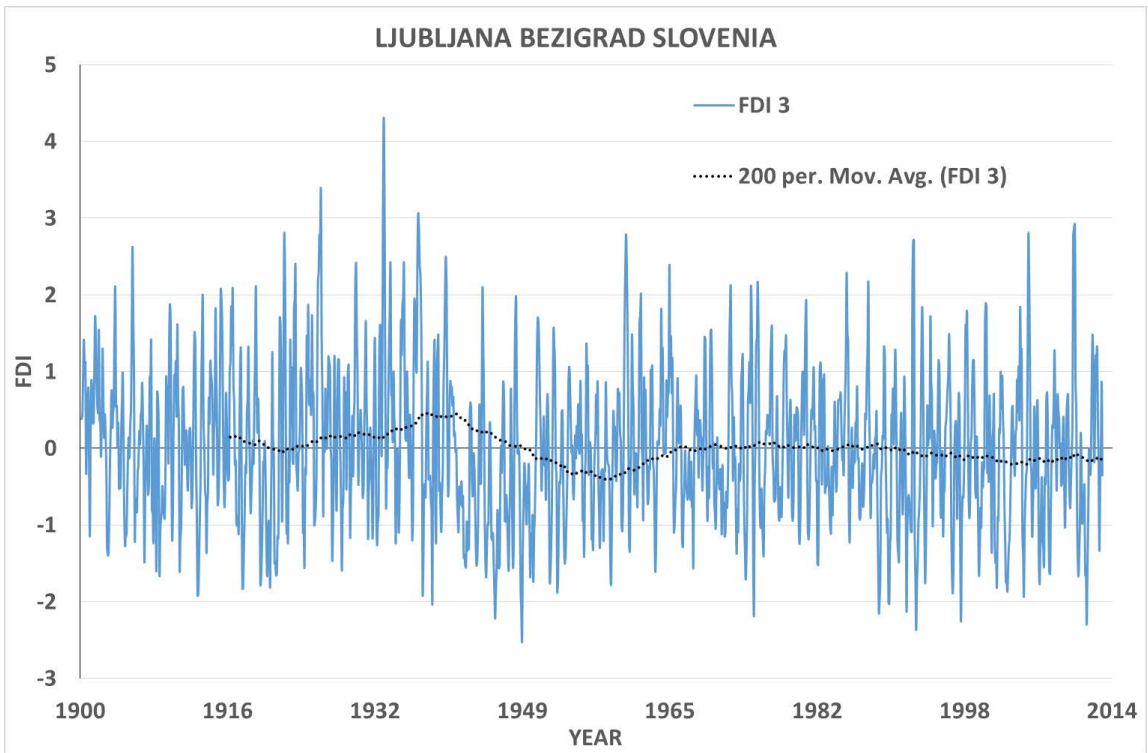


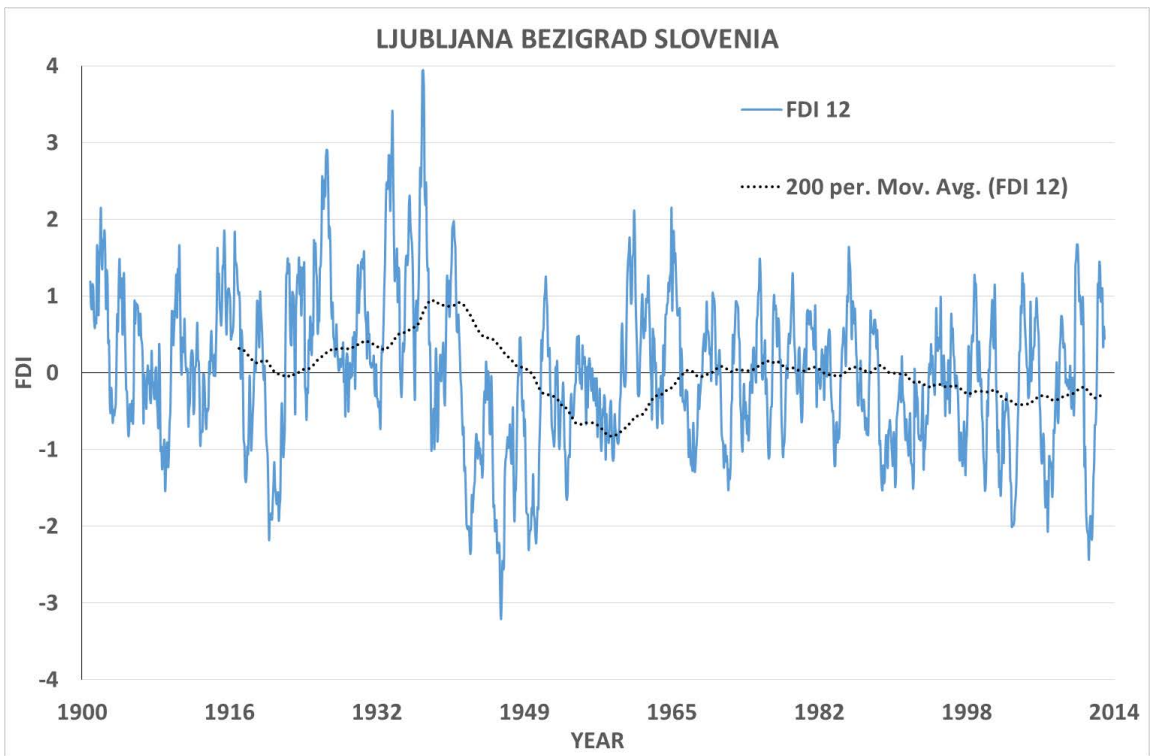
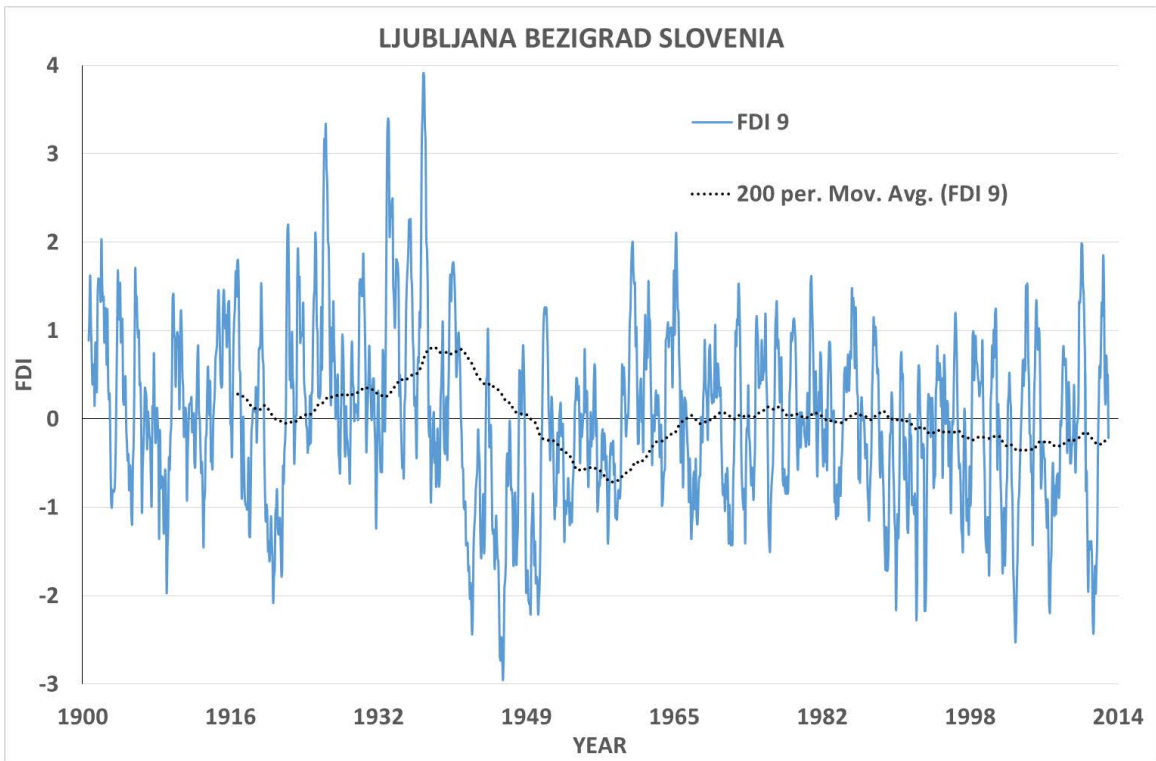


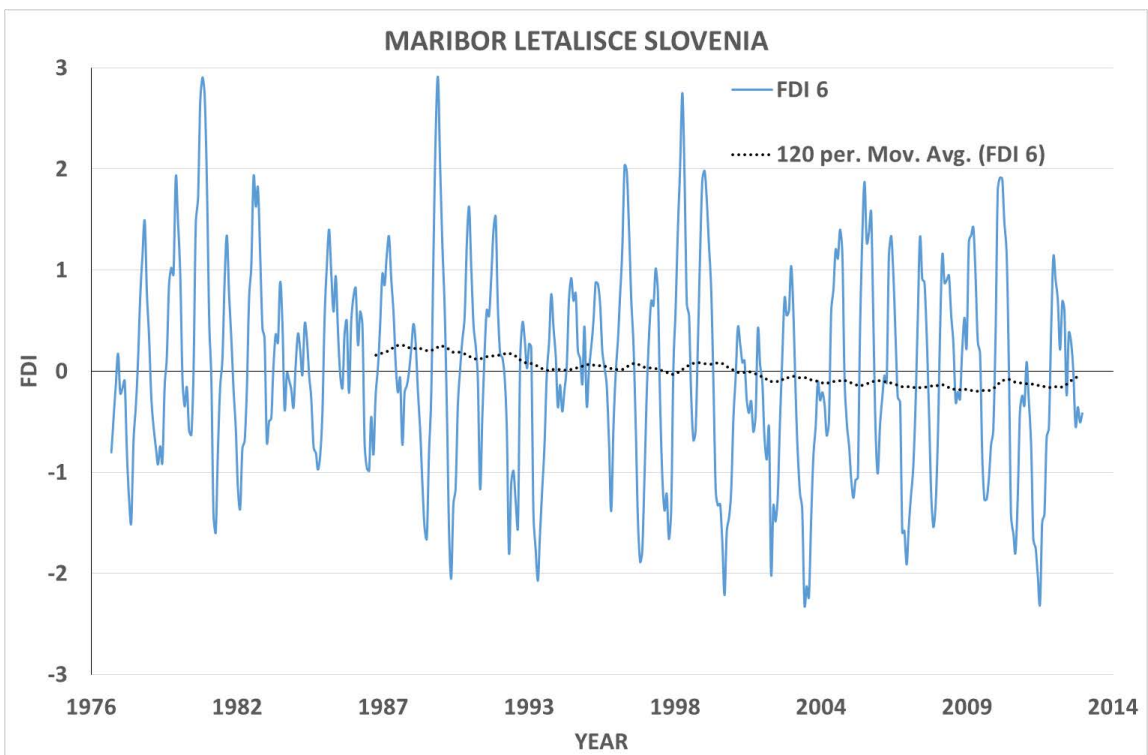
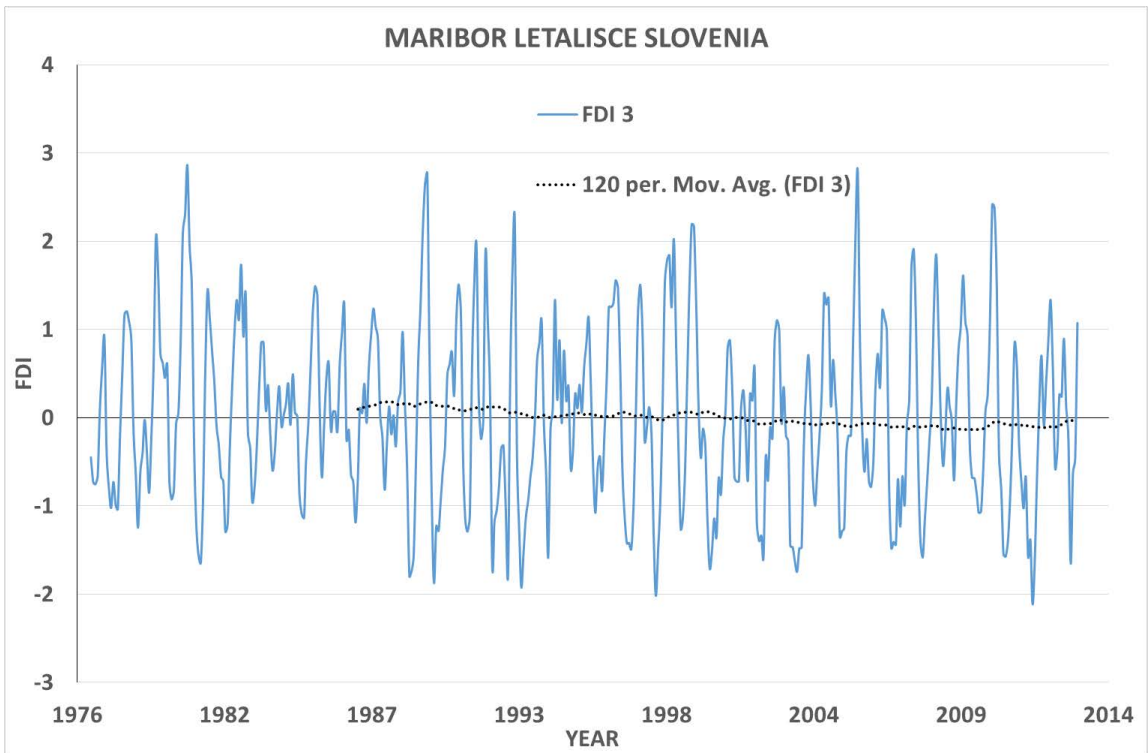


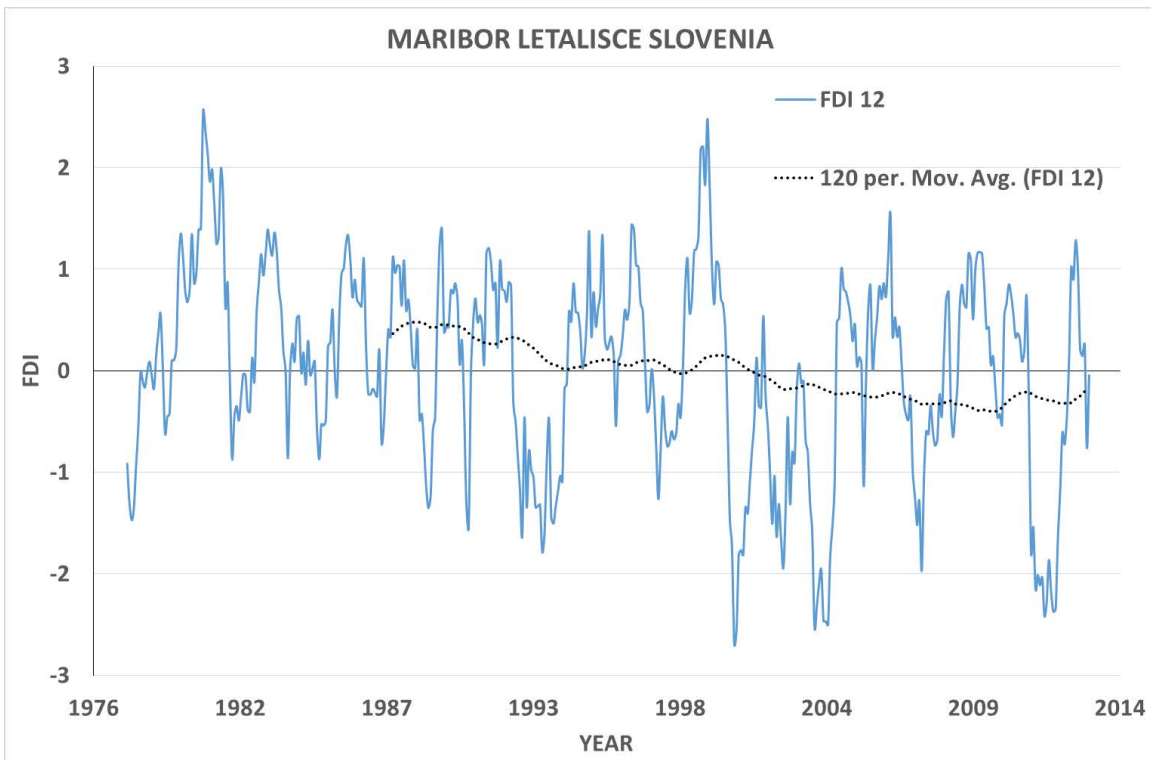
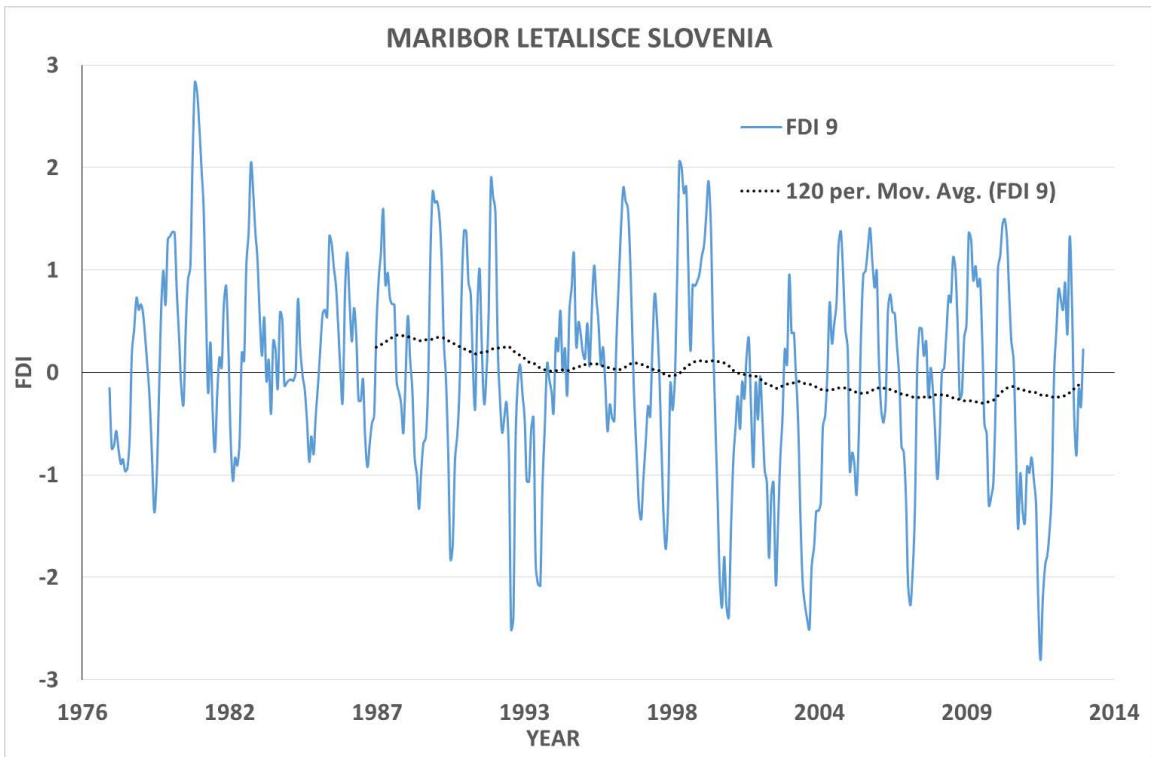


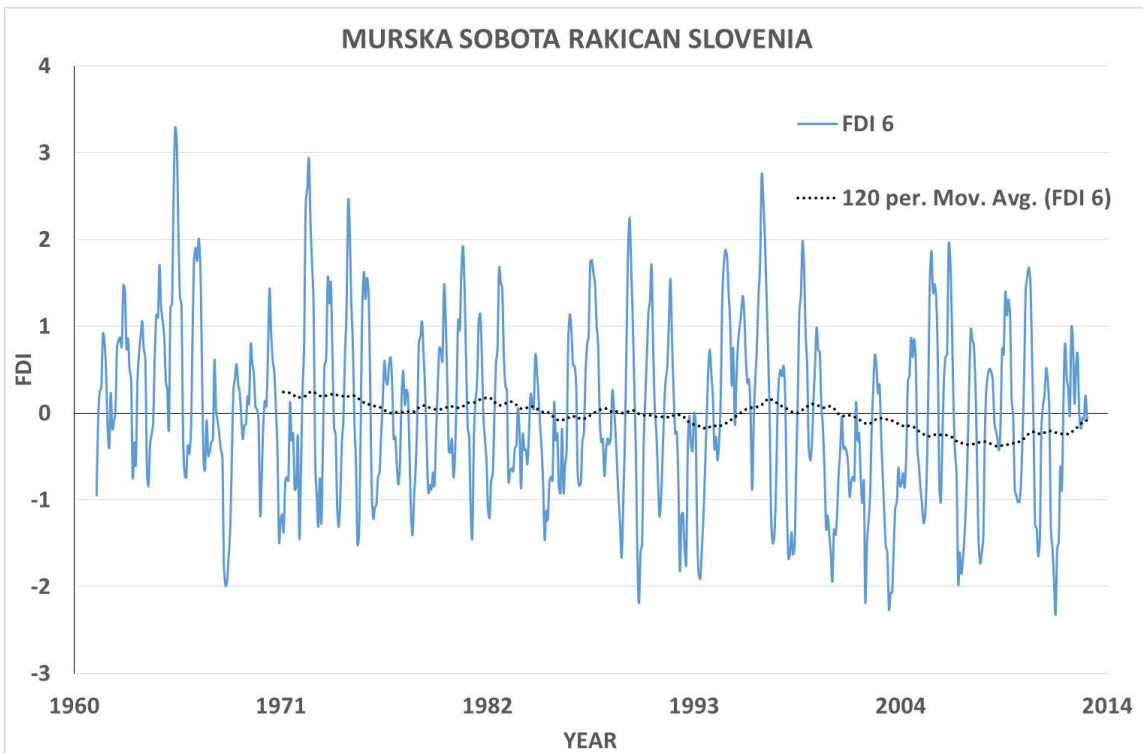
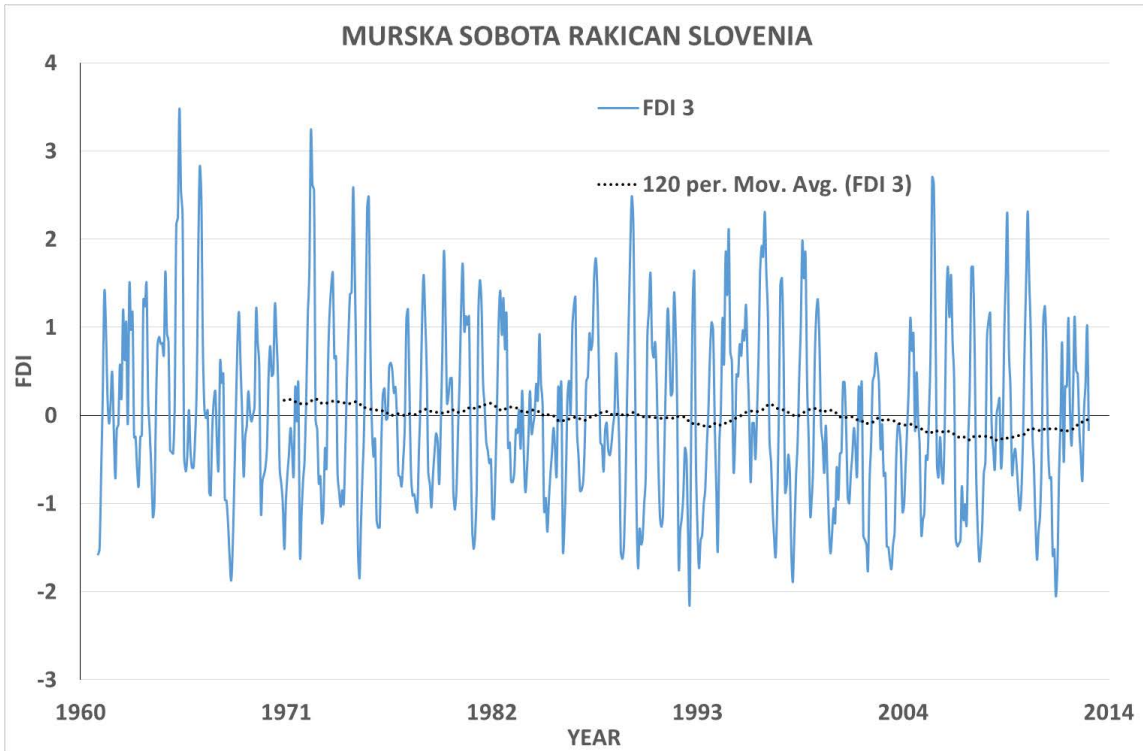


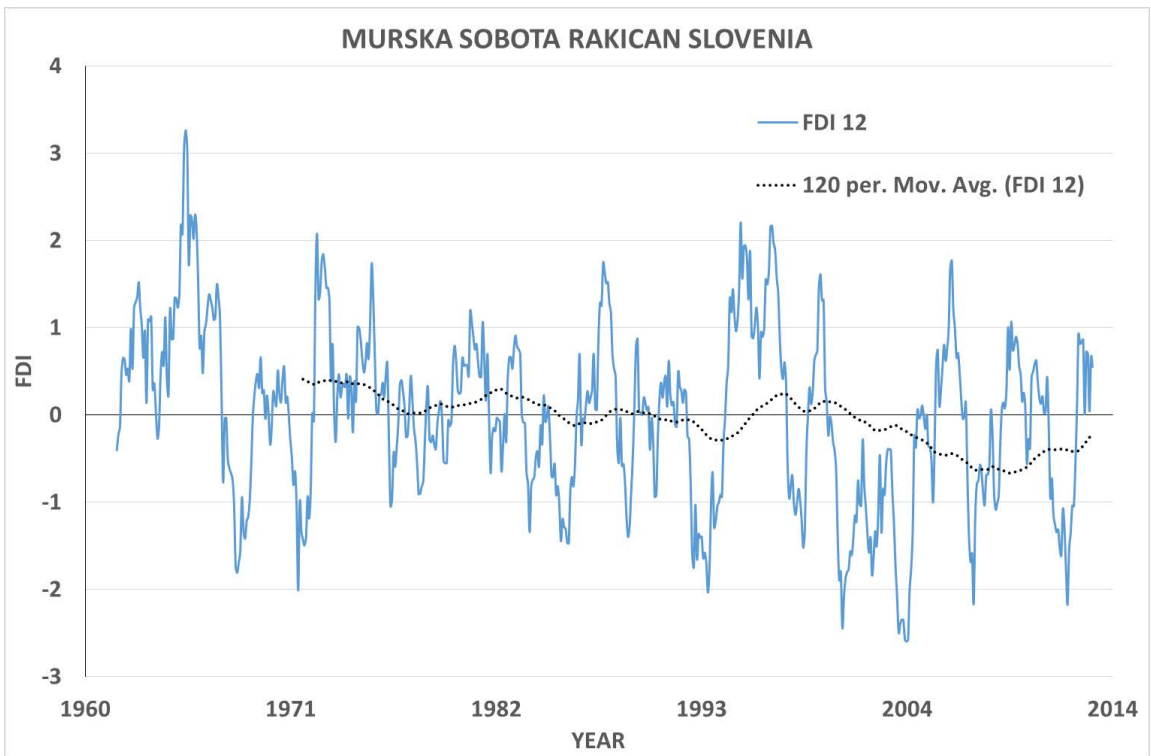
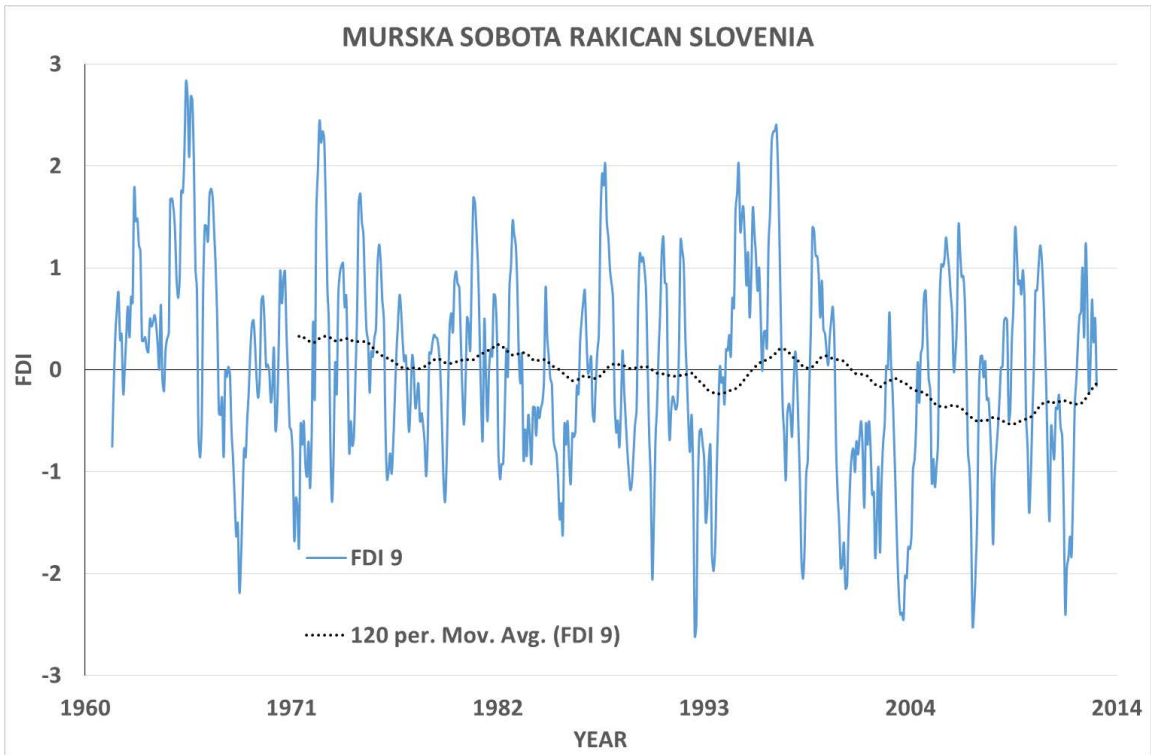


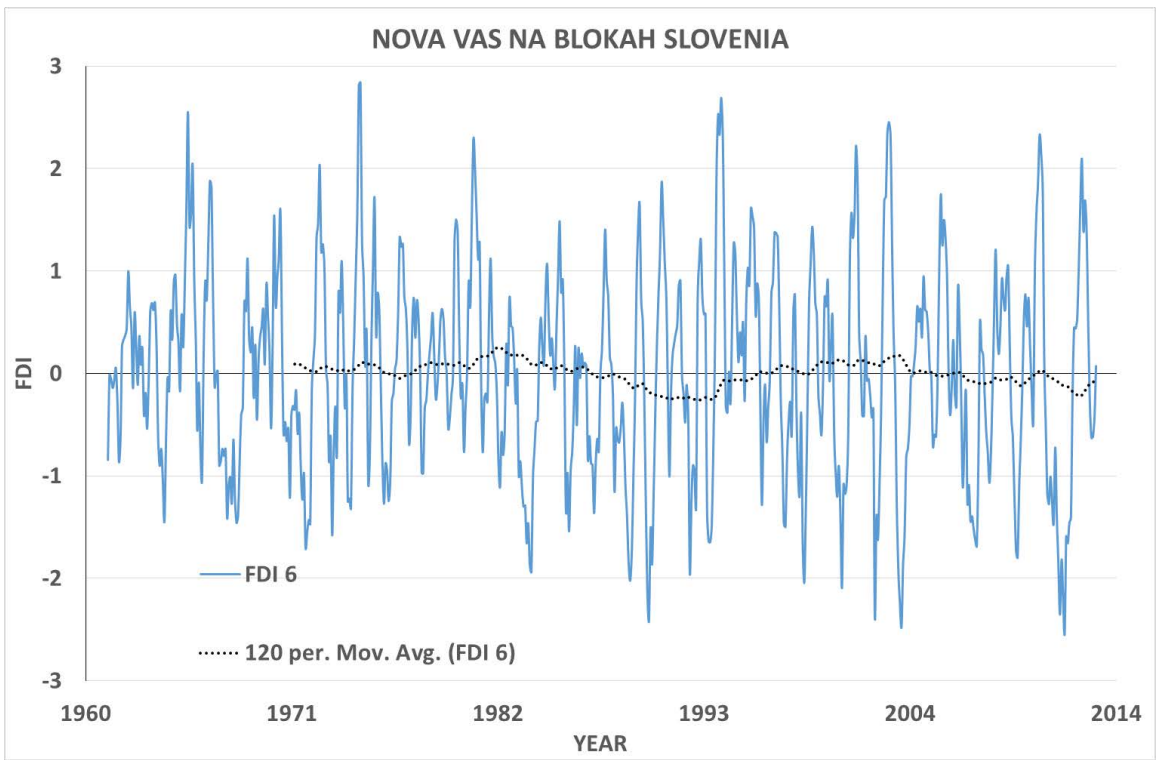
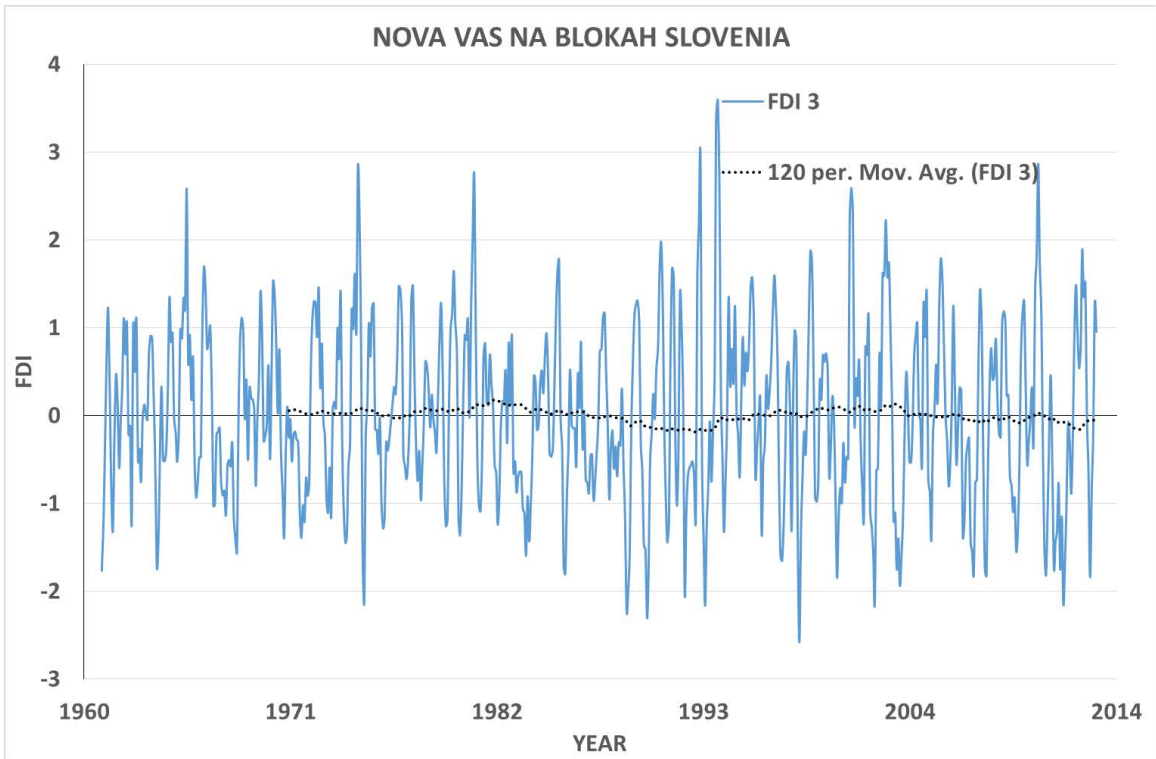


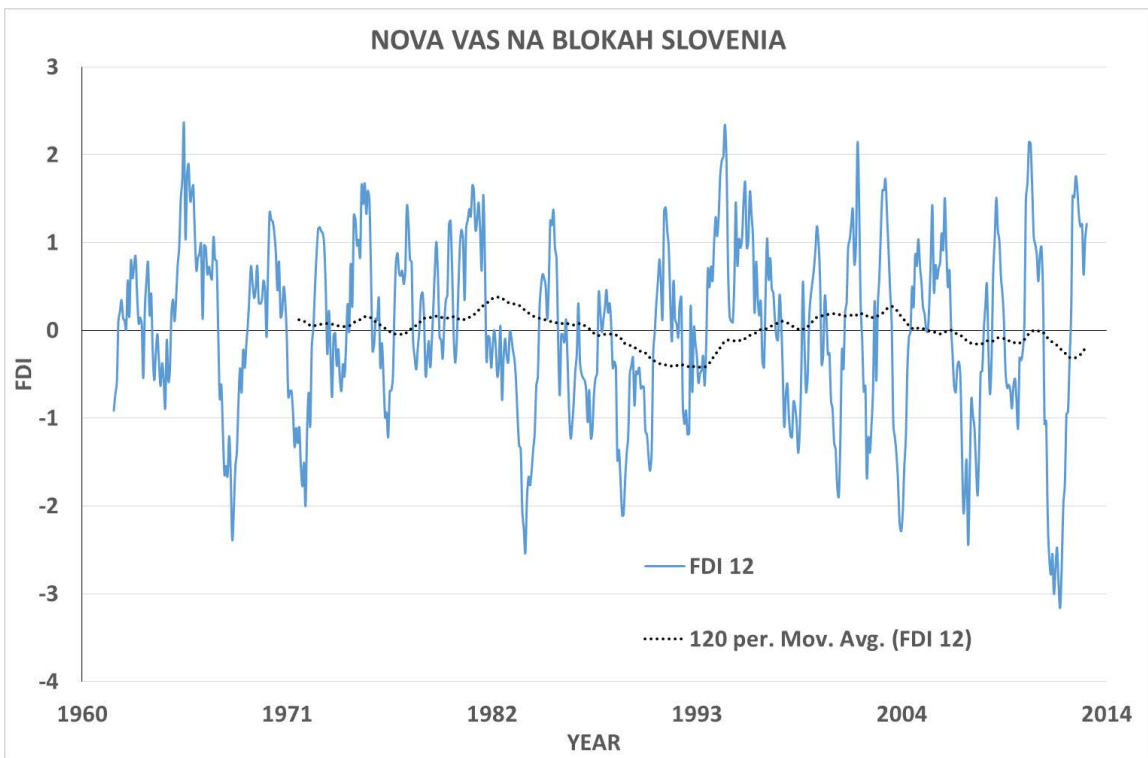
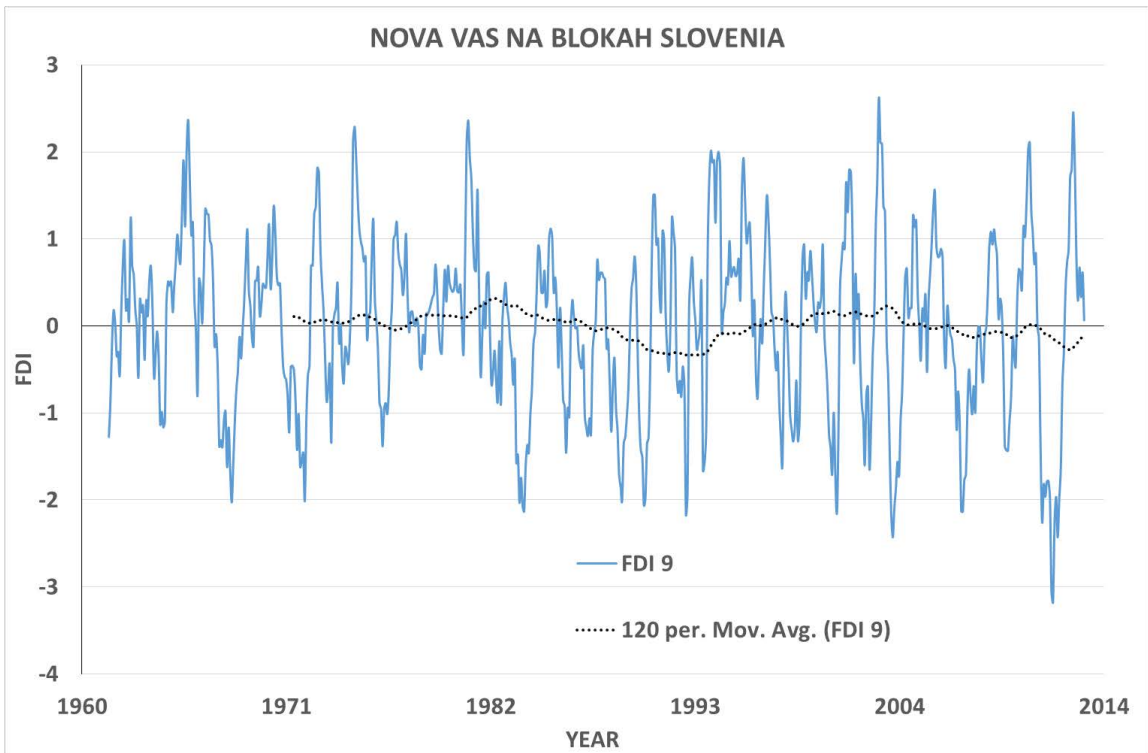


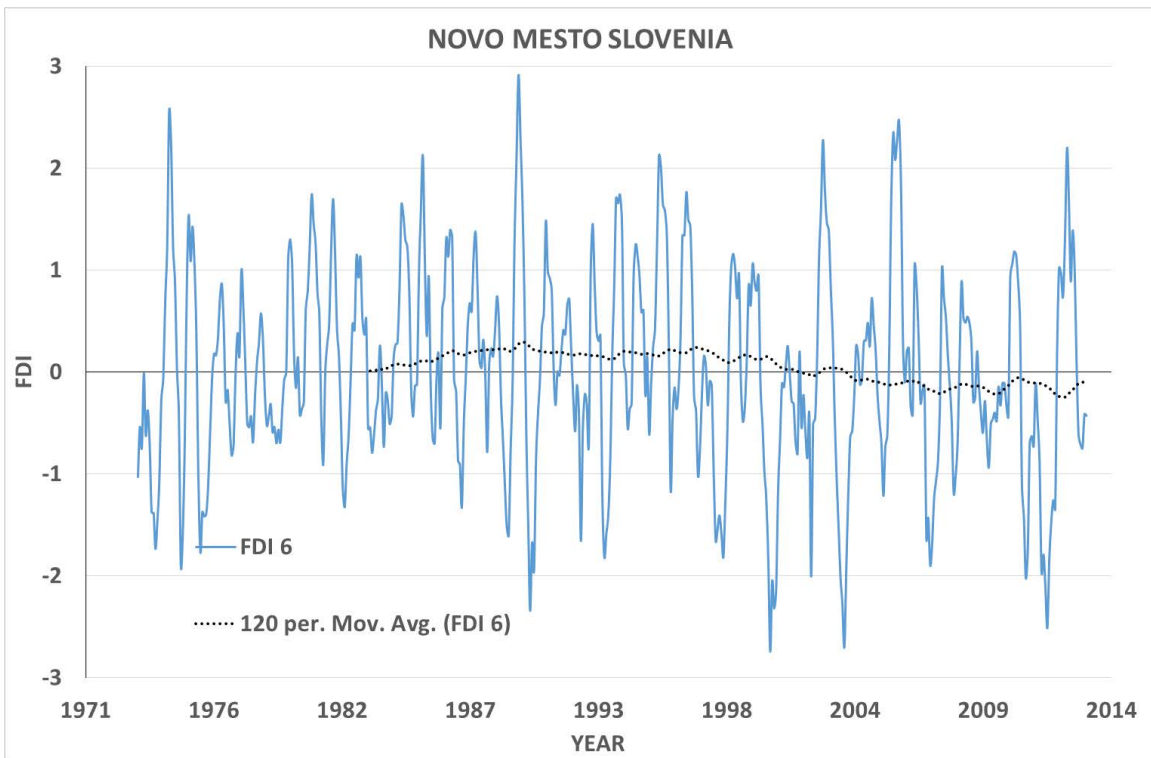
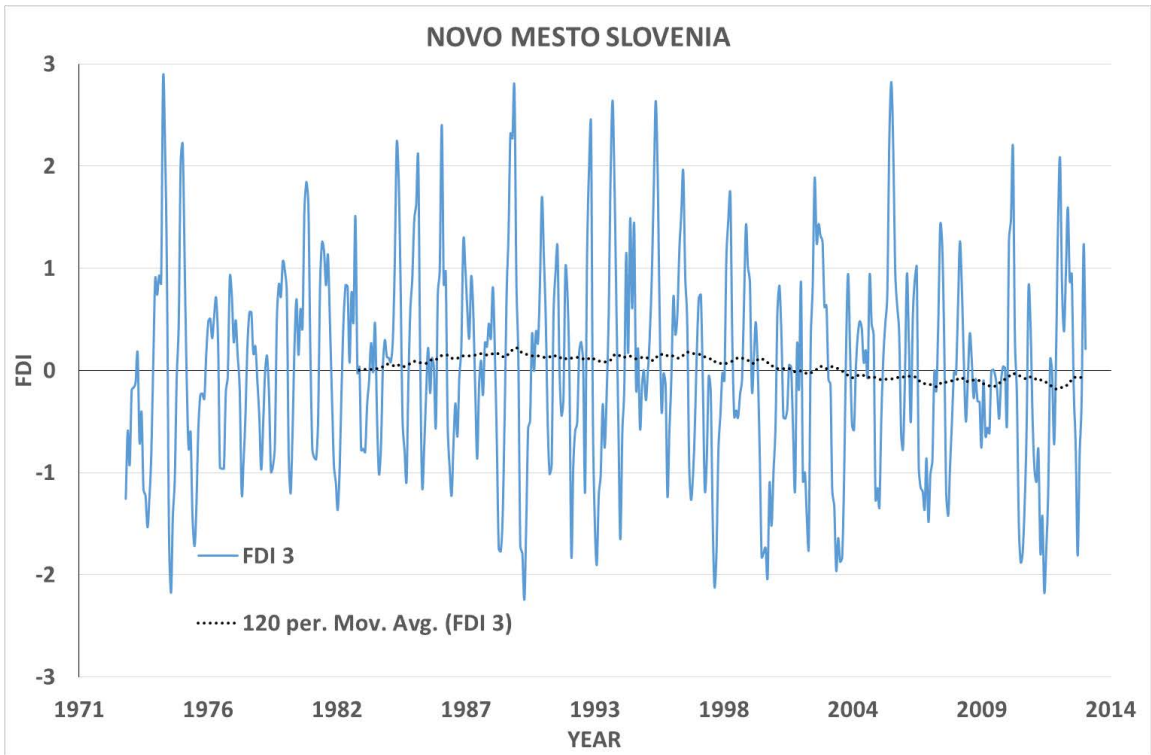


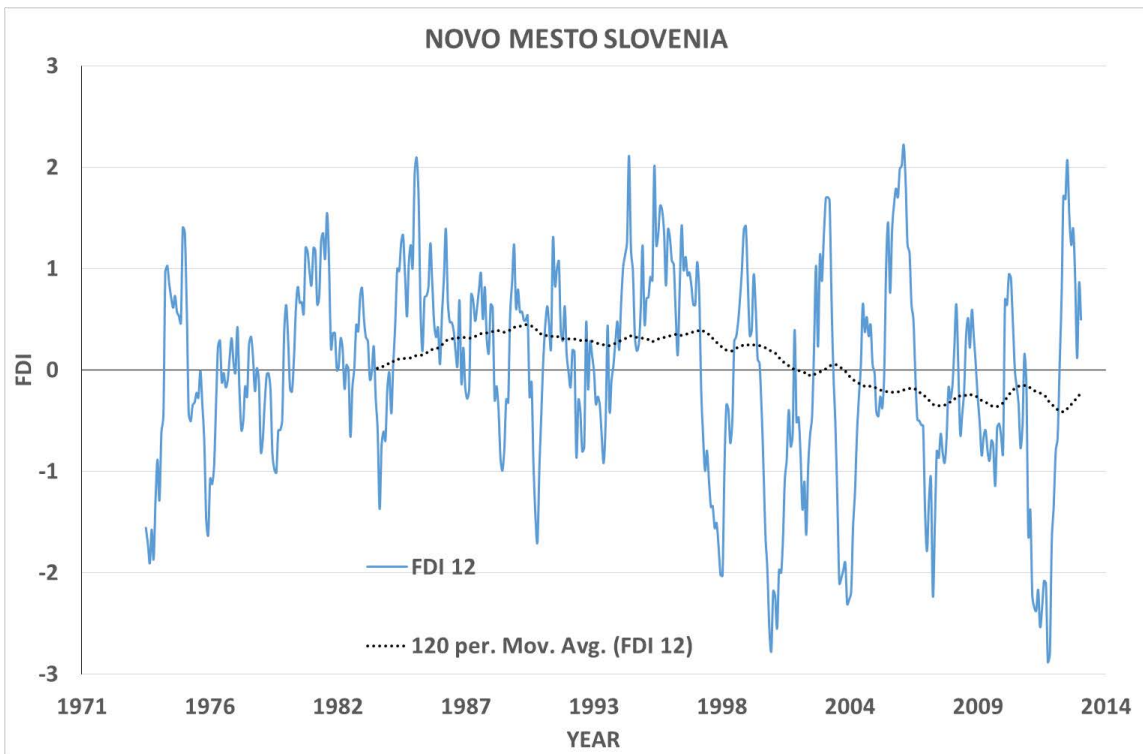
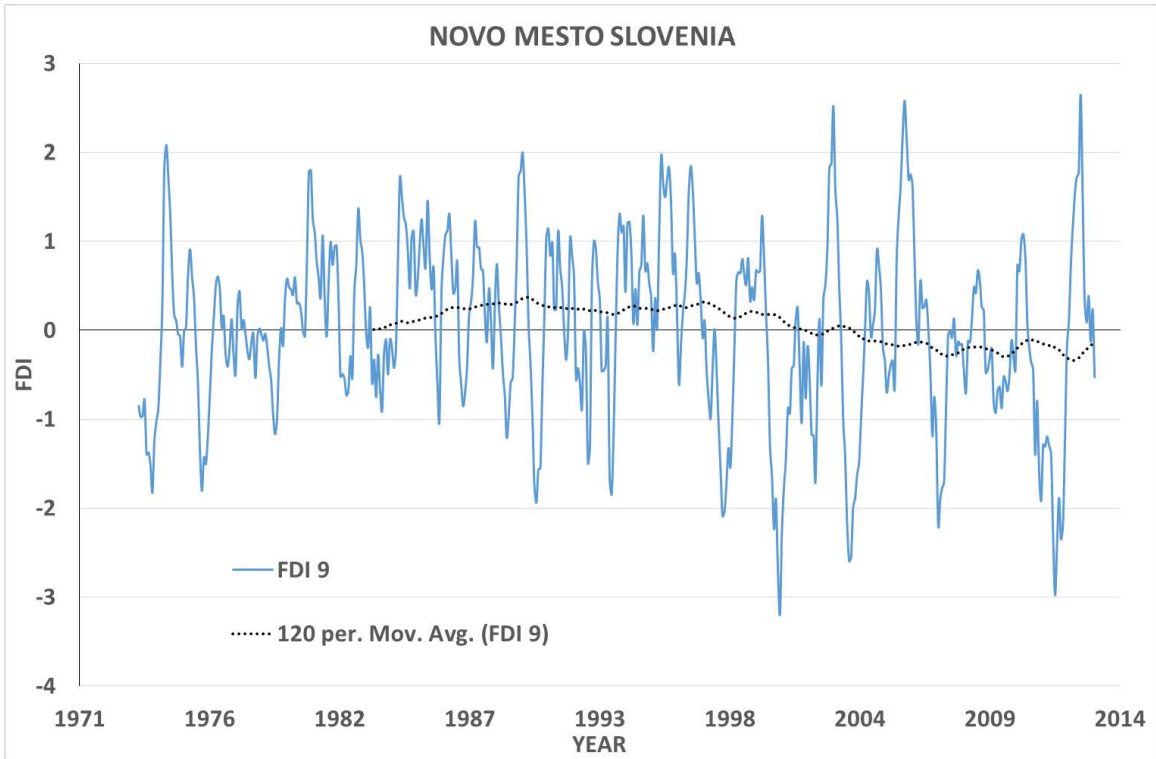




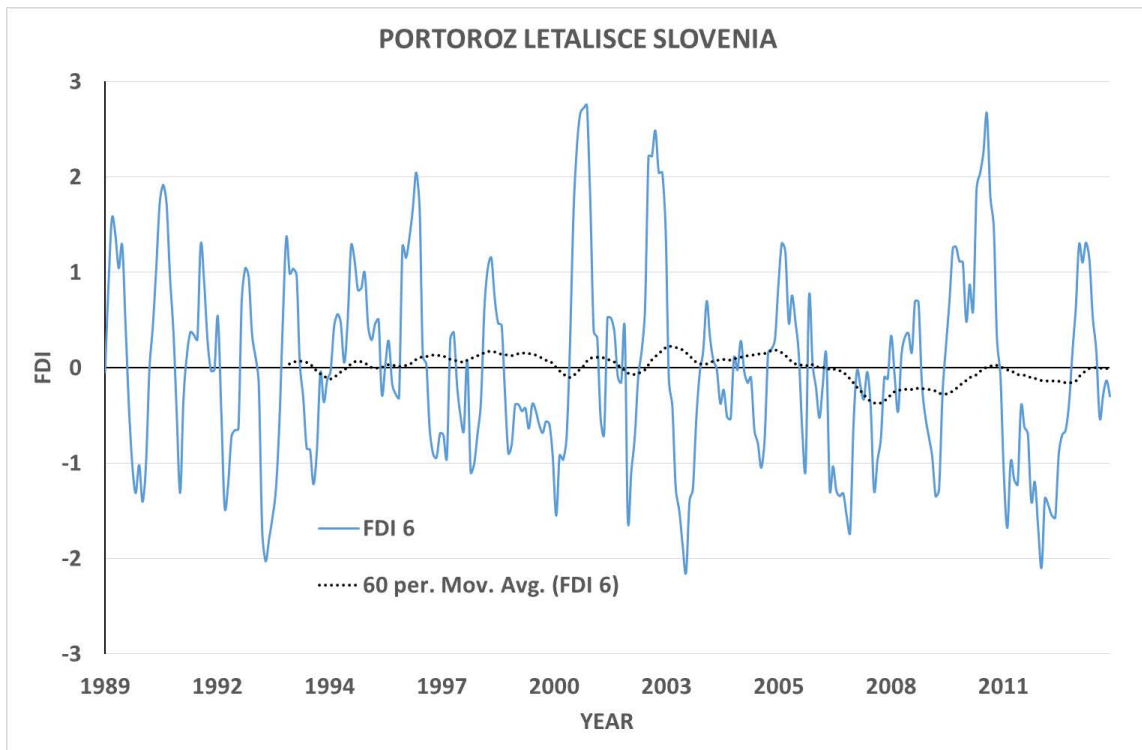
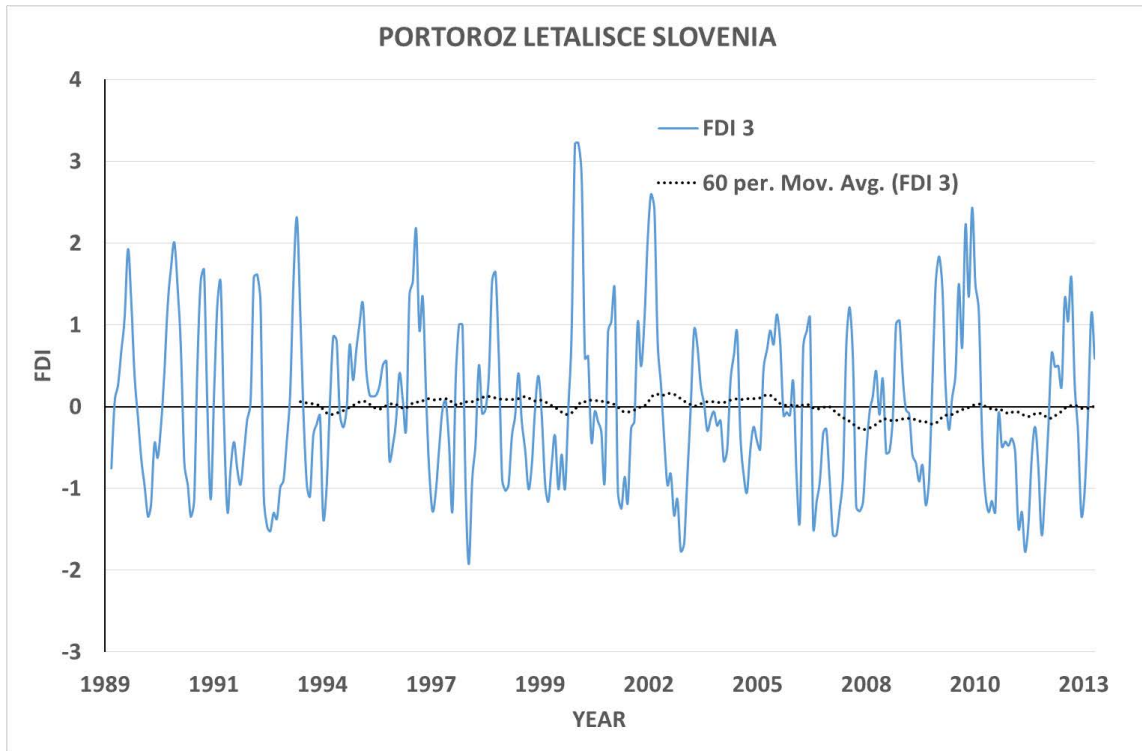


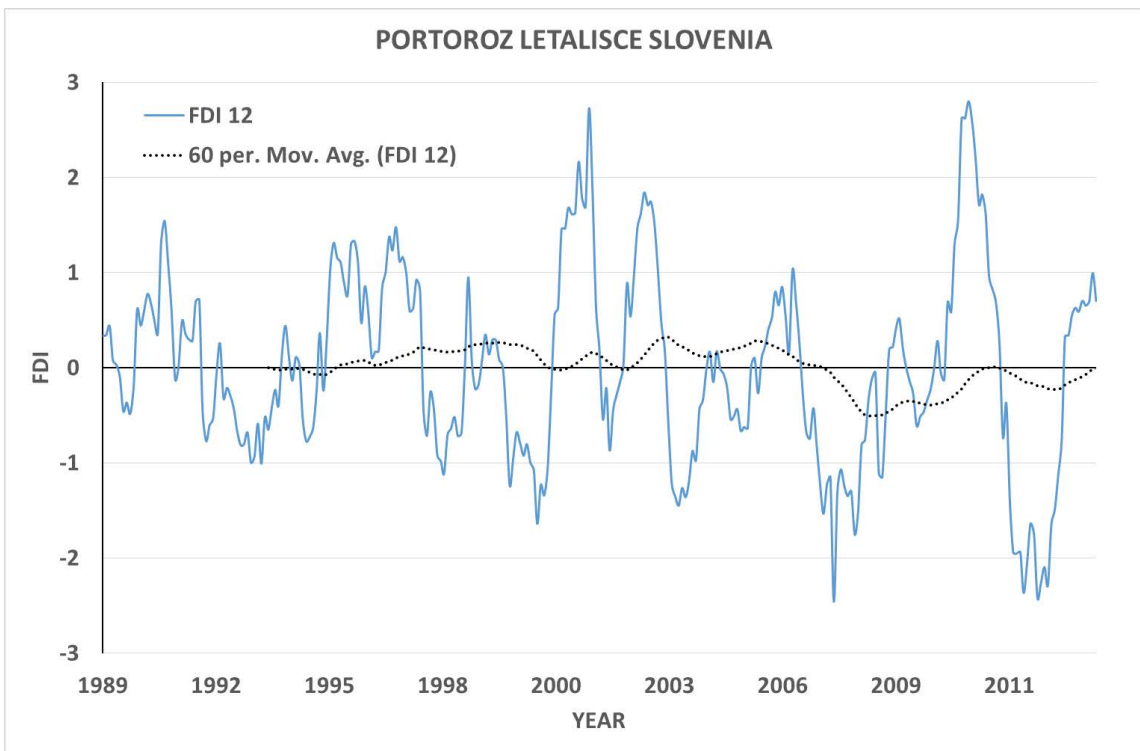
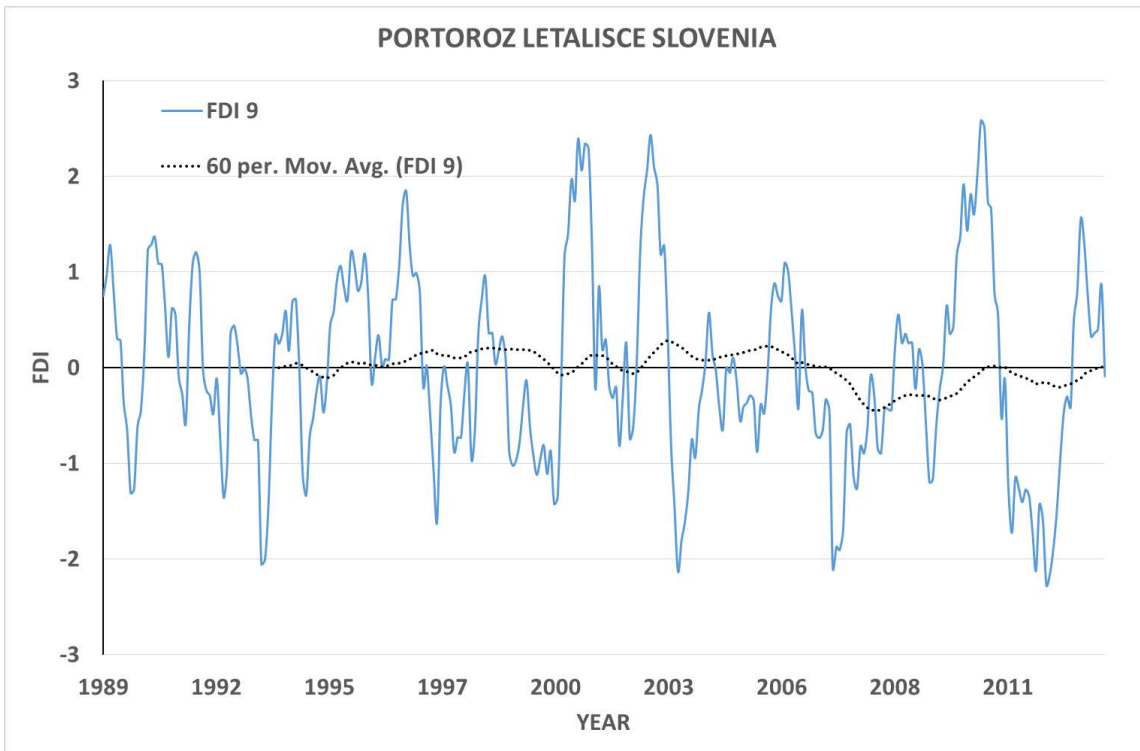


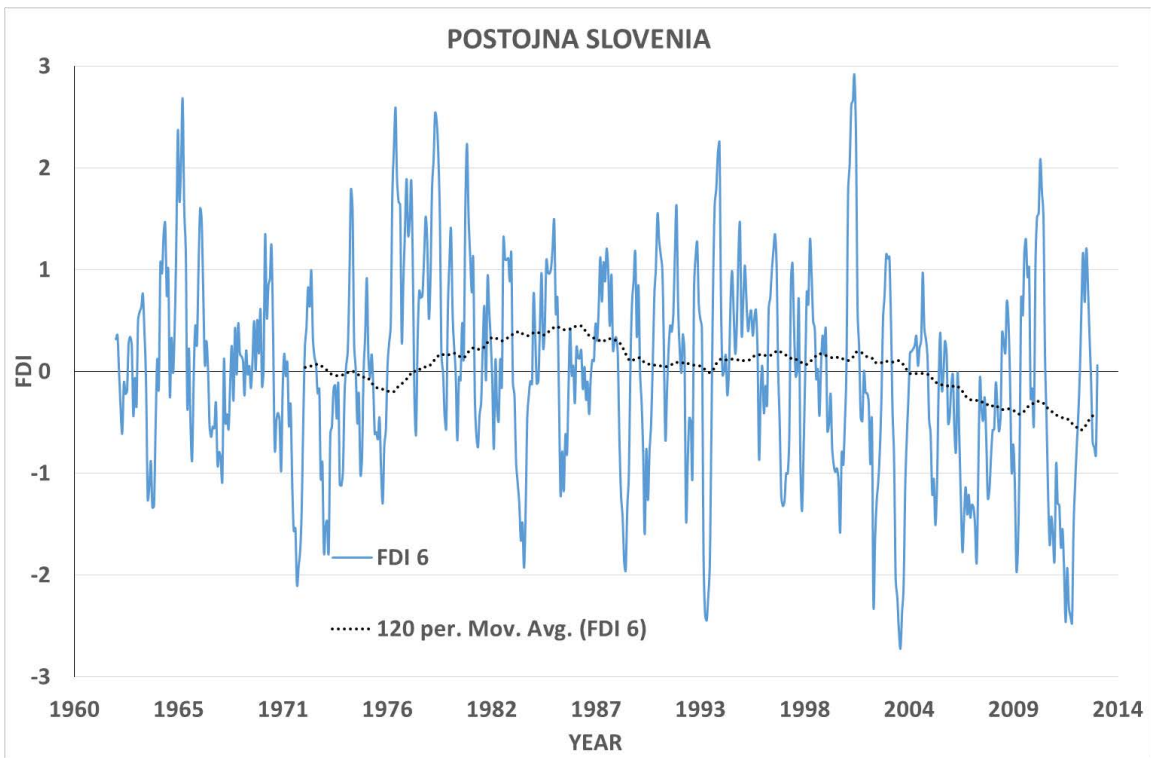
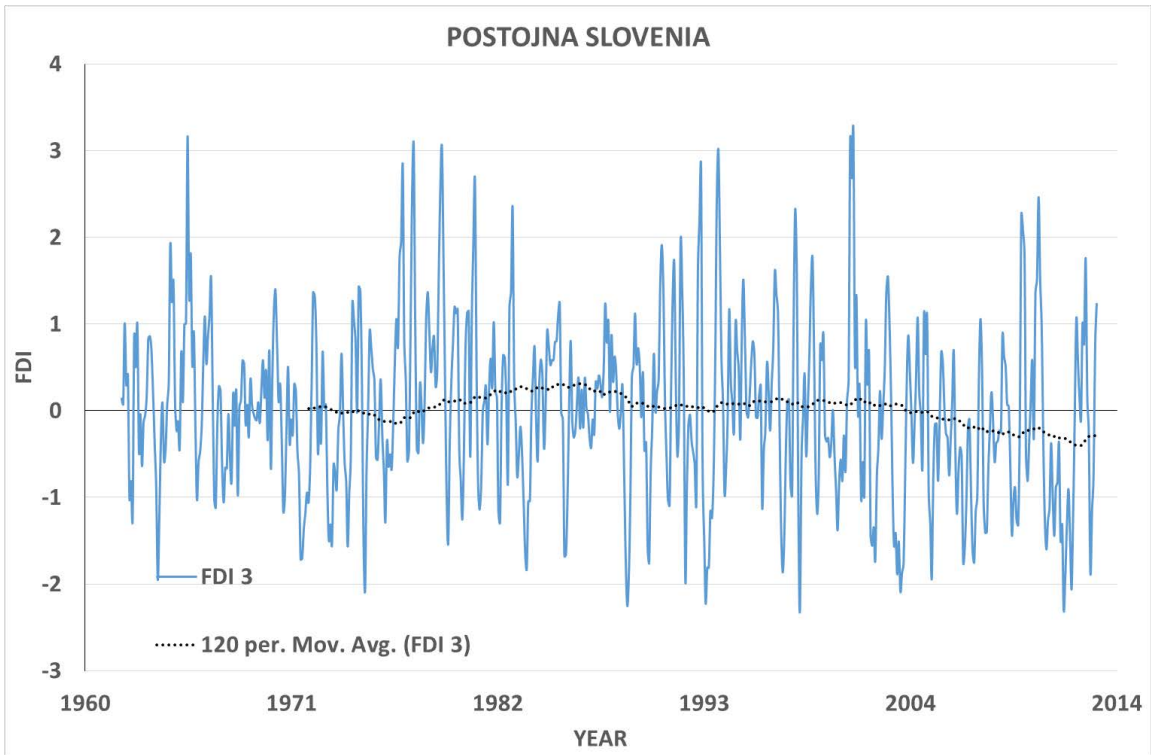


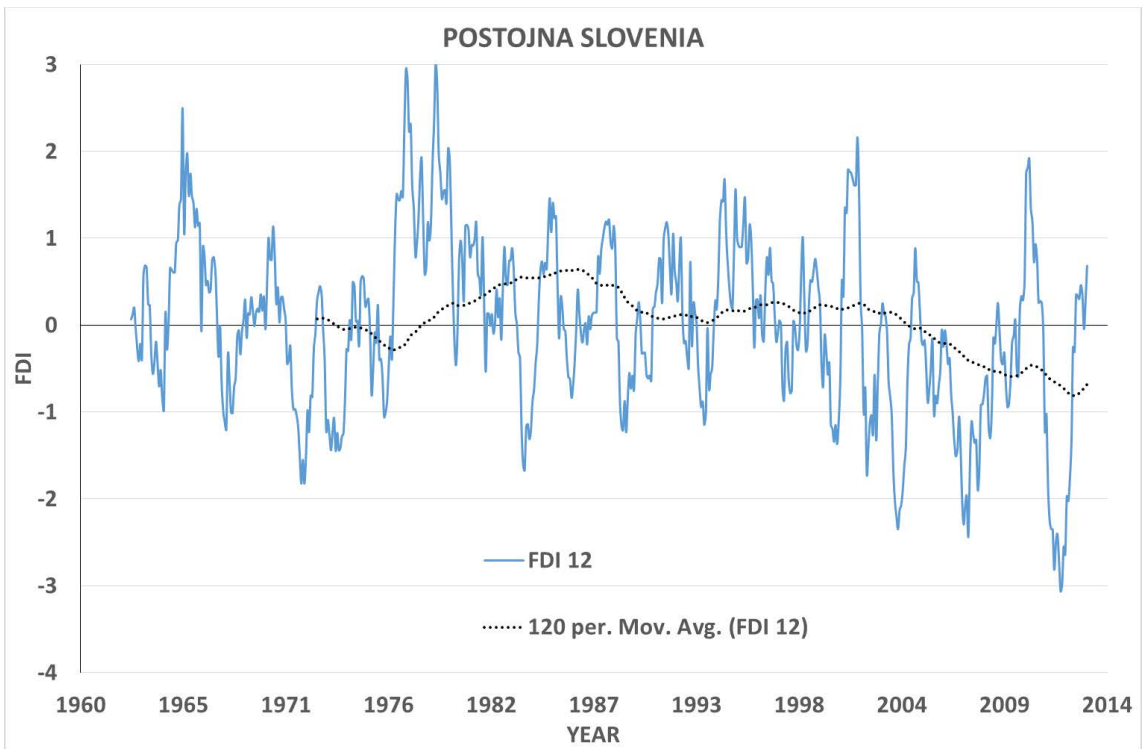
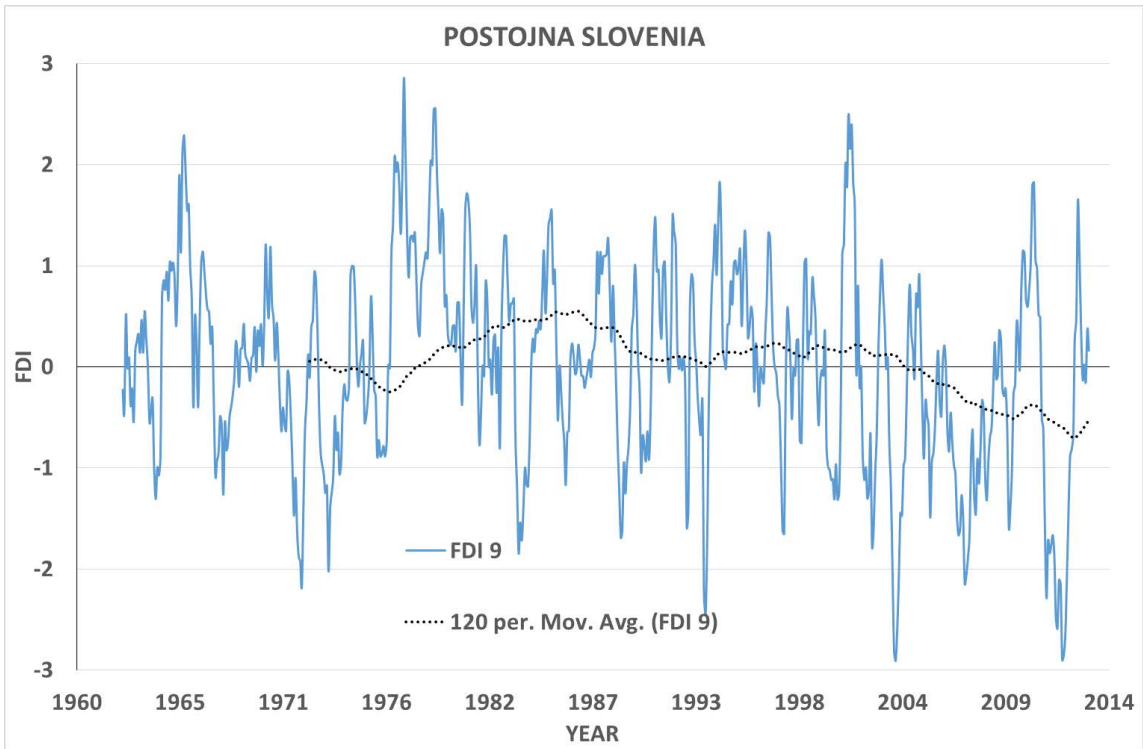


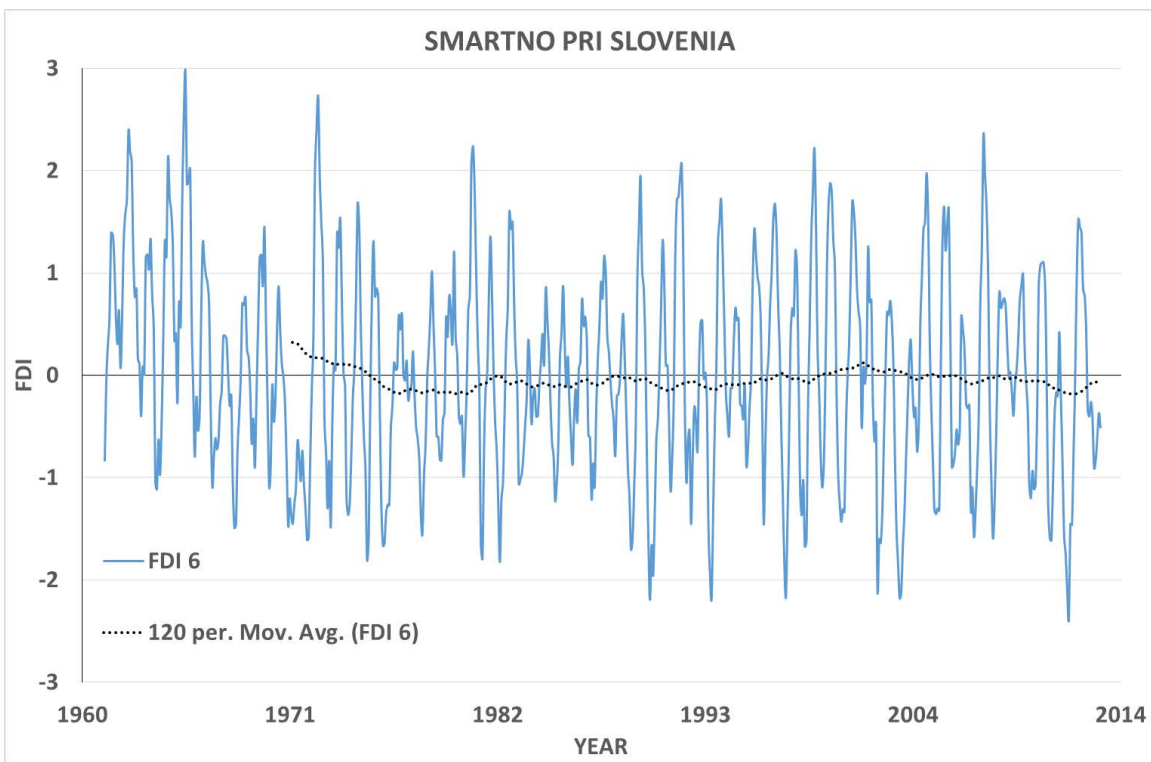
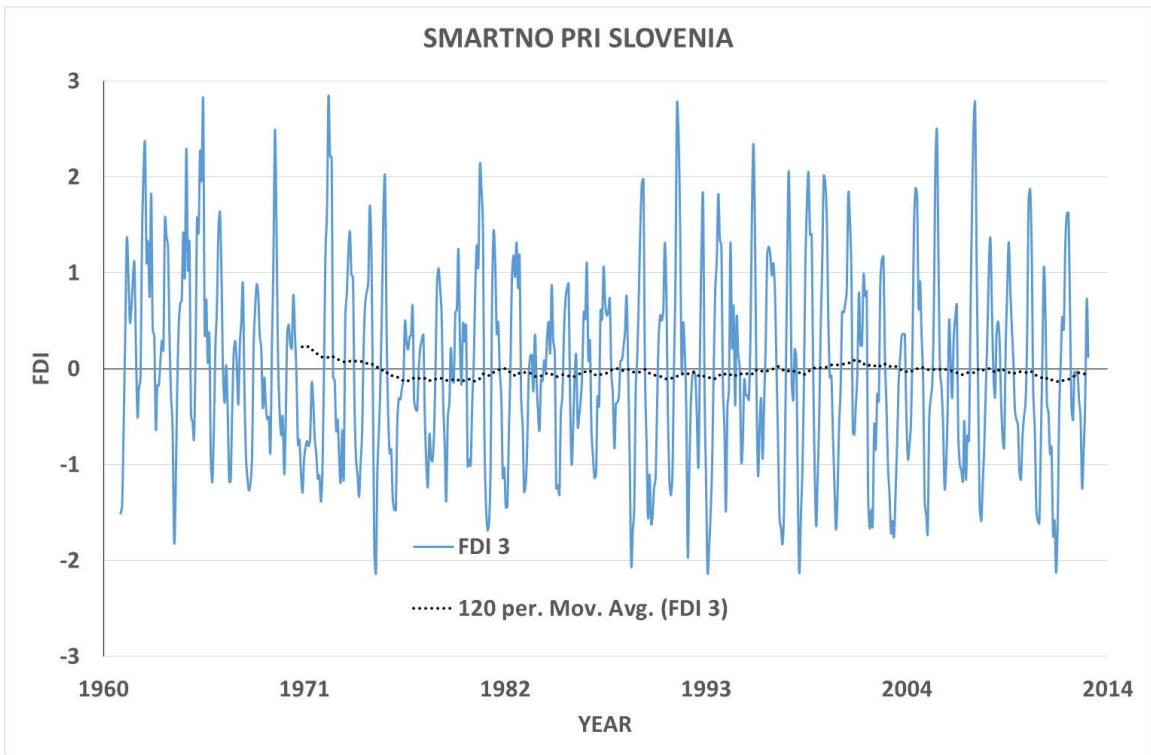
25 YEARS

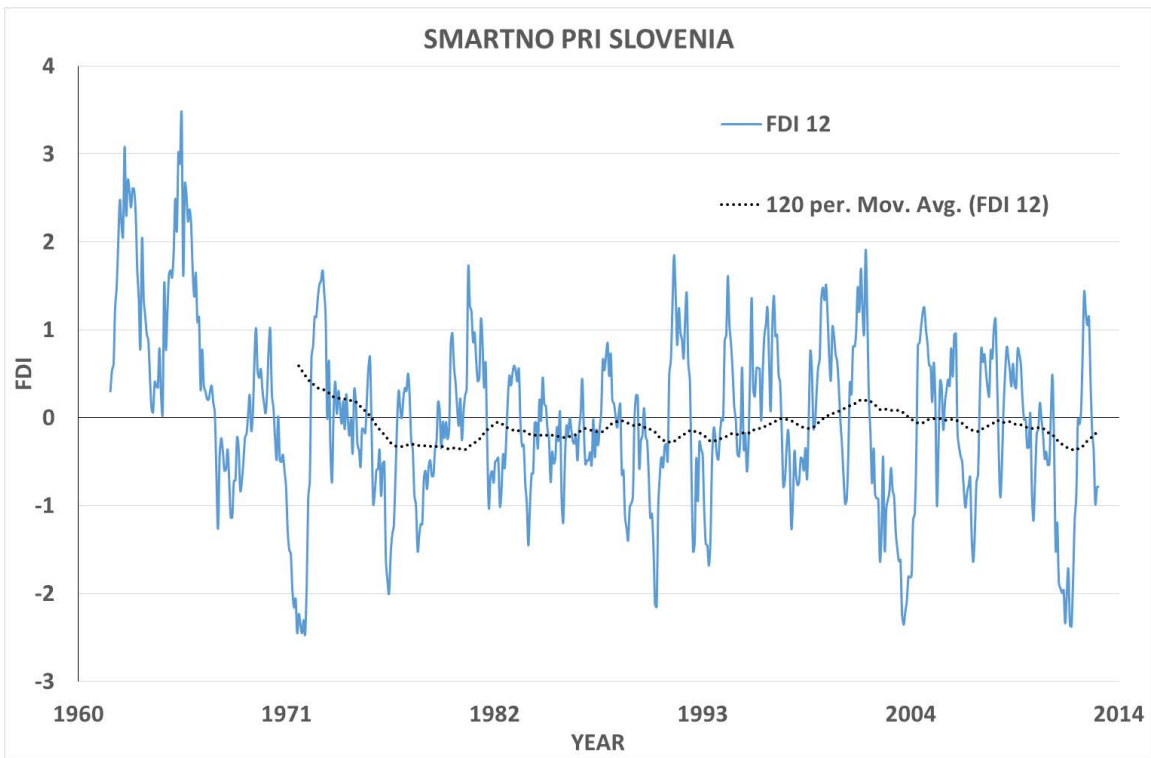
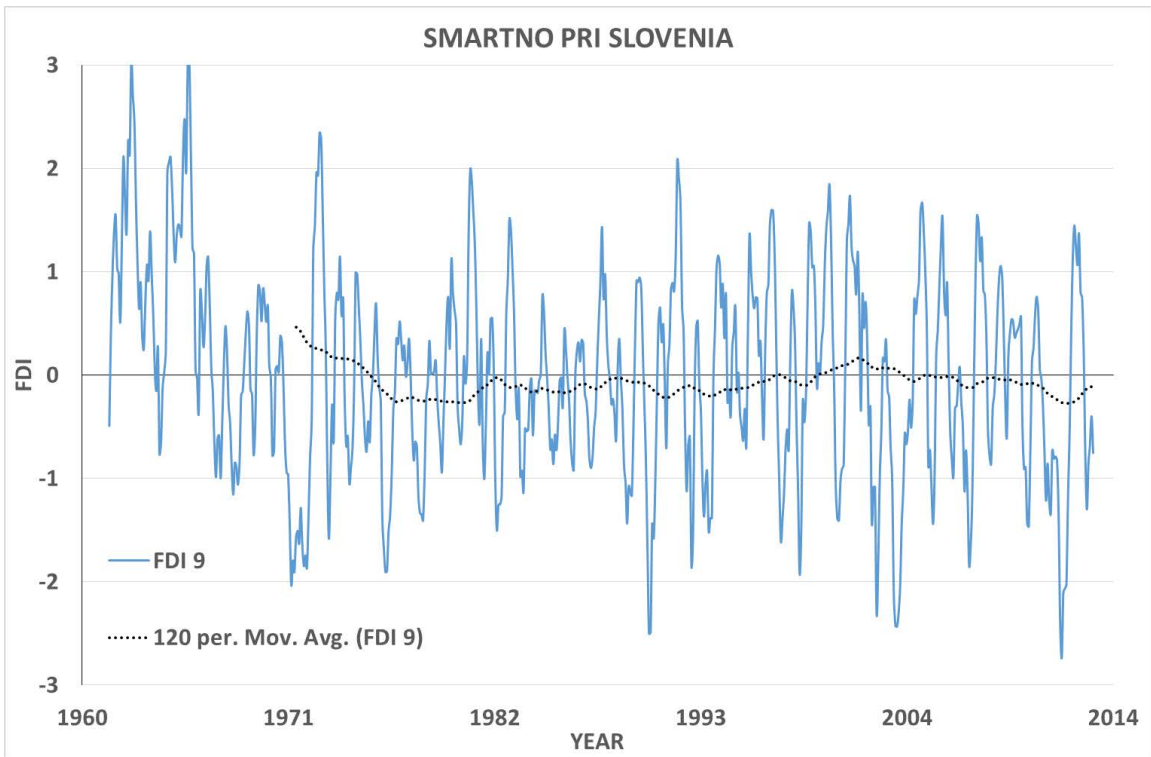


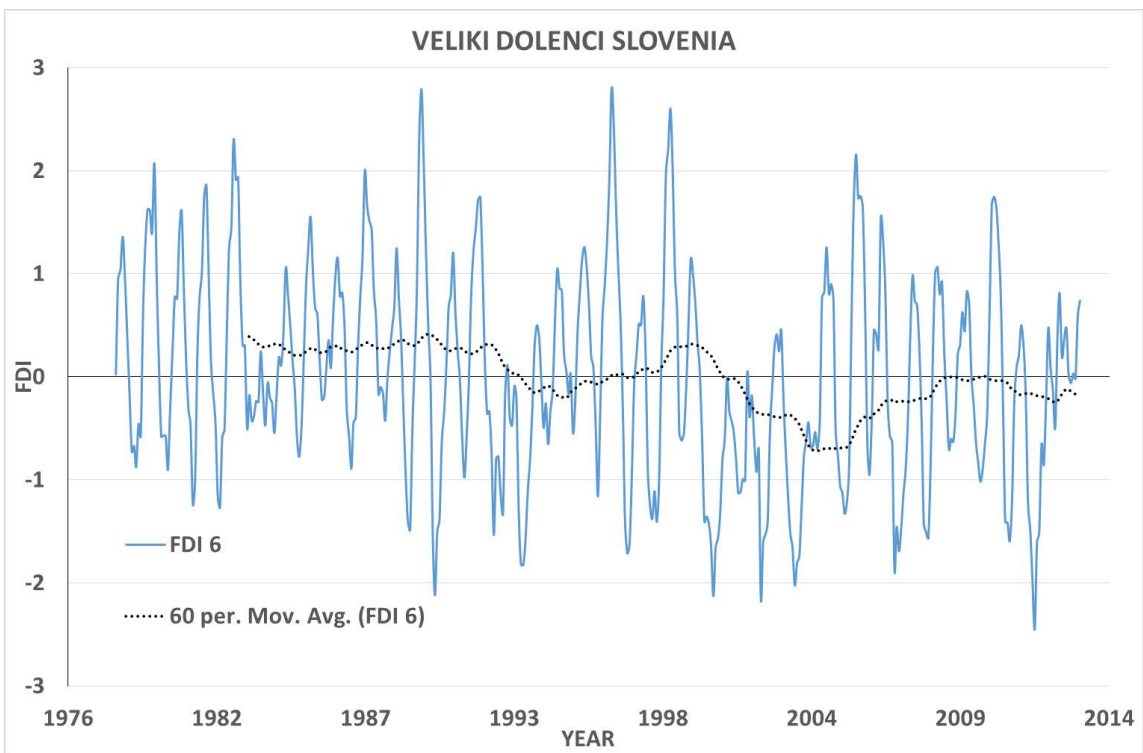
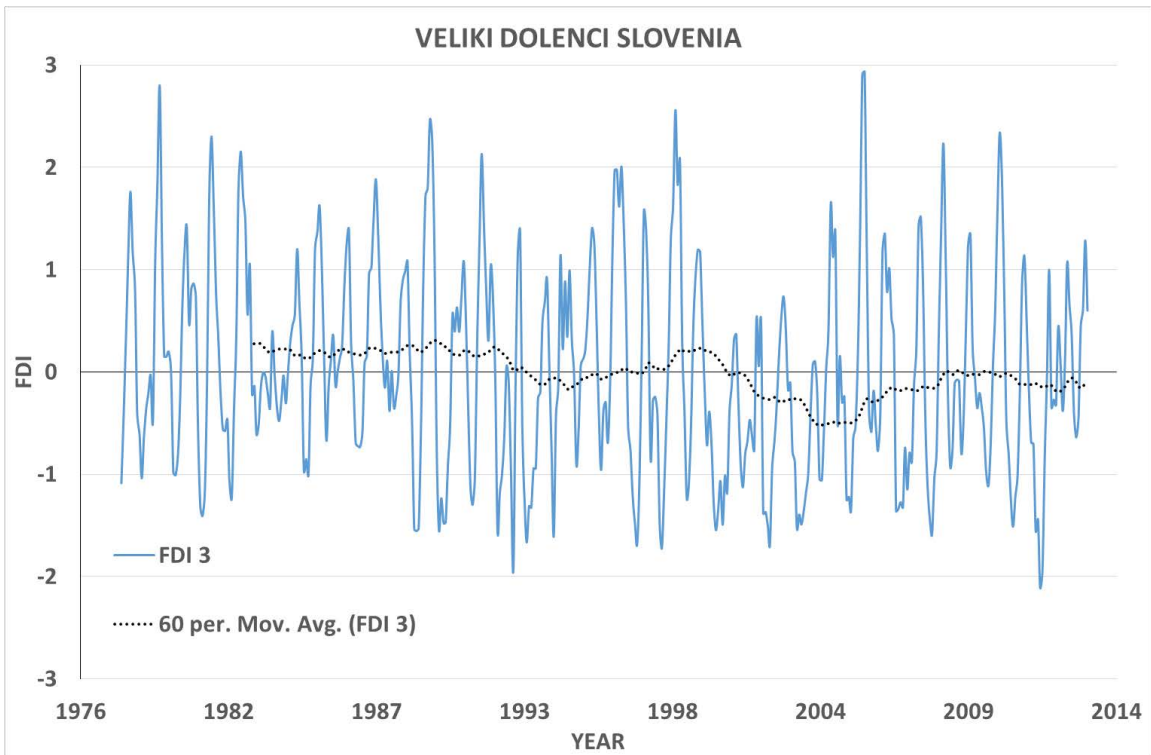


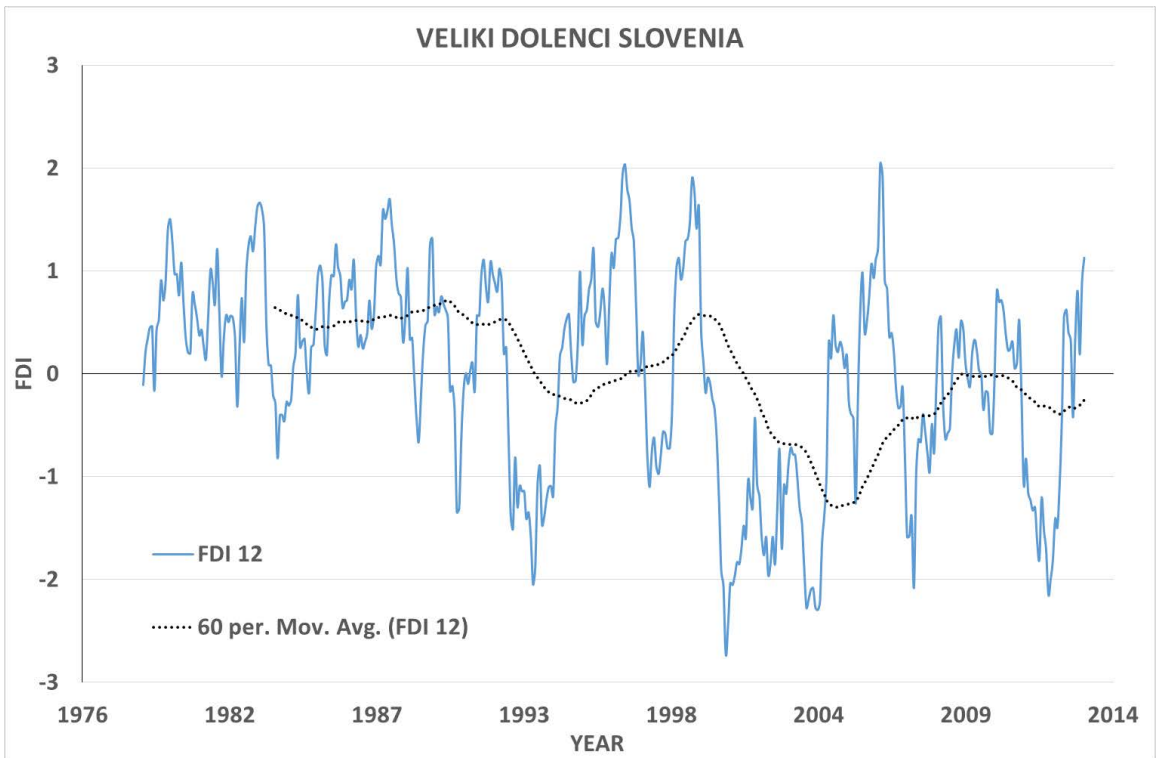
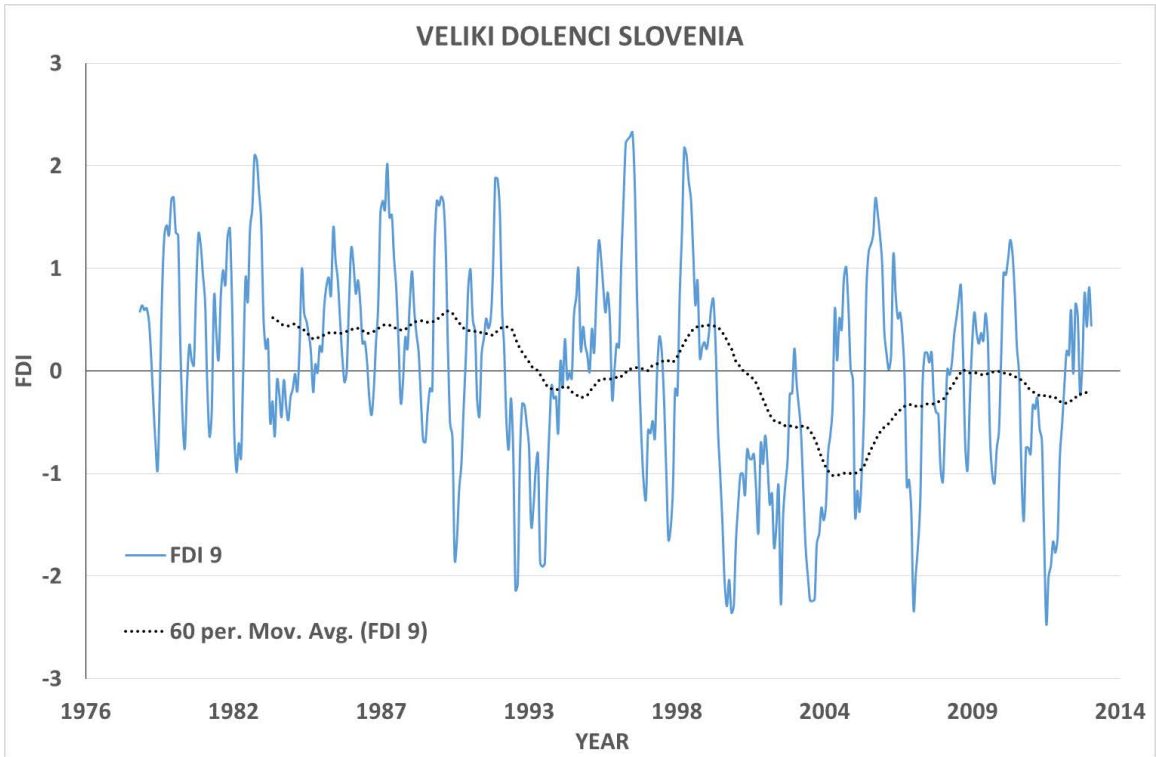


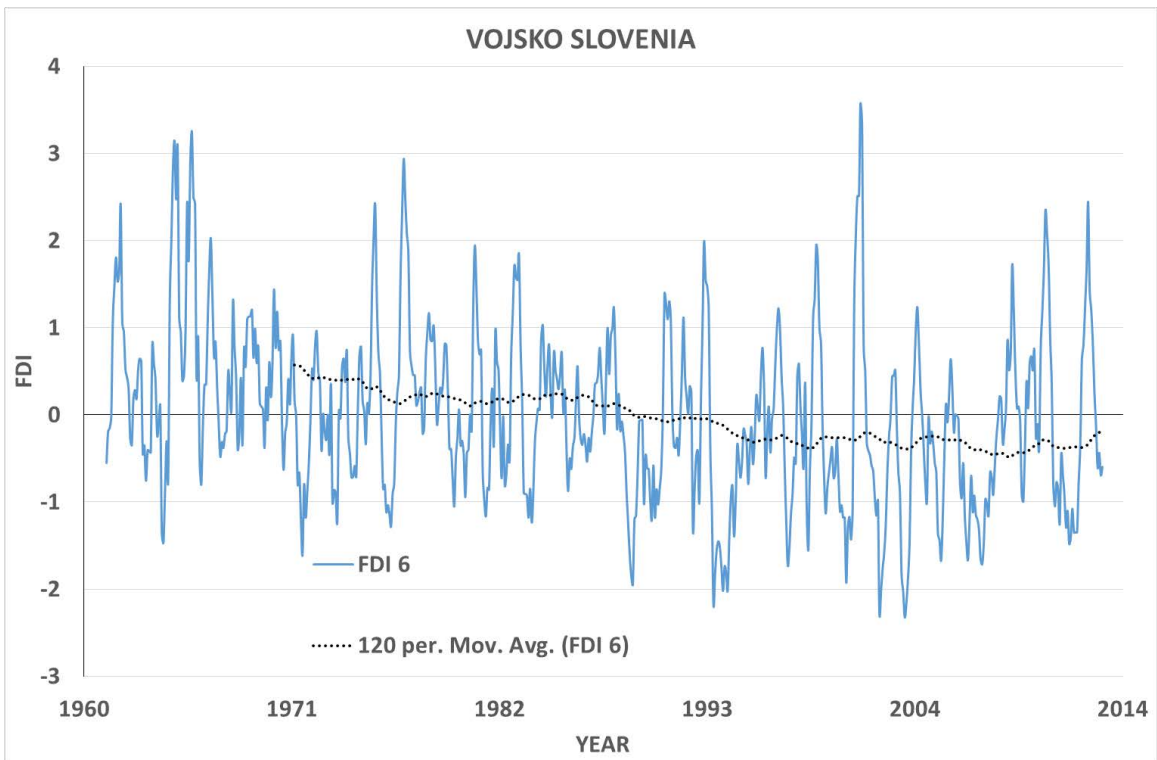
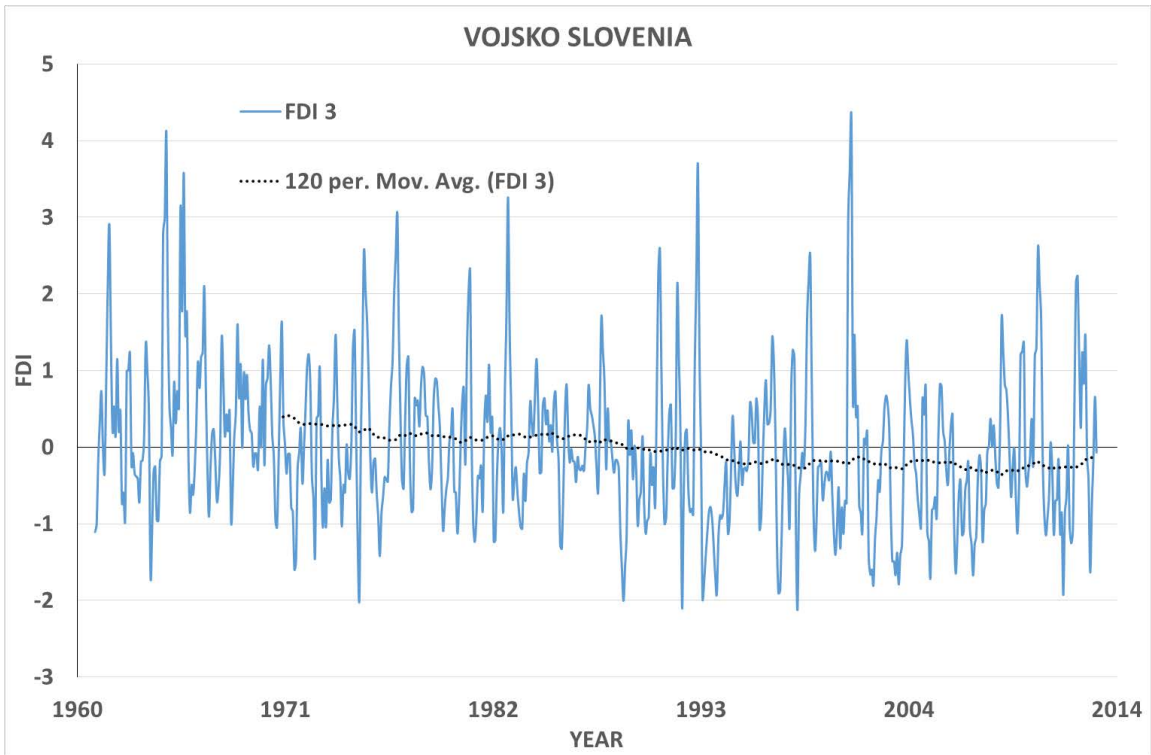


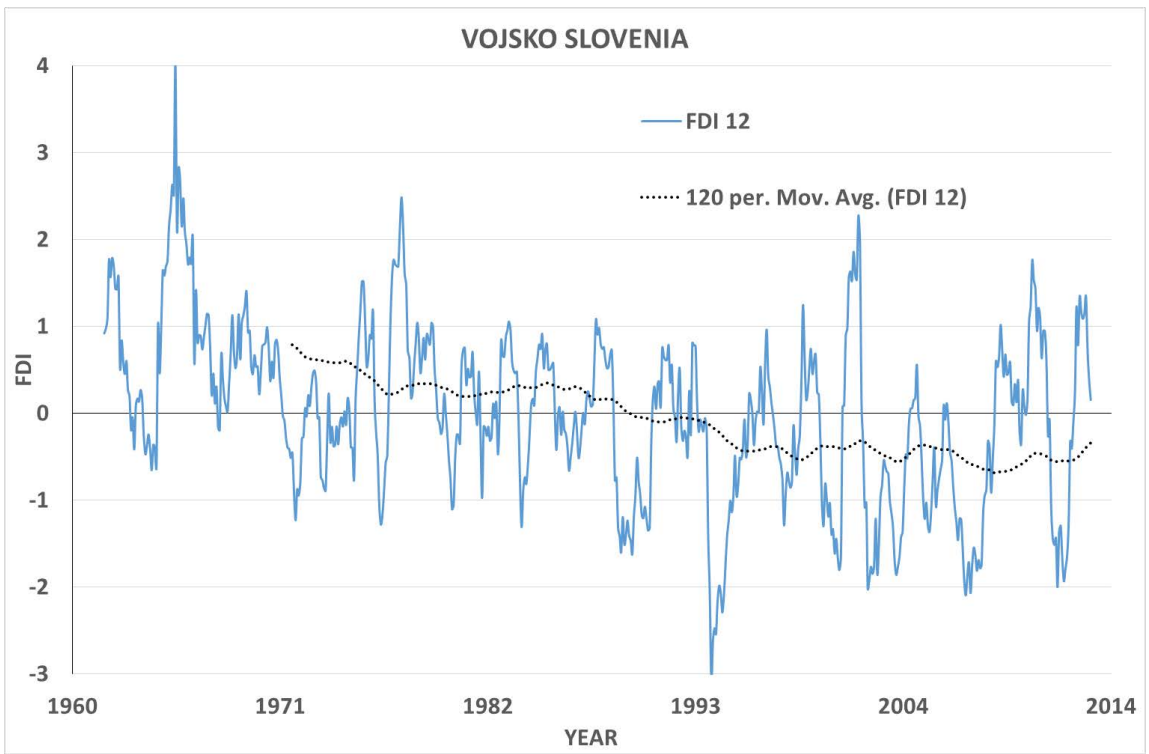
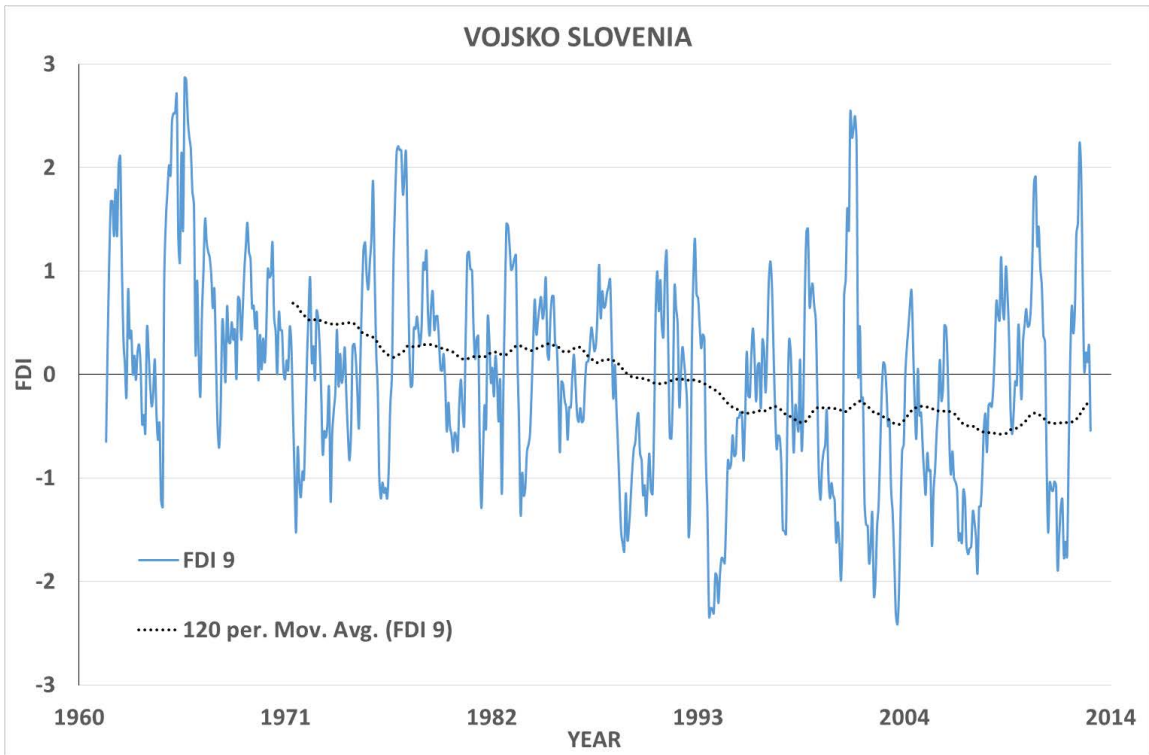


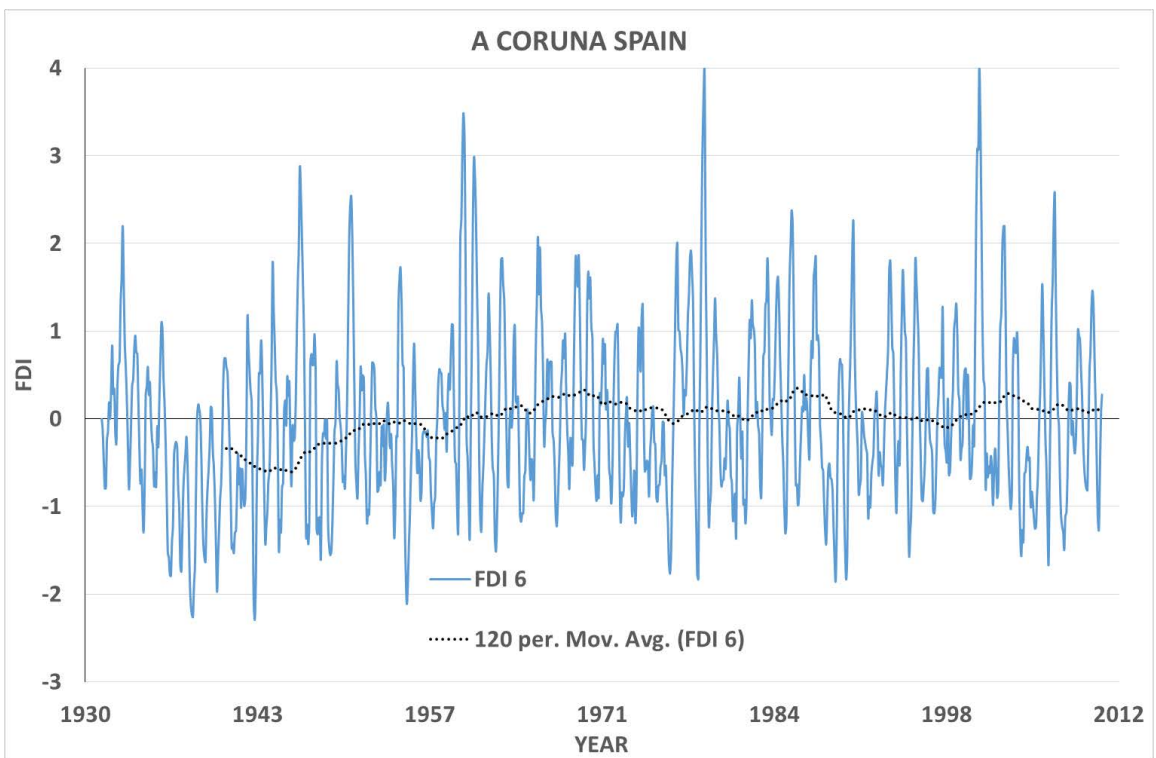
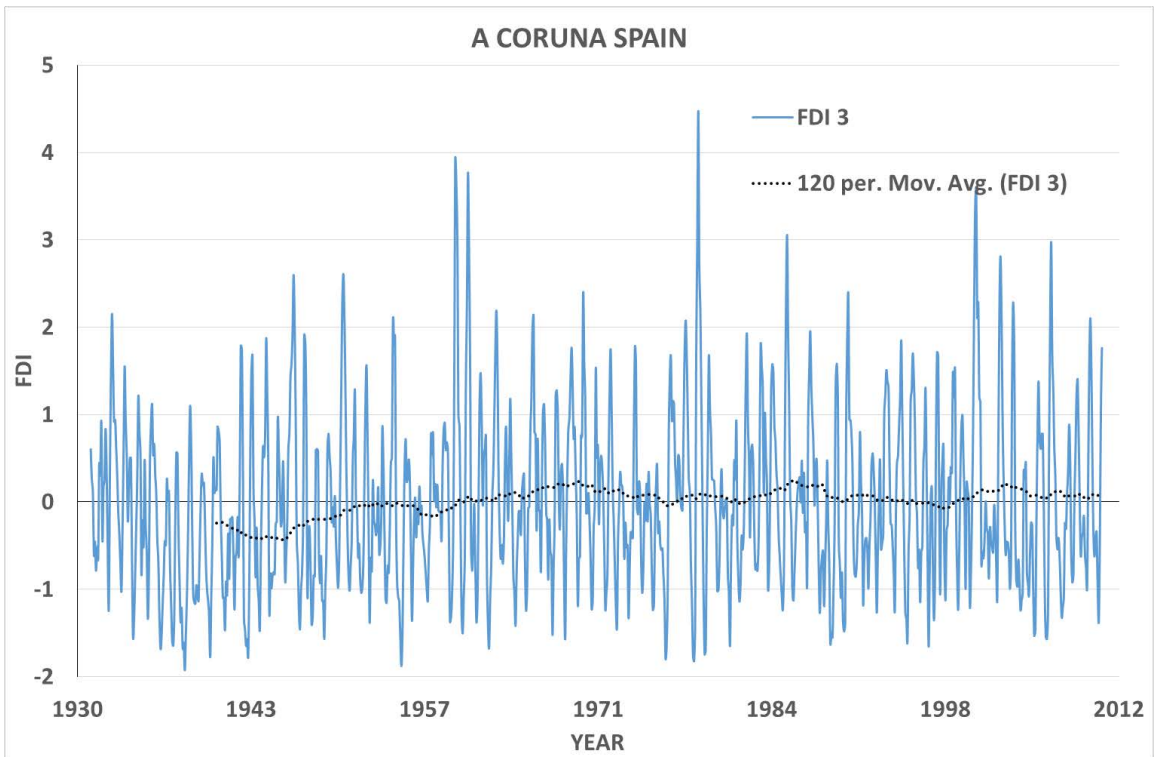


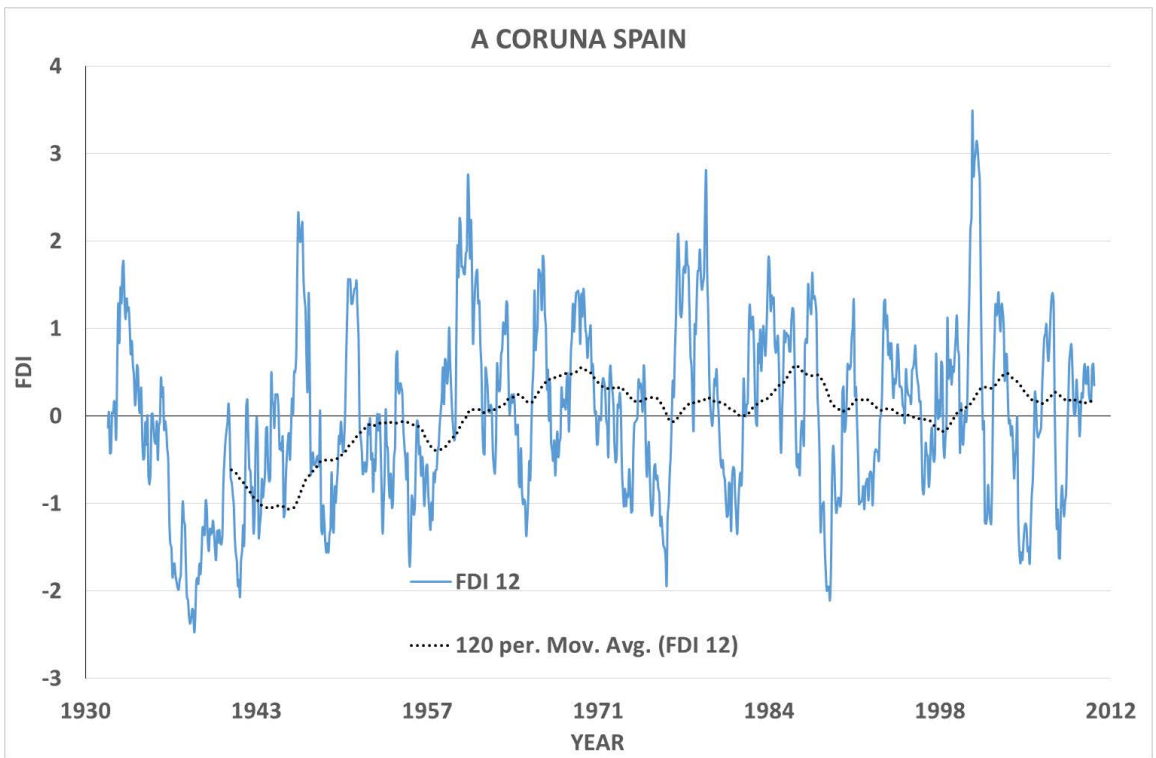
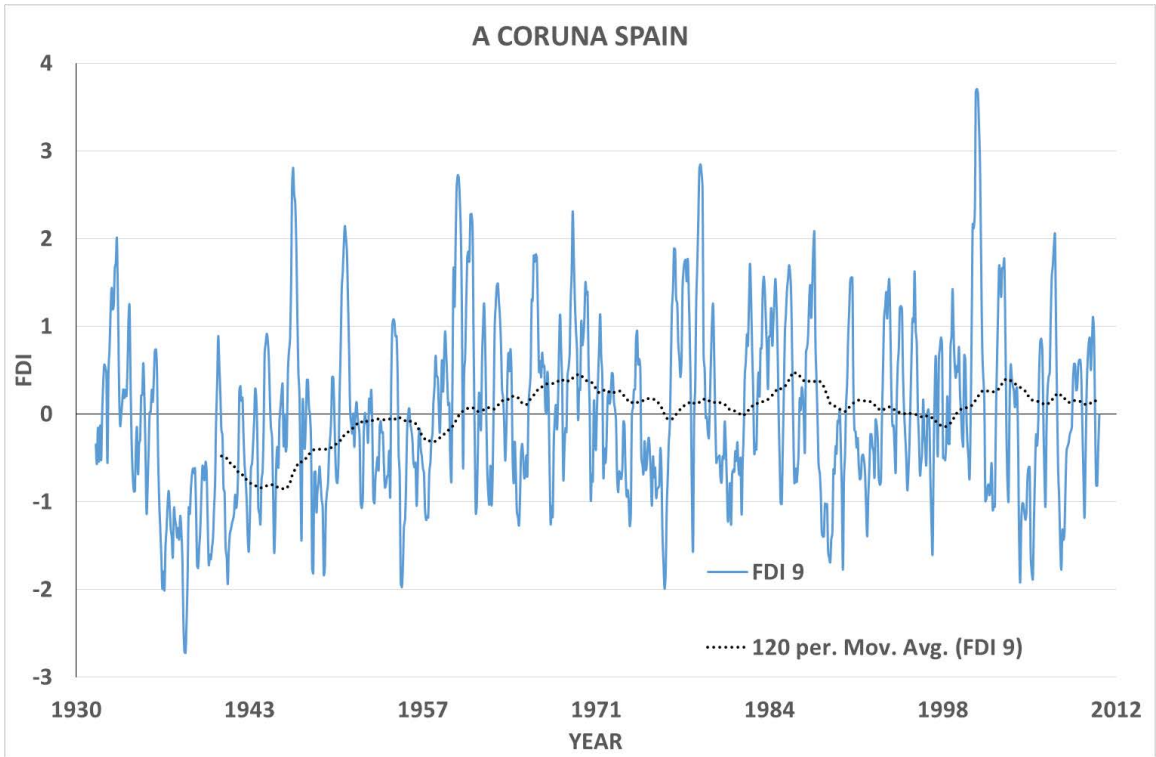


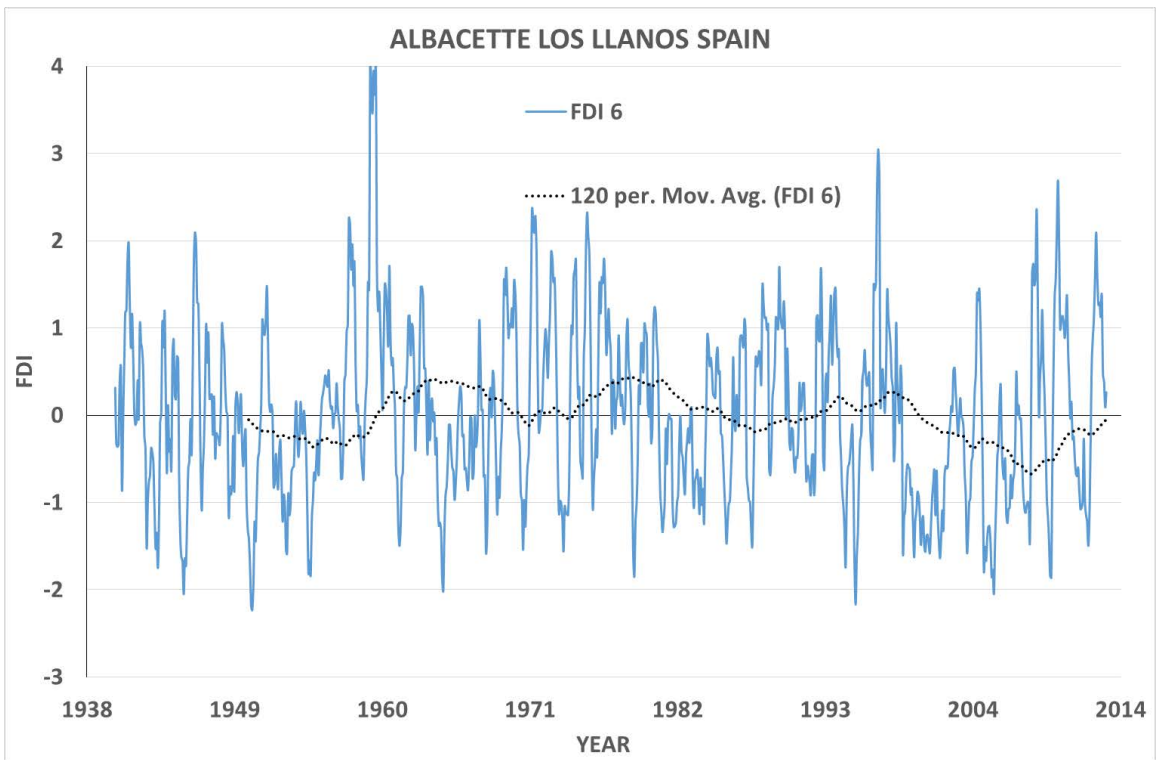
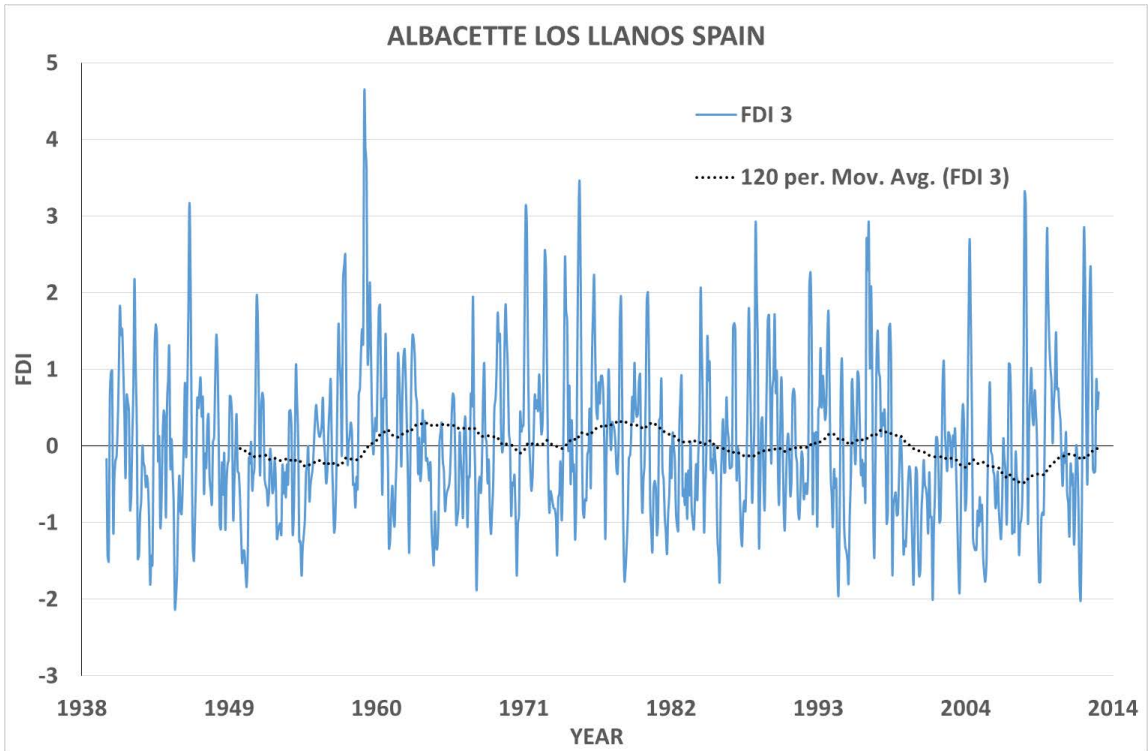


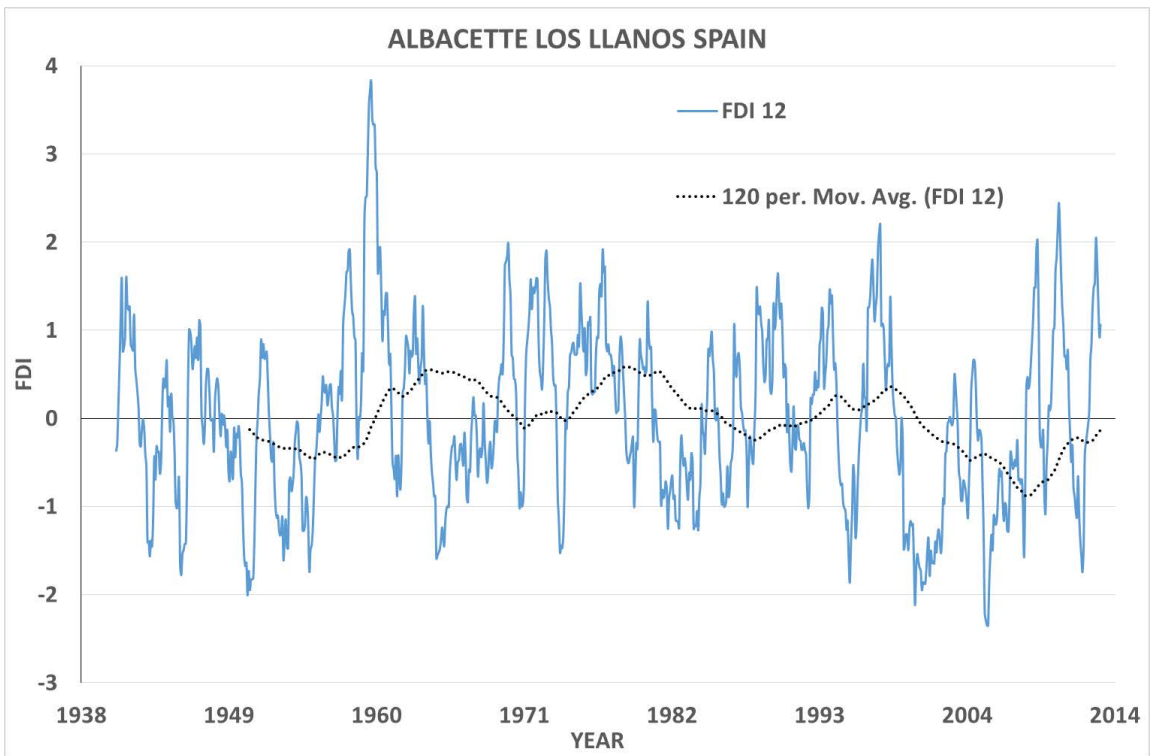
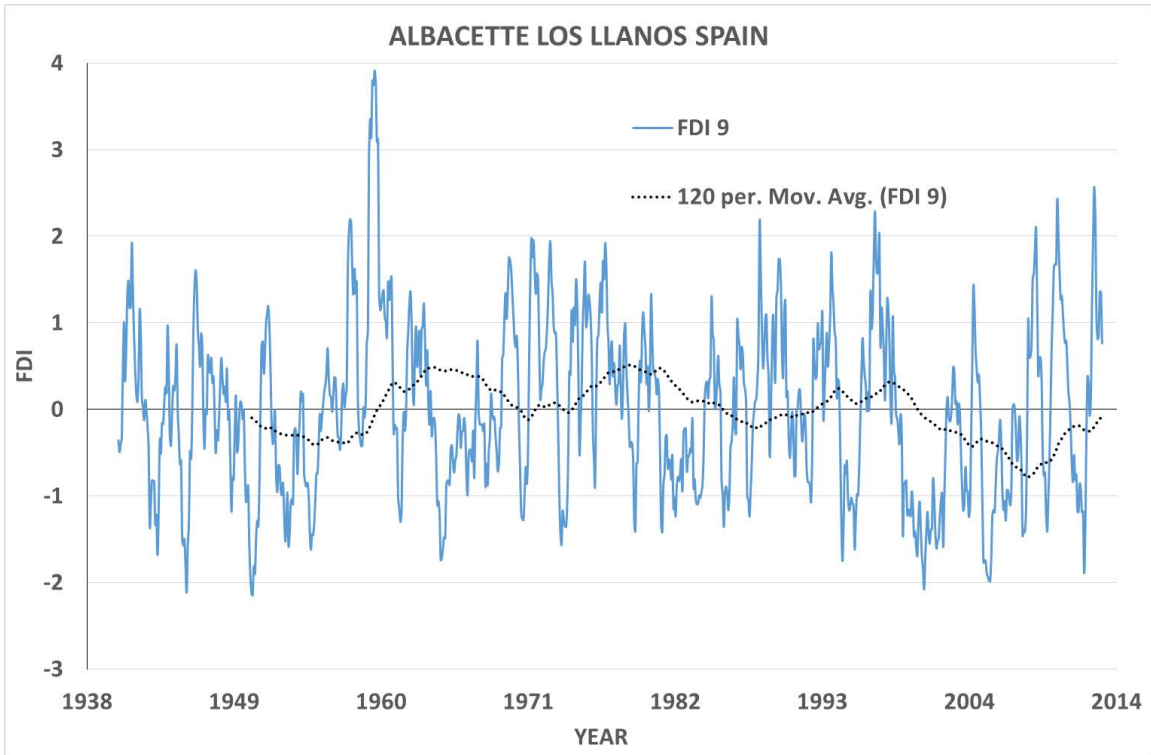


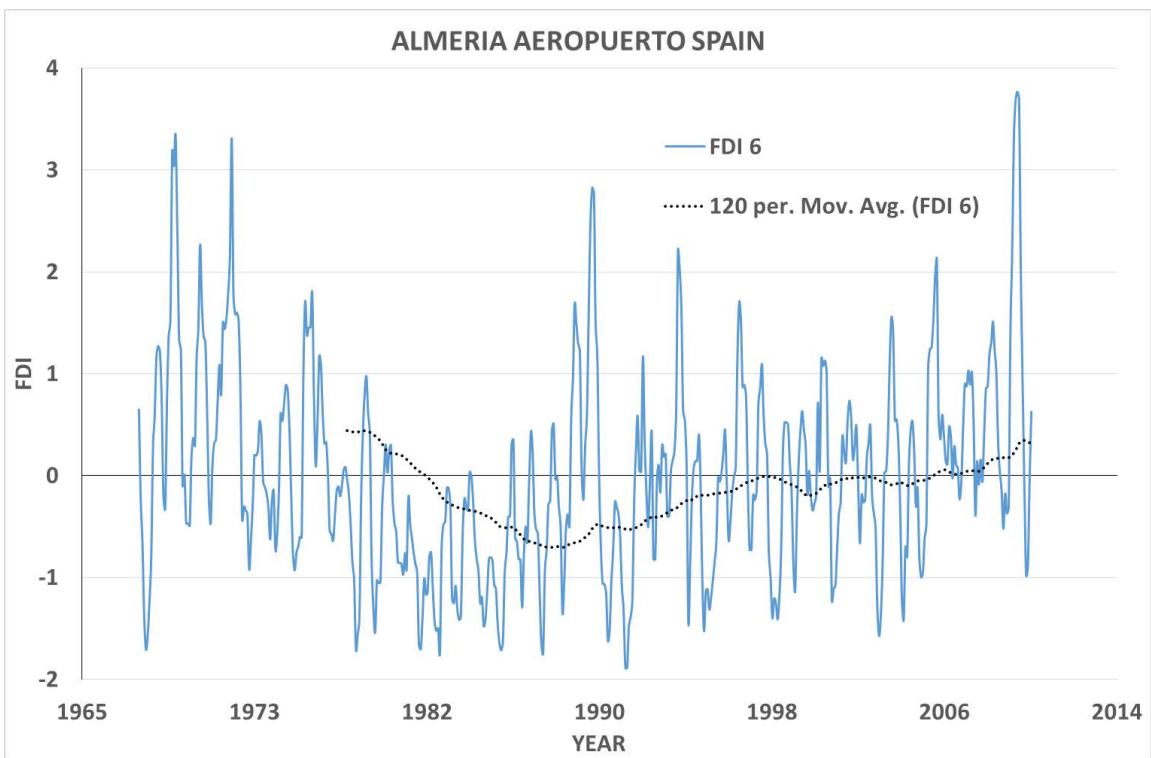
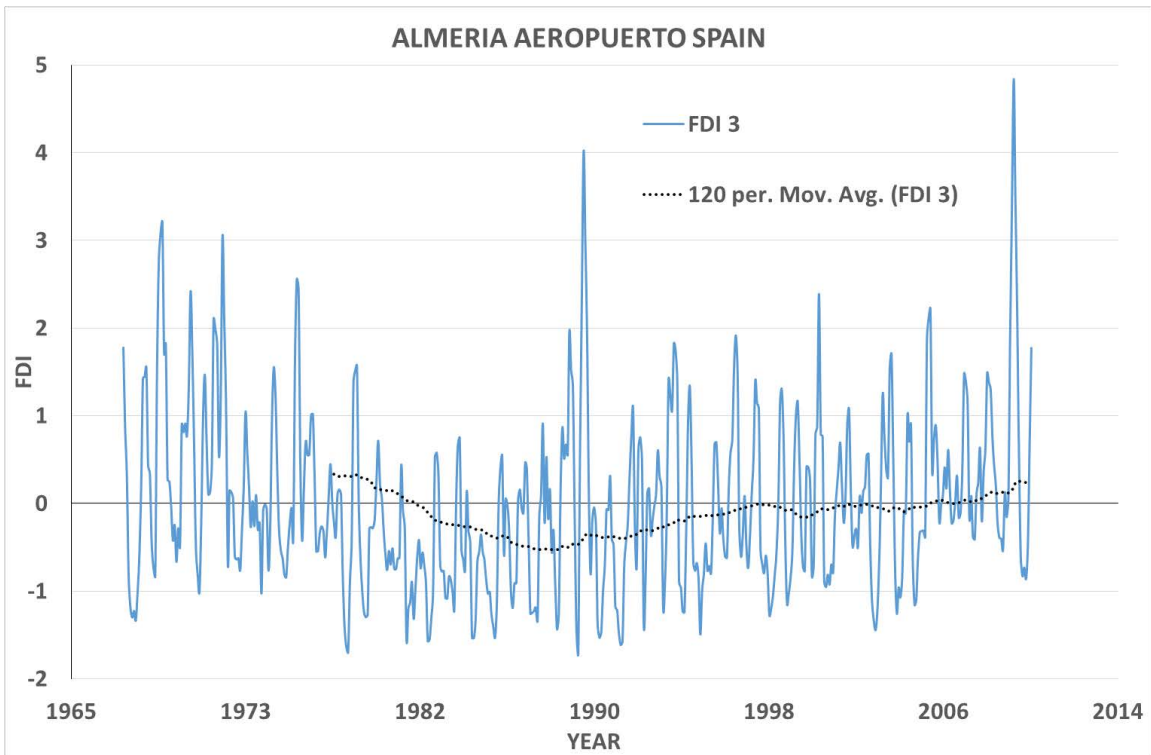


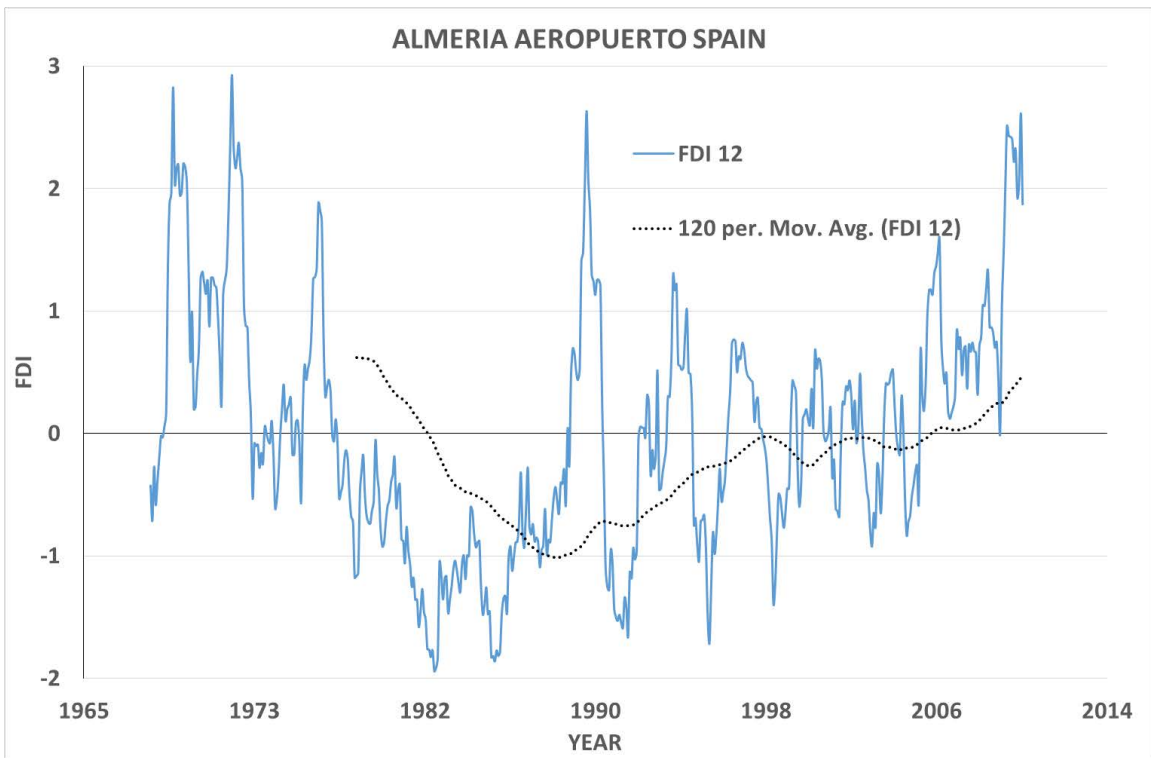
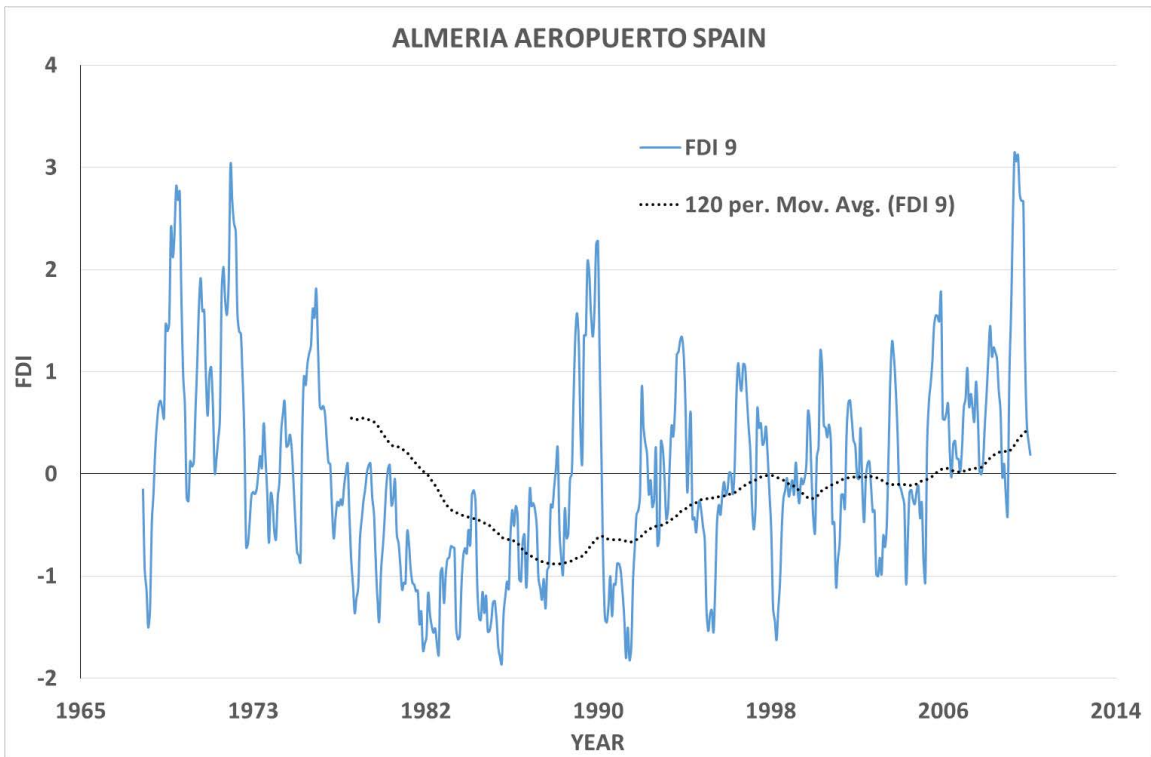


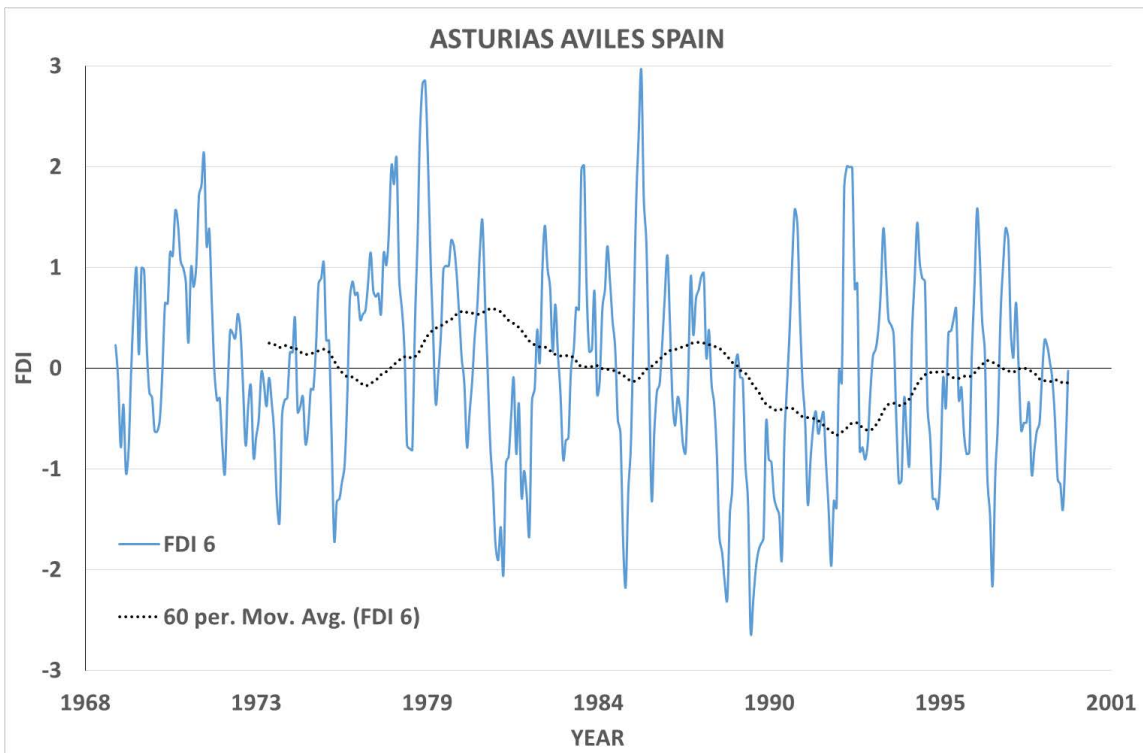
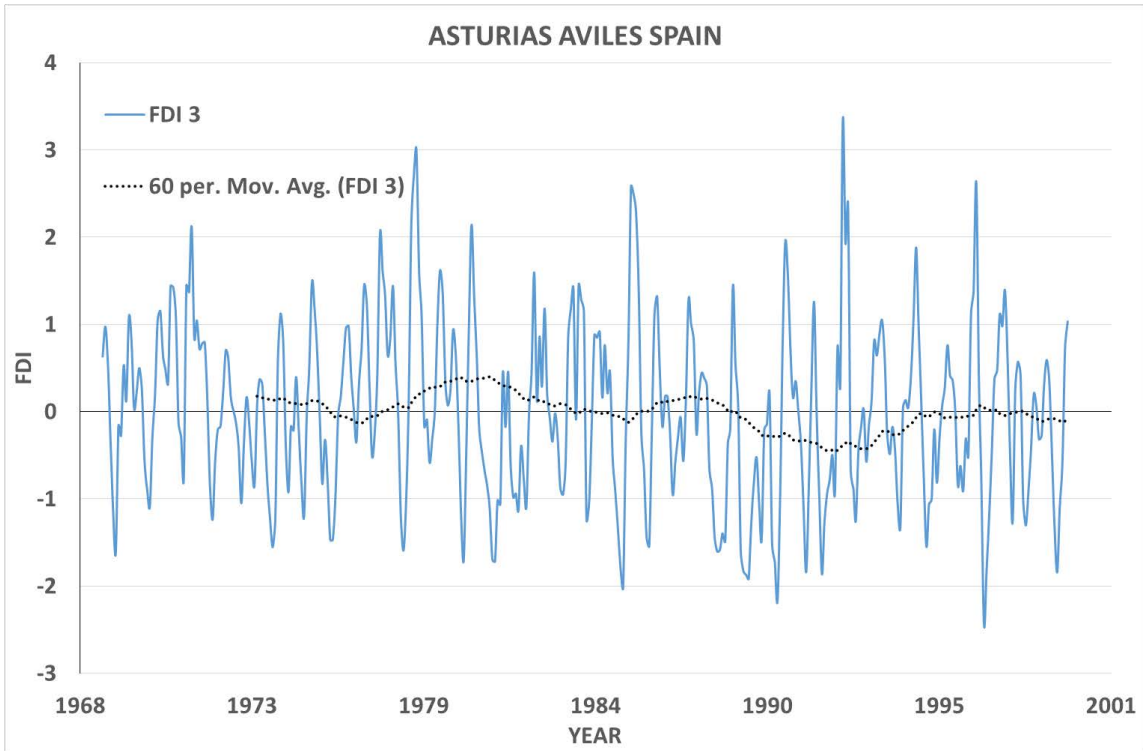


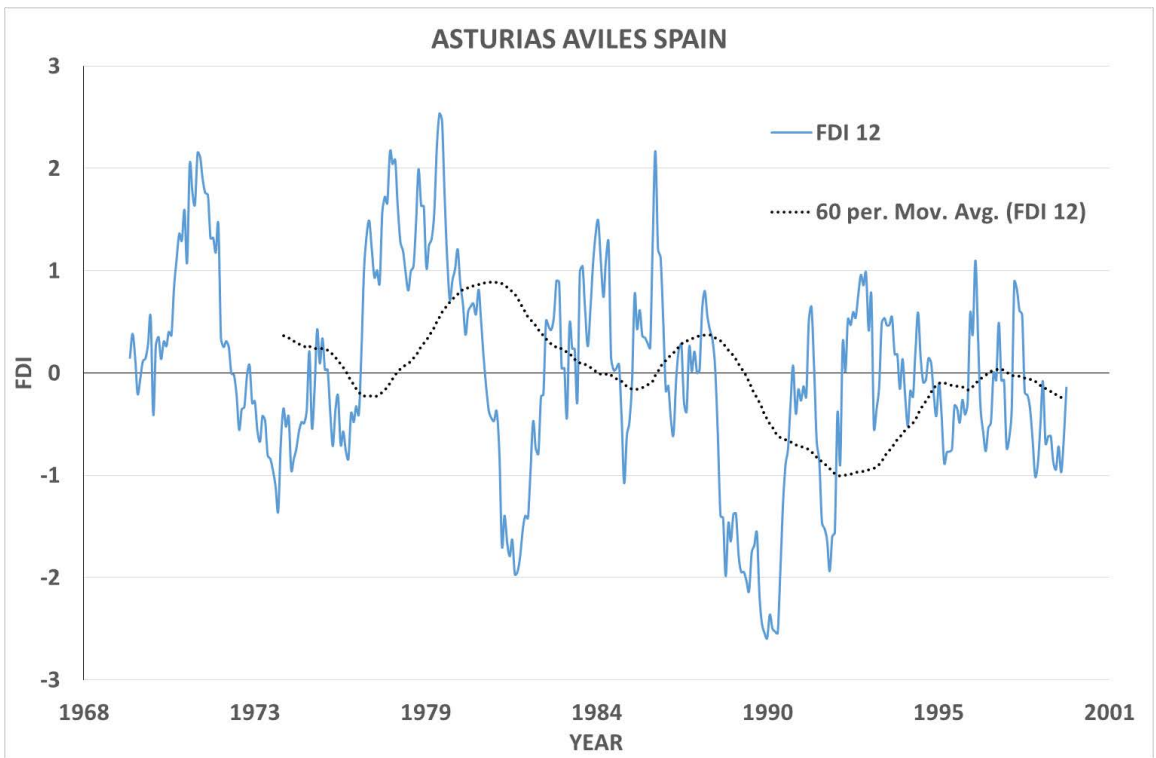
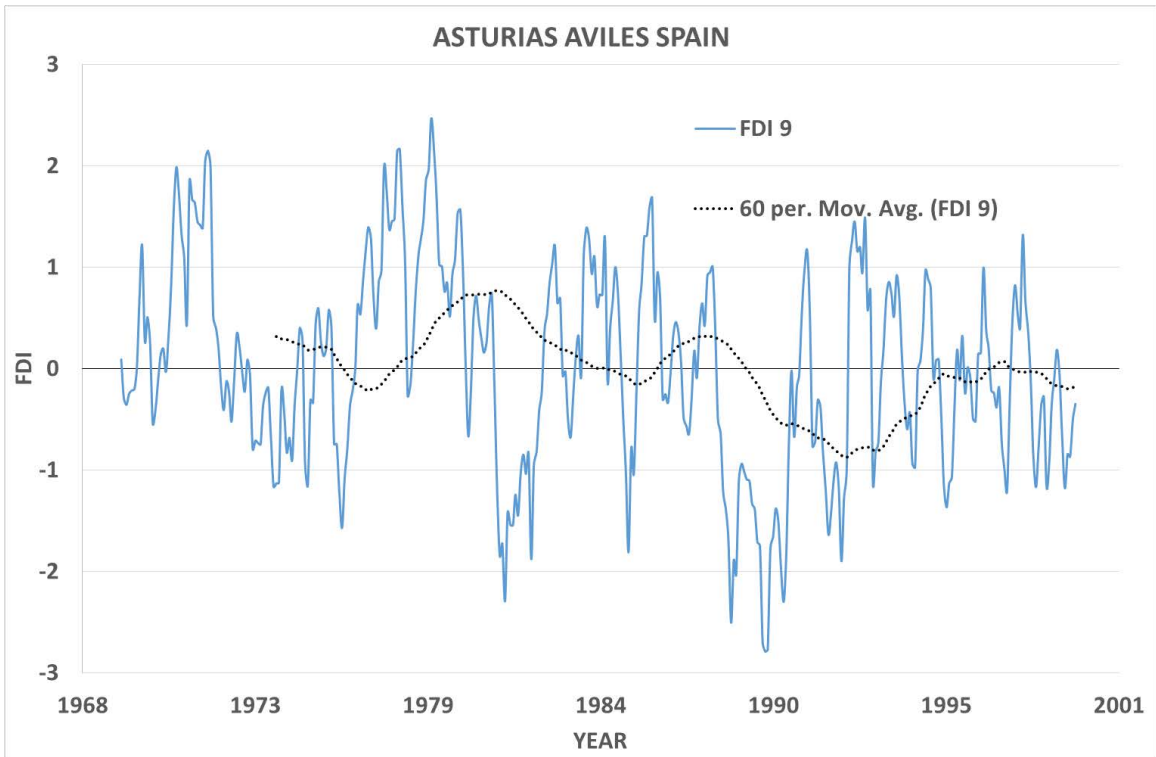


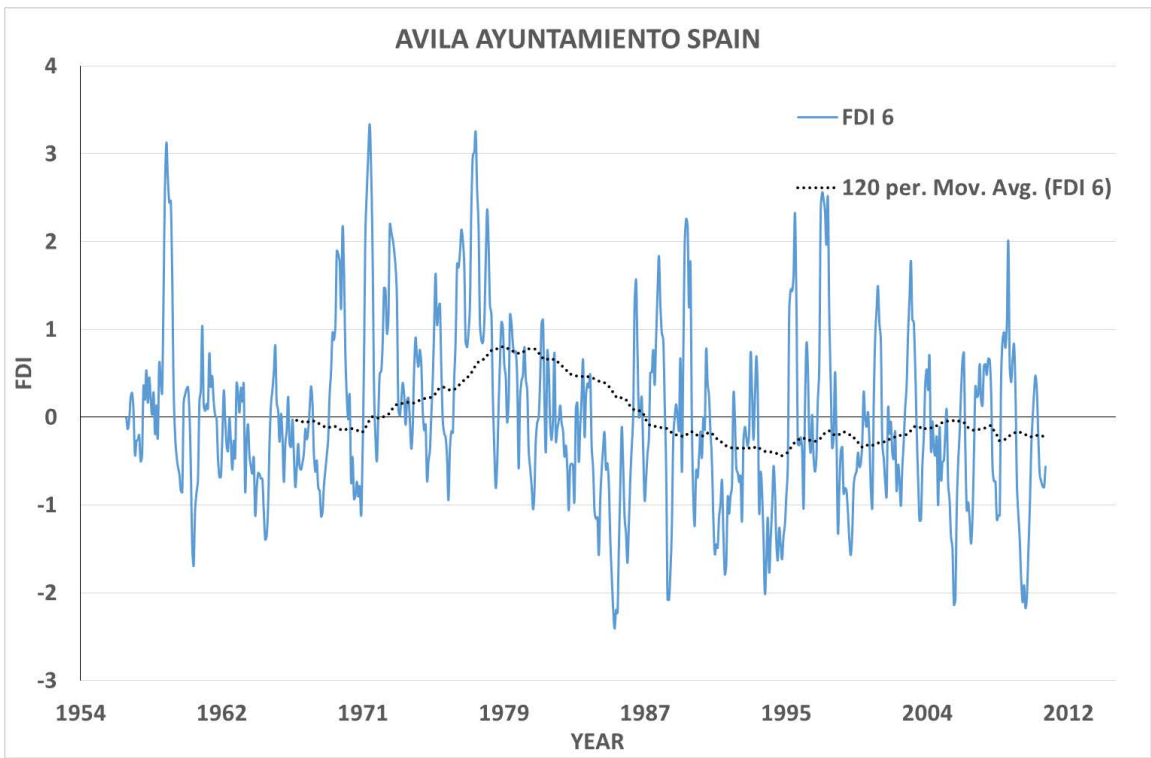
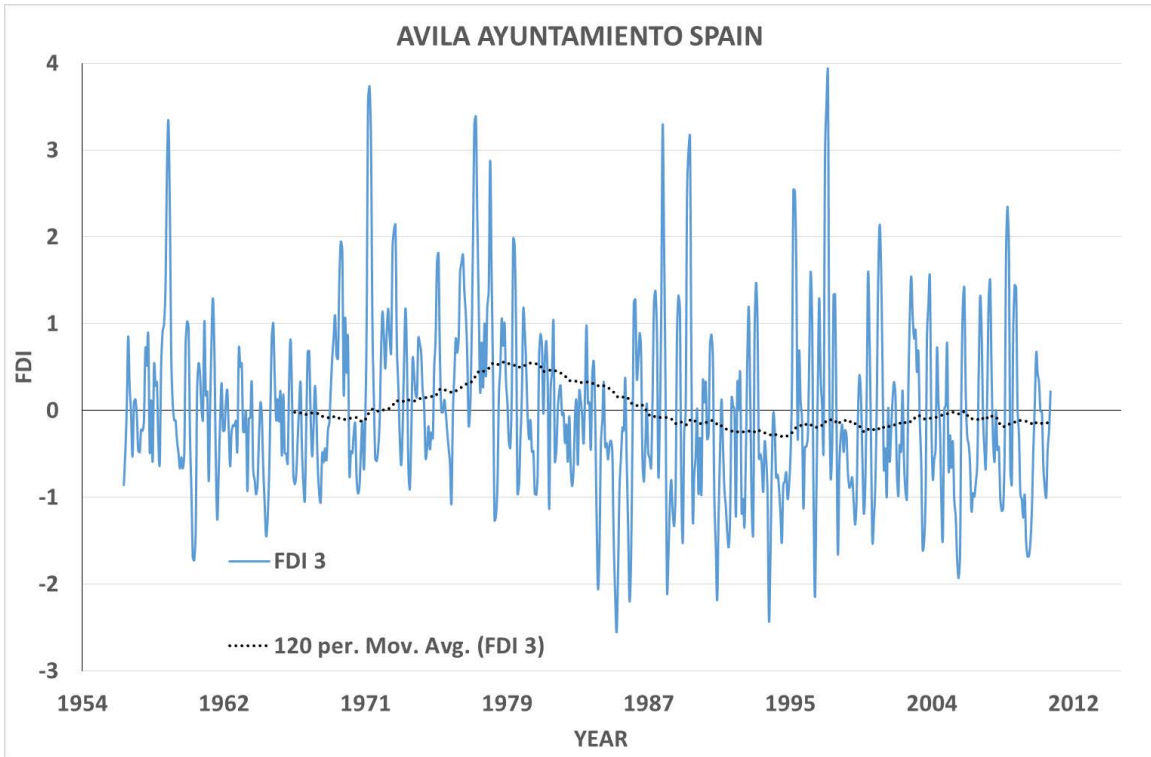


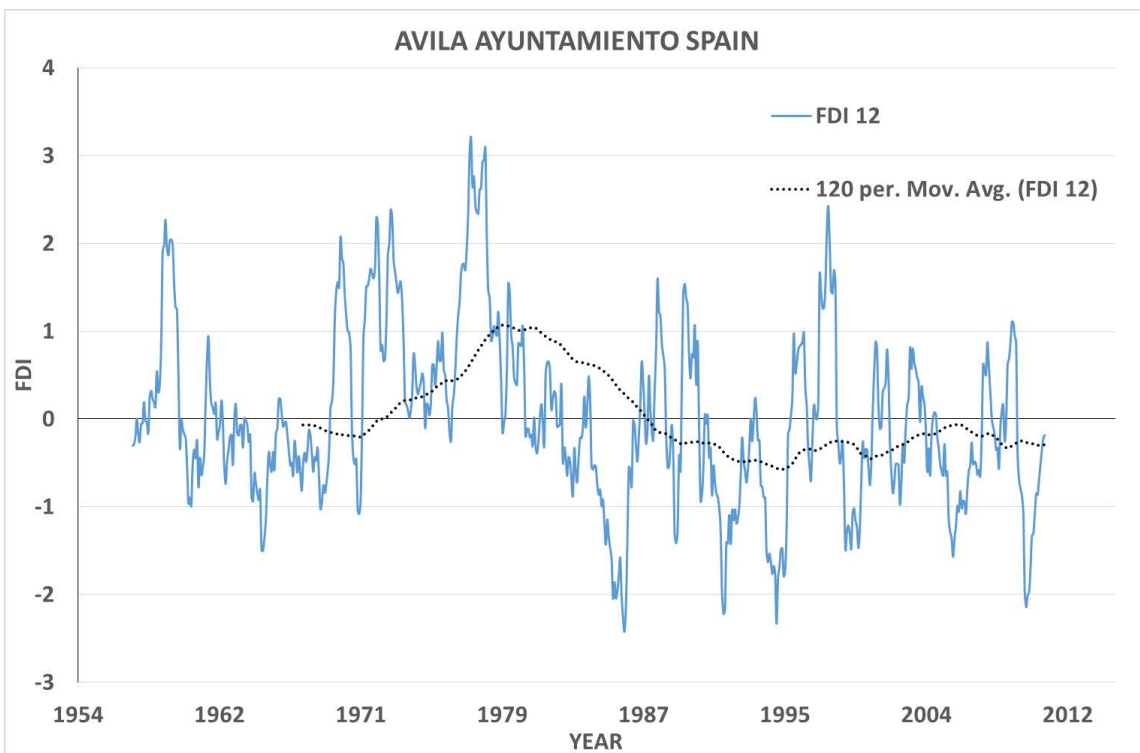
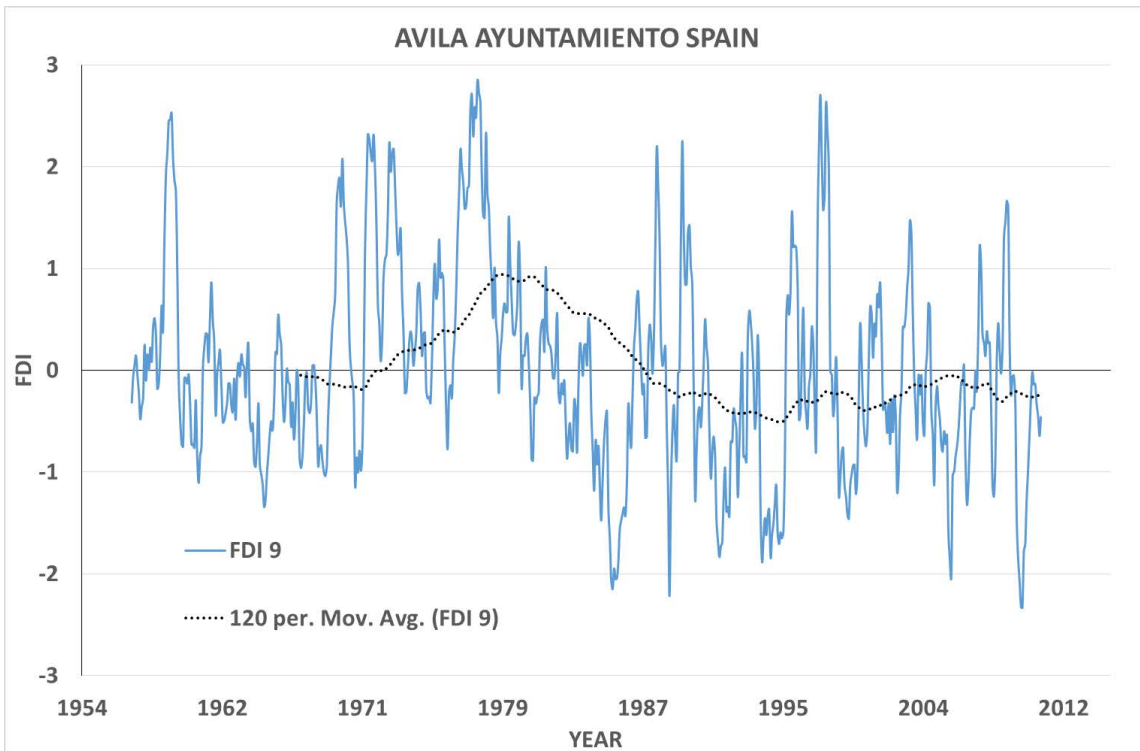


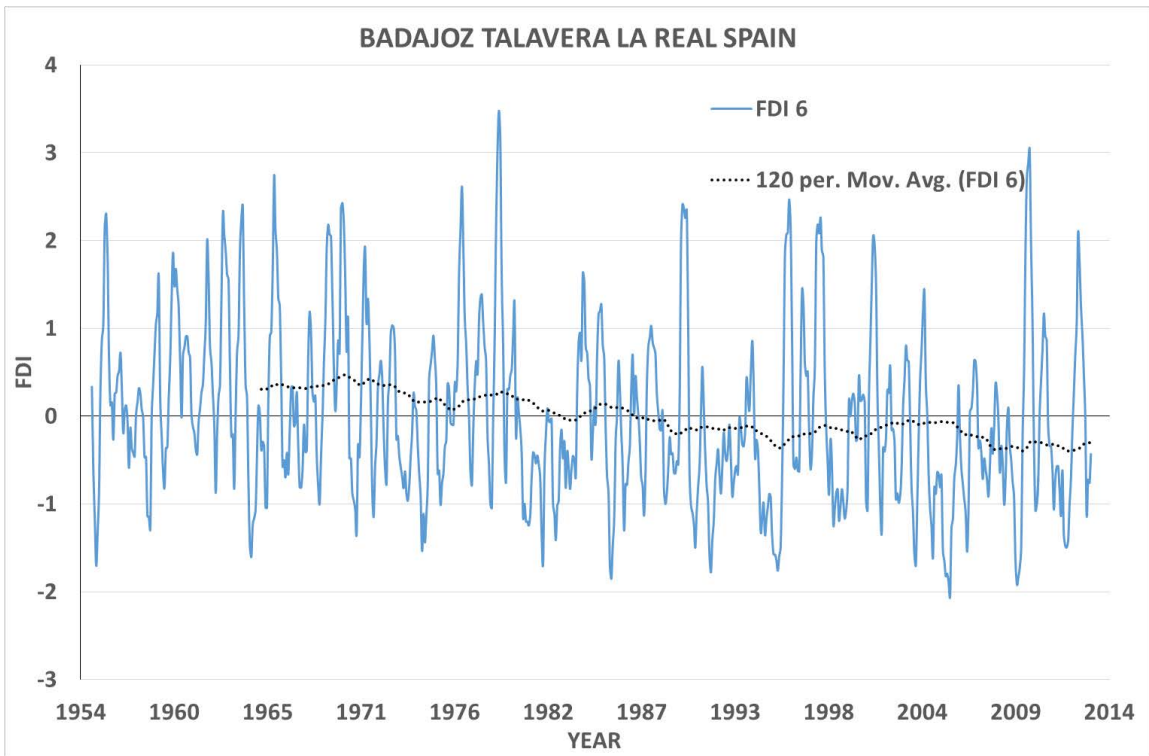
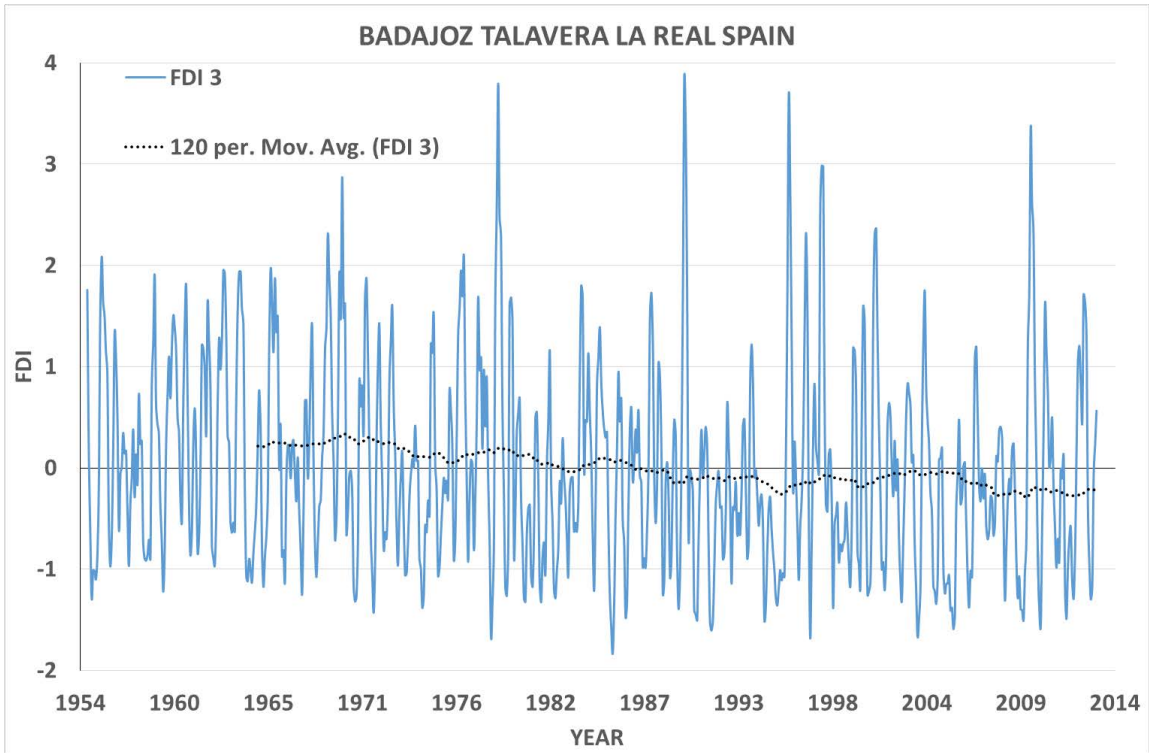


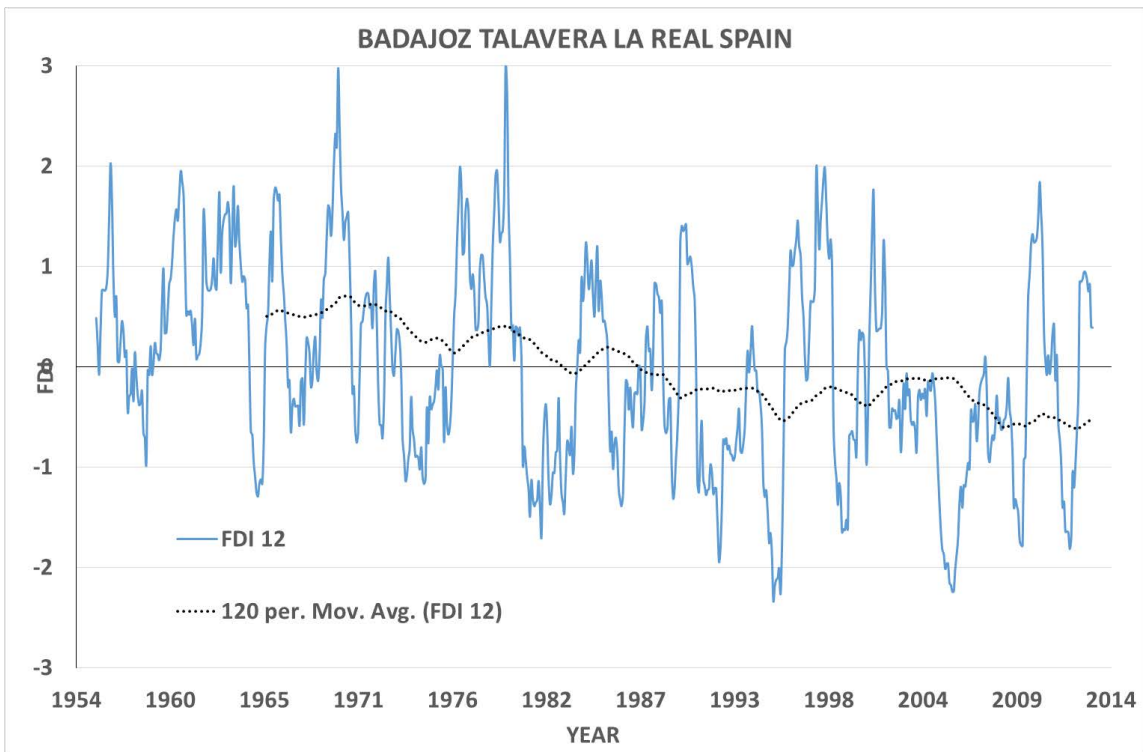
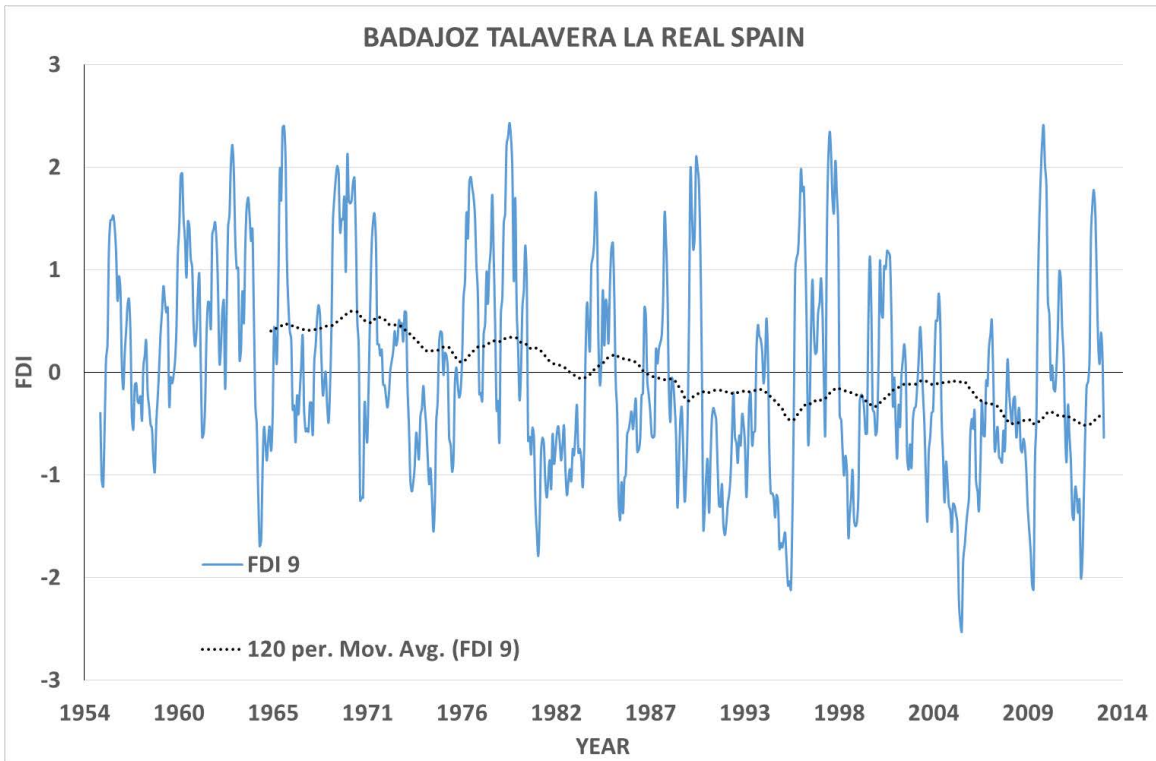


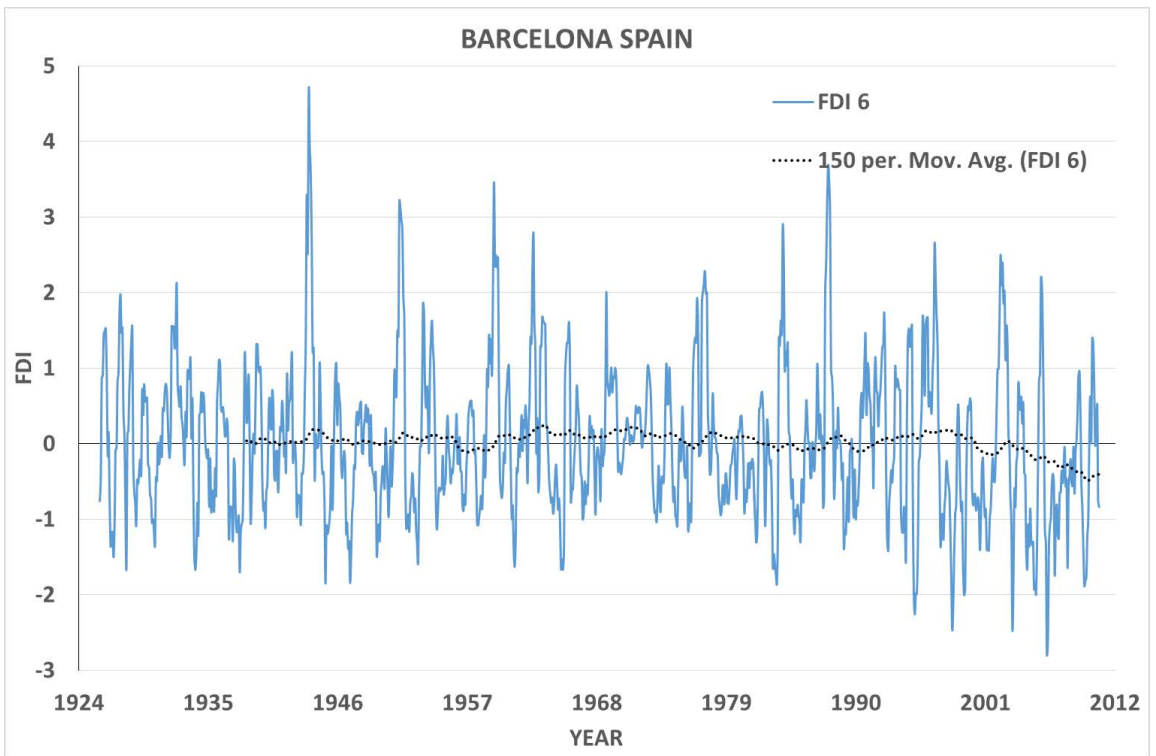
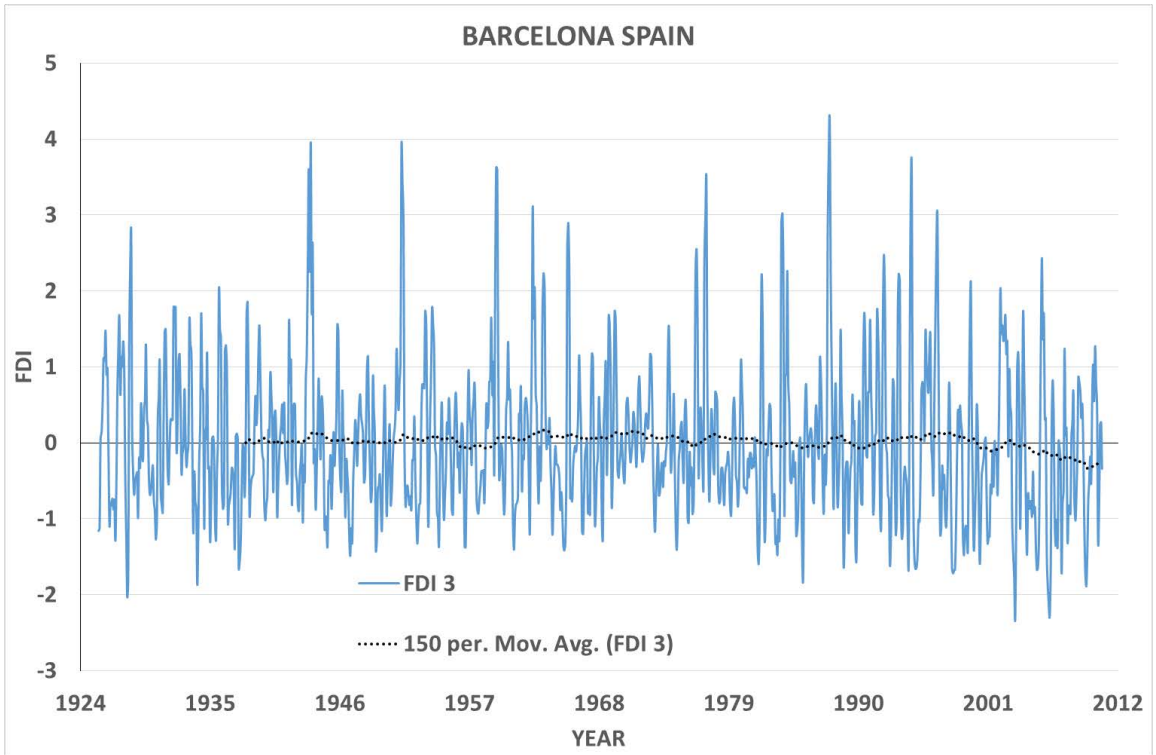


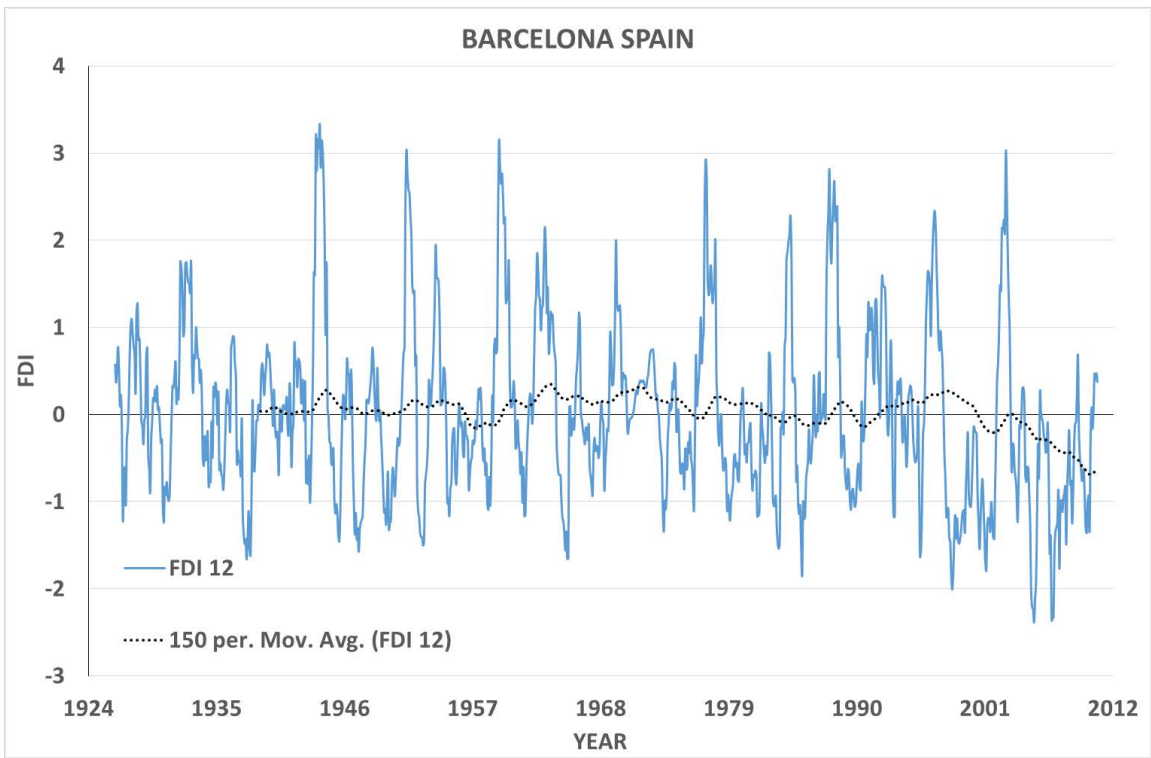
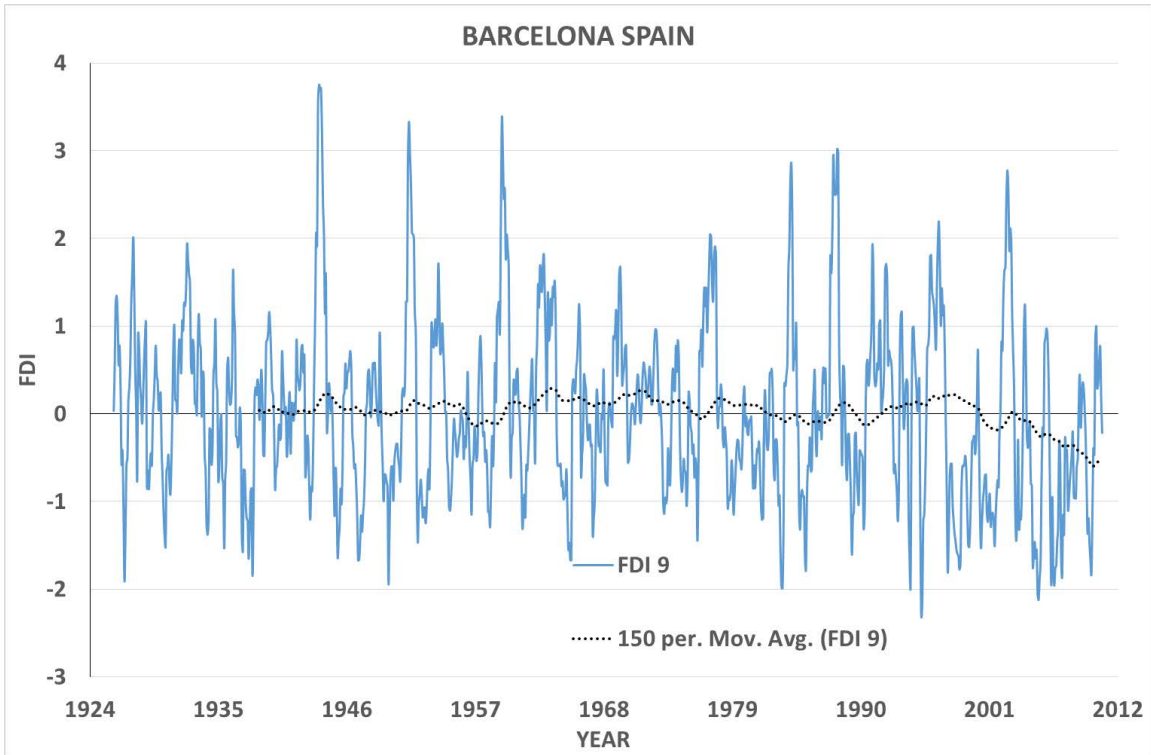


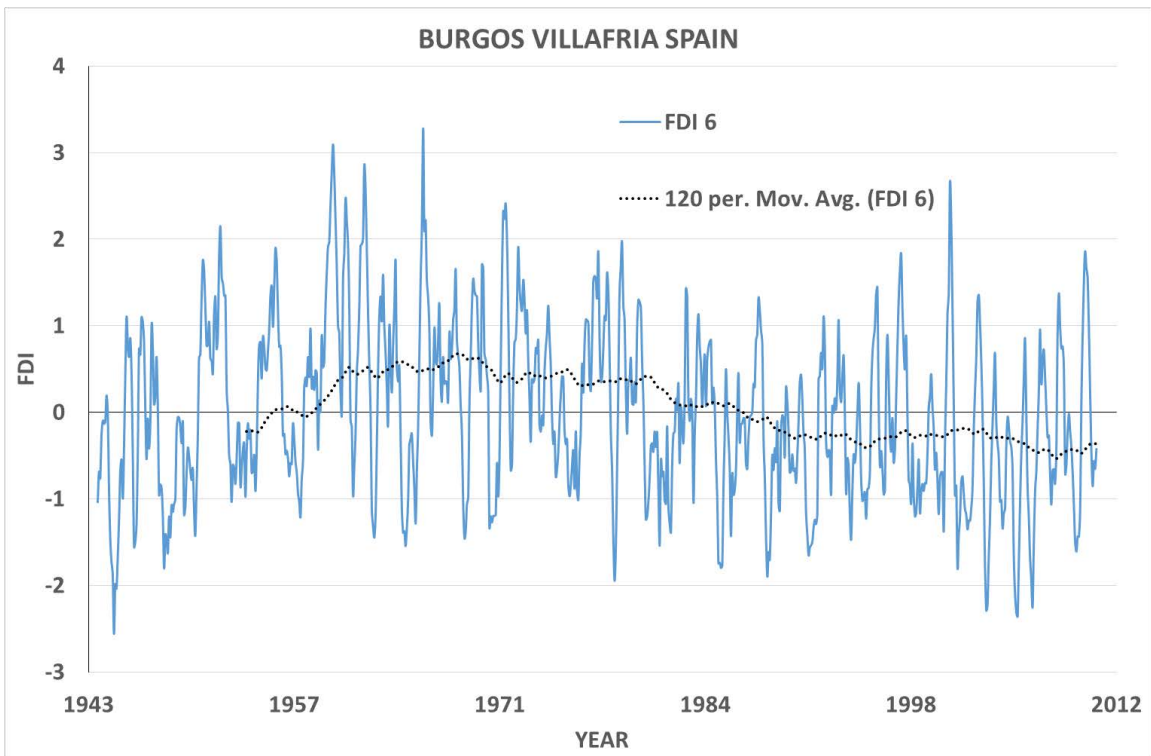
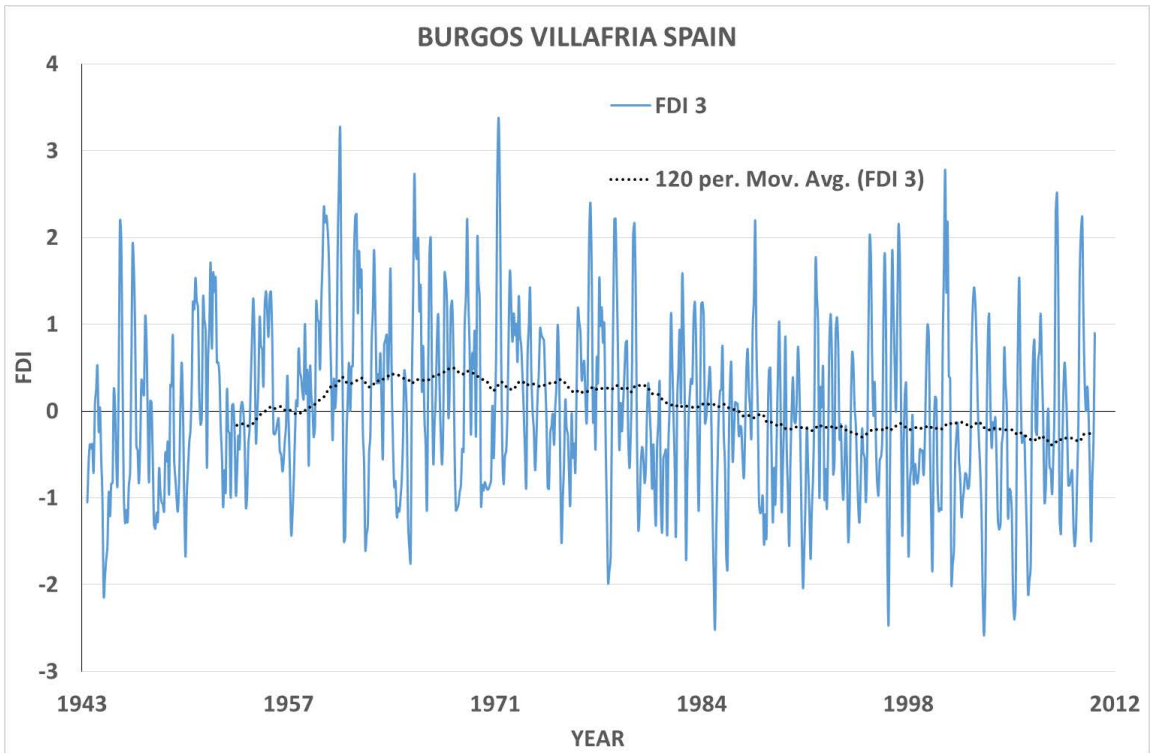


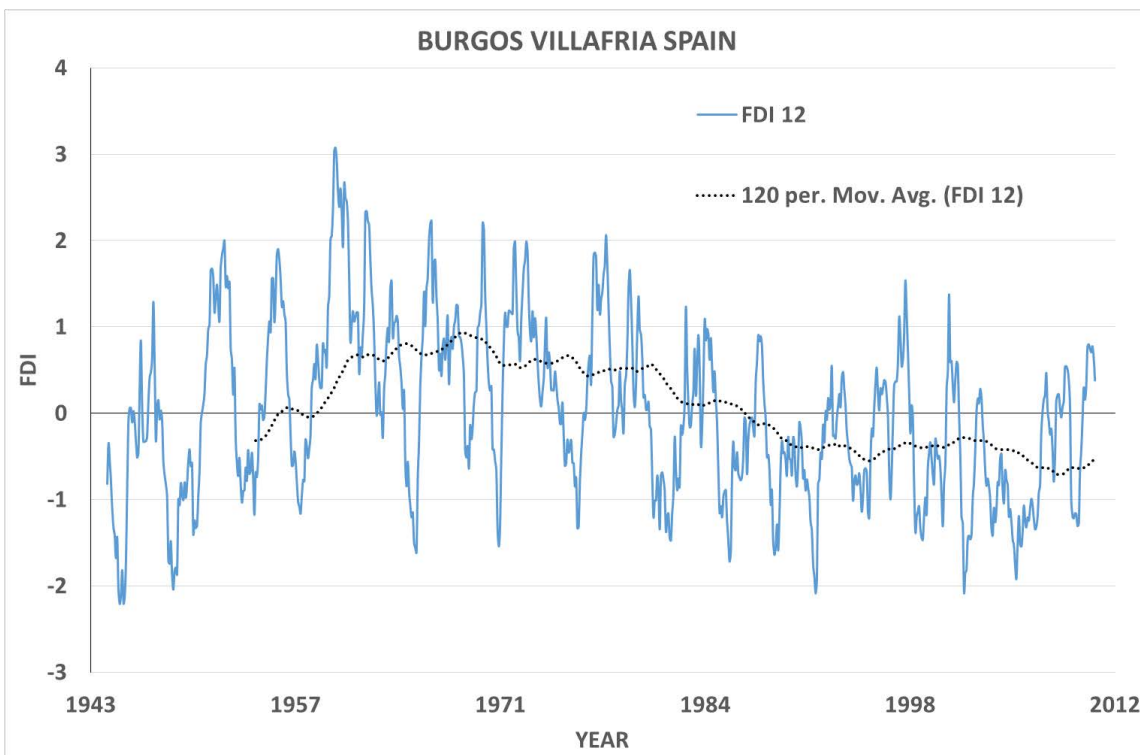
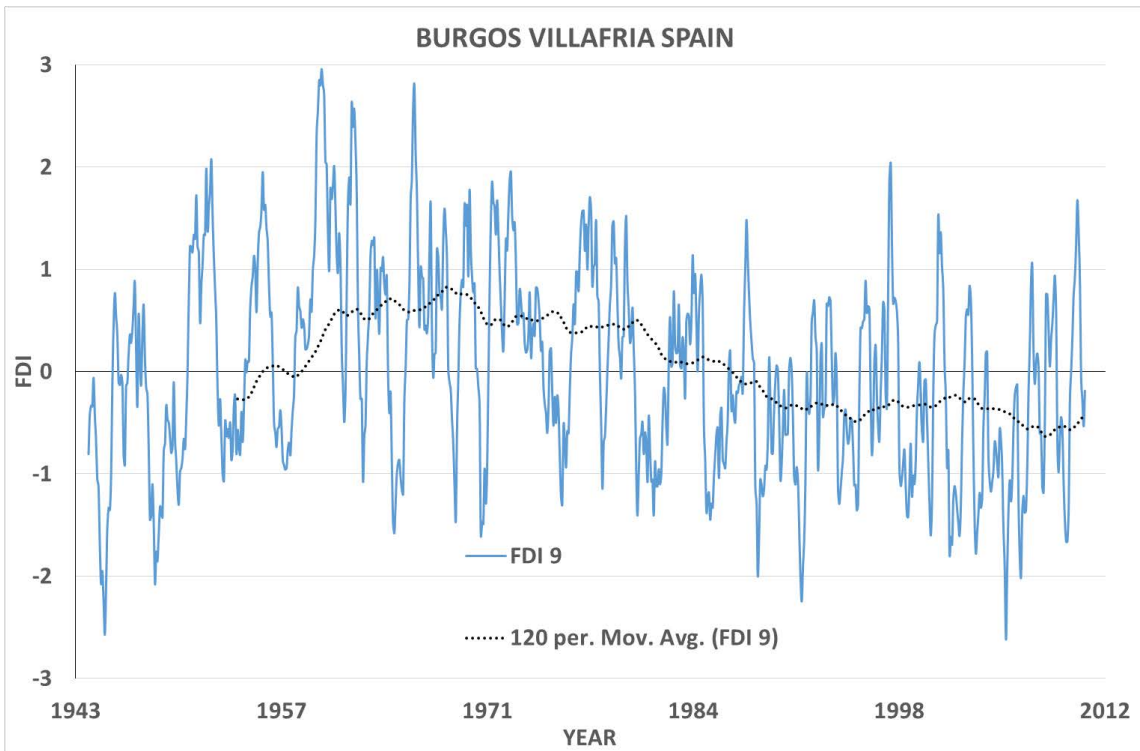


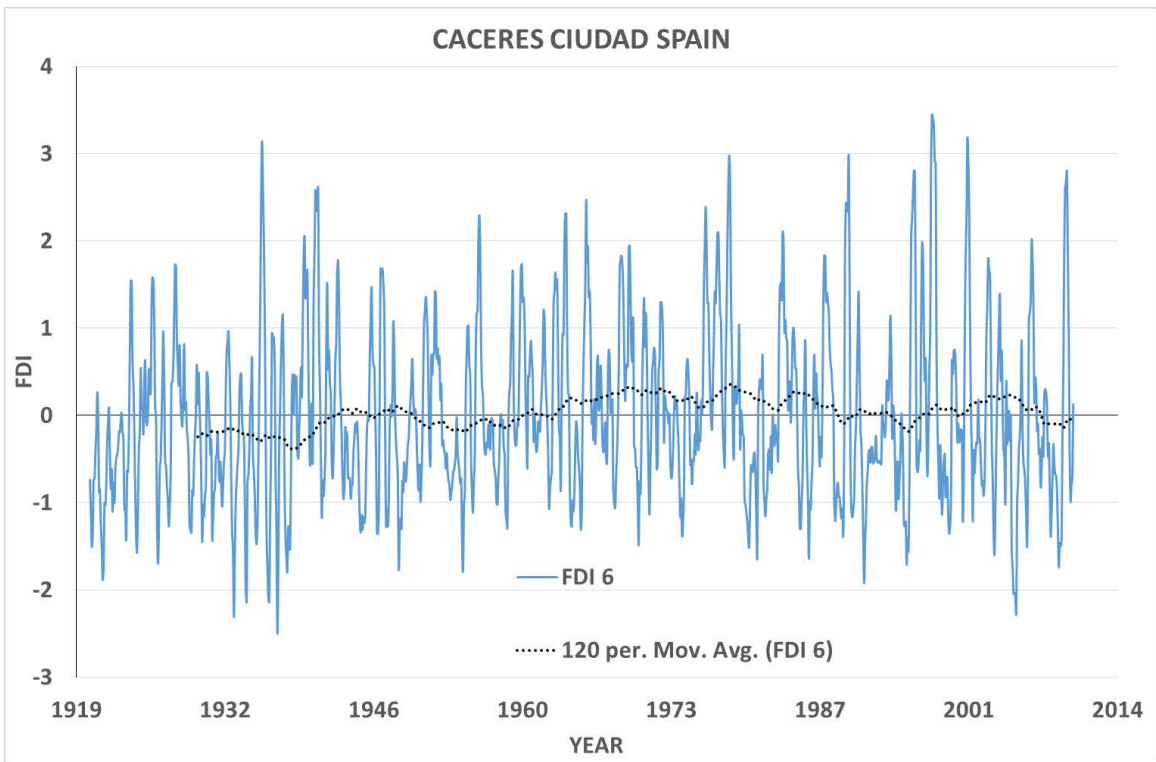
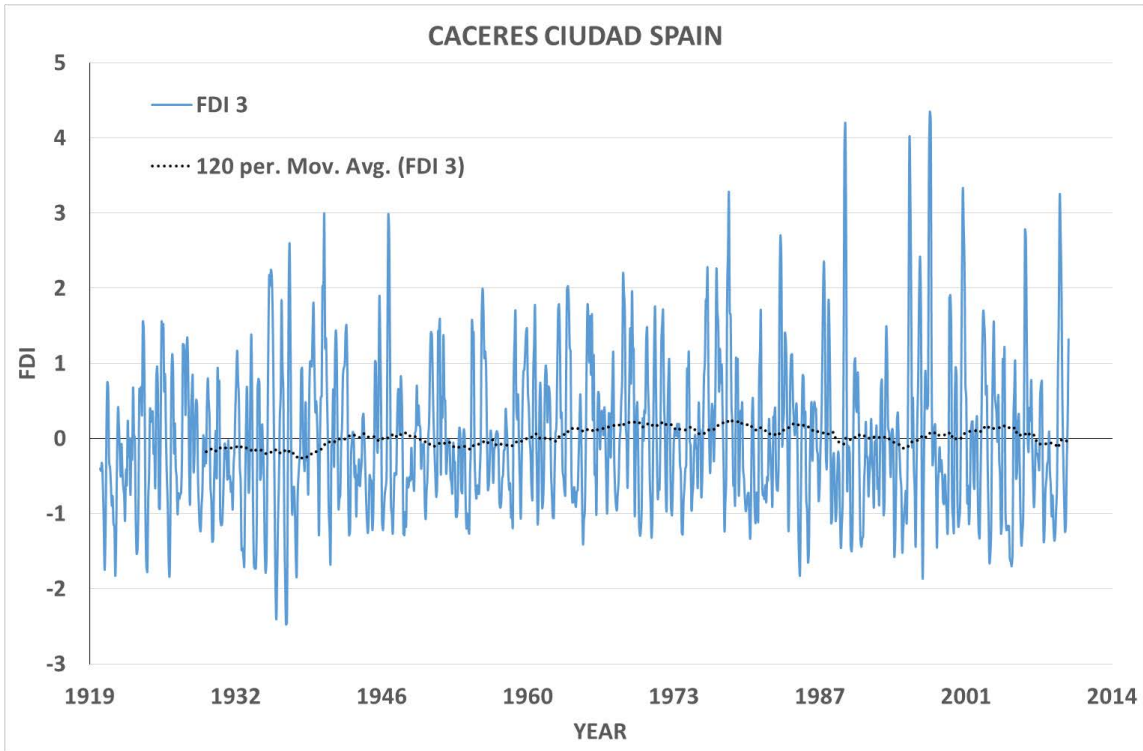


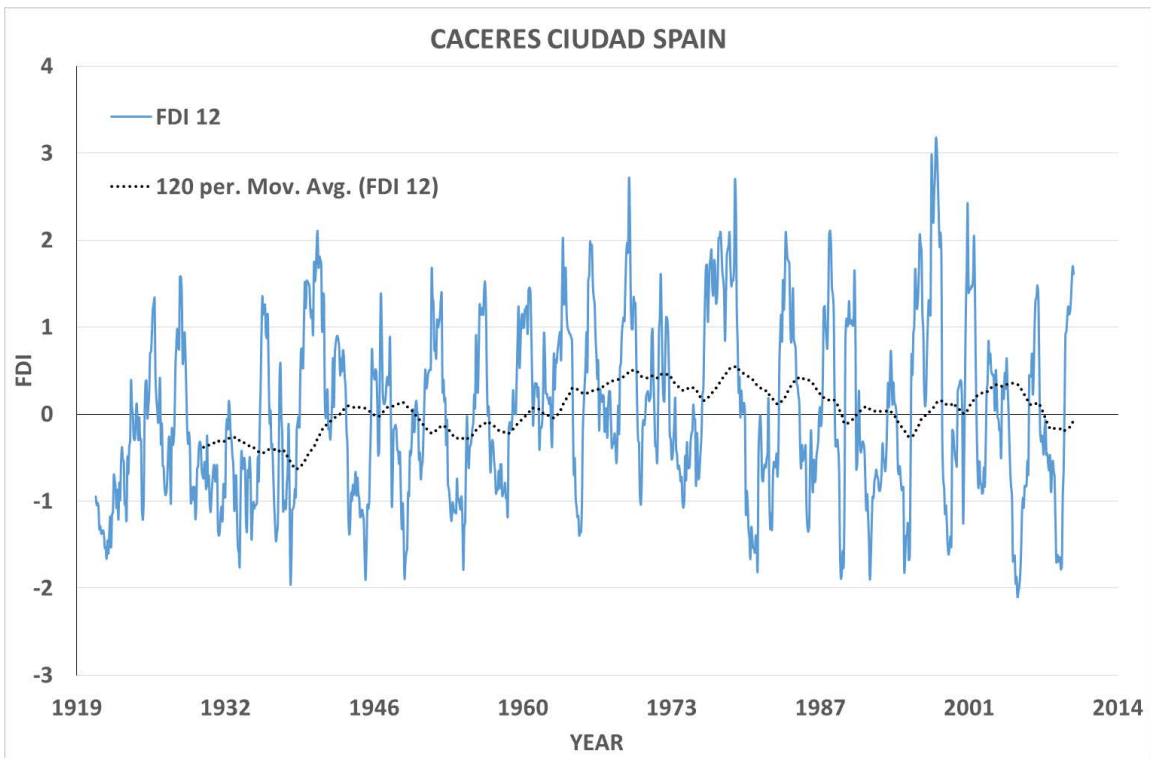
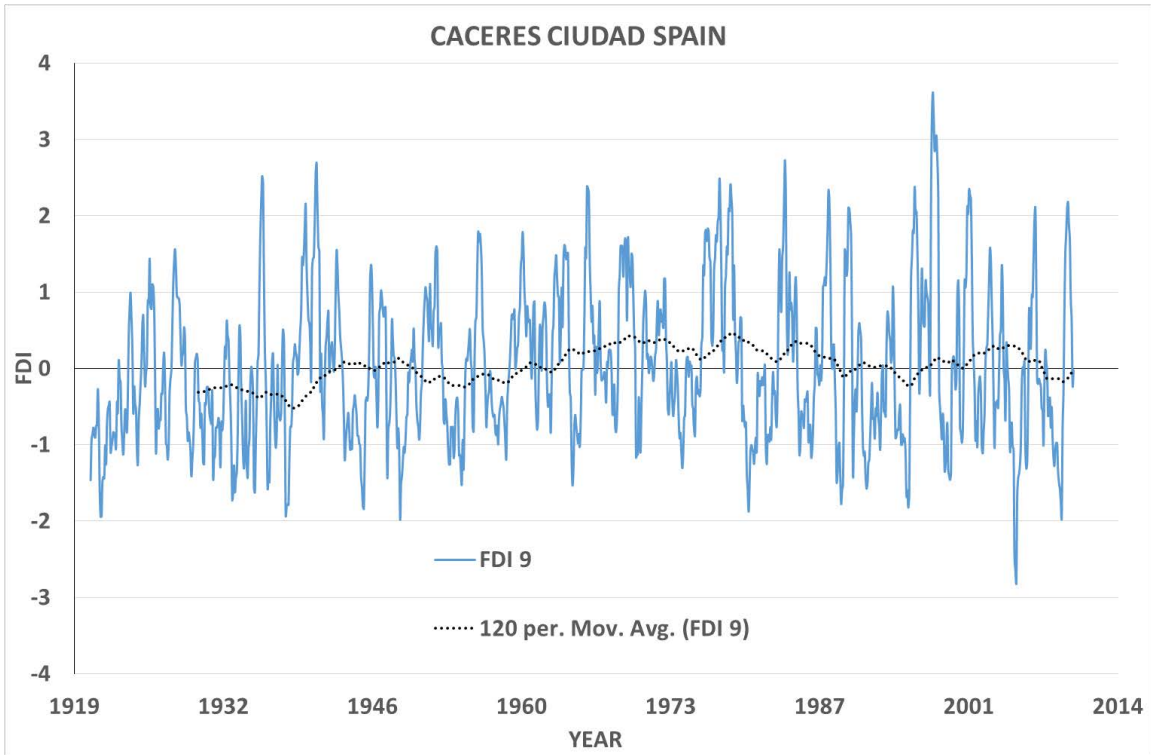


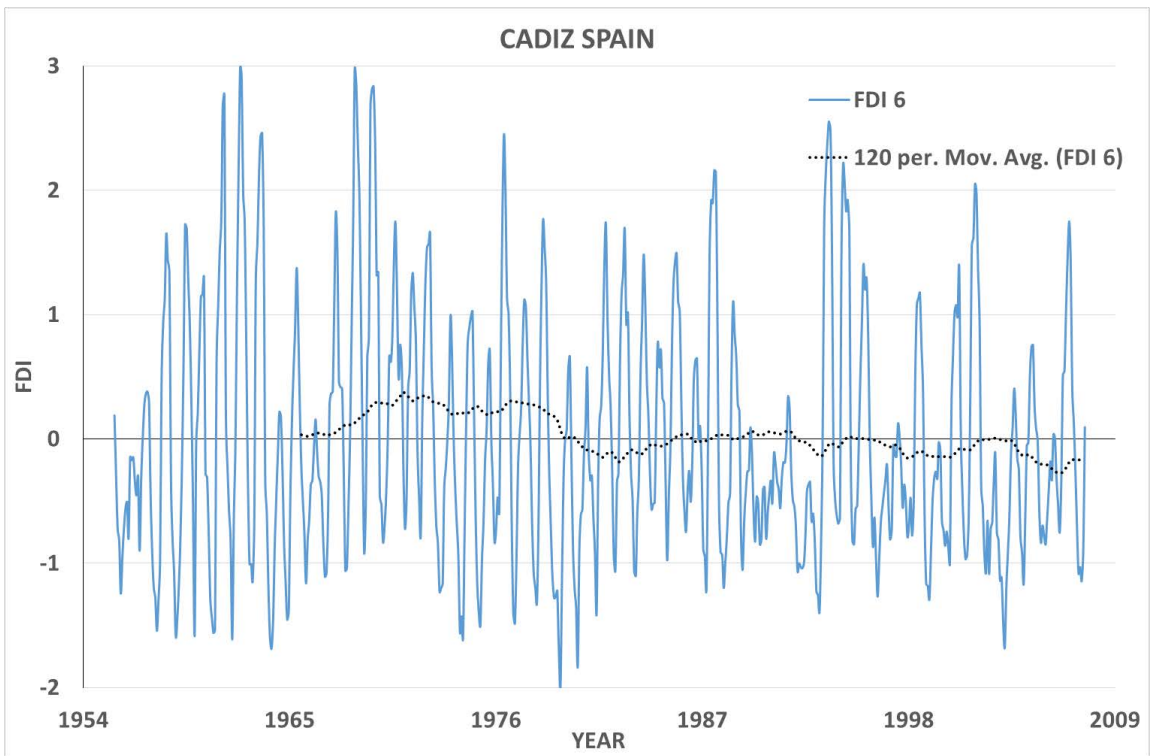
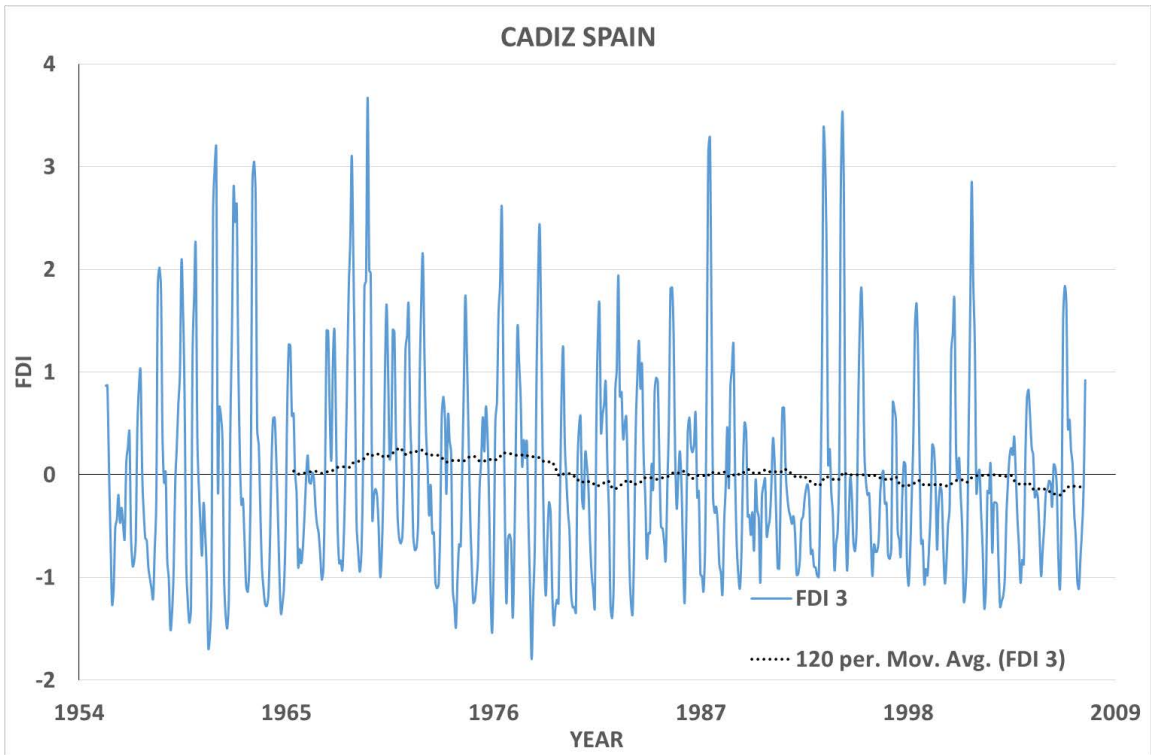


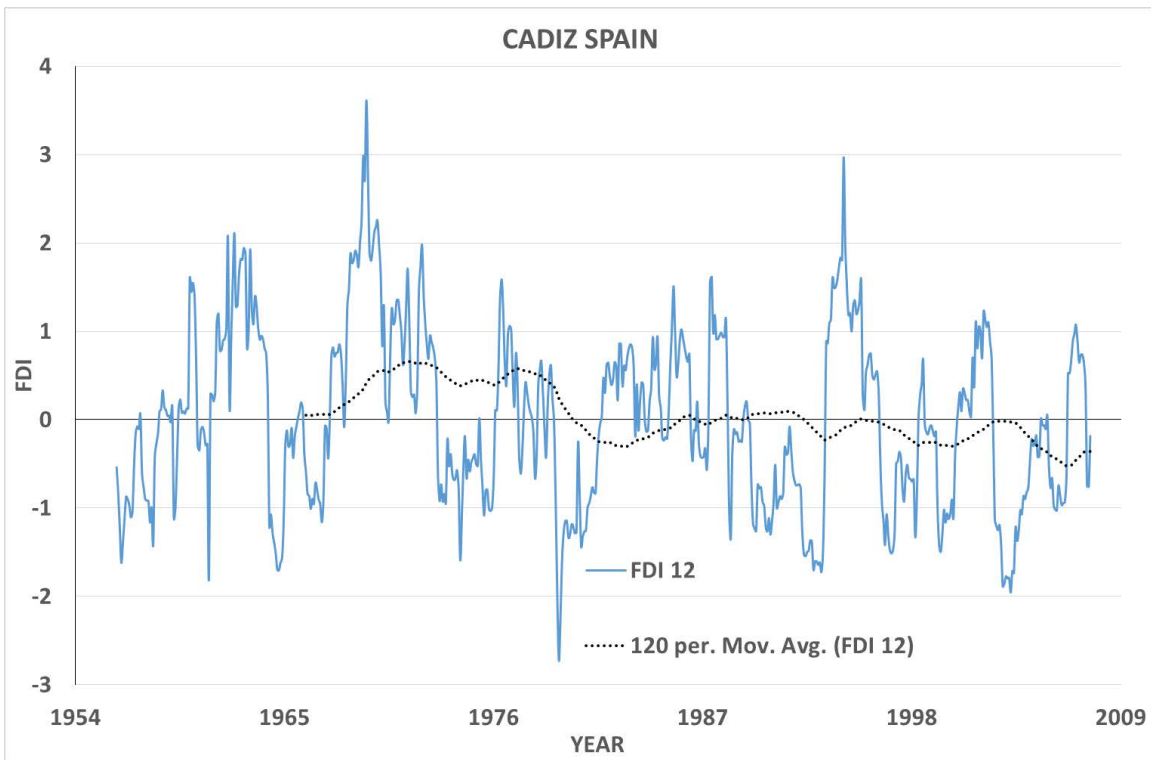
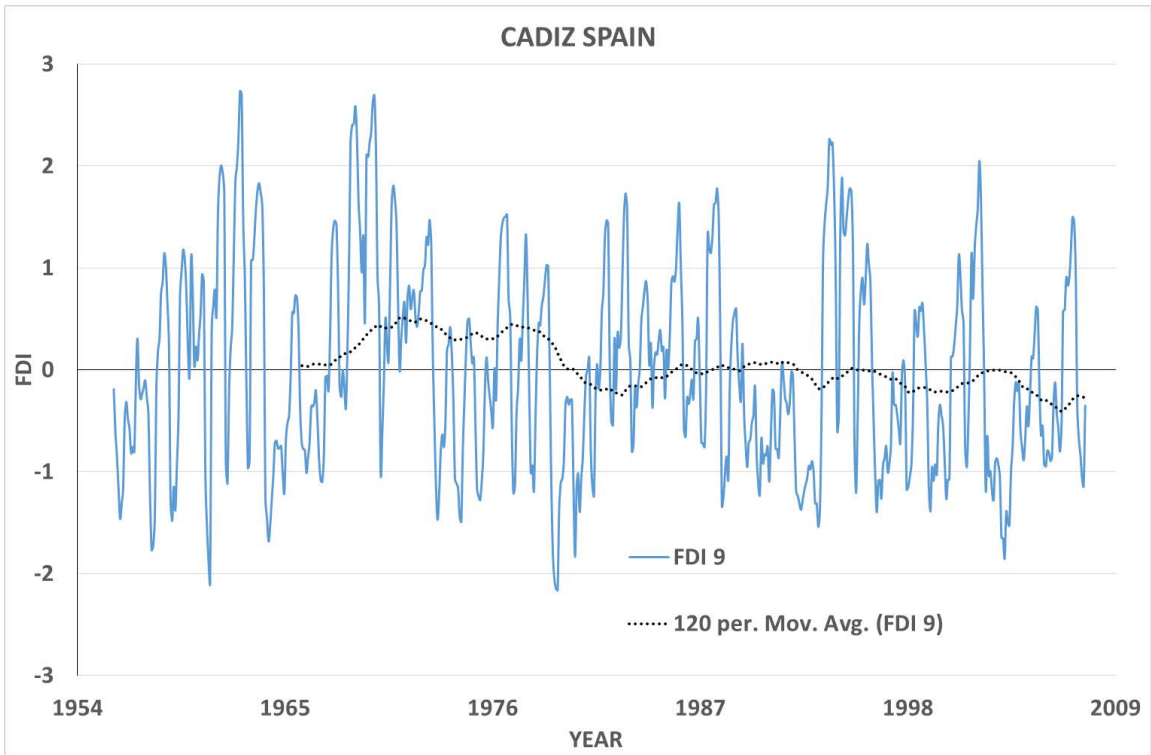


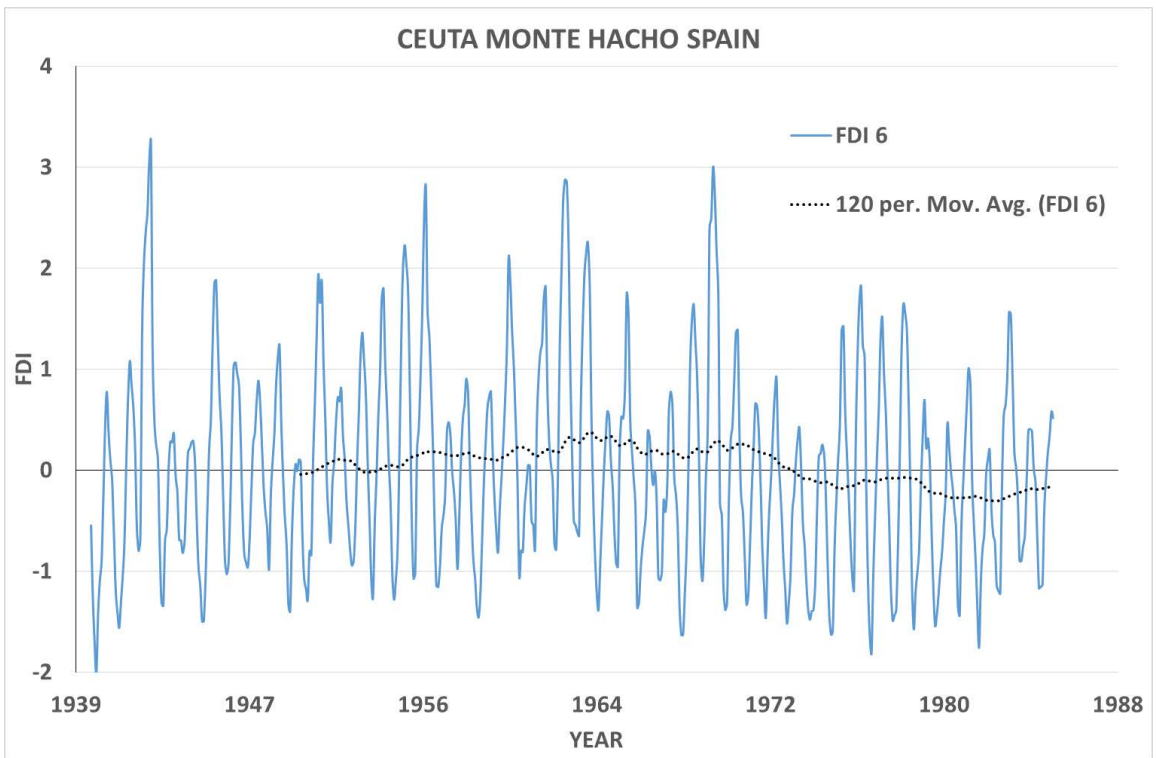
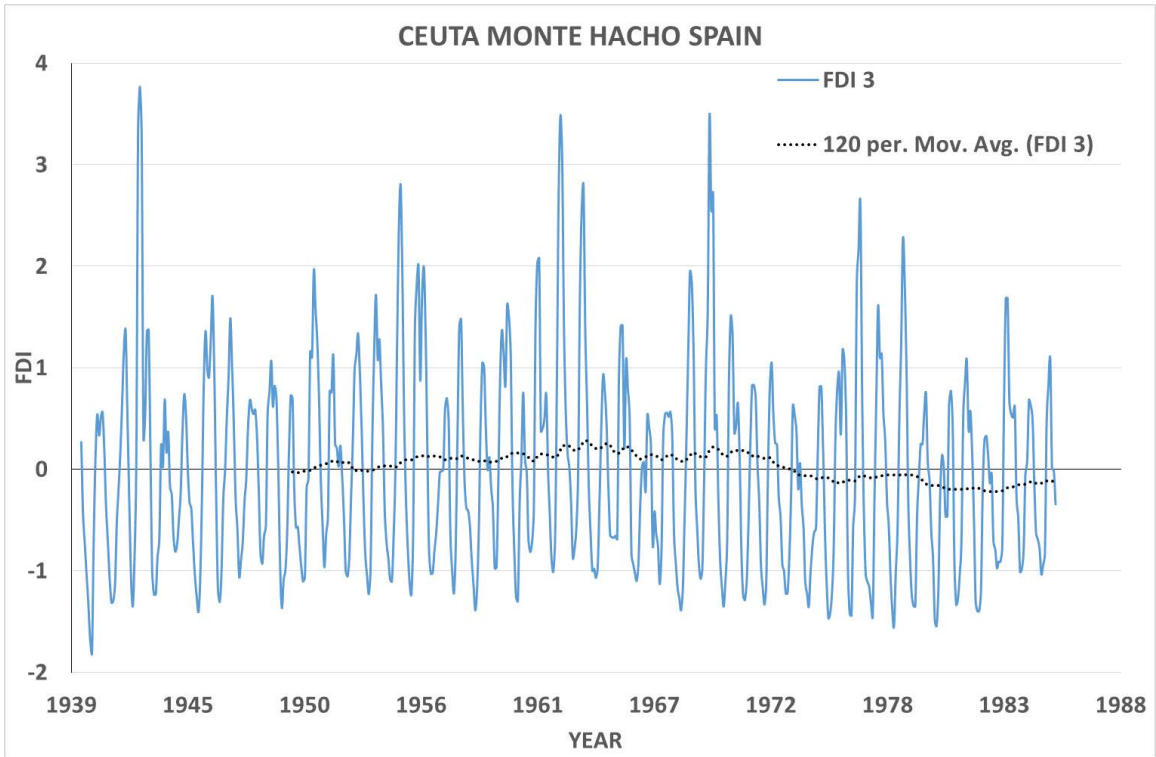


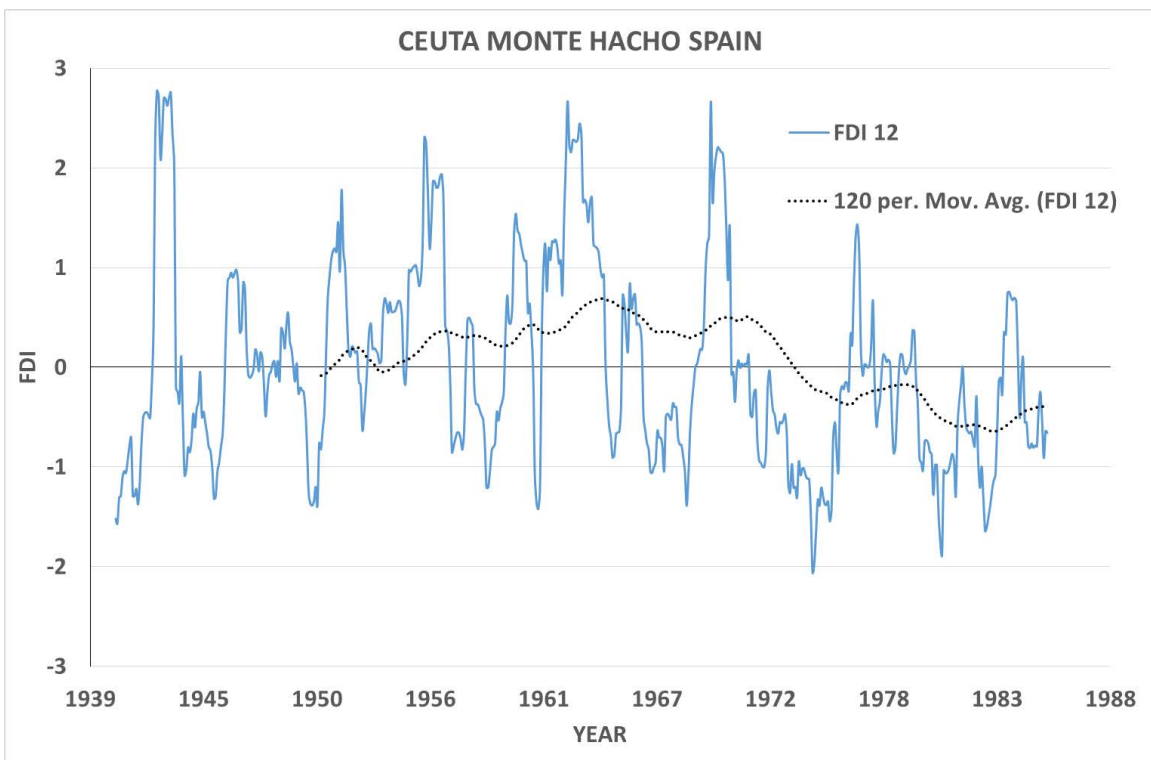
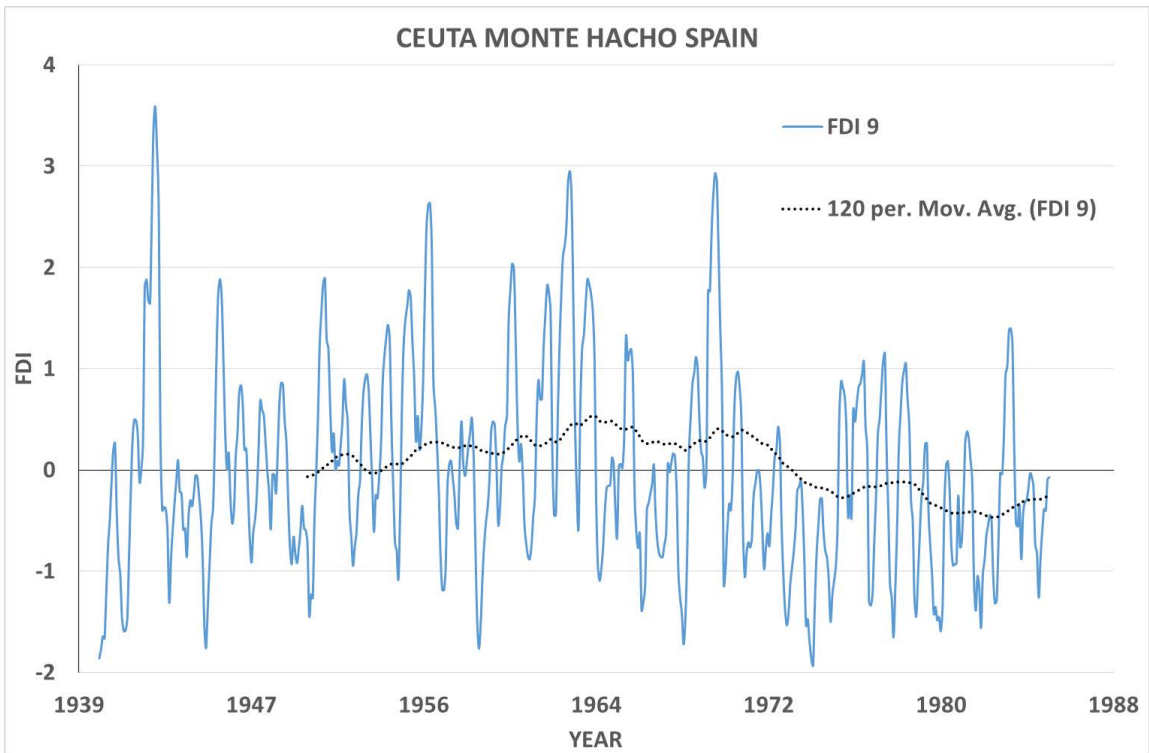


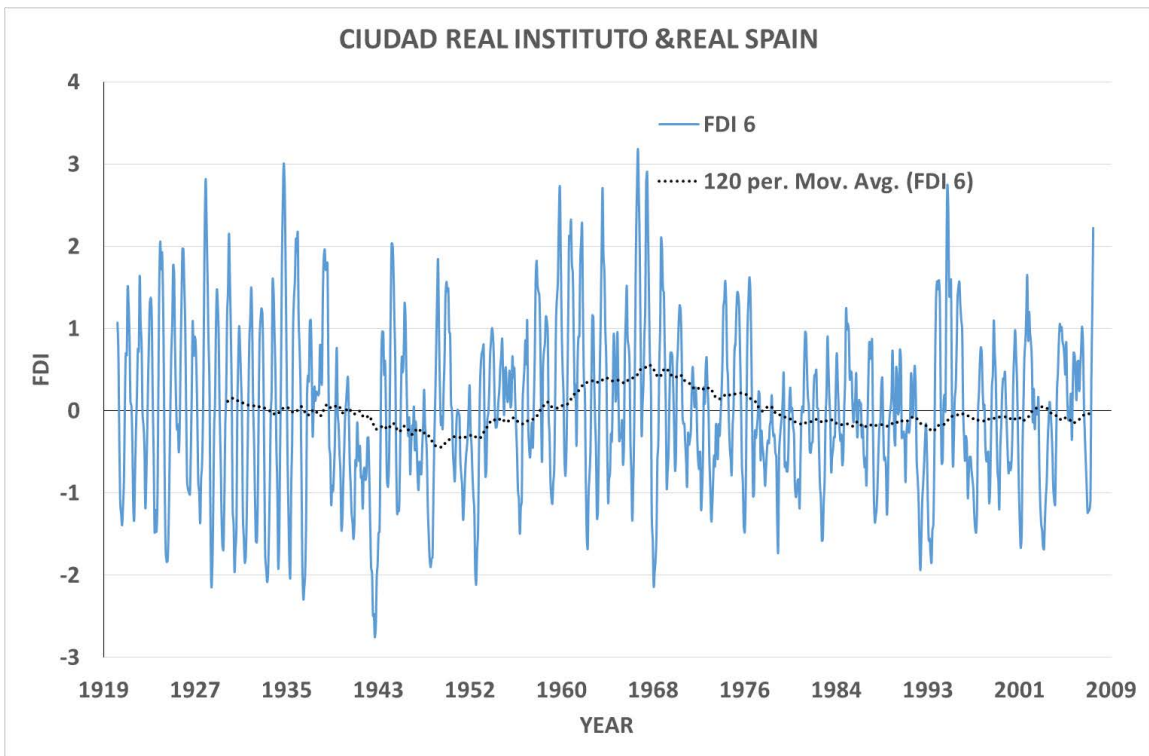
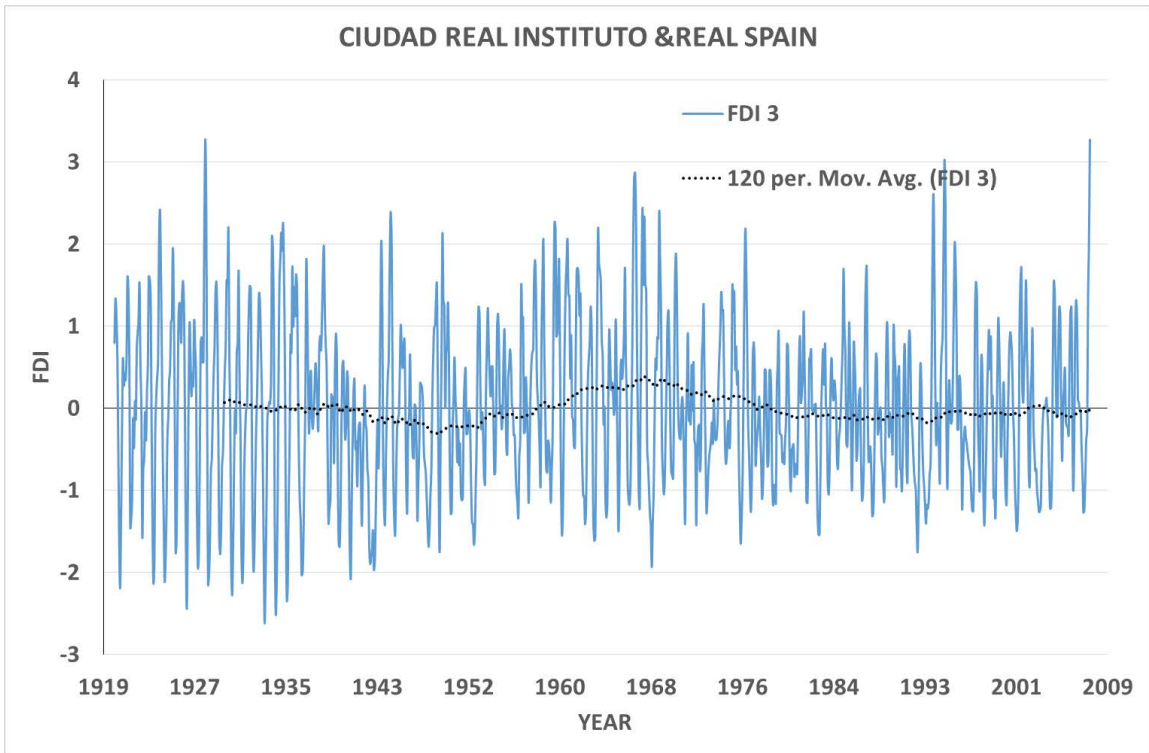


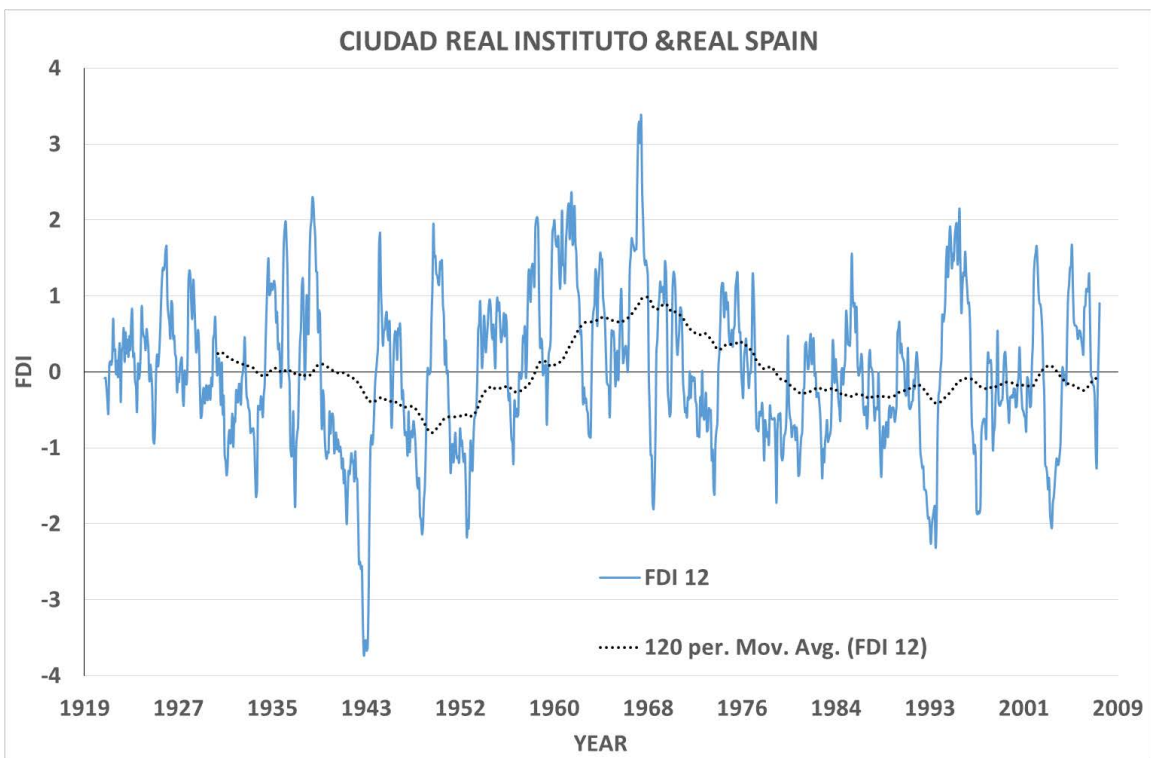
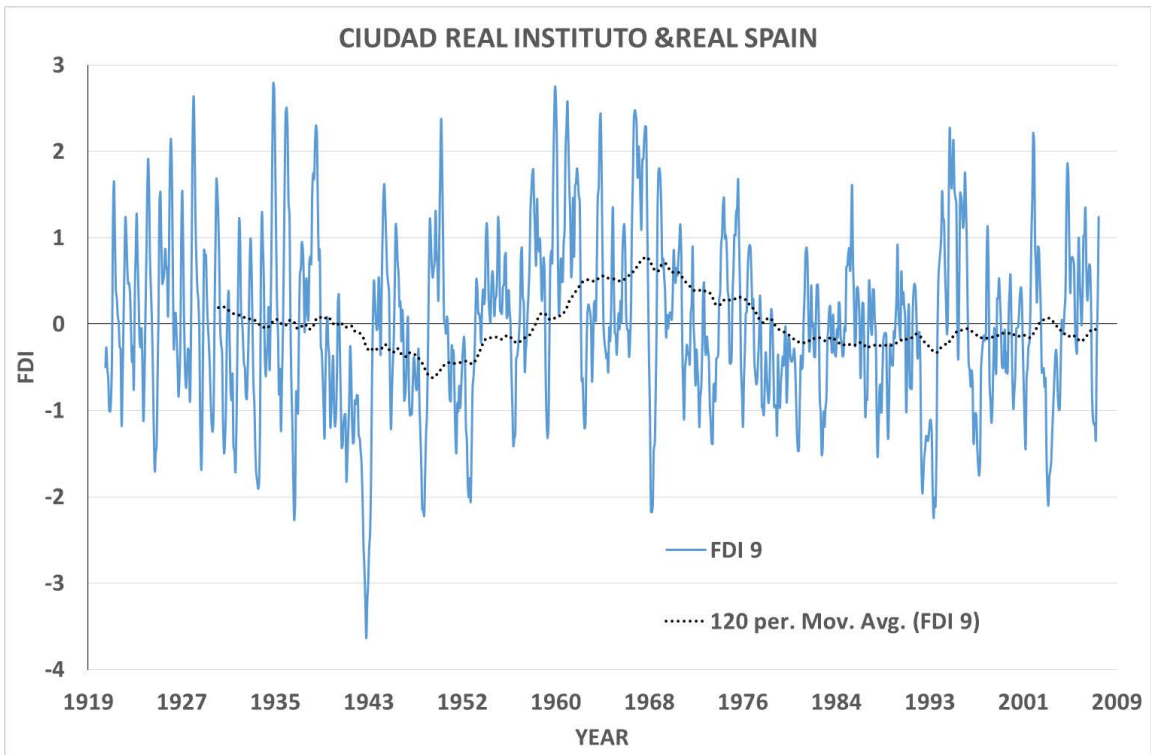


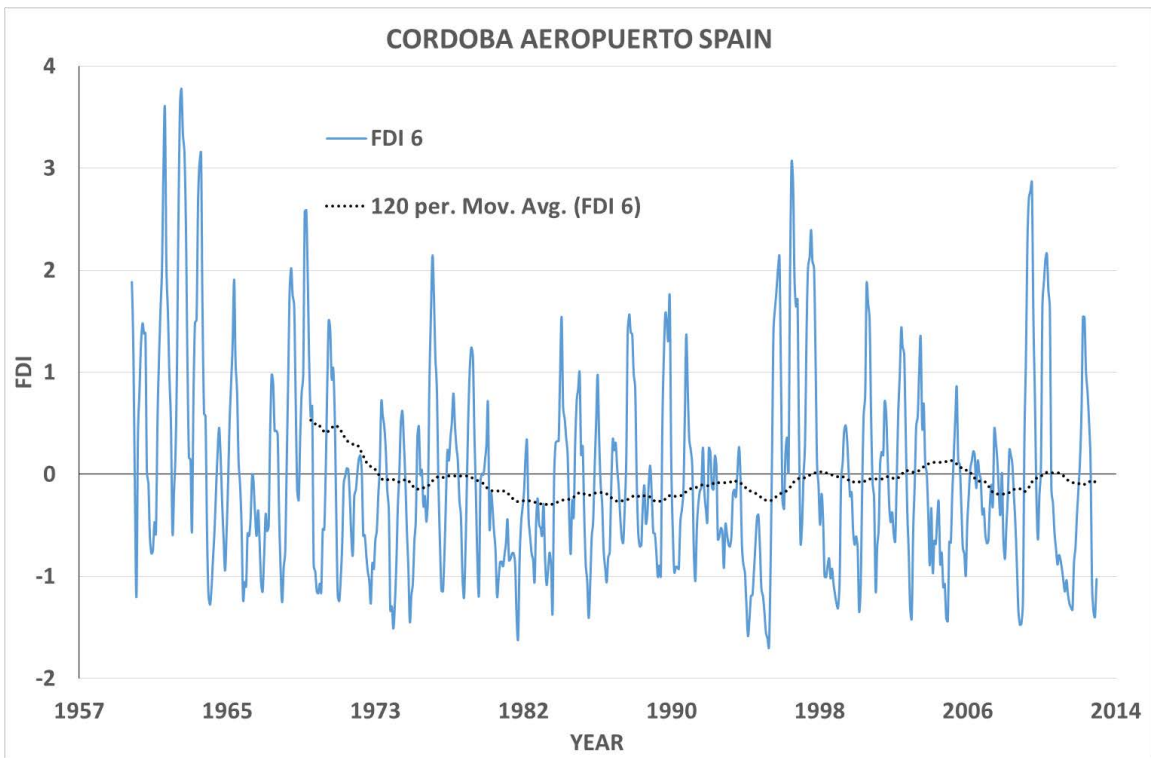
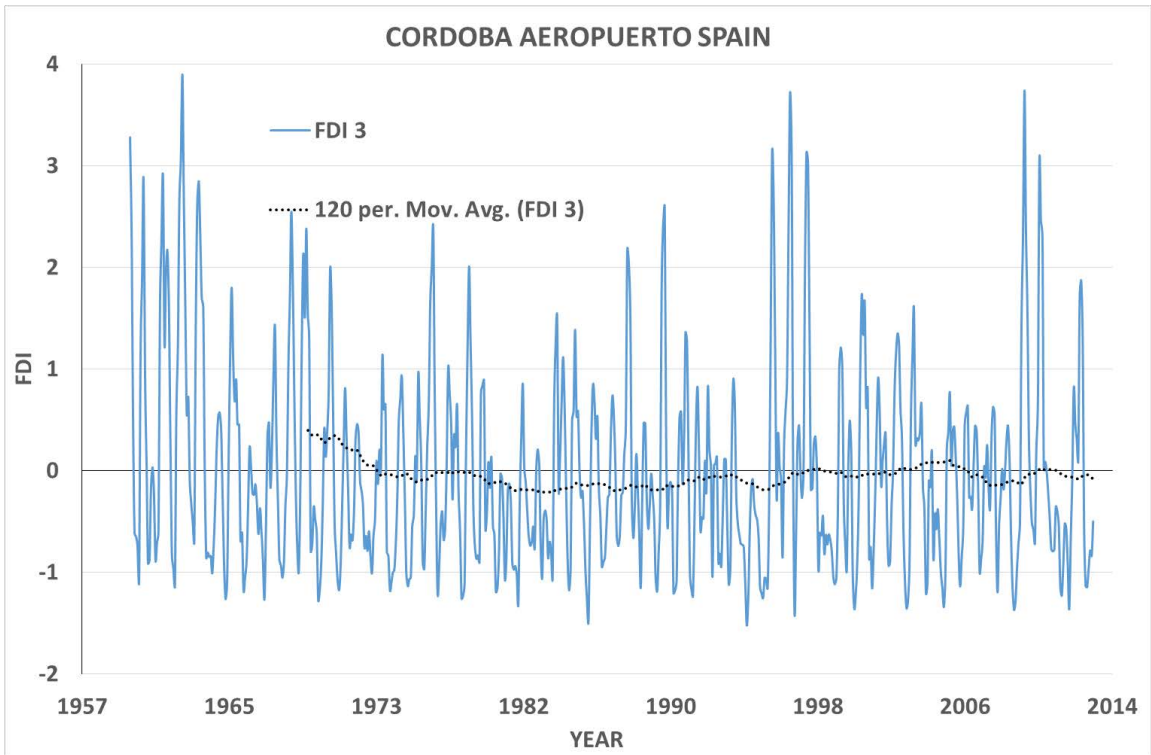


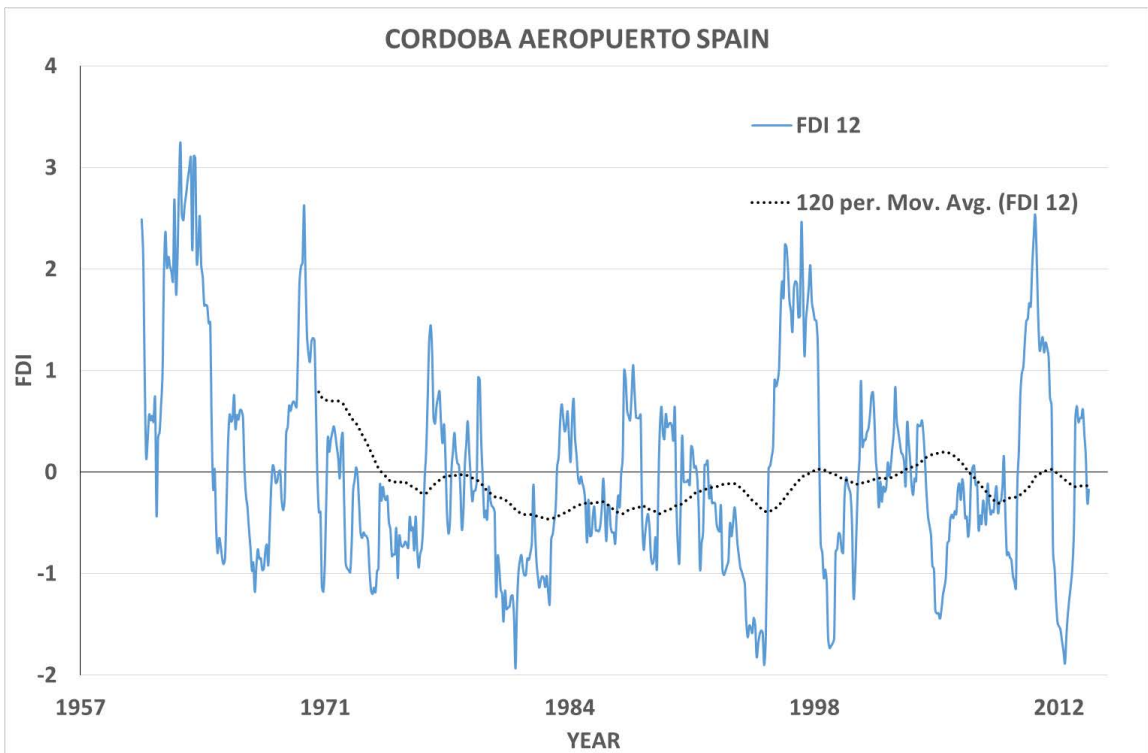
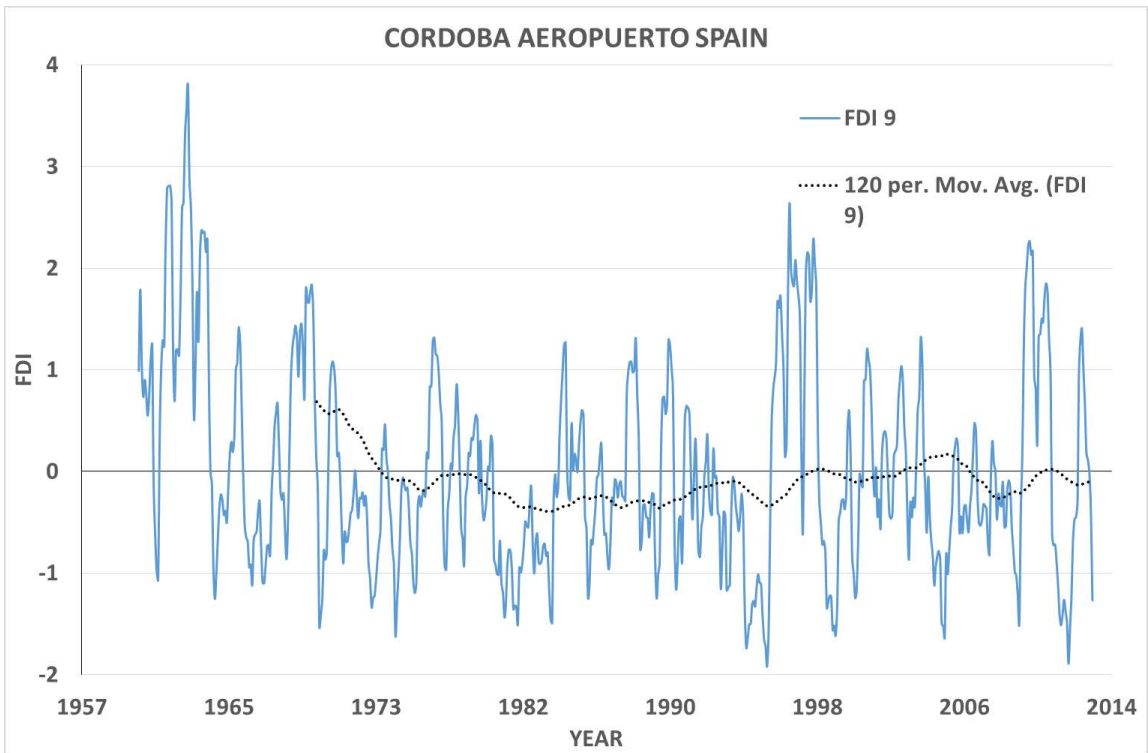


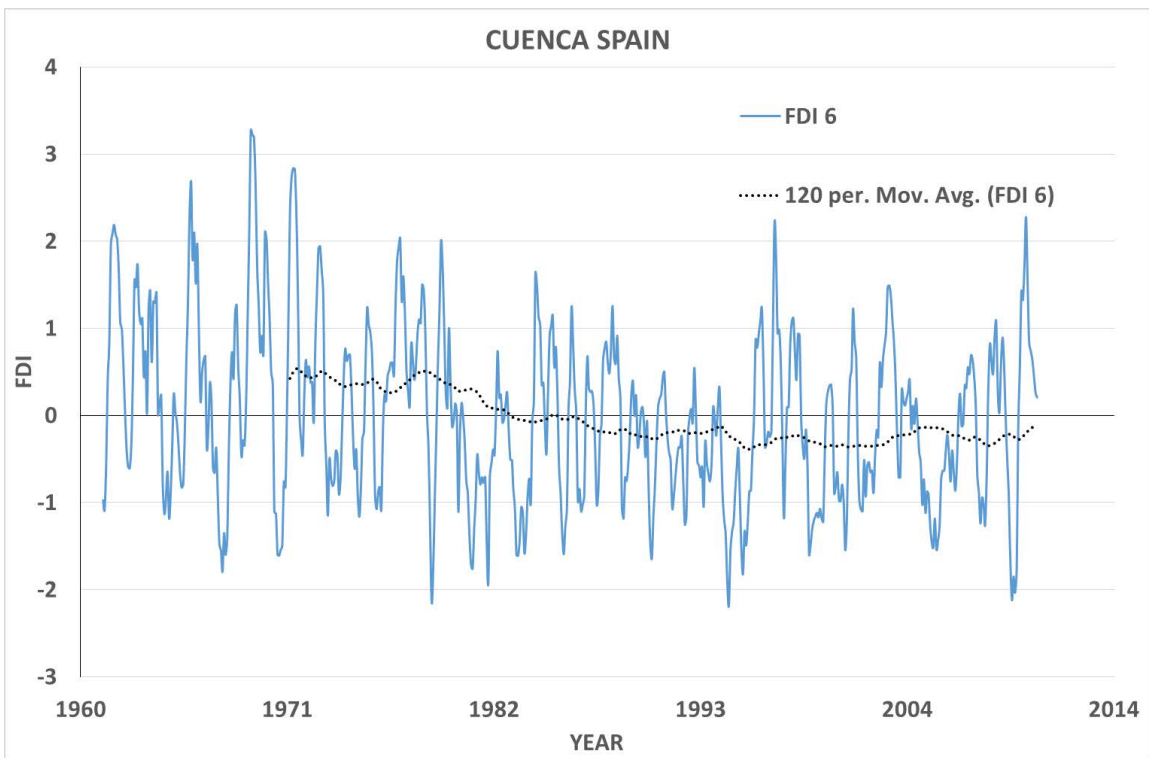
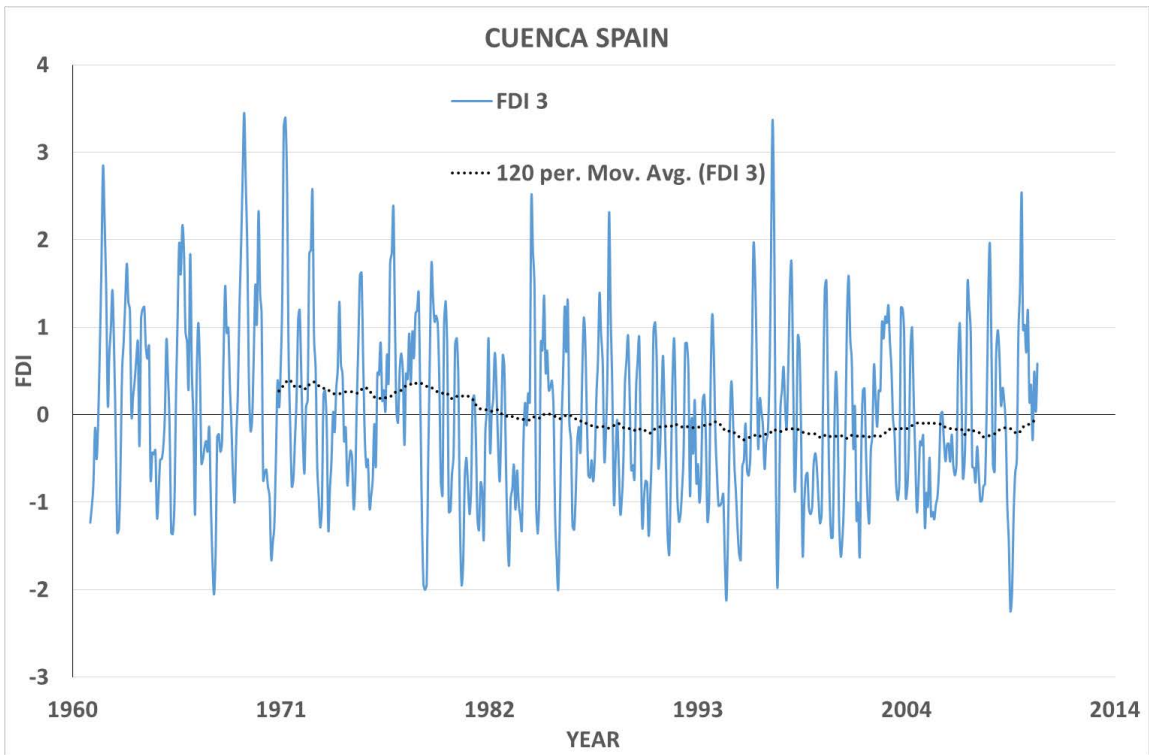


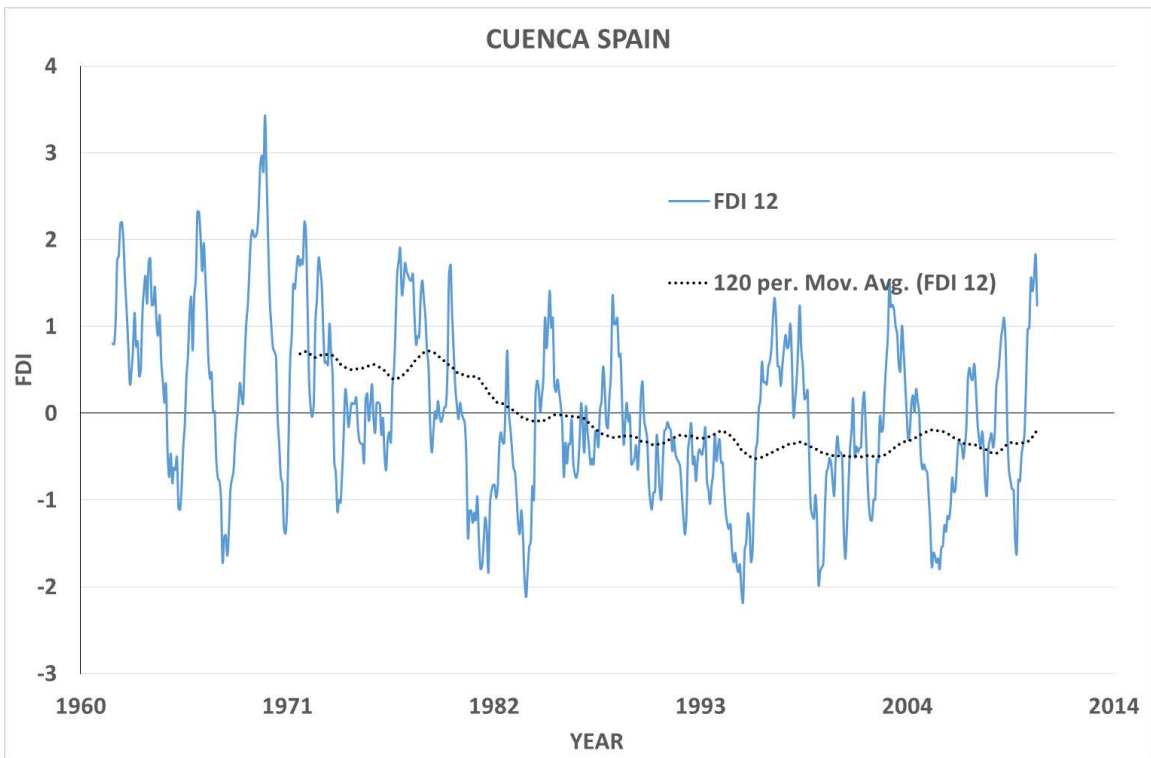
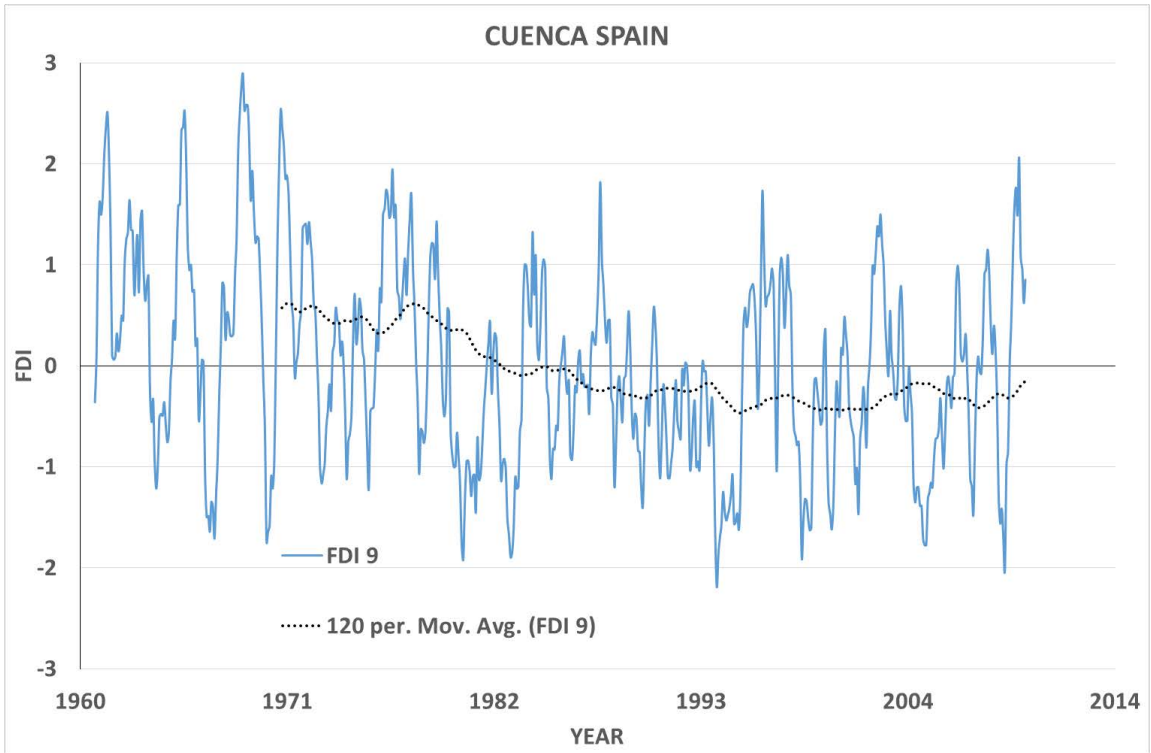


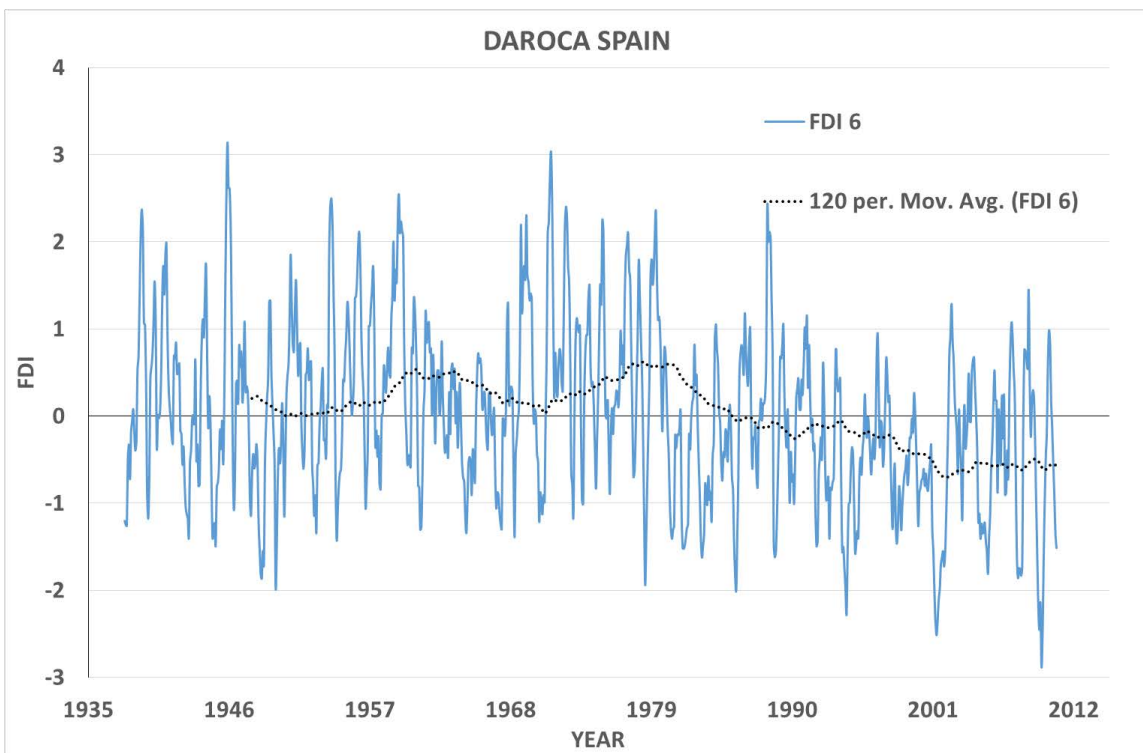
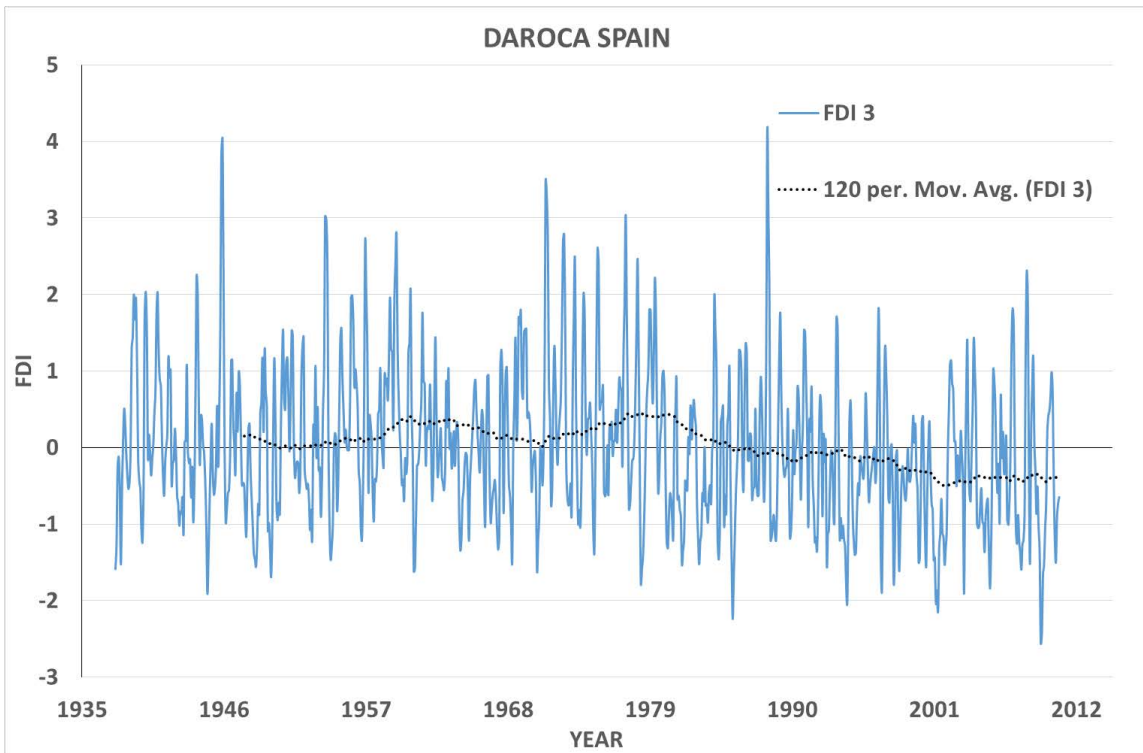


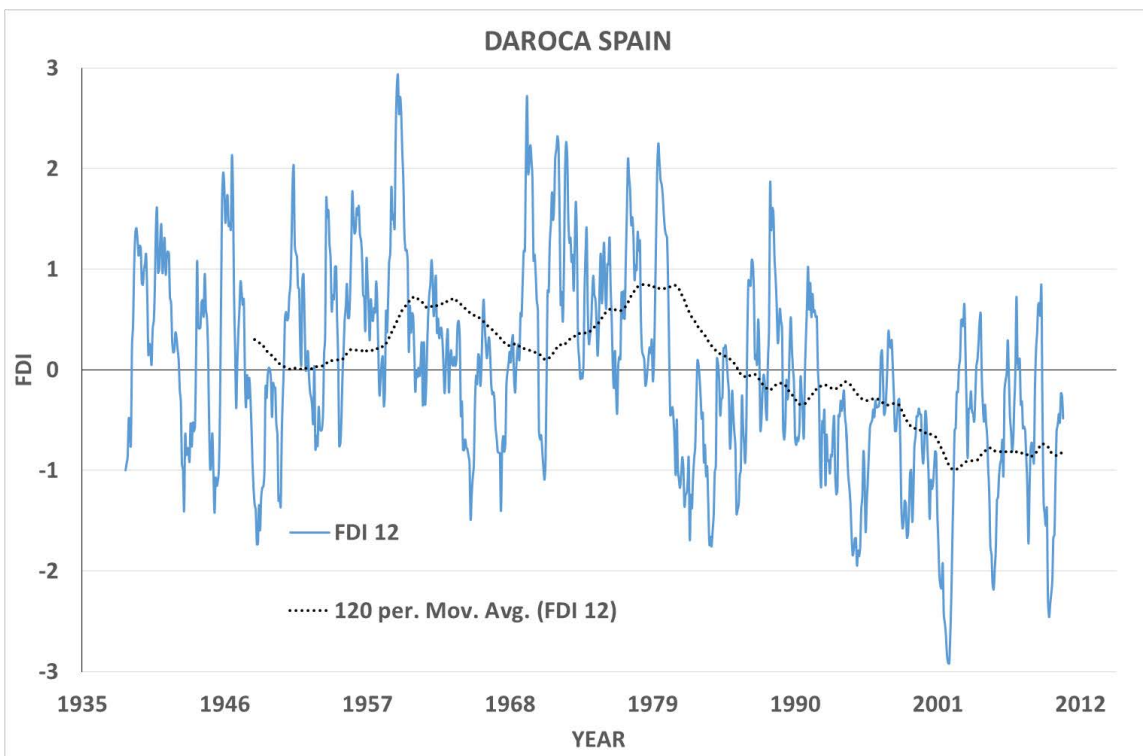
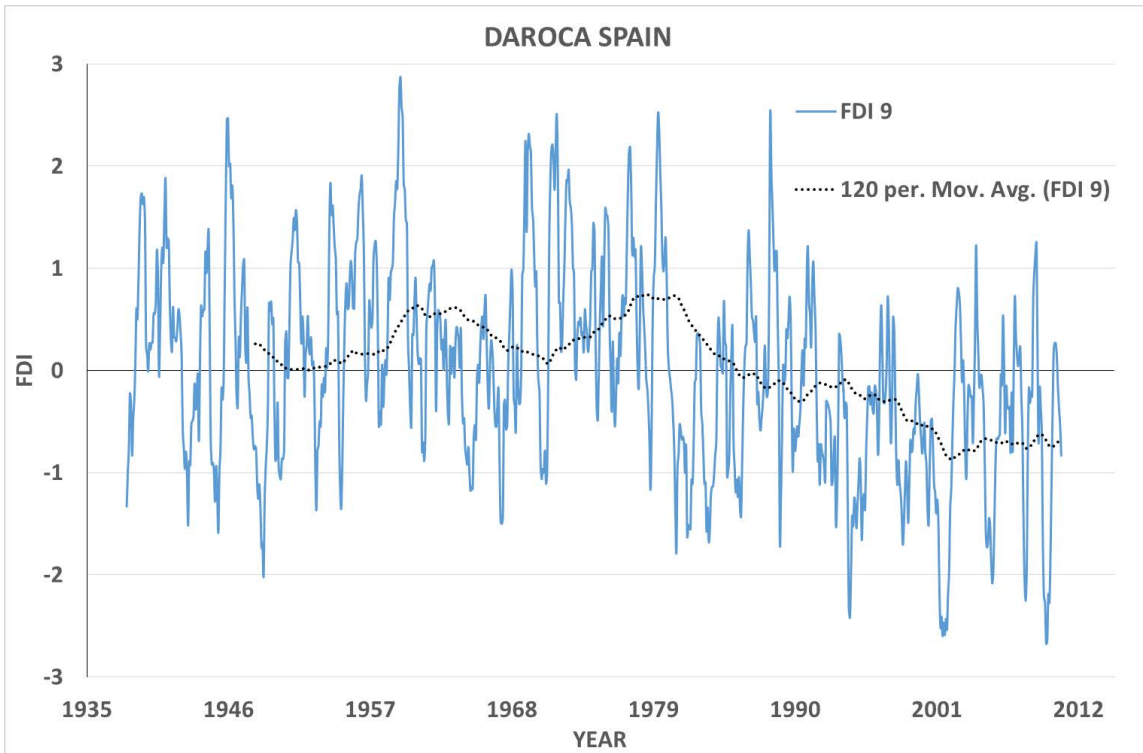


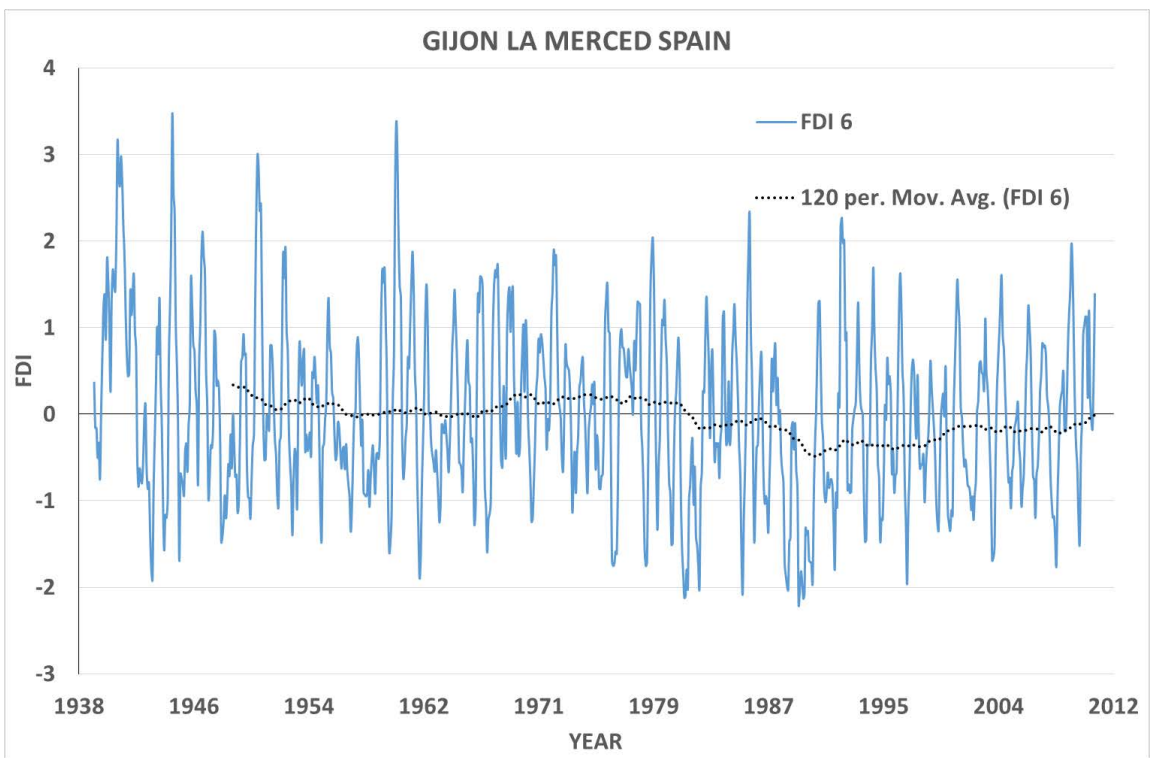
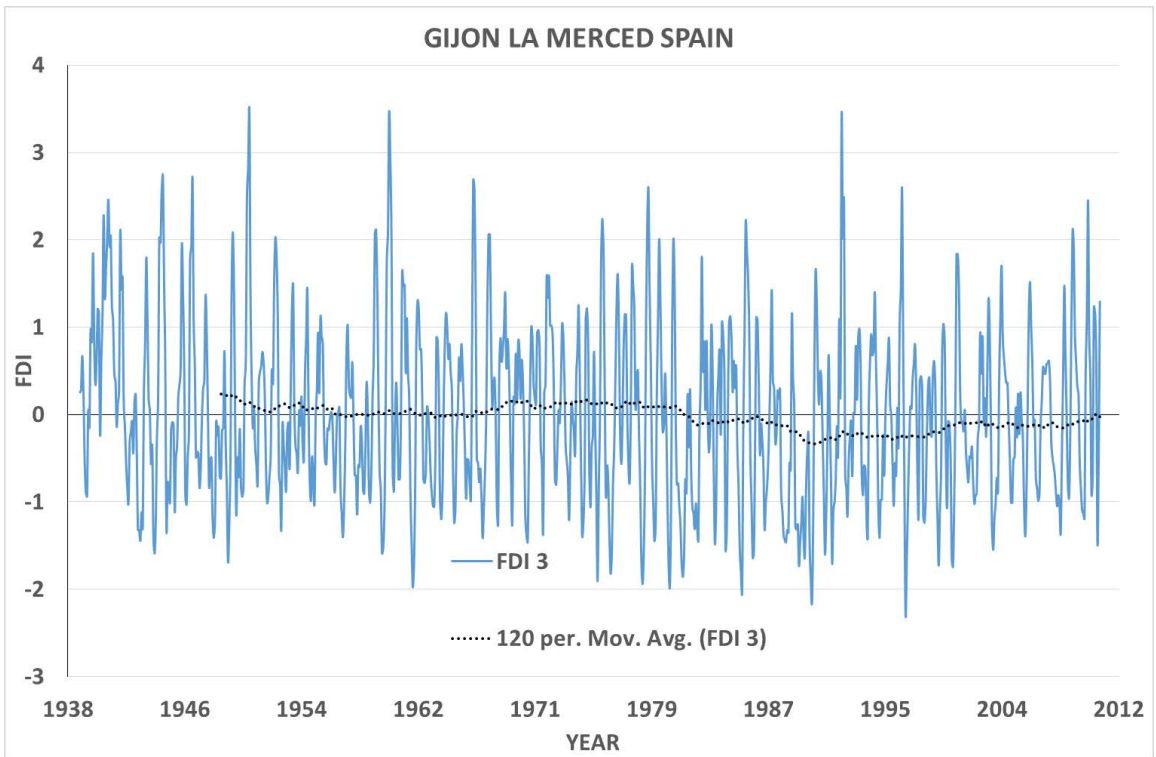


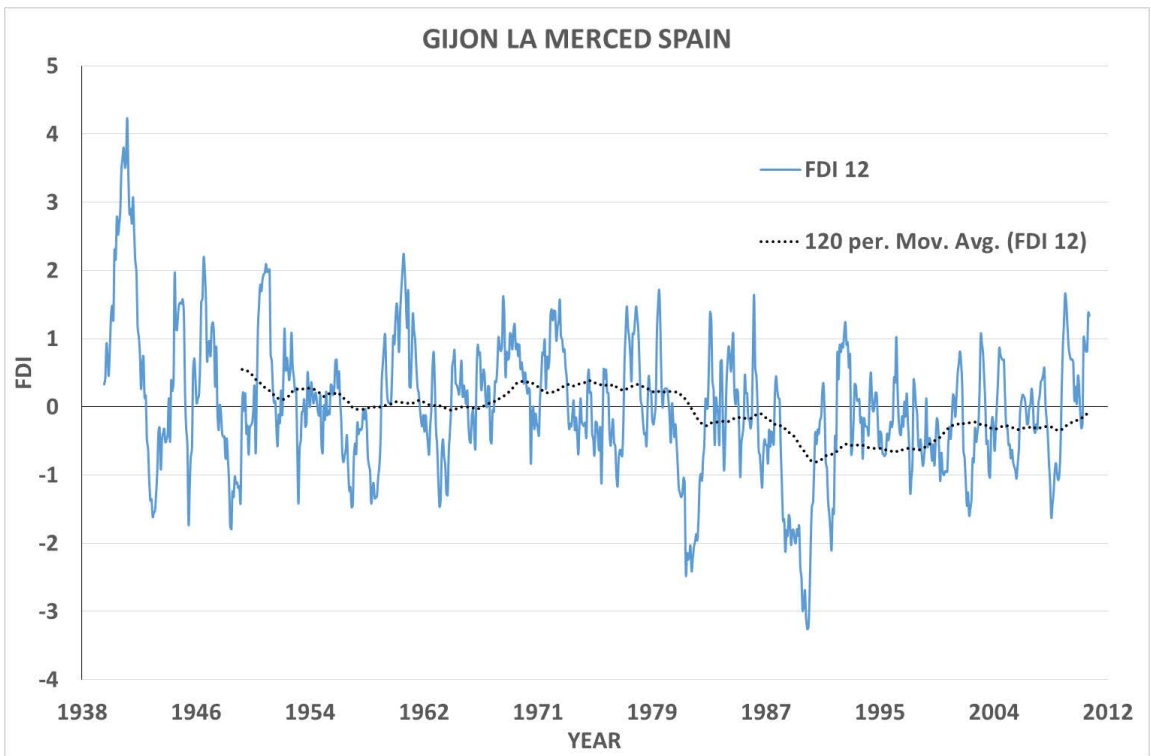
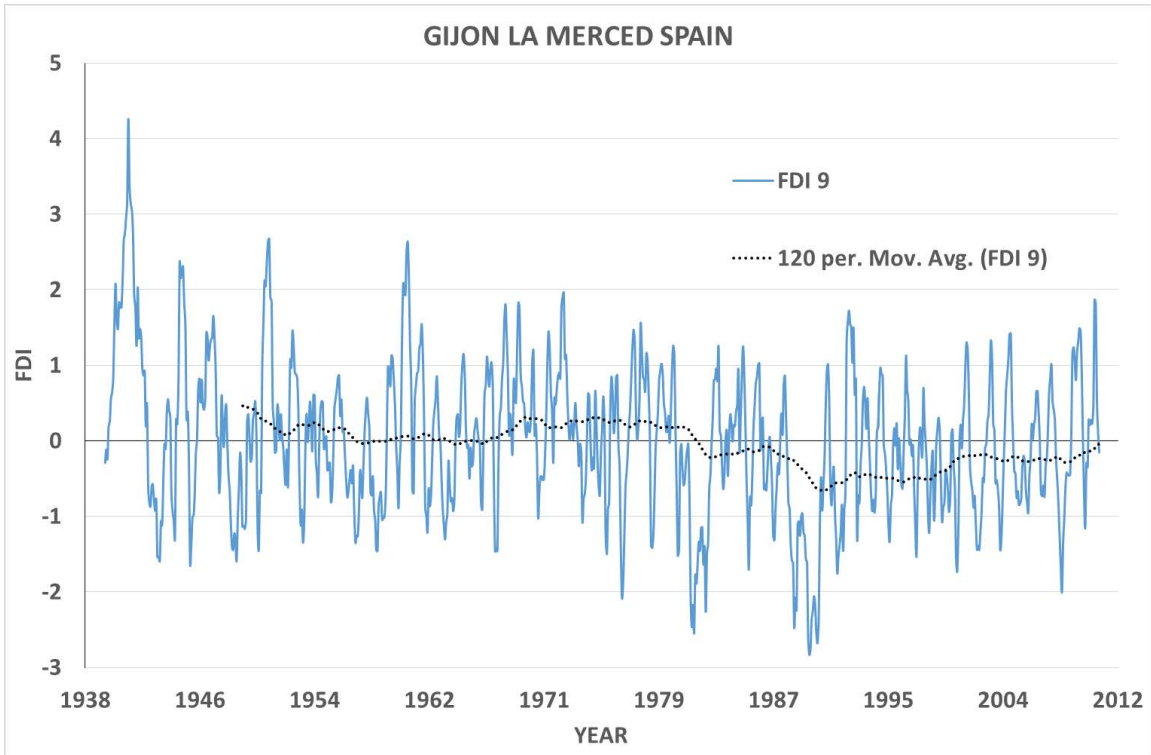


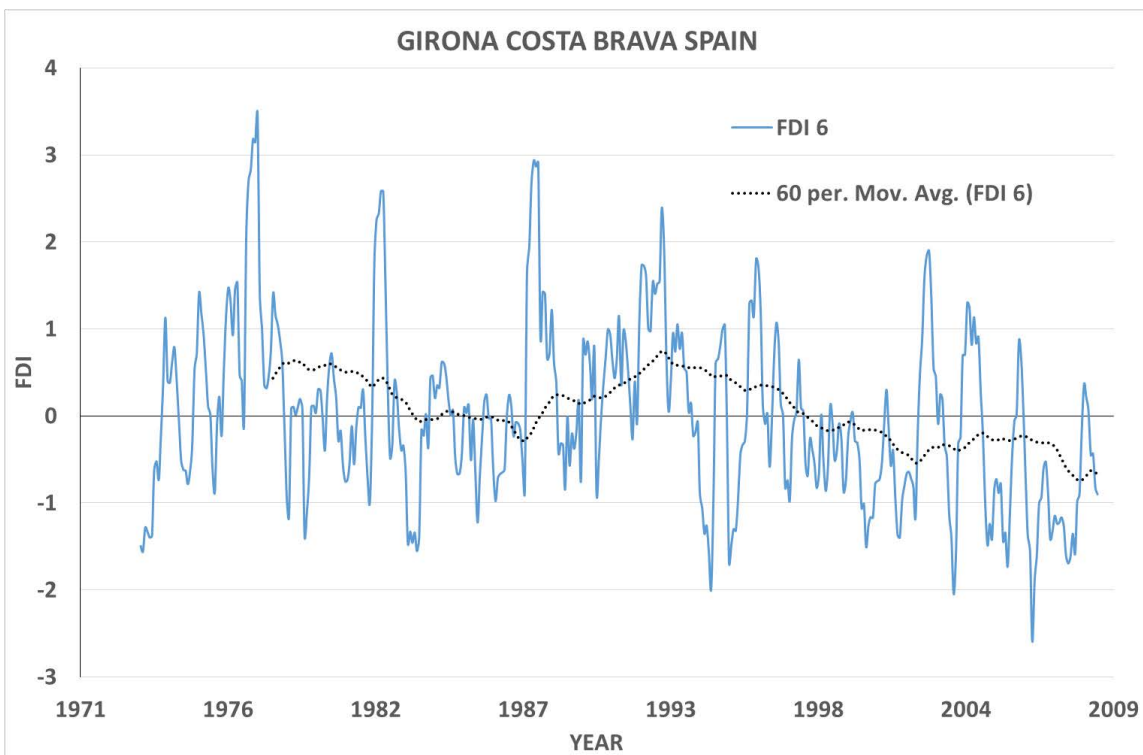
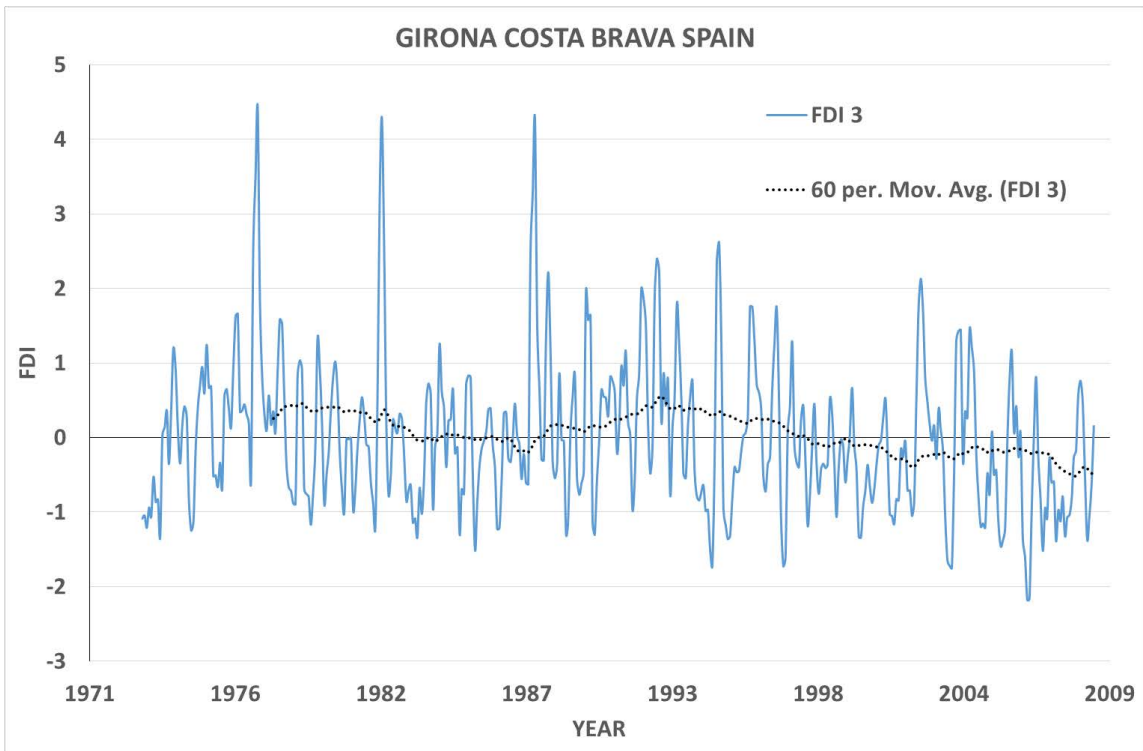


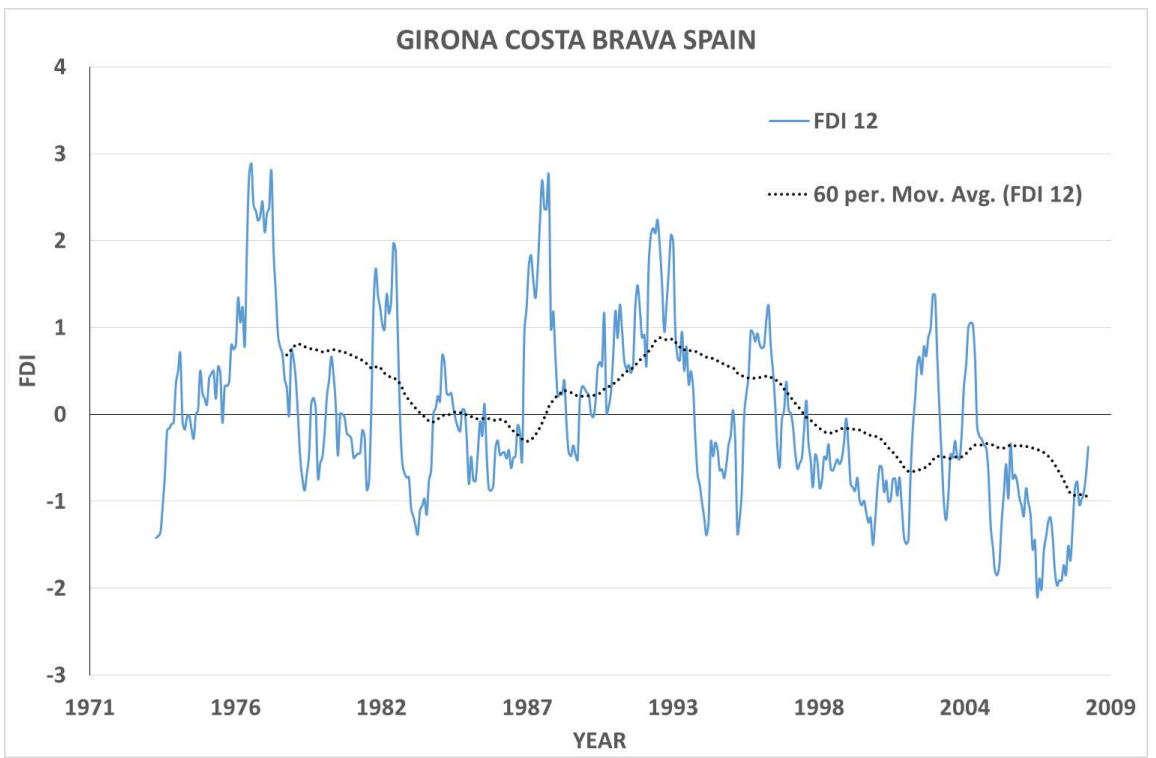
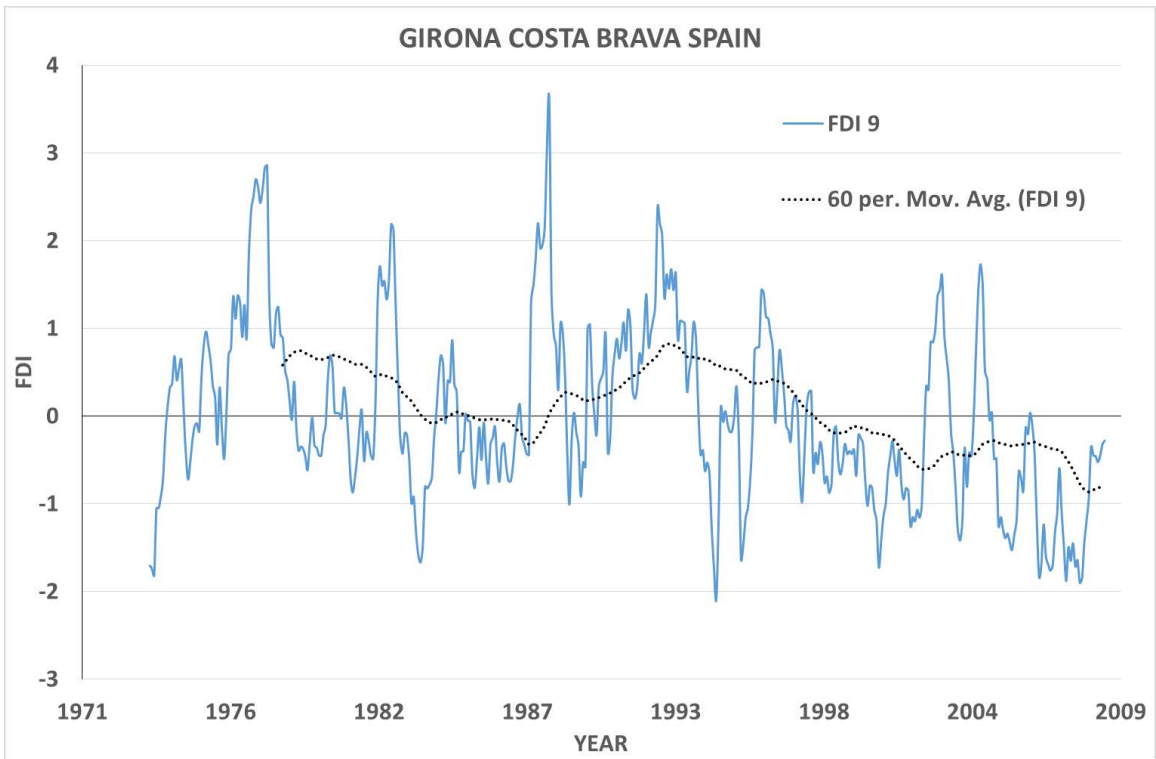


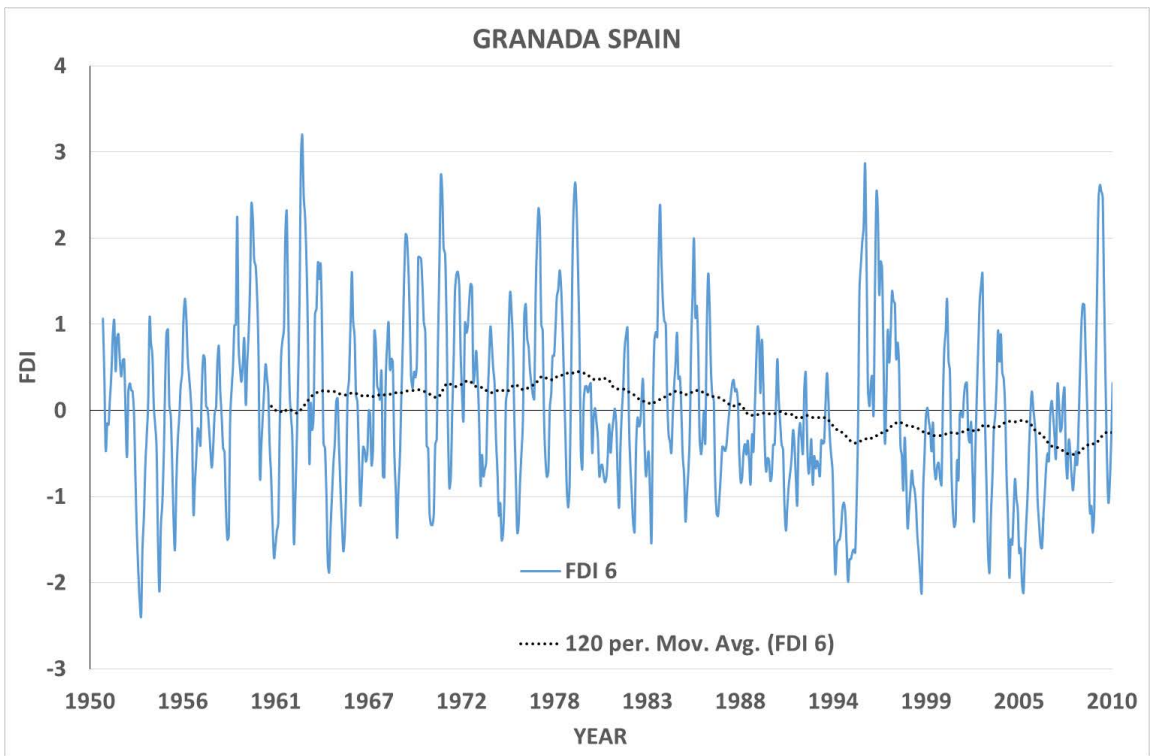
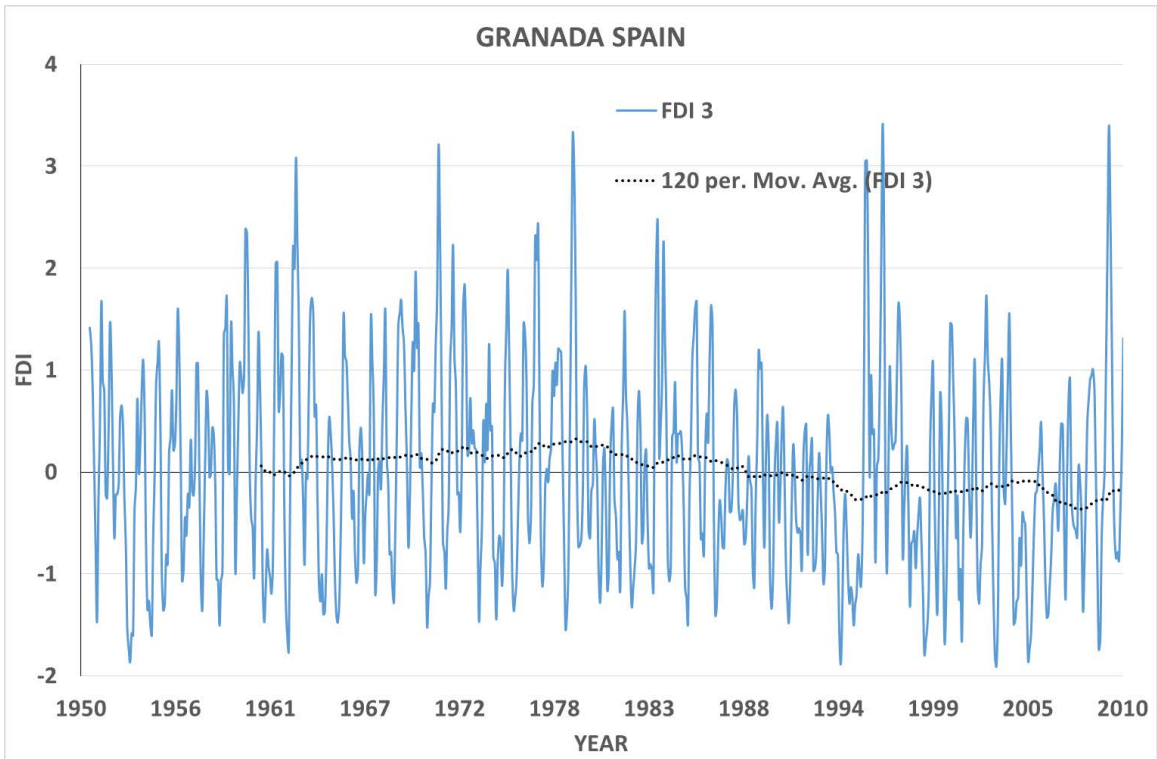


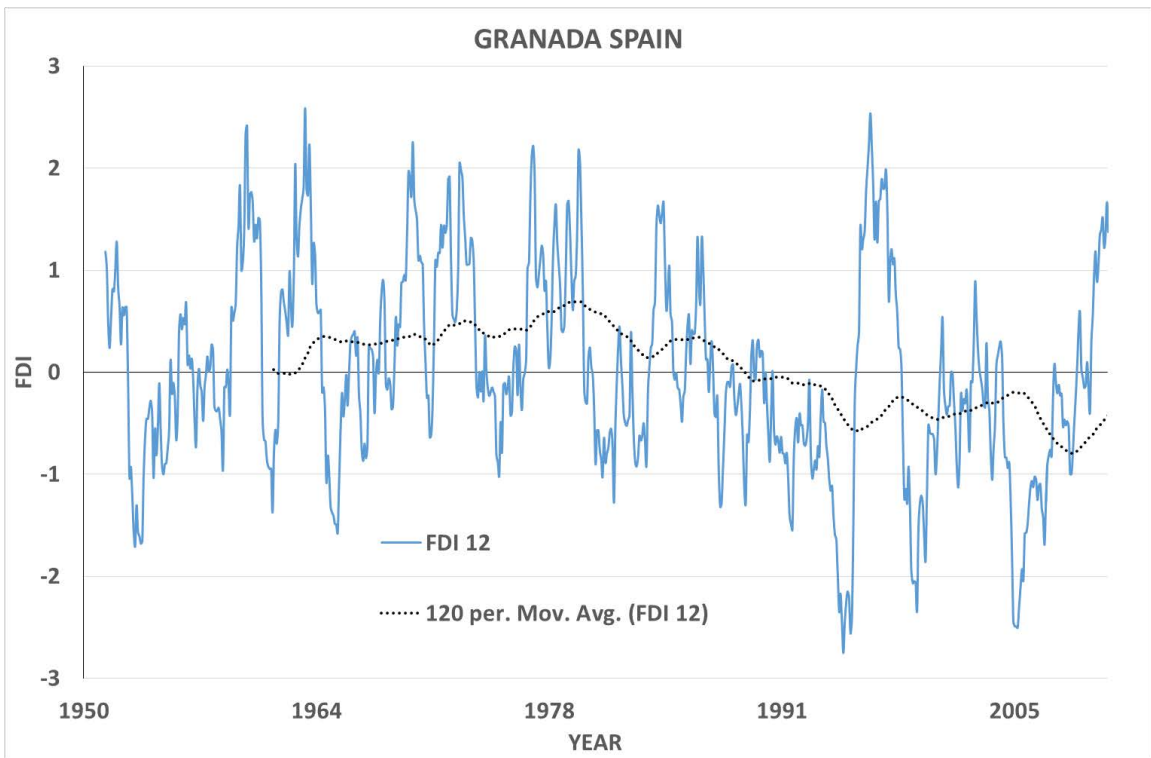
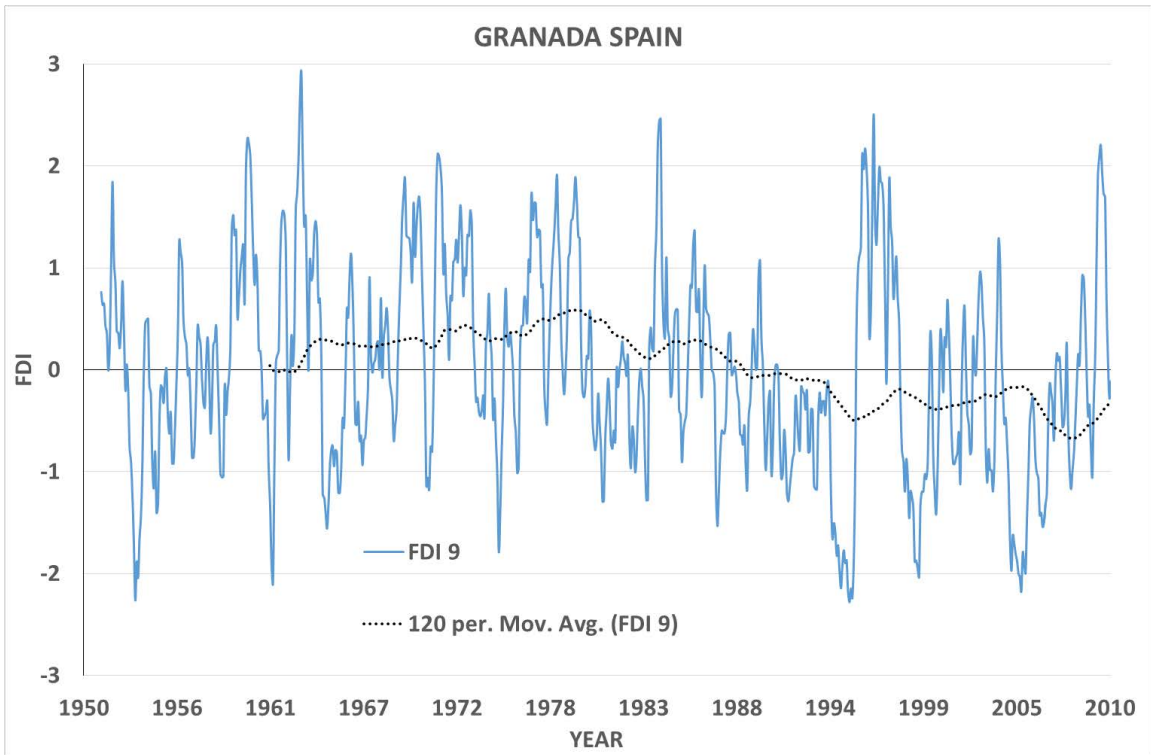


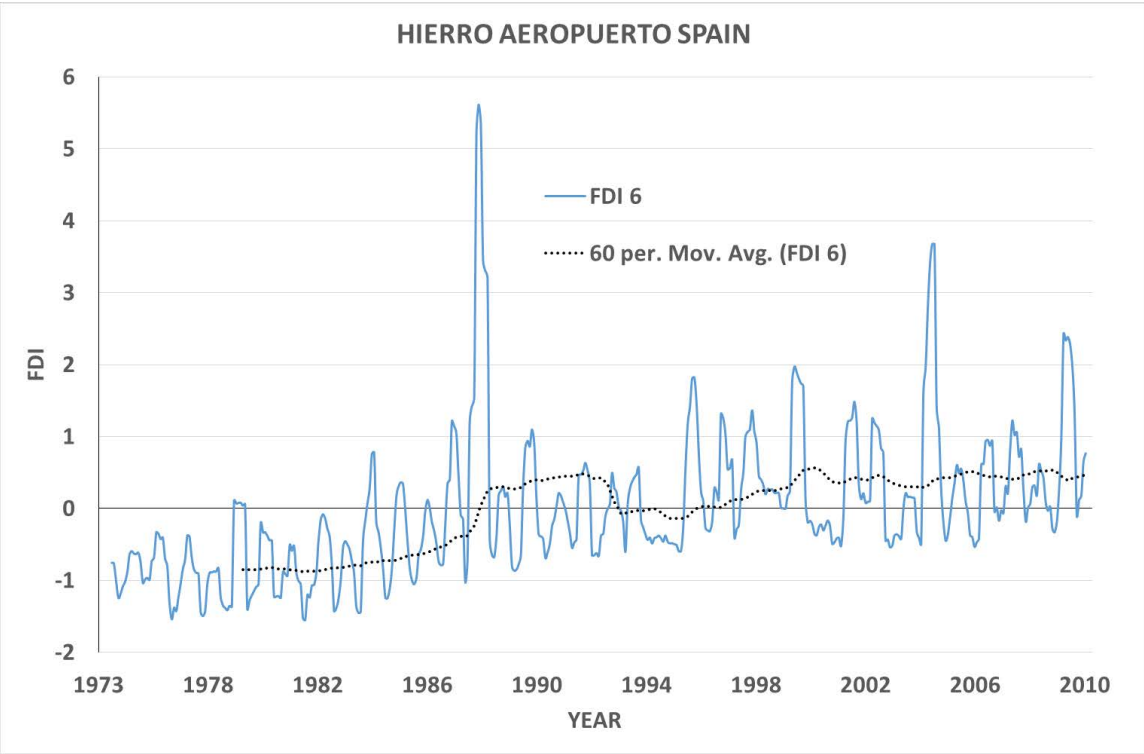
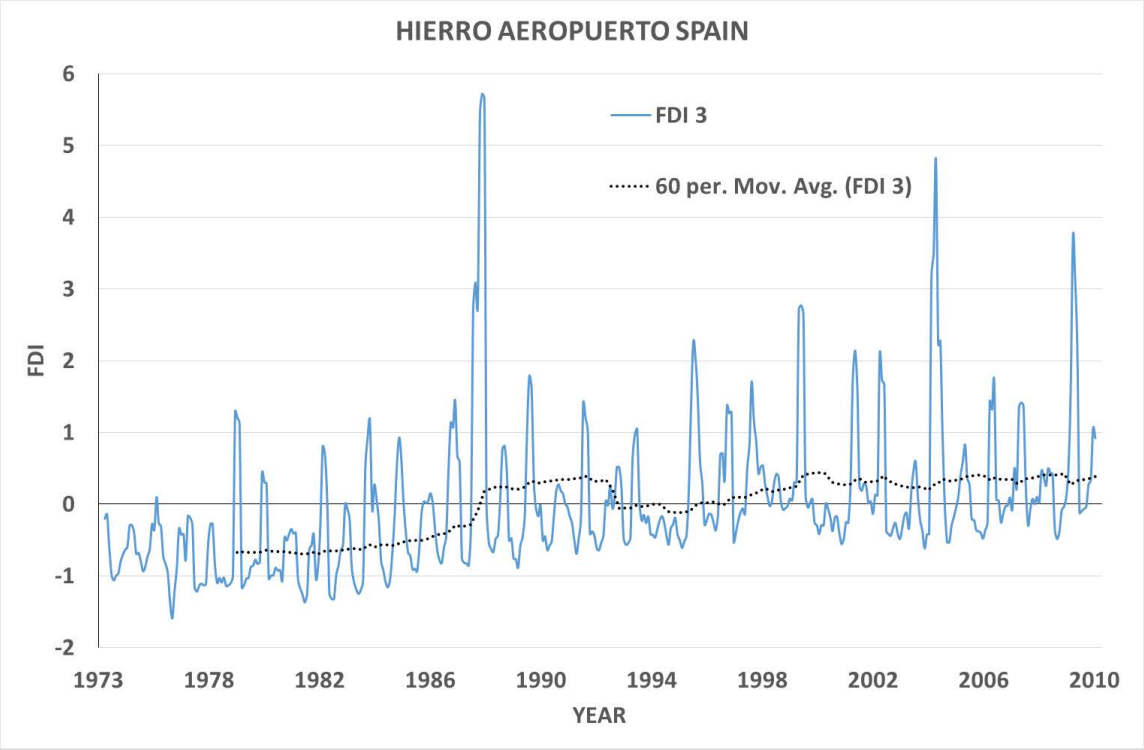


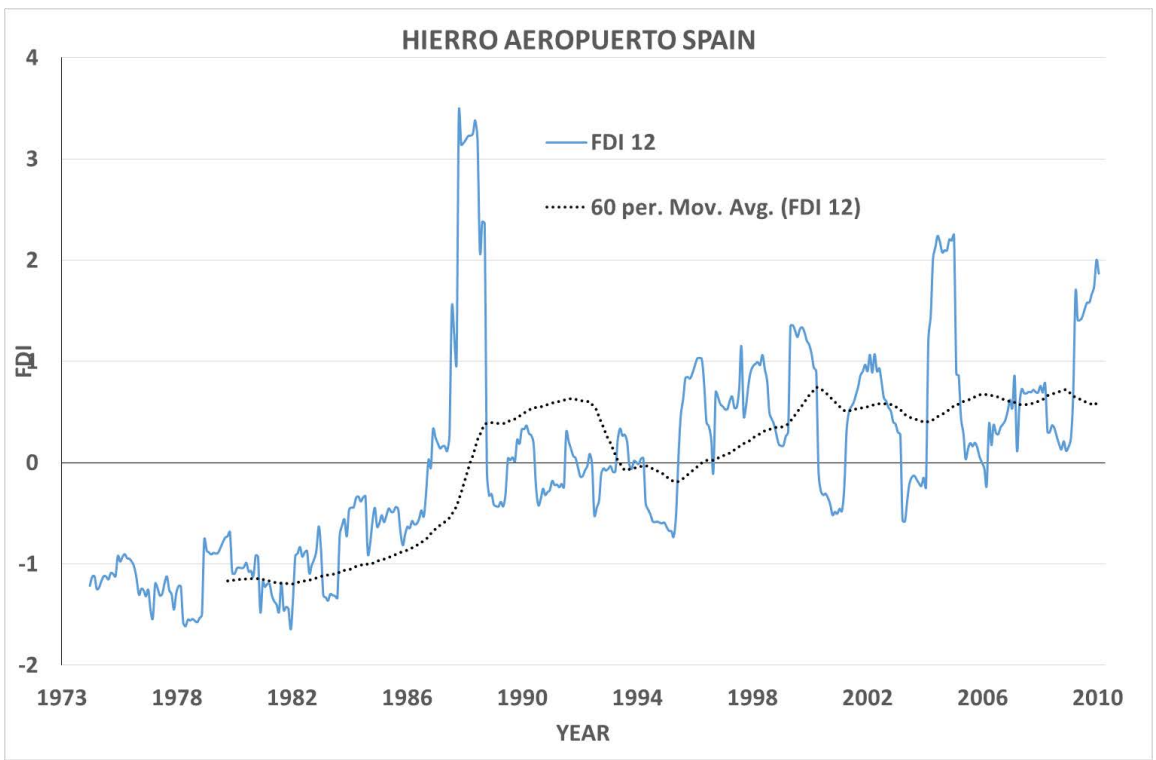
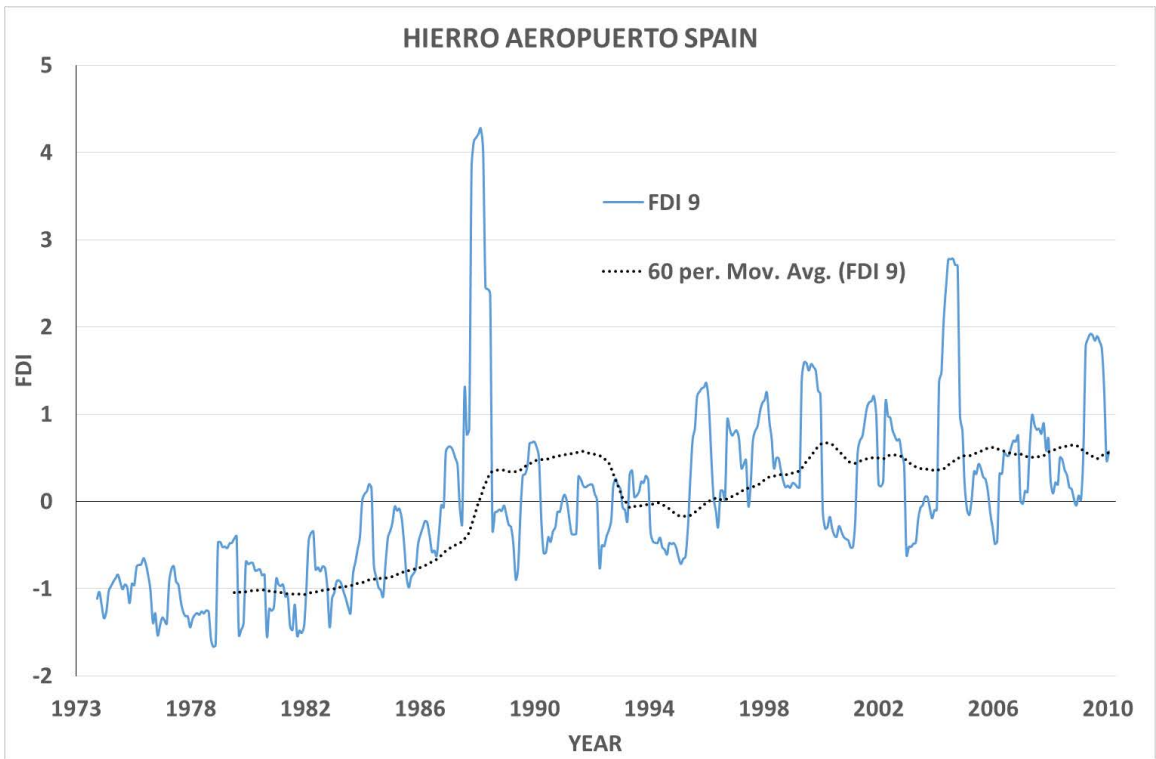


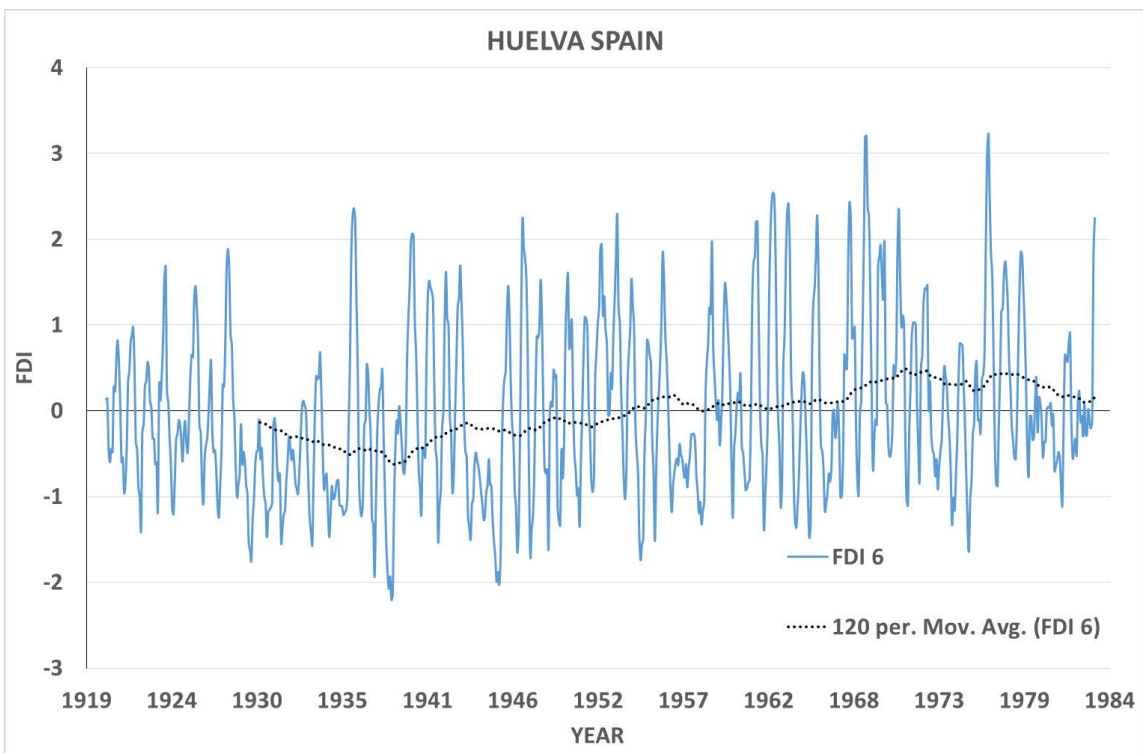
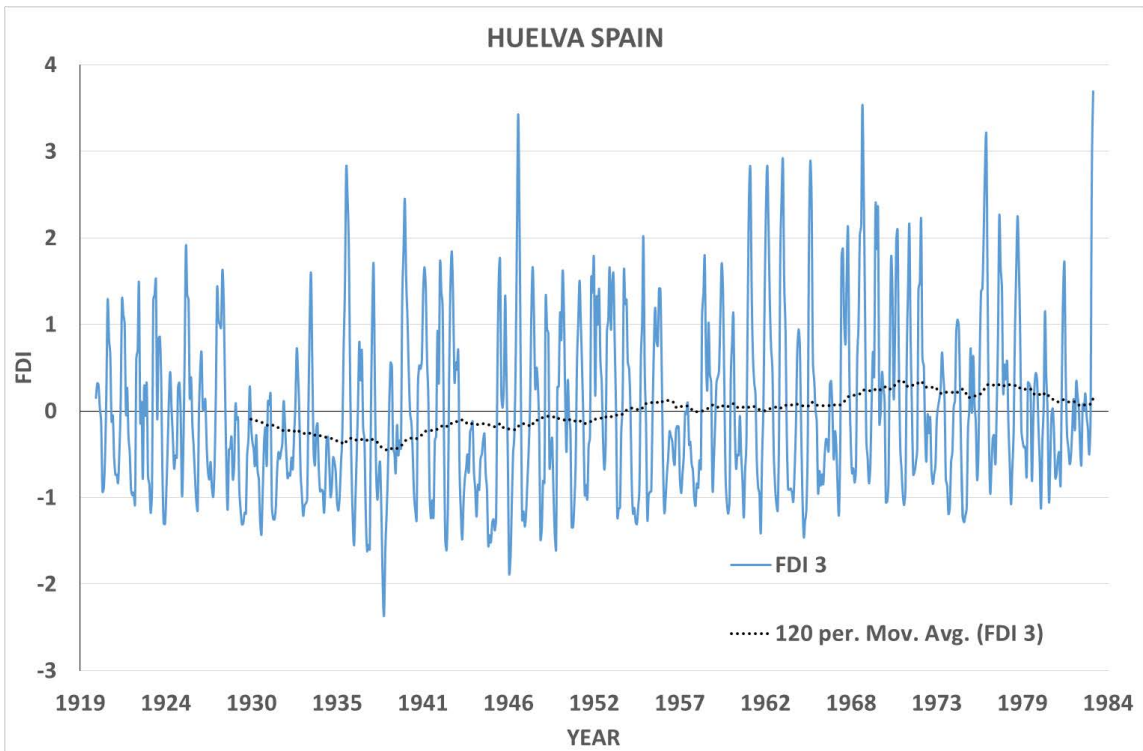


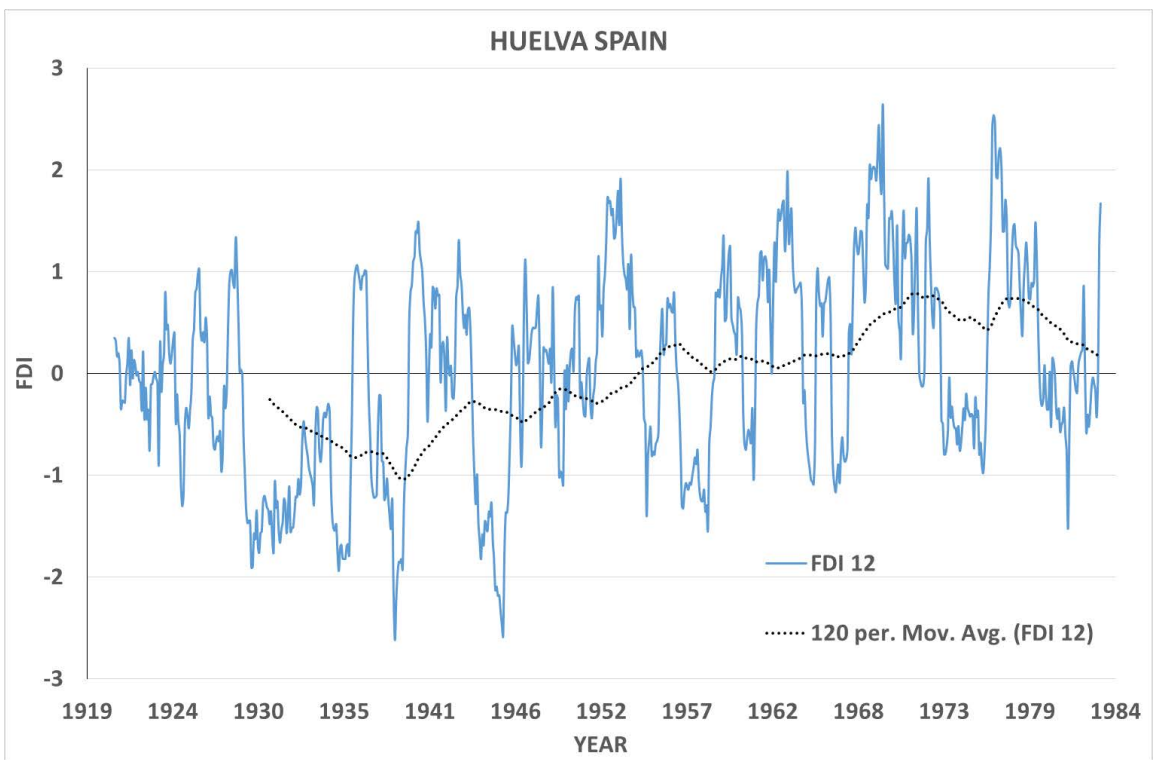
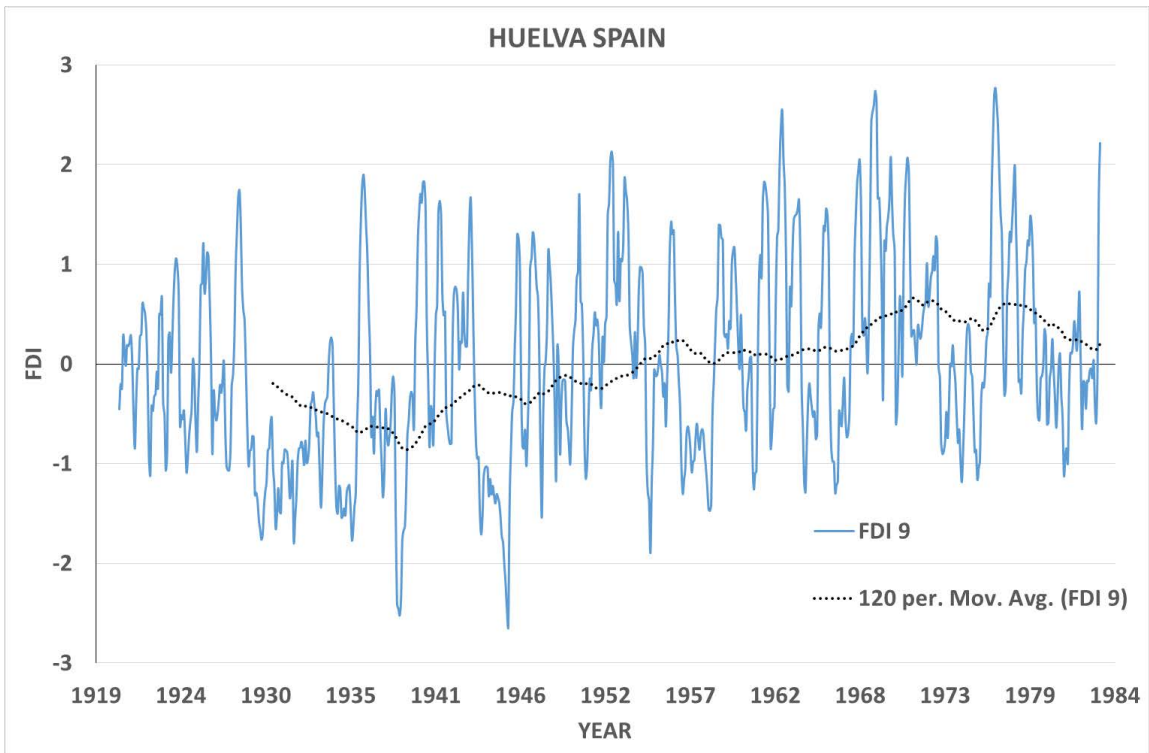


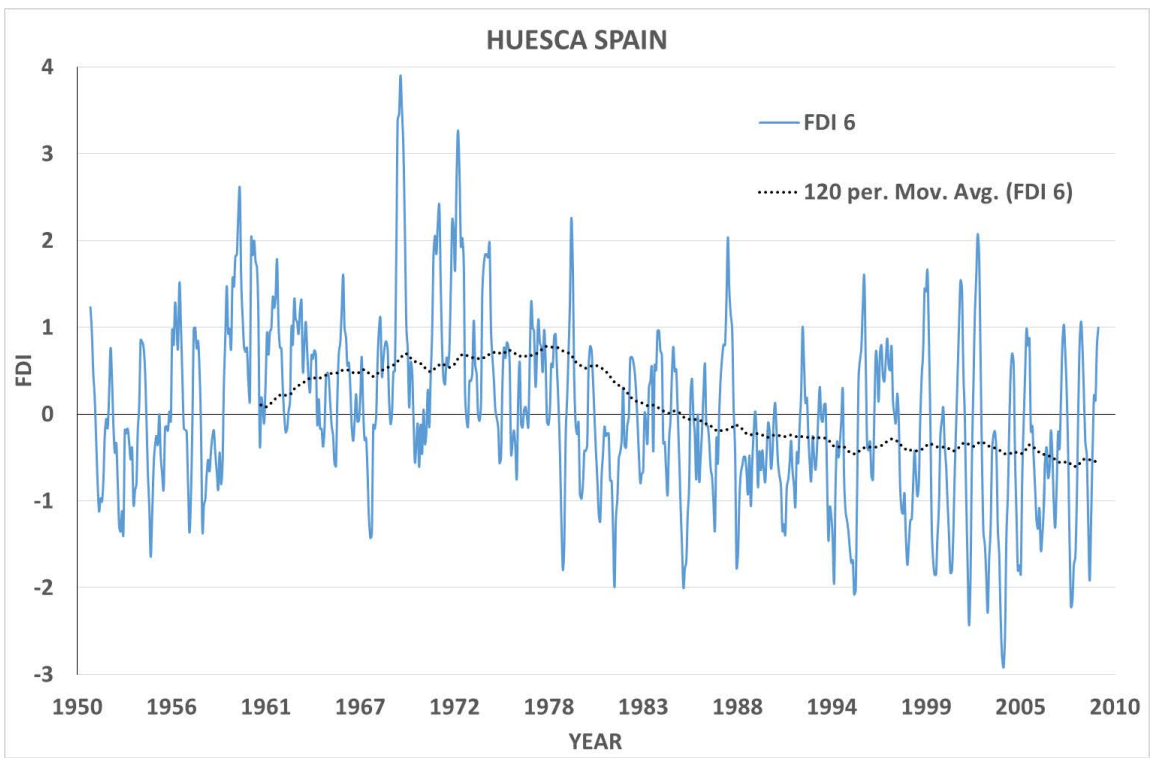
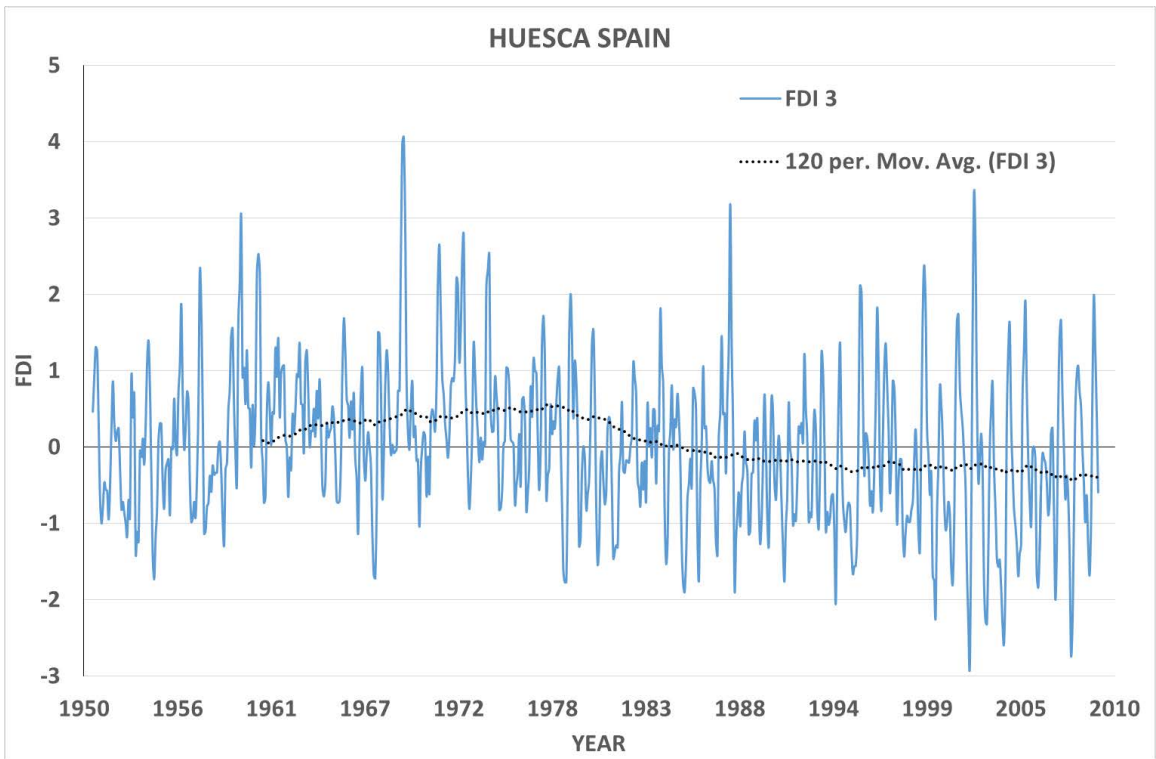


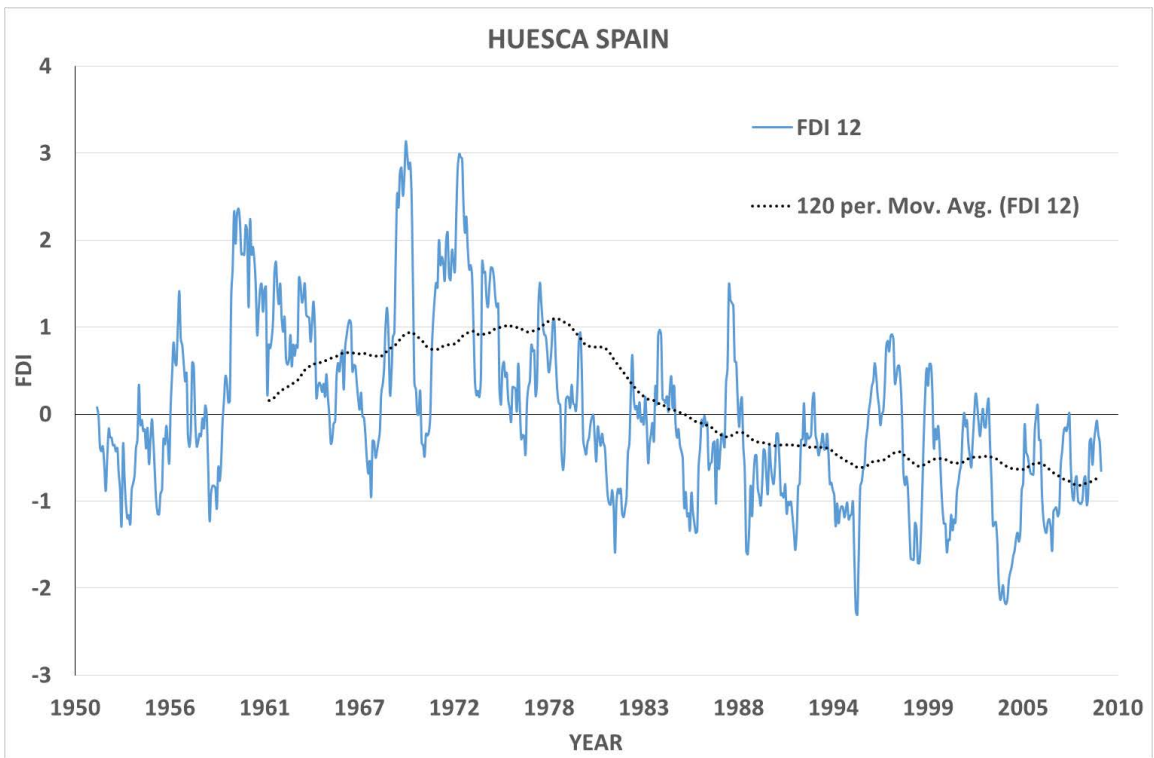
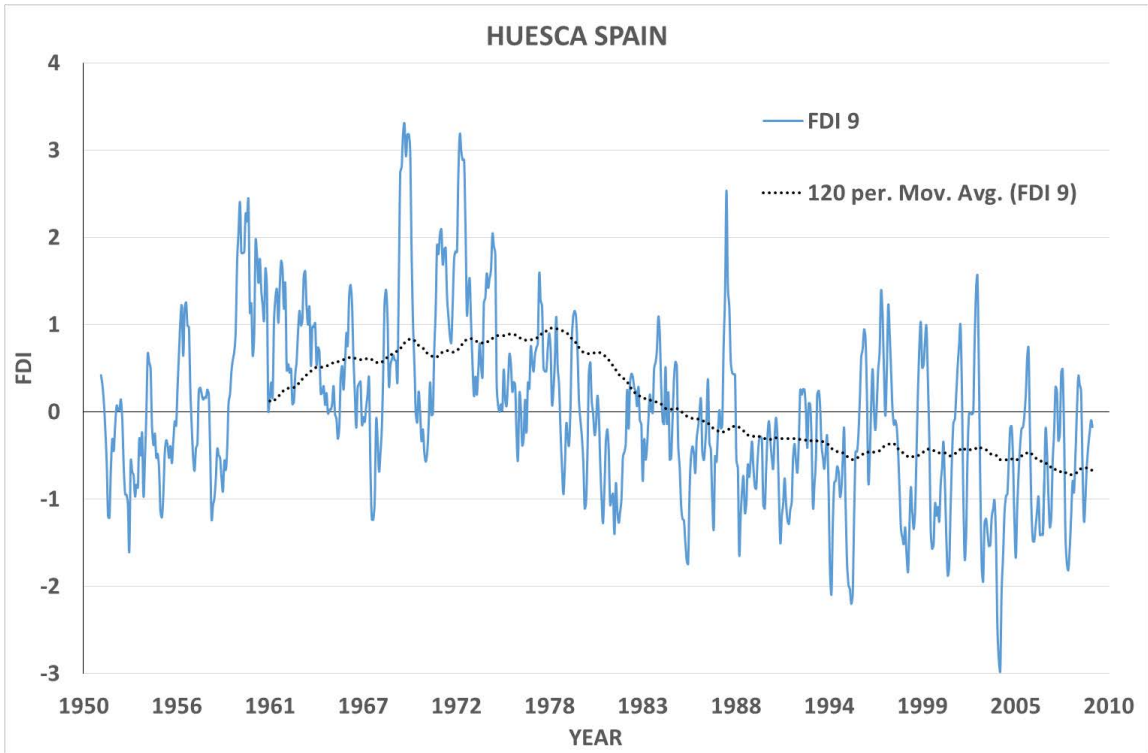


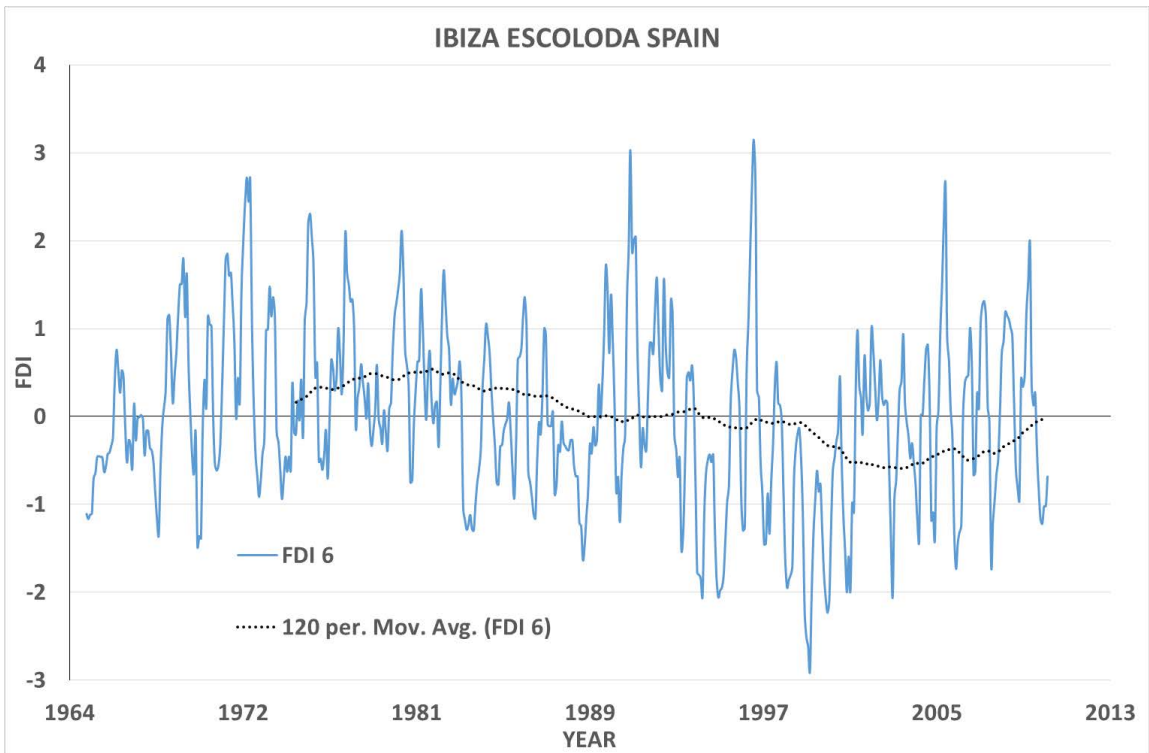
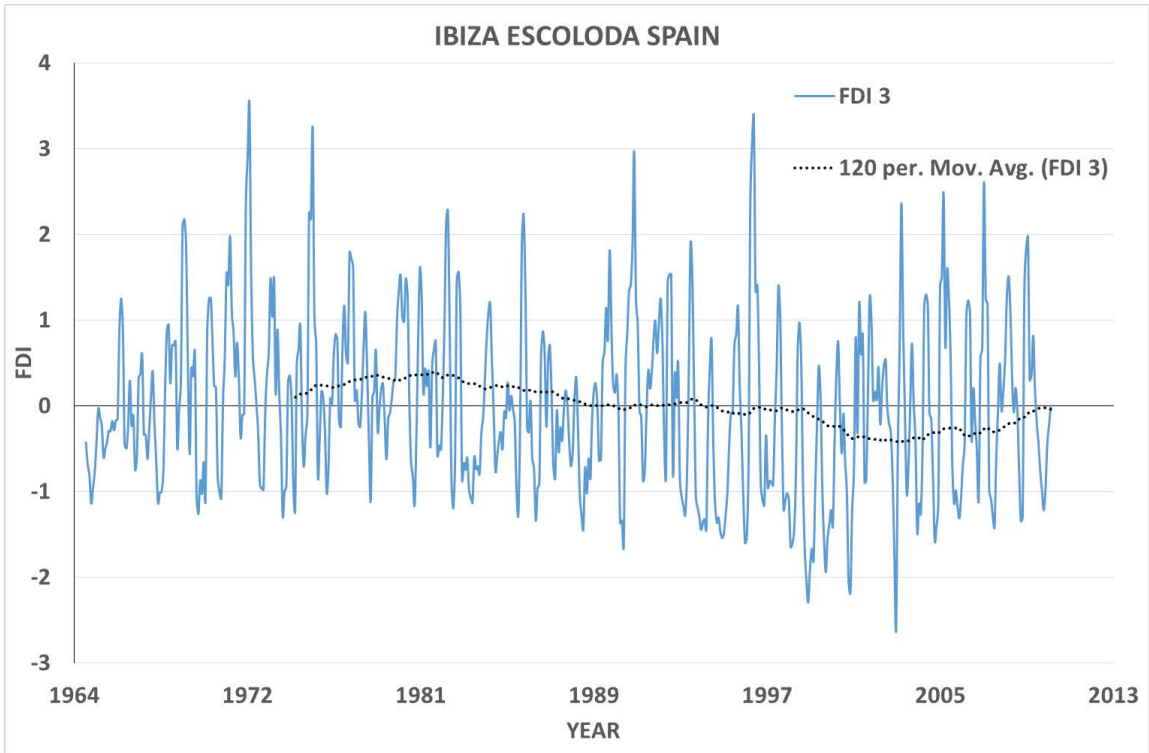


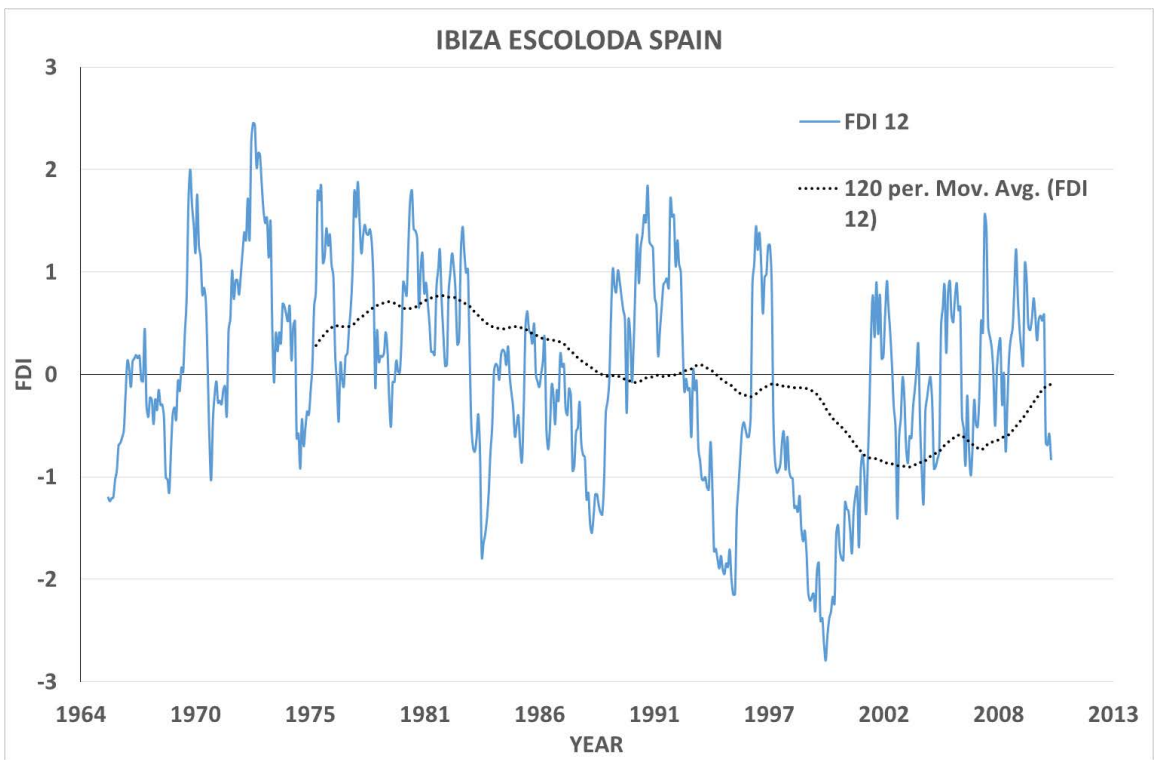
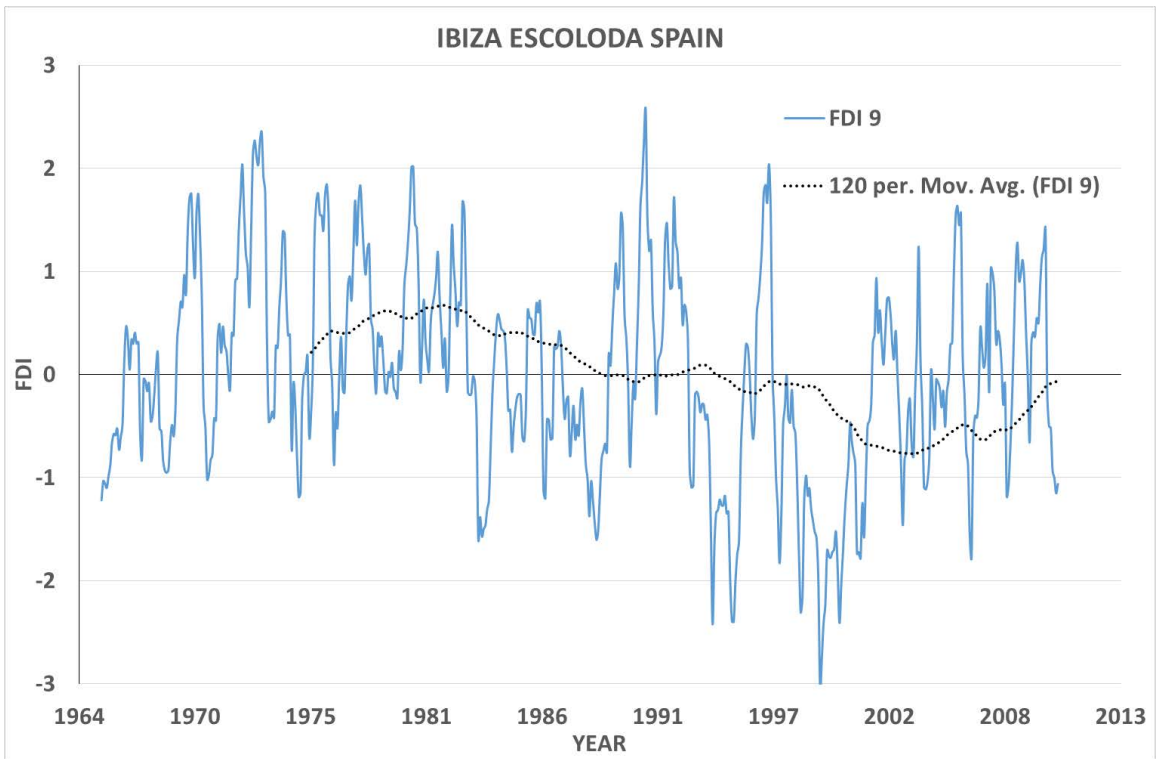


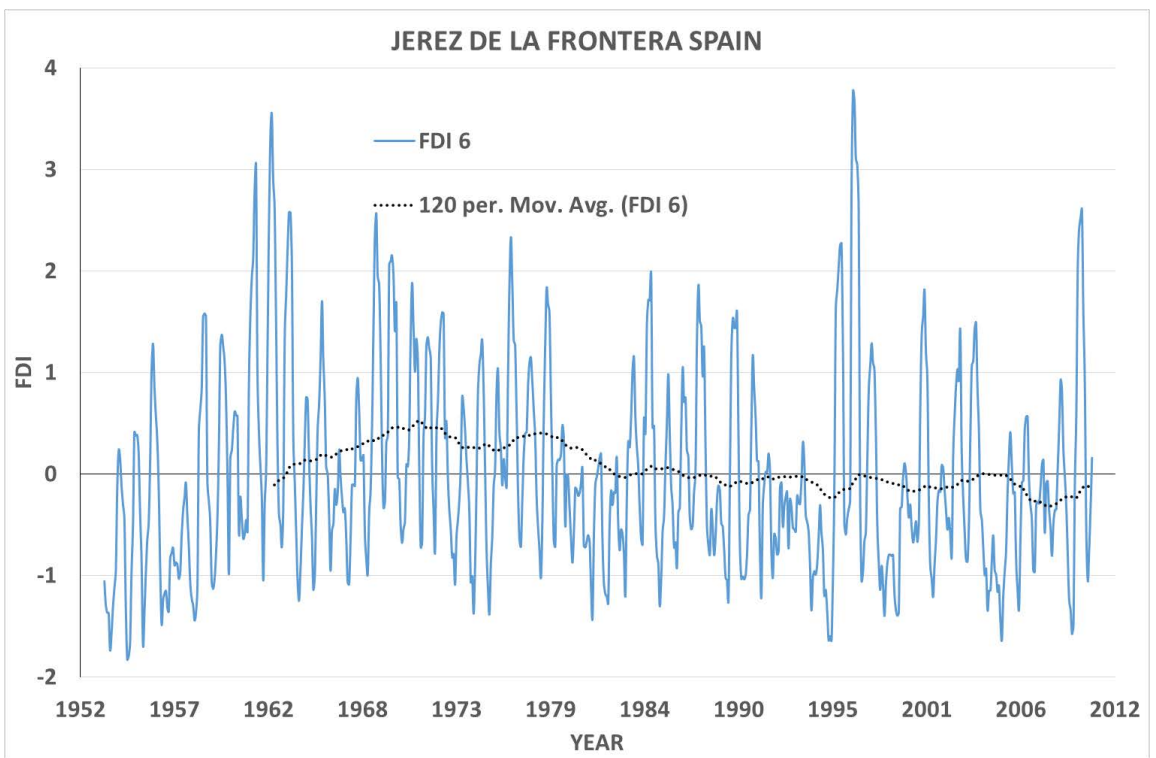
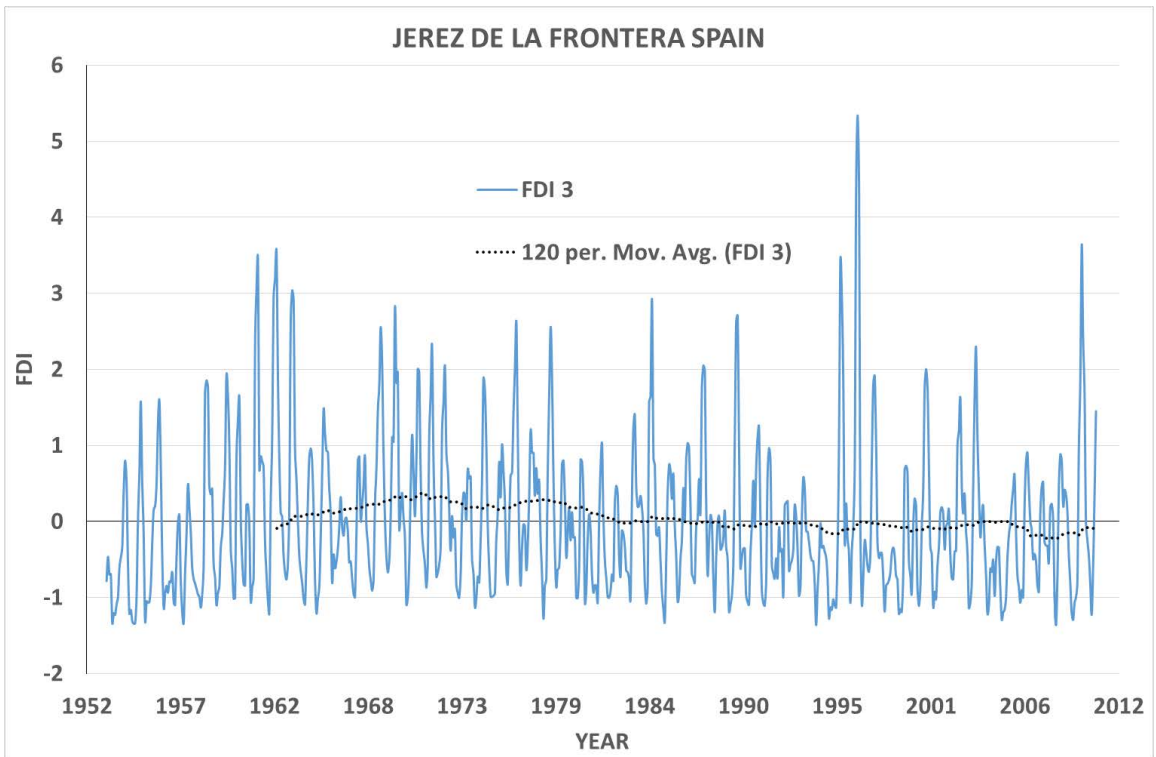


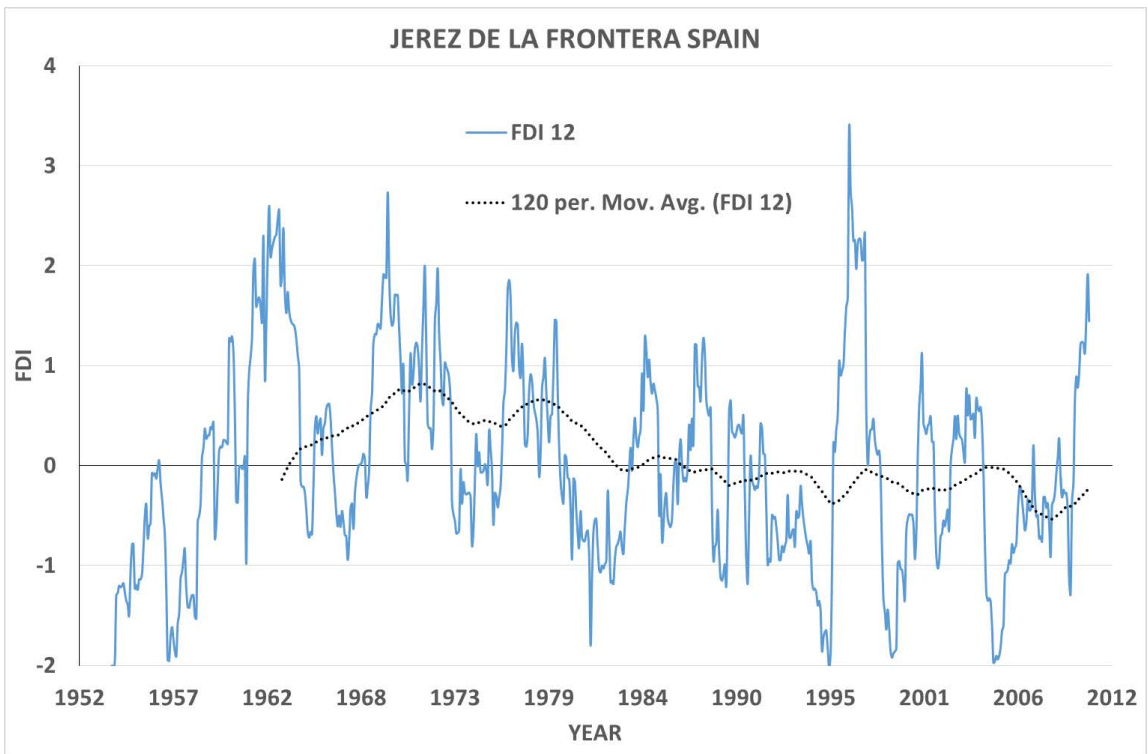
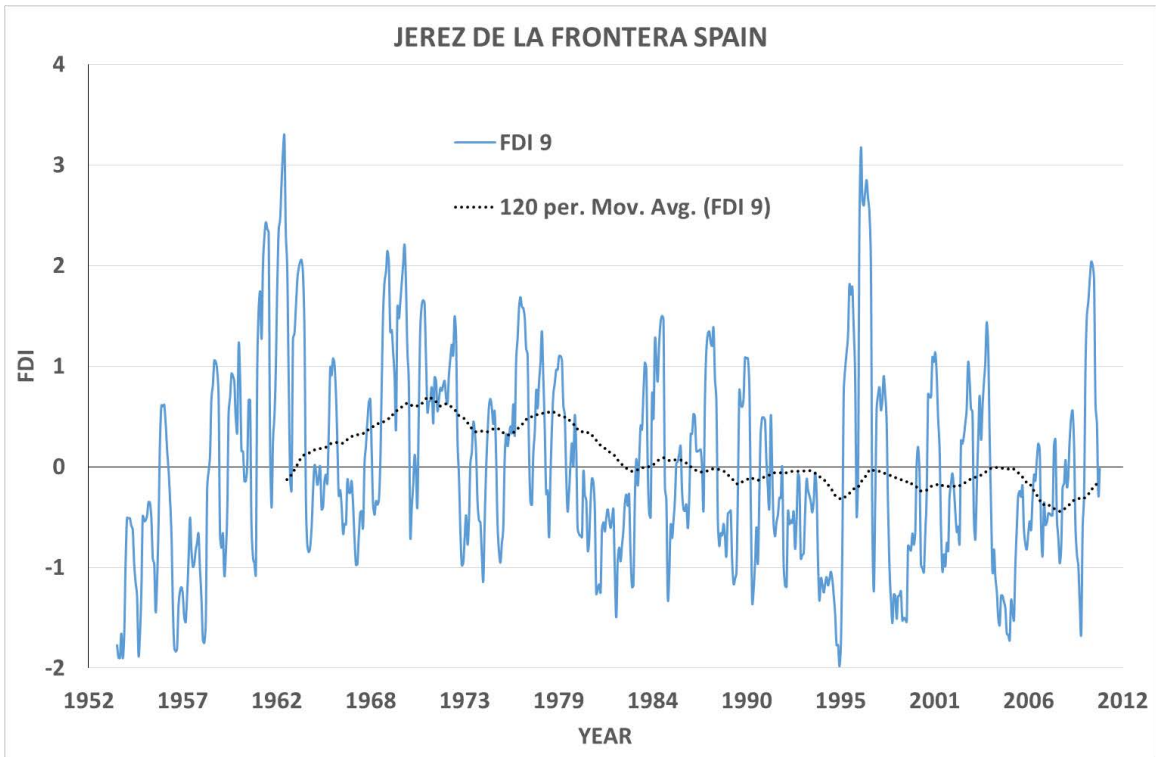


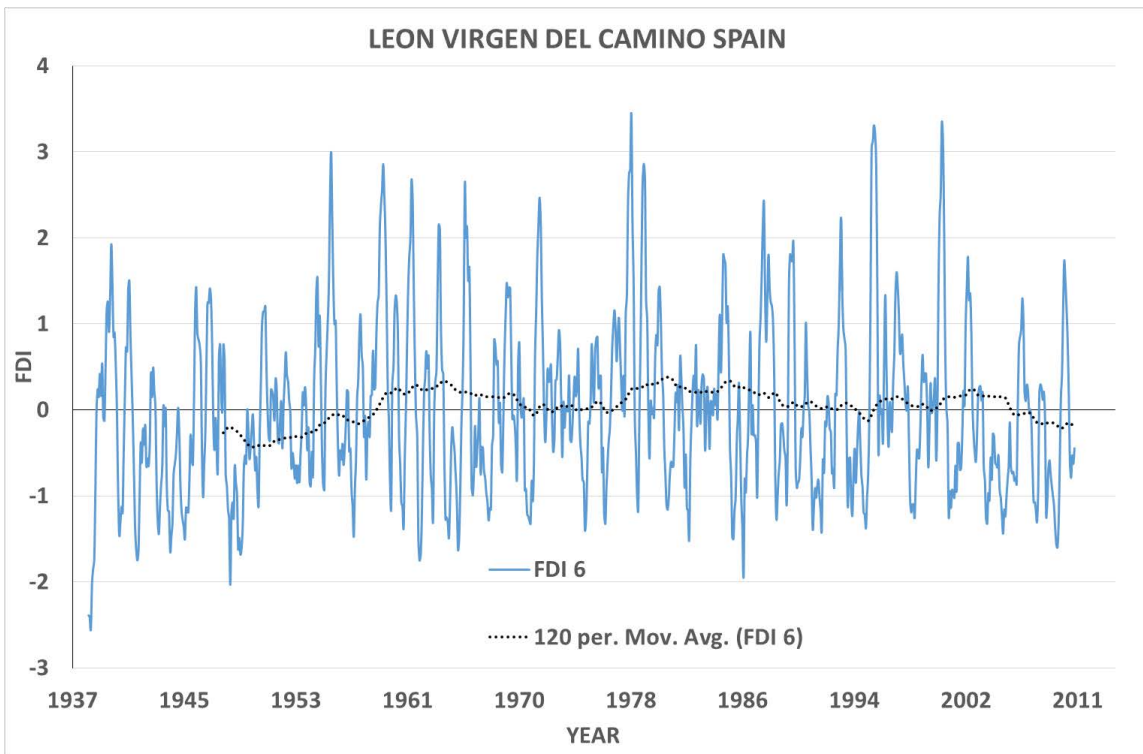
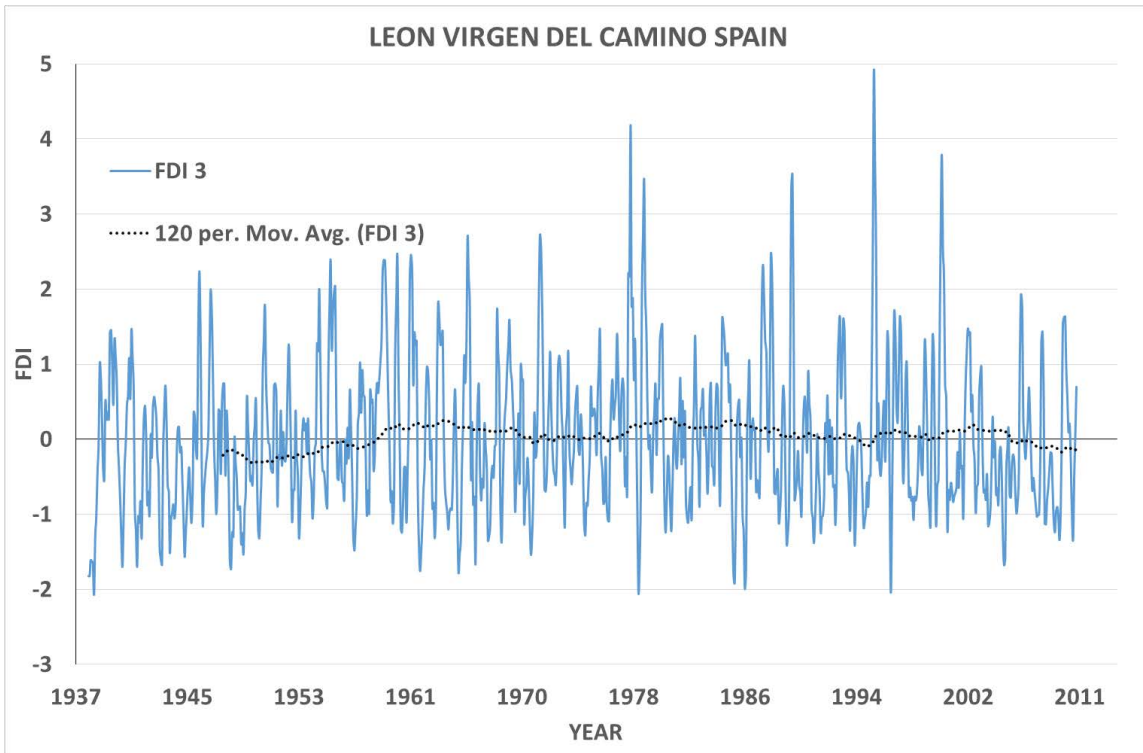


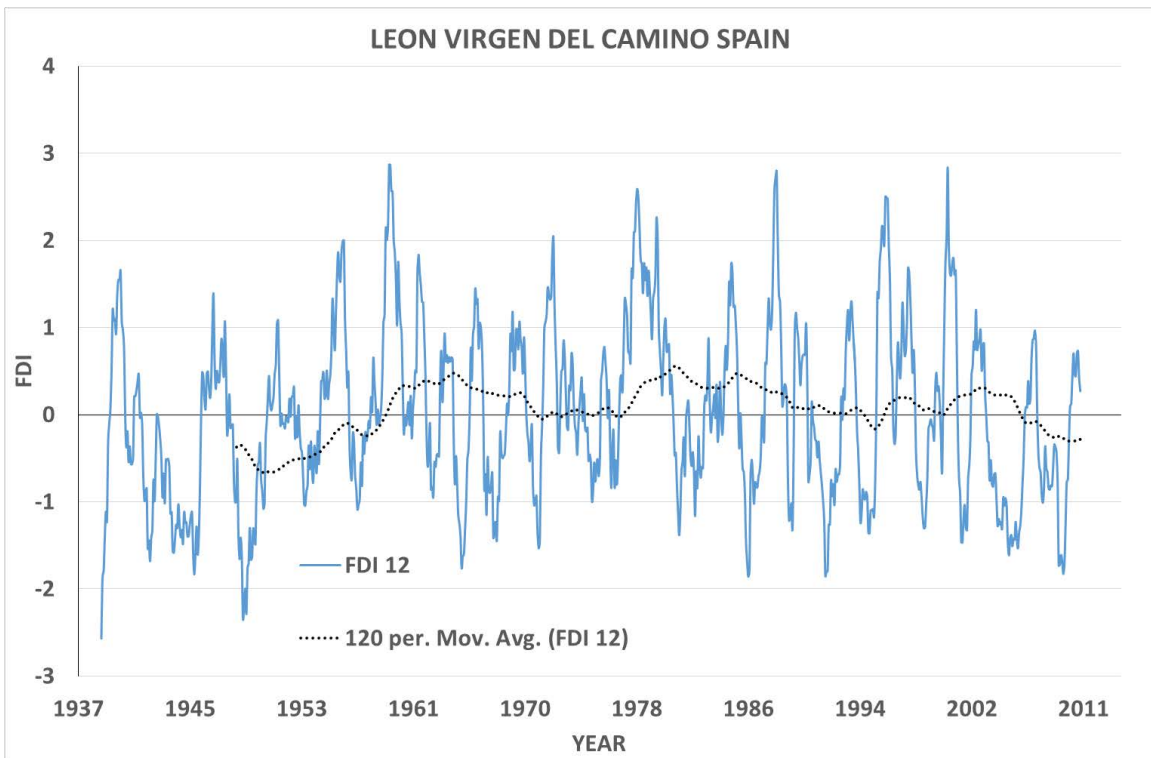
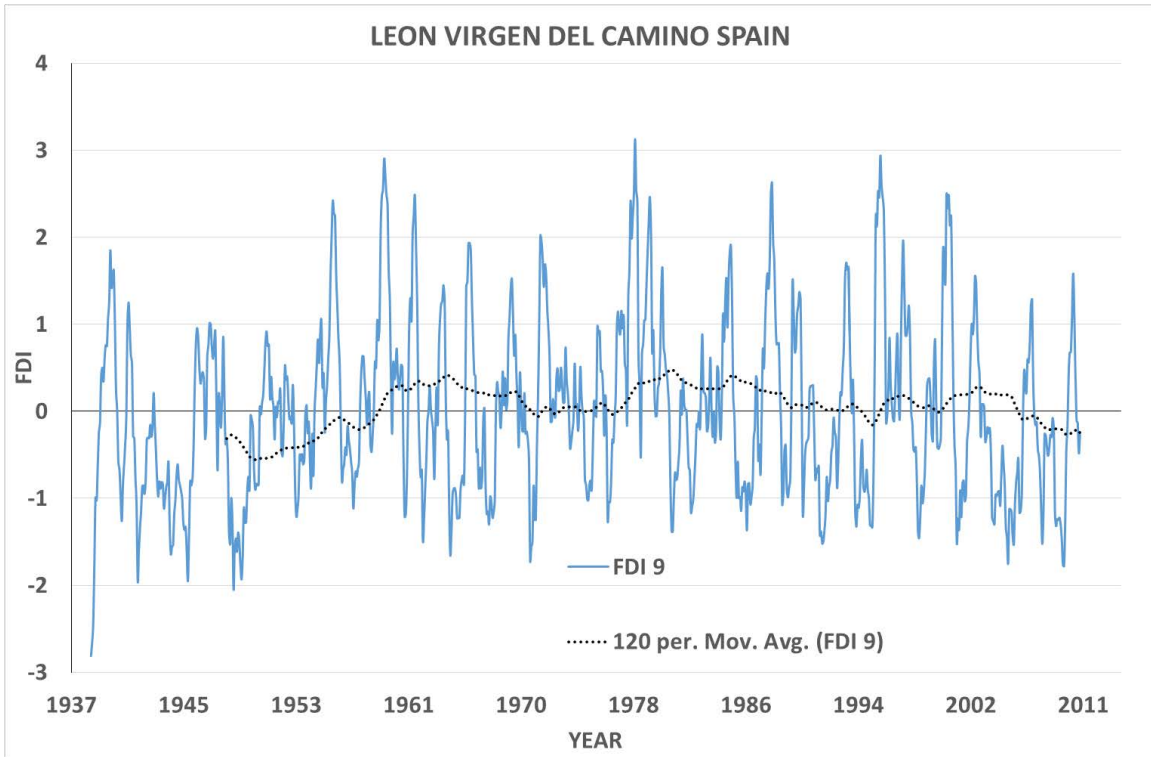


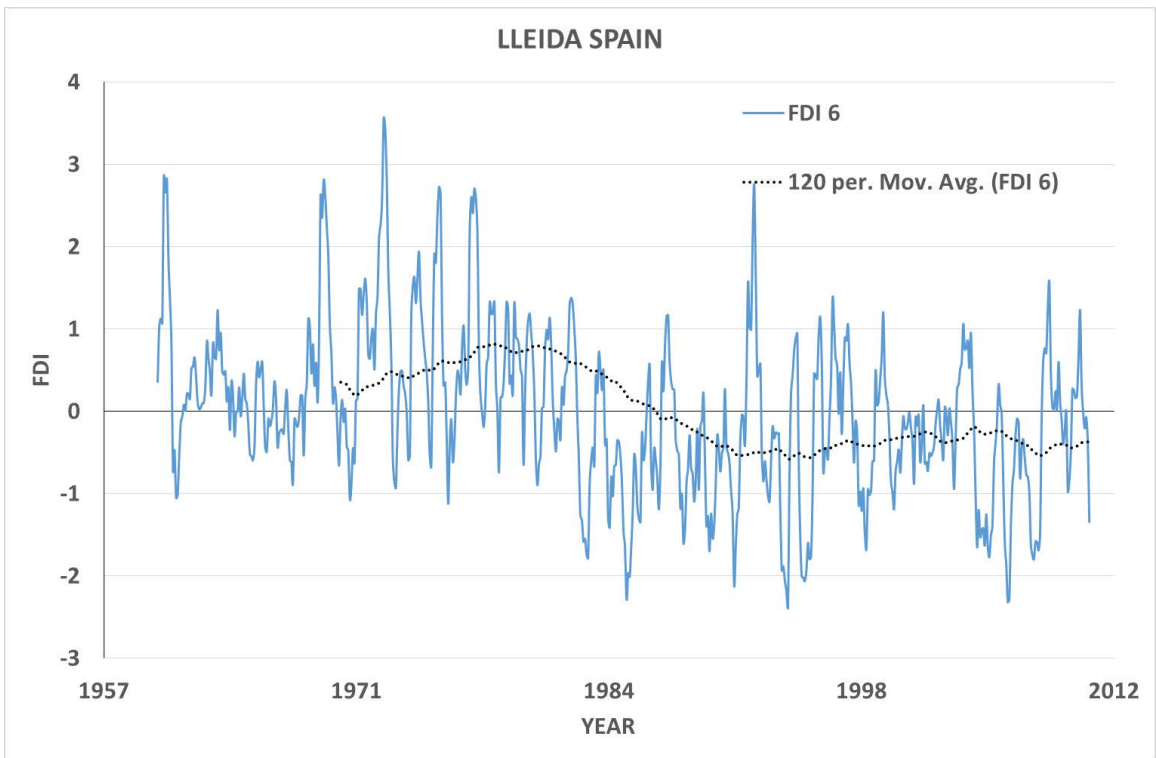
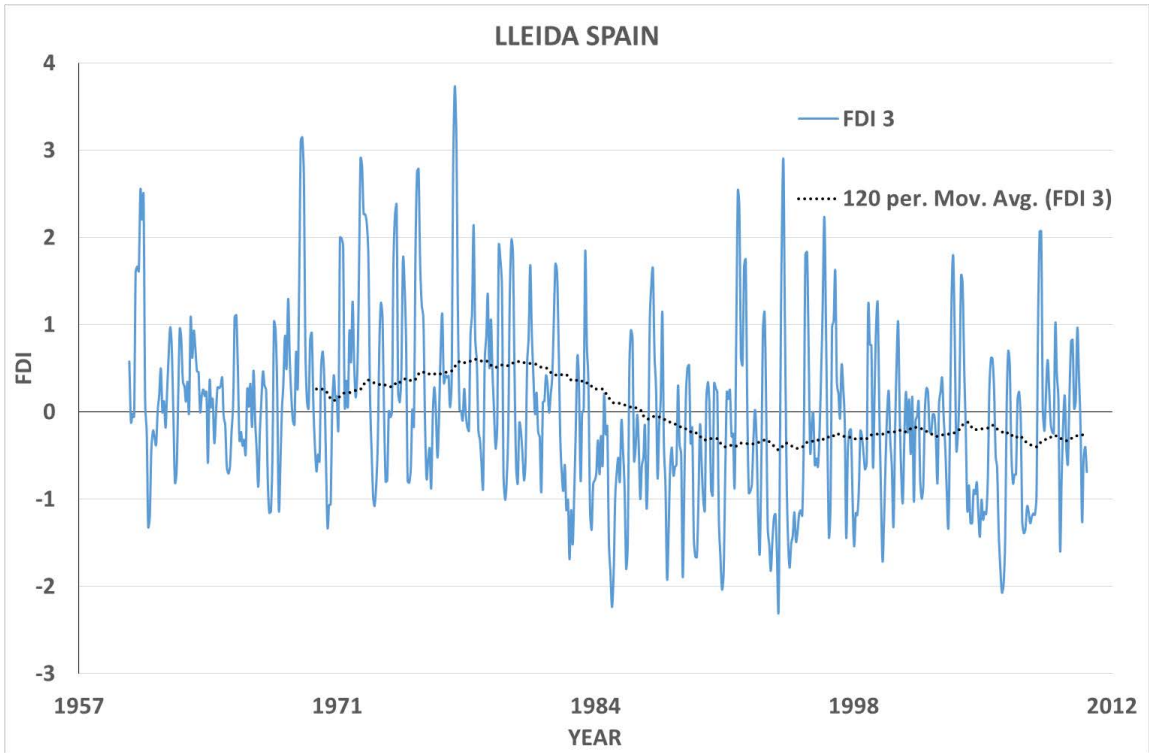


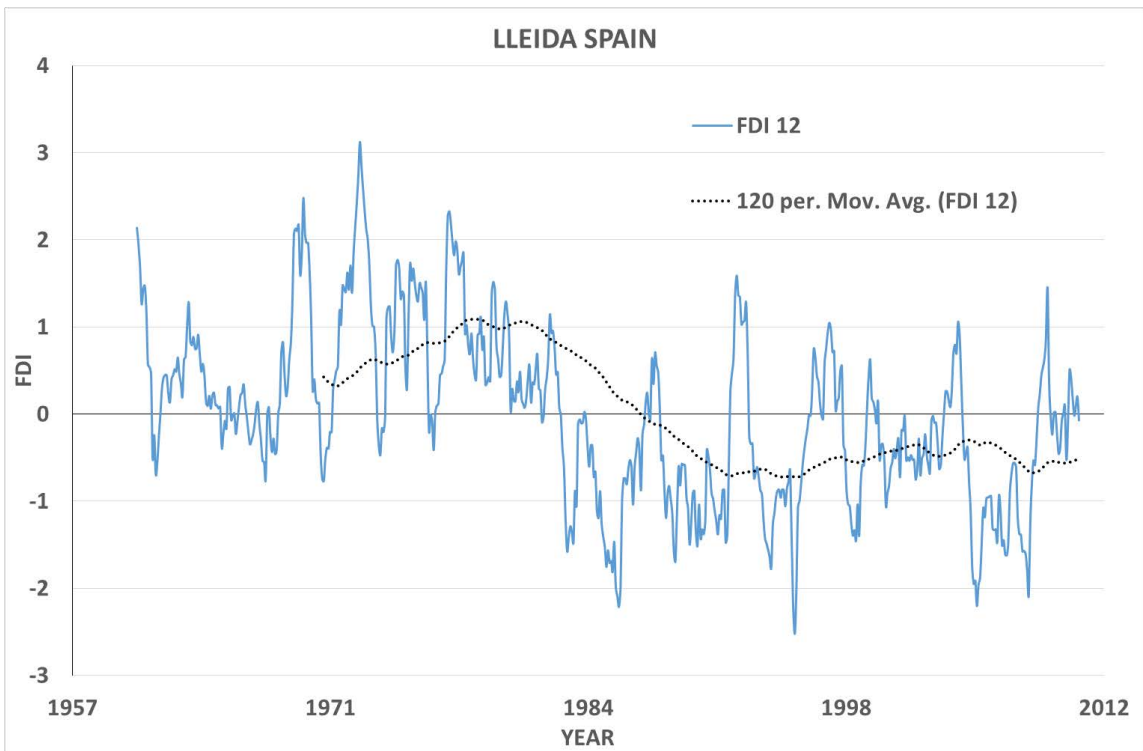
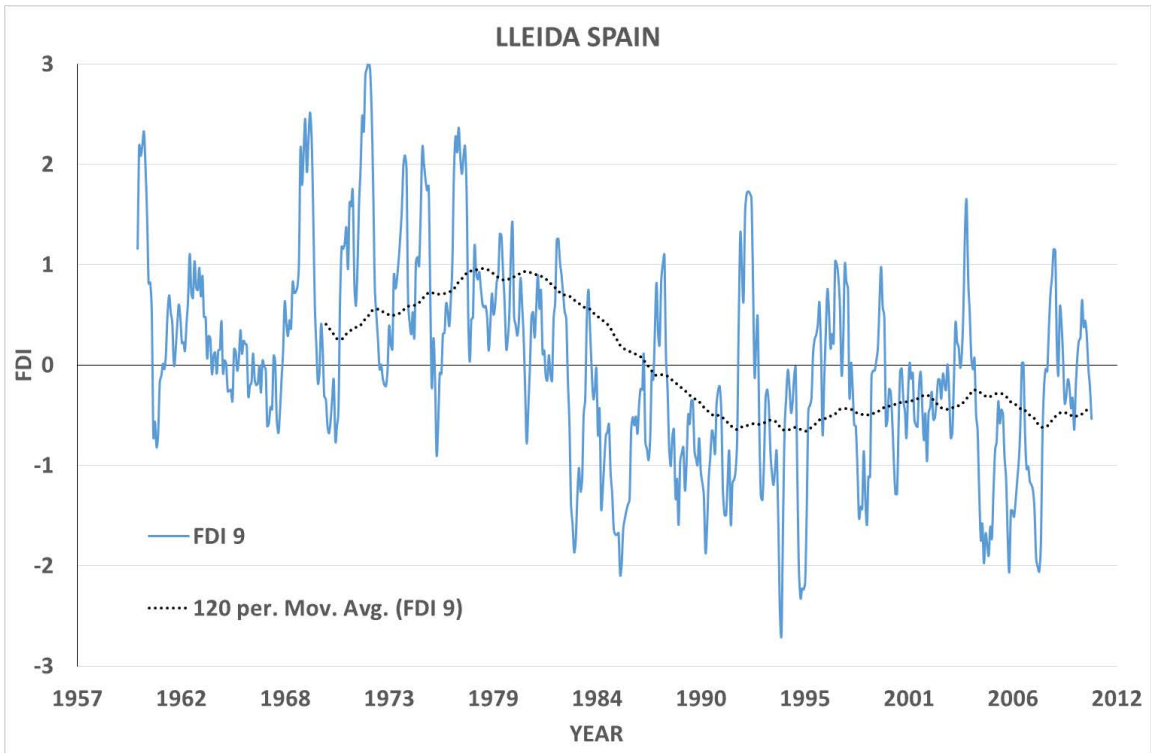


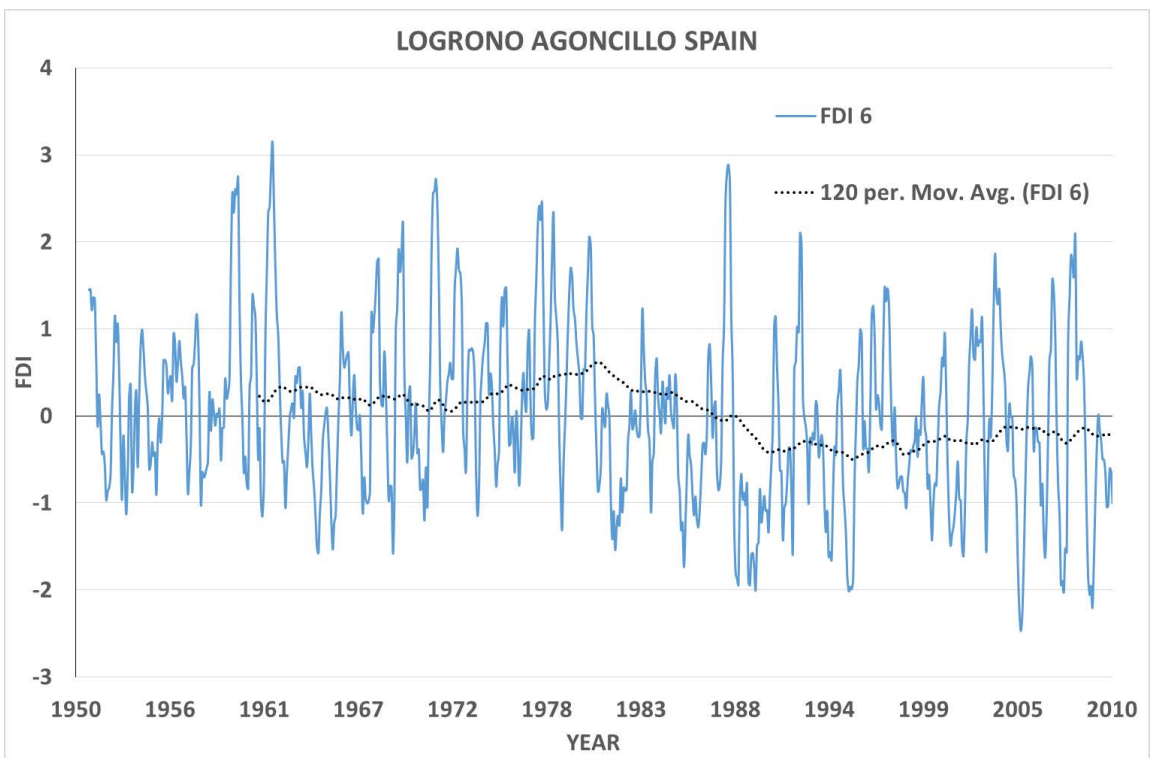
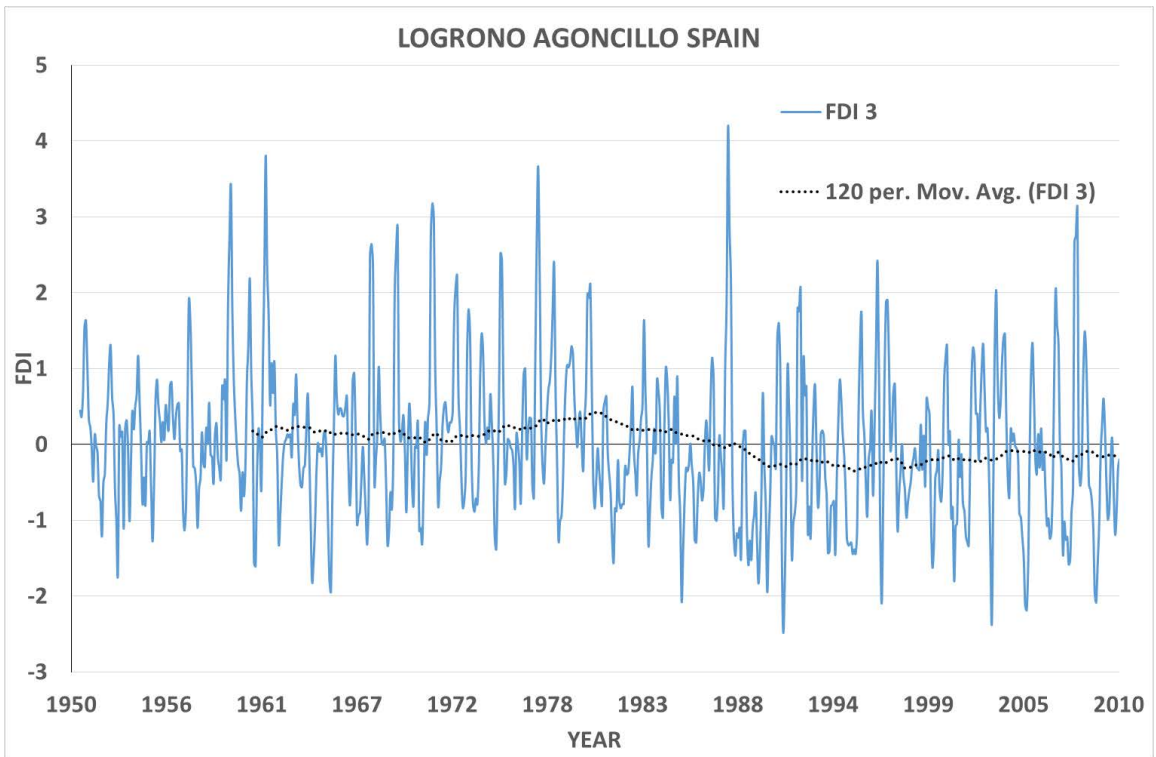


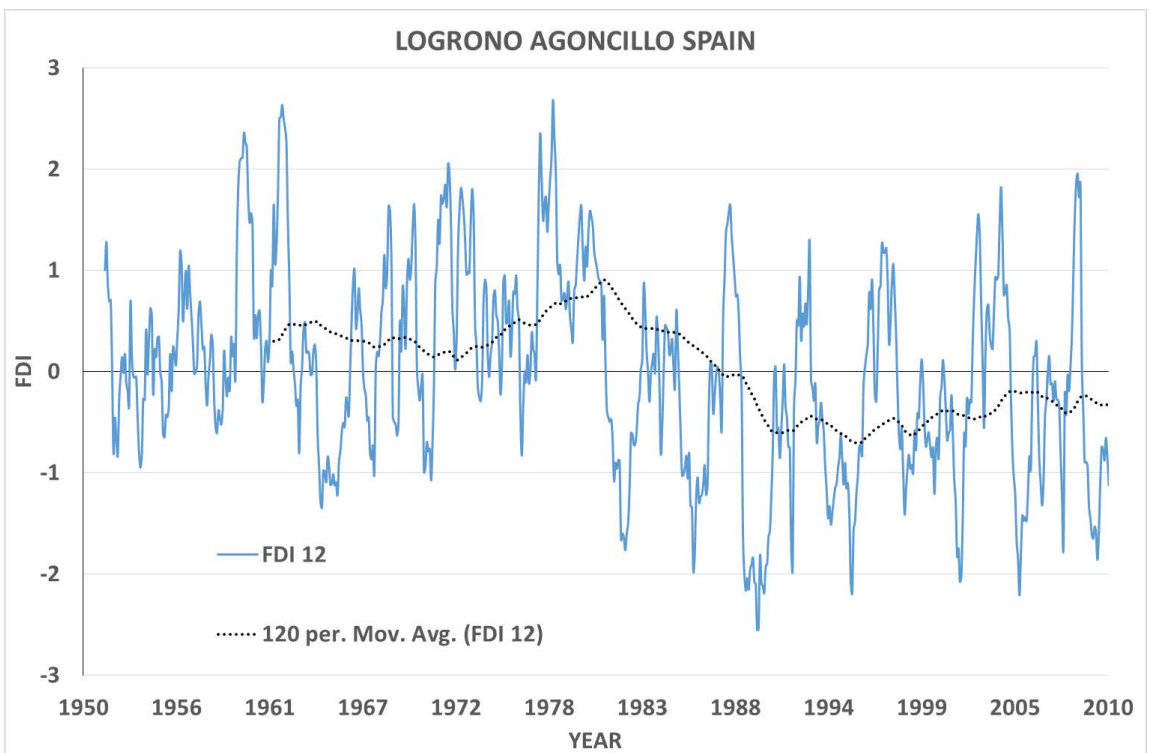
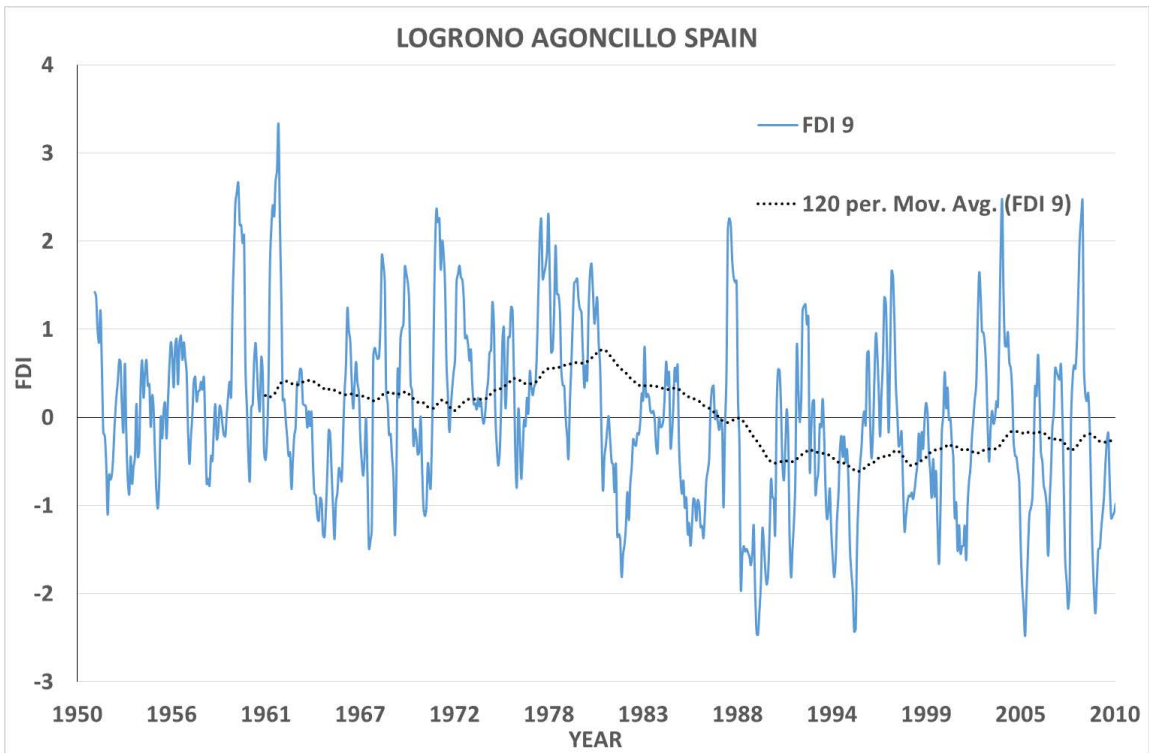


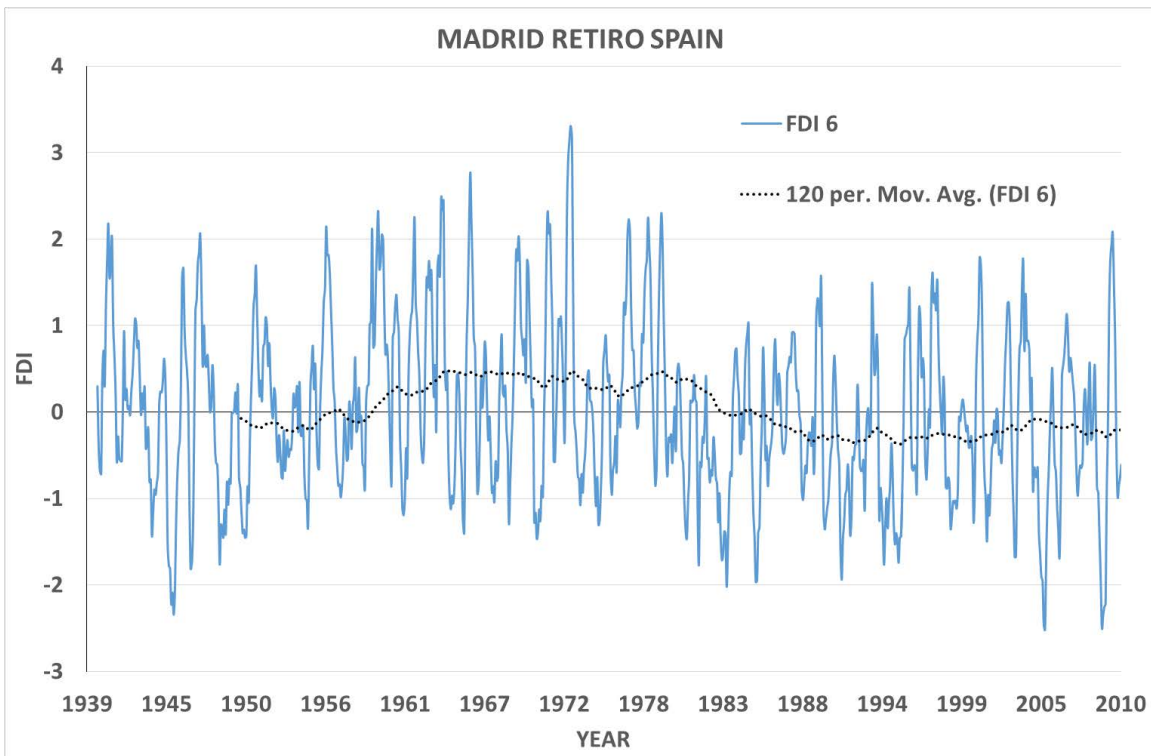
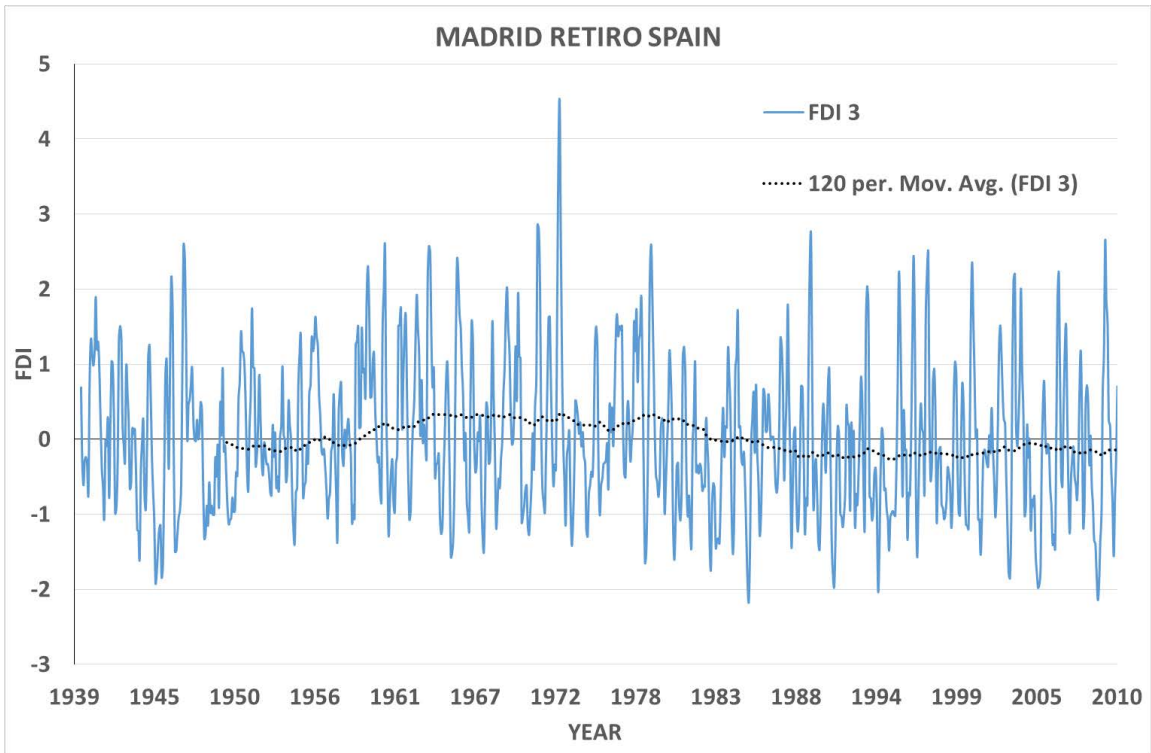


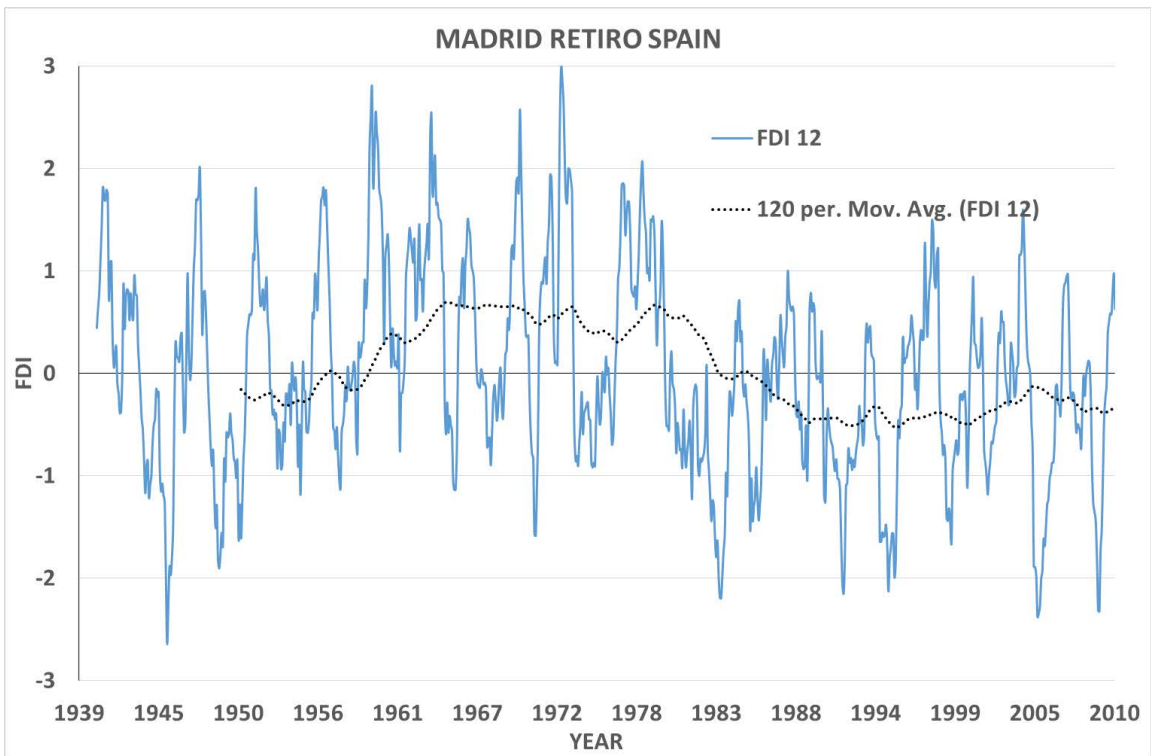
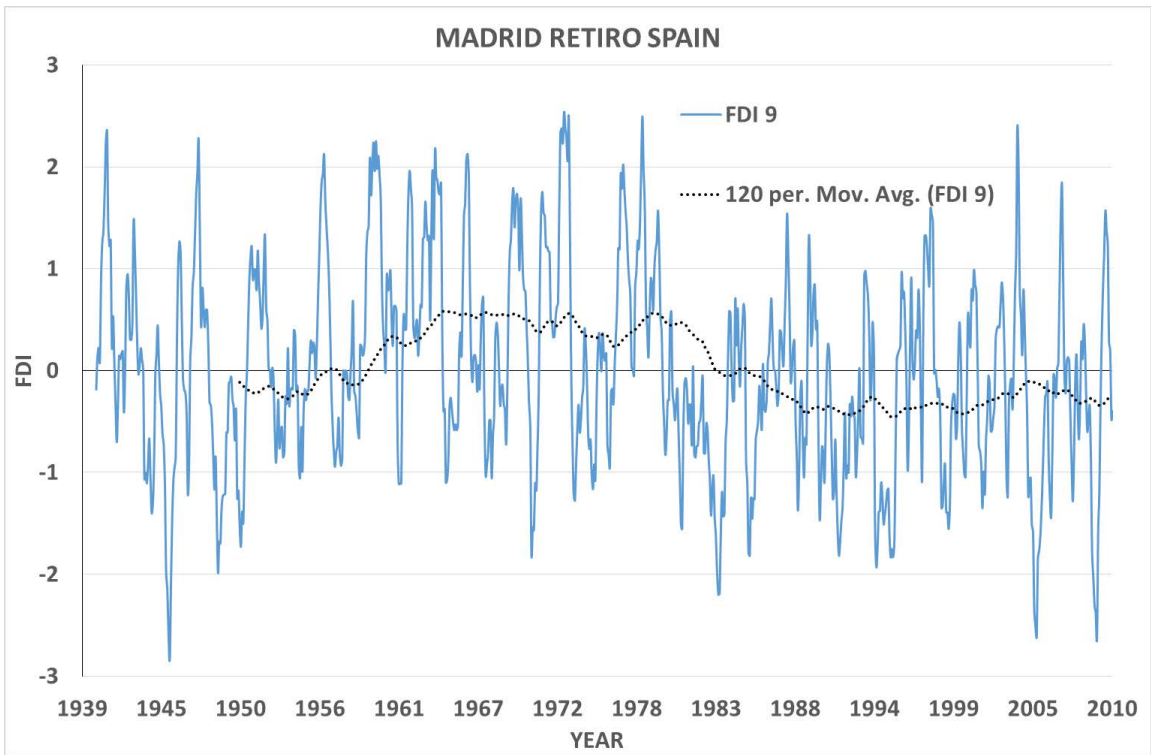


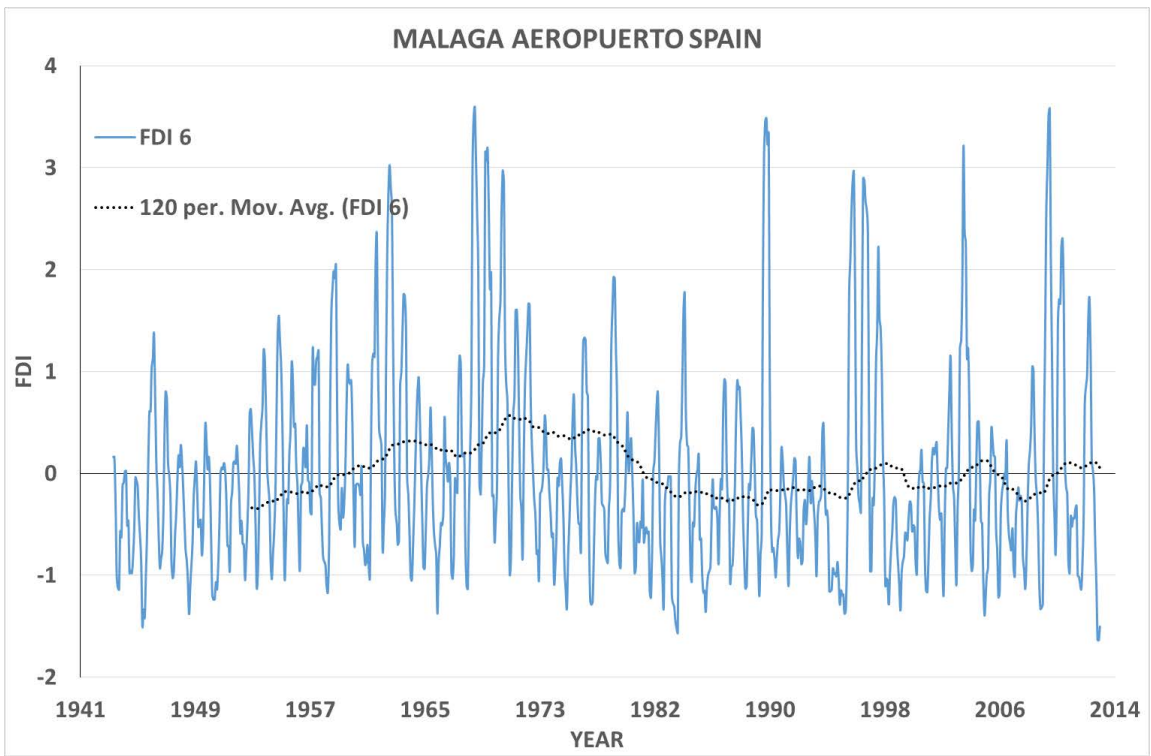
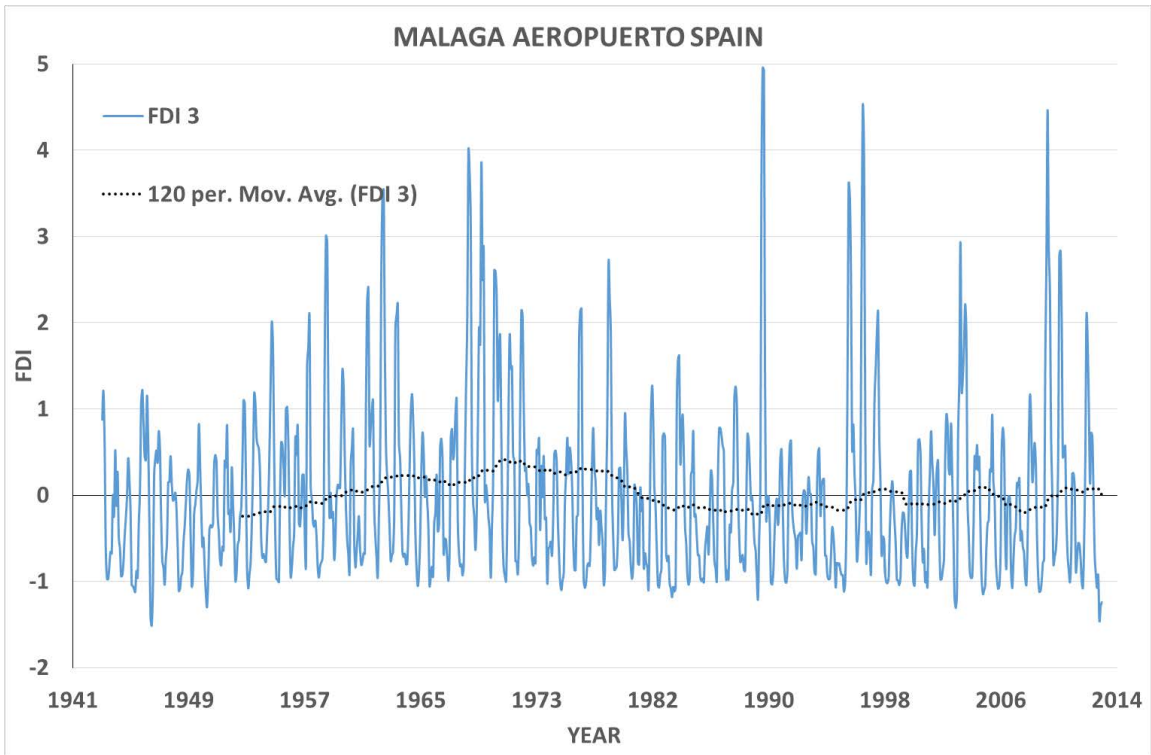


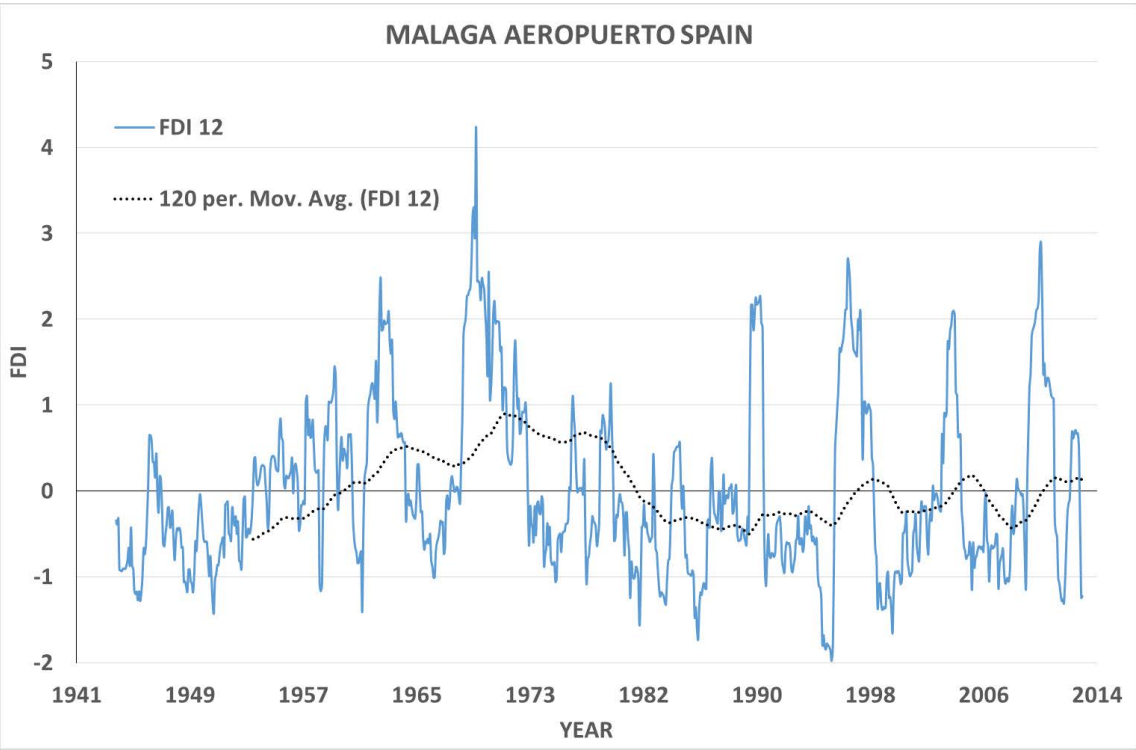
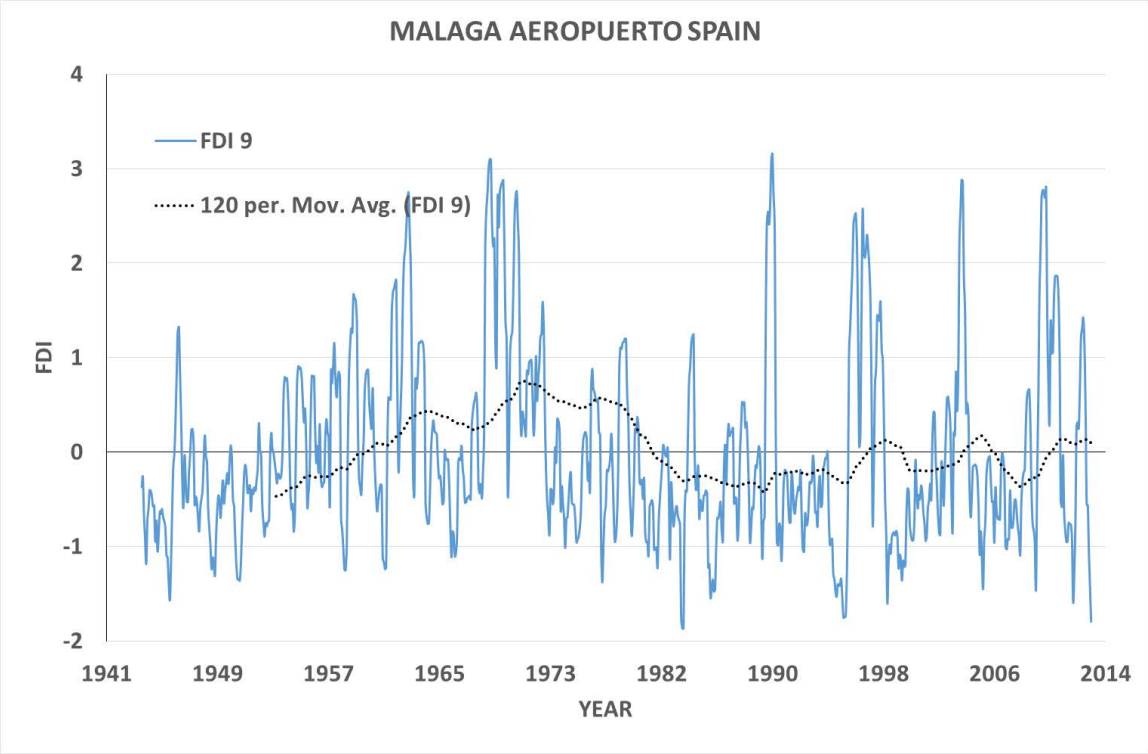


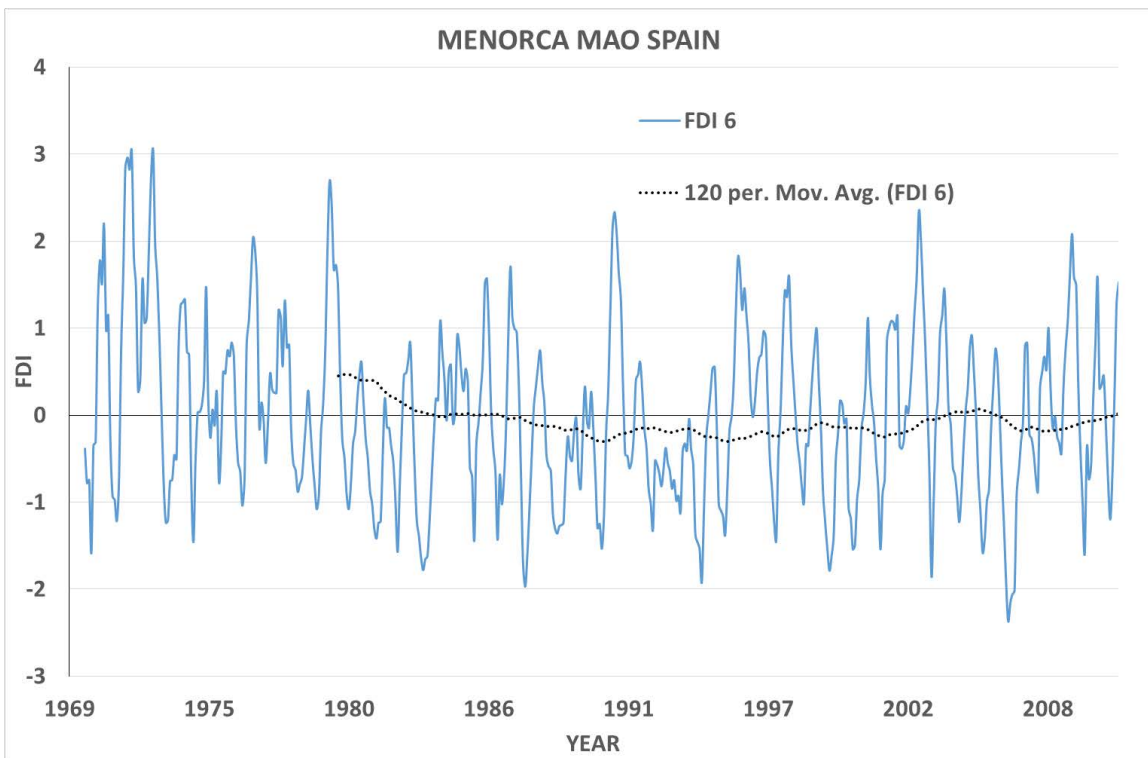
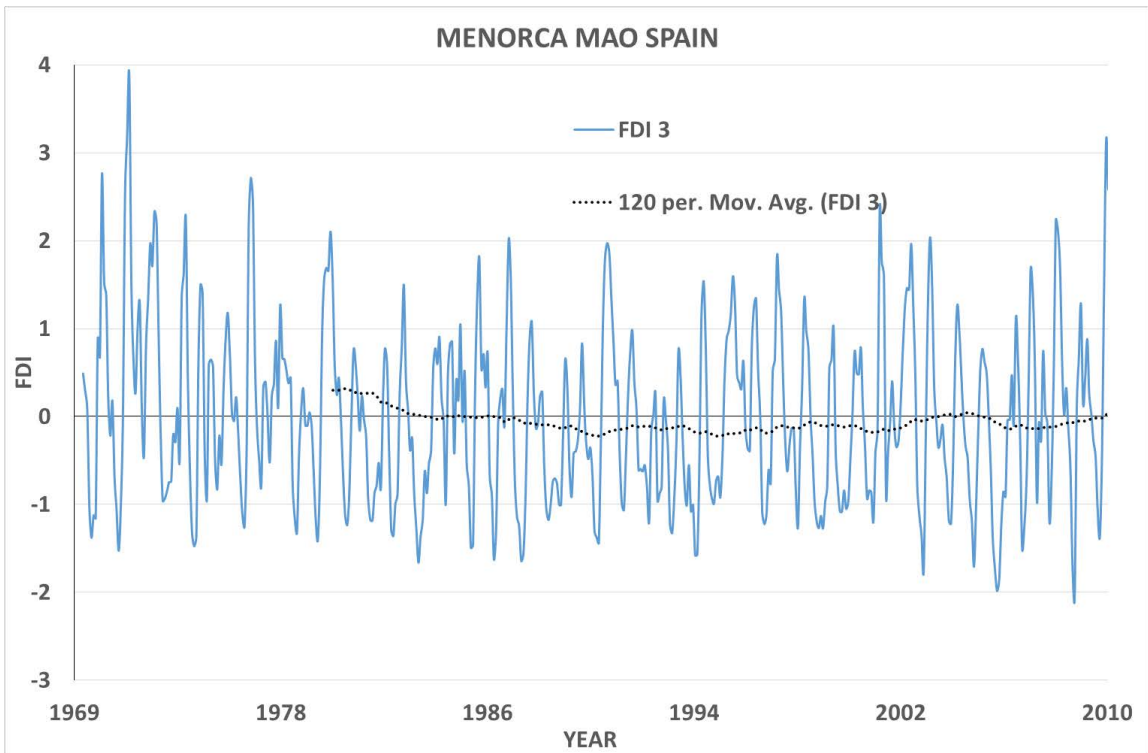


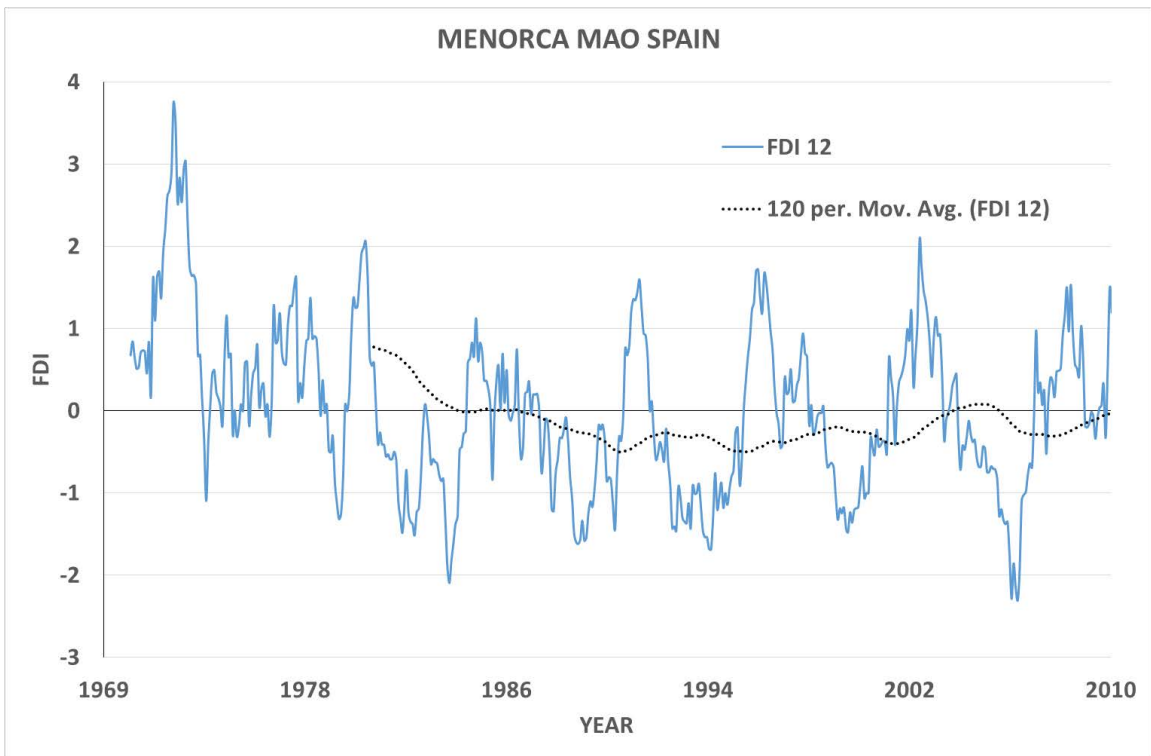
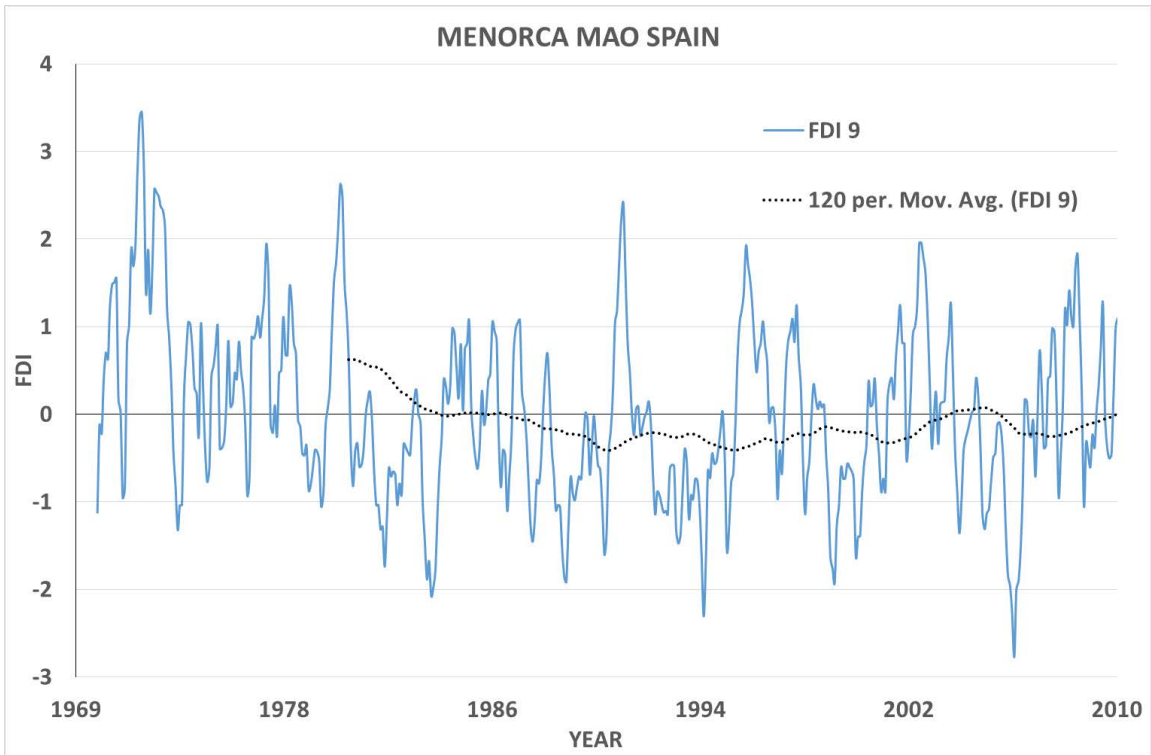


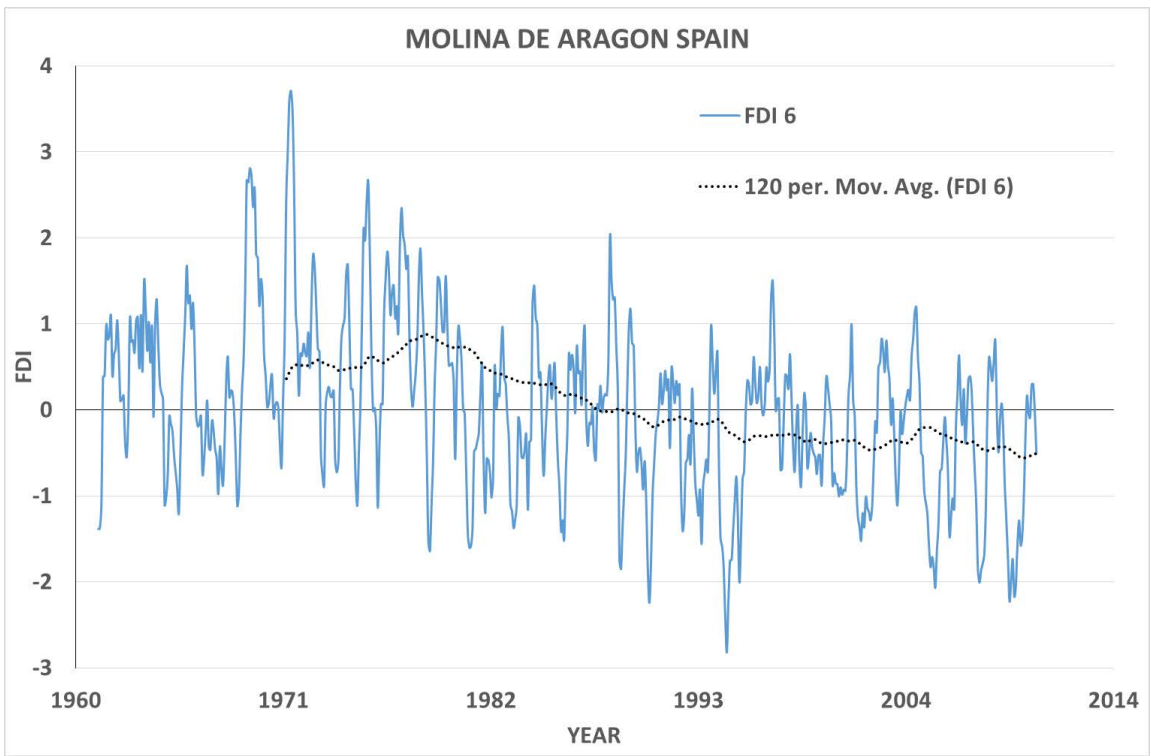
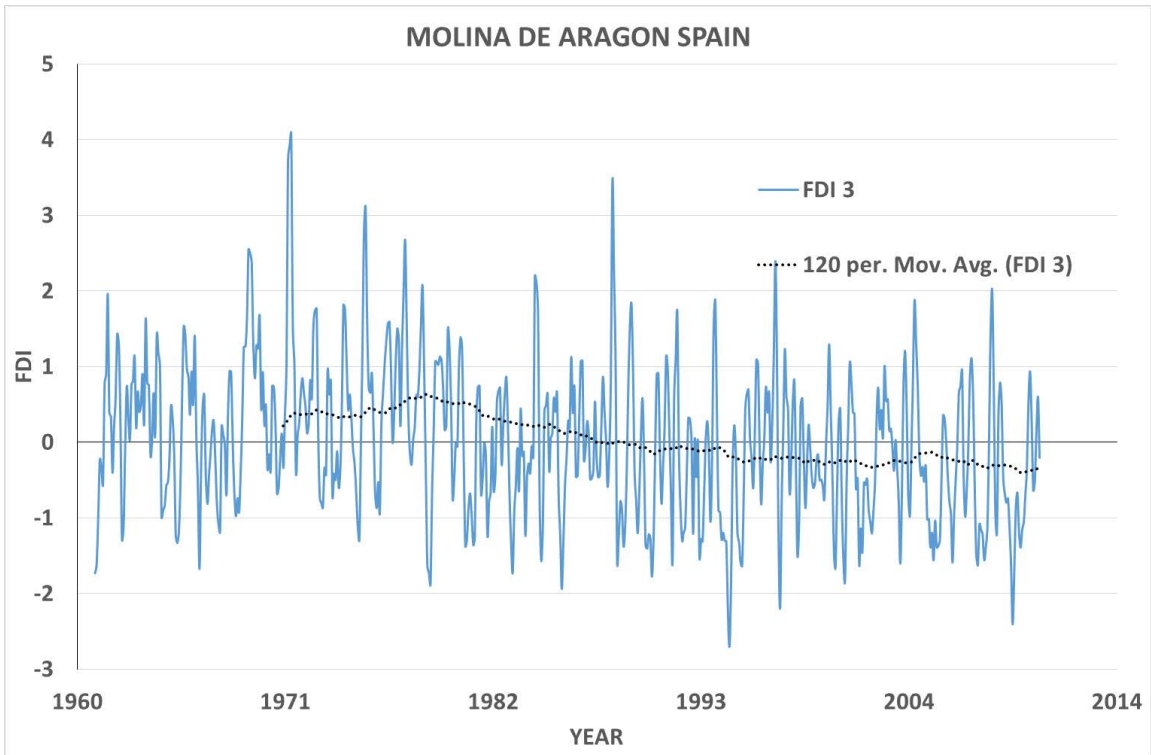


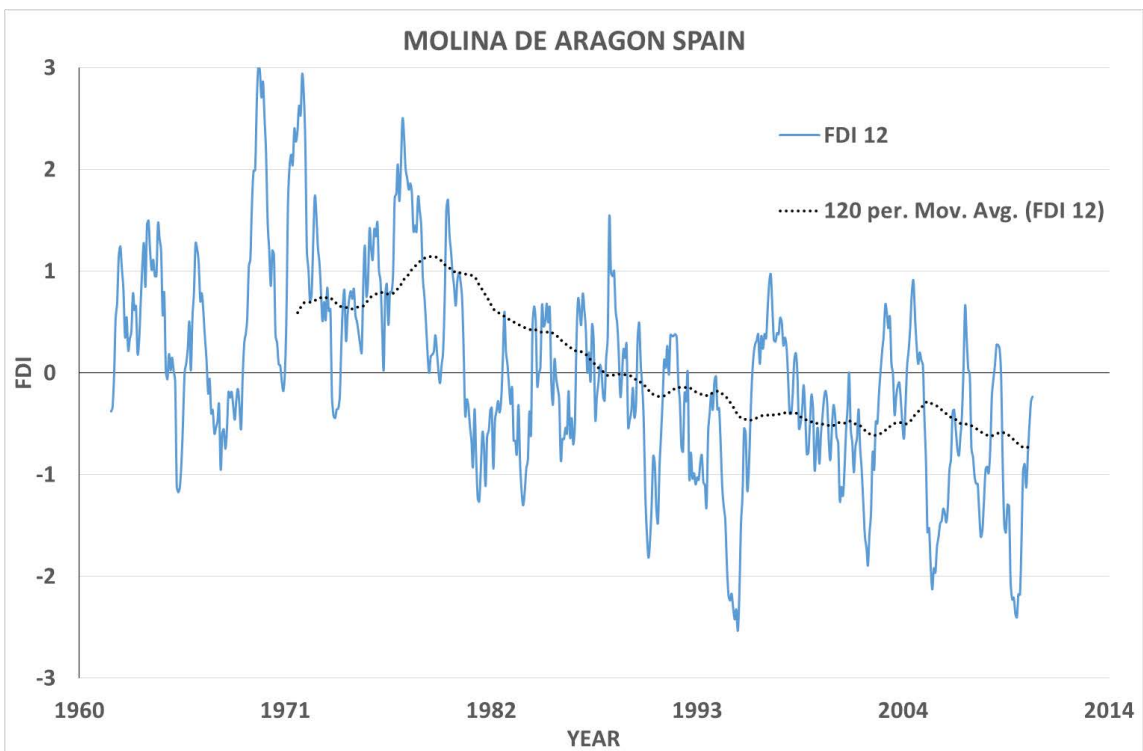
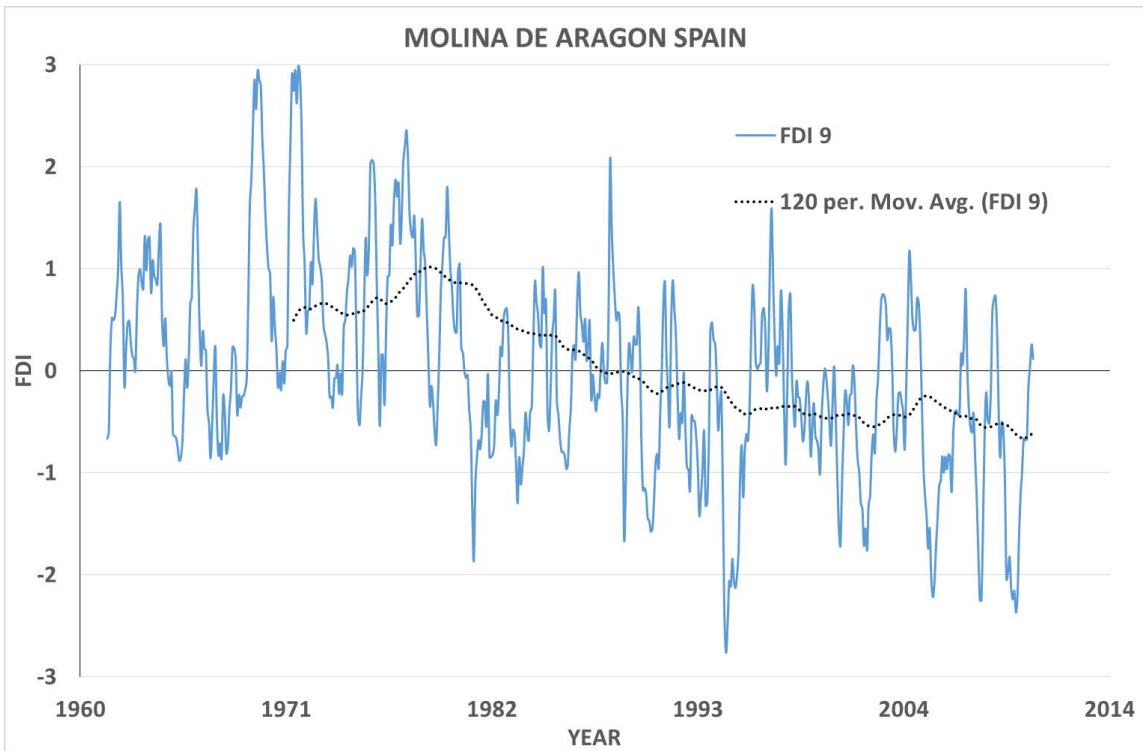


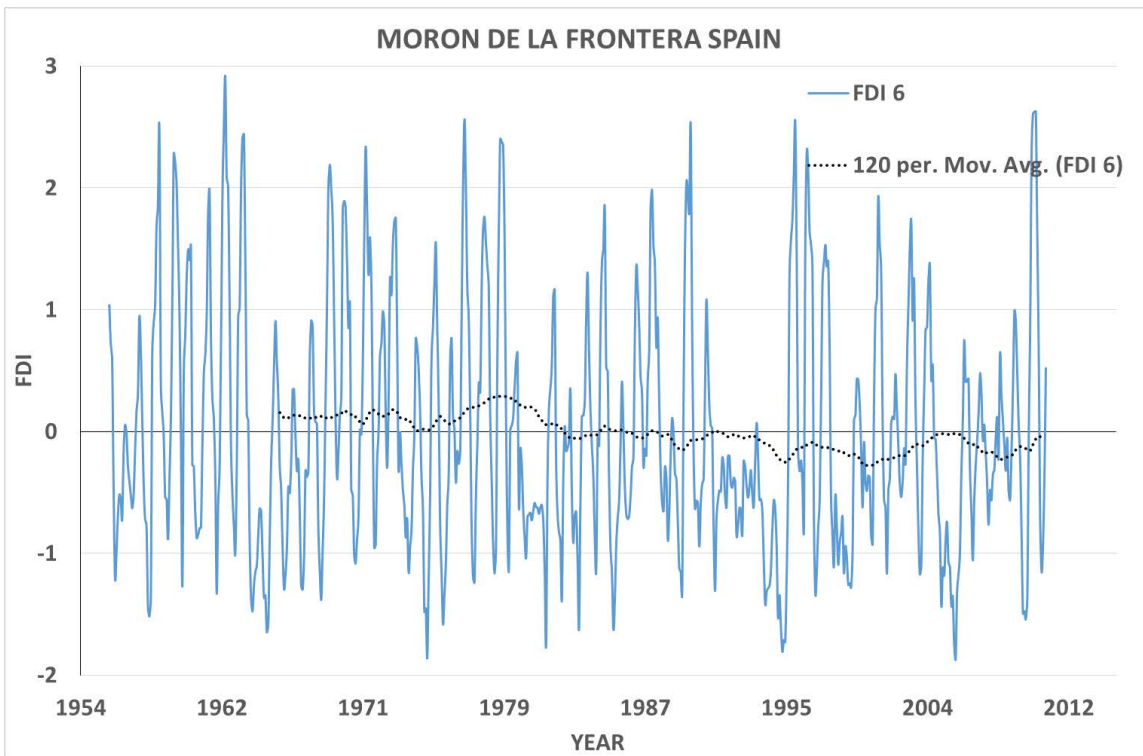
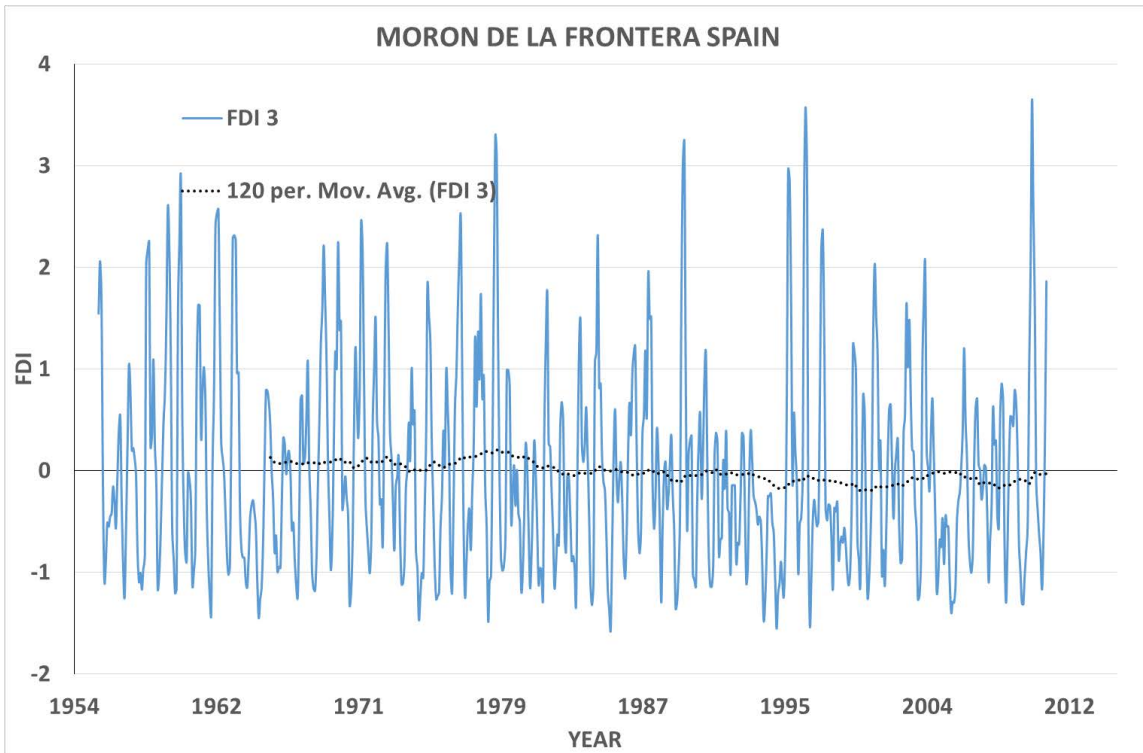


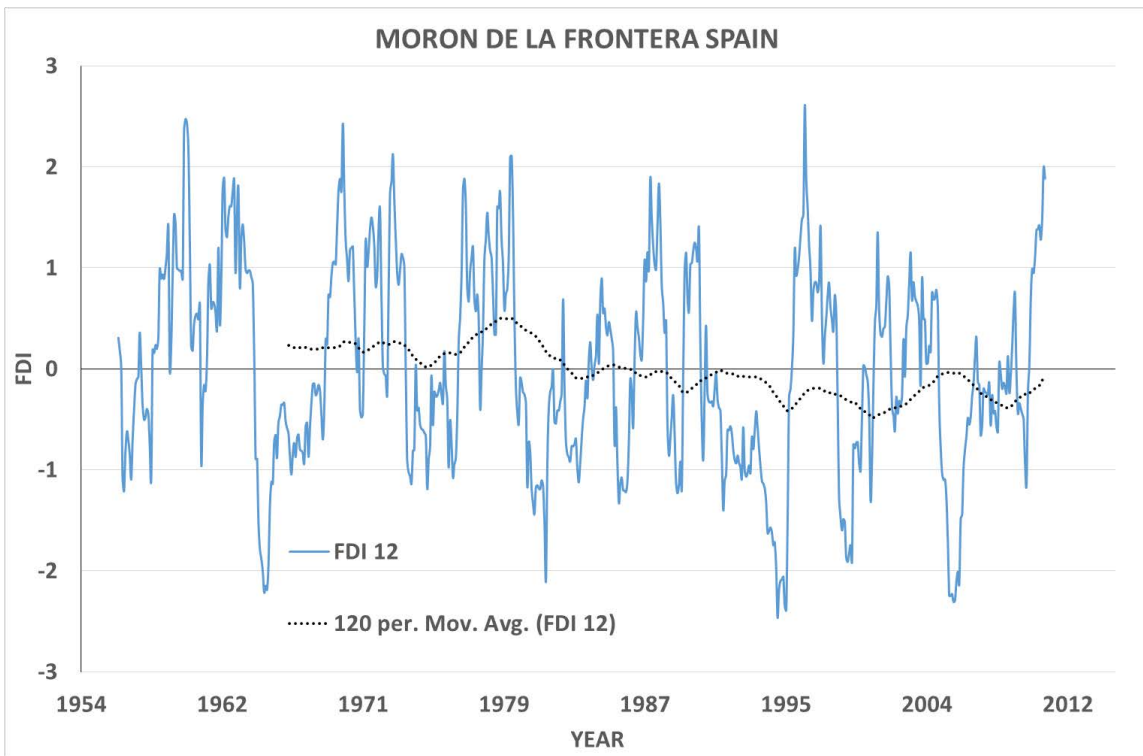
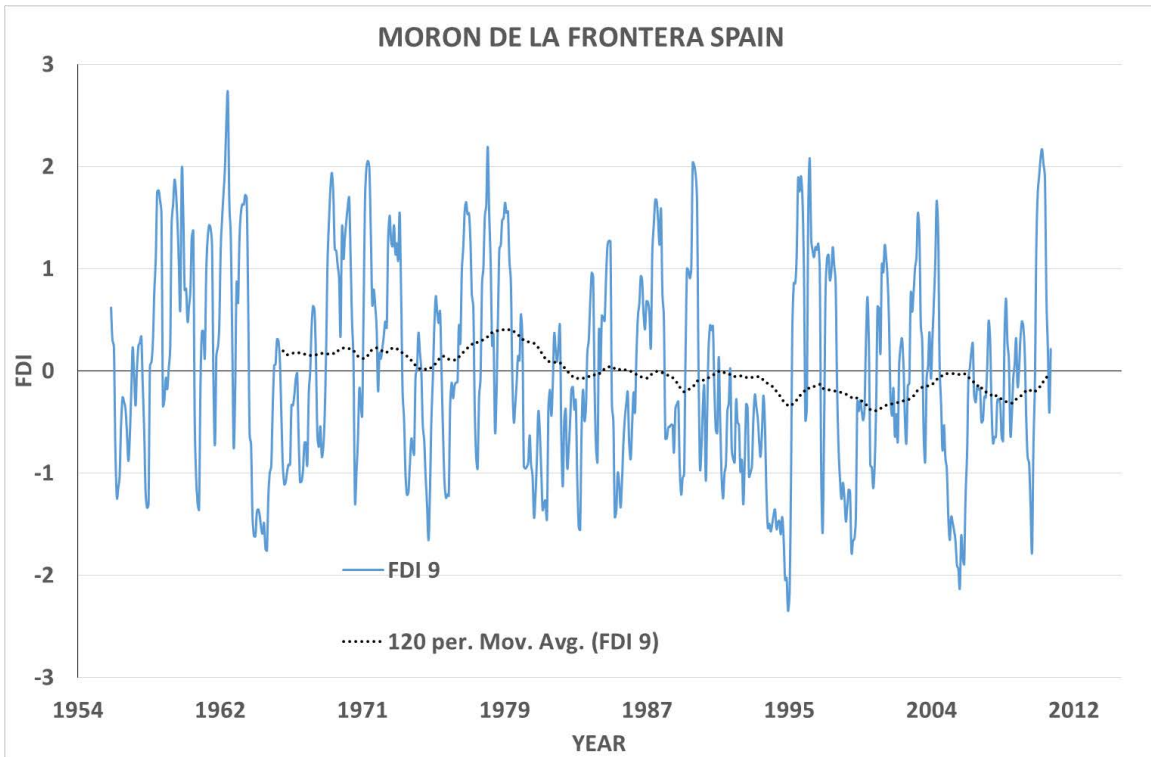


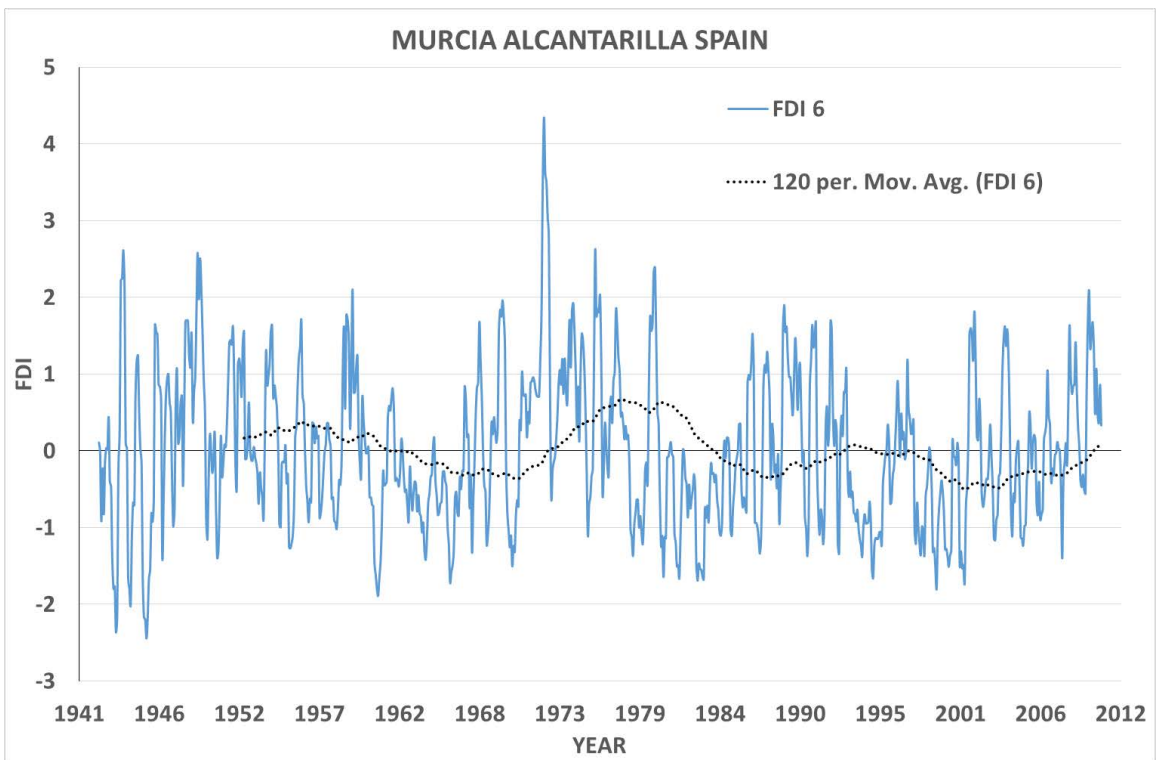
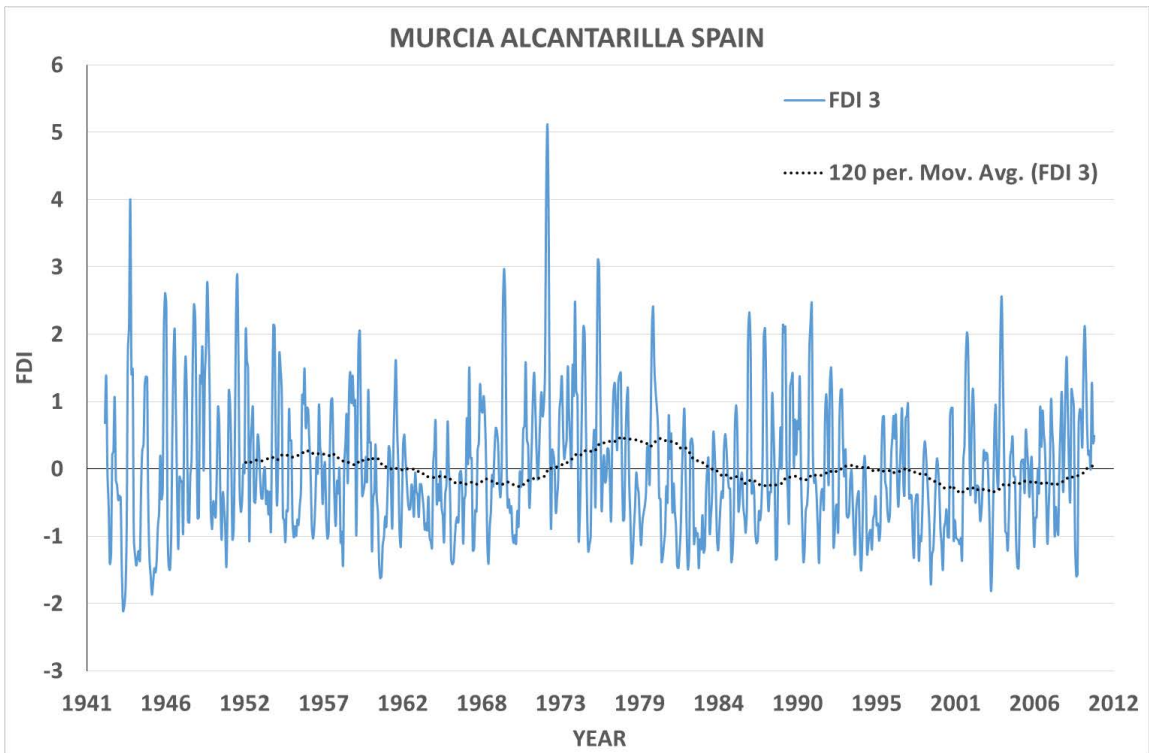


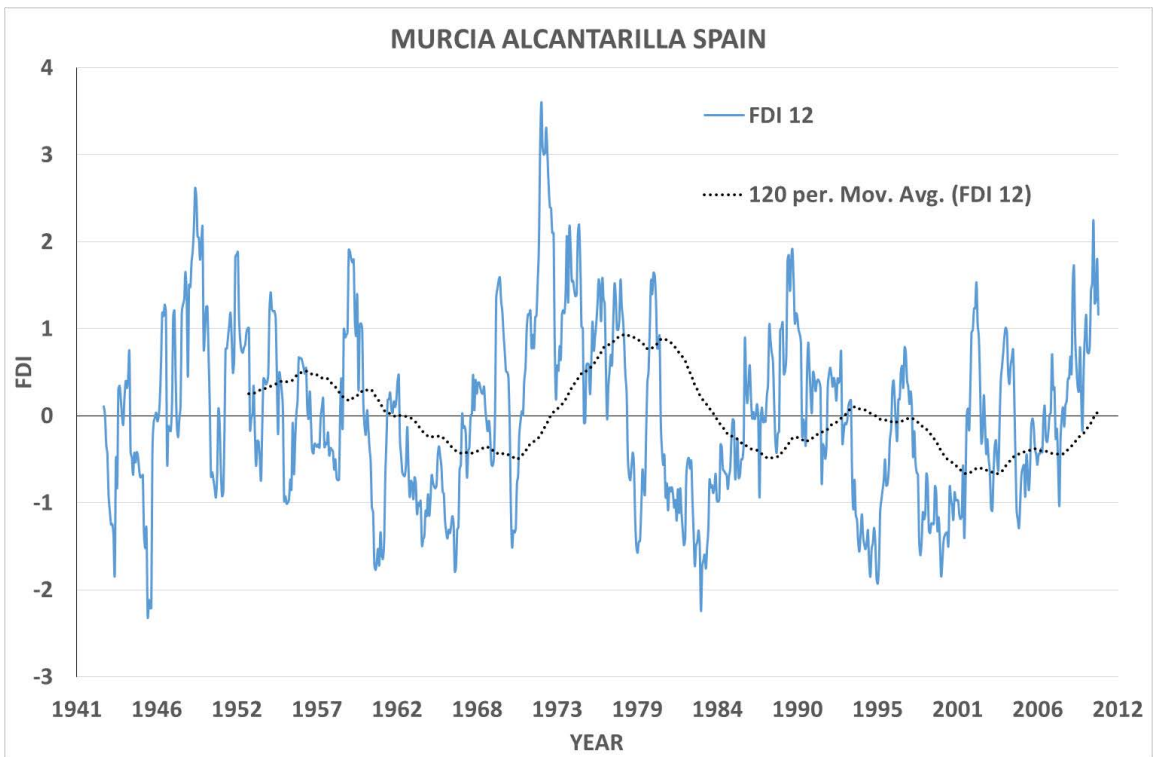
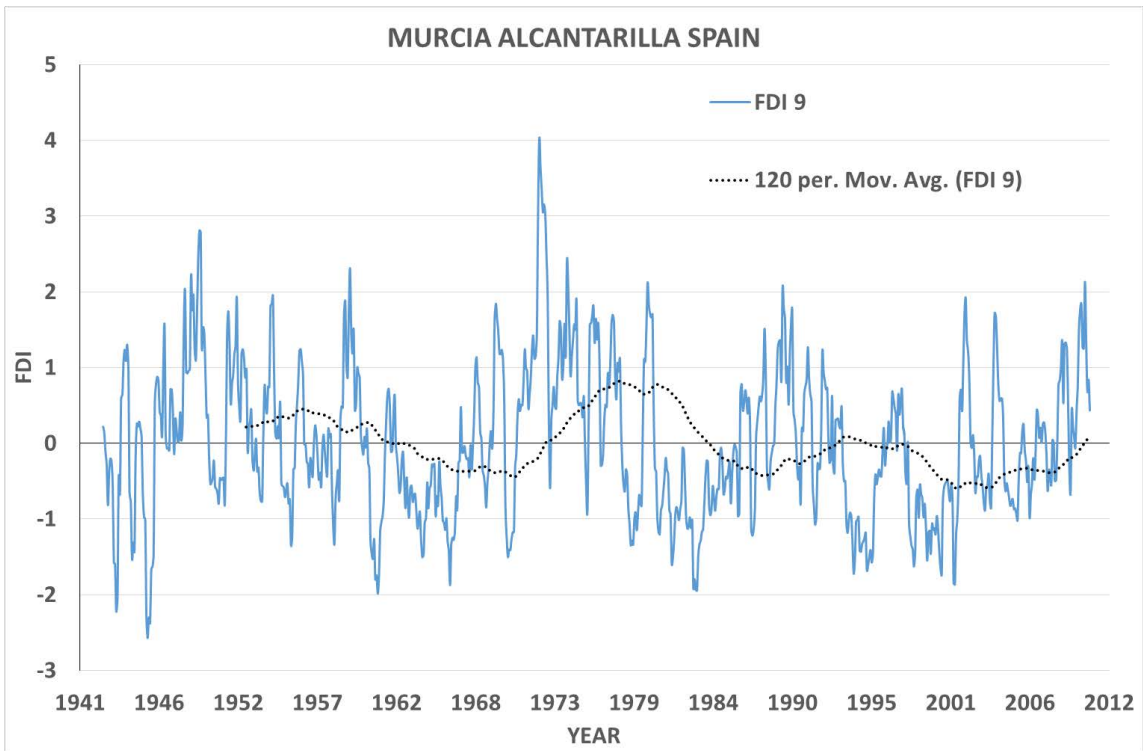


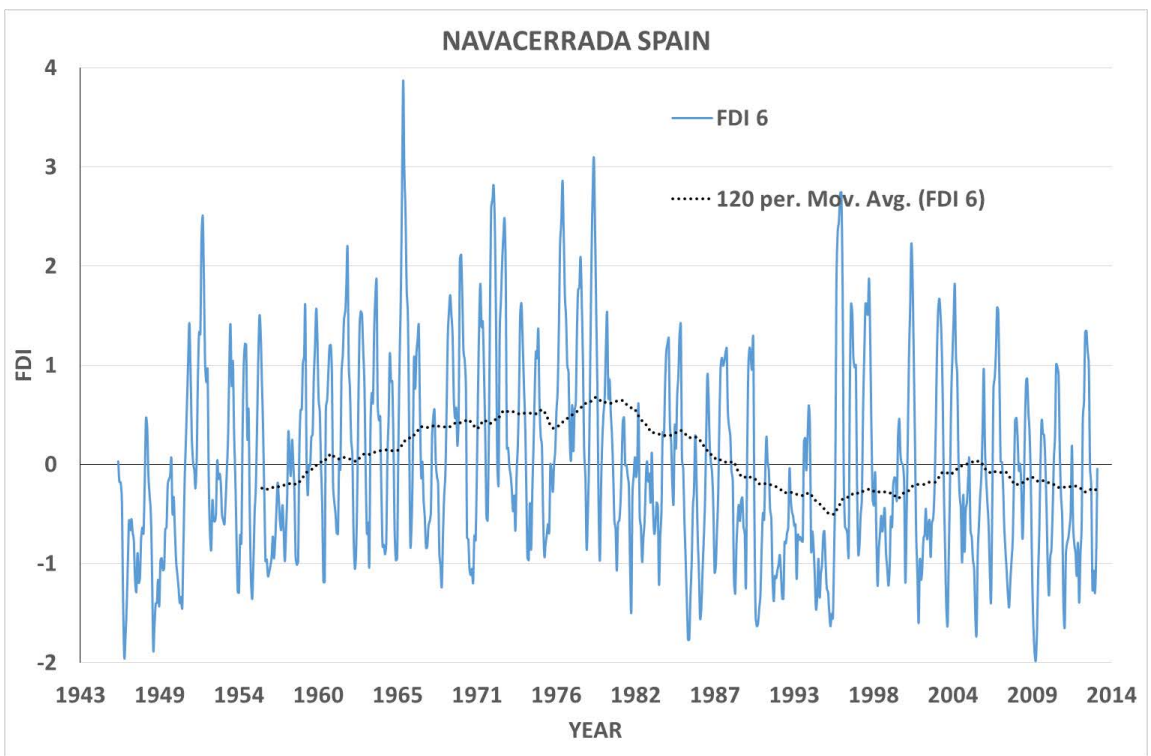
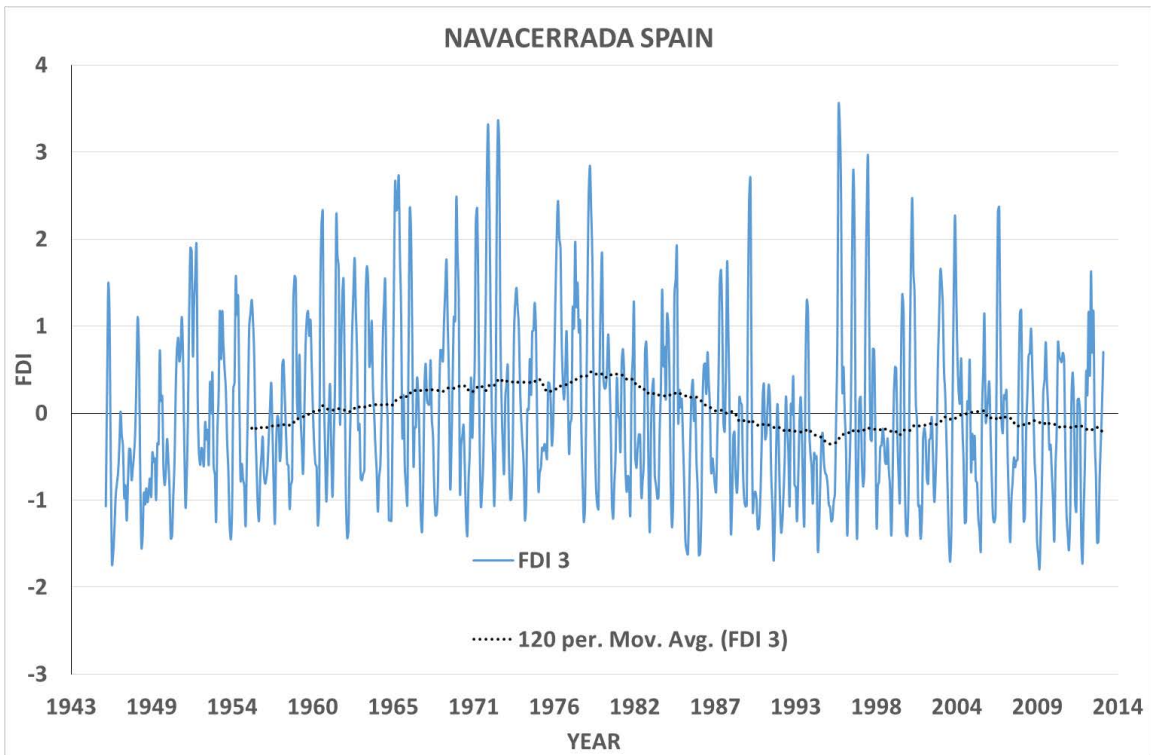


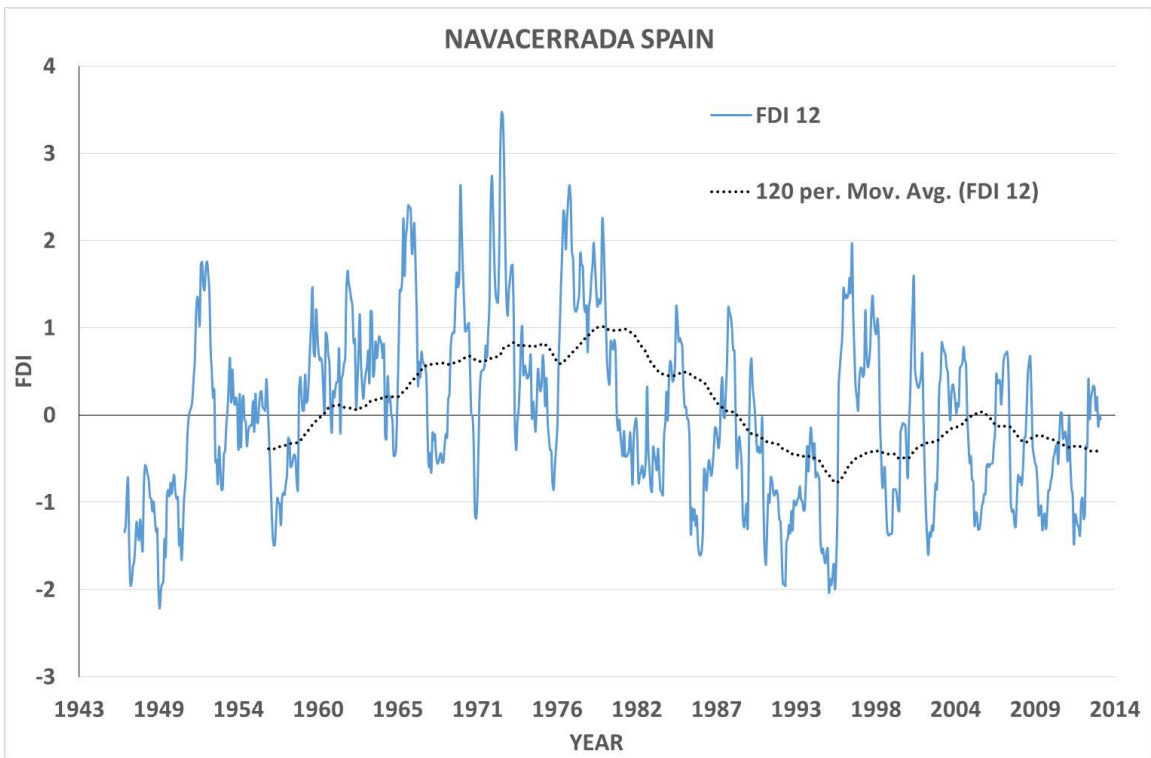
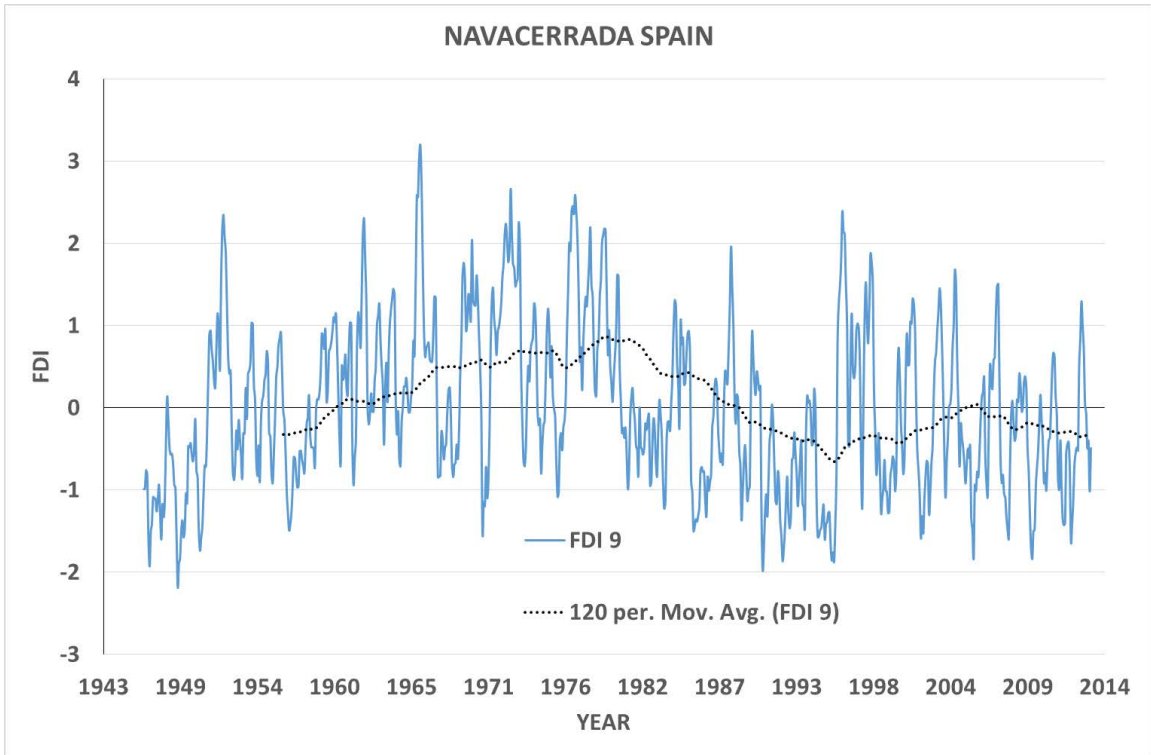


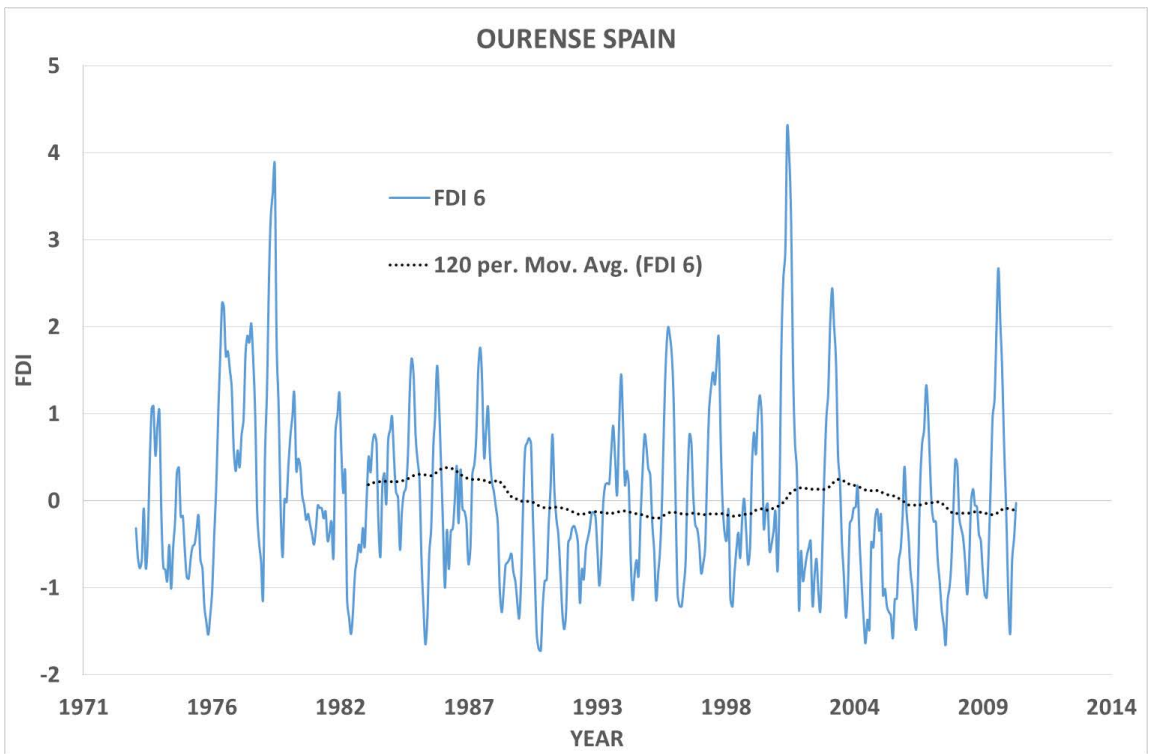
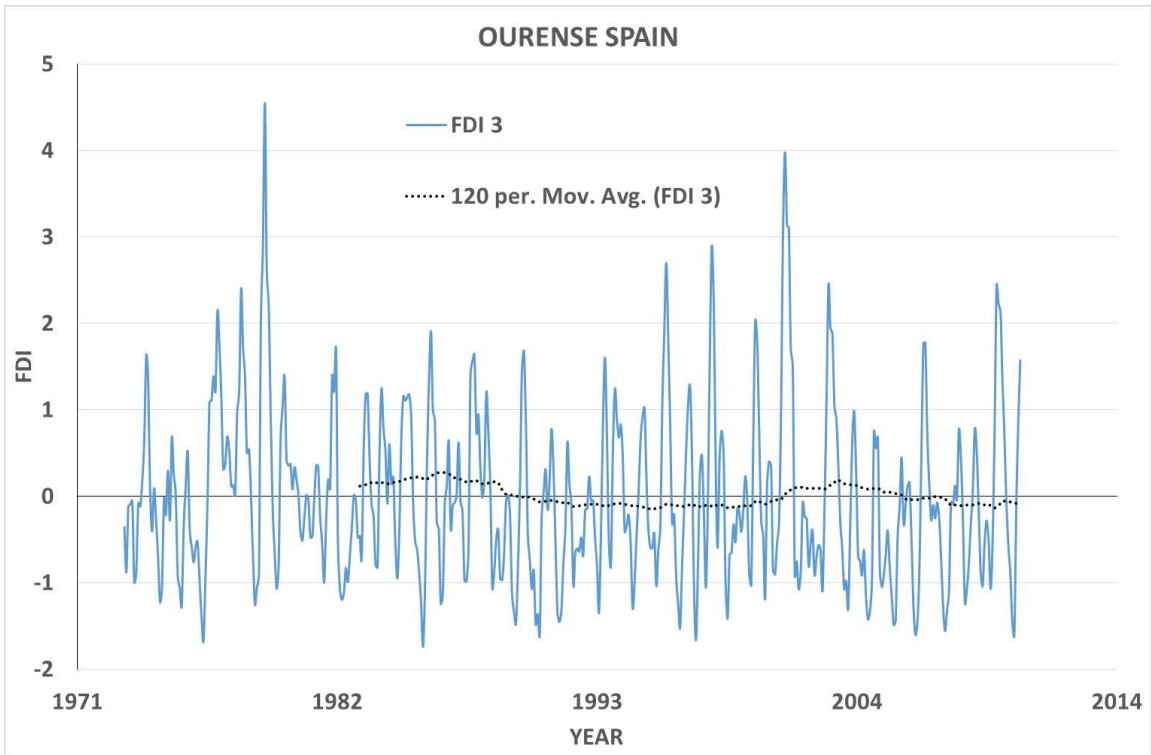


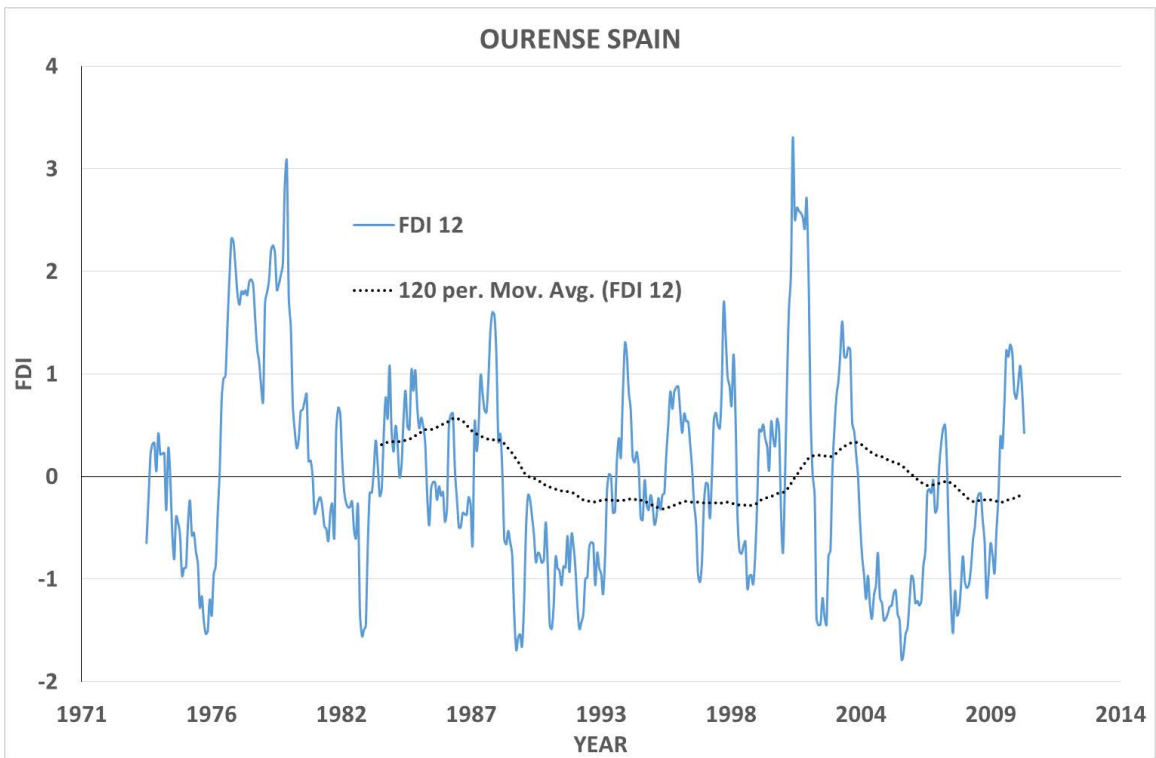
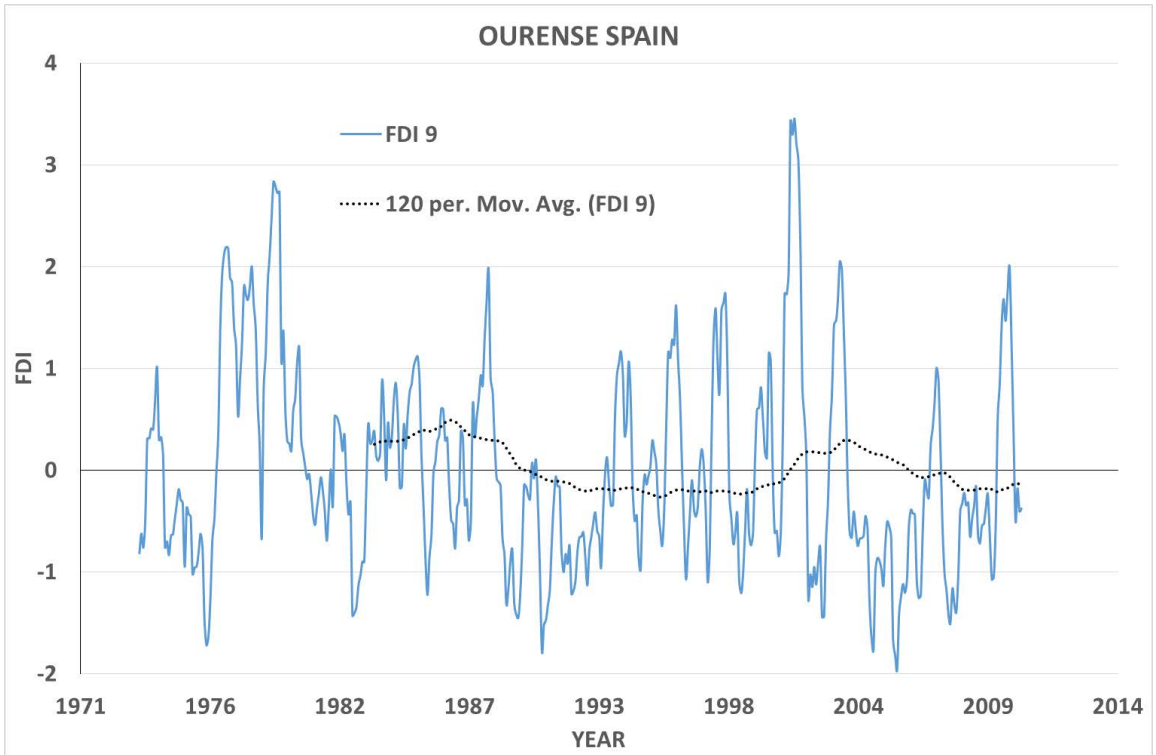


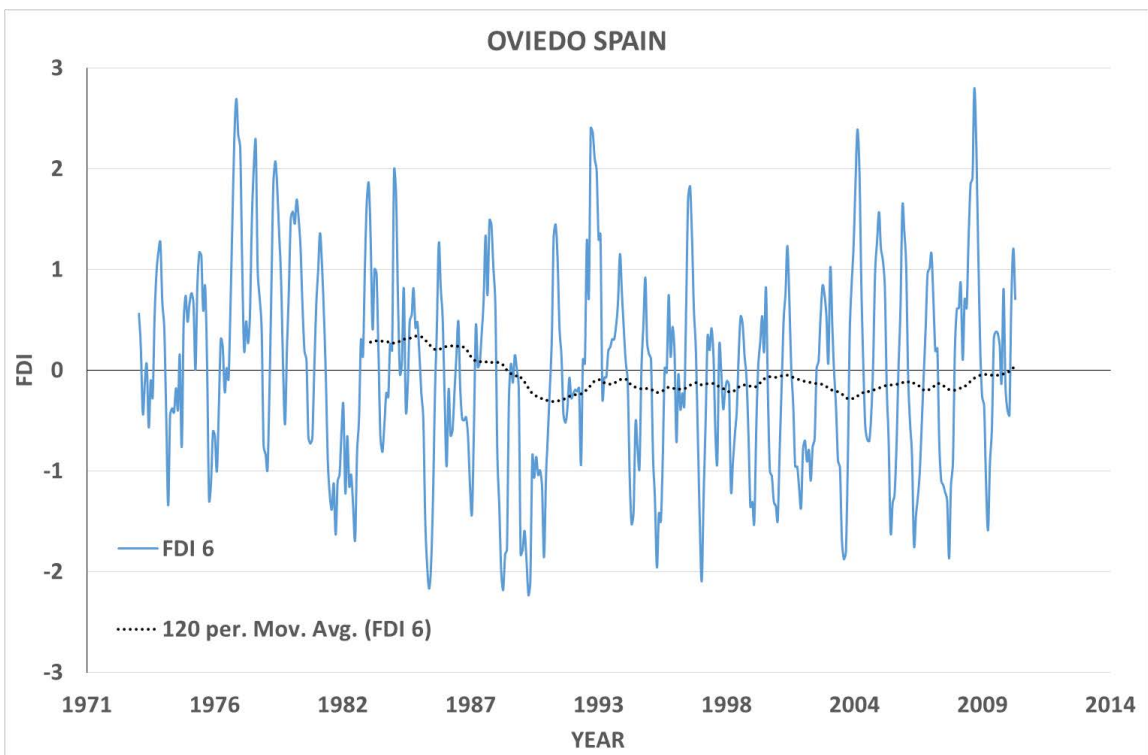
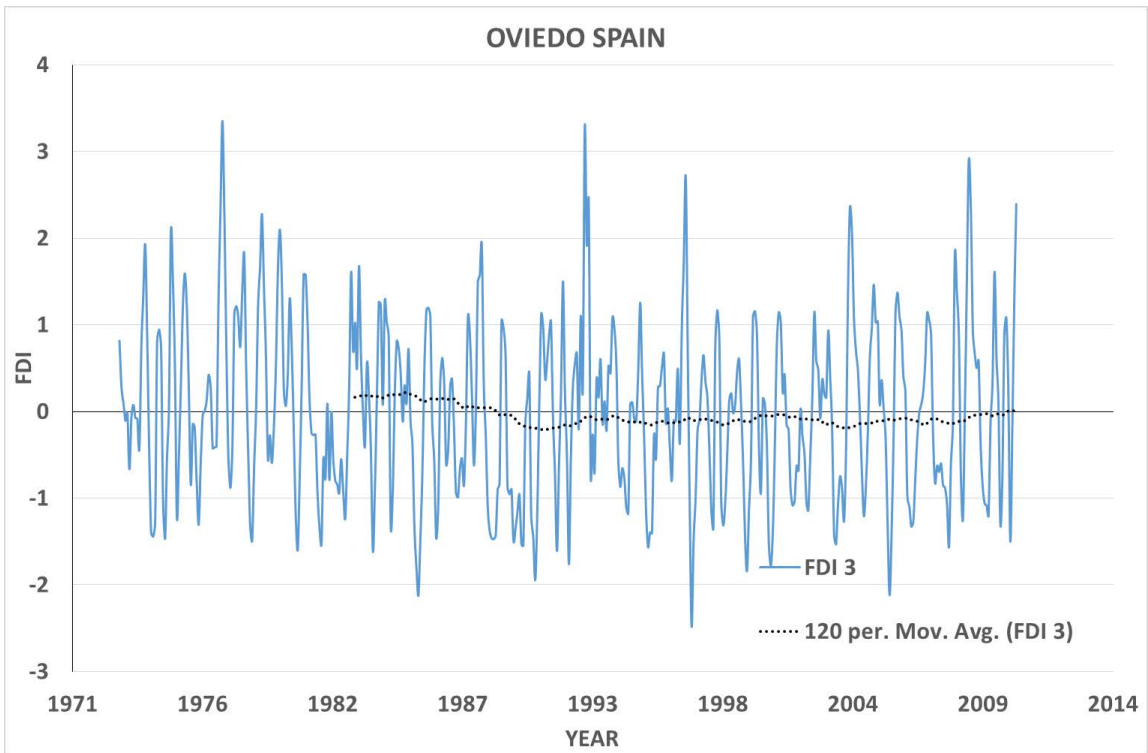


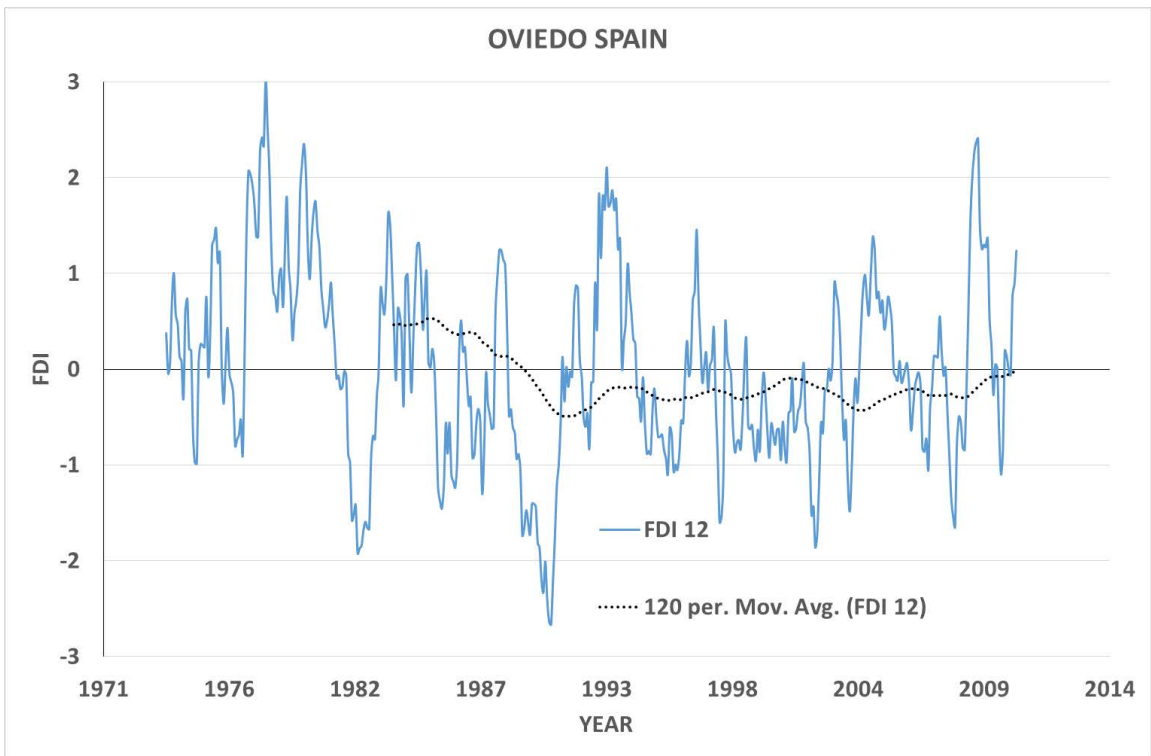
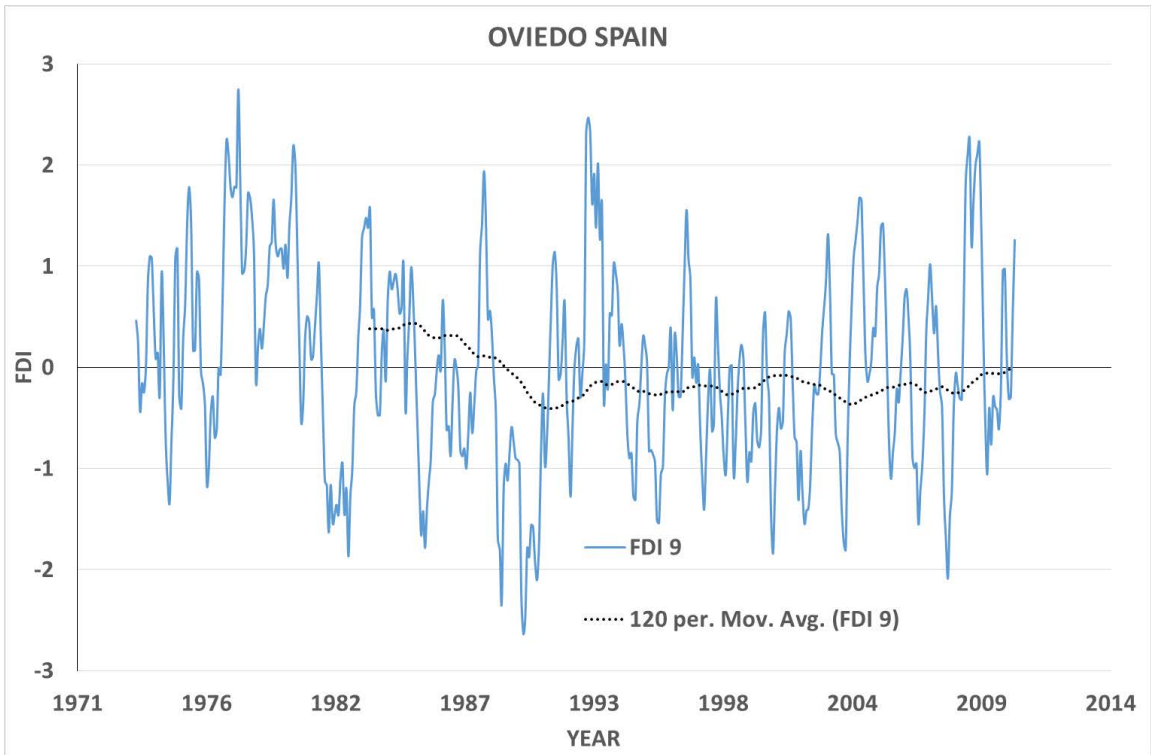


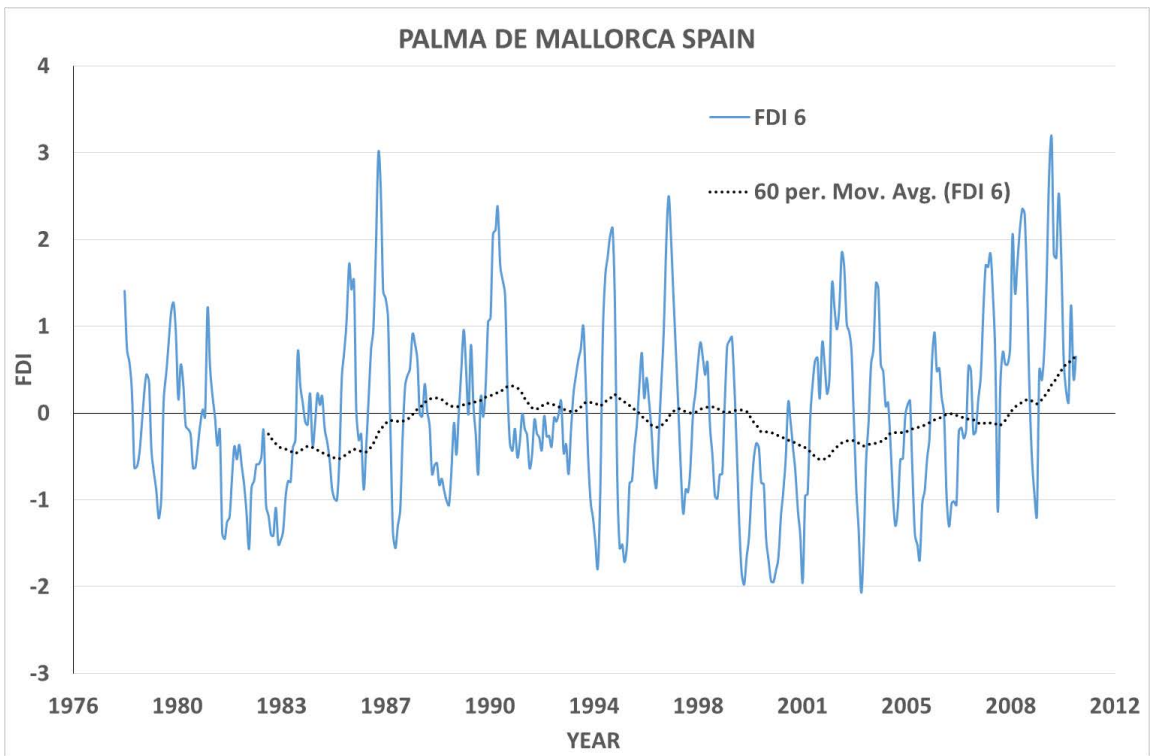
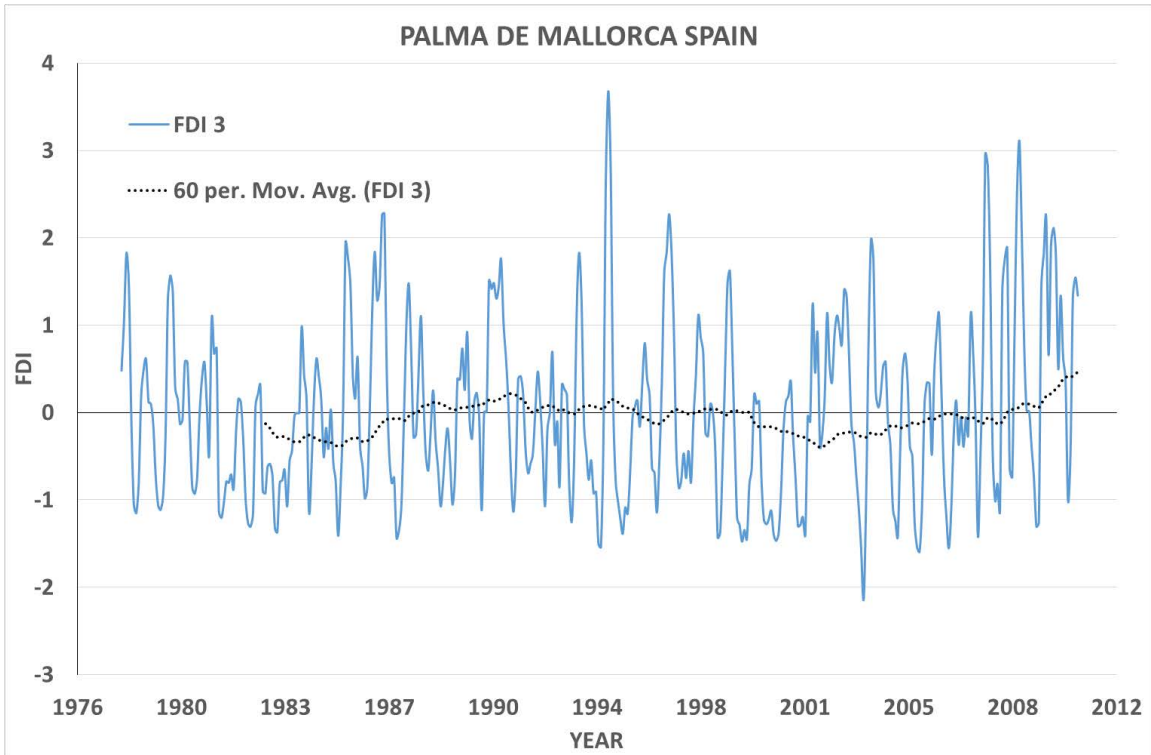


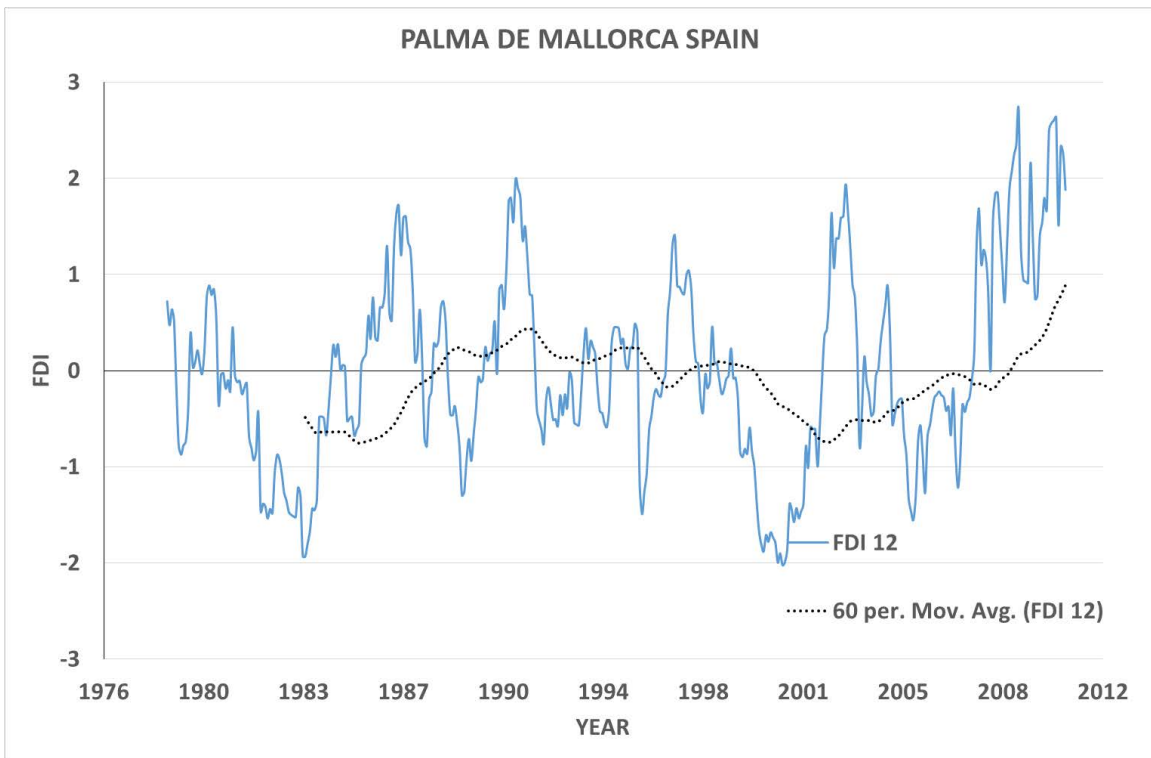
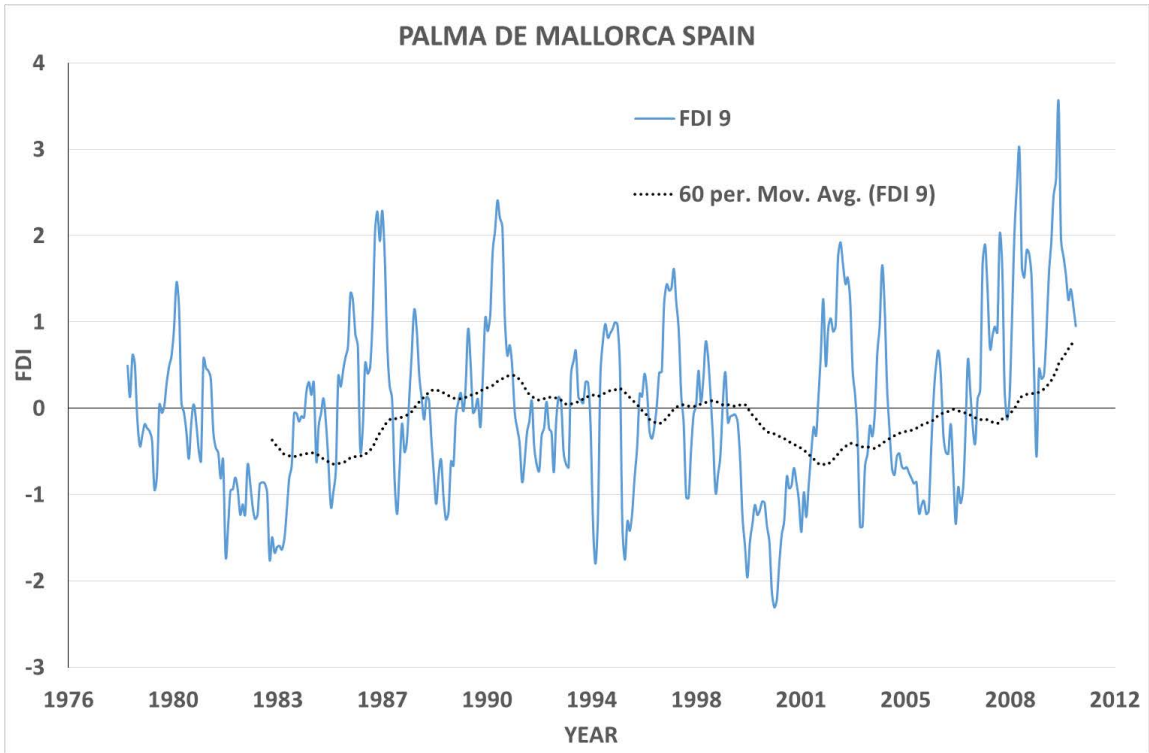


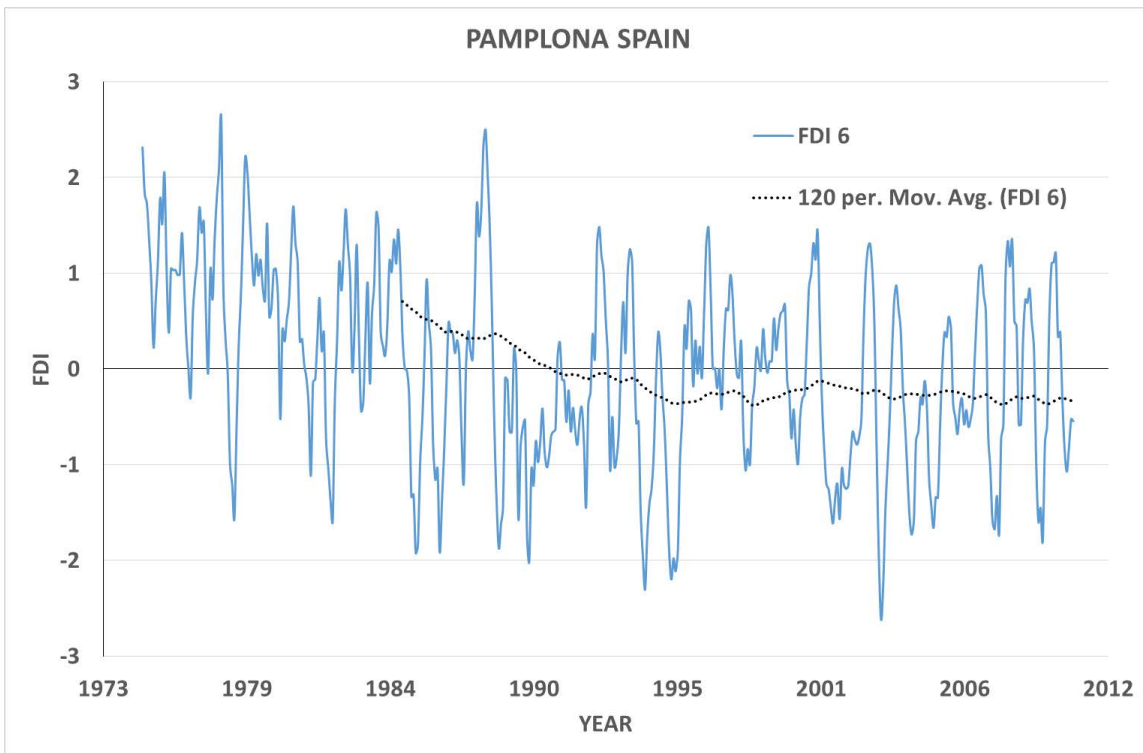
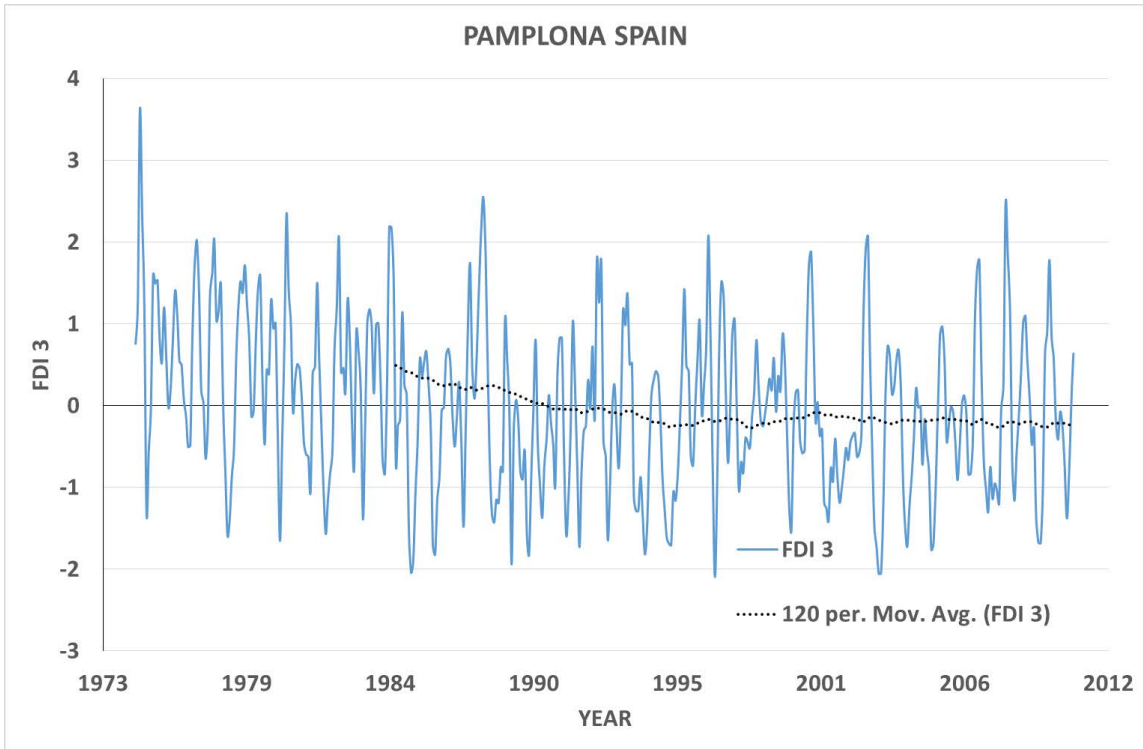


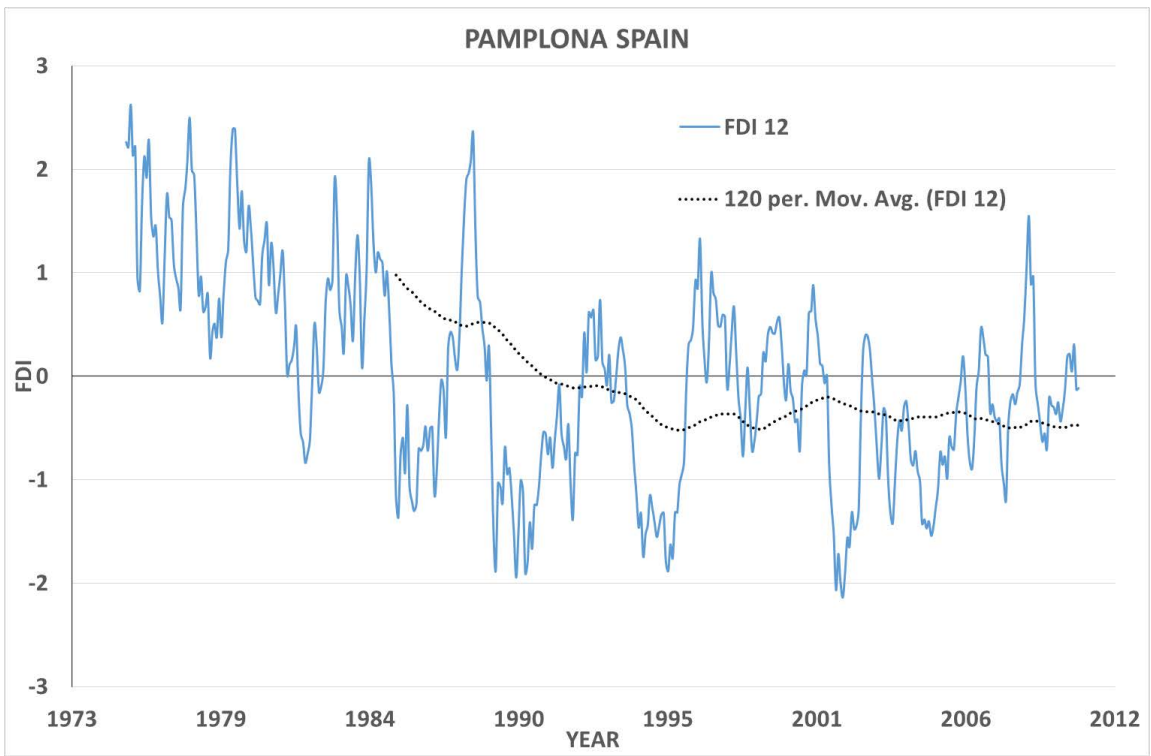
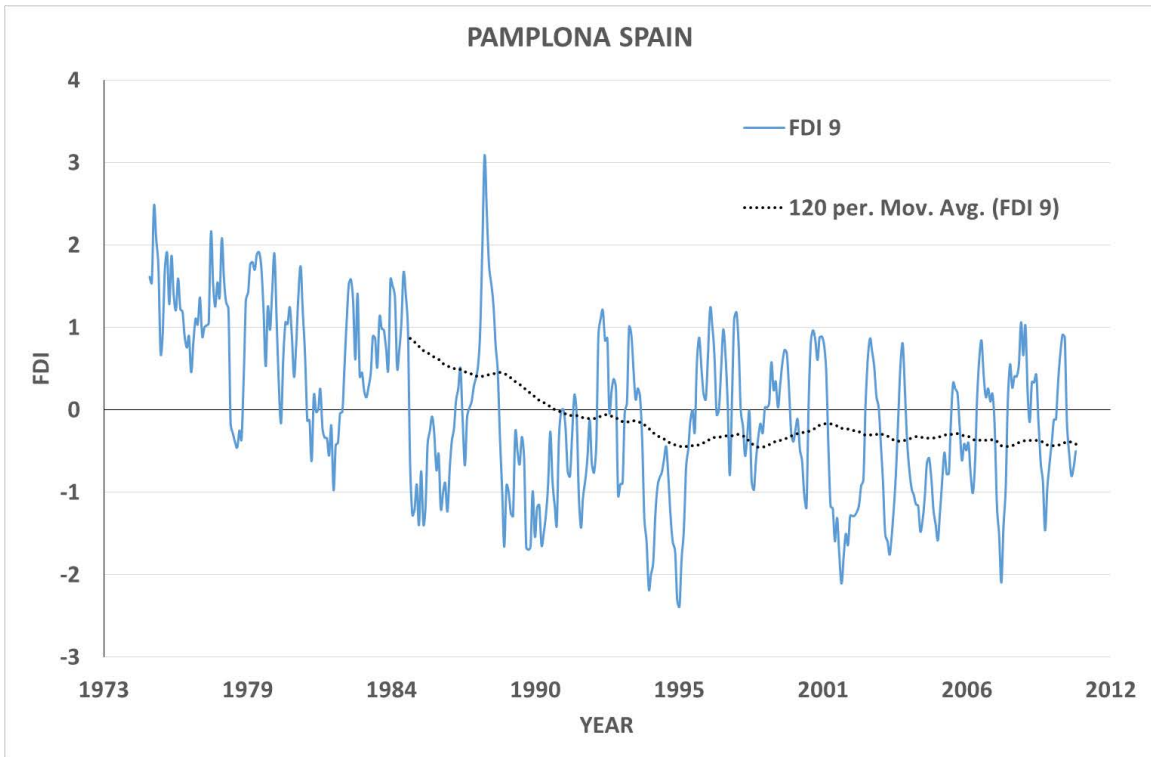


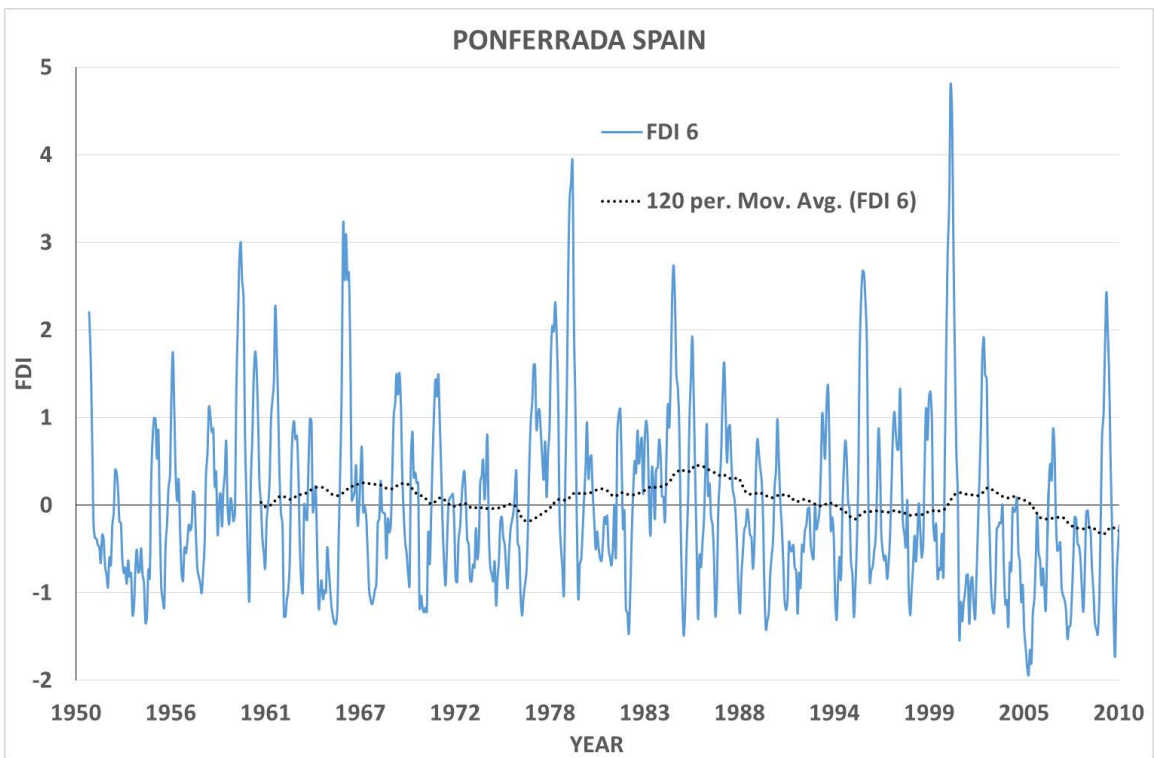
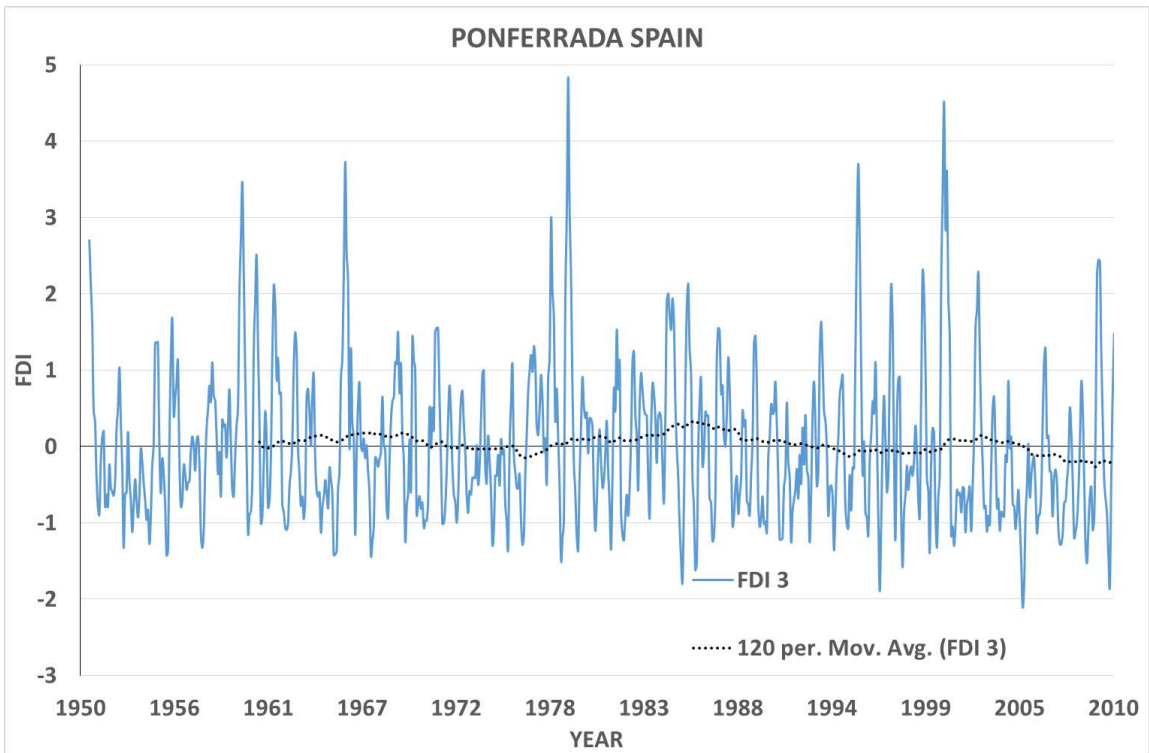


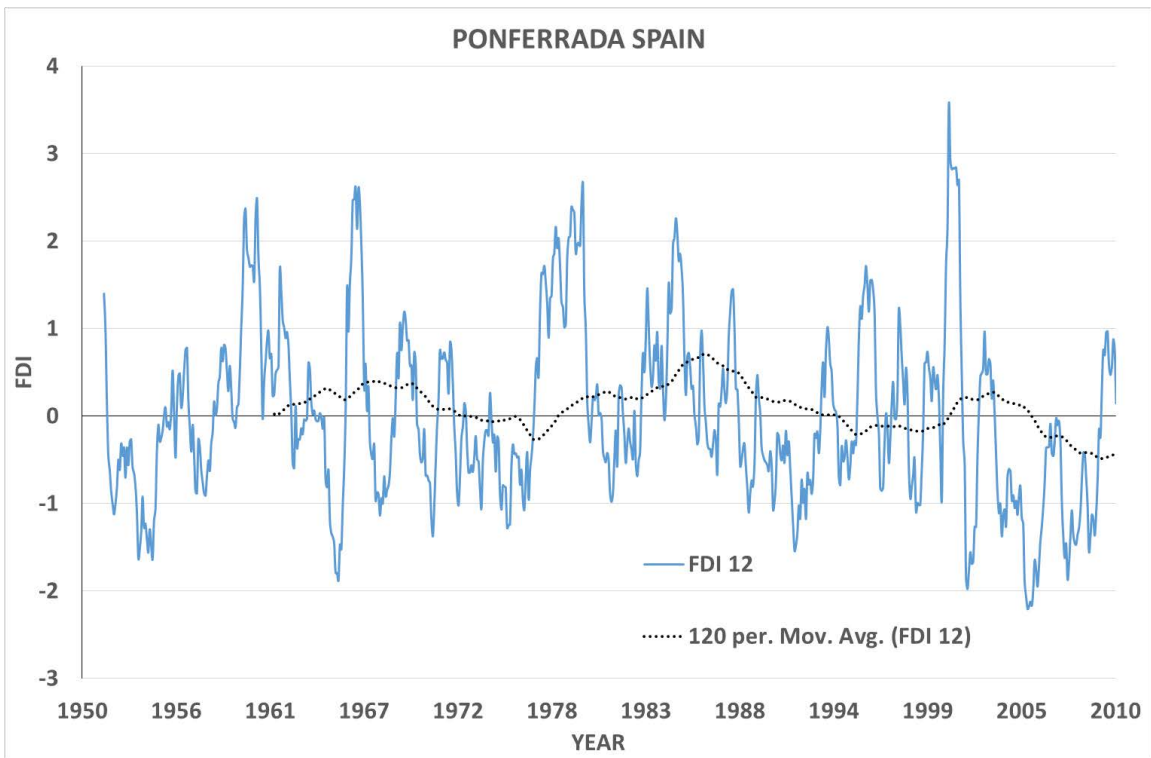
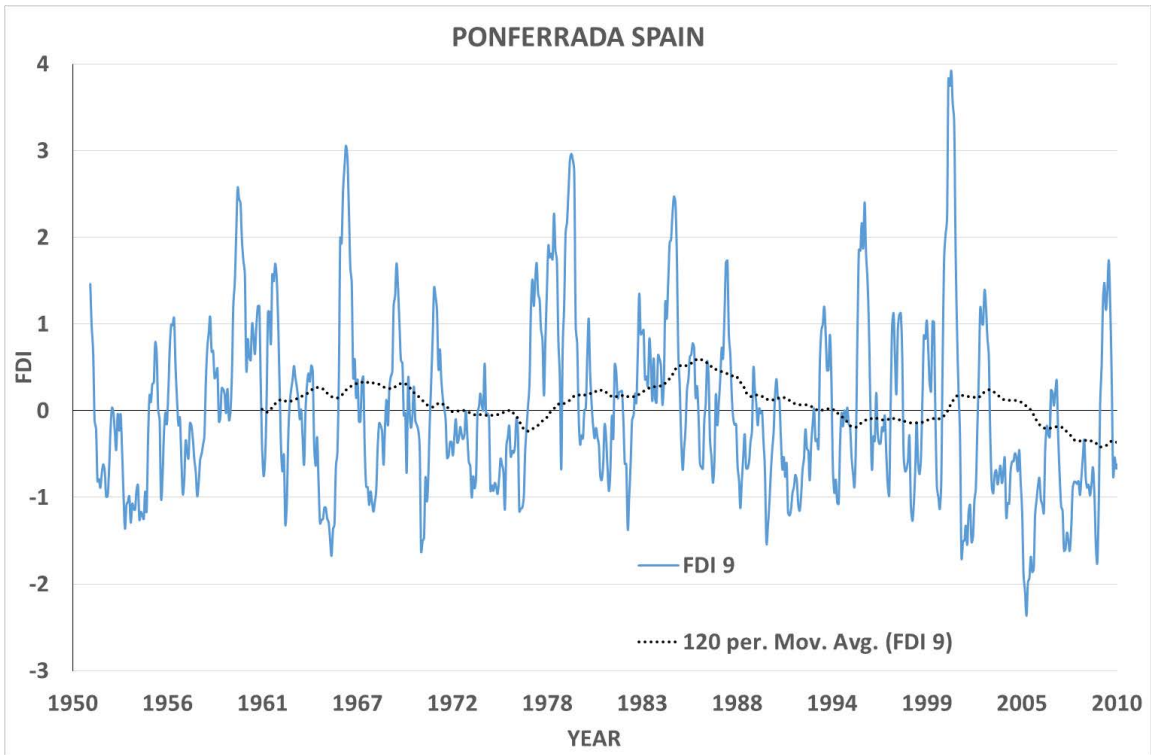


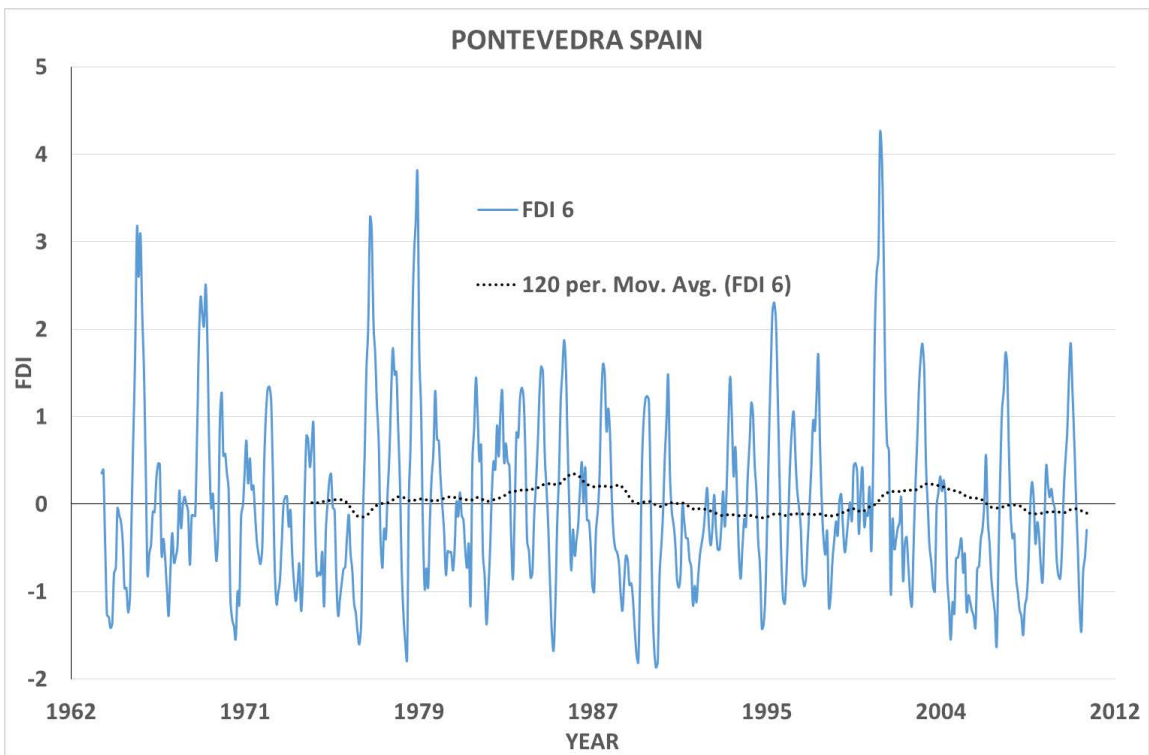
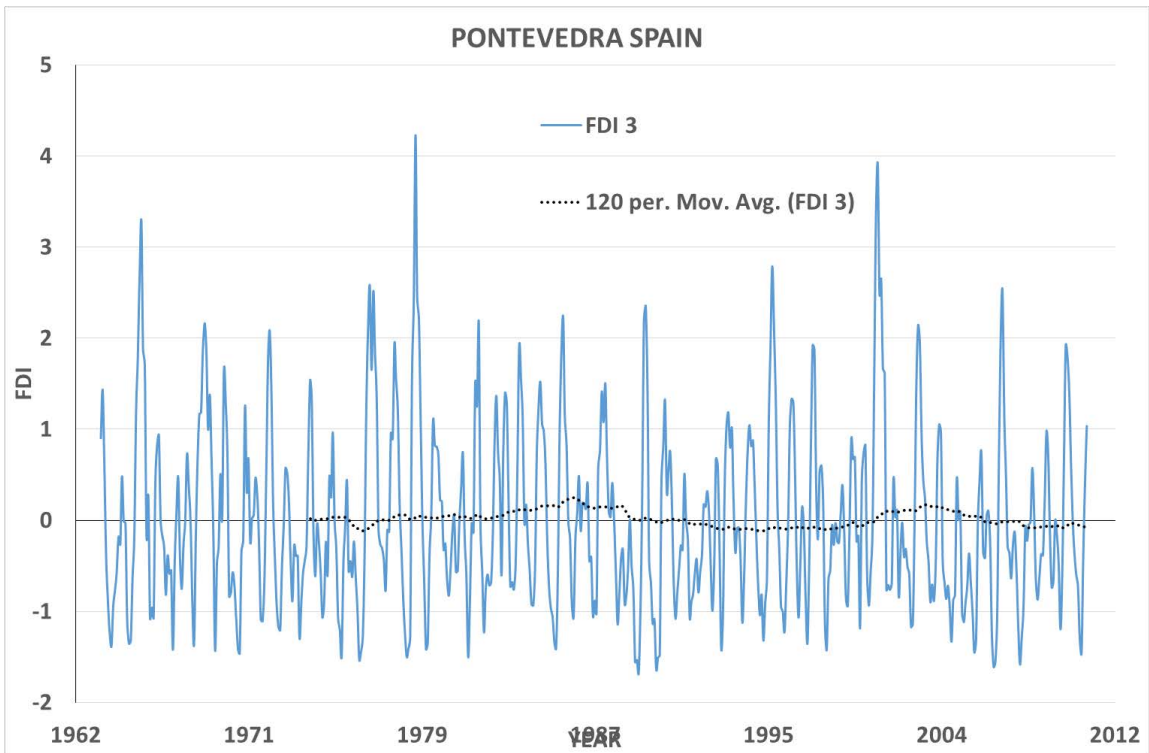


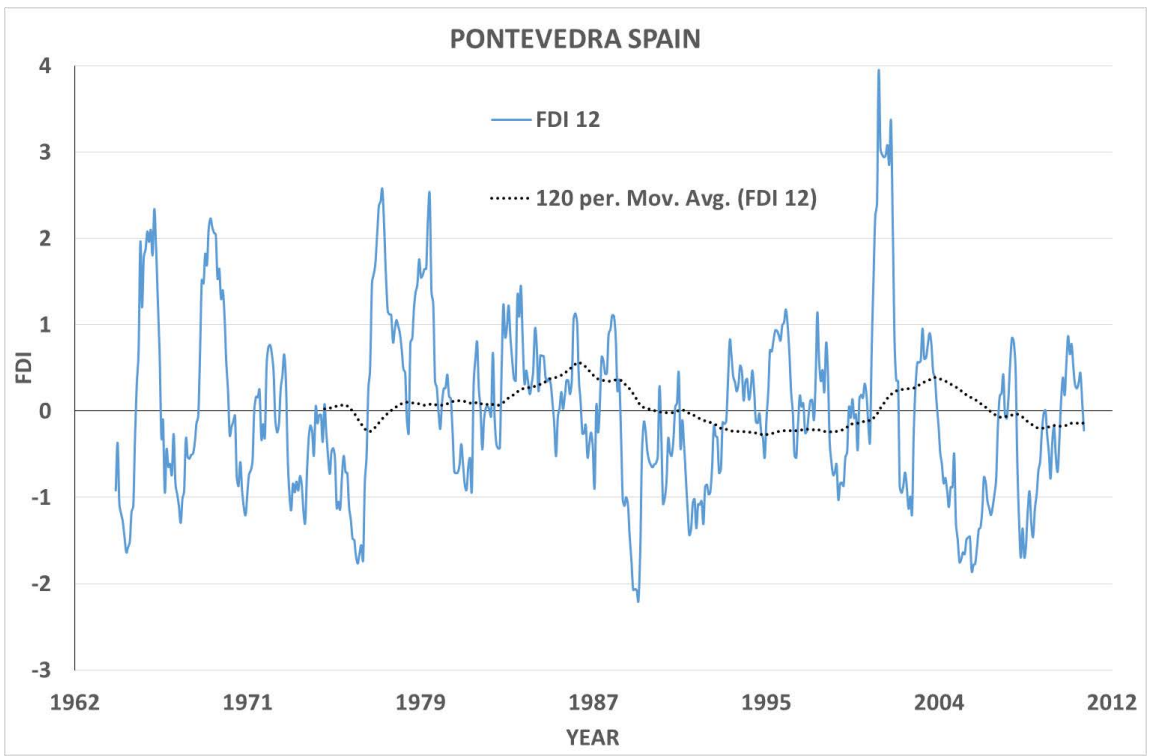
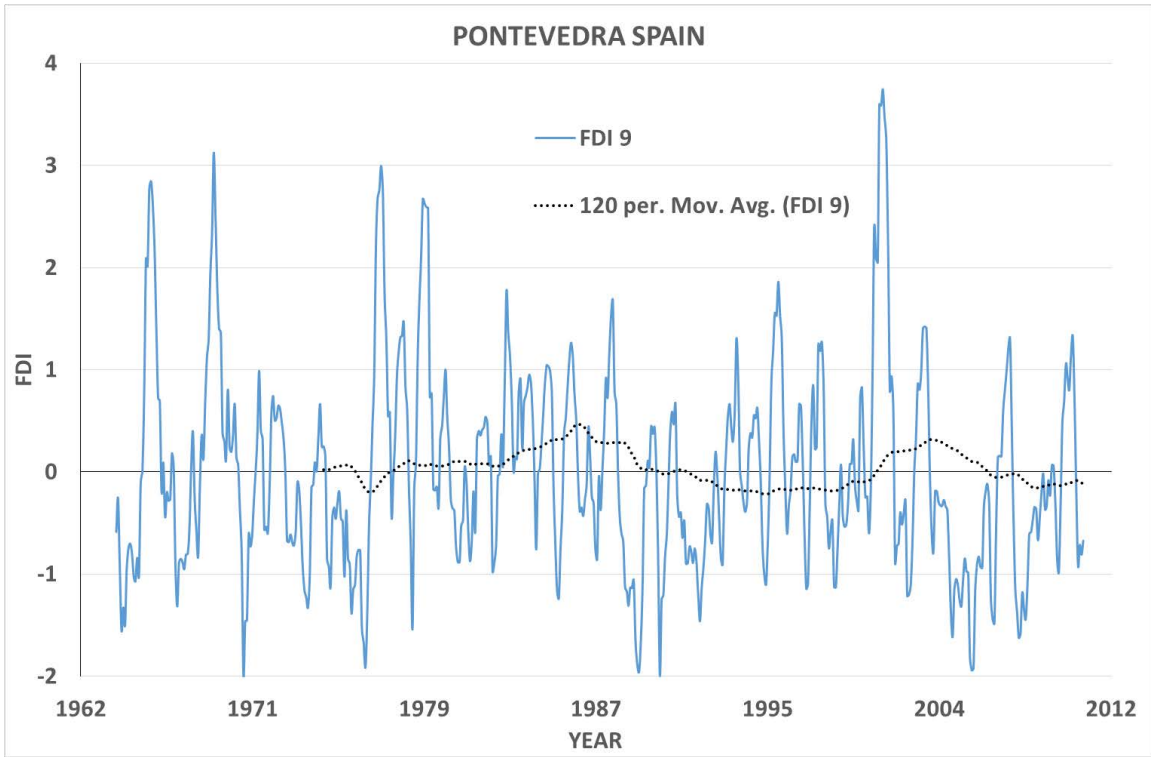


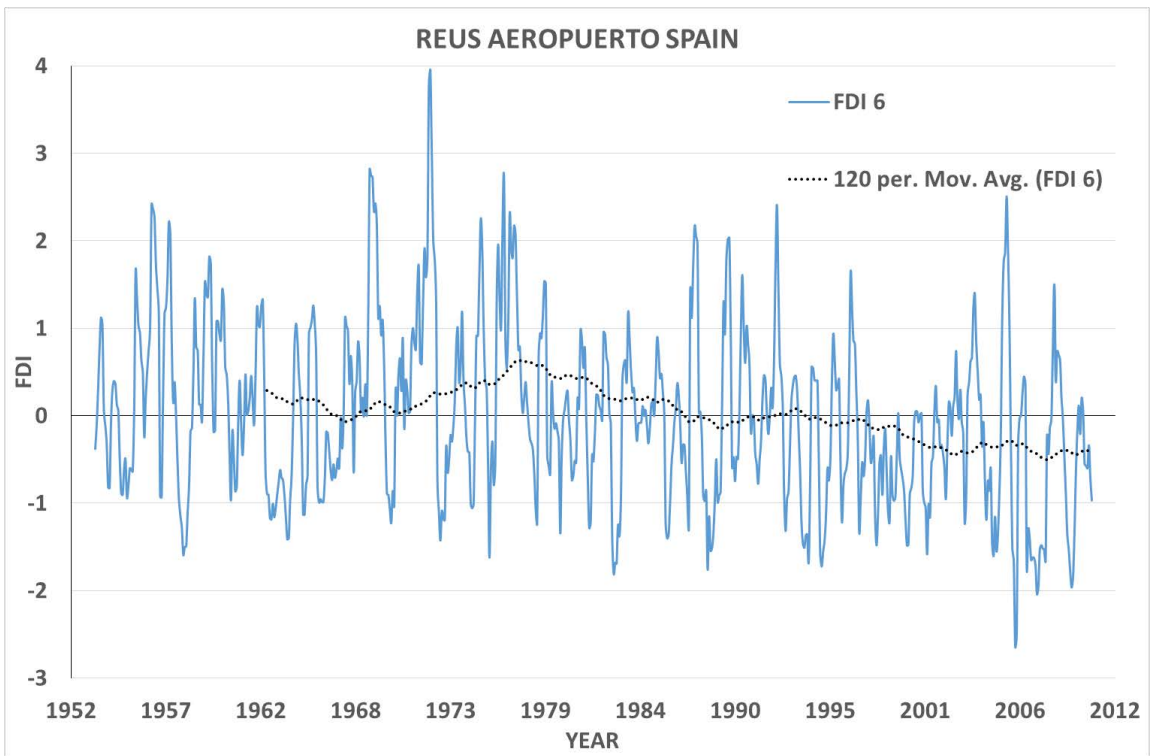
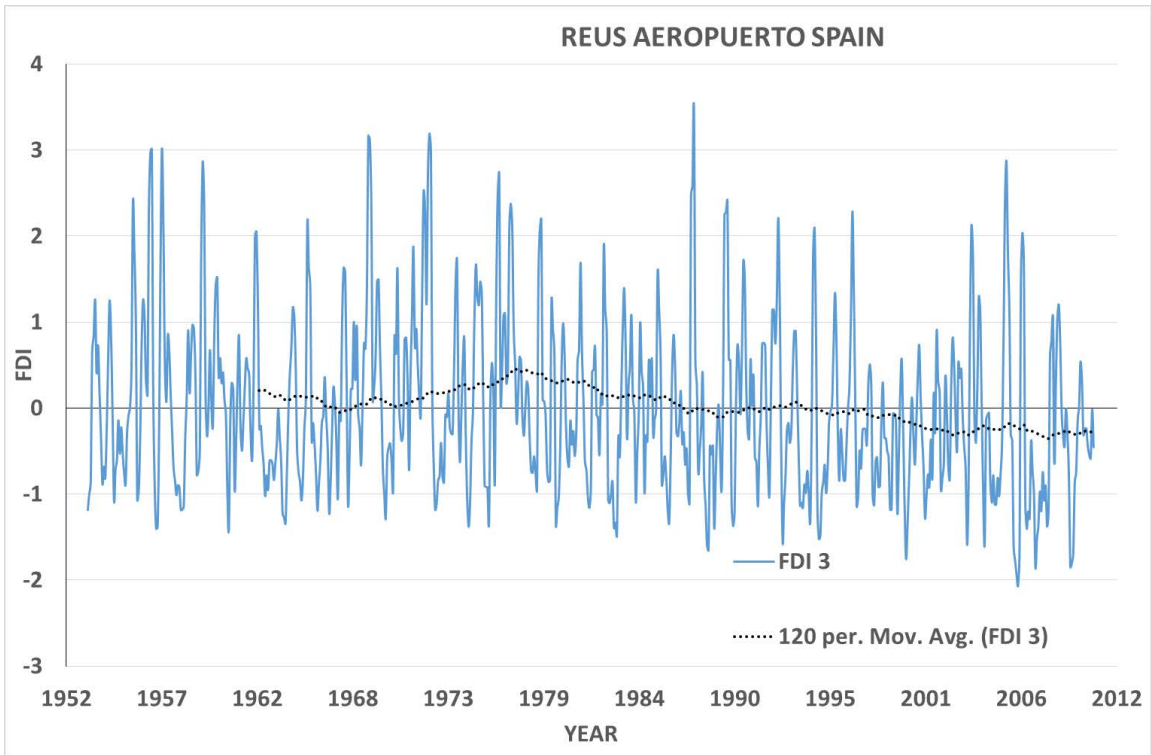


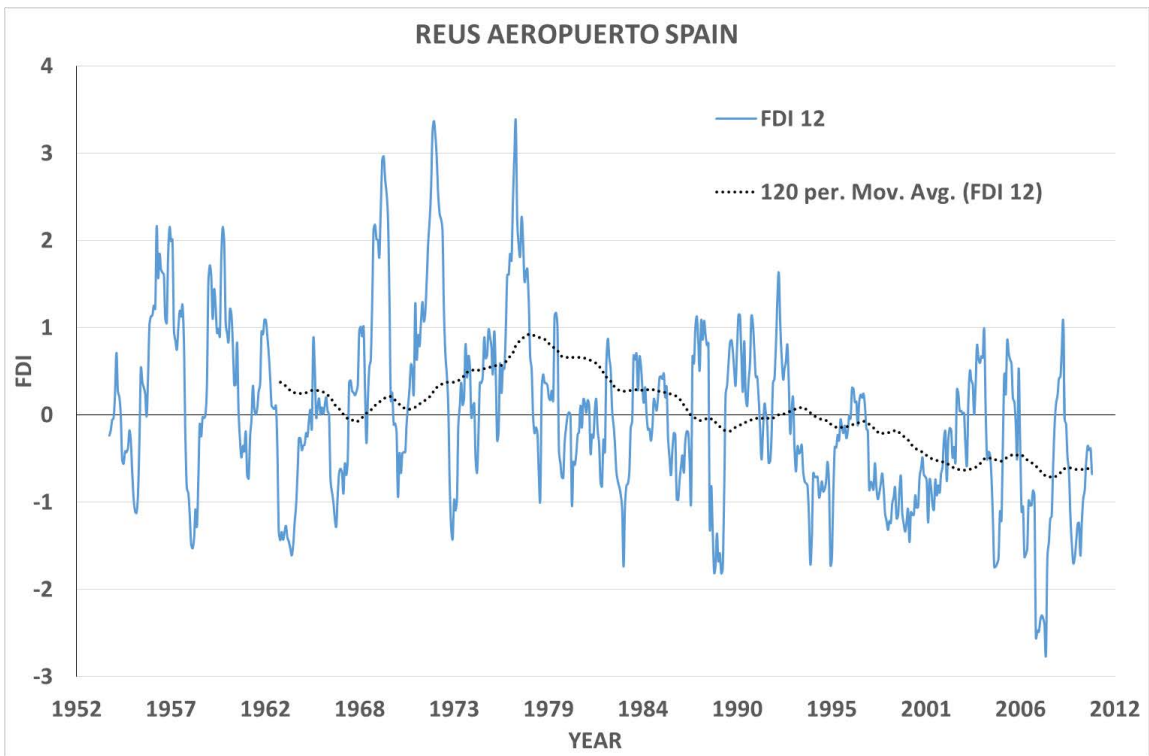
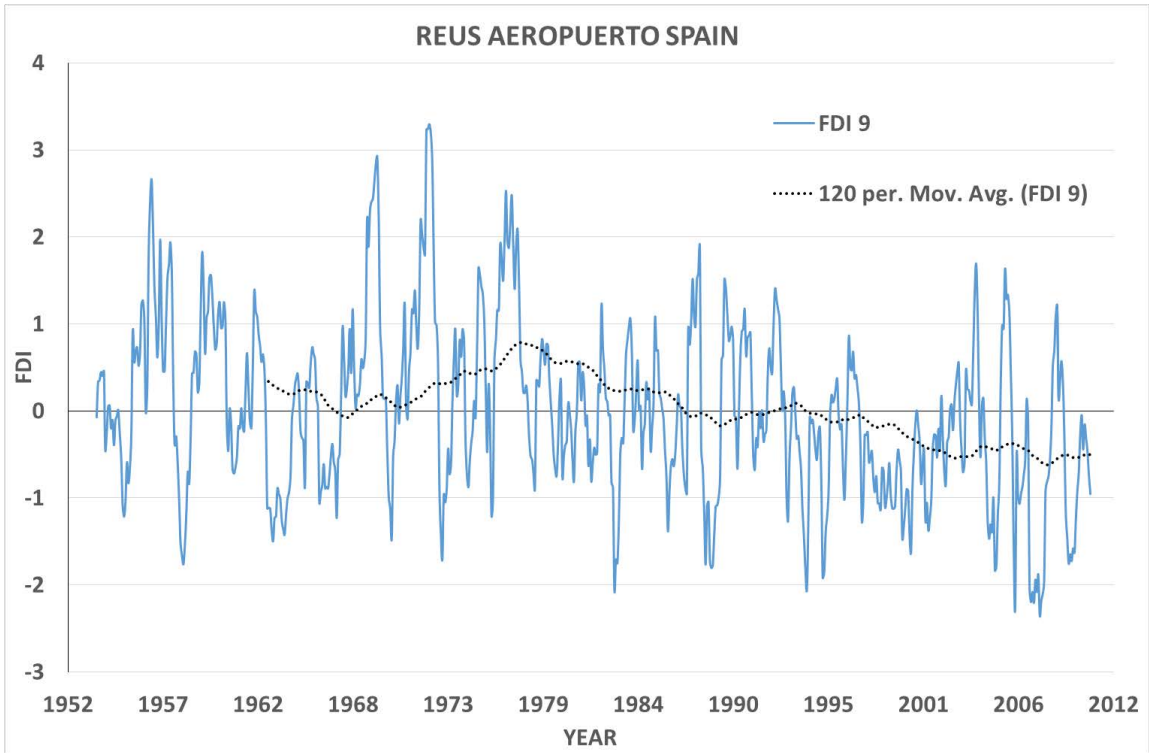


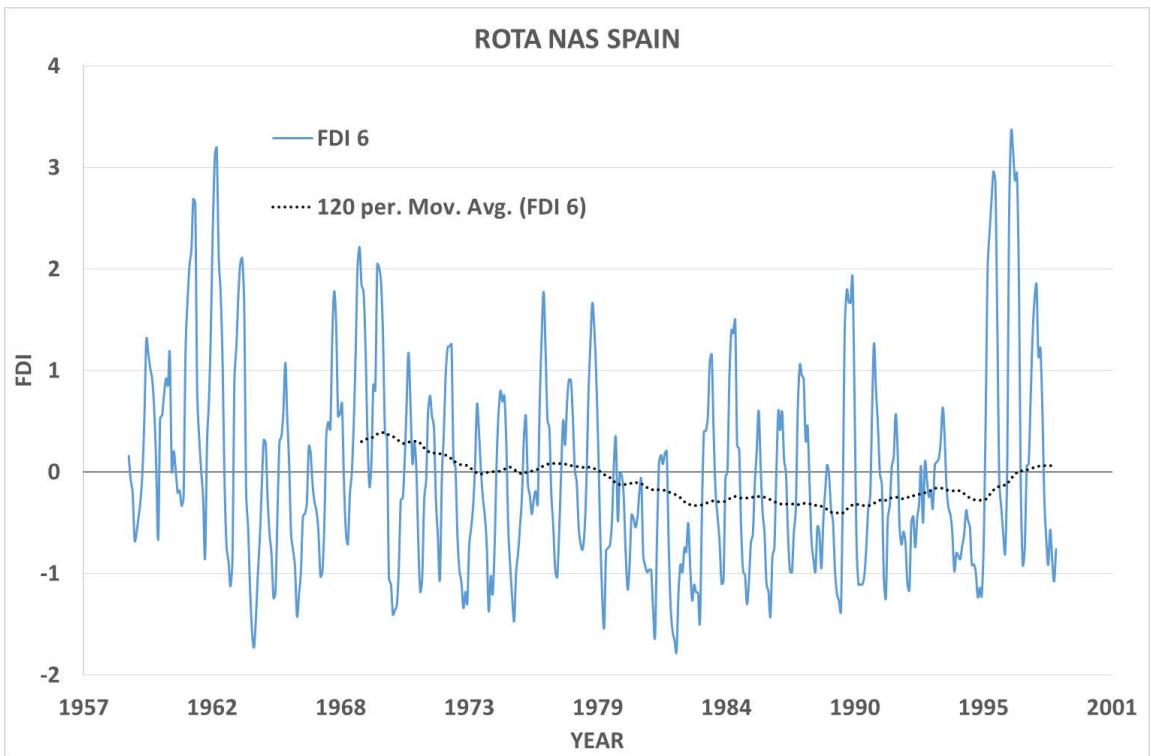
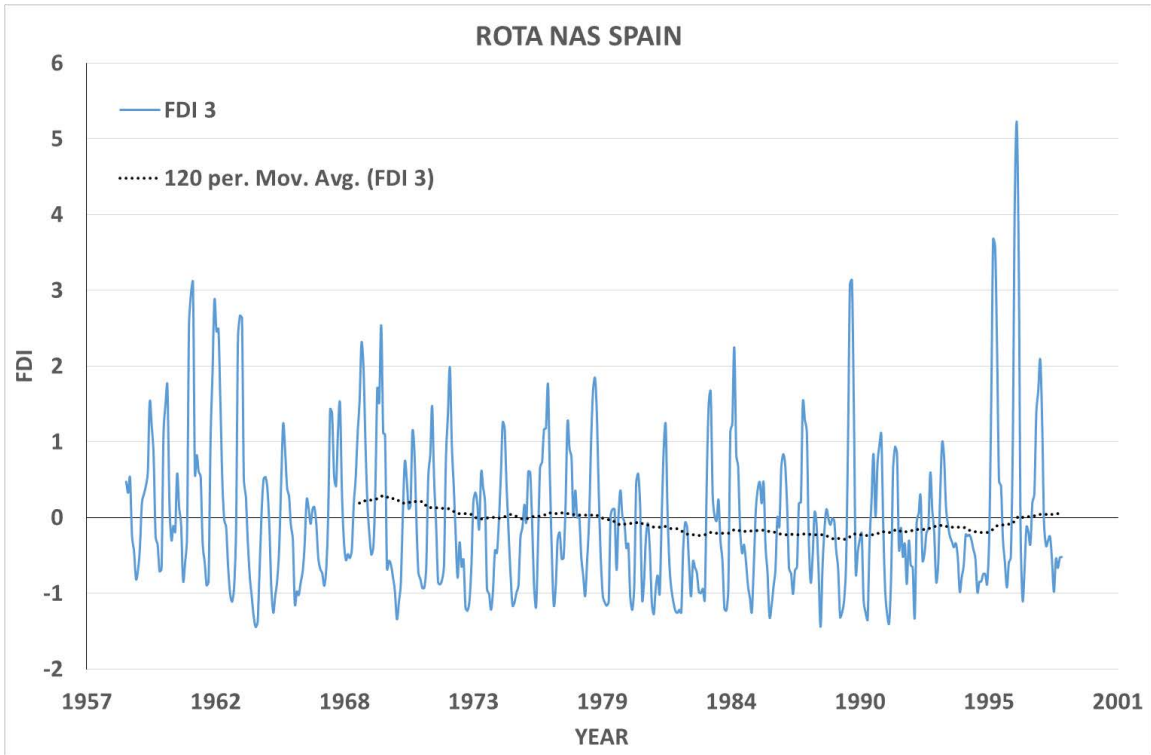


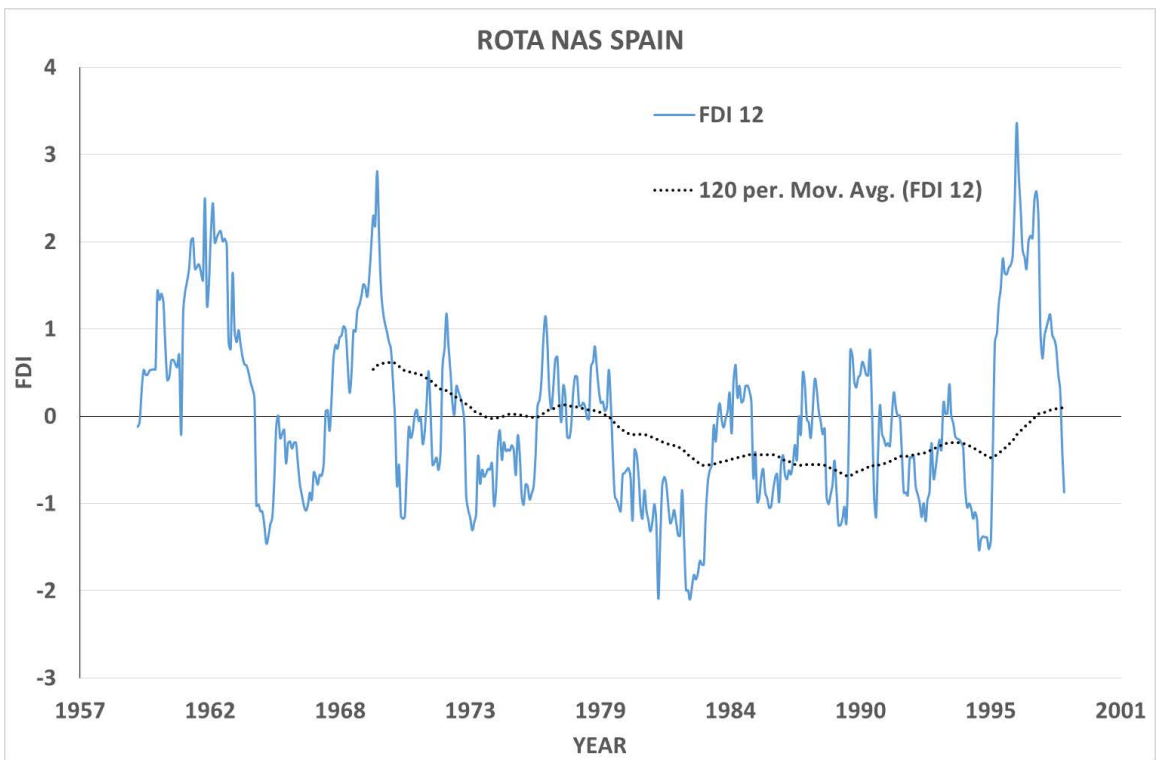
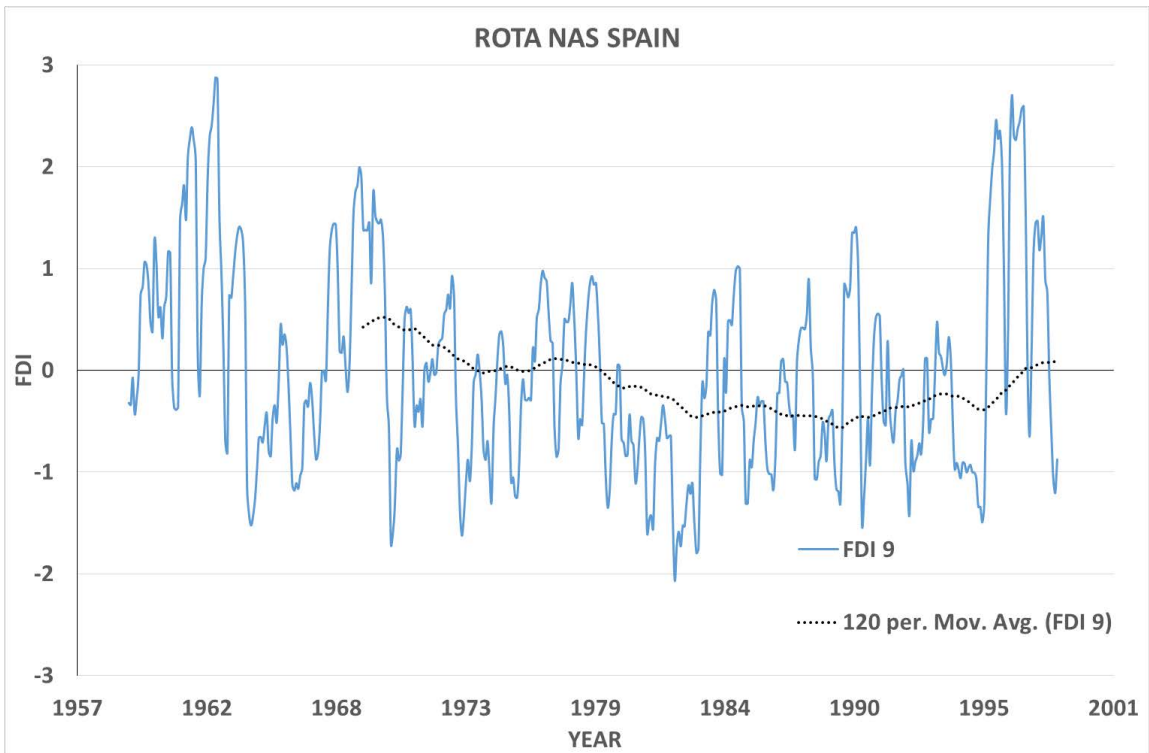


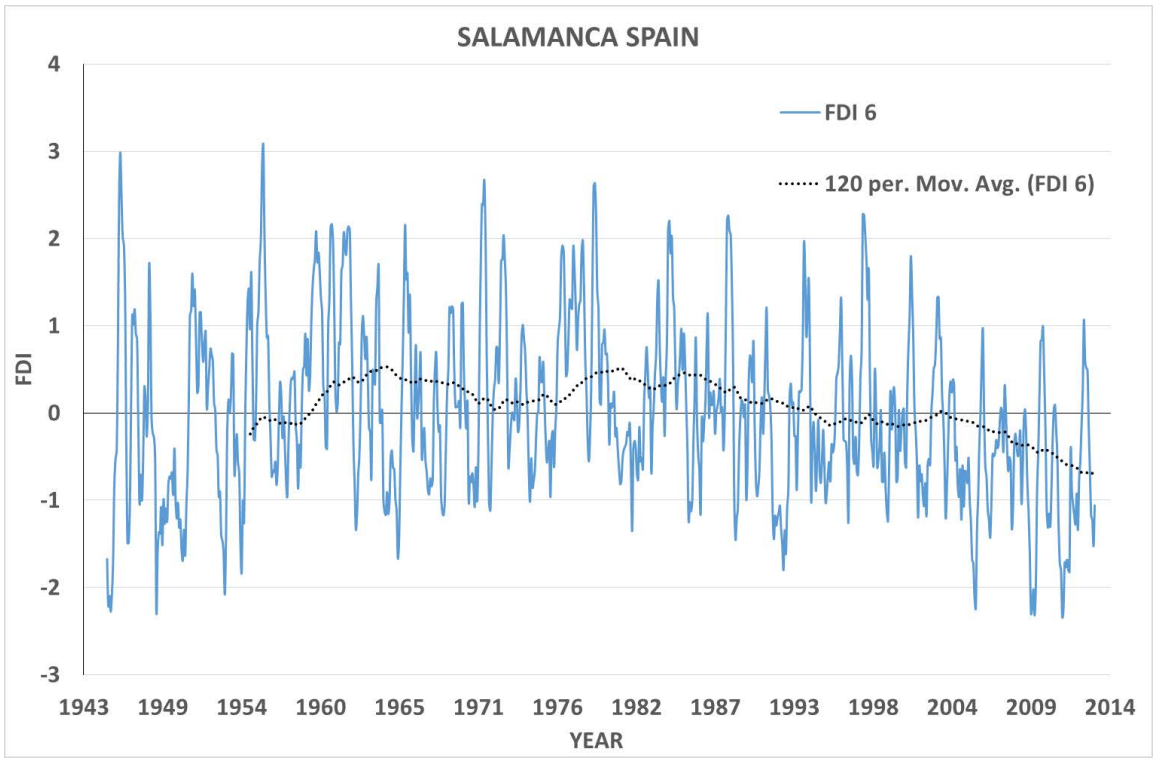
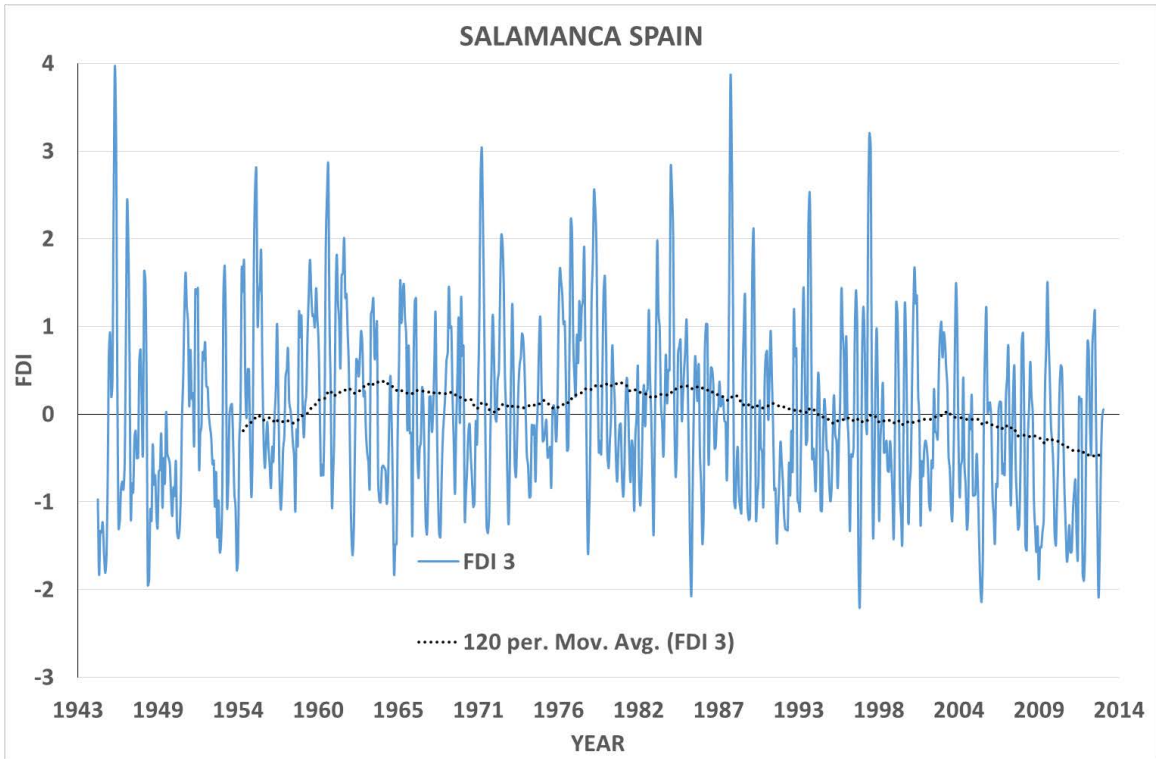


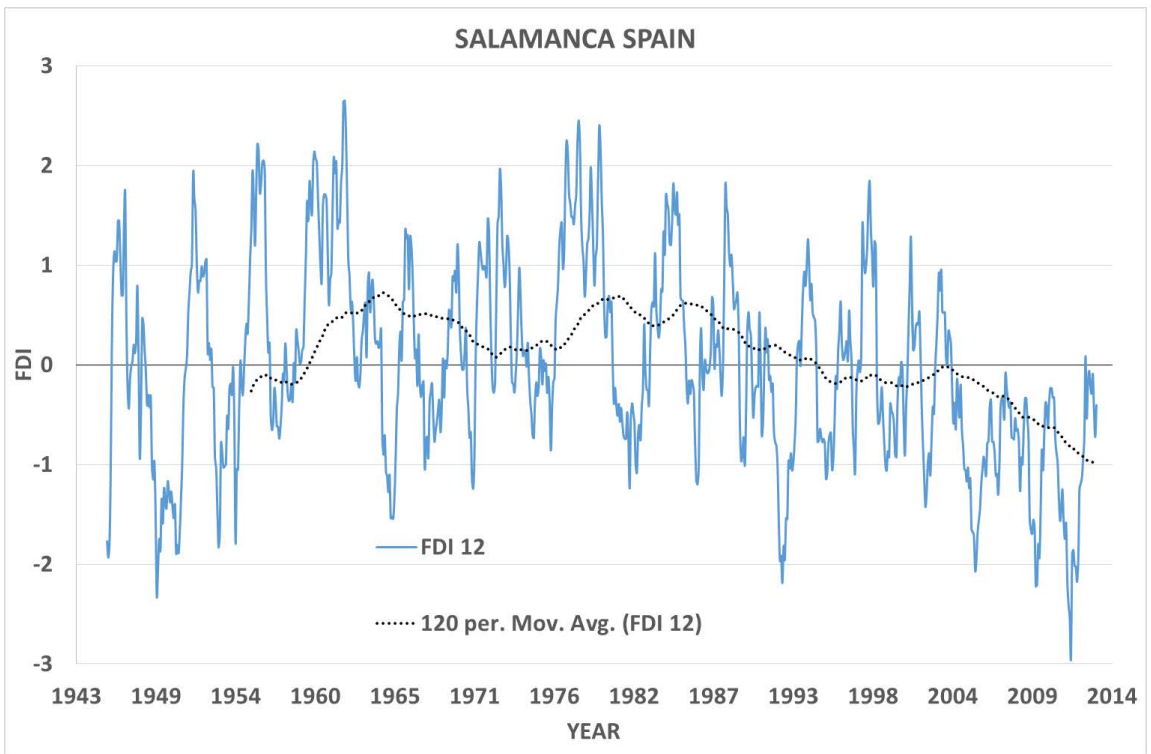
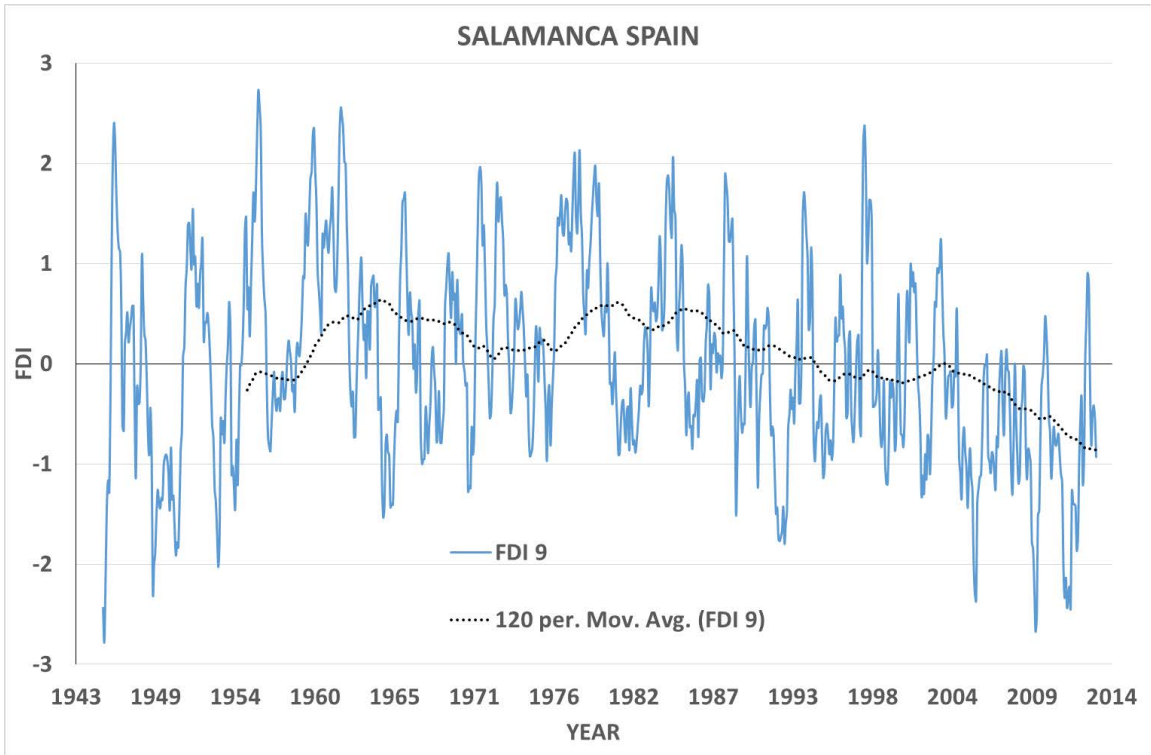


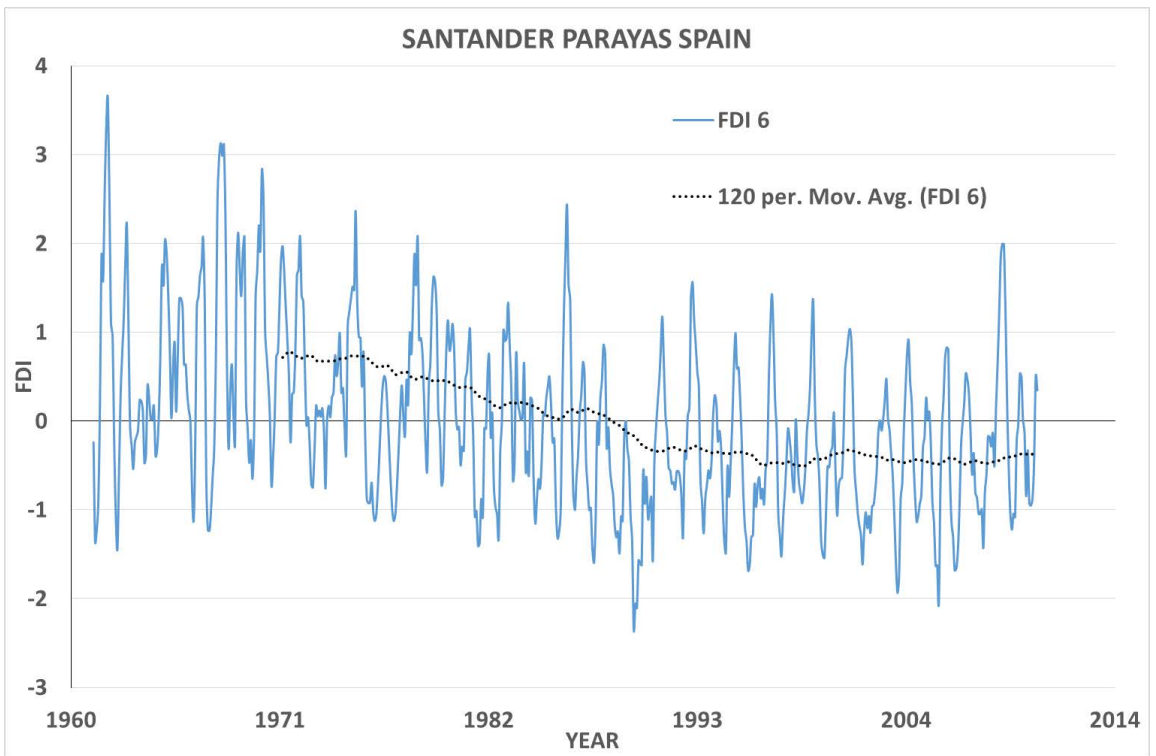
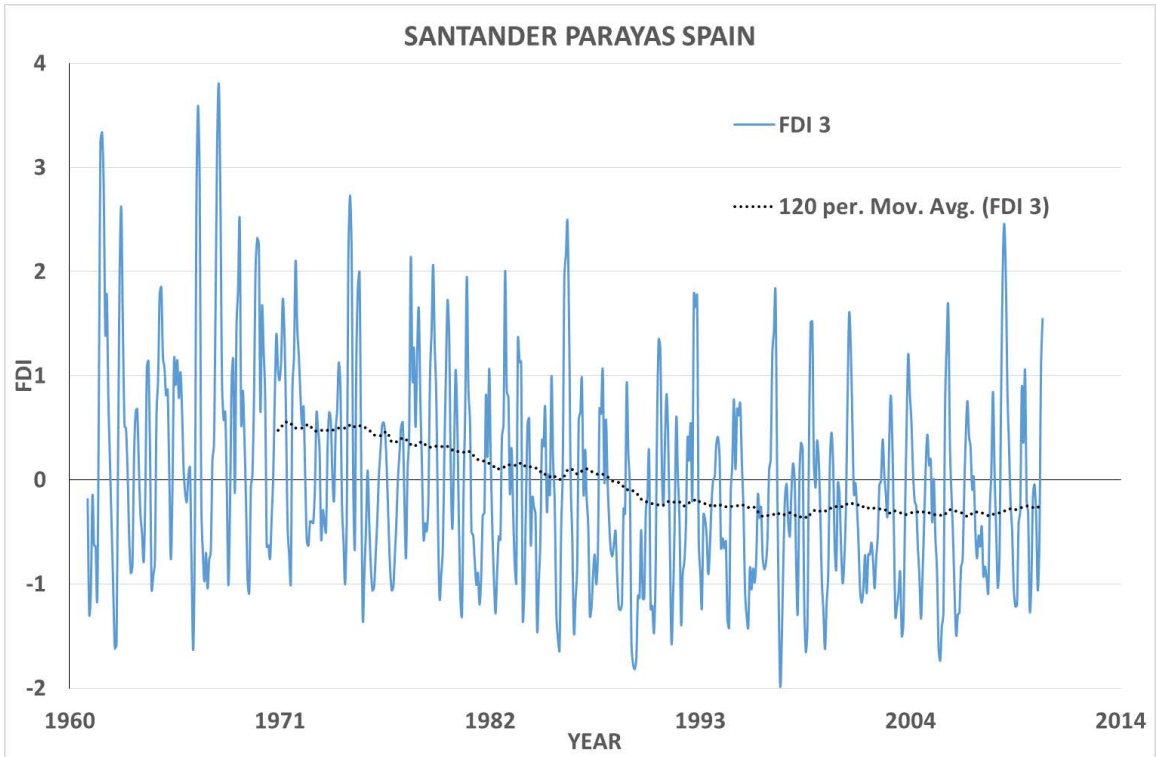


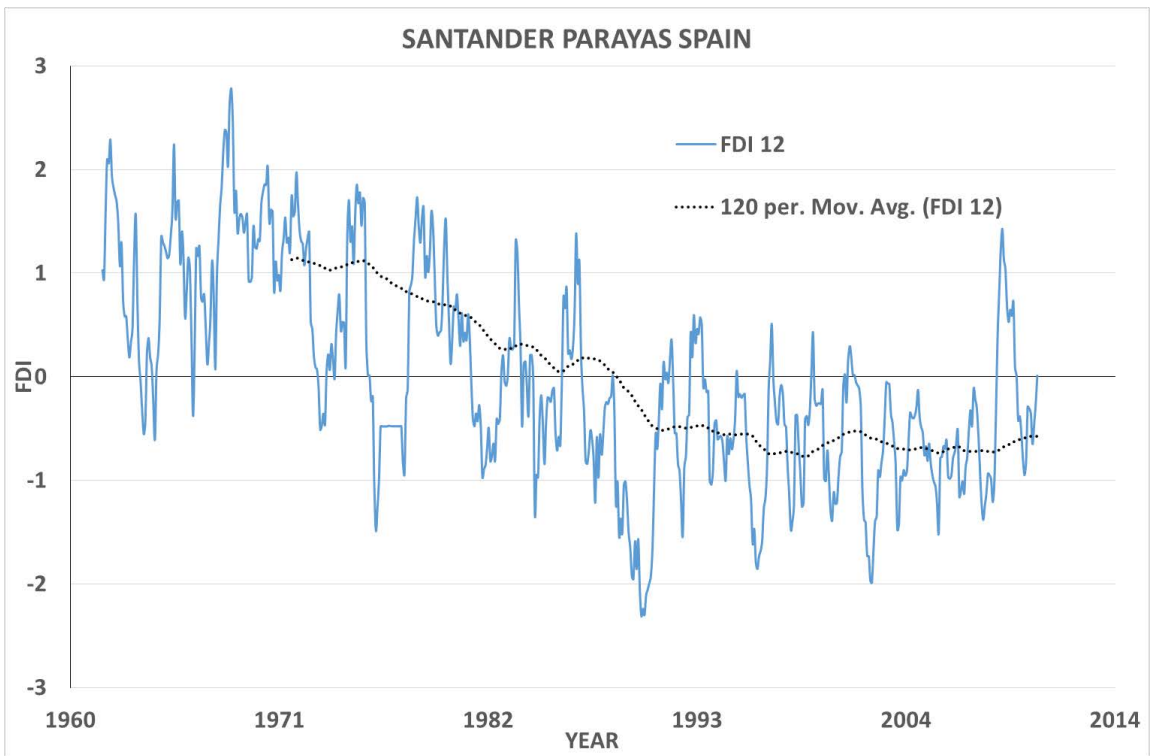
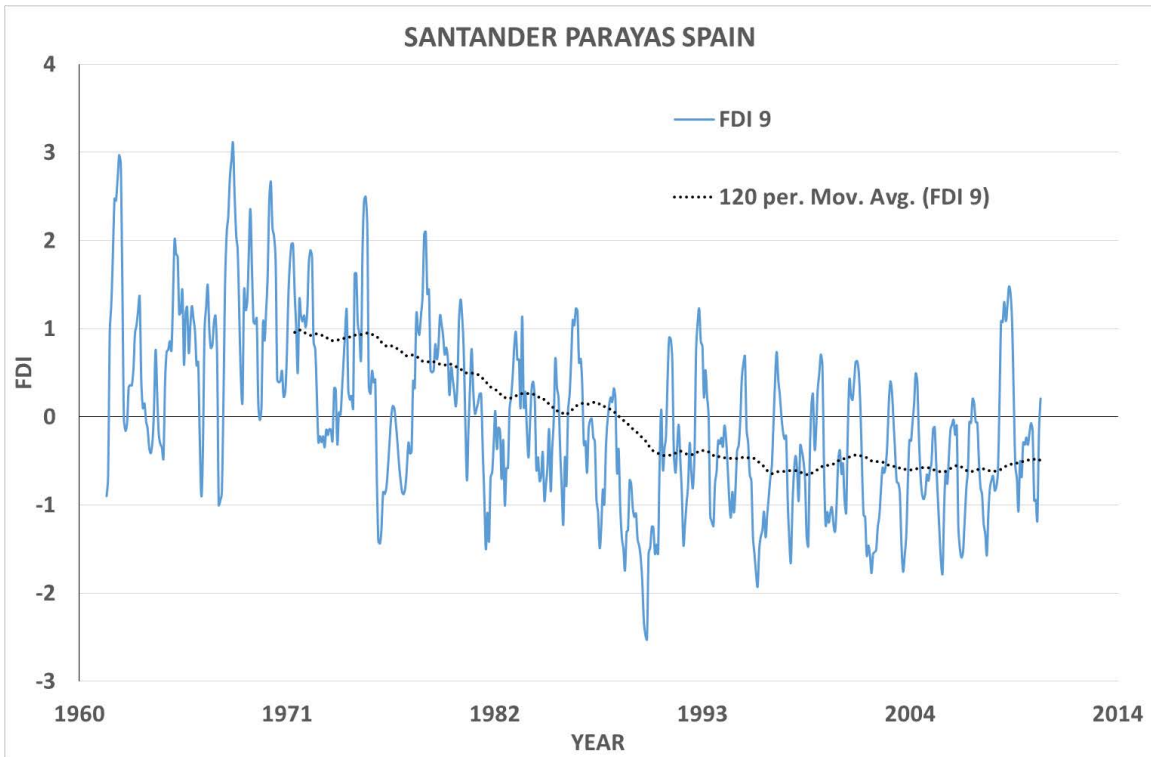


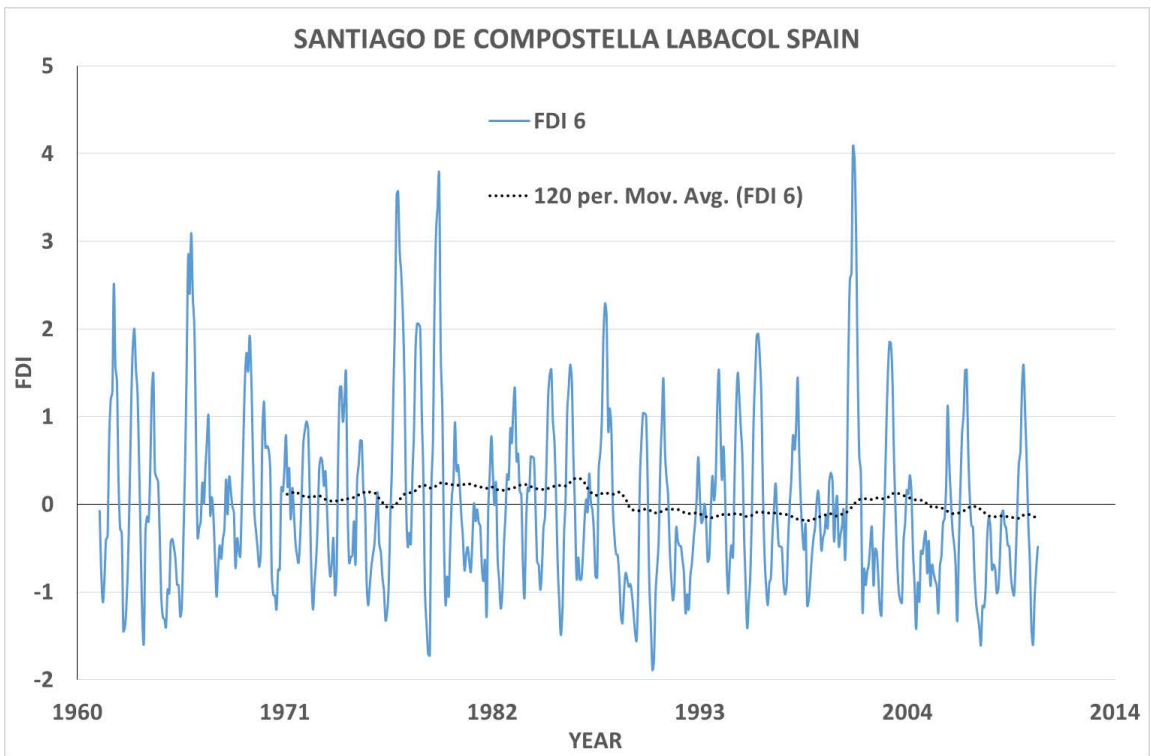
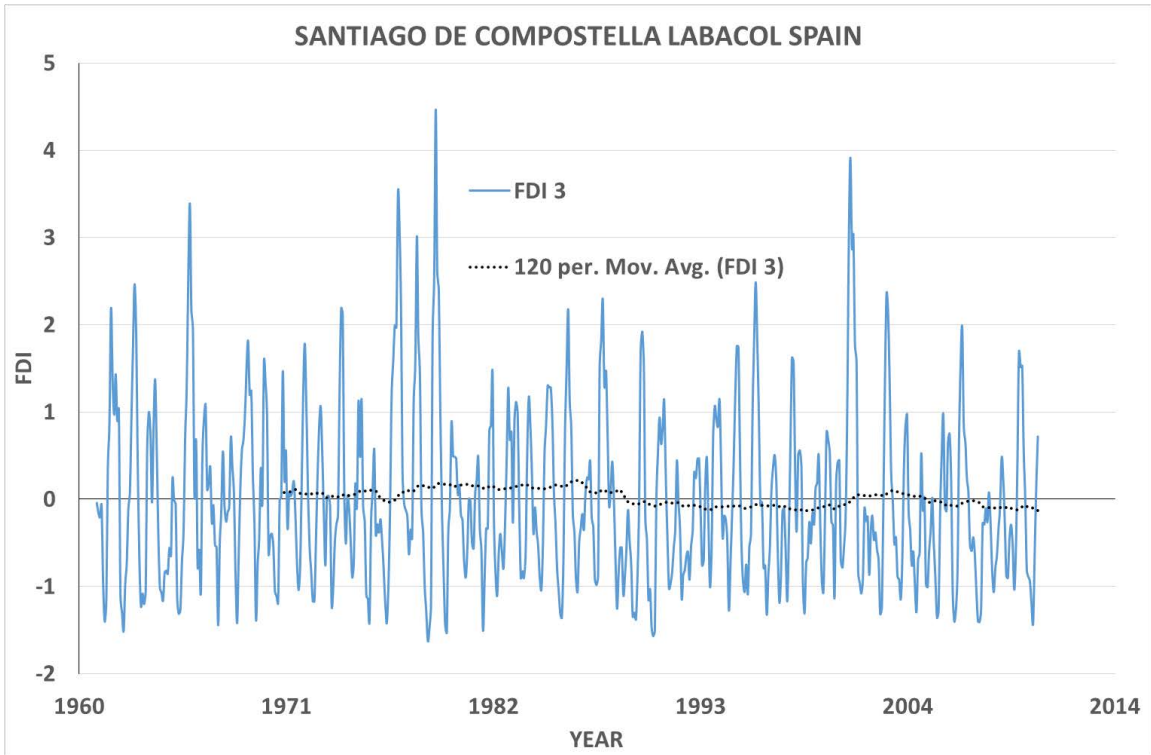


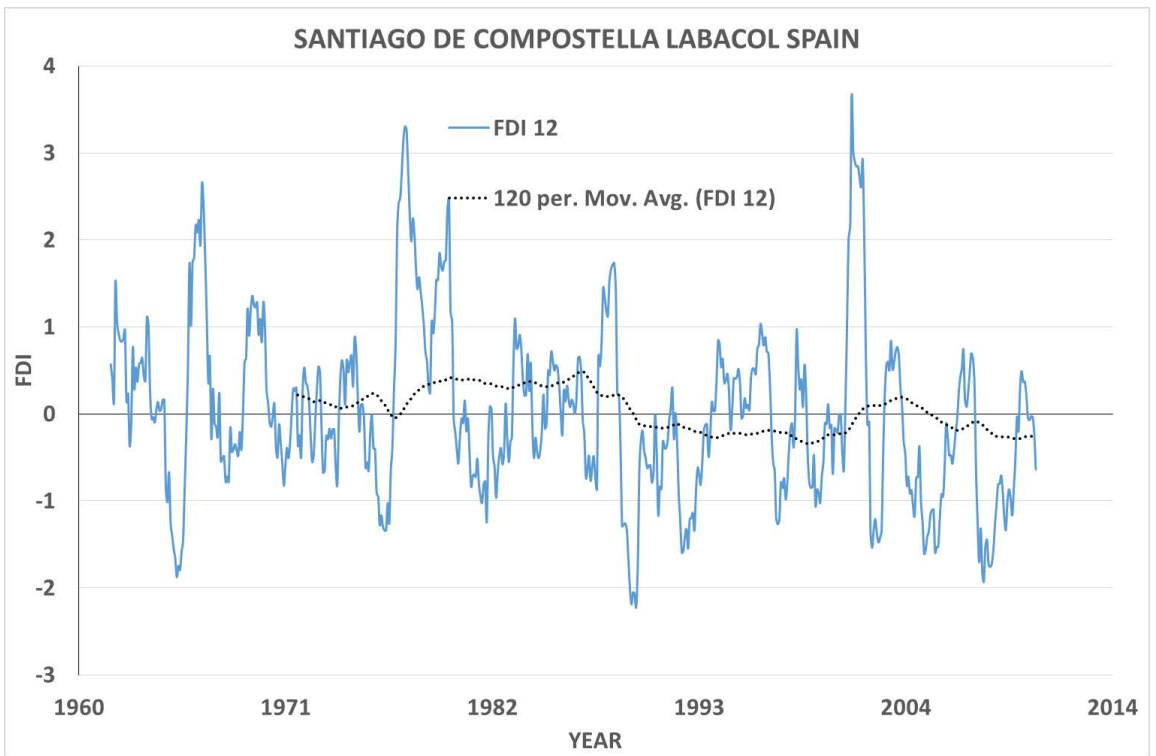
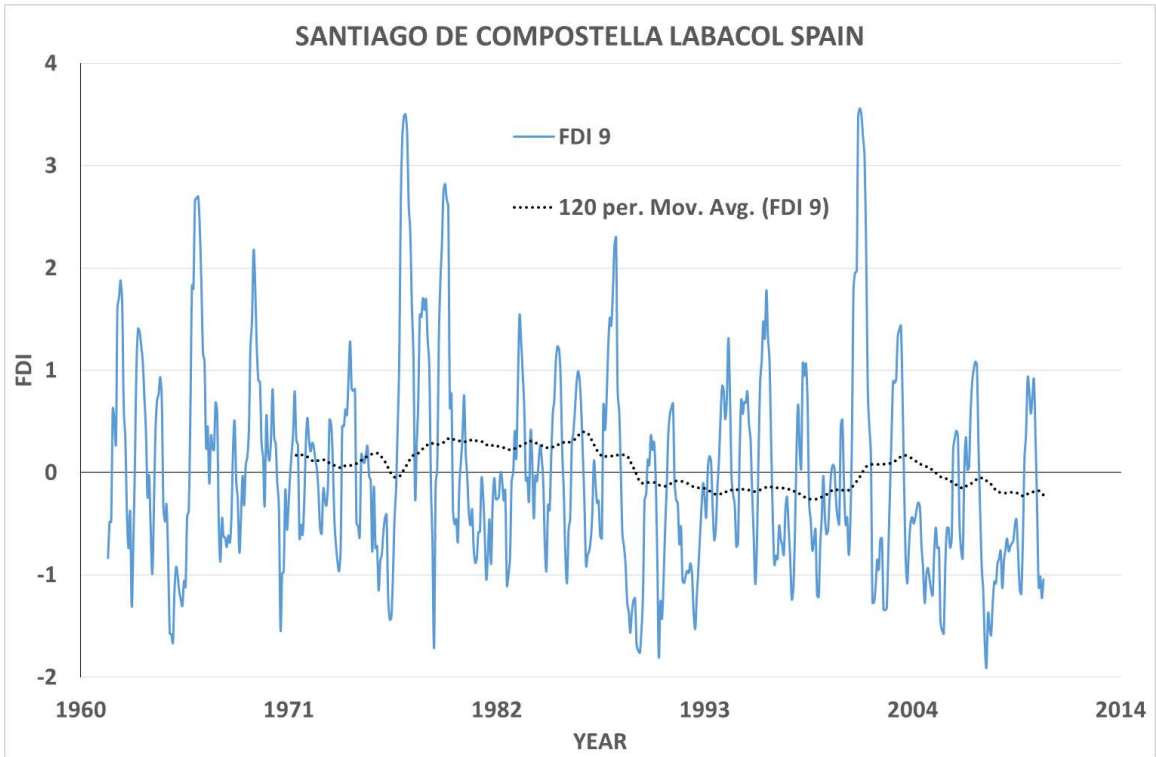


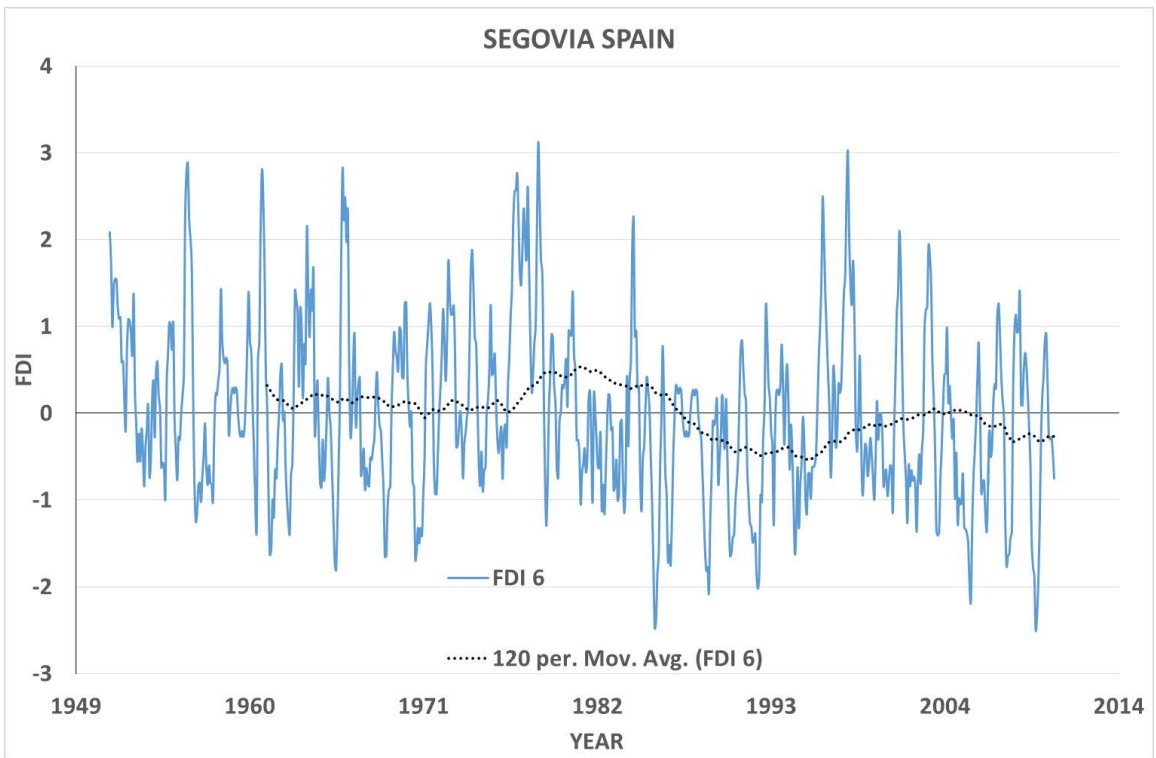
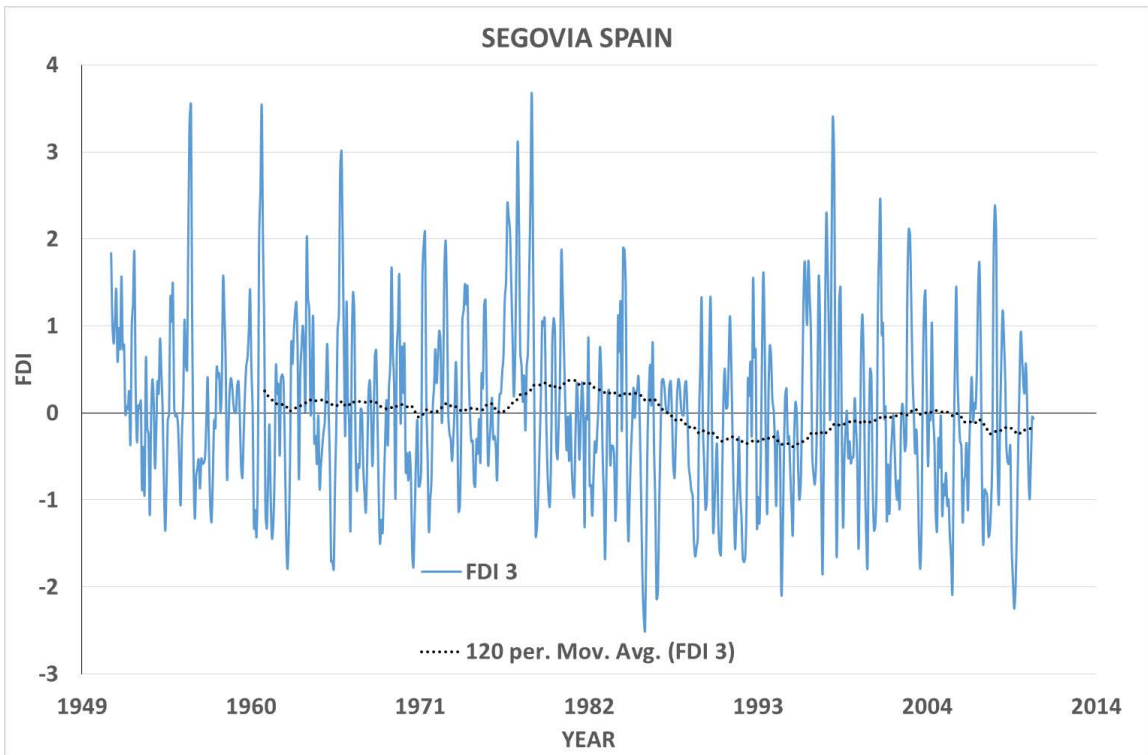


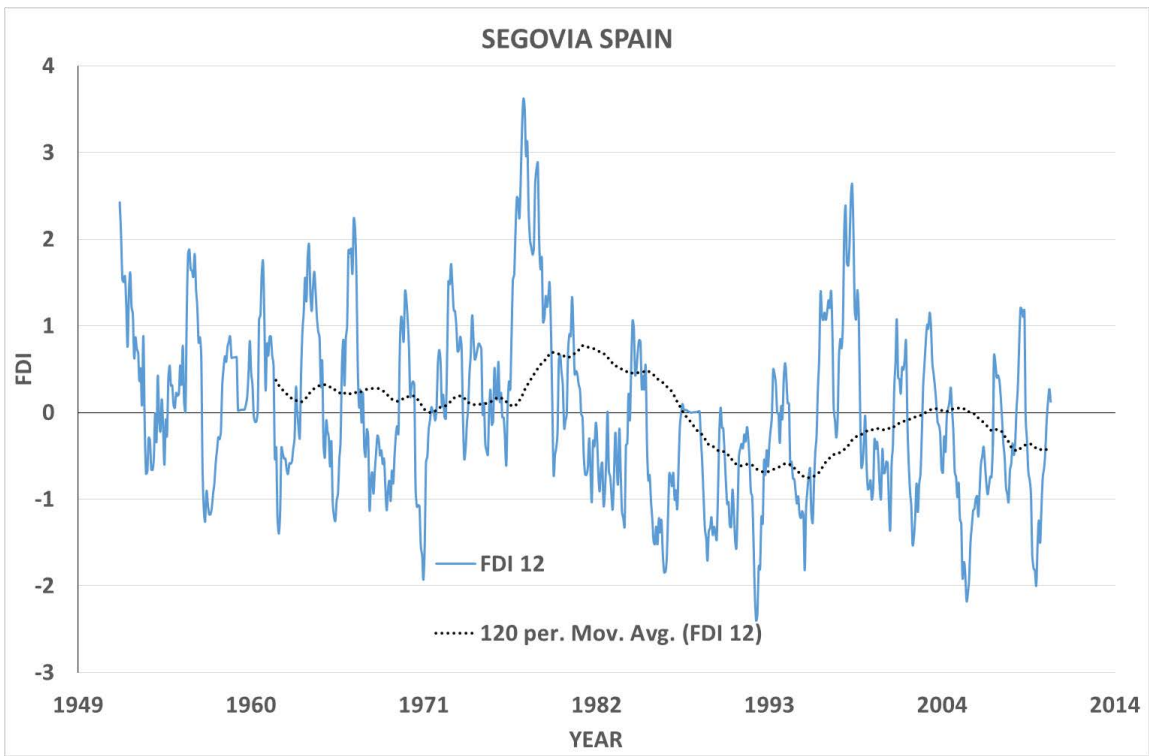
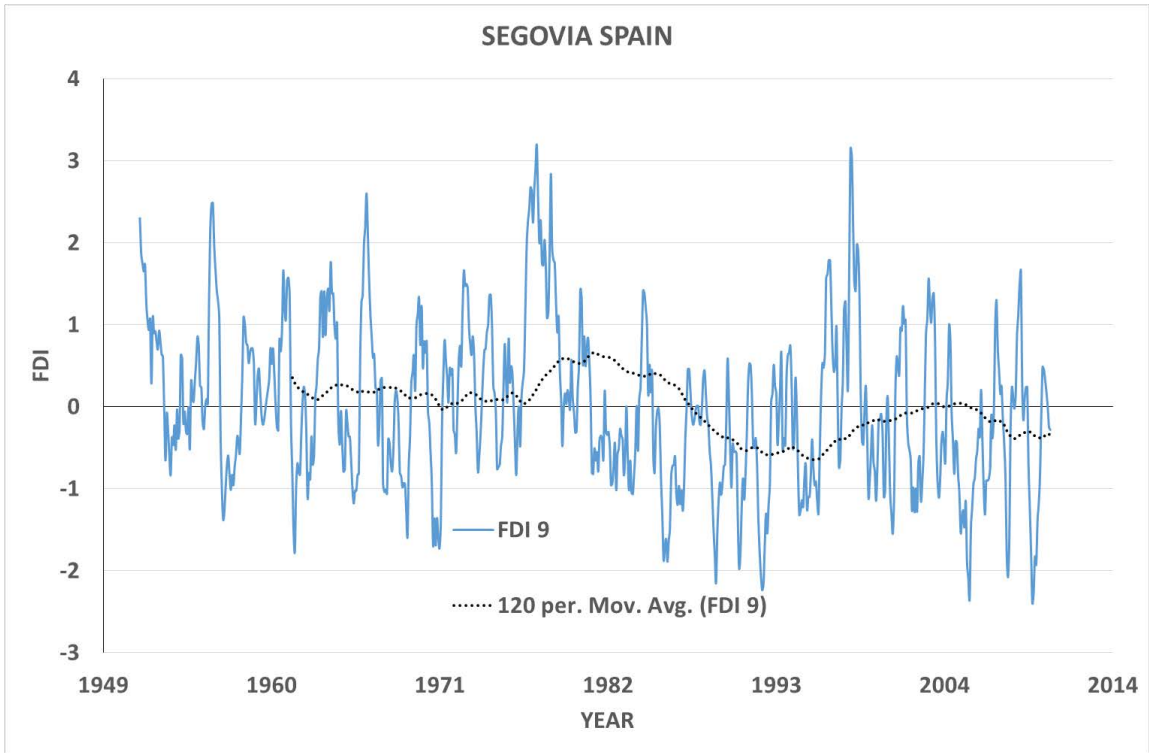


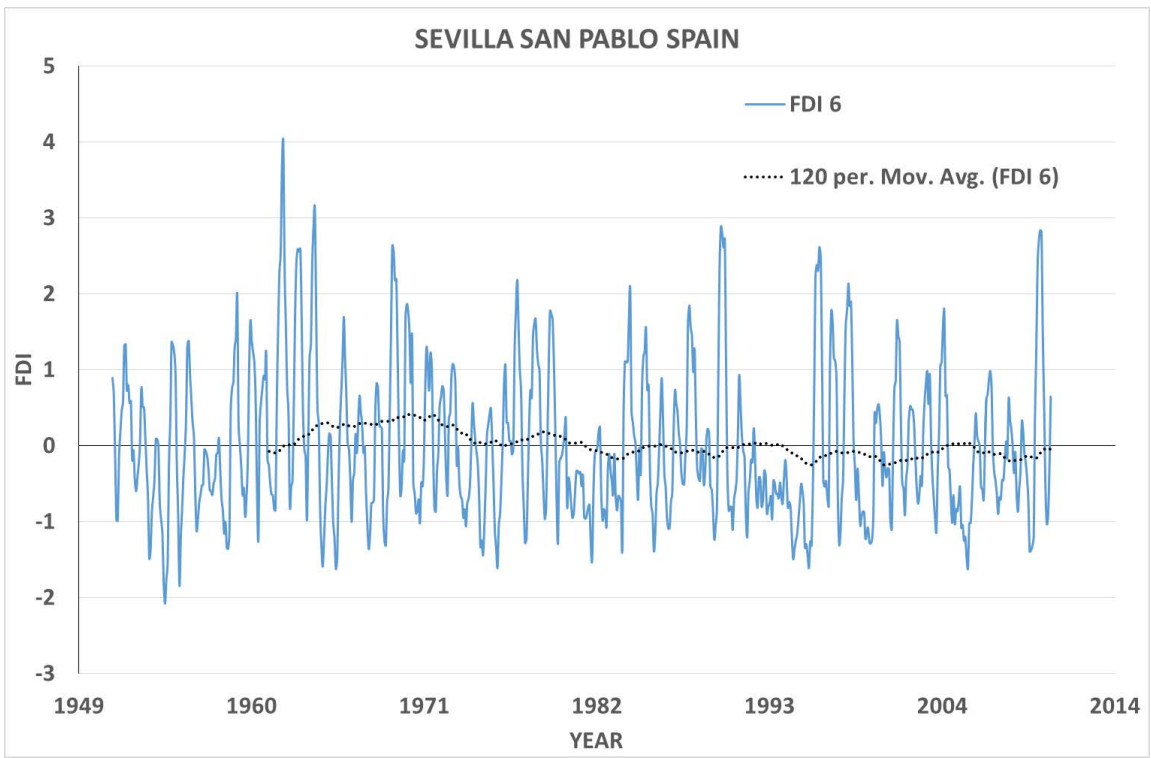
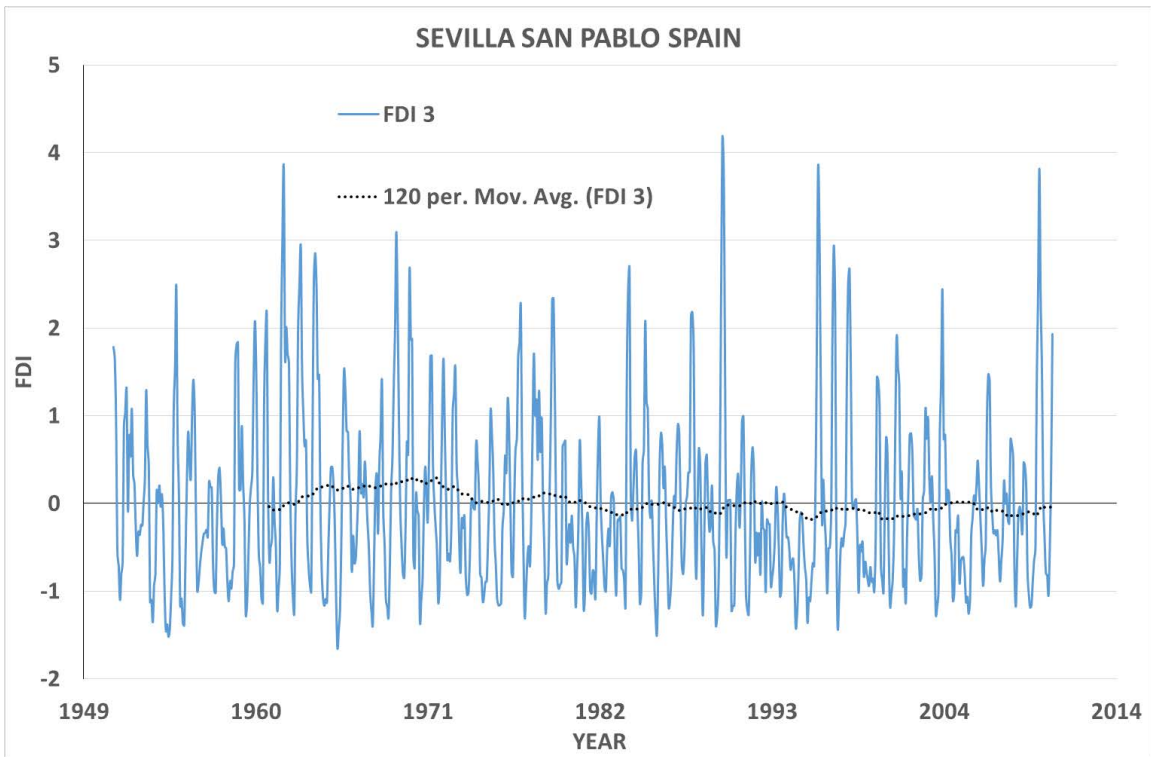


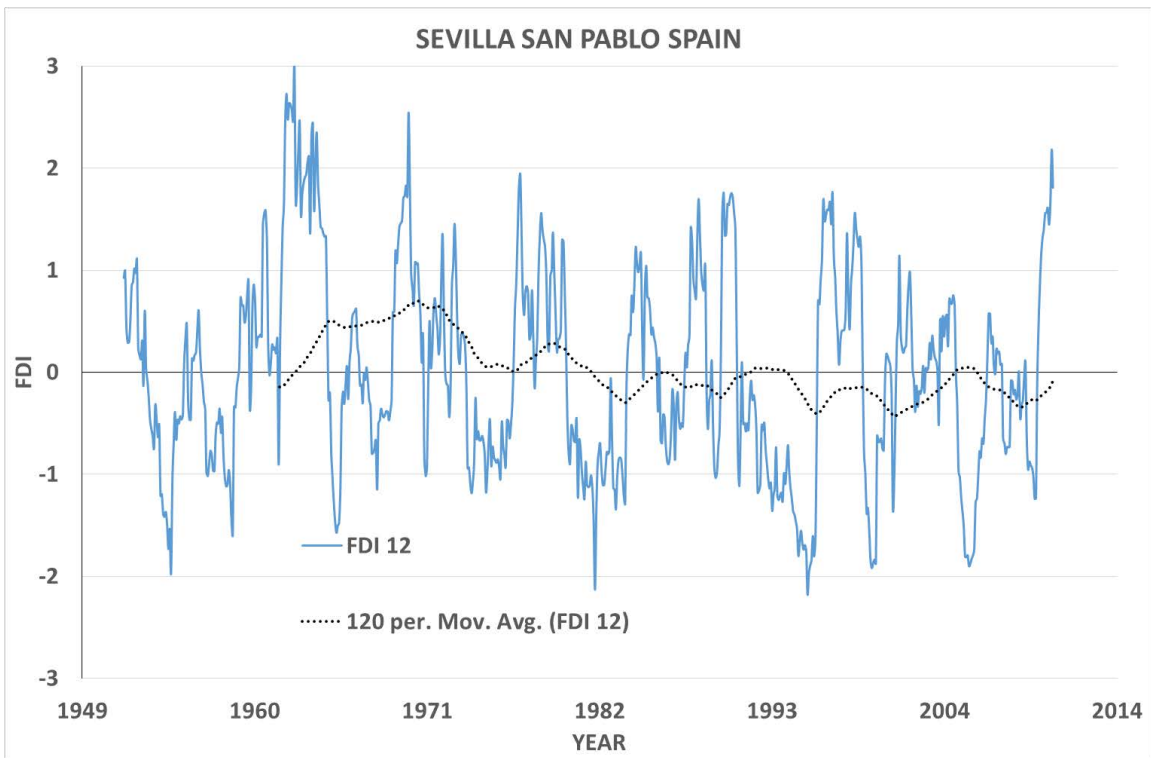
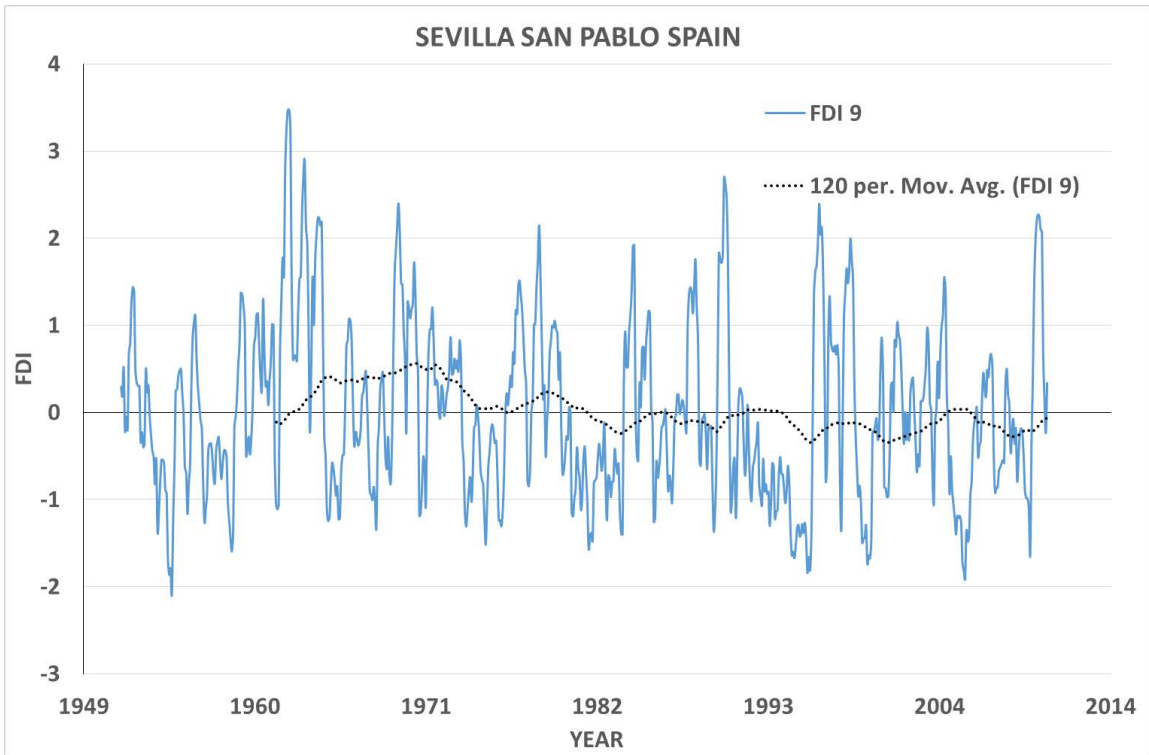


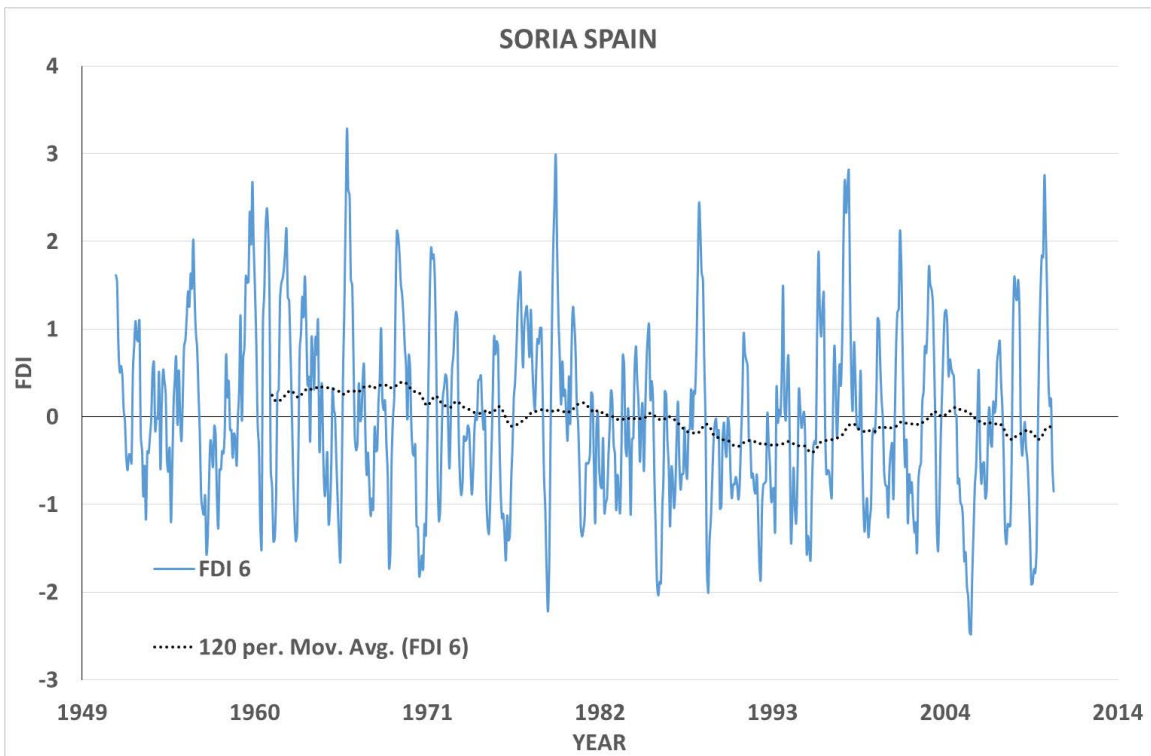
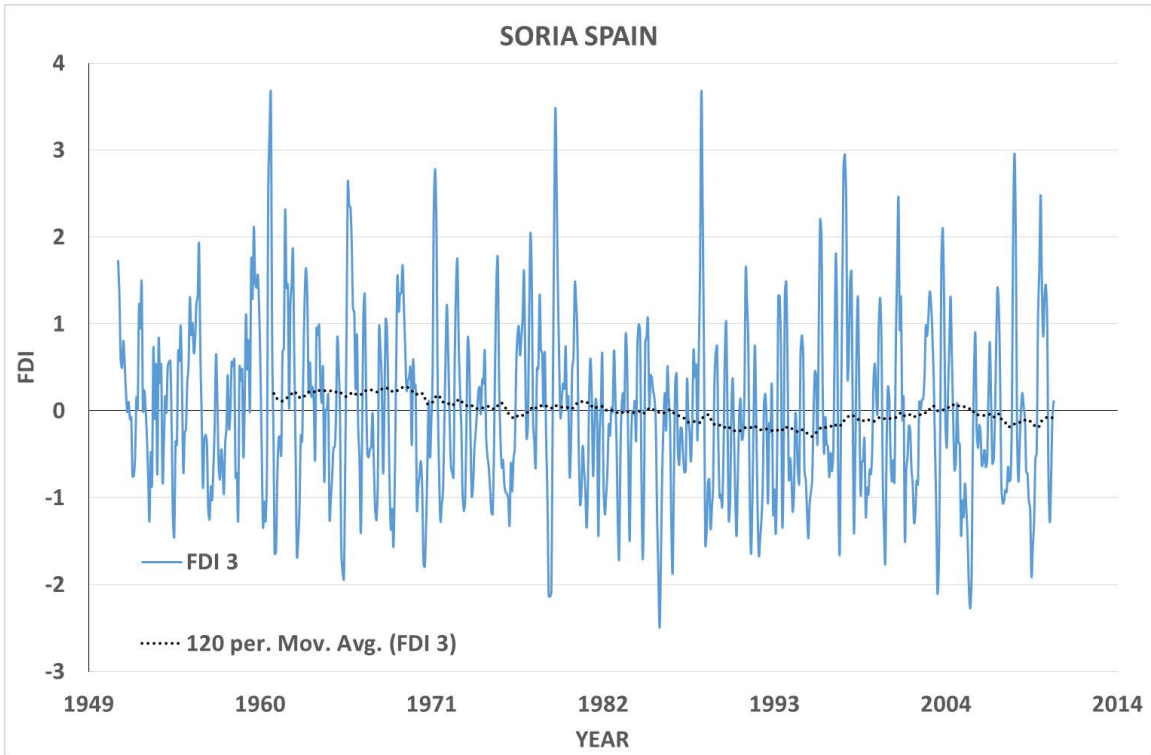


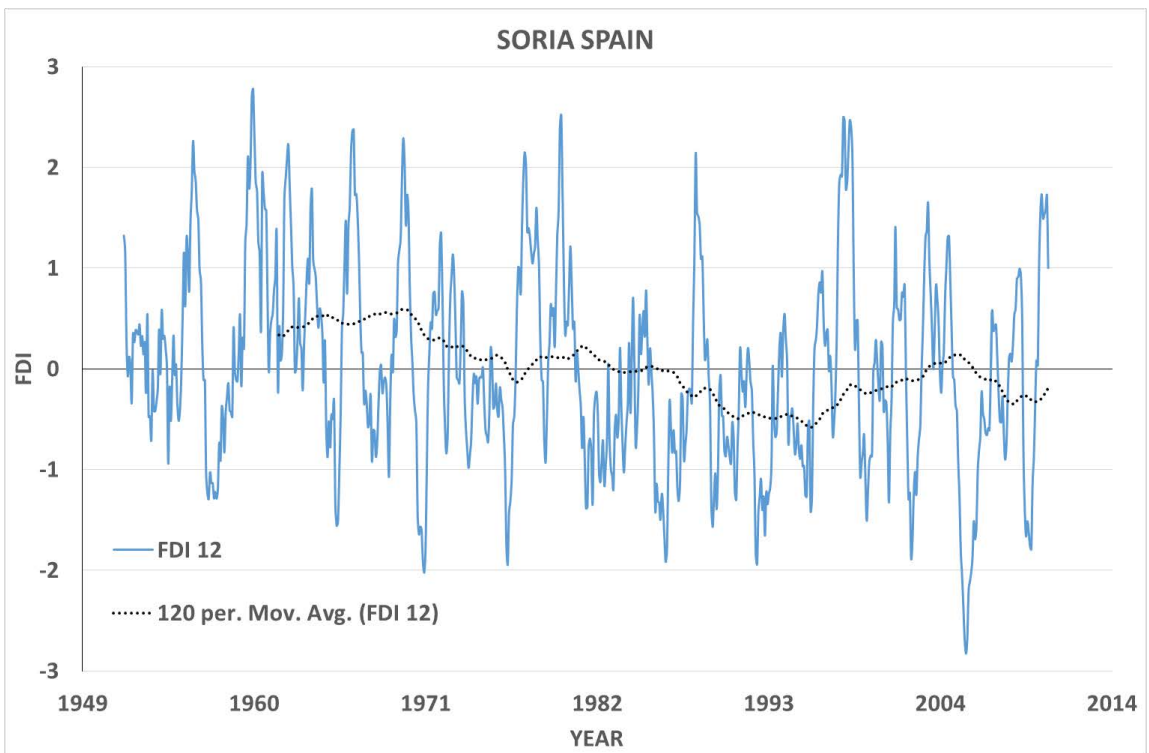
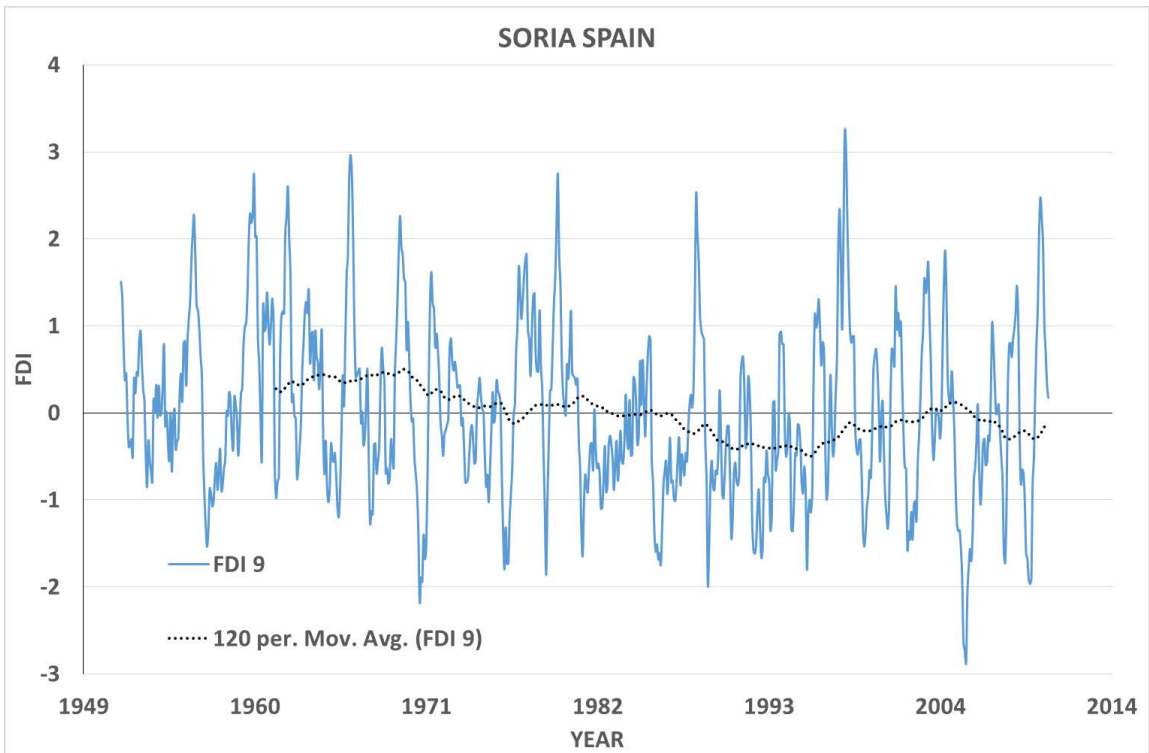


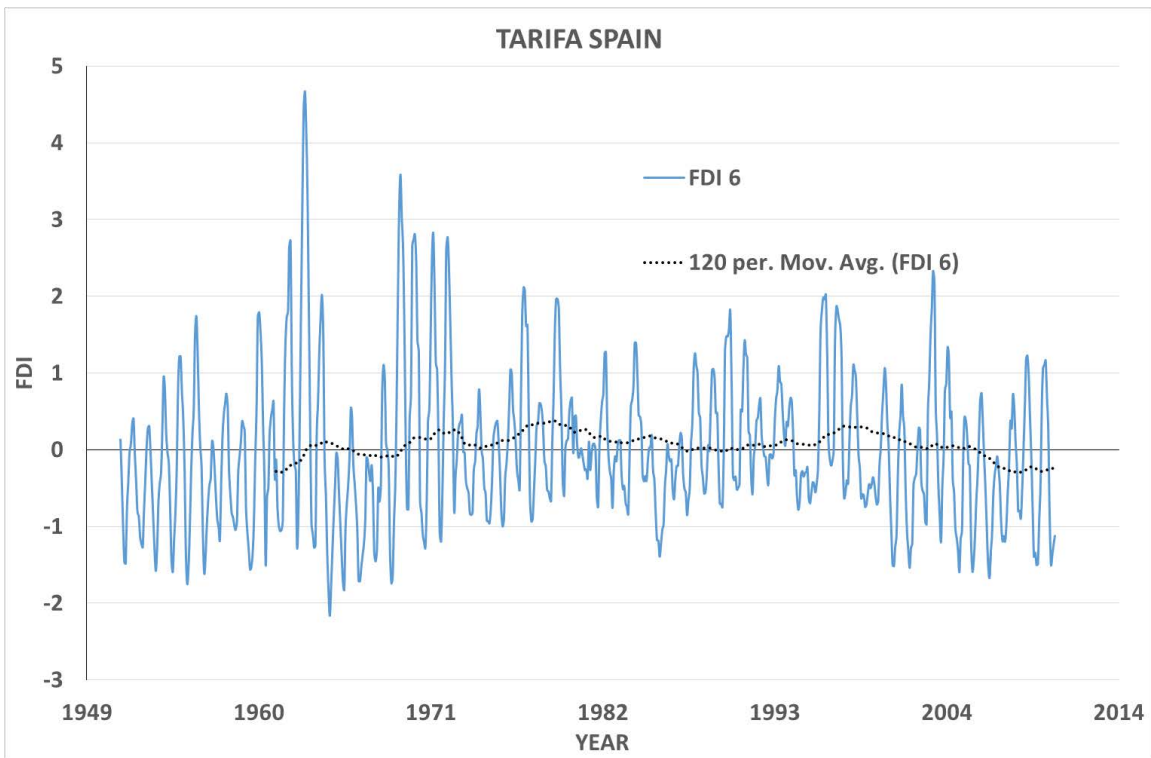
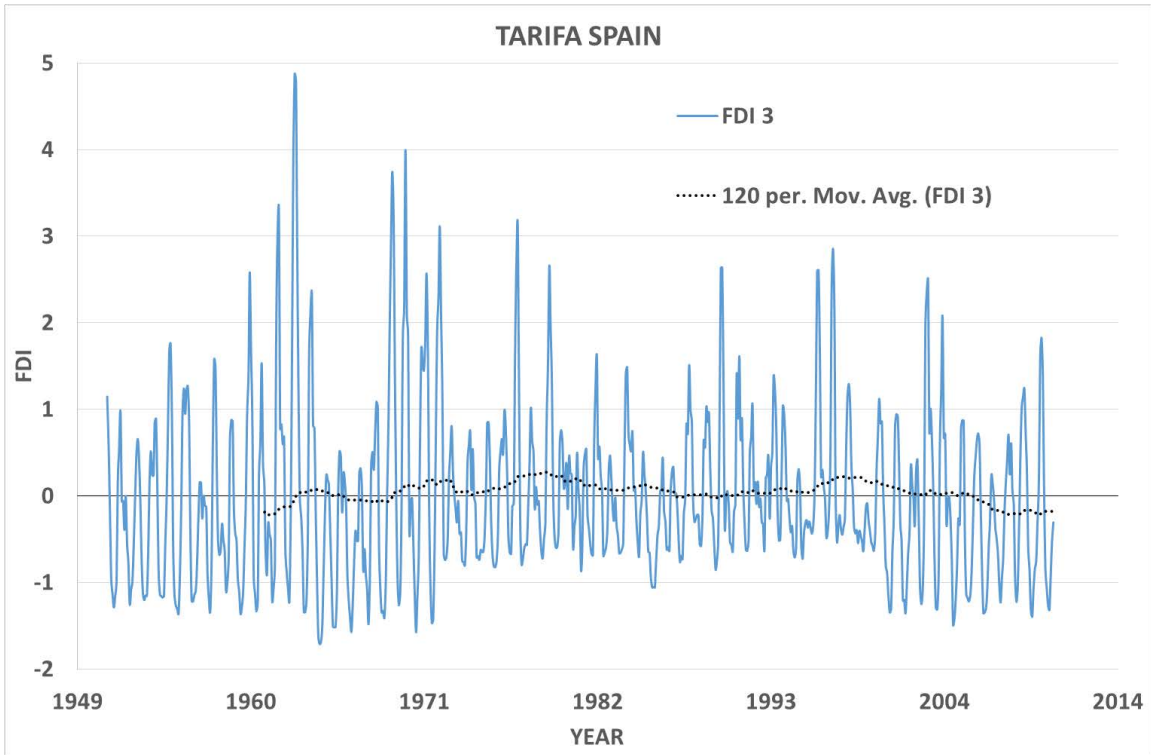


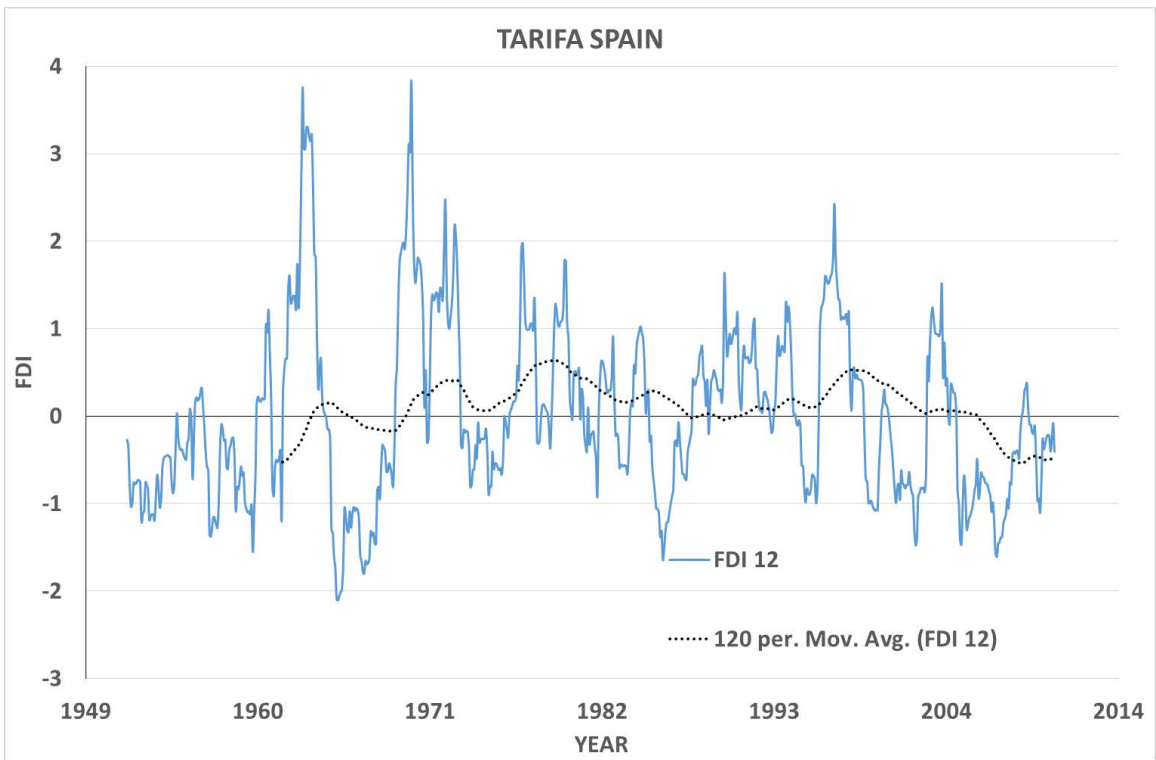
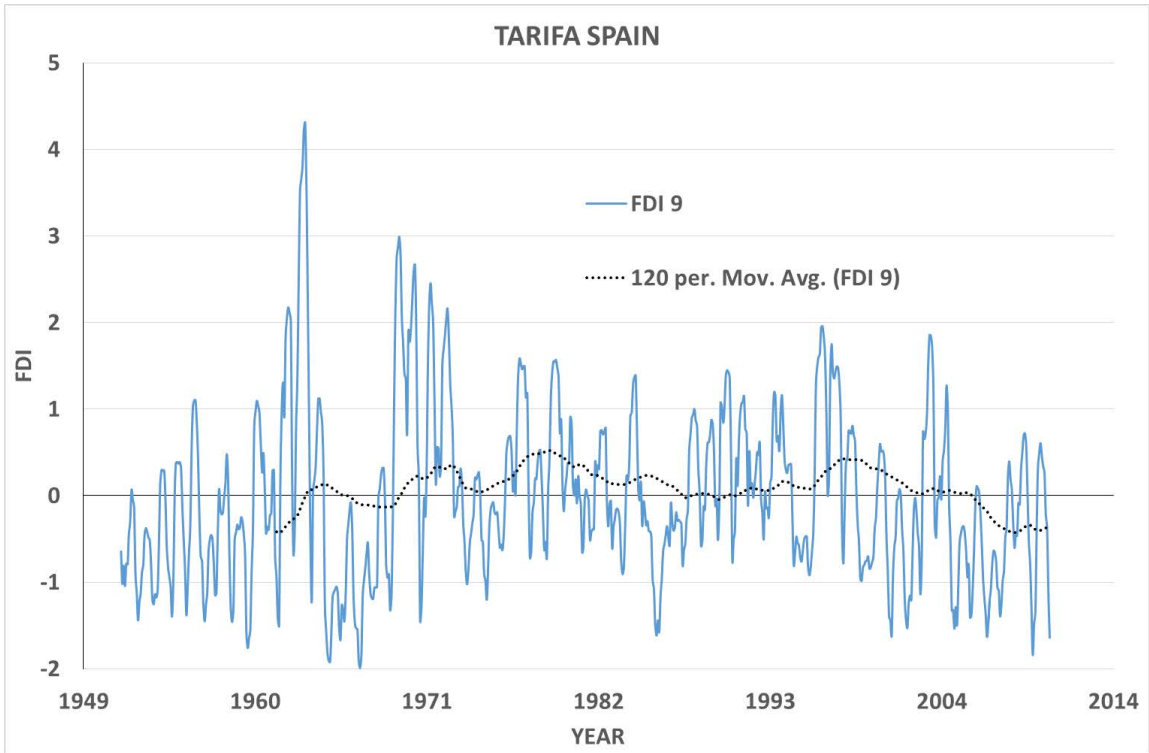


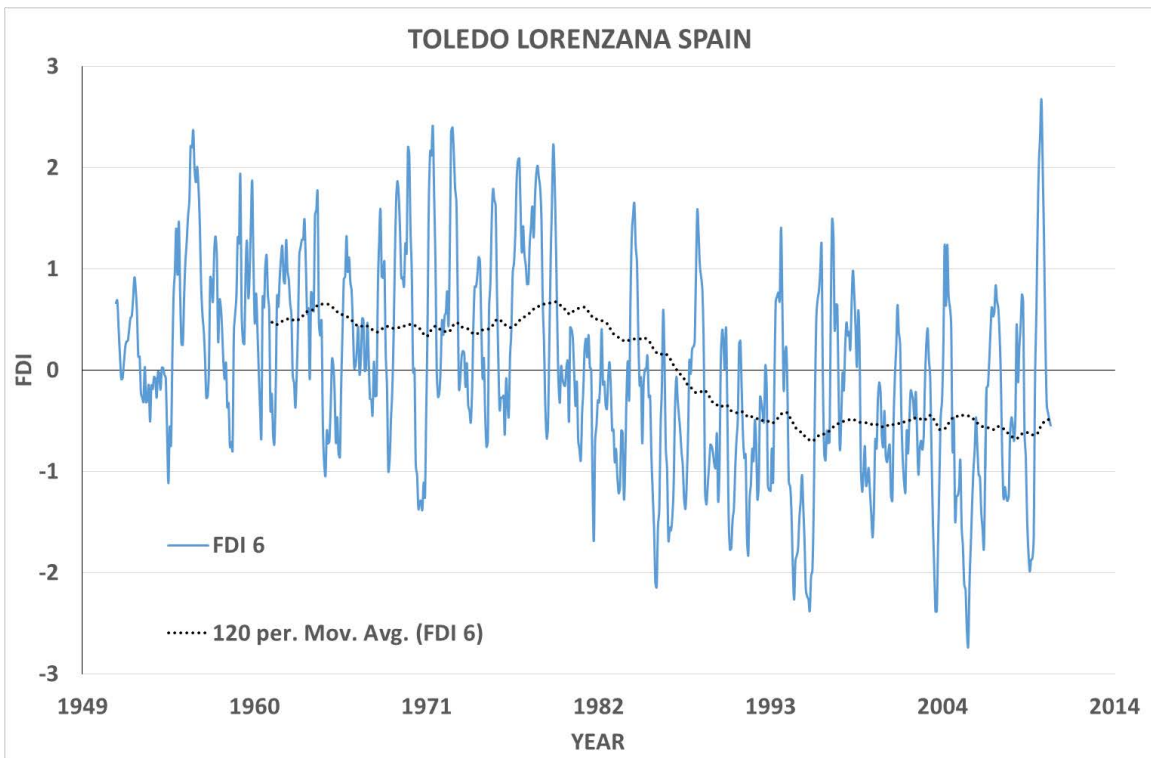
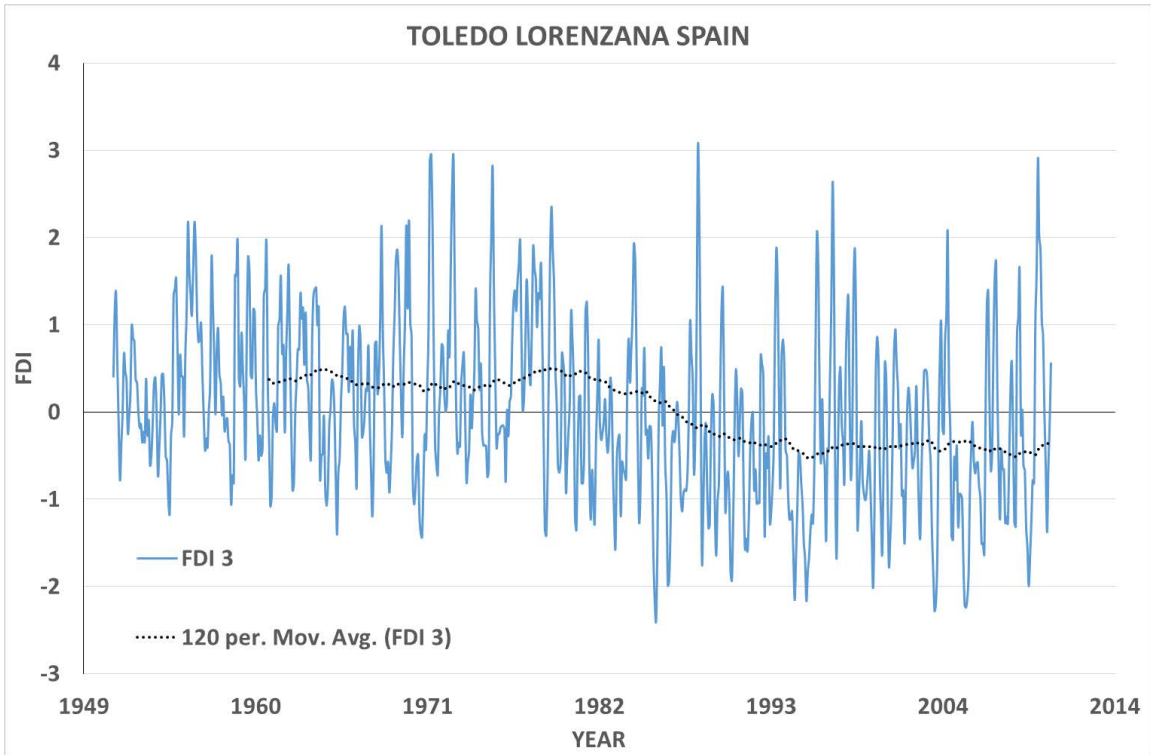


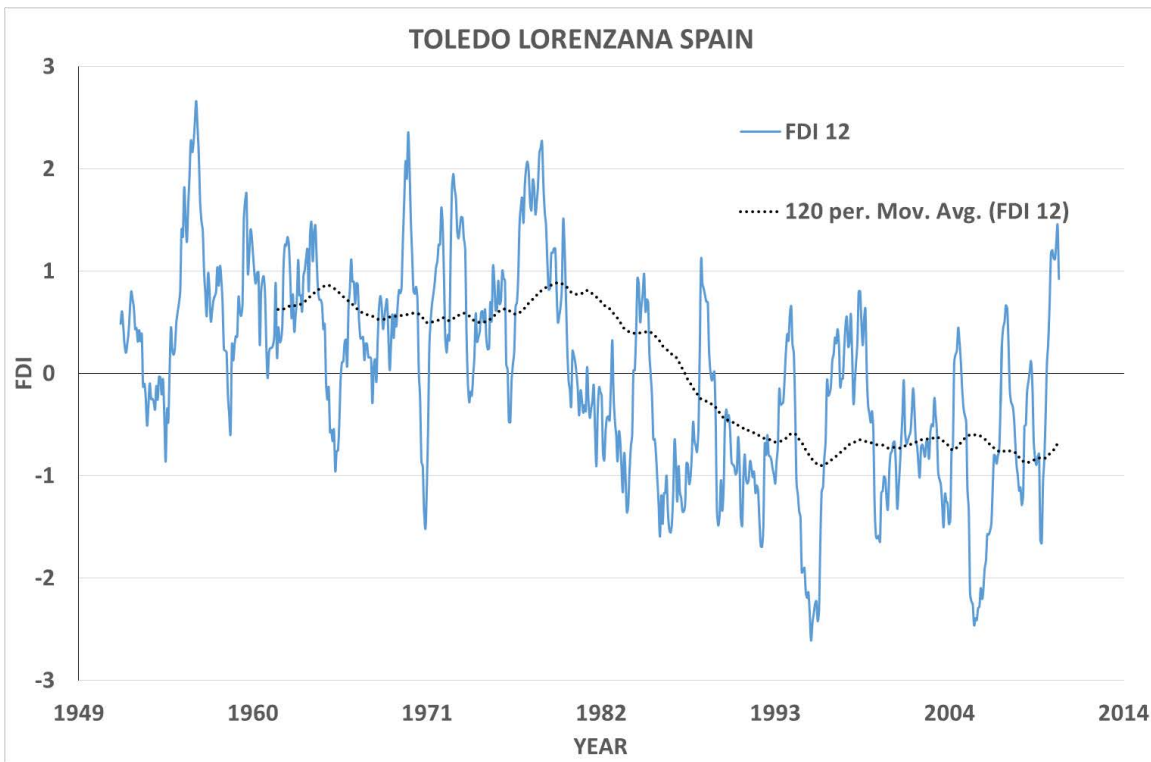
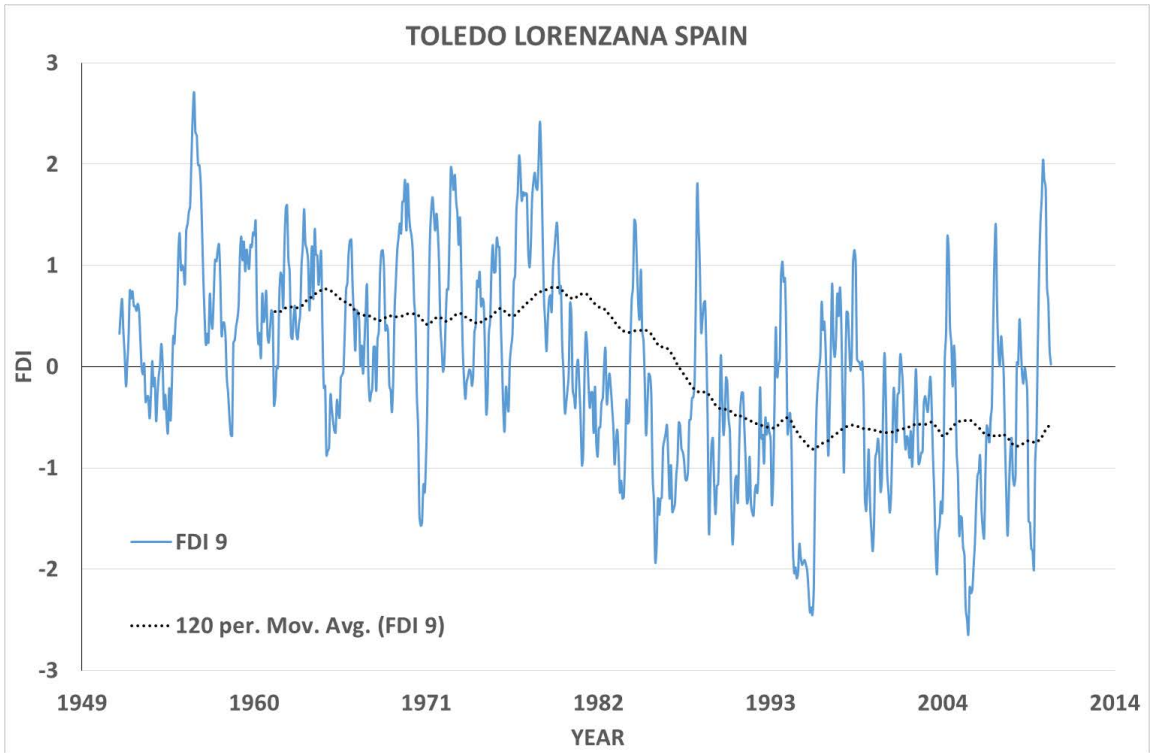


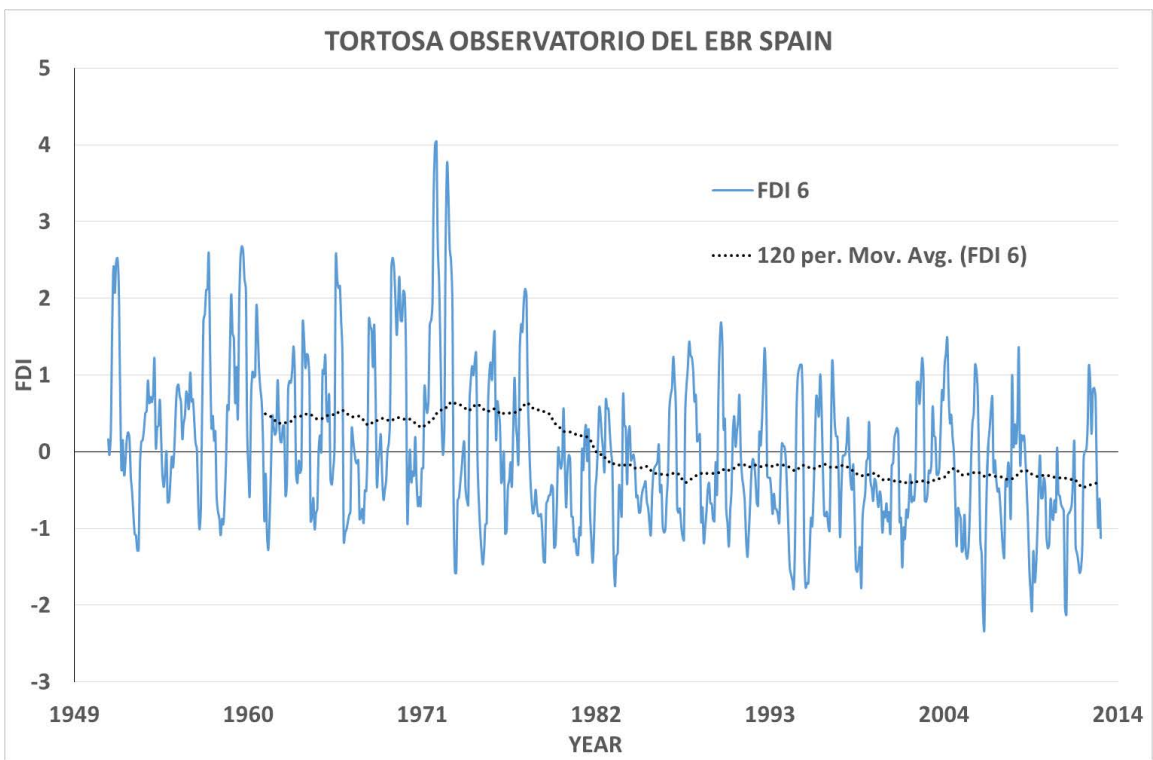
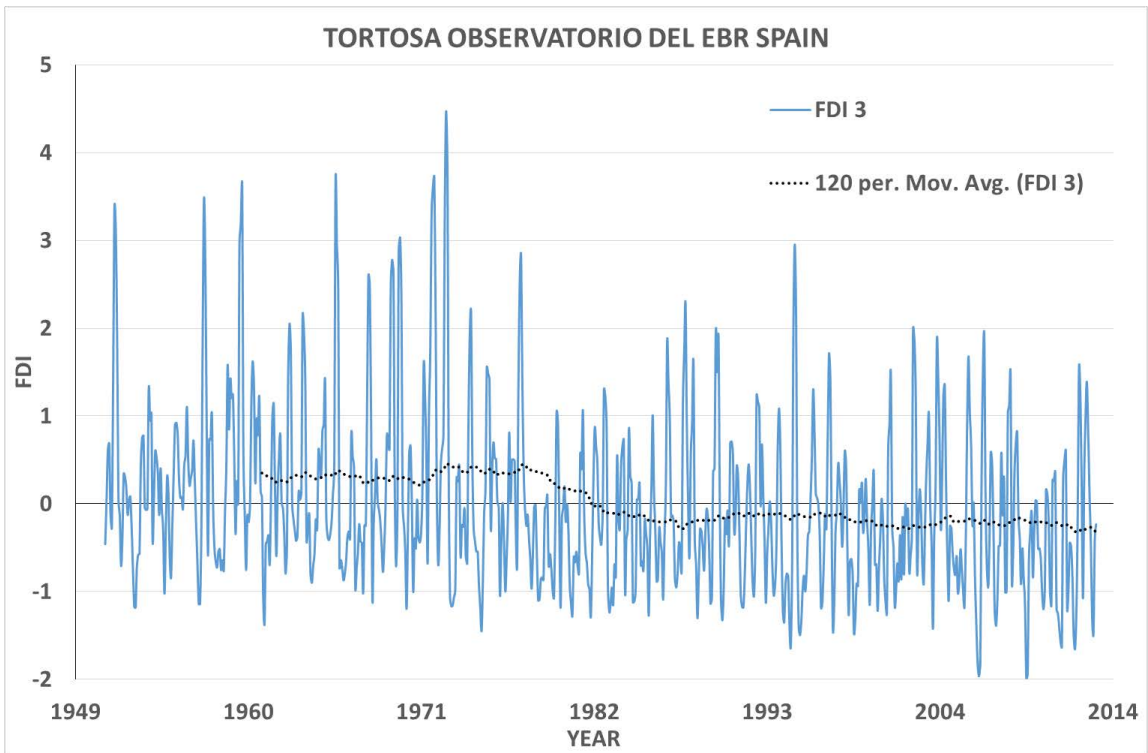


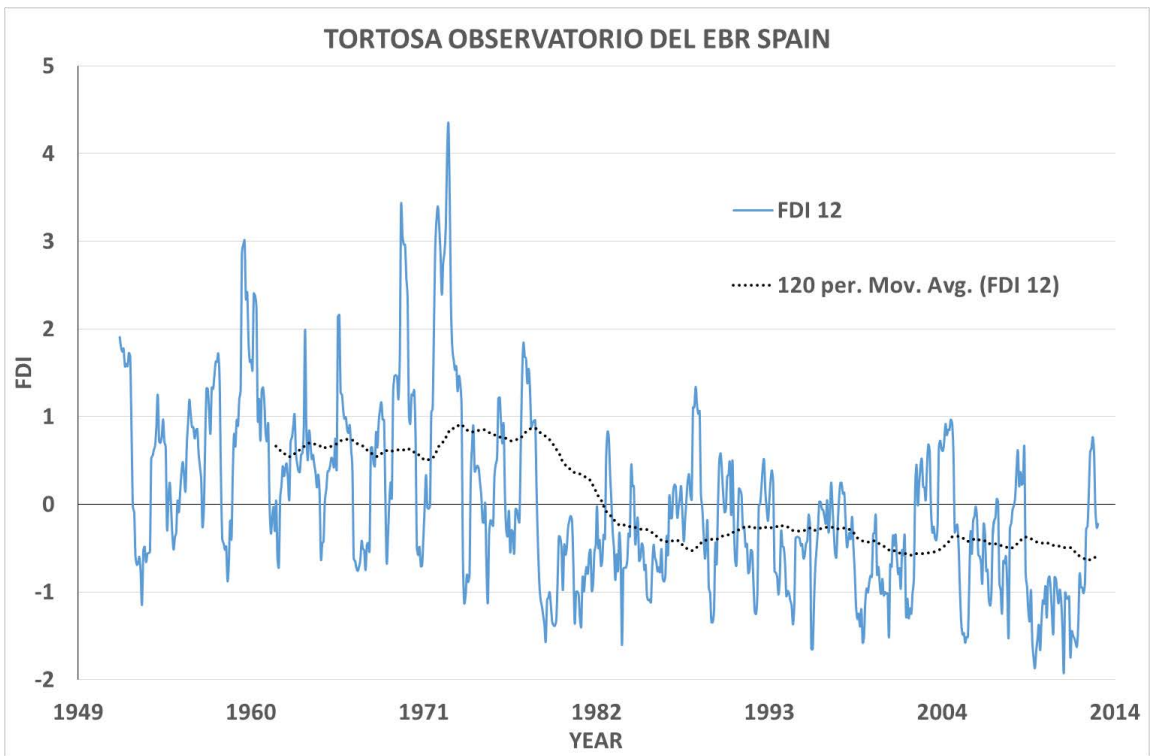
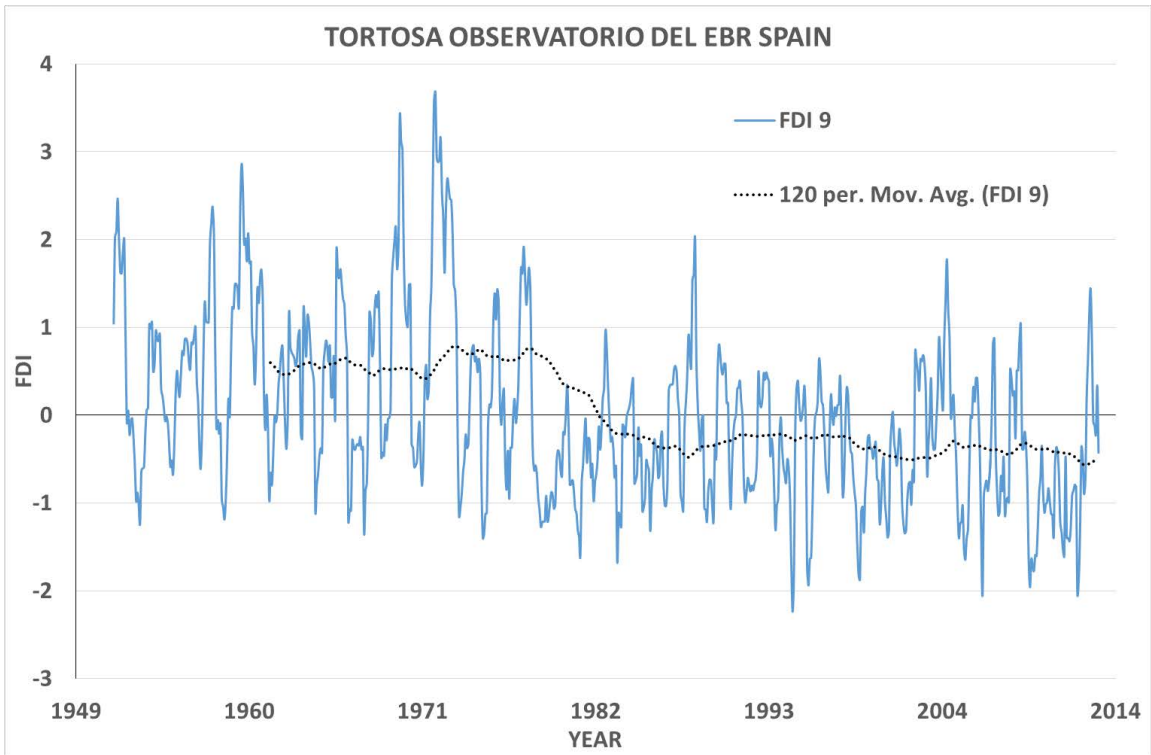


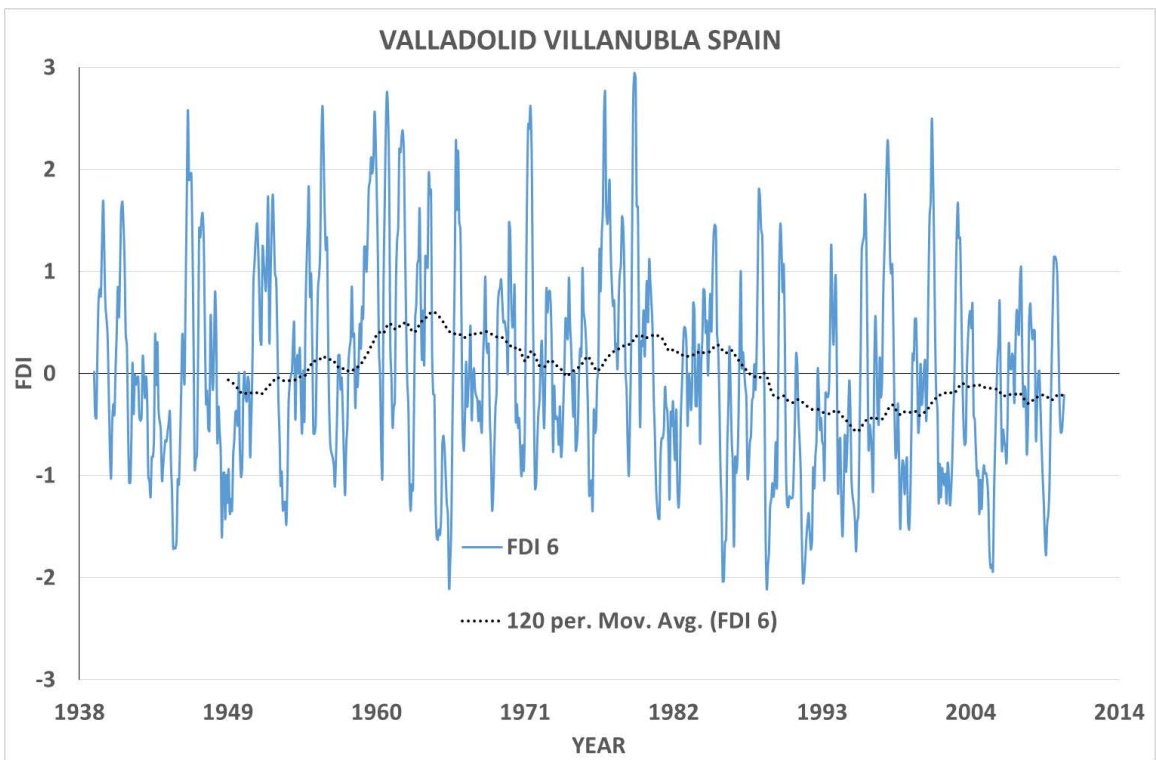
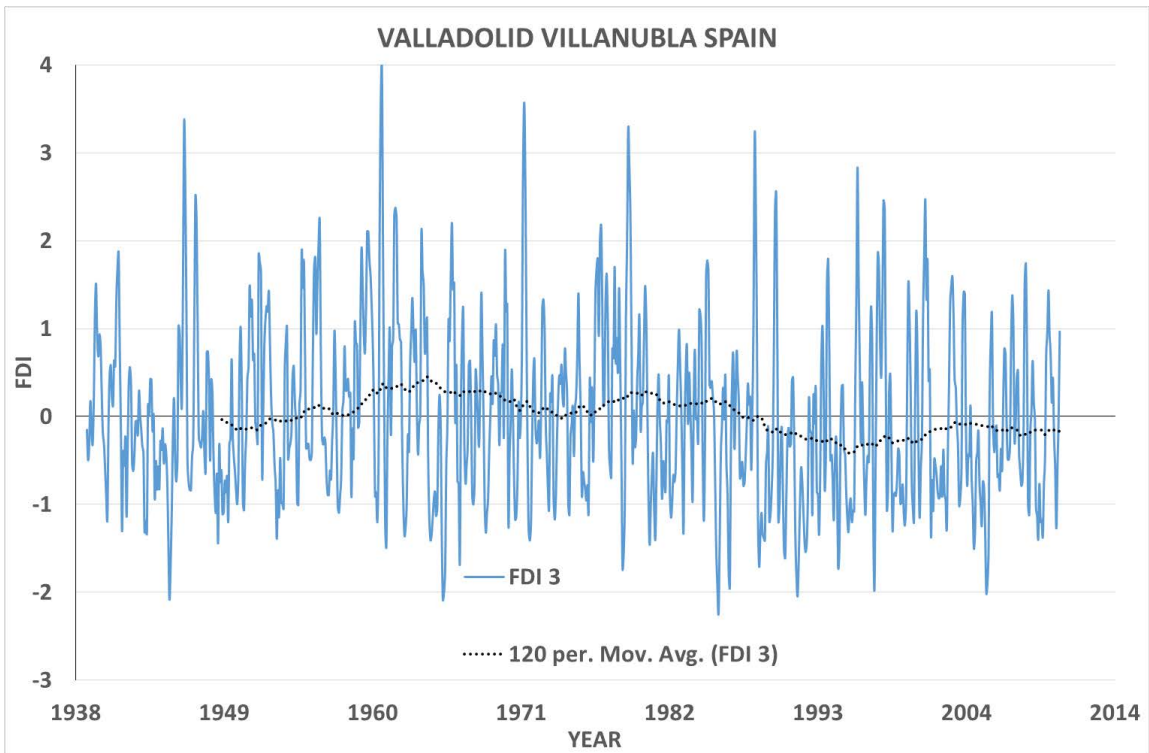


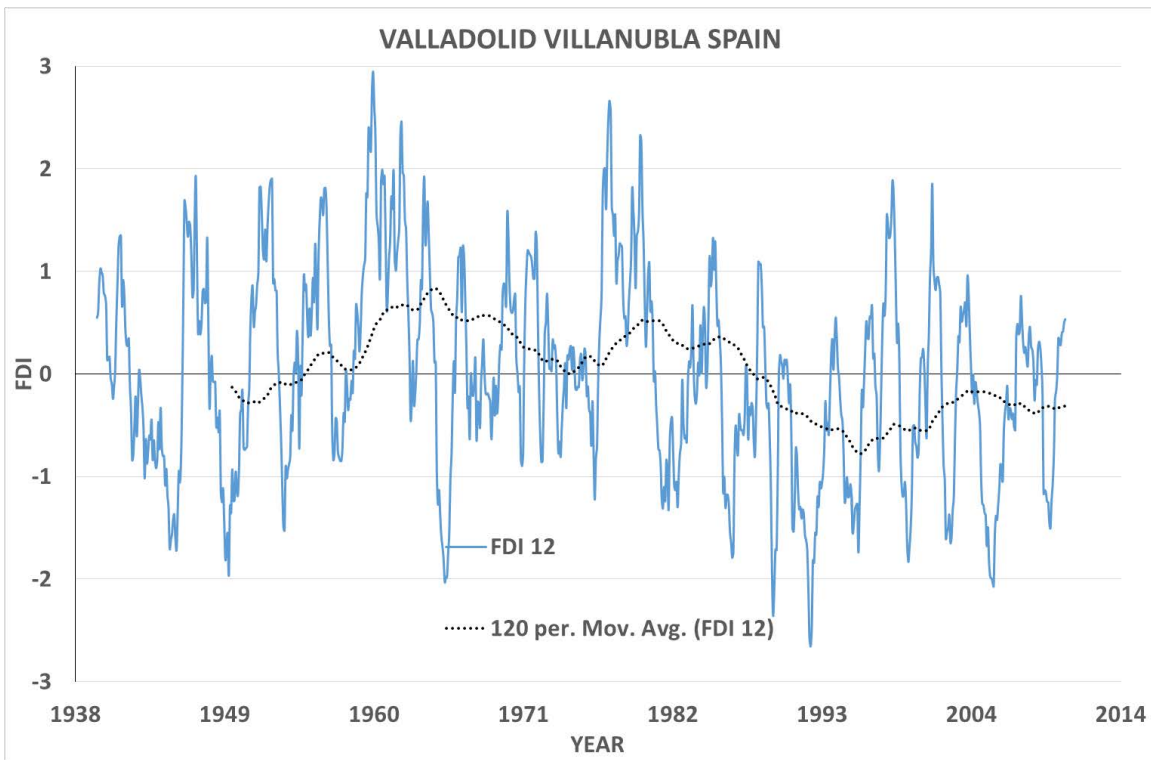
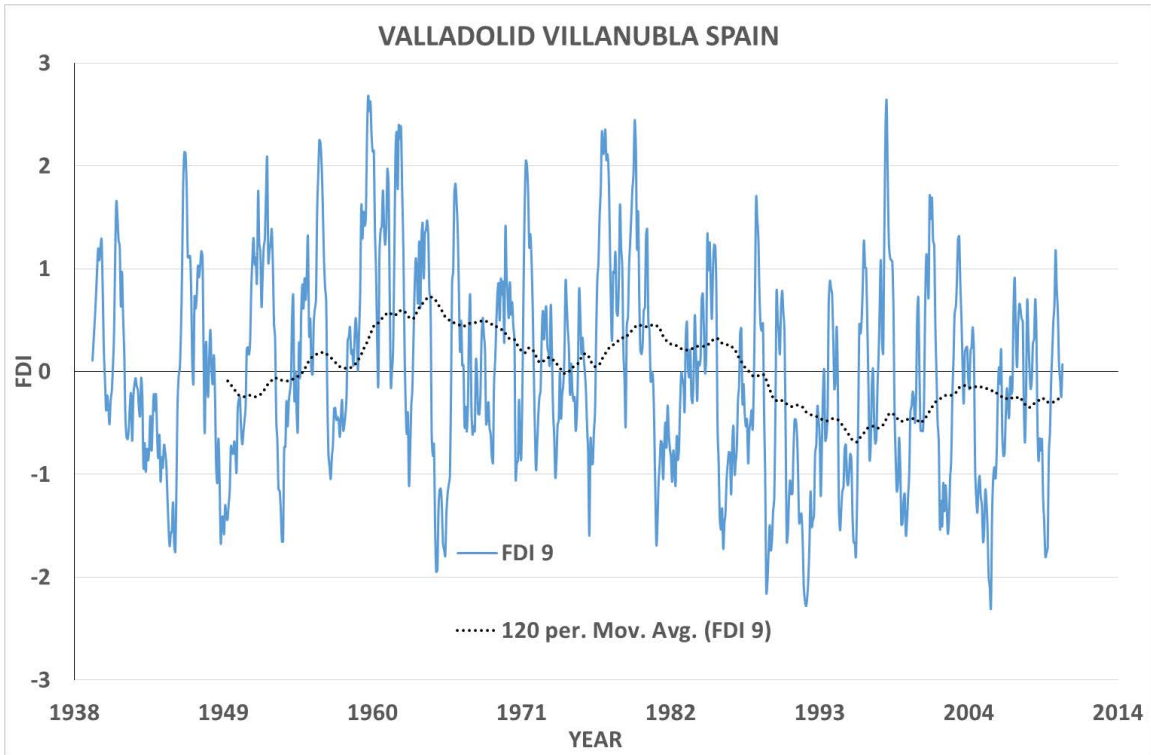


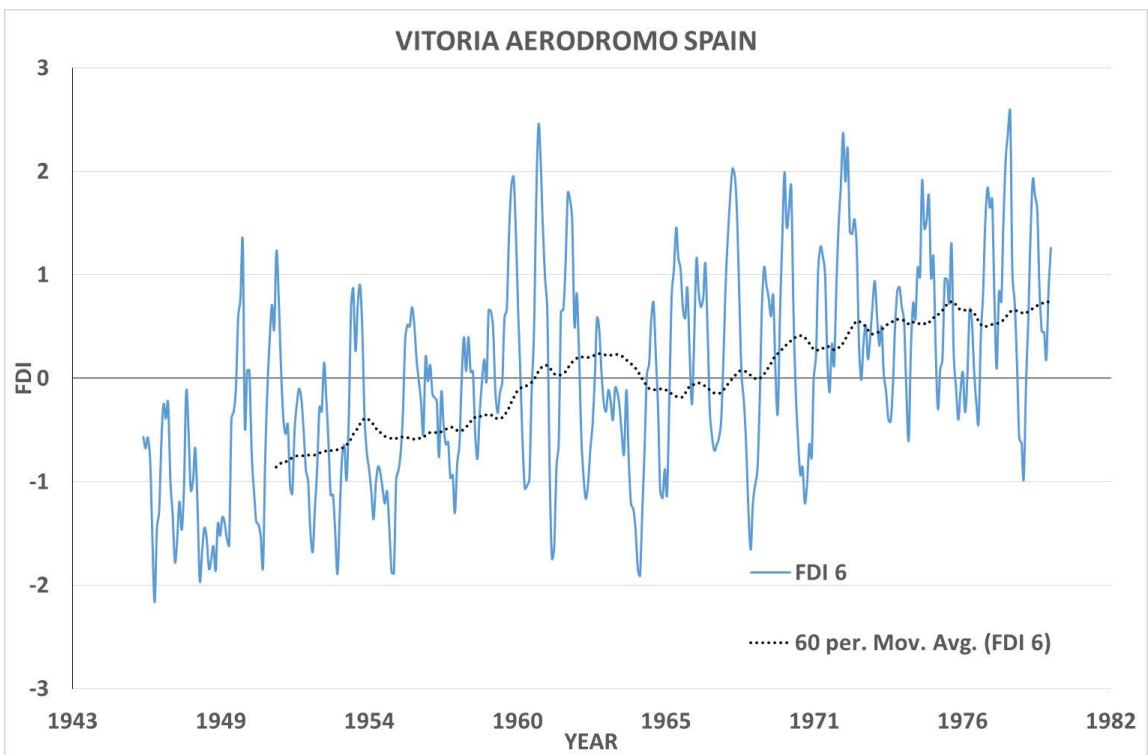
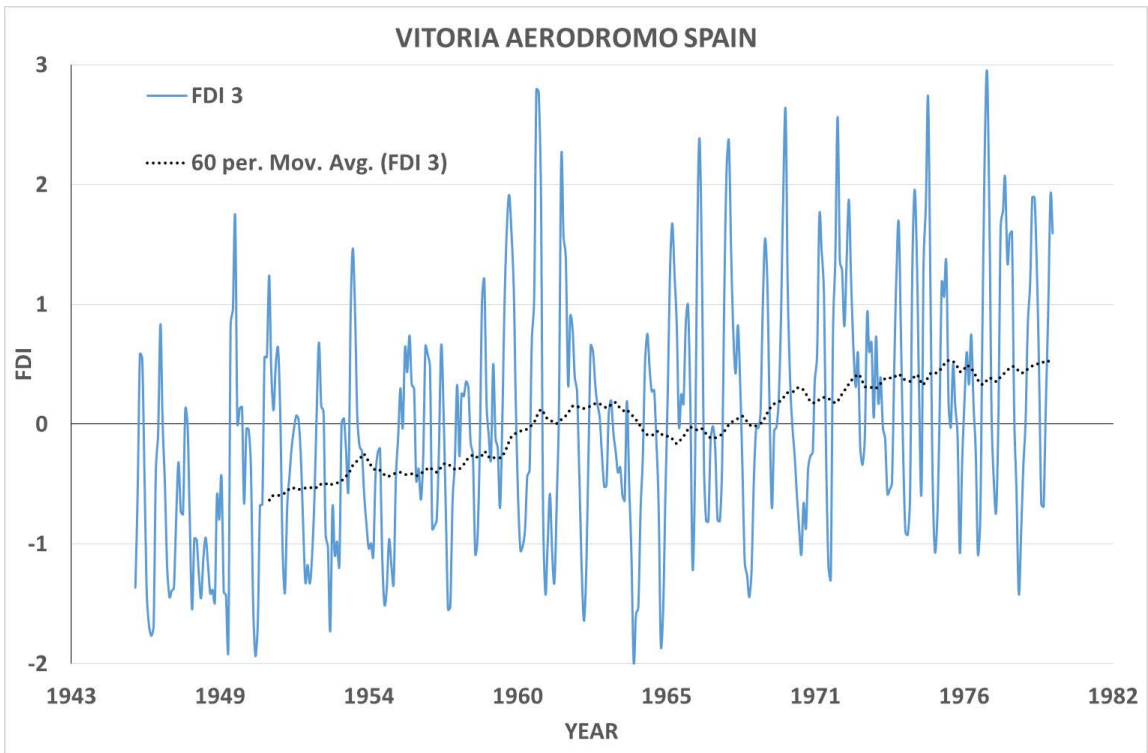


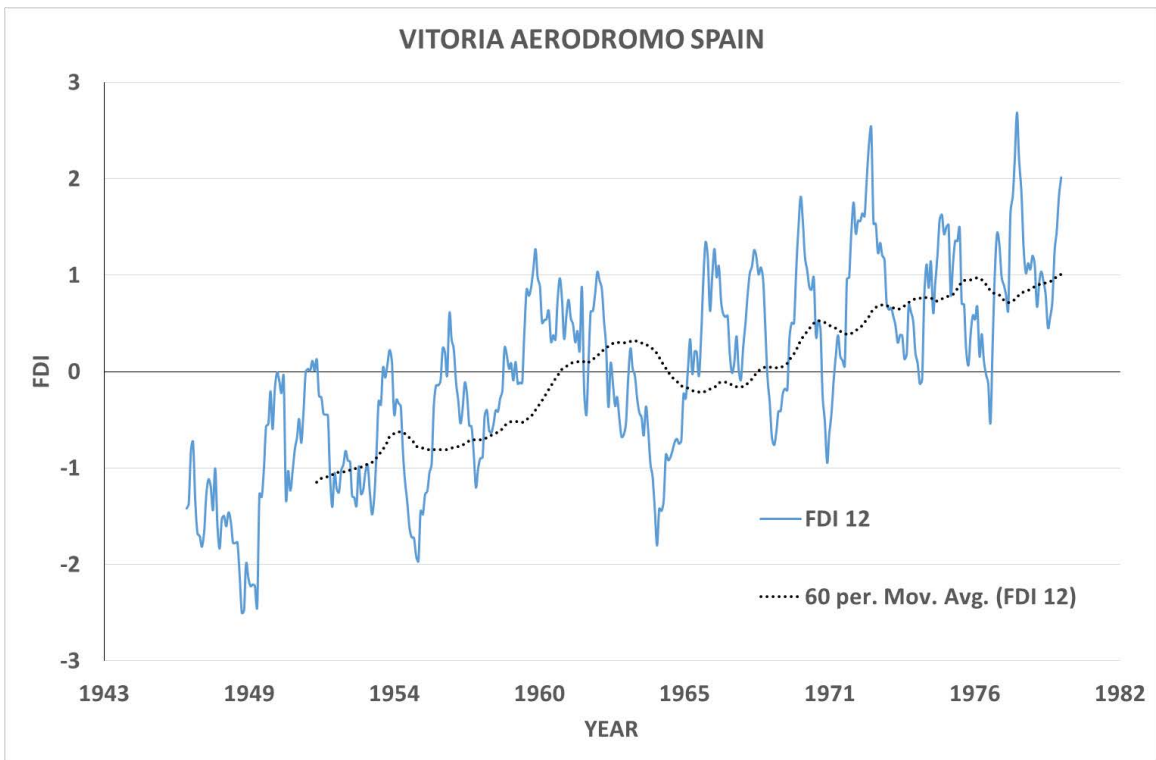
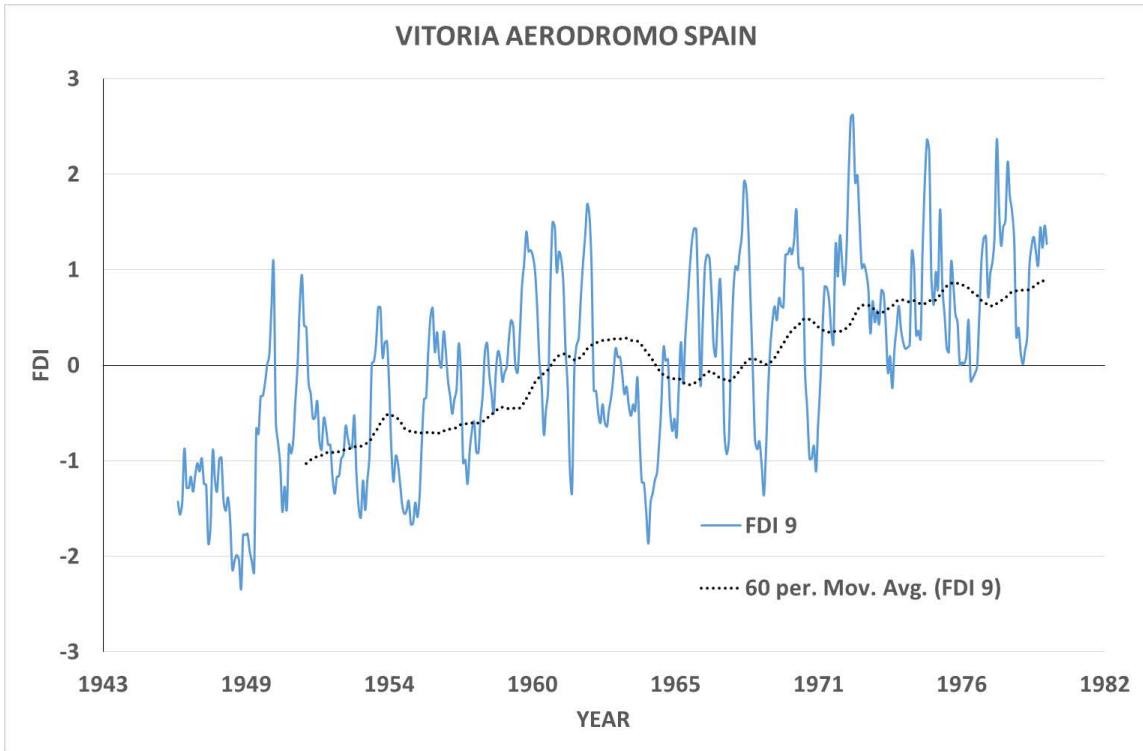


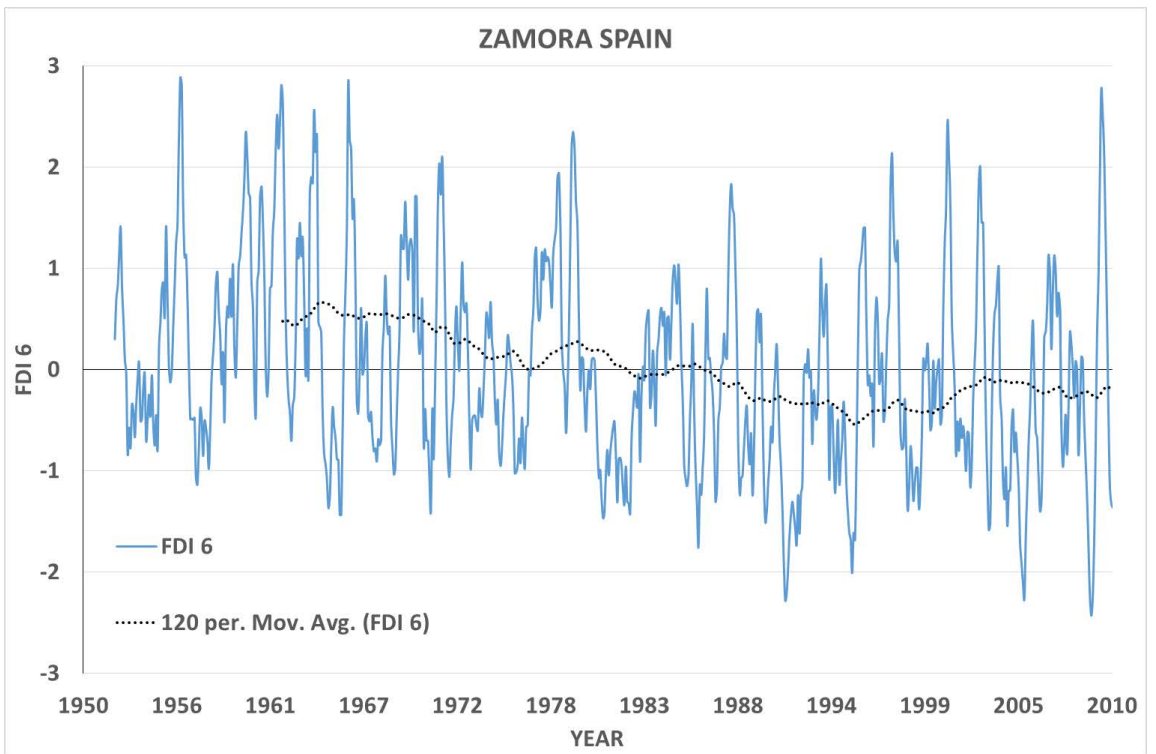
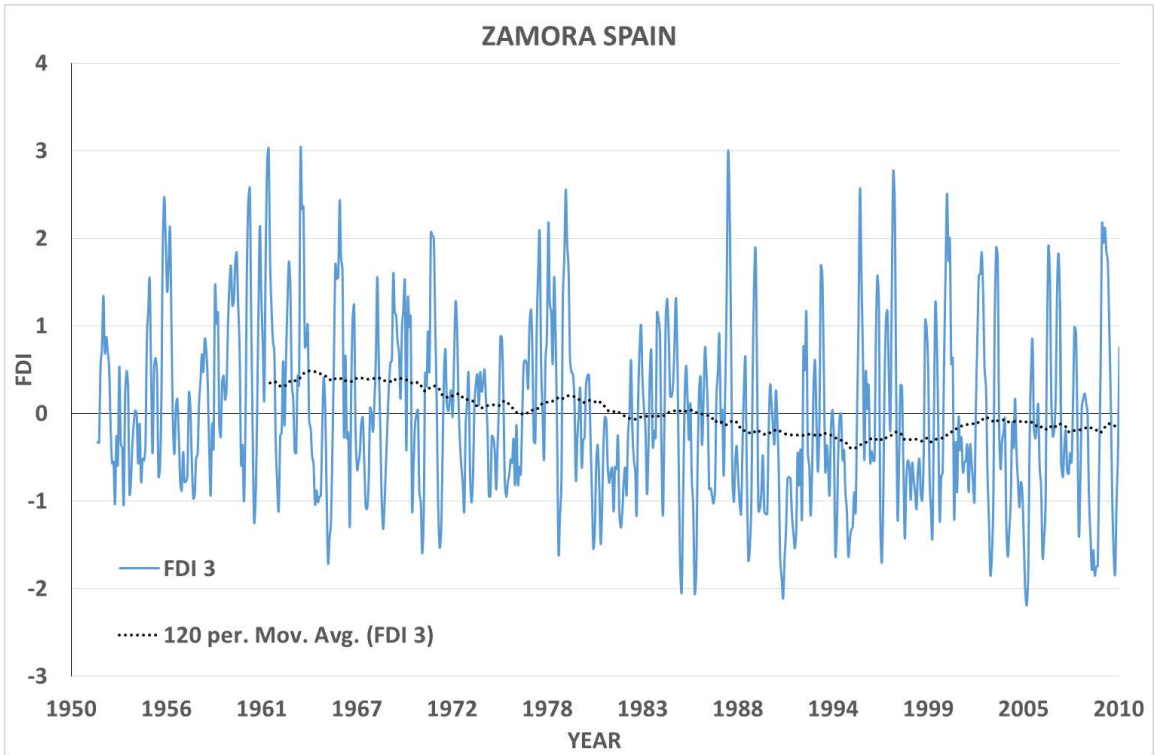


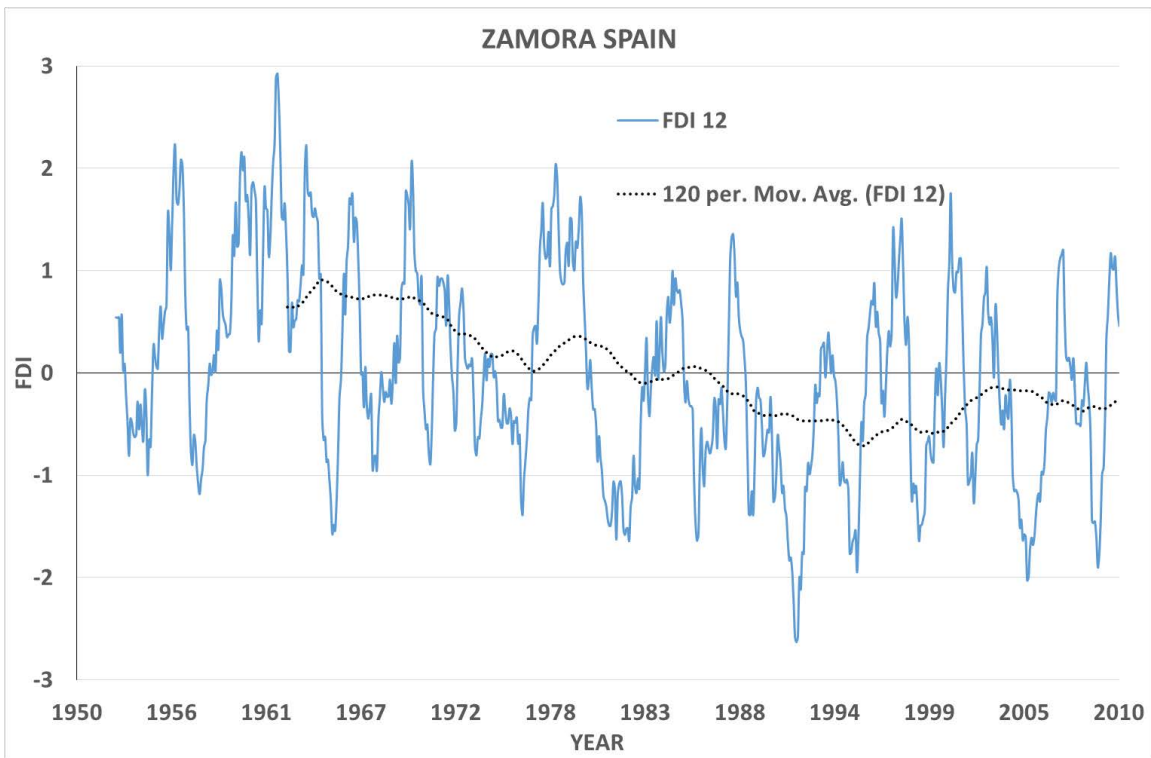
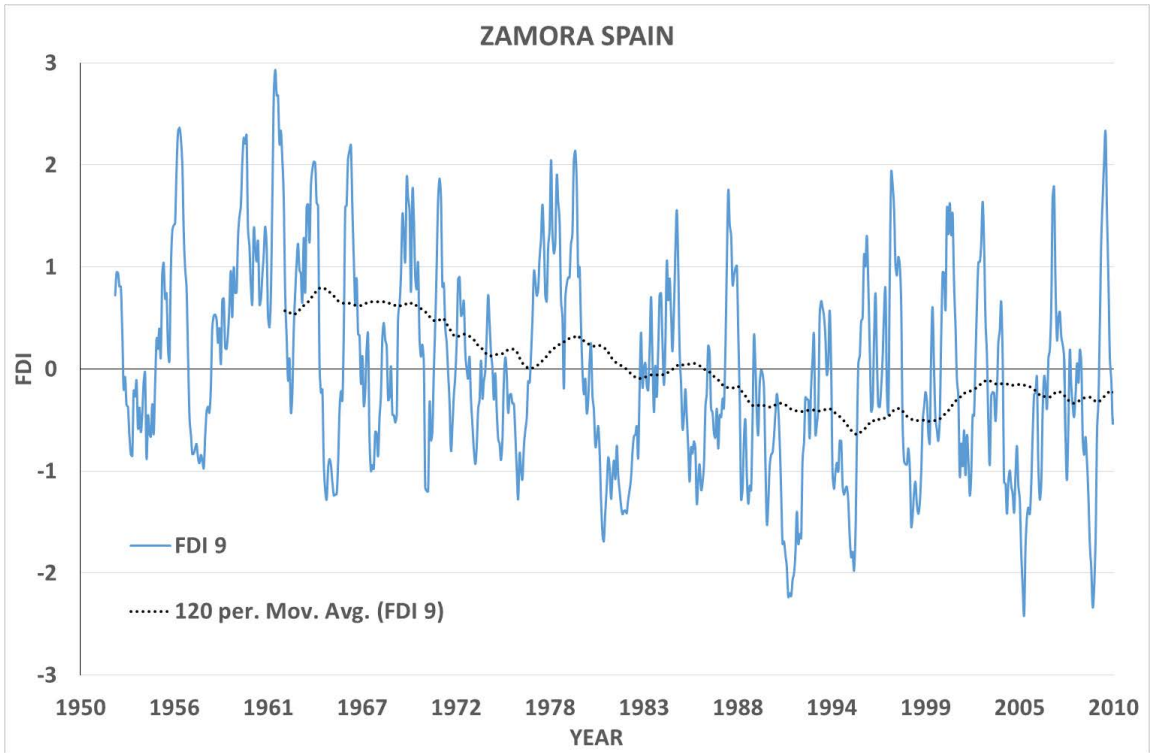


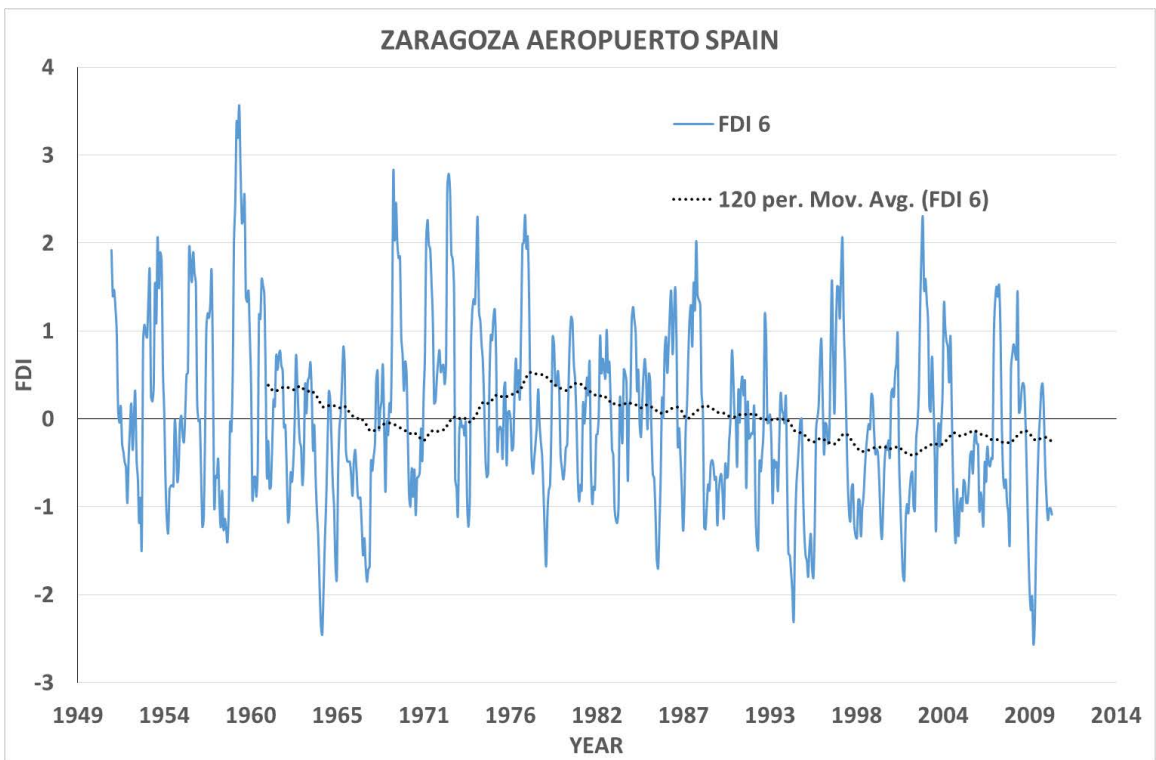
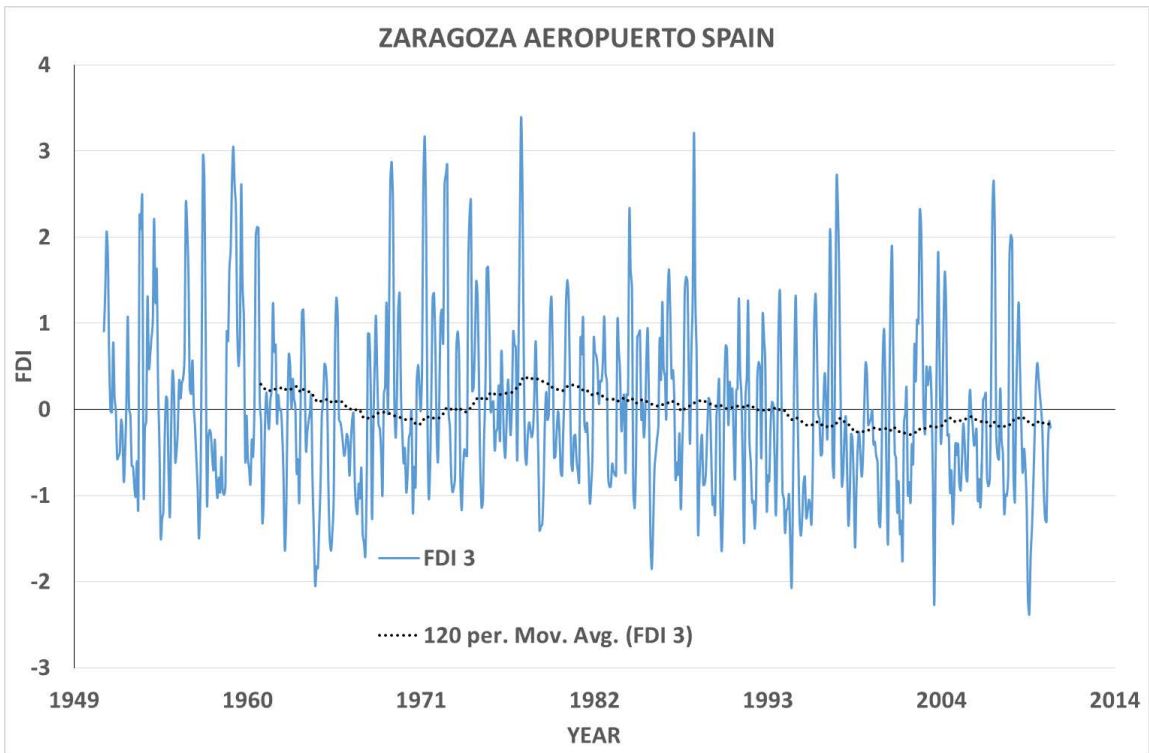


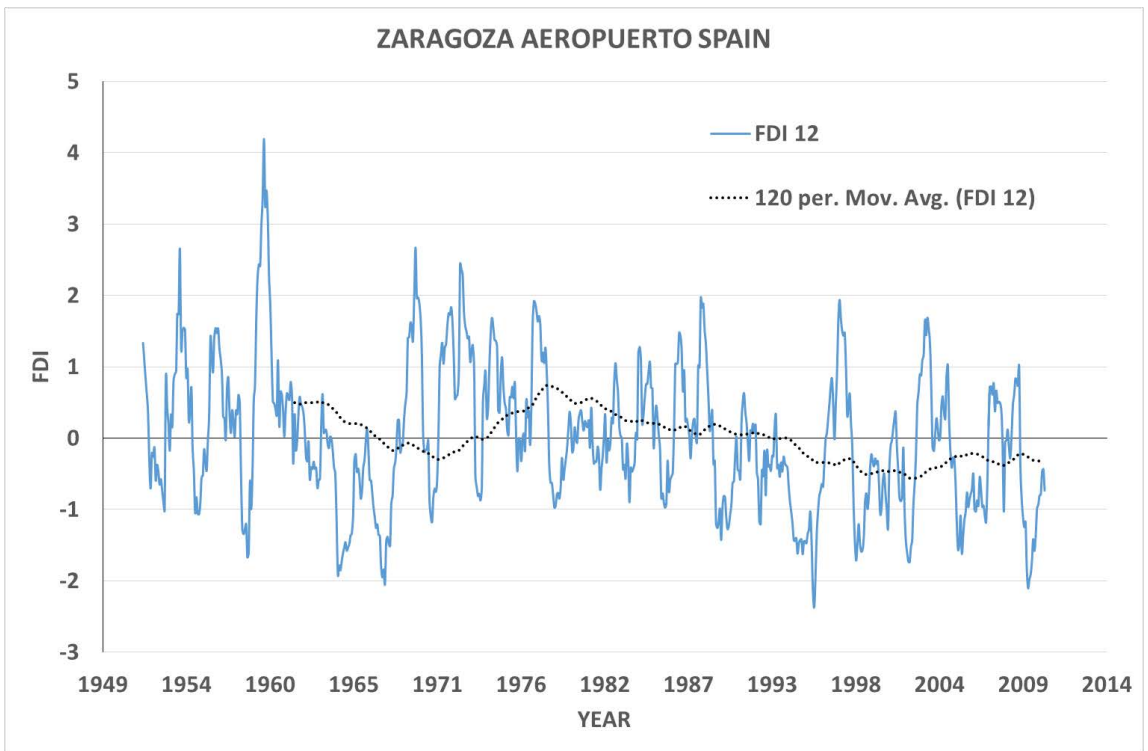
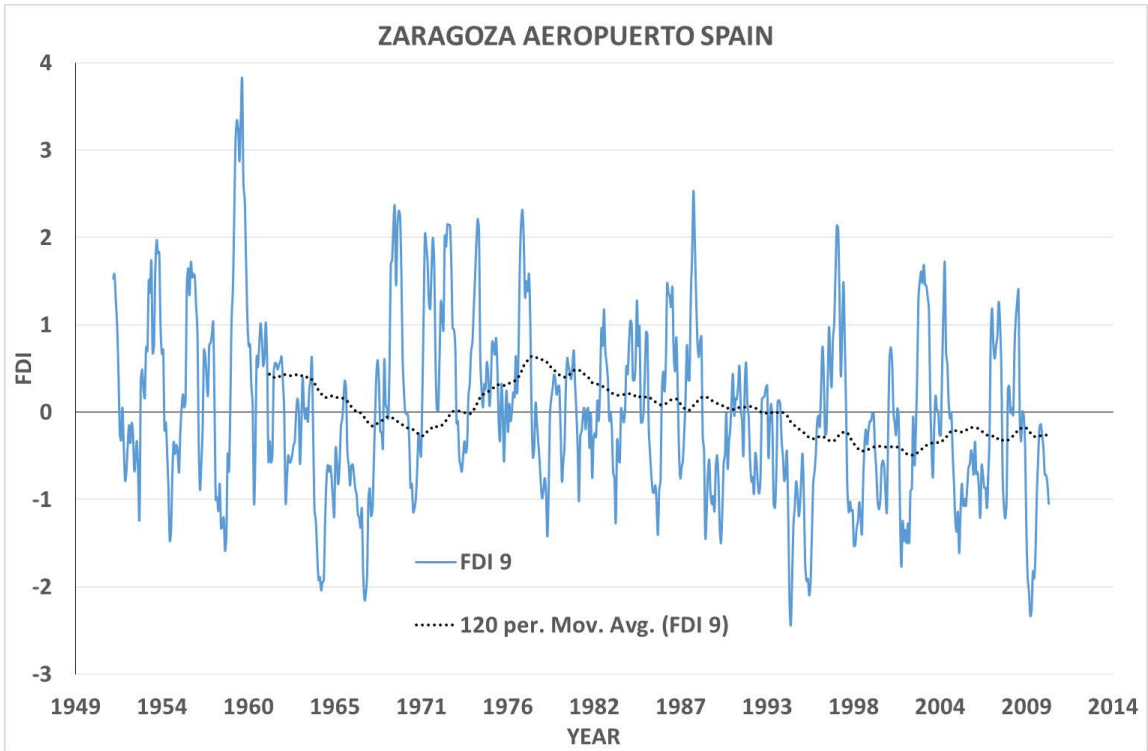


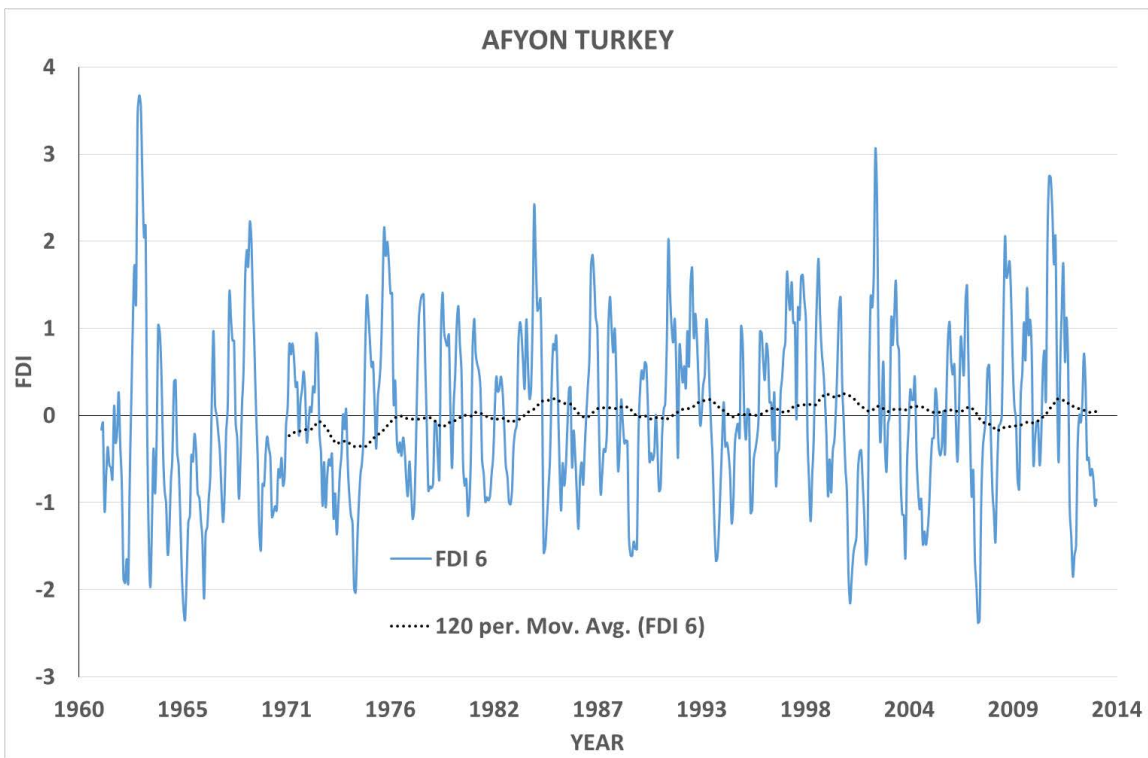
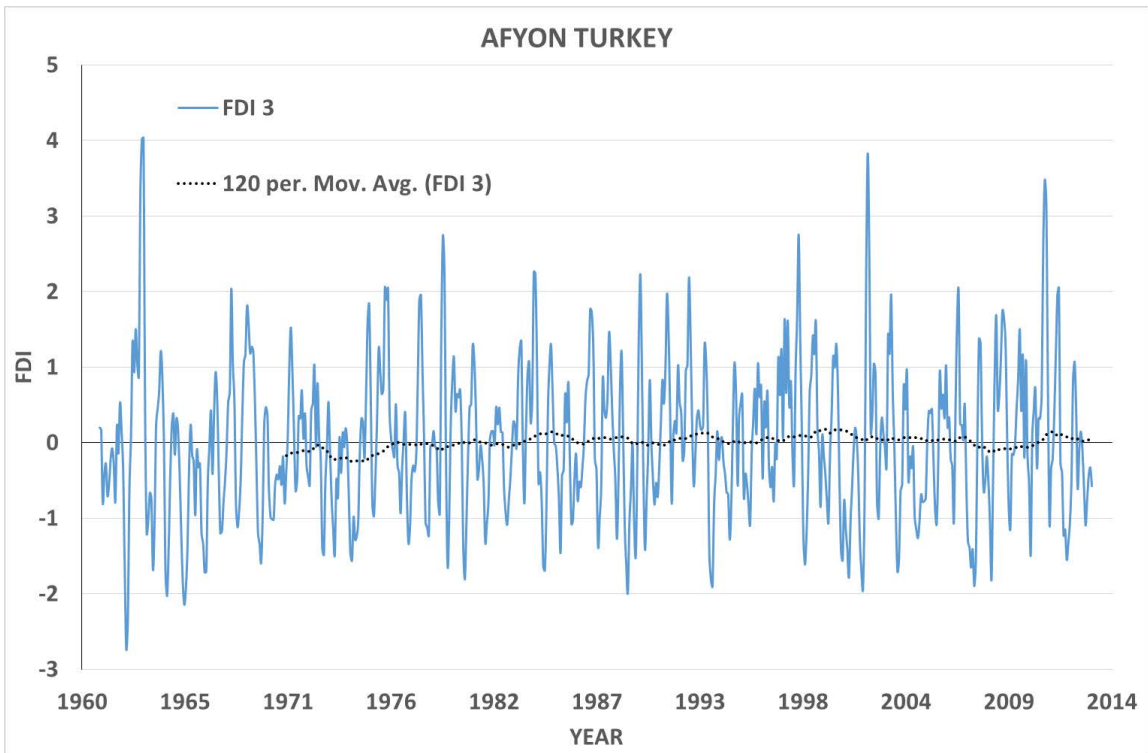


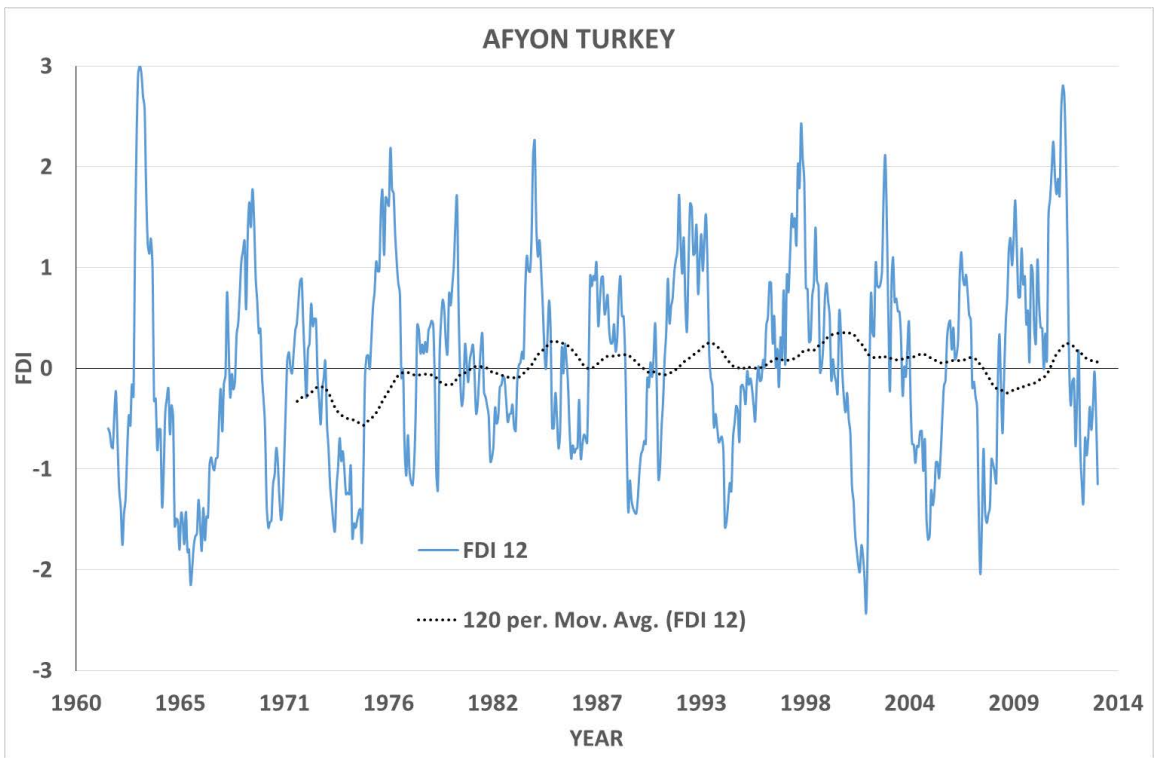
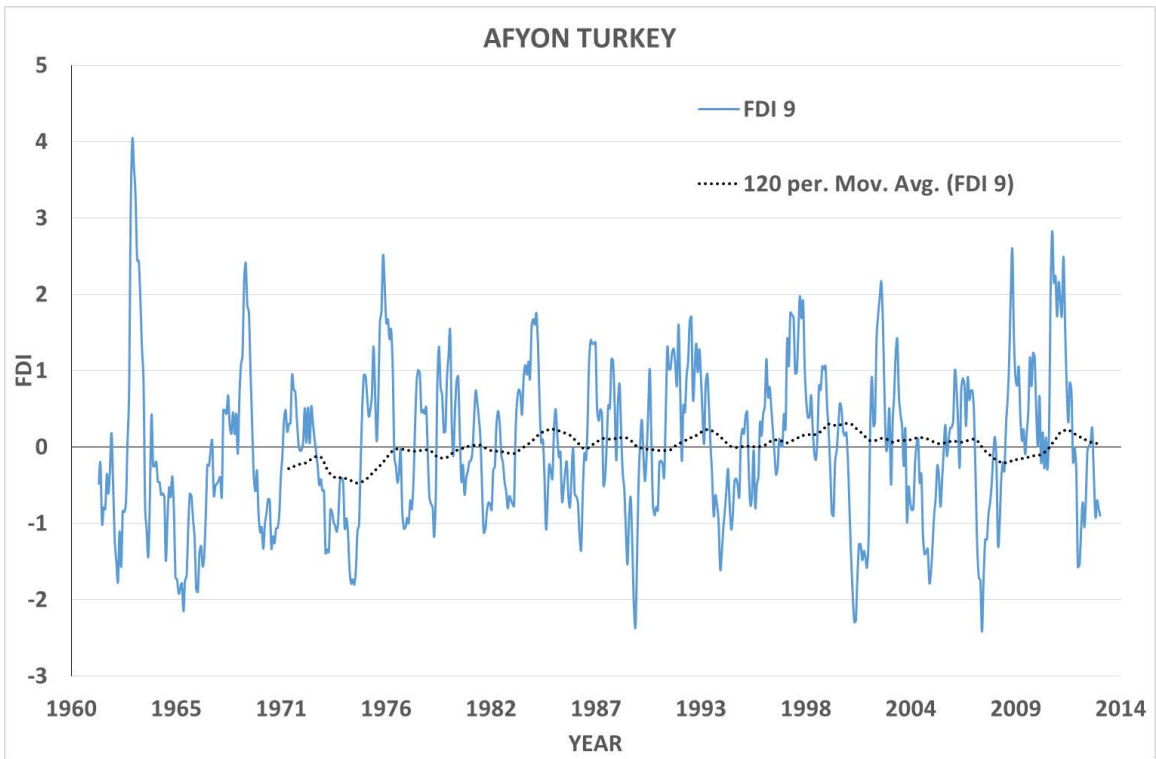


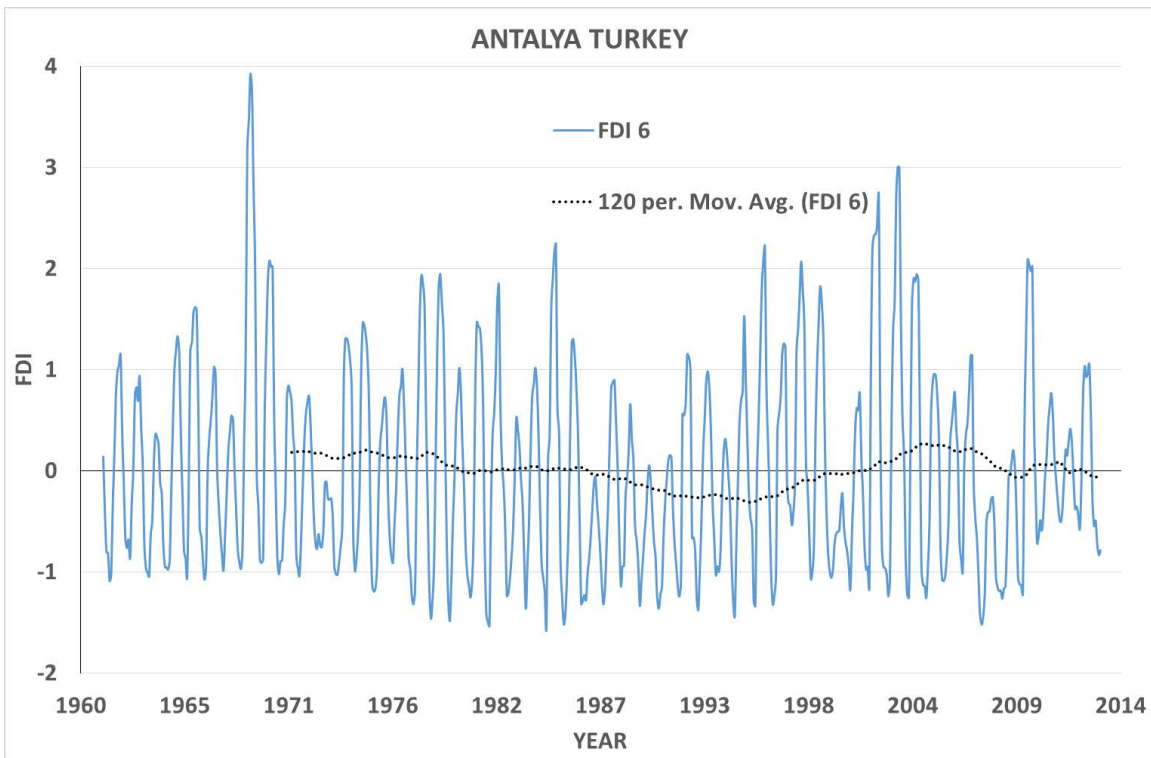
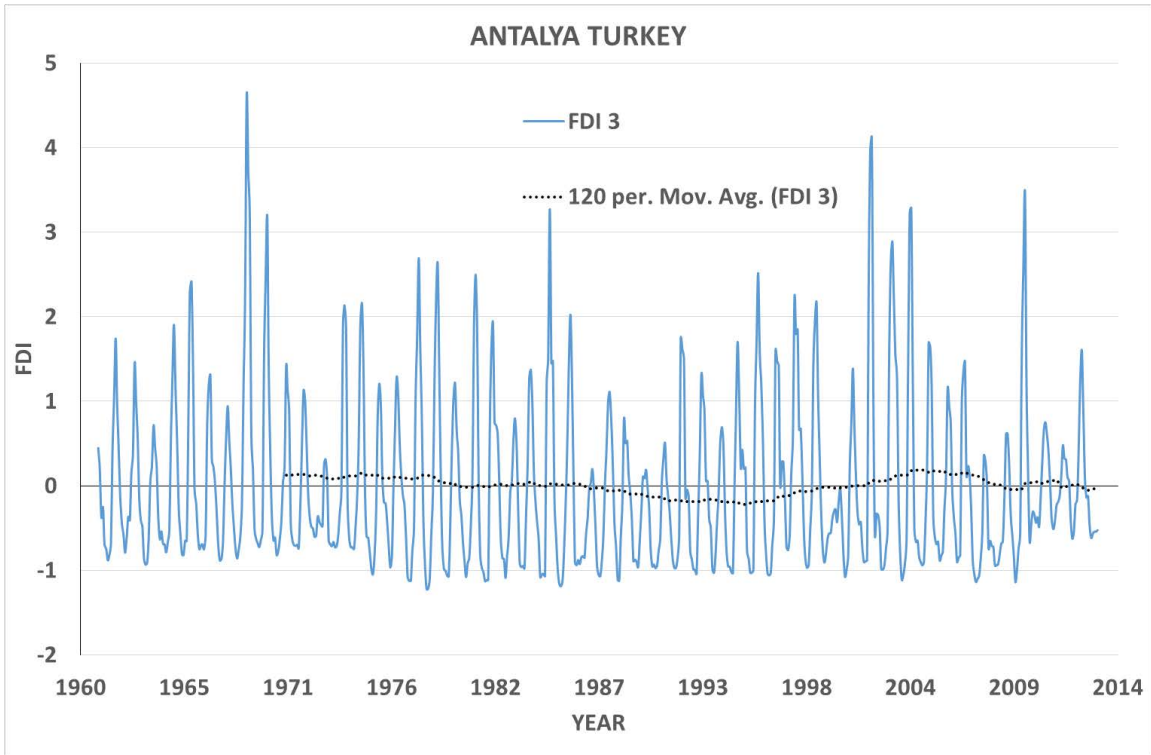


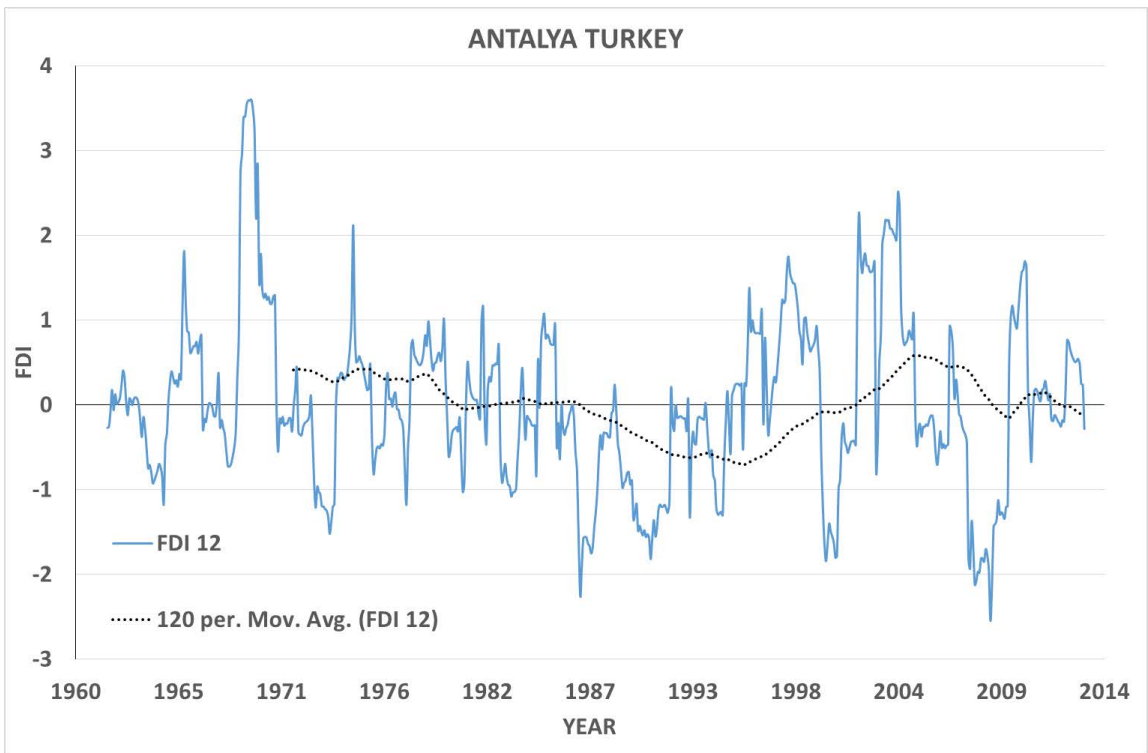
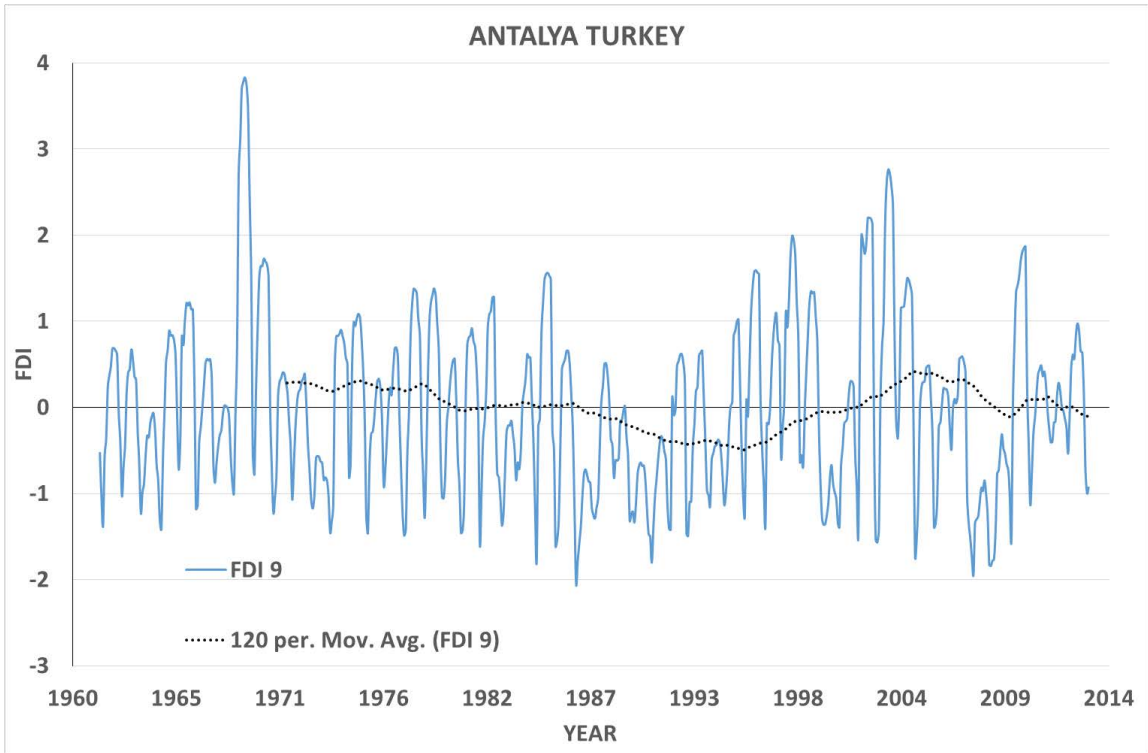


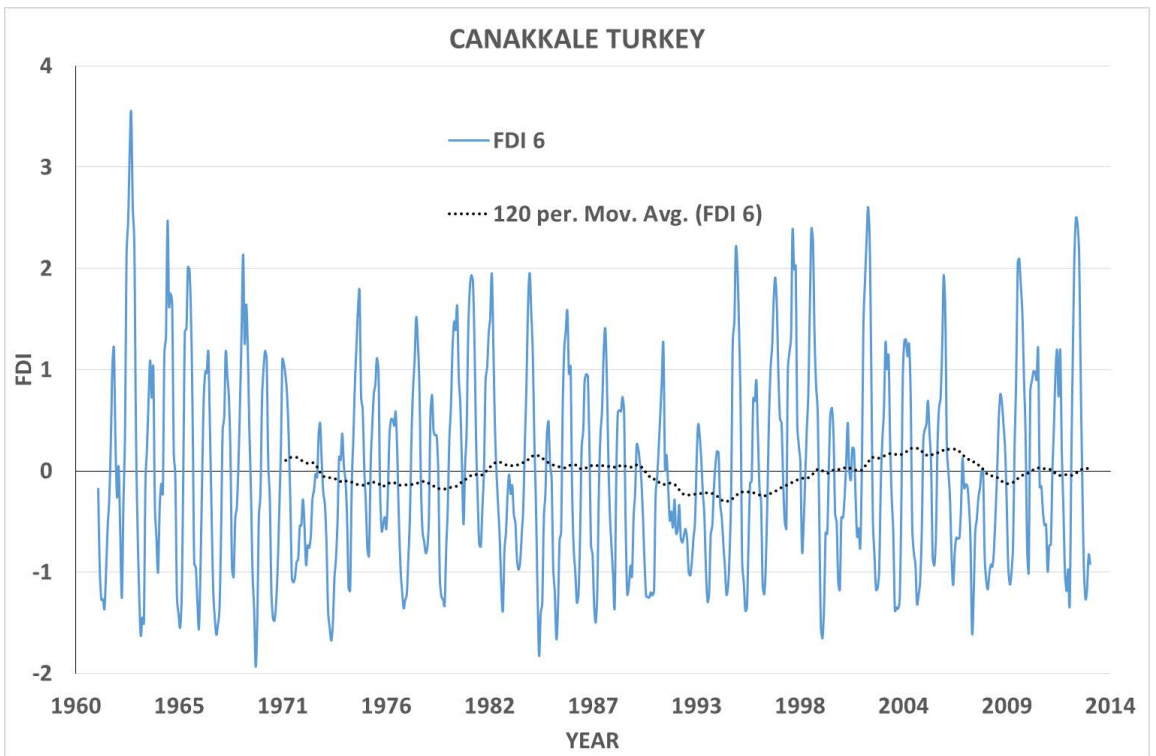
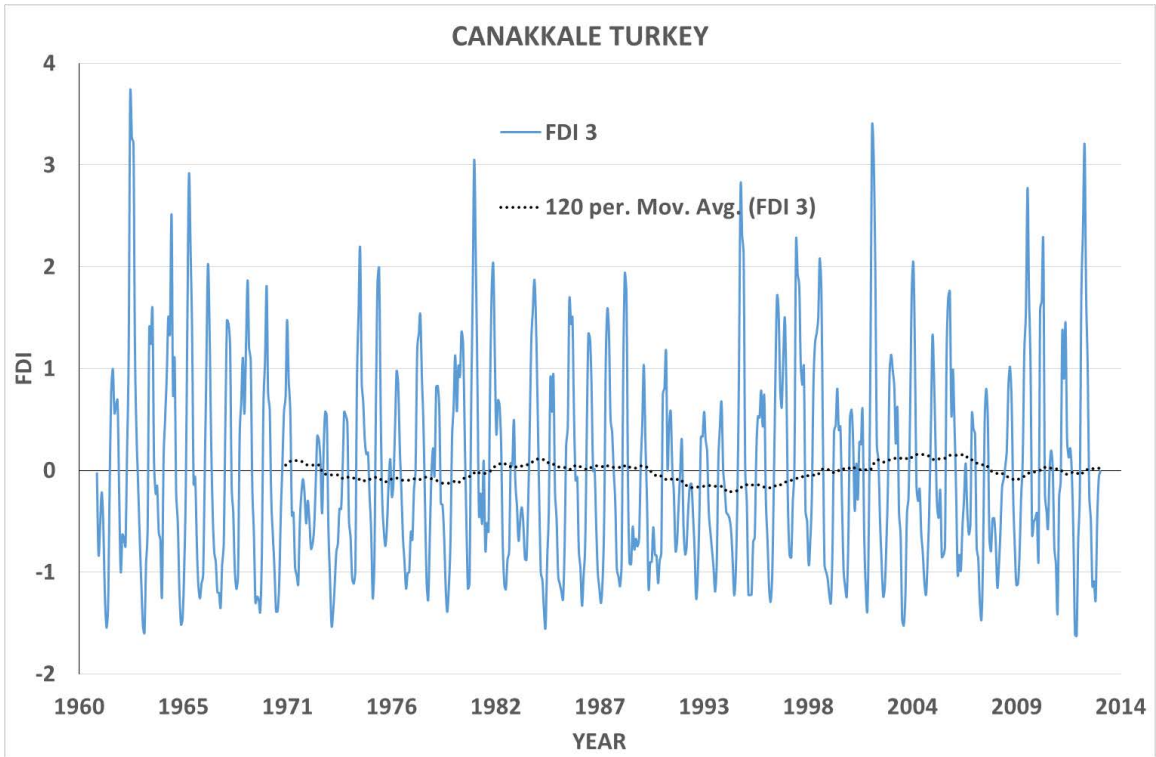


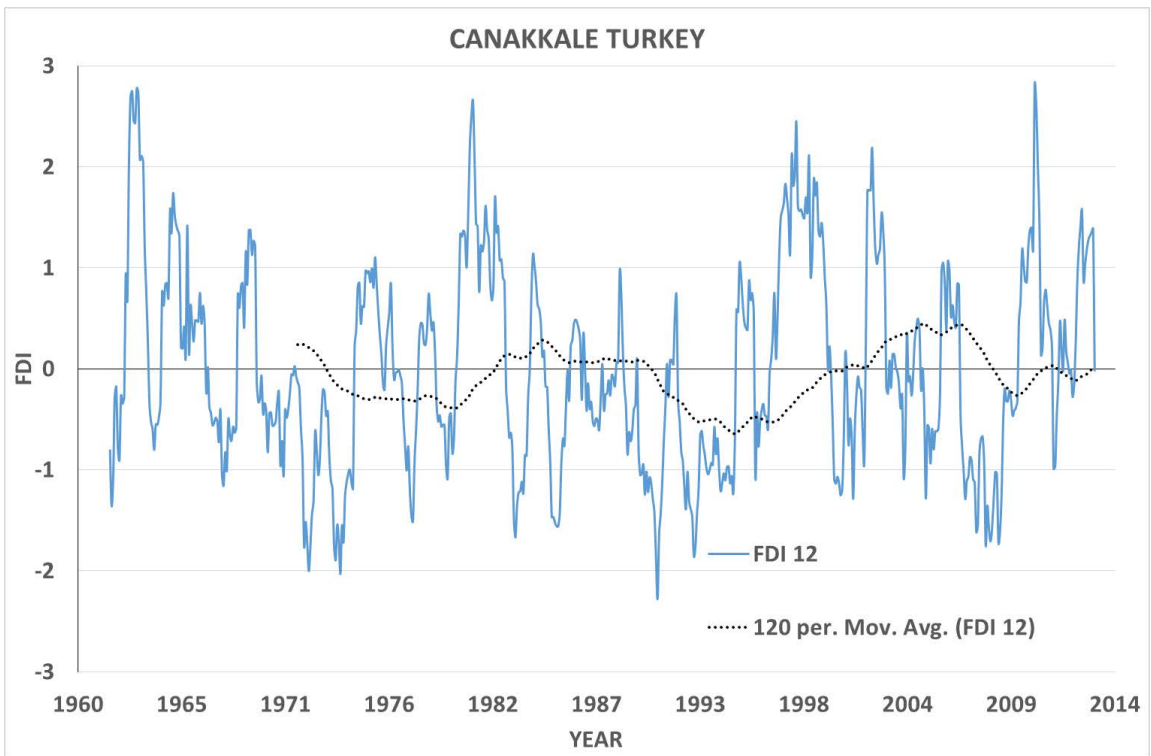
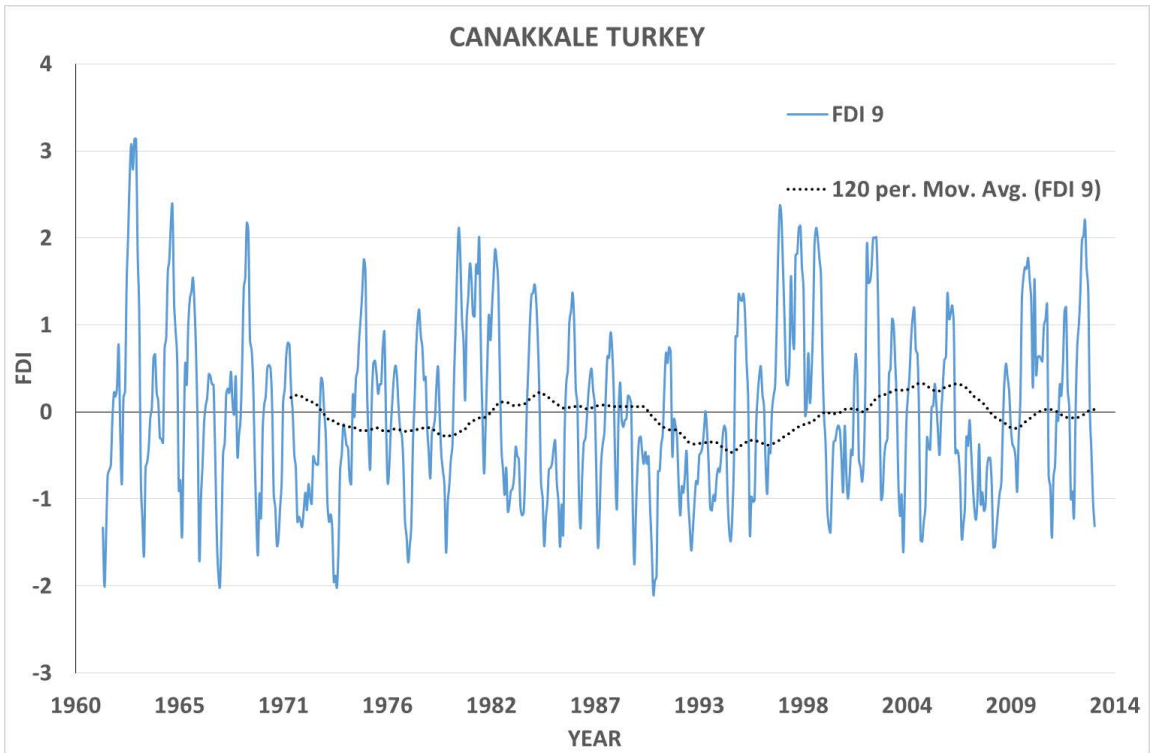


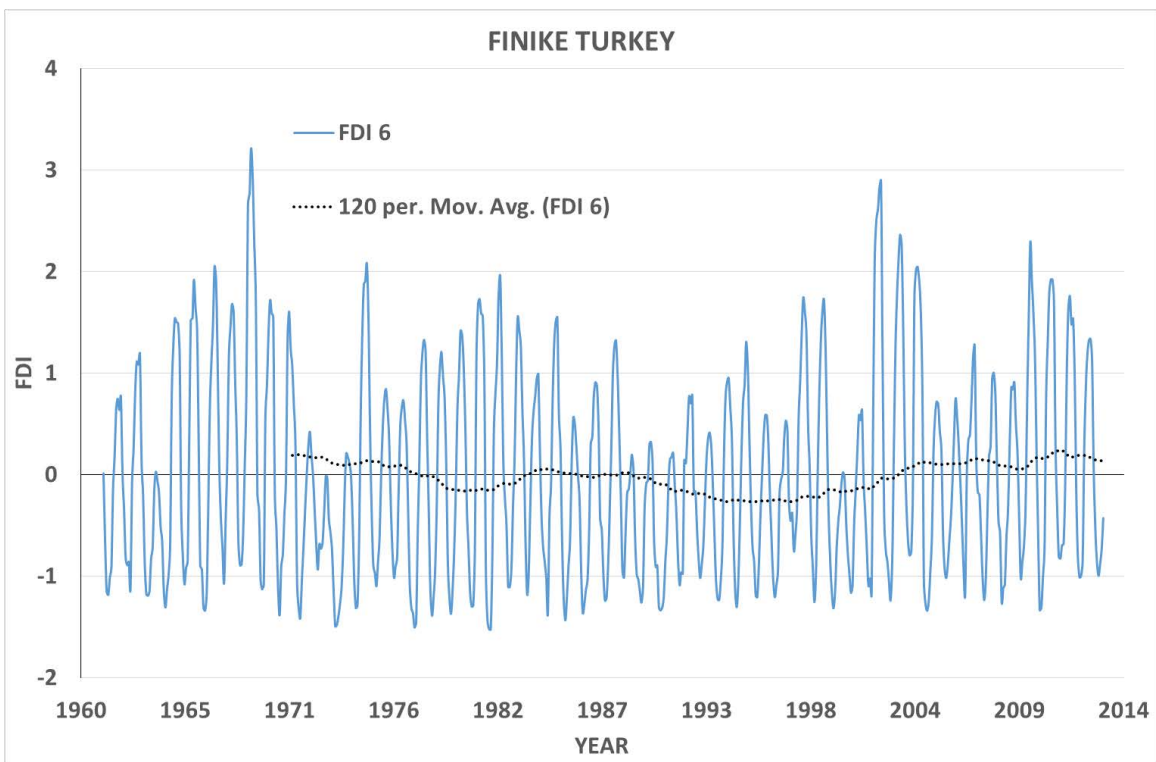
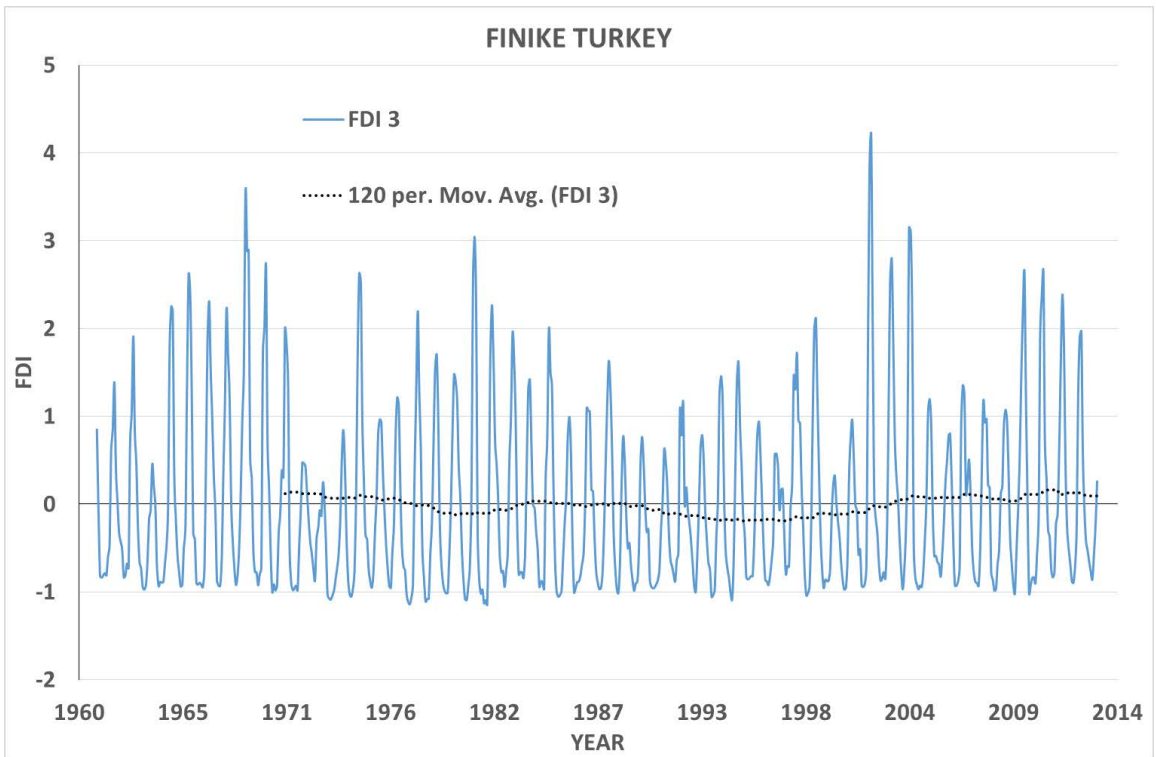


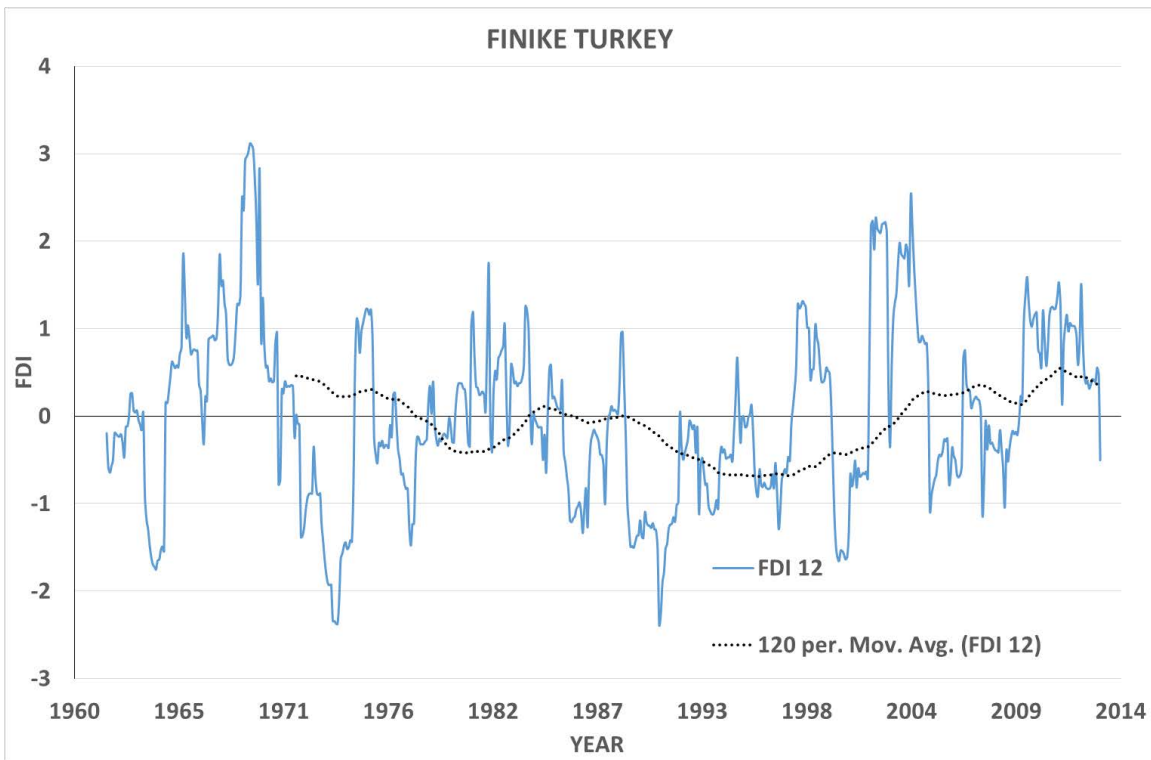
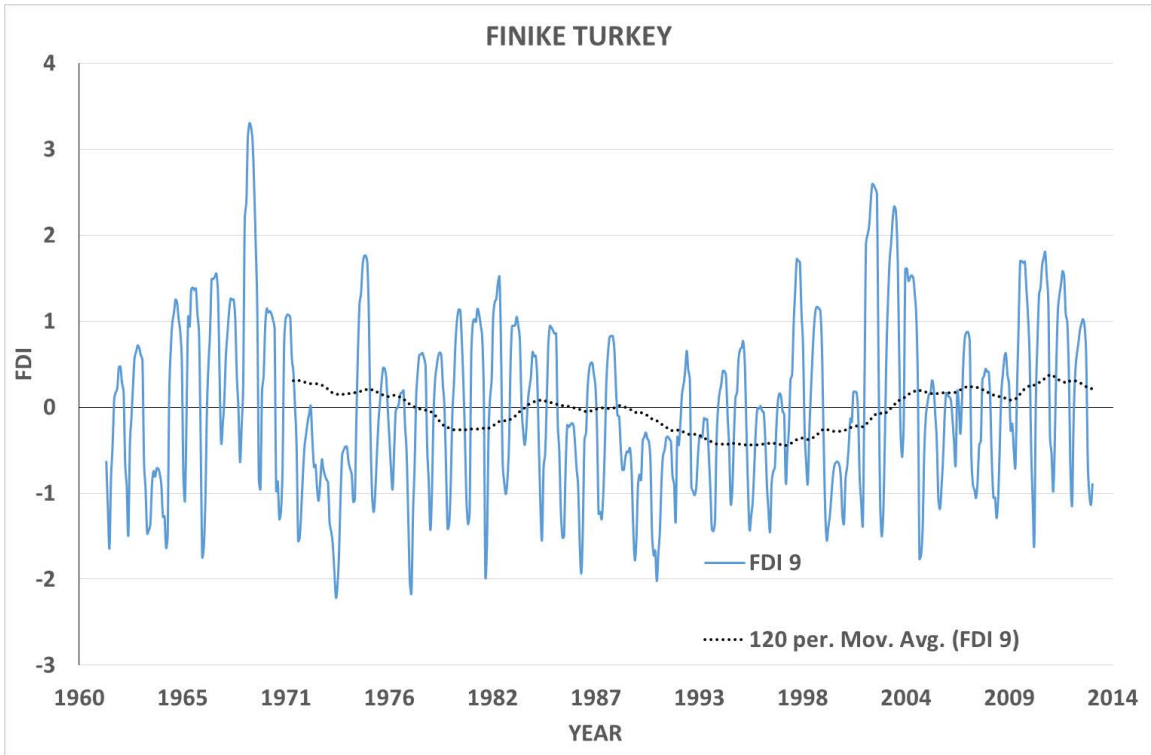


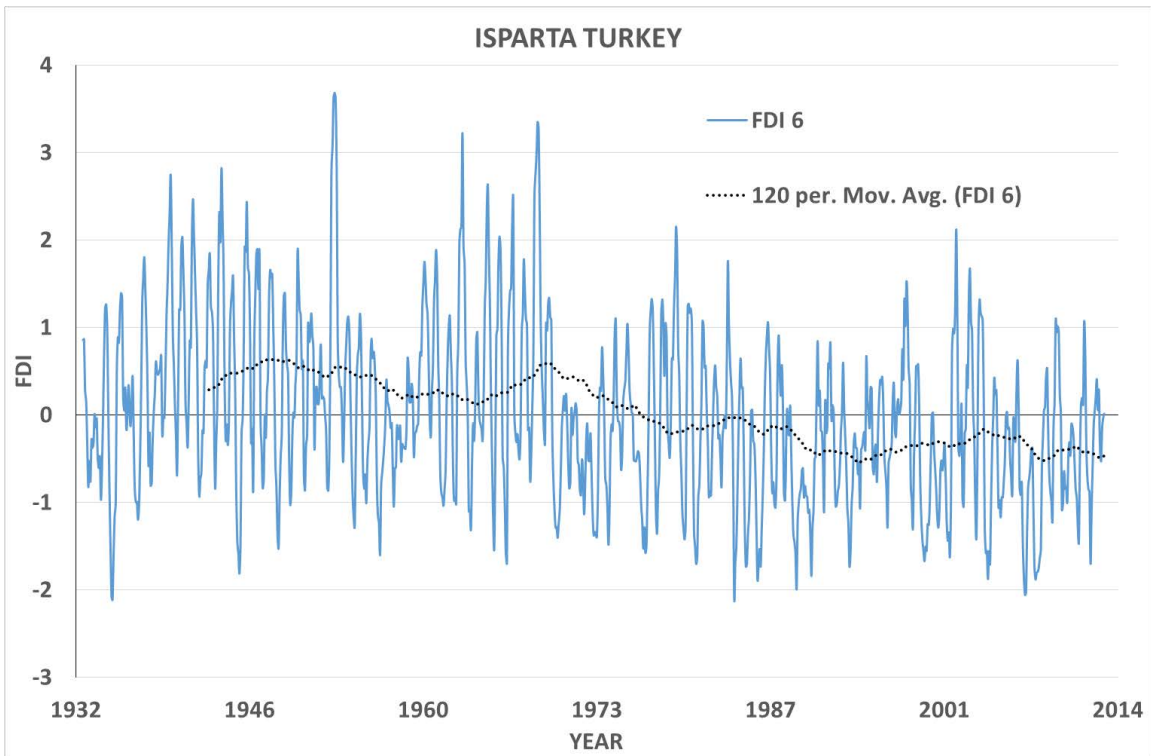
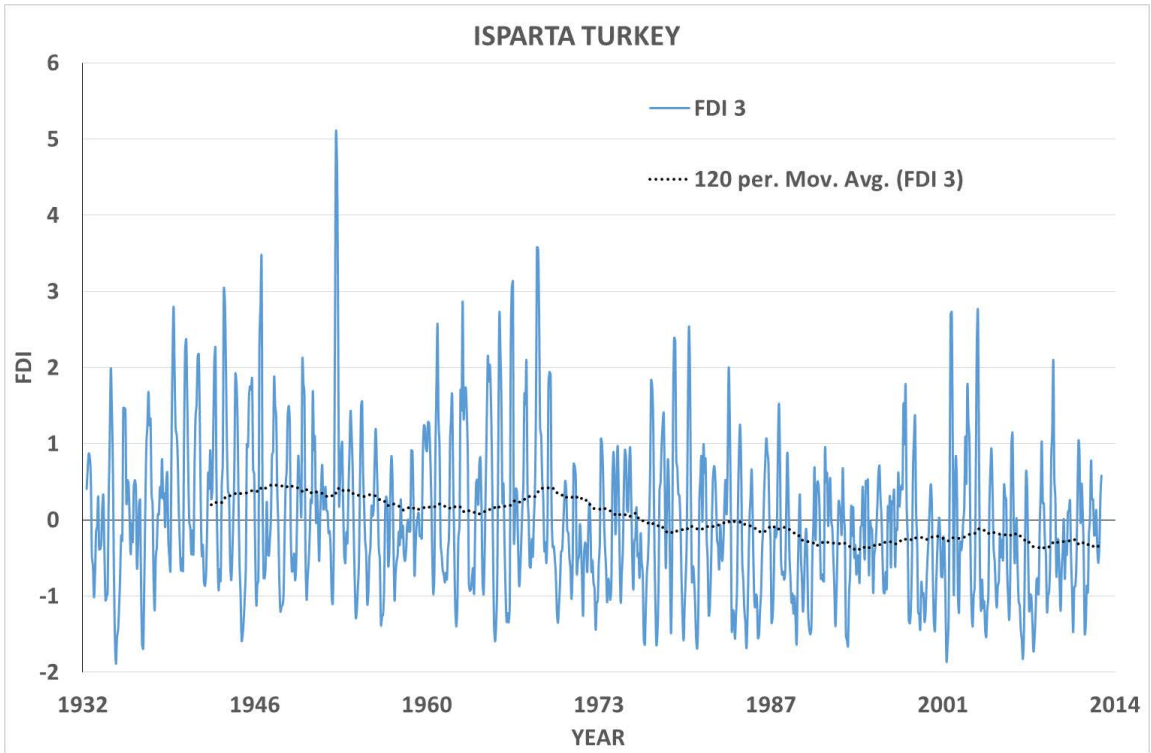


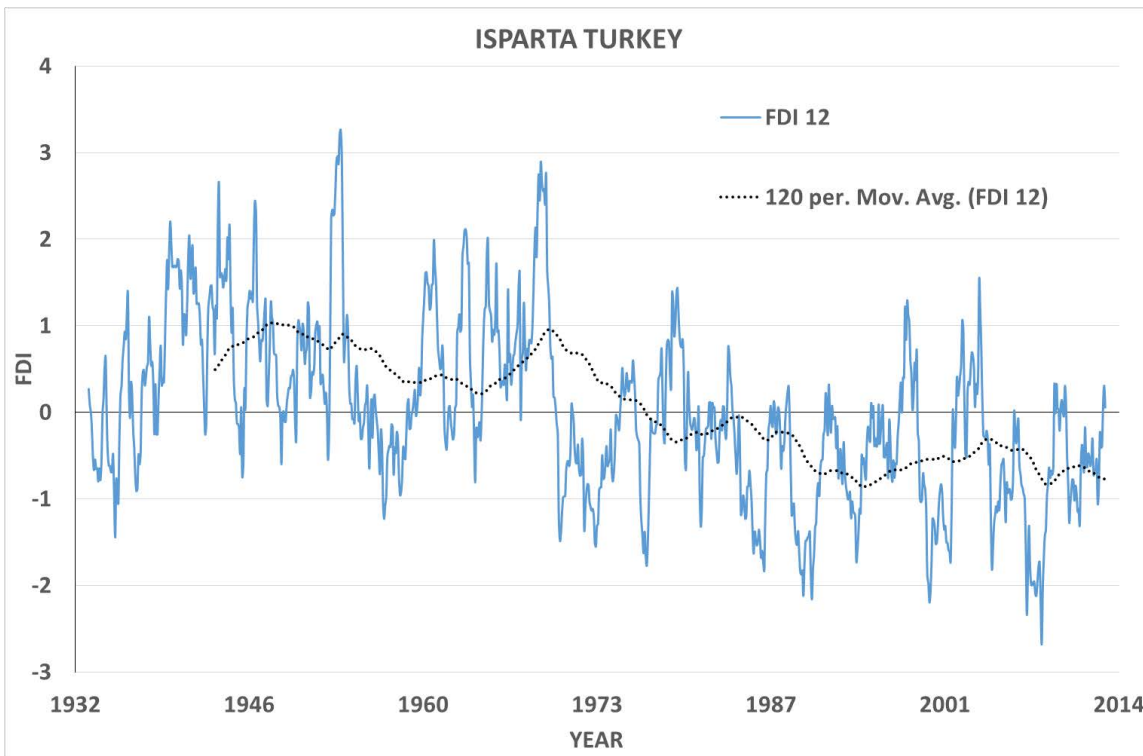
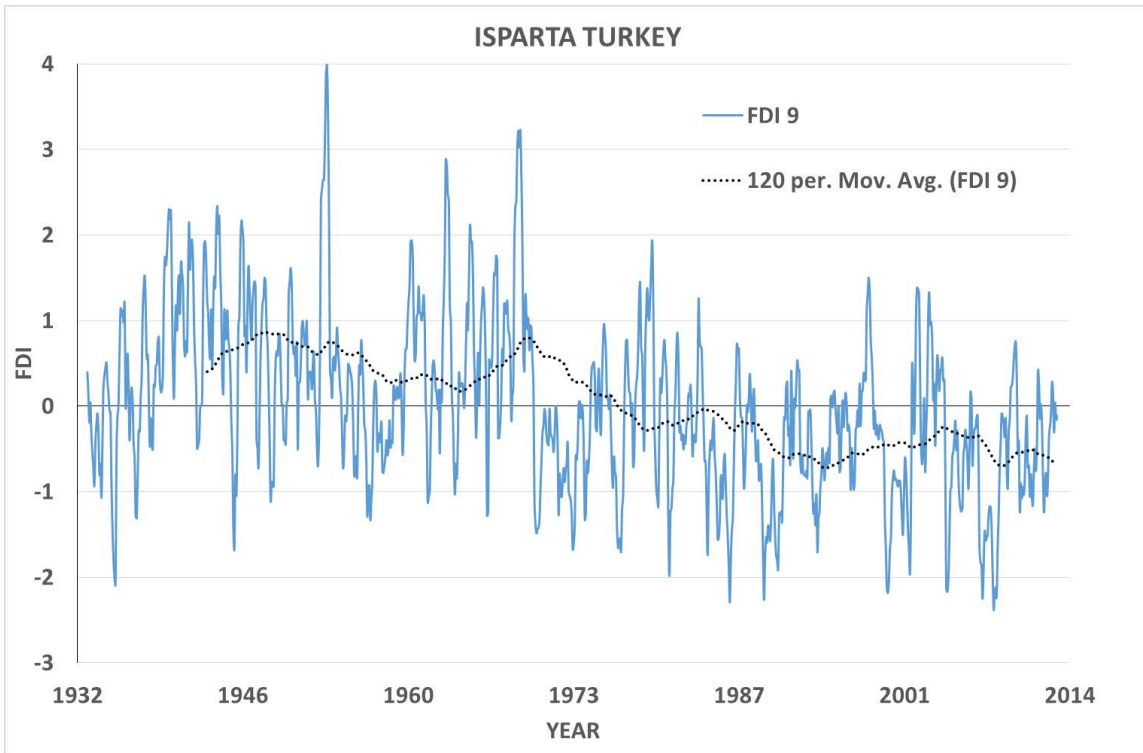


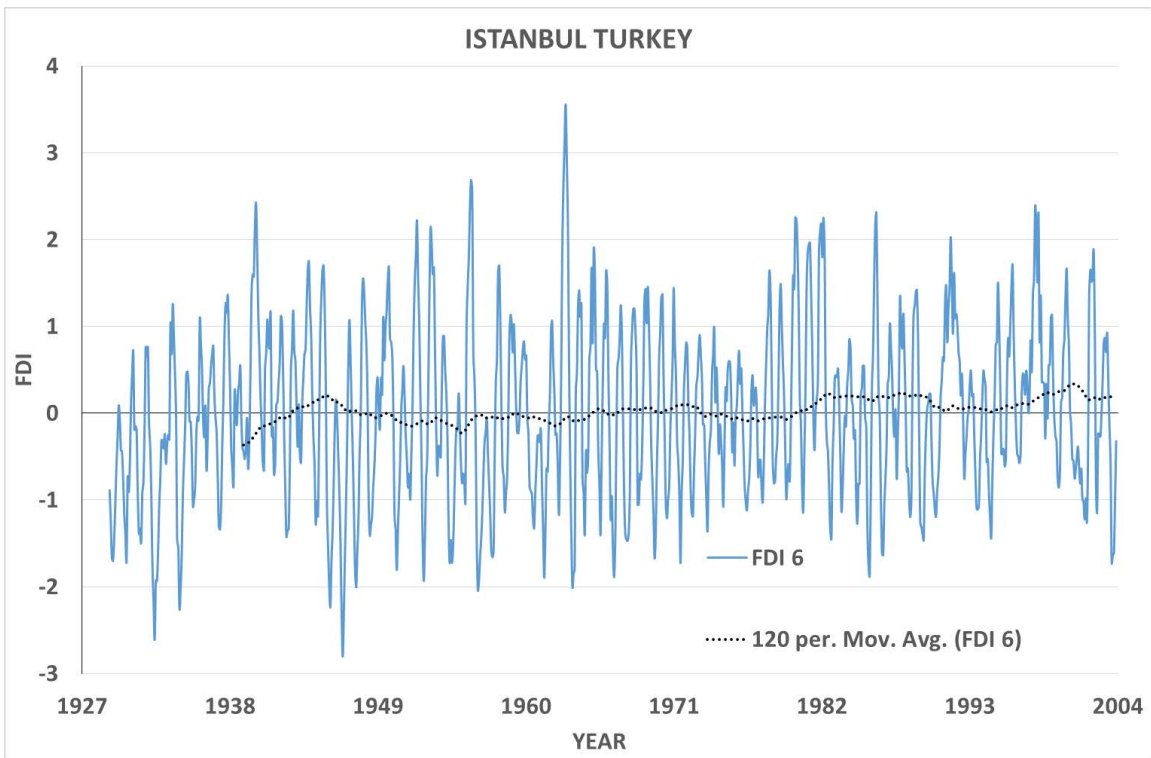
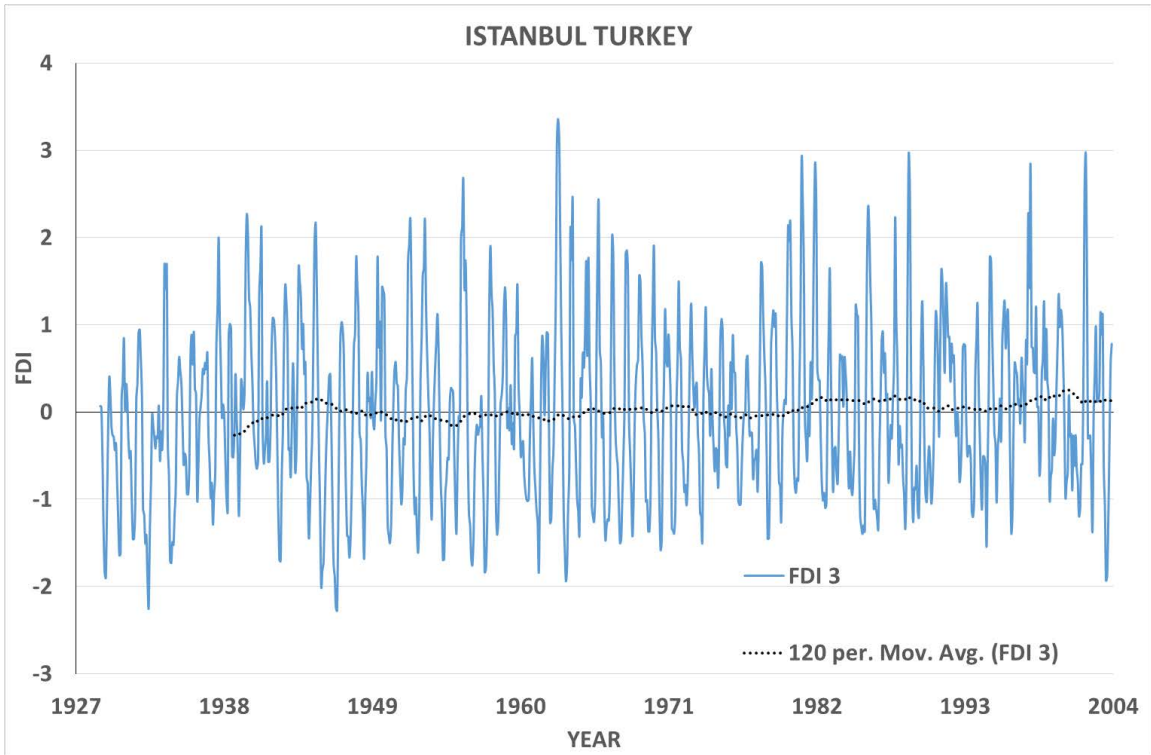


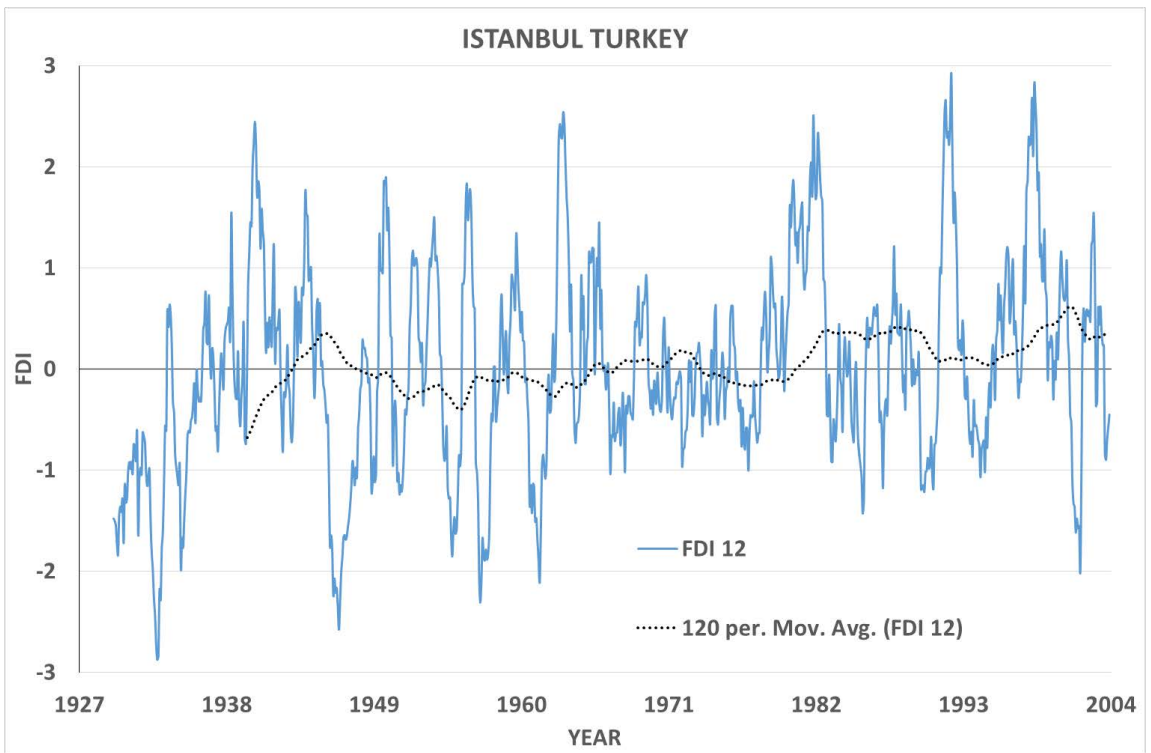
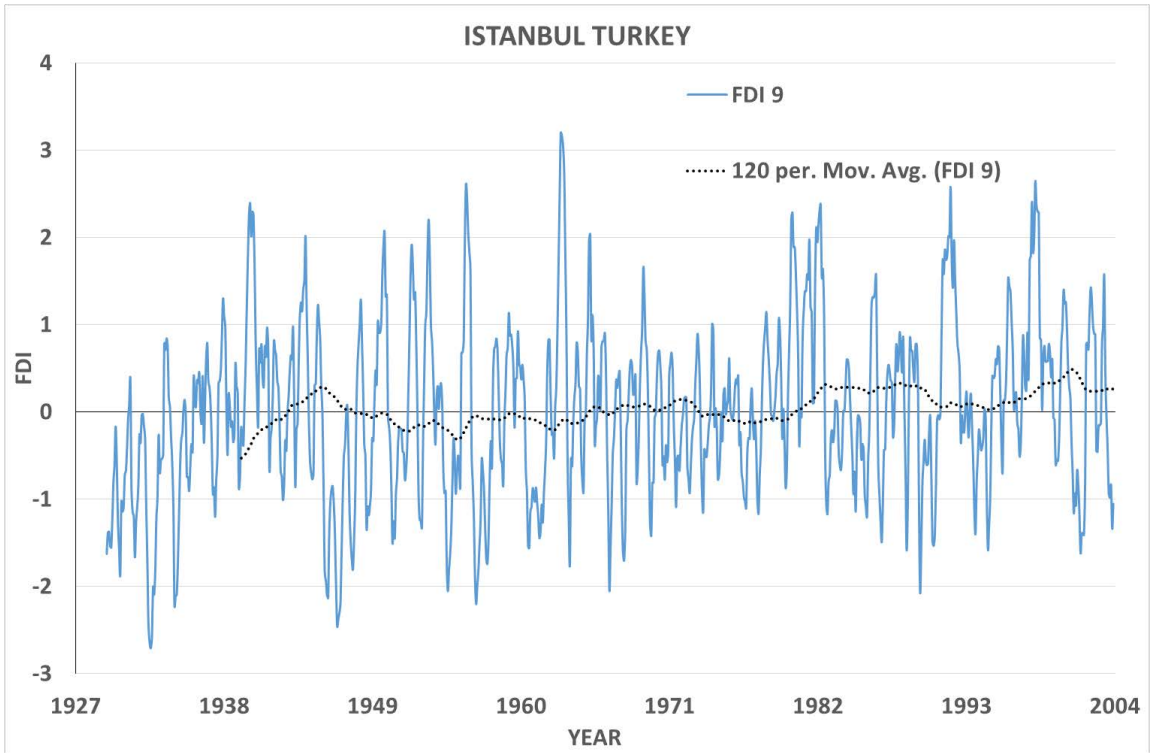


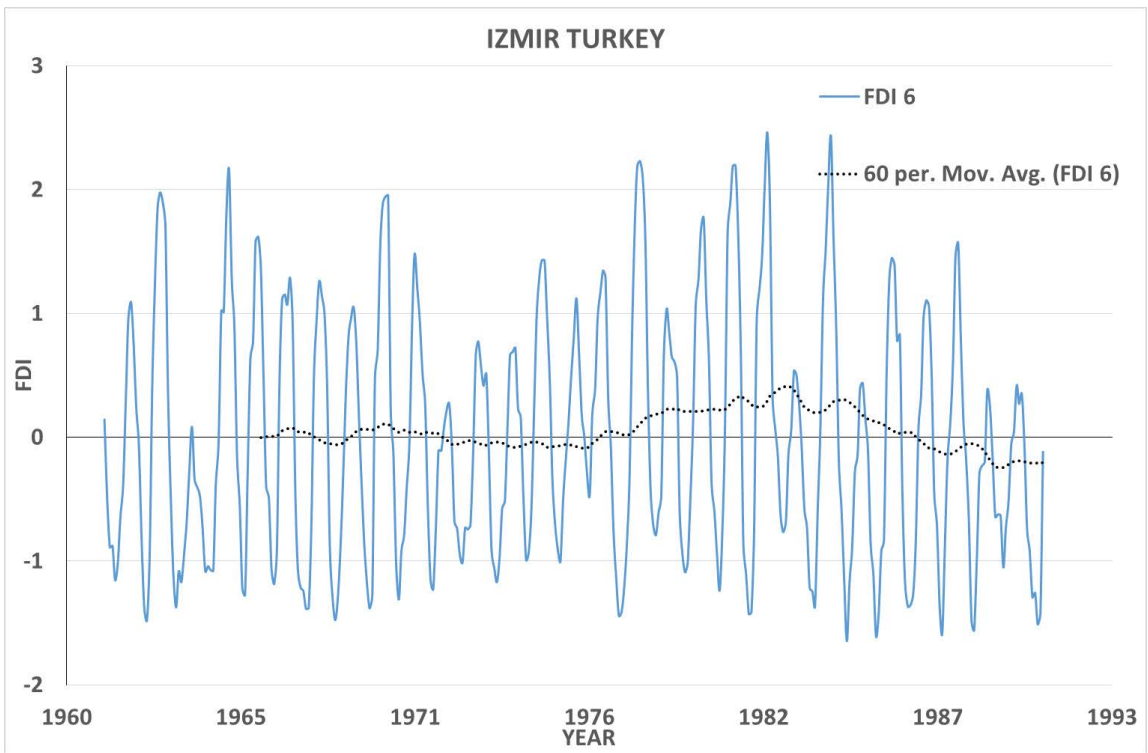
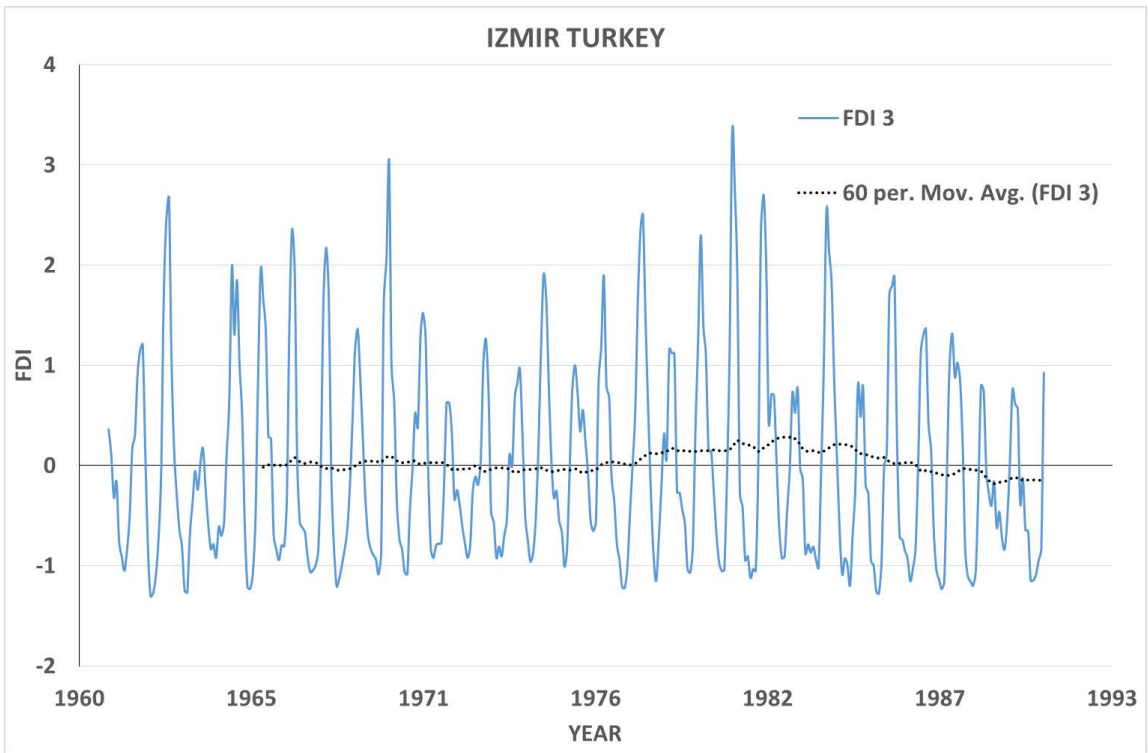


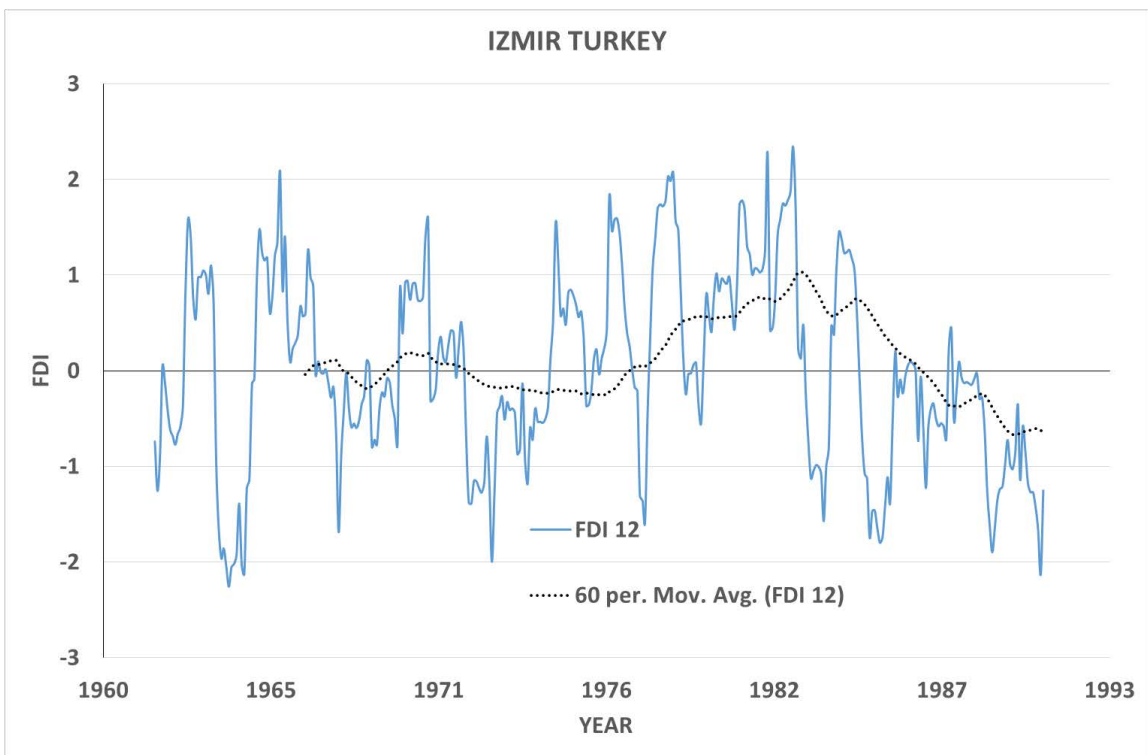
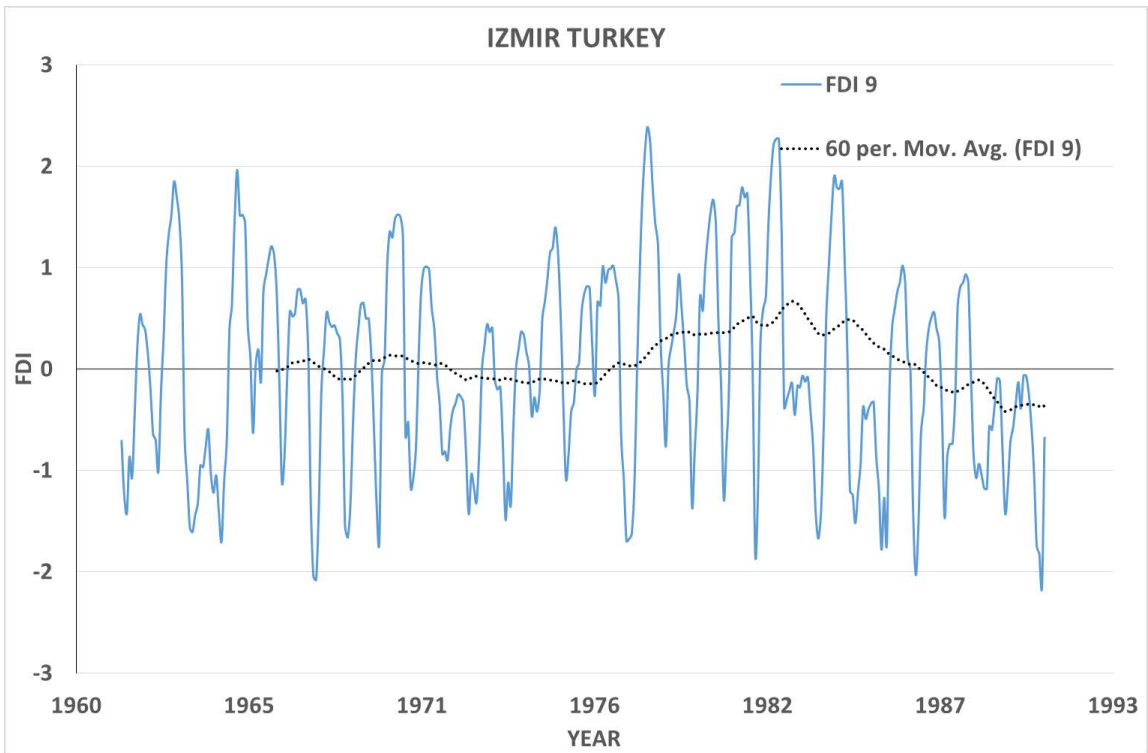


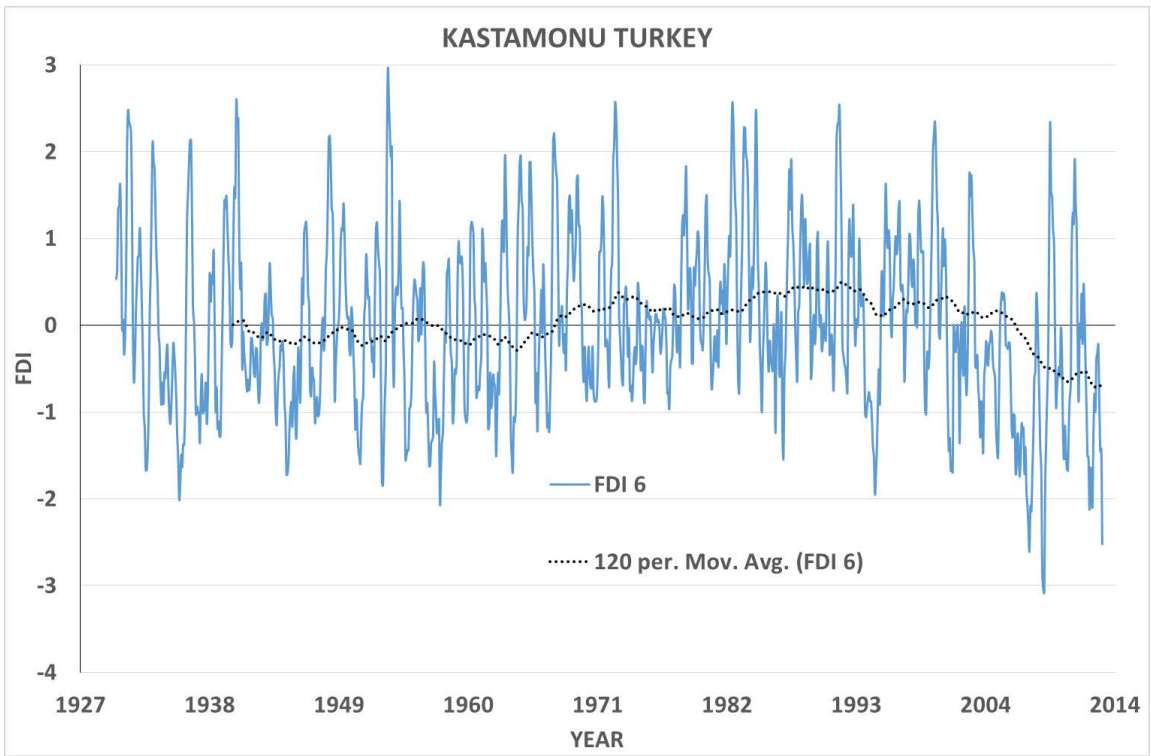
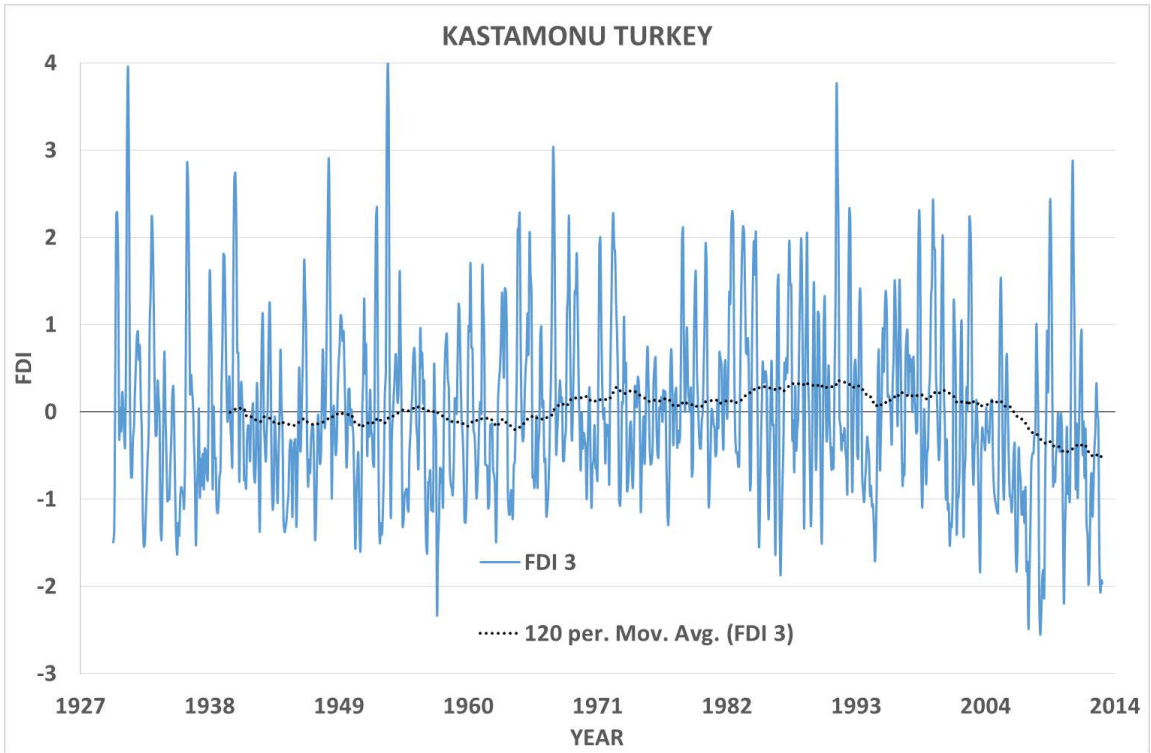


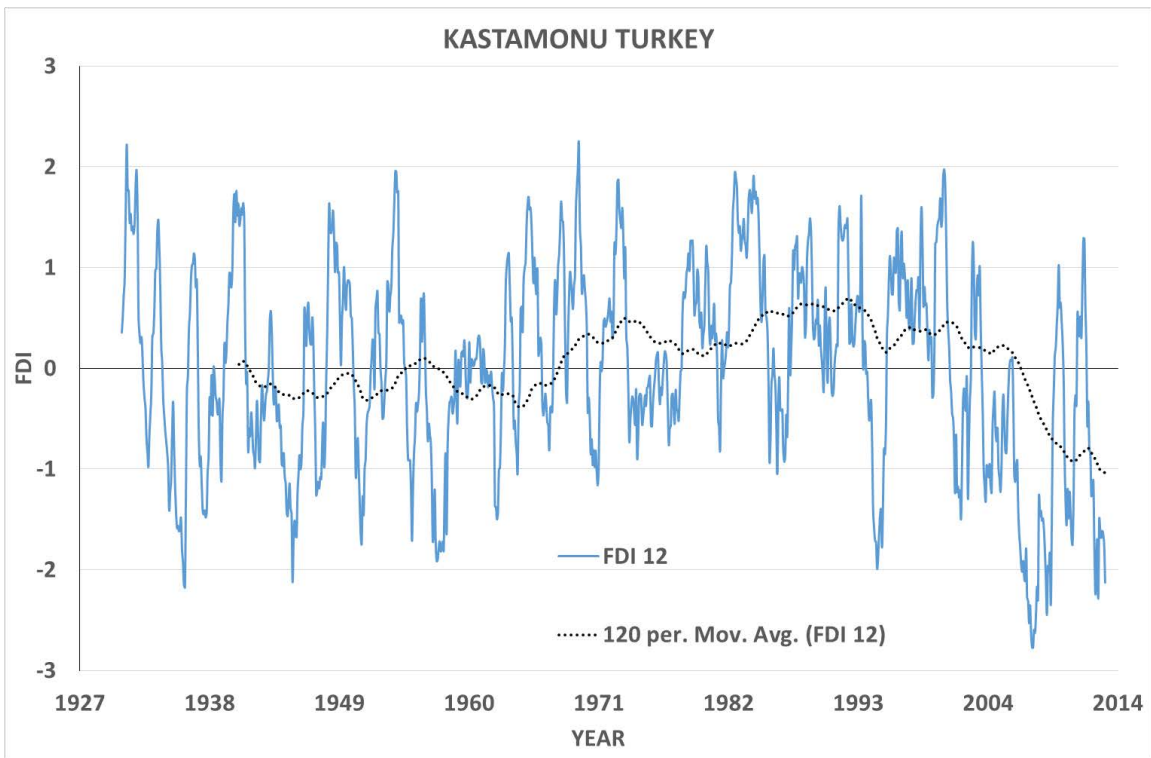
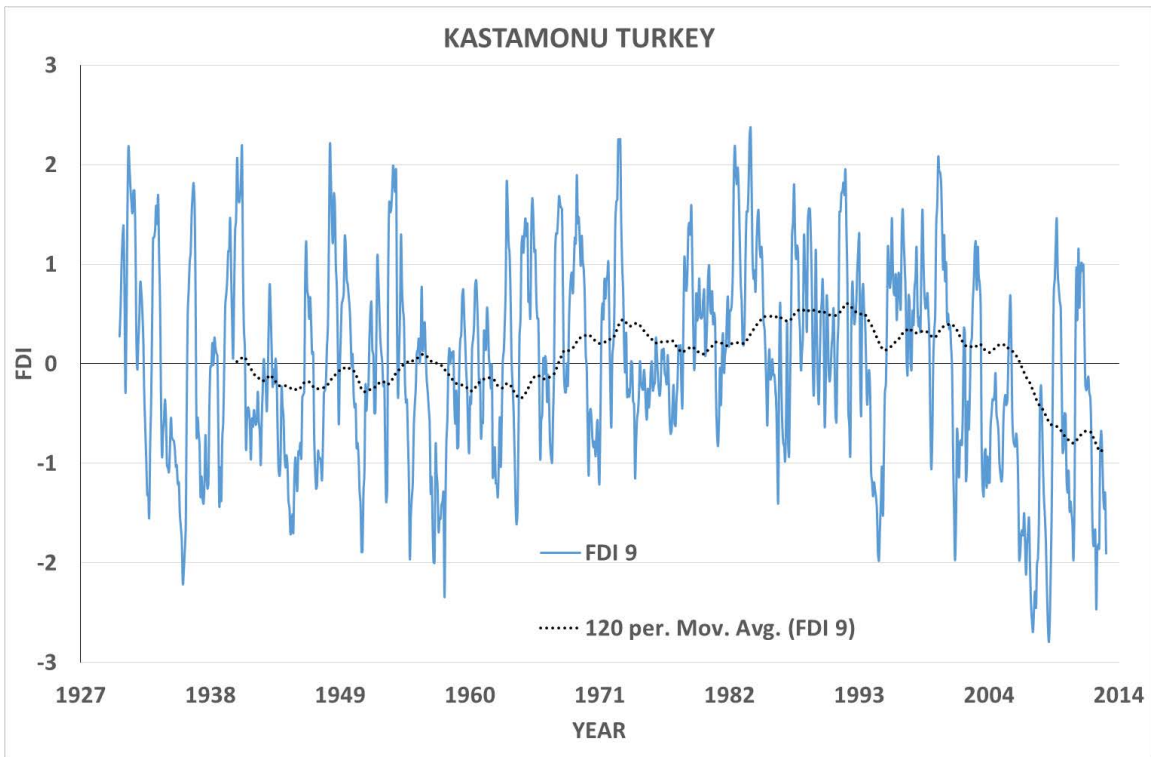


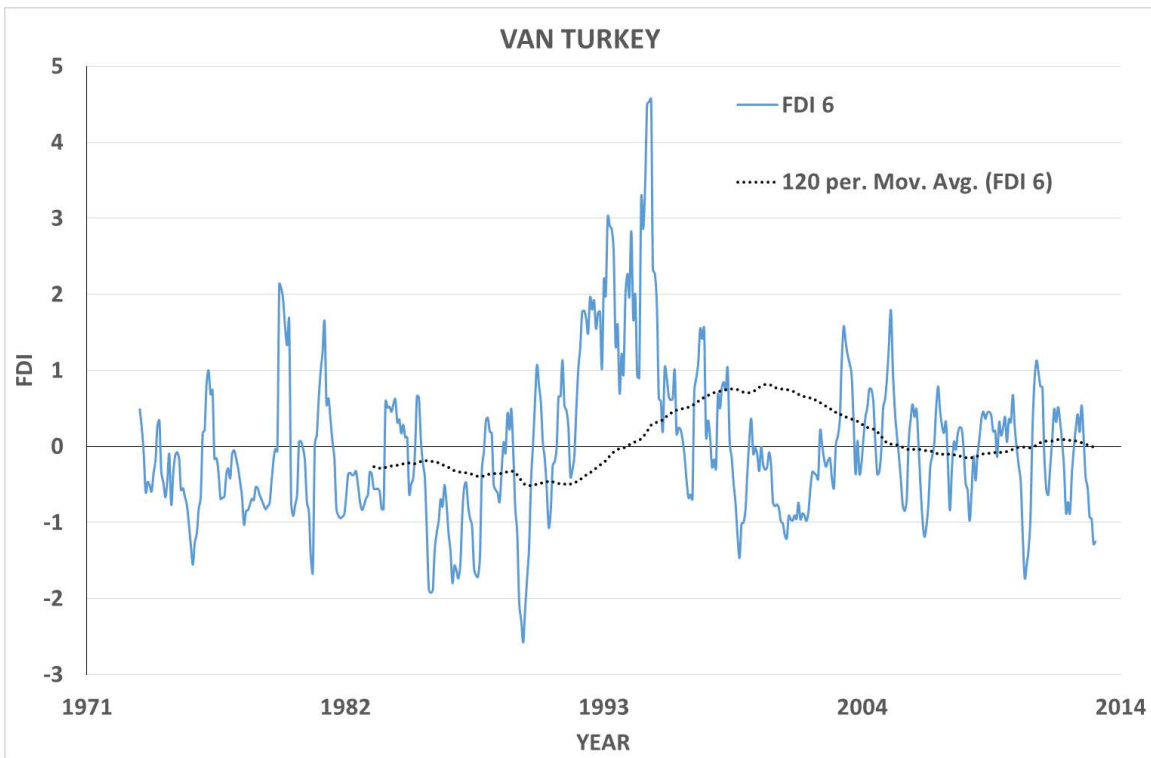
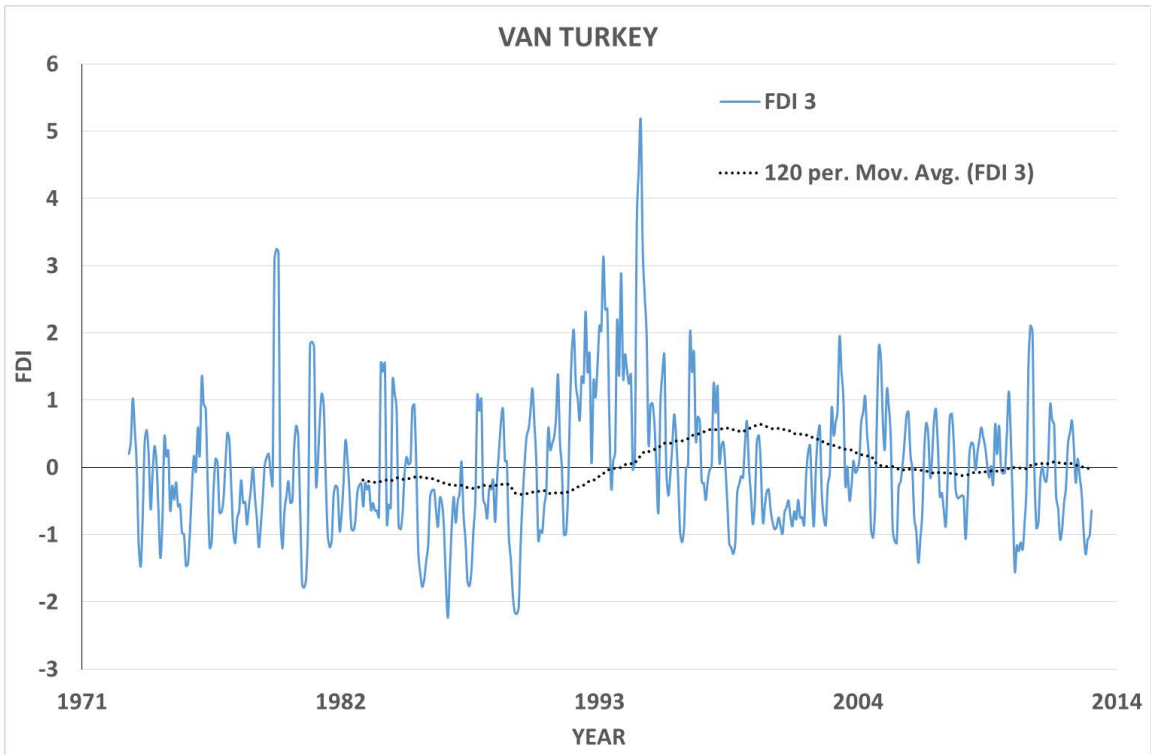


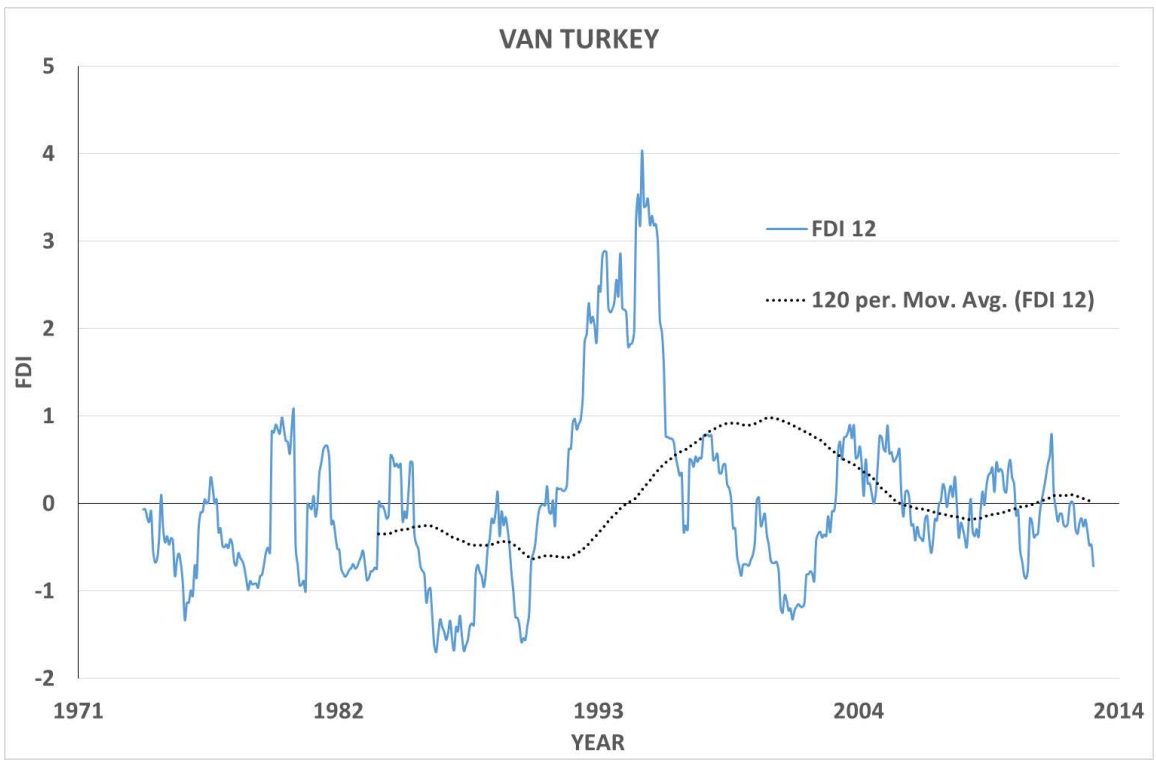
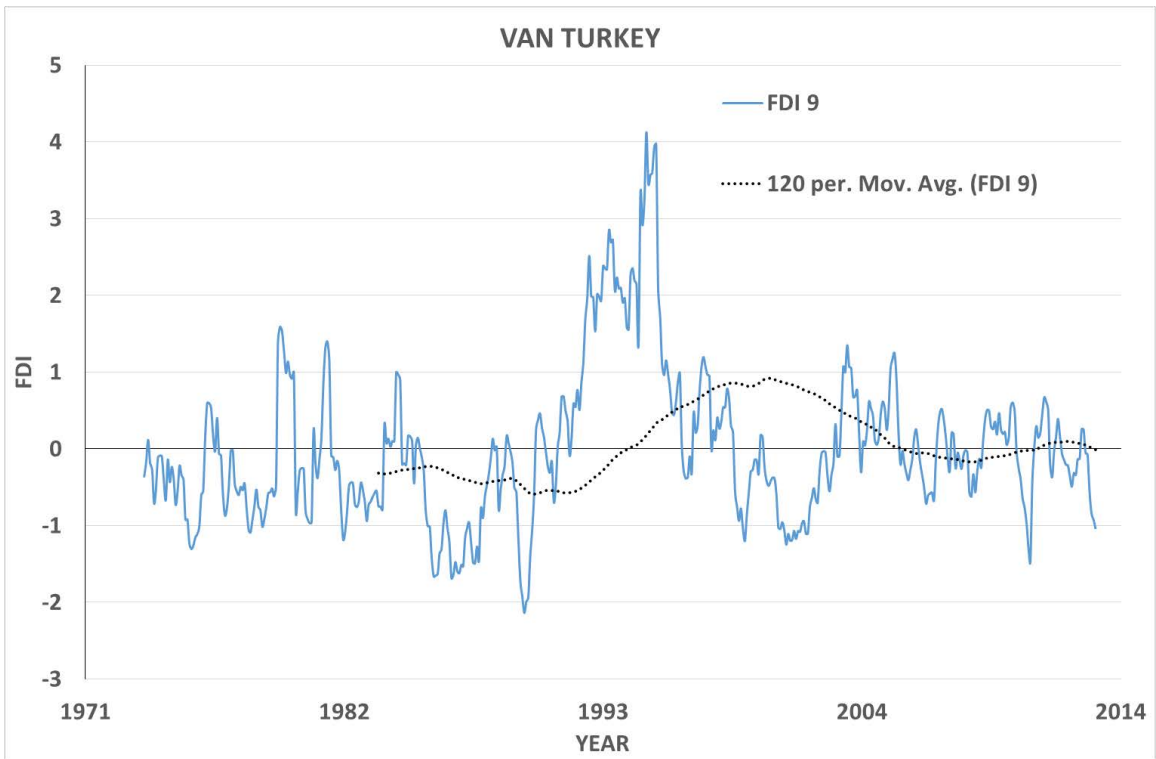


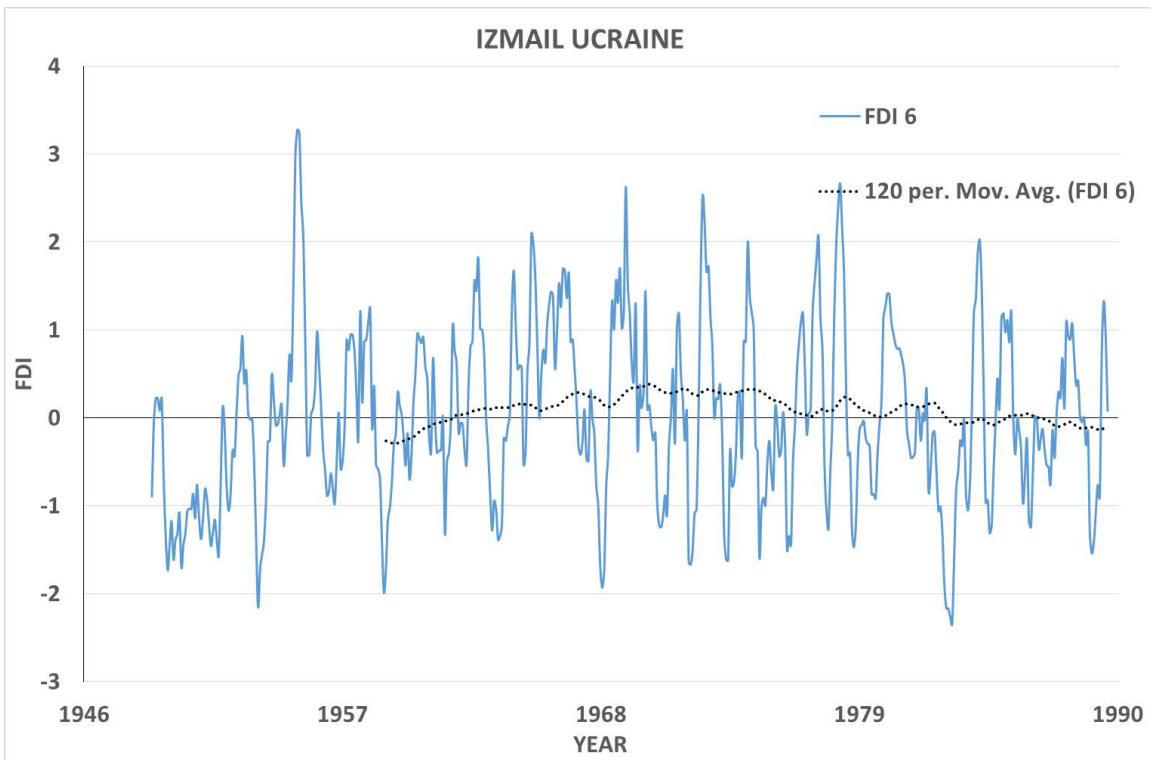
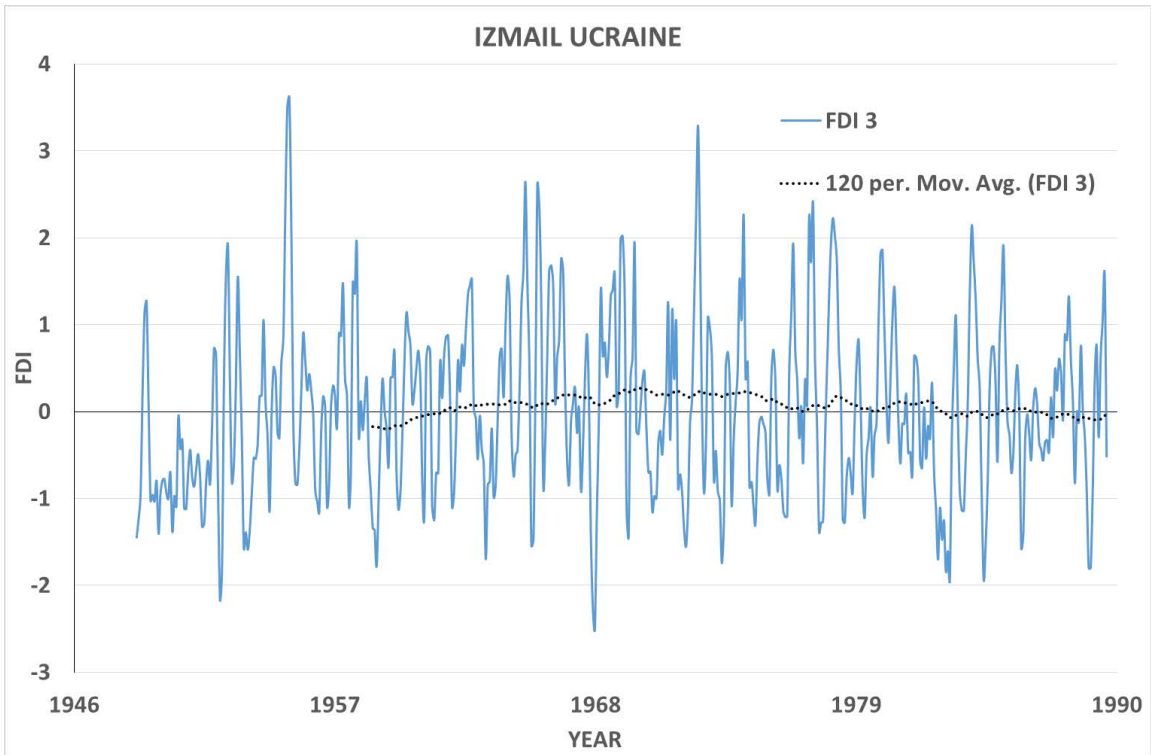


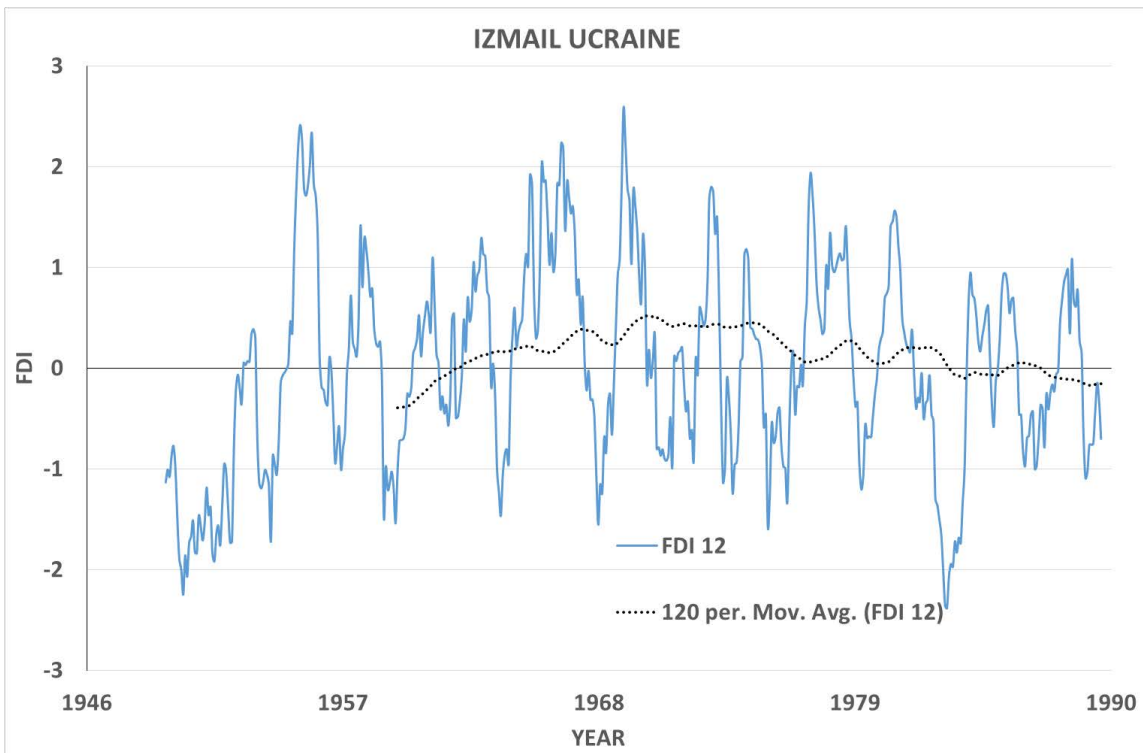
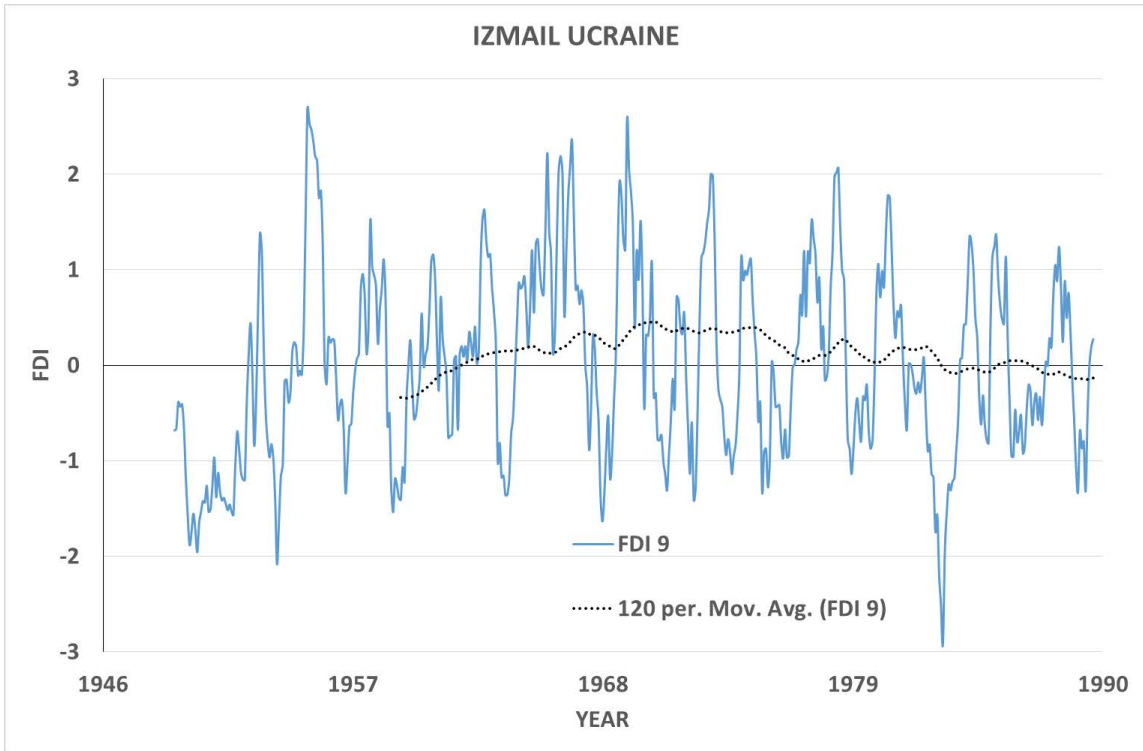












ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Κλιματικά Δεδομένα Σάμου

ID	Month	Year	Tot Precip	Avg Max Air Tmp	Avg Min Air Tmp	Avg Air Tmp	Ra
			(mm)	(C)	(C)	(C)	mm/day
1	1	1979	316.30	13.28	7.19	10.50	9.32
2	2	1979	61.20	14.51	8.19	11.56	11.96
3	3	1979	48.60	17.20	9.78	13.74	15.03
4	4	1979	11.20	19.21	10.27	15.47	17.47
5	5	1979	27.70	24.73	15.03	21.10	18.85
6	6	1979	4.20	30.93	19.89	26.28	19.26
7	7	1979	0.00	32.20	22.06	28.03	18.96
8	8	1979	0.00	31.18	21.17	27.07	17.81
9	9	1979	0.00	29.64	18.93	24.67	15.58
10	10	1979	51.40	22.82	14.81	19.16	12.57
11	11	1979	138.00	18.18	11.16	14.69	9.84
12	12	1979	181.10	15.08	8.31	12.15	8.59
13	1	1980	126.40	12.62	4.69	9.02	9.32
14	2	1980	85.30	12.18	6.57	9.57	11.96
15	3	1980	113.90	15.27	6.83	11.90	15.03
16	4	1980	69.30	18.01	9.54	14.85	17.47
17	5	1980	10.90	22.37	12.86	19.04	18.85
18	6	1980	1.40	29.14	17.58	24.71	19.26
19	7	1980	0.00	32.43	21.65	28.27	18.96
20	8	1980	0.00	31.70	21.87	27.72	17.81
21	9	1980	0.00	27.33	18.05	23.15	15.58
22	10	1980	12.10	24.03	14.35	19.72	12.57
23	11	1980	47.30	20.47	13.05	17.20	9.84
24	12	1980	154.80	15.65	8.47	12.40	8.59
25	1	1981	294.50	12.65	6.90	10.02	9.32
26	2	1981	78.70	13.22	6.26	9.94	11.96
27	3	1981	14.50	17.68	9.67	14.18	15.03
28	4	1981	6.50	20.65	10.70	16.77	17.47
29	5	1981	20.90	23.39	12.65	19.34	18.85
30	6	1981	0.00	30.67	19.41	26.22	19.26
31	7	1981	0.00	31.14	21.46	27.15	18.96
32	8	1981	0.00	32.45	22.52	28.10	17.81
33	9	1981	3.00	28.69	19.26	24.61	15.58
34	10	1981	9.60	25.23	16.73	21.31	12.57
35	11	1981	324.50	16.46	9.81	13.09	9.84
36	12	1981	294.70	16.79	10.92	14.15	8.59
37	1	1982	85.80	13.97	7.61	10.99	9.32
38	2	1982	92.70	11.54	5.17	8.23	11.96
39	3	1982	132.70	14.50	7.08	11.11	15.03

40	4	1982	59.70	18.67	10.61	15.13	17.47
41	5	1982	3.90	24.54	14.46	20.24	18.85
42	6	1982	12.70	29.24	17.86	24.90	19.26
43	7	1982	1.20	30.74	20.98	26.82	18.96
44	8	1982	0.00	31.82	21.85	27.23	17.81
45	9	1982	0.00	30.24	20.11	25.70	15.58
46	10	1982	52.00	23.37	15.32	19.67	12.57
47	11	1982	73.50	17.25	10.89	14.15	9.84
48	12	1982	150.60	14.47	8.95	11.72	8.59
49	1	1983	52.50	11.37	4.84	8.53	9.32
50	2	1983	169.60	11.31	5.22	8.49	11.96
51	3	1983	49.10	15.06	7.32	11.61	15.03
52	4	1983	10.10	20.63	11.07	16.86	17.47
53	5	1983	12.90	25.23	14.55	21.19	18.85
54	6	1983	3.30	27.68	17.94	24.01	19.26
55	7	1983	2.50	32.07	21.31	27.91	18.96
56	8	1983	14.70	30.75	21.29	26.74	17.81
57	9	1983	0.00	28.31	18.19	23.82	15.58
58	10	1983	0.60	22.09	13.36	17.97	12.57
59	11	1983	201.70	17.63	10.83	14.74	9.84
60	12	1983	299.60	15.53	8.64	12.45	8.59
61	1	1984	227.30	14.25	8.00	11.44	9.32
62	2	1984	219.60	14.41	7.42	11.34	11.96
63	3	1984	114.00	15.03	8.28	12.10	15.03
64	4	1984	75.20	17.57	9.20	14.21	17.47
65	5	1984	2.70	25.46	13.42	21.09	18.85
66	6	1984	0.00	28.71	17.21	24.40	19.26
67	7	1984	5.20	31.04	20.52	27.07	18.96
68	8	1984	0.00	30.35	20.90	26.35	17.81
69	9	1984	0.00	28.95	18.22	24.61	15.58
70	10	1984	0.00	25.27	15.36	20.66	12.57
71	11	1984	95.30	18.22	11.20	14.98	9.84
72	12	1984	127.10	13.96	7.50	11.00	8.59
73	1	1985	175.50	14.71	9.06	12.03	9.32
74	2	1985	50.20	11.01	3.70	7.46	11.96
75	3	1985	126.60	15.30	7.75	11.99	15.03
76	4	1985	5.30	20.32	10.58	16.72	17.47
77	5	1985	25.80	26.19	15.45	22.00	18.85
78	6	1985	0.00	29.42	18.19	25.45	19.26
79	7	1985	0.00	32.57	21.81	28.44	18.96
80	8	1985	0.00	33.03	22.15	28.52	17.81
81	9	1985	0.00	28.88	19.31	24.69	15.58
82	10	1985	16.20	21.49	13.74	17.77	12.57
83	11	1985	38.30	19.44	12.45	16.06	9.84
84	12	1985	55.40	15.65	9.12	12.51	8.59

85	1	1986	267.10	14.75	8.77	11.67	9.32
86	2	1986	173.10	14.52	8.24	11.70	11.96
87	3	1986	44.00	15.79	8.97	12.69	15.03
88	4	1986	11.40	22.41	12.02	18.21	17.47
89	5	1986	48.70	24.74	15.09	20.90	18.85
90	6	1986	2.40	29.19	19.00	25.41	19.26
91	7	1986	0.00	32.20	22.17	28.32	18.96
92	8	1986	0.00	33.46	22.45	29.03	17.81
93	9	1986	1.00	29.59	19.51	24.86	15.58
94	10	1986	16.10	22.63	15.43	19.19	12.57
95	11	1986	25.20	16.45	9.49	13.02	9.84
96	12	1986	123.40	14.10	7.17	10.93	8.59
97	1	1987	126.70	14.62	8.95	11.71	9.32
98	2	1987	83.00	14.26	7.87	11.18	11.96
99	3	1987	119.30	11.97	4.11	8.45	15.03
100	4	1987	75.00	18.33	9.72	14.63	17.47
101	5	1987	14.60	22.45	12.52	18.68	18.85
102	6	1987	0.00	29.97	19.25	25.92	19.26
103	7	1987	0.00	34.18	23.52	29.73	18.96
104	8	1987	0.00	32.17	22.60	27.94	17.81
105	9	1987	0.00	29.85	20.41	25.55	15.58
106	10	1987	1.40	22.00	14.41	18.51	12.57
107	11	1987	97.50	17.12	8.96	13.60	9.84
108	12	1987	80.10	14.80	7.93	11.28	8.59
109	1	1988	86.70	13.91	7.50	10.78	9.32
110	2	1988	128.50	13.29	5.98	9.89	11.96
111	3	1988	171.30	14.71	7.26	11.44	15.03
112	4	1988	18.40	19.64	10.20	15.70	17.47
113	5	1988	8.00	25.33	14.30	20.99	18.85
114	6	1988	1.20	29.75	18.21	25.64	19.26
115	7	1988	0.00	34.87	24.87	30.82	18.96
116	8	1988	0.00	33.45	22.86	29.03	17.81
117	9	1988	0.00	28.53	18.85	24.33	15.58
118	10	1988	14.80	21.95	14.46	18.56	12.57
119	11	1988	205.30	15.43	8.80	12.22	9.84
120	12	1988	227.30	14.35	7.66	11.22	8.59
121	1	1989	20.00	11.81	4.66	8.41	9.32
122	2	1989	19.60	13.85	5.87	10.45	11.96
123	3	1989	96.90	17.43	8.88	13.75	15.03
124	4	1989	0.80	22.69	12.19	18.50	17.47
125	5	1989	18.10	23.63	13.15	19.64	18.85
126	6	1989	5.70	28.40	16.21	24.07	19.26
127	7	1989	0.00	32.12	21.94	28.15	18.96
128	8	1989	0.00	32.25	21.50	27.77	17.81
129	9	1989	5.50	28.64	18.10	24.23	15.58

130	10	1989	135.10	21.64	14.27	18.01	12.57
131	11	1989	77.50	17.68	10.05	13.70	9.84
132	12	1989	77.40	14.70	7.93	11.57	8.59
133	1	1990	3.40	12.13	5.06	8.59	9.32
134	2	1990	71.90	13.81	7.04	10.77	11.96
135	3	1990	0.00	18.15	8.05	13.62	15.03
136	4	1990	34.50	20.43	11.36	16.58	17.47
137	5	1990	0.00	25.57	14.39	21.04	18.85
138	6	1990	3.70	29.14	17.70	24.73	19.26
139	7	1990	0.00	33.90	23.18	29.62	18.96
140	8	1990	0.00	32.63	22.12	28.12	17.81
141	9	1990	17.50	28.02	18.39	23.84	15.58
142	10	1990	14.20	24.10	15.35	20.14	12.57
143	11	1990	78.30	20.21	12.93	16.75	9.84
144	12	1990	296.50	16.11	9.41	12.97	8.59
145	1	1991	66.60	12.89	6.72	9.86	9.32
146	2	1991	128.90	13.52	7.16	10.53	11.96
147	3	1991	62.90	17.26	10.01	13.73	15.03
148	4	1991	74.00	19.02	10.17	15.41	17.47
149	5	1991	29.40	21.85	12.73	18.32	18.85
150	6	1991	1.80	29.61	17.87	25.36	19.26
151	7	1991	0.00	32.03	21.00	27.79	18.96
152	8	1991	0.00	32.60	23.03	28.46	17.81
153	9	1991	0.40	28.89	18.07	23.87	15.58
154	10	1991	21.20	23.66	14.97	19.43	12.57
155	11	1991	73.60	18.47	10.43	14.43	9.84
156	12	1991	254.40	11.02	5.46	8.12	8.59
157	1	1992	1.50	12.17	5.81	8.96	9.32
158	2	1992	62.20	10.92	4.01	7.56	11.96
159	3	1992	118.50	14.57	7.48	11.21	15.03
160	4	1992	73.90	19.55	10.15	15.83	17.47
161	5	1992	7.10	24.34	14.73	20.41	18.85
162	6	1992	0.00	29.25	19.04	25.22	19.26
163	7	1992	0.30	31.75	21.48	27.52	18.96
164	8	1992	0.00	33.63	22.52	28.61	17.81
165	9	1992	0.00	28.17	18.82	24.01	15.58
166	10	1992	19.00	25.35	16.13	21.09	12.57
167	11	1992	76.20	18.75	10.58	14.66	9.84
168	12	1992	74.50	12.12	6.17	9.09	8.59
169	1	1993	98.00	12.46	5.90	9.36	9.32
170	2	1993	143.80	11.73	5.09	8.44	11.96
171	3	1993	84.30	15.34	6.80	11.70	15.03
172	4	1993	85.30	19.39	11.01	15.93	17.47
173	5	1993	7.70	24.38	14.80	20.72	18.85
174	6	1993	0.10	29.93	19.07	25.88	19.26

175	7	1993	0.00	32.15	21.75	27.85	18.96
176	8	1993	0.00	33.48	22.68	28.89	17.81
177	9	1993	0.00	28.77	17.78	24.02	15.58
178	10	1993	7.30	26.27	15.99	21.05	12.57
179	11	1993	180.10	17.11	10.22	14.07	9.84
180	12	1993	155.60	16.34	9.83	13.31	8.59
181	1	1994	100.30	14.80	8.68	11.87	9.32
182	2	1994	165.20	13.73	7.13	10.65	11.96
183	3	1994	66.60	16.01	8.29	12.45	15.03
184	4	1994	17.20	21.51	12.07	17.69	17.47
185	5	1994	31.90	26.41	15.80	22.30	18.85
186	6	1994	0.00	29.85	19.76	25.88	19.26
187	7	1994	0.00	33.06	22.50	28.80	18.96
188	8	1994	0.00	34.13	23.94	29.94	17.81
189	9	1994	0.00	32.22	21.74	27.53	15.58
190	10	1994	169.90	26.03	17.85	21.98	12.57
191	11	1994	197.70	17.23	10.81	14.06	9.84
192	12	1994	165.80	13.74	7.42	10.89	8.59
193	1	1995	212.00	14.28	8.27	11.18	9.32
194	2	1995	41.30	15.41	8.98	12.43	11.96
195	3	1995	165.20	16.16	9.08	12.84	15.03
196	4	1995	14.50	19.23	10.21	15.57	17.47
197	5	1995	9.40	24.72	15.00	20.93	18.85
198	6	1995	0.00	31.30	19.07	26.86	19.26
199	7	1995	0.00	32.97	23.63	29.13	18.96
200	8	1995	0.00	31.80	21.55	27.64	17.81
201	9	1995	1.90	28.38	18.99	24.39	15.58
202	10	1995	17.30	22.59	14.10	18.49	12.57
203	11	1995	43.40	15.31	8.28	12.01	9.84
204	12	1995	101.10	15.43	9.65	12.79	8.59
205	1	1996	139.60	12.03	6.08	9.19	9.32
206	2	1996	160.90	13.68	7.69	11.03	11.96
207	3	1996	66.60	13.35	6.94	10.32	15.03
208	4	1996	70.00	18.51	8.97	13.96	17.47
209	5	1996	21.80	26.29	15.70	21.48	18.85
210	6	1996	0.00	30.92	20.59	26.21	19.26
211	7	1996	0.00	33.21	22.19	27.96	18.96
212	8	1996	0.00	32.26	22.48	27.65	17.81
213	9	1996	40.90	26.56	17.14	21.95	15.58
214	10	1996	24.60	21.49	13.49	17.46	12.57
215	11	1996	38.10	19.93	11.94	16.09	9.84
216	12	1996	220.10	16.77	10.79	13.96	8.59
217	1	1997	38.90	15.01	7.80	11.57	9.32
218	2	1997	53.00	12.96	5.50	9.57	11.96
219	3	1997	74.50	14.55	6.97	11.04	15.03

220	4	1997	0.00	15.49	8.02	12.13	17.47
221	5	1997	17.20	25.52	14.66	20.49	18.85
222	6	1997	0.20	30.30	19.59	25.16	19.26
223	7	1997	0.00	32.76	21.95	27.71	18.96
224	8	1997	0.00	30.41	21.05	25.74	17.81
225	9	1997	0.00	26.87	17.83	22.51	15.58
226	10	1997	19.60	21.60	14.17	17.89	12.57
227	11	1997	34.40	18.92	11.30	15.73	9.84
228	12	1997	171.30	15.77	8.42	12.48	8.59
229	1	1998	108.30	13.86	6.55	10.30	9.32
230	2	1998	46.30	15.18	7.07	11.52	11.96
231	3	1998	136.40	13.64	6.43	10.21	15.03
232	4	1998	20.60	20.63	10.19	16.06	17.47
233	5	1998	127.30	23.66	14.42	19.33	18.85
234	6	1998	0.00	30.32	20.23	25.71	19.26
235	7	1998	0.00	33.31	23.27	28.46	18.96
236	8	1998	0.00	34.39	24.02	29.17	17.81
237	9	1998	19.00	28.09	19.23	23.77	15.58
238	10	1998	18.00	24.50	14.99	19.99	12.57
239	11	1998	309.20	19.49	11.26	16.21	9.84
240	12	1998	189.40	14.81	8.96	12.27	8.59
241	1	1999	126.70	14.36	7.42	11.78	9.32
242	2	1999	203.20	14.16	6.38	10.94	11.96
243	3	1999	74.50	16.85	7.82	13.18	15.03
244	4	1999	50.60	20.47	10.54	16.31	17.47
245	5	1999	0.00	26.04	15.90	21.39	18.85
246	6	1999	0.00	30.58	20.84	26.35	19.26
247	7	1999	0.00	33.31	23.12	28.63	18.96
248	8	1999	0.00	33.76	23.05	28.48	17.81
249	9	1999	0.00	28.97	19.11	24.21	15.58
250	10	1999	1.90	24.51	16.19	20.57	12.57
251	11	1999	30.20	18.82	12.42	15.95	9.84
252	12	1999	83.10	16.90	10.43	14.29	8.59
253	1	2000	50.50	10.53	4.26	7.55	9.32
254	2	2000	94.40	13.48	5.88	10.28	11.96
255	3	2000	69.10	15.23	6.25	11.50	15.03
256	4	2000	4.40	20.94	12.57	17.19	17.47
257	5	2000	0.00	26.12	15.55	21.37	18.85
258	6	2000	0.00	31.82	21.39	26.95	19.26
259	7	2000	0.00	34.83	23.19	29.38	18.96
260	8	2000	0.00	33.72	23.61	28.83	17.81
261	9	2000	0.00	28.71	18.92	23.96	15.58
262	10	2000	31.10	23.05	15.06	19.29	12.57
263	11	2000	59.90	20.33	12.06	16.62	9.84
264	12	2000	43.60	15.53	10.09	12.96	8.59

265	1	2001	87.20	15.23	9.25	12.60	9.32
266	2	2001	51.90	14.79	7.55	11.27	11.96
267	3	2001	4.00	19.82	11.00	15.61	15.03
268	4	2001	101.10	20.02	11.47	16.28	17.47
269	5	2001	31.50	25.30	15.59	20.85	18.85
270	6	2001	0.20	30.29	19.79	25.43	19.26
271	7	2001	0.00	34.47	24.15	29.90	18.96
272	8	2001	0.00	34.83	24.19	29.78	17.81
273	9	2001	3.20	29.47	20.02	25.24	15.58
274	10	2001	0.00	24.74	16.70	20.91	12.57
275	11	2001	442.20	17.81	10.96	14.74	9.84
276	12	2001	153.00	12.70	7.29	10.38	8.59
277	1	2002	73.00	12.28	5.35	9.20	9.32
278	2	2002	41.40	16.52	9.55	13.41	11.96
279	3	2002	36.90	17.37	9.46	13.47	15.03
280	4	2002	22.80	19.15	11.26	15.46	17.47
281	5	2002	0.40	25.38	14.74	20.40	18.85
282	6	2002	0.00	30.62	20.22	25.96	19.26
283	7	2002	0.00	33.55	23.23	29.03	18.96
284	8	2002	0.00	32.77	23.10	28.38	17.81
285	9	2002	51.20	27.54	18.88	23.38	15.58
286	10	2002	15.70	23.35	16.15	19.96	12.57
287	11	2002	106.30	19.66	12.11	15.92	9.84
288	12	2002	208.00	13.22	7.72	10.73	8.59
289	1	2003	144.40	15.64	10.25	13.29	9.32
290	2	2003	234.60	9.68	4.74	7.22	11.96
291	3	2003	47.50	13.96	6.61	10.77	15.03
292	4	2003	84.40	17.87	10.04	14.23	17.47
293	5	2003	24.50	26.74	16.84	22.48	18.85
294	6	2003	3.00	32.05	21.95	27.51	19.26
295	7	2003	0.00	33.48	23.59	28.90	18.96
296	8	2003	0.00	33.49	23.74	28.92	17.81
297	9	2003	0.00	28.04	18.87	23.71	15.58
298	10	2003	61.80	24.05	15.94	20.39	12.57
299	11	2003	31.40	18.73	11.47	15.25	9.84
300	12	2003	230.50	14.21	8.88	11.86	8.59
301	1	2004	352.60	12.40	6.07	9.65	9.32
302	2	2004	30.40	13.28	6.43	10.16	11.96
303	3	2004	18.60	16.22	8.94	13.13	15.03
304	4	2004	27.80	19.70	11.54	16.00	17.47
305	5	2004	39.60	23.70	14.50	19.57	18.85
306	6	2004	0.40	29.61	20.06	25.63	19.26
307	7	2004	0.00	32.75	23.15	28.63	18.96
308	8	2004	0.00	32.17	23.28	28.14	17.81
309	9	2004	0.00	28.70	20.00	24.71	15.58

310	10	2004	0.00	25.17	17.35	21.49	12.57
311	11	2004	233.70	18.63	11.93	15.80	9.84
312	12	2004	123.70	15.01	9.72	12.66	8.59
313	1	2005	78.70	14.05	8.84	11.62	9.32
314	2	2005	175.60	12.54	6.82	10.07	11.96
315	3	2005	57.50	16.08	9.07	12.86	15.03
316	4	2005	4.80	19.50	11.55	15.87	17.47
317	5	2005	12.00	24.85	16.12	20.76	18.85
318	6	2005	0.00	29.17	20.11	25.10	19.26
319	7	2005	0.10	33.08	23.41	28.47	18.96
320	8	2005	1.60	32.55	23.35	28.45	17.81
321	9	2005	4.00	28.46	19.96	24.27	15.58
322	10	2005	61.10	22.18	14.09	18.60	12.57
323	11	2005	144.10	17.08	11.06	14.03	9.84
324	12	2005	132.20	15.05	9.66	12.71	8.59
325	1	2006	70.50	11.25	6.09	8.93	9.32
326	2	2006	79.50	13.50	7.84	10.88	11.96
327	3	2006	156.10	15.66	8.98	12.75	15.03
328	4	2006	8.90	20.26	13.45	17.14	17.47
329	5	2006	0.80	24.79	15.58	20.64	18.85
330	6	2006	0.00	30.03	20.48	25.70	19.26
331	7	2006	7.80	33.03	23.47	28.44	18.96
332	8	2006	0.00	33.66	23.83	29.14	17.81
333	9	2006	0.00	28.27	20.77	24.75	15.58
334	10	2006	109.40	23.36	16.92	20.15	12.57
335	11	2006	113.50	17.74	10.21	14.37	9.84
336	12	2006	34.30	14.52	8.07	11.76	8.59
337	1	2007	57.40	14.72	7.18	11.64	9.32
338	2	2007	19.90	14.08	7.68	11.50	11.96
339	3	2007	58.00	16.75	9.97	13.63	15.03
340	4	2007	0.20	20.73	12.45	17.08	17.47
341	5	2007	39.90	26.20	16.55	21.72	18.85
342	6	2007	4.00	31.95	21.18	27.76	19.26
343	7	2007	0.00	35.52	24.69	30.88	18.96
344	8	2007	0.00	34.03	24.10	30.00	17.81
345	9	2007	0.00	29.53	19.37	25.21	15.58
346	10	2007	69.30	24.23	16.22	20.97	12.57
347	11	2007	67.60	18.43	11.66	15.73	9.84
348	12	2007	192.90	13.77	7.52	11.26	8.59
349	1	2008	31.75	12.32	6.23	9.49	9.32
350	2	2008	4.32	13.28	6.91	10.37	11.96
351	3	2008	15.23	17.86	11.54	15.08	15.03
352	4	2008	86.87	20.31	12.25	16.90	17.47
353	5	2008	0.25	25.56	16.05	21.44	18.85
354	6	2008	0.00	31.73	21.13	26.85	19.26

355	7	2008	0.00	33.92	23.30	28.93	18.96
356	8	2008	0.00	34.68	24.82	30.06	17.81
357	9	2008	25.14	28.23	20.49	24.67	15.58
358	10	2008	26.67	23.77	16.08	20.19	12.57
359	11	2008	102.11	20.11	13.33	17.25	9.84
360	12	2008	138.68	15.14	10.23	12.95	8.59
361	1	2009	209.78	14.61	9.19	12.33	9.32
362	2	2009	163.82	13.53	8.41	11.29	11.96
363	3	2009	71.61	16.06	8.06	12.72	15.03
364	4	2009	47.75	19.87	12.09	16.40	17.47
365	5	2009	17.26	25.52	16.01	21.41	18.85
366	6	2009	2.79	30.34	21.22	26.26	19.26
367	7	2009	0.00	33.95	24.45	29.56	18.96
368	8	2009	0.00	32.88	22.88	28.15	17.81
369	9	2009	70.11	27.83	19.93	23.91	15.58
370	10	2009	24.64	24.70	17.37	21.39	12.57
371	11	2009	89.20	19.30	12.74	16.34	9.84
372	12	2009	247.70	16.94	11.00	14.62	8.59
373	1	2010	226.06	14.38	9.39	12.31	9.32
374	2	2010	103.90	16.13	9.77	13.65	11.96
375	3	2010	15.49	17.42	9.66	14.20	15.03
376	4	2010	4.58	21.23	12.65	17.05	17.47
377	5	2010	34.04	26.35	16.30	22.07	18.85
378	6	2010	2.80	29.36	21.00	25.59	19.26
379	7	2010	0.51	33.40	24.42	29.10	18.96
380	8	2010	0.00	35.26	25.00	30.21	17.81
381	9	2010	16.77	29.29	20.67	25.30	15.58
382	10	2010	106.69	22.37	16.92	19.68	12.57
383	11	2010	32.52	21.95	15.81	19.32	9.84
384	12	2010	117.34	16.97	11.64	14.63	8.59
385	1	2011	286.01	13.79	8.10	11.15	9.32
386	2	2011	139.96	14.60	8.21	11.80	11.96
387	3	2011	11.43	15.34	8.81	12.63	15.03
388	4	2011	82.55	18.54	11.11	14.91	17.47
389	5	2011	10.92	23.86	15.35	19.95	18.85
390	6	2011	0.51	29.89	21.17	26.07	19.26
391	7	2011	0.00	33.71	23.84	29.15	18.96
392	8	2011	0.00	33.11	24.30	28.97	17.81
393	9	2011	10.42	31.17	21.68	26.20	15.58
394	10	2011	66.55	22.12	14.55	18.41	12.57
395	11	2011	0.00	16.27	10.36	13.36	9.84
396	12	2011	130.55	15.55	9.44	12.79	8.59

Όπου **Month**: μήνας, **Year**: έτος, **Tot Precip**: μηνιαία βροχόπτωση, **Avg Max Air Tmp**: Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα, **Avg Min Air Tmp**: Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα, **Ra**: Ακτινοβολία στο όριο της γήινης ατμόσφαιρας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

ΕΤΗΣΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ (ΣΕ ΧΙΛΙΟΣΤΑ) ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΘΕ ΕΤΟΣ ΤΗΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ

Έτος	Δένδρα																		Μ.Ο.	Κανονικοποιημένος Μ.Ο.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1980	4.31	6.10	2.27	1.31	3.87	3.72	0.72	0.66	2.58	3.73	4.95	4.04	1.92	4.89	7.56	2.14	6.21	2.82	3.54	-0.86
1981	6.61	6.26	1.62	1.66	3.87	3.01	1.03	0.85	5.64	3.65	4.54	5.00	1.73	5.09	4.22	3.94	5.03	3.96	3.76	-0.60
1982	6.71	6.46	1.43	2.06	4.81	5.83	1.12	2.63	3.26	4.09	6.04	6.24	2.32	5.05	3.62	4.55	4.58	4.55	4.19	-0.08
1983	6.12	8.23	4.03	3.12	6.79	4.75	1.50	1.21	3.69	3.86	4.66	6.02	4.38	4.07	3.53	2.93	2.99	6.76	4.37	0.14
1984	10.04	9.25	3.89	3.71	10.13	7.05	1.98	1.08	4.27	5.26	6.14	7.76	3.67	6.57	4.25	2.23	4.86	4.87	5.39	1.38
1985	6.65	6.68	3.91	2.79	7.73	7.26	2.39	2.21	3.69	5.15	6.06	7.58	4.17	5.09	4.06	3.12	5.99	7.28	5.10	1.03
1986	5.01	4.24	3.70	2.92	3.97	4.75	2.53	2.46	2.32	2.11	5.57	4.80	3.11	3.94	7.49	2.70	3.73	6.43	3.99	-0.32
1987	5.01	4.85	2.89	2.09	4.28	4.24	2.46	3.59	2.39	2.42	4.23	5.05	3.07	3.52	5.21	2.31	1.52	4.87	3.56	-0.85
1988	6.80	4.66	3.92	3.66	4.60	5.32	2.87	2.61	2.32	2.49	4.91	6.24	5.63	5.16	4.97	3.16	2.82	3.83	4.22	-0.04
1989	5.73	4.56	3.93	4.21	3.97	4.03	3.55	2.95	2.68	2.28	4.34	4.90	3.52	4.11	4.19	4.32	2.03	2.52	3.77	-0.59
1990	5.13	4.88	1.65	2.78	3.55	3.81	4.17	3.64	1.37	1.55	3.39	3.62	2.99	2.92	5.02	3.42	1.92	2.53	3.24	-1.23
1991	6.48	4.54	5.29	6.58	4.49	4.10	5.54	4.52	3.62	2.30	4.67	6.29	5.14	3.33	8.06	5.78	2.97	2.87	4.81	0.67
1992	5.48	3.99	3.86	3.36	2.82	3.16	4.03	3.89	2.39	1.48	3.41	4.83	3.33	1.77	5.22	5.01	2.28	3.57	3.55	-0.85
1993	4.73	2.35	3.98	3.59	3.55	3.43	4.17	4.39	1.66	2.90	3.10	4.15	3.83	3.46	2.70	3.99	1.64	3.31	3.39	-1.05
1994	5.99	2.60	4.08	2.61	4.29	3.18	4.65	4.39	1.81	1.89	2.90	3.33	3.16	2.71	5.41	6.64	1.69	2.14	3.53	-0.88
1995	5.87	3.61	4.88	5.30	4.81	4.39	6.83	6.03	3.40	2.54	4.40	3.99	4.37	3.53	4.09	6.20	1.64	1.82	4.32	0.08
1996	6.91	3.61	4.38	4.15	5.54	4.75	3.90	7.79	3.26	2.12	4.55	5.38	5.51	1.40	3.65	5.98	4.12	3.51	4.47	0.27
1997	5.31	3.43	6.42	6.24	5.64	4.19	8.95	10.40	3.47	2.56	3.93	5.79	10.30	3.98	5.26	4.41	4.52	3.32	5.45	1.45
1998	6.27	5.18	8.81	10.17	7.73	5.76	10.18	12.18	2.27	2.12	4.08	8.15	11.01	5.34	7.12	8.41	3.22	3.23	6.74	3.01
1999	4.64	2.67	5.93	5.19	4.60	4.44	8.88	13.13	3.76	2.82	2.64	6.56	6.01	1.81	5.39	6.42	3.56	3.32	5.10	1.02
2000	2.85	2.21	3.56	3.17	2.82	2.37	6.01	7.41	2.02	1.66	2.28	2.51	4.26	2.63	3.10	6.64	2.48	2.61	3.37	-1.08
2001	3.47	2.57	3.48	3.60	3.76	2.78	6.22	9.21	2.82	1.81	2.44	2.46	5.19	1.63	2.77	4.53	1.03	2.36	3.45	-0.97
2002	4.41	3.37	3.88	4.38	4.81	3.74	8.00	9.43	3.02	2.30	3.68	3.40	5.76	2.05	5.66	4.23	2.84	1.63	4.26	0.00
2003	3.81	3.61	3.38	3.47	5.33	4.24	7.45	9.88	4.81	3.24	3.71	3.21	4.69	2.46	2.56	5.54	3.34	2.33	4.28	0.03
2004	3.98	4.19	3.11	3.33	4.07	4.14	7.86	10.01	4.43	3.34	3.51	2.84	4.77	2.67	3.84	7.31	3.62	2.75	4.43	0.22
2005	3.48	3.87	4.13	3.35	4.81	2.98	8.47	11.35	3.27	2.85	3.09	2.11	6.04	2.26	3.20	7.09	3.13	2.15	4.31	0.07
2006	4.48	4.66	4.86	4.08	7.10	4.34	9.02	11.58	2.05	3.78	4.61	2.40	5.54	2.95	5.35	6.75	3.27	2.86	4.98	0.88
2007	2.27	2.19	3.18	2.06	2.72	1.77	2.39	3.07	1.63	1.58	2.43	1.90	4.55	2.25	2.87	4.98	1.92	2.78	2.59	-2.02

2008	4.27	3.08	3.51	3.03	4.69	3.71	8.47	9.86	1.73	1.86	3.04	4.43	4.69	2.53	3.87	8.55	2.11	1.91	4.19	-0.08
2009	3.67	4.49	5.40	4.40	7.39	6.66	9.98	12.10	1.73	2.17	3.89	6.70	7.18	3.82	5.12	7.32	1.77	2.95	5.37	1.36
2010	3.42	3.87	4.05	3.47	4.69	5.43	7.31	10.08	2.44	2.95	2.58	3.79	4.55	3.21	3.57	5.89	3.21	2.56	4.28	0.03
2011	4.78	3.71	4.30	3.83	5.40	3.98	4.51	7.39	2.70	3.06	2.99	3.06	3.71	2.12	3.20	7.85	3.04	4.58	4.12	-0.16

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Έτος	Κανονικοποιημένος Μ.Ο. δένδρων	deciles	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12	PDSI	RDI 1	RDI 3	RDI 6	RDI 9	RDI 12	FDI 1	FDI 3	FDI 6	FDI 9	FDI 12
1980	-0.86	8.00	-0.01	-0.03	0.14	0.28	0.27	3.10	0.29	-0.04	0.15	0.64	0.58	-0.07	-0.01	0.10	0.22	0.23
1981	-0.60	5.00	0.08	0.01	-0.01	0.11	0.20	1.13	0.41	0.45	0.38	-0.35	-0.28	0.38	0.23	0.09	-0.01	0.07
1982	-0.08	10.00	0.34	0.58	0.79	1.07	1.24	0.27	0.60	0.19	0.12	1.69	1.64	0.01	0.28	0.57	1.01	1.38
1983	0.14	3.00	0.61	0.20	-0.17	-0.25	-0.29	1.78	0.48	0.35	0.82	-0.44	-0.39	0.16	0.02	-0.07	-0.18	-0.21
1984	1.38	10.00	0.16	0.50	0.99	1.54	1.88	-0.03	0.43	0.41	0.14	2.07	2.07	0.18	0.46	0.81	1.42	2.07
1985	1.03	4.00	-0.38	-0.41	-0.42	-0.45	-0.32	1.01	0.00	-0.60	-0.44	-0.45	-0.48	-0.24	-0.22	-0.28	-0.43	-0.48
1986	-0.32	5.00	0.08	-0.01	-0.10	-0.14	-0.11	-0.62	0.33	0.05	-0.21	-0.06	-0.13	0.01	-0.04	-0.07	-0.16	-0.29
1987	-0.85	2.00	-0.22	-0.24	-0.23	-0.34	-0.53	0.49	0.20	0.00	0.23	-0.31	-0.43	-0.08	-0.08	-0.14	-0.23	-0.47
1988	-0.04	3.00	0.14	0.04	-0.02	-0.10	-0.26	-0.08	0.49	0.19	-0.57	-0.46	-0.52	0.16	0.03	-0.11	-0.24	-0.36
1989	-0.59	4.00	-0.19	-0.02	-0.24	-0.32	-0.27	0.05	0.07	-0.50	-1.26	-0.42	-0.41	-0.30	-0.18	-0.23	-0.41	-0.49
1990	-1.23	1.00	-0.44	-0.79	-1.25	-1.51	-1.66	-1.06	-0.05	-0.33	0.00	-1.74	-1.63	-0.25	-0.53	-0.70	-1.11	-1.63
1991	0.67	7.00	0.19	0.26	0.33	0.35	0.27	-2.51	0.52	0.30	0.31	0.46	0.39	0.03	0.09	0.14	0.21	0.11
1992	-0.85	4.00	-0.43	-0.27	-0.27	-0.35	-0.41	1.10	-0.06	-0.36	-0.10	-0.19	-0.28	-0.27	-0.18	-0.18	-0.26	-0.38
1993	-1.05	3.00	-0.01	-0.06	-0.06	-0.21	-0.38	0.09	0.37	0.27	0.44	-0.43	-0.51	0.05	-0.05	-0.14	-0.27	-0.46
1994	-0.88	7.00	0.19	0.41	0.54	0.53	0.52	-0.01	0.59	0.34	0.64	0.16	0.10	0.19	0.24	0.15	0.13	0.21
1995	0.08	10.00	-0.20	-0.16	0.28	0.71	1.10	0.73	0.14	-0.33	-0.64	1.37	1.38	-0.09	0.02	0.29	0.60	0.98
1996	0.27	6.00	0.26	0.25	0.14	-0.06	-0.22	-0.17	0.55	0.78	0.18	-0.16	0.01	0.12	0.07	0.02	-0.04	-0.18
1997	1.45	2.00	-0.51	-0.72	-0.90	-1.01	-0.95	0.57	-0.13	-0.77	-0.97	-1.13	-1.13	-0.26	-0.29	-0.36	-0.57	-0.75
1998	3.01	6.00	0.35	0.72	0.62	0.27	-0.10	-1.63	0.67	0.99	1.47	0.02	0.08	0.30	0.26	0.19	0.15	-0.03
1999	1.02	10.00	-0.43	-0.41	0.15	0.77	1.28	1.94	-0.05	-0.43	-1.06	1.27	1.25	-0.18	0.01	0.28	0.64	1.20
2000	-1.08	1.00	-0.67	-1.14	-1.45	-1.80	-2.02	0.24	-0.24	-1.23	-2.56	-2.27	-2.31	-0.41	-0.52	-0.78	-1.27	-1.83
2001	-0.97	1.00	-0.14	-0.06	-0.42	-0.93	-1.42	-4.39	0.30	0.53	0.99	-1.66	-1.68	0.16	-0.07	-0.37	-0.78	-1.41
2002	0.00	9.00	-0.18	-0.38	-0.09	0.12	0.43	-3.15	0.14	0.01	0.68	0.53	0.75	-0.13	-0.06	0.06	0.15	0.35
2003	0.03	9.00	0.32	0.51	0.73	0.89	0.90	-0.85	0.67	0.56	0.83	1.12	1.04	0.22	0.32	0.50	0.83	1.06
2004	0.22	8.00	-0.22	-0.01	0.30	0.45	0.79	1.91	0.24	0.34	0.34	0.78	0.74	0.20	0.29	0.36	0.52	0.91
2005	0.07	6.00	0.11	0.00	-0.01	0.10	0.05	-0.47	0.34	-0.04	-0.35	0.31	0.27	0.06	0.13	0.16	0.25	0.32
2006	0.88	6.00	-0.04	0.10	0.01	-0.02	-0.12	-0.52	0.22	-0.30	-1.36	0.17	0.13	-0.04	0.07	0.11	0.18	0.22
2007	-2.02	1.00	-0.21	-0.51	-0.90	-1.26	-1.41	-1.22	0.13	-0.41	-0.92	-1.43	-1.52	-0.25	-0.46	-0.60	-0.91	-1.22

2008	-0.08	2.00	-0.47	-0.60	-0.74	-1.02	-1.23	-3.42	-0.12	-0.22	0.80	-1.17	-1.04	-0.27	-0.32	-0.45	-0.76	-1.22
2009	1.36	9.00	0.55	0.65	0.69	0.69	0.65	-3.33	0.77	1.05	0.95	0.70	0.98	0.32	0.34	0.43	0.60	0.74
2010	0.03	7.00	0.18	0.24	0.25	0.44	0.72	0.84	0.36	0.20	0.33	0.46	0.50	0.00	0.16	0.25	0.43	0.79
2011	-0.16	8.00	-0.11	0.15	0.29	0.41	0.51	-0.14	0.32	0.49	0.48	0.93	0.82	0.13	0.18	0.33	0.56	0.74

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Έτος	SPI 12 Νοεμβρίου	FDI 12 Νοεμβρίου
1980	-0.11	-0.20
1981	1.19	1.03
1982	0.73	0.75
1983	0.00	0.01
1984	1.76	1.69
1985	-0.60	-0.77
1986	-0.13	-0.30
1987	-0.15	-0.13
1988	0.25	0.00
1989	-0.35	-0.62
1990	-2.60	-2.27
1991	0.46	0.32
1992	-0.31	-0.34
1993	0.07	-0.13
1994	1.18	0.82
1995	0.02	-0.10
1996	-0.02	-0.02
1997	-1.31	-0.96
1998	1.41	1.29
1999	0.05	-0.25
2000	-1.80	-1.75
2001	0.51	0.19
2002	-1.01	-0.91
2003	0.88	0.93
2004	1.31	1.50
2005	-0.03	0.26
2006	0.06	0.33
2007	-2.15	-1.97
2008	-1.12	-1.02
2009	0.86	0.97
2010	0.64	0.63
2011	0.31	0.54

Έτος	SPI 9 Νοεμβρίου	FDI 9 Νοεμβρίου
1980	-0.27	-1.15
1981	0.85	-0.67
1982	0.49	-0.69

1983	0.12	-0.94
1984	0.10	-1.03
1985	-0.73	-1.50
1986	-1.57	-1.69
1987	0.24	-0.83
1988	1.15	-0.51
1989	0.52	-0.94
1990	-1.58	-1.89
1991	-0.18	-1.14
1992	0.13	-1.00
1993	0.73	-0.80
1994	1.61	-0.37
1995	-0.30	-1.18
1996	-0.19	-1.05
1997	-1.61	-1.42
1998	2.53	0.53
1999	-1.44	-1.73
2000	-1.34	-1.76
2001	2.24	0.15
2002	-0.50	-1.21
2003	-0.29	-1.11
2004	0.35	-0.66
2005	0.03	-0.73
2006	0.98	-0.25
2007	-0.43	-1.42
2008	-0.25	-1.16
2009	0.38	-0.70
2010	-0.72	-1.23
2011	-1.10	-1.17

Έτος	SPI 9 Οκτωβρίου	FDI 9 Οκτωβρίου
1980	0.23	-0.94
1981	-1.81	-1.79
1982	0.81	-0.60
1983	-0.08	-1.06
1984	1.33	-0.50
1985	-0.52	-1.42
1986	0.27	-1.05
1987	0.24	-0.88
1988	0.70	-0.90

1989	0.12	-1.22
1990	-1.66	-1.90
1991	0.48	-0.88
1992	0.11	-1.03
1993	0.57	-0.96
1994	1.60	-0.53
1995	-0.23	-1.23
1996	1.07	-0.48
1997	-1.31	-1.33
1998	0.92	-0.65
1999	0.59	-0.98
2000	-0.83	-1.59
2001	-0.93	-1.62
2002	-1.25	-1.51
2003	1.63	-0.13
2004	-2.10	-1.58
2005	0.46	-0.59
2006	0.88	-0.38
2007	-0.93	-1.64
2008	-1.40	-1.58
2009	1.18	-0.34
2010	0.15	-0.92
2011	0.52	-0.59

Έτος	SPI 6 Νοεμβρίου	FDI 6 Νοεμβρίου
1980	-1.19	-1.21
1981	1.57	0.00
1982	-0.05	-0.79
1983	0.75	-0.39
1984	-0.53	-1.02
1985	-1.32	-1.24
1986	-1.56	-1.22
1987	-0.55	-1.02
1988	0.74	-0.54
1989	0.76	-0.51
1990	-0.35	-1.04
1991	-0.58	-1.10
1992	-0.60	-1.07
1993	0.44	-0.77
1994	1.76	-0.01

1995	-1.16	-1.17
1996	-0.49	-0.94
1997	-1.33	-1.06
1998	1.63	-0.01
1999	-1.91	-1.30
2000	-0.67	-1.16
2001	2.20	0.35
2002	0.31	-0.65
2003	-0.59	-1.01
2004	0.85	-0.32
2005	0.65	-0.34
2006	0.82	-0.30
2007	-0.03	-1.00
2008	0.11	-0.79
2009	0.44	-0.51
2010	0.17	-0.59
2011	-0.89	-0.95

Έτος	SPI 6 Οκτωβρίου	FDI 6 Οκτωβρίου
1980	-0.83	-1.29
1981	-0.52	-1.28
1982	0.31	-1.09
1983	-0.52	-1.21
1984	-1.73	-1.48
1985	-0.28	-1.33
1986	0.28	-1.13
1987	-1.20	-1.32
1988	-0.85	-1.42
1989	1.60	-0.75
1990	-0.47	-1.39
1991	-0.03	-1.20
1992	-0.76	-1.32
1993	-1.25	-1.48
1994	1.98	-0.76
1995	-0.68	-1.33
1996	0.61	-1.02
1997	-0.42	-1.14
1998	1.60	-0.69
1999	-2.53	-1.45
2000	-0.59	-1.41

2001	-0.48	-1.35
2002	0.27	-1.08
2003	0.65	-1.06
2004	-0.34	-1.08
2005	0.47	-0.87
2006	1.06	-0.73
2007	0.99	-1.12
2008	-0.04	-1.20
2009	1.01	-0.81
2010	1.56	-0.59
2011	0.63	-0.87

Έτος	SPI 6 Σεπτεμβρίου	FDI 6 Σεπτεμβρίου
1980	0.48	-0.99
1981	-0.89	-1.31
1982	0.40	-1.03
1983	-0.44	-1.21
1984	0.51	-1.08
1985	-0.86	-1.45
1986	0.09	-1.26
1987	0.64	-1.01
1988	-1.00	-1.45
1989	-0.90	-1.43
1990	-0.10	-1.30
1991	0.92	-0.96
1992	0.48	-1.07
1993	0.70	-1.08
1994	-0.27	-1.41
1995	-1.08	-1.34
1996	1.35	-0.85
1997	-1.50	-1.17
1998	1.81	-0.69
1999	-0.23	-1.27
2000	-2.65	-1.53
2001	1.40	-0.92
2002	0.34	-1.04
2003	1.03	-0.91
2004	0.19	-0.93
2005	-1.24	-1.09
2006	-1.50	-1.14

2007	-0.42	-1.40
2008	1.03	-0.95
2009	1.42	-0.69
2010	-0.03	-1.09
2011	0.90	-0.77

Έτος	SPI 6 Αυγούστου	FDI 6 Αυγούστου
1980	1.04	-0.56
1981	-2.03	-1.29
1982	1.22	-0.42
1983	-0.64	-0.99
1984	1.06	-0.54
1985	0.51	-0.91
1986	-0.35	-1.04
1987	1.21	-0.46
1988	1.08	-0.72
1989	-0.08	-1.06
1990	-2.17	-1.45
1991	0.66	-0.68
1992	1.09	-0.56
1993	0.79	-0.71
1994	-0.18	-1.06
1995	0.95	-0.66
1996	0.52	-0.72
1997	-0.65	-0.88
1998	2.05	-0.19
1999	-0.01	-0.99
2000	-1.07	-1.26
2001	0.18	-0.97
2002	-1.43	-1.16
2003	0.54	-0.70
2004	-0.77	-0.87
2005	-1.02	-0.89
2006	0.74	-0.54
2007	-0.44	-1.12
2008	-0.43	-1.04
2009	0.23	-0.75
2010	-1.52	-1.14
2011	-0.38	-0.72

Έτος	SPI 6 Ιουλίου	FDI 6 Ιουλίου
1980	0.58	-0.20
1981	-1.42	-0.97
1982	0.79	-0.04
1983	0.25	-0.37
1984	1.73	0.29
1985	-0.19	-0.65
1986	0.57	-0.28
1987	0.69	-0.14
1988	1.01	-0.17
1989	-1.09	-0.99
1990	-1.60	-1.14
1991	0.73	-0.16
1992	0.40	-0.24
1993	0.95	-0.06
1994	0.58	-0.35
1995	0.06	-0.51
1996	0.94	-0.08
1997	-1.03	-0.73
1998	1.04	-0.01
1999	1.02	-0.15
2000	-0.70	-0.88
2001	-0.43	-0.73
2002	-1.76	-1.03
2003	1.56	0.32
2004	-1.48	-0.81
2005	0.27	-0.18
2006	0.30	-0.19
2007	-1.39	-1.02
2008	-1.67	-1.00
2009	0.79	-0.06
2010	-0.79	-0.69
2011	0.22	-0.19

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

	100 ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ														
	TREE1	TREE2	TREE3	TREE4	TREE5	TREE6	TREE7	TREE8	TREE9	TREE10	TREE11	TREE12	TREE13	TREE14	TREE15
Sample 1	11	11	2	3	3	15	18	4	17	9	9	4	12	1	9
Sample 2	8	16	4	3	1	5	17	8	15	15	17	11	17	18	5
Sample 3	17	1	13	1	3	18	1	5	17	6	2	9	16	5	3
Sample 4	8	17	16	16	1	7	13	17	4	7	3	8	11	8	11
Sample 5	14	12	9	9	8	6	18	11	9	3	5	9	17	6	9
Sample 6	12	3	17	12	10	6	15	6	12	8	10	9	10	18	2
Sample 7	15	14	7	8	17	6	2	1	2	12	17	14	7	9	17
Sample 8	18	14	8	8	2	4	17	4	4	8	5	1	5	13	11
Sample 9	1	10	17	4	5	9	12	13	10	6	9	7	1	16	4
Sample 10	8	13	17	11	4	9	7	13	14	11	1	16	8	16	18
Sample 11	5	10	10	18	6	4	7	17	17	18	14	4	18	7	5
Sample 12	10	5	8	8	13	11	5	6	2	12	2	4	1	15	5
Sample 13	11	2	8	17	18	15	15	13	1	3	3	8	14	8	1
Sample 14	12	15	11	15	14	11	8	12	13	11	12	16	3	15	8
Sample 15	5	15	1	10	16	9	8	7	6	2	18	14	15	14	18
Sample 16	1	7	13	4	9	4	12	10	4	5	4	6	10	15	16
Sample 17	13	5	2	3	1	7	15	11	8	13	7	5	14	1	15
Sample 18	17	5	11	15	18	4	14	3	14	3	7	12	5	12	6
Sample 19	7	1	13	14	2	13	7	2	11	7	18	6	4	7	6
Sample 20	1	9	13	2	7	14	2	16	13	13	14	15	4	6	7
Sample 21	15	16	9	13	4	8	5	13	4	10	15	2	15	17	7
Sample 22	2	9	14	11	16	16	18	7	11	10	16	13	12	2	4
Sample 23	3	9	13	18	16	18	1	18	1	12	5	12	2	3	3
Sample 24	15	7	13	11	8	4	8	6	11	4	1	16	13	9	16
Sample 25	17	4	17	15	16	12	13	18	2	13	6	14	17	2	15
Sample 26	7	1	16	14	7	14	2	5	4	8	2	15	1	9	11

Sample 27	8	10	6	6	6	9	3	11	4	7	8	4	8	7	18
Sample 28	16	14	1	15	9	10	8	9	13	14	6	6	4	13	14
Sample 29	5	13	18	14	17	4	16	3	6	6	2	11	8	18	7
Sample 30	5	14	6	9	5	10	4	8	14	5	2	8	13	10	11
Sample 31	12	5	9	5	5	12	4	18	4	12	5	11	5	15	16
Sample 32	17	12	4	11	5	7	18	13	17	13	11	15	1	4	17
Sample 33	16	4	7	13	14	10	7	16	5	1	9	15	14	15	7
Sample 34	9	14	3	2	10	13	17	13	11	6	12	3	7	4	13
Sample 35	4	4	16	1	9	7	4	16	3	3	9	3	6	6	1
Sample 36	1	2	17	7	8	8	10	5	13	4	5	15	6	5	7
Sample 37	12	8	7	8	15	5	11	2	1	3	17	18	15	12	18
Sample 38	15	2	8	10	4	17	1	14	10	17	4	7	15	2	13
Sample 39	10	5	17	16	9	14	12	17	6	11	16	15	2	11	9
Sample 40	13	2	16	11	11	2	14	16	3	10	14	3	18	16	3
Sample 41	5	1	18	4	17	4	11	1	16	13	16	9	6	1	13
Sample 42	2	7	13	6	7	8	18	1	12	3	13	6	12	9	13
Sample 43	2	16	12	2	9	10	18	5	3	11	5	5	17	9	18
Sample 44	15	4	3	3	16	8	4	11	3	11	2	5	16	5	15
Sample 45	2	10	16	1	5	11	7	4	3	10	1	10	6	15	13
Sample 46	13	6	5	9	15	12	16	6	14	7	1	2	12	4	8
Sample 47	7	15	6	11	2	17	9	4	14	1	15	8	4	16	1
Sample 48	2	10	18	11	18	3	12	11	1	9	4	4	4	16	9
Sample 49	13	9	10	15	13	6	3	12	7	18	5	13	1	14	8
Sample 50	10	13	11	5	7	6	15	13	6	11	7	10	16	12	12
Sample 51	13	6	10	9	17	1	16	15	4	17	8	6	6	5	2
Sample 52	14	11	6	9	2	3	7	17	9	10	1	18	15	9	6
Sample 53	18	2	18	16	13	3	9	13	17	3	15	10	6	12	4
Sample 54	7	14	13	6	3	2	1	10	4	17	4	14	14	10	5
Sample 55	2	18	12	6	2	3	3	18	9	1	13	6	11	13	5
Sample 56	7	13	18	17	17	12	2	5	1	8	12	12	14	3	8
Sample 57	17	12	11	2	4	17	8	13	12	9	12	8	6	10	18
Sample 58	14	12	8	9	8	12	2	3	16	9	13	13	2	17	9

Sample 59	16	13	14	14	15	5	13	4	17	10	2	10	11	9	11
Sample 60	1	8	18	3	9	9	10	9	14	2	15	5	6	15	8
Sample 61	5	12	18	17	12	3	13	14	16	9	9	3	12	14	5
Sample 62	7	4	9	7	5	15	5	12	8	15	5	10	9	13	7
Sample 63	5	9	14	14	5	8	4	9	12	9	17	4	13	14	14
Sample 64	4	6	9	9	6	11	9	4	17	9	18	11	6	10	6
Sample 65	16	15	10	2	3	12	12	3	12	7	14	13	1	11	12
Sample 66	3	15	15	1	7	7	6	2	7	1	11	5	2	15	6
Sample 67	12	6	13	14	1	14	1	5	11	6	5	8	3	12	6
Sample 68	16	11	4	15	15	12	15	1	11	10	8	8	7	18	14
Sample 69	4	1	18	17	18	13	4	9	1	12	8	1	10	10	17
Sample 70	16	18	14	4	13	7	2	9	12	14	9	6	4	3	9
Sample 71	18	18	6	10	17	14	12	8	11	11	10	17	16	17	16
Sample 72	15	12	17	17	1	6	9	7	1	6	17	15	17	4	14
Sample 73	2	12	5	2	3	17	3	18	7	5	17	10	17	13	15
Sample 74	3	18	8	13	18	17	9	13	9	7	15	9	11	12	12
Sample 75	4	9	5	18	2	12	17	6	8	18	11	18	14	5	8
Sample 76	12	5	9	2	11	1	9	1	17	2	3	1	16	8	11
Sample 77	16	10	17	7	16	10	4	17	2	5	14	16	16	9	9
Sample 78	14	4	18	1	3	7	11	7	9	13	6	14	15	1	14
Sample 79	8	9	17	6	2	14	4	1	16	5	12	15	1	17	18
Sample 80	3	1	14	13	18	9	3	11	2	1	5	2	10	18	2
Sample 81	12	7	11	14	5	17	11	6	9	5	17	18	17	11	16
Sample 82	4	15	3	6	1	17	17	13	16	2	14	8	7	9	7
Sample 83	15	13	8	7	5	14	14	2	6	16	15	5	2	4	3
Sample 84	11	4	18	15	10	4	18	17	11	7	9	16	2	16	13
Sample 85	18	12	13	7	6	11	11	10	9	16	3	9	15	5	11
Sample 86	17	7	5	6	10	6	14	12	12	17	18	6	5	13	4
Sample 87	9	5	12	9	11	12	14	10	9	17	6	5	11	8	15
Sample 88	5	10	6	10	11	6	4	4	5	5	3	10	8	15	9
Sample 89	16	15	15	16	11	12	9	12	9	18	8	13	15	8	6
Sample 90	2	1	6	1	2	16	10	13	3	5	6	11	7	9	7

Sample 91	18	3	11	16	15	1	6	7	15	1	11	12	17	11	11
Sample 92	14	8	13	1	15	14	10	3	10	13	17	10	13	12	4
Sample 93	15	5	4	6	12	2	8	6	11	4	7	16	11	6	17
Sample 94	14	16	6	3	16	8	9	11	1	12	1	8	14	2	1
Sample 95	4	17	18	12	6	10	14	18	10	17	4	10	18	16	9
Sample 96	13	10	18	13	5	13	16	2	7	6	12	11	18	12	14
Sample 97	8	3	16	15	16	16	18	14	14	2	18	10	5	6	12
Sample 98	1	12	1	8	18	15	10	10	10	16	6	18	2	7	8
Sample 99	17	7	13	3	13	6	10	18	3	7	7	14	9	17	11
Sample 100	11	13	9	5	8	4	3	14	12	11	17	8	1	1	1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 7. 1. Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας.....	6
Γράφημα 7. 2. Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας.....	6
Γράφημα 7. 3. Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας.....	7
Γράφημα 7. 4. Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας.....	7
Γράφημα 7. 5. Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης.....	8
Γράφημα 7. 6. Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης.....	8
Γράφημα 7. 7. Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης.....	9
Γράφημα 7. 8. Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης...	9
Γράφημα 7. 9 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου.....	10
Γράφημα 7. 10 . Συσχέτιση SPI 6 – FDI 6 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου.....	10
Γράφημα 7. 11 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου.....	11
Γράφημα 7. 12 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου	11
Γράφημα 7. 13 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας	12
Γράφημα 7. 14 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας	12
Γράφημα 7. 15 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας	13
Γράφημα 7. 16 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας	13
Γράφημα 7. 17 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας	14
Γράφημα 7. 18 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας	14
Γράφημα 7. 19 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας	15
Γράφημα 7. 20 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας	15
Γράφημα 7. 21 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Bologna της Ιταλίας.....	16
Γράφημα 7. 22 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Bologna της Ιταλίας.....	16
Γράφημα 7. 23 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Bologna της Ιταλίας.....	17
Γράφημα 7. 24 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Bologna της Ιταλίας.....	17
Γράφημα 7. 25 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας.....	18
Γράφημα 7. 26 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας.....	18
Γράφημα 7. 27 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας.....	19
Γράφημα 7. 28 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας.....	19
Γράφημα 7. 29 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας.....	20

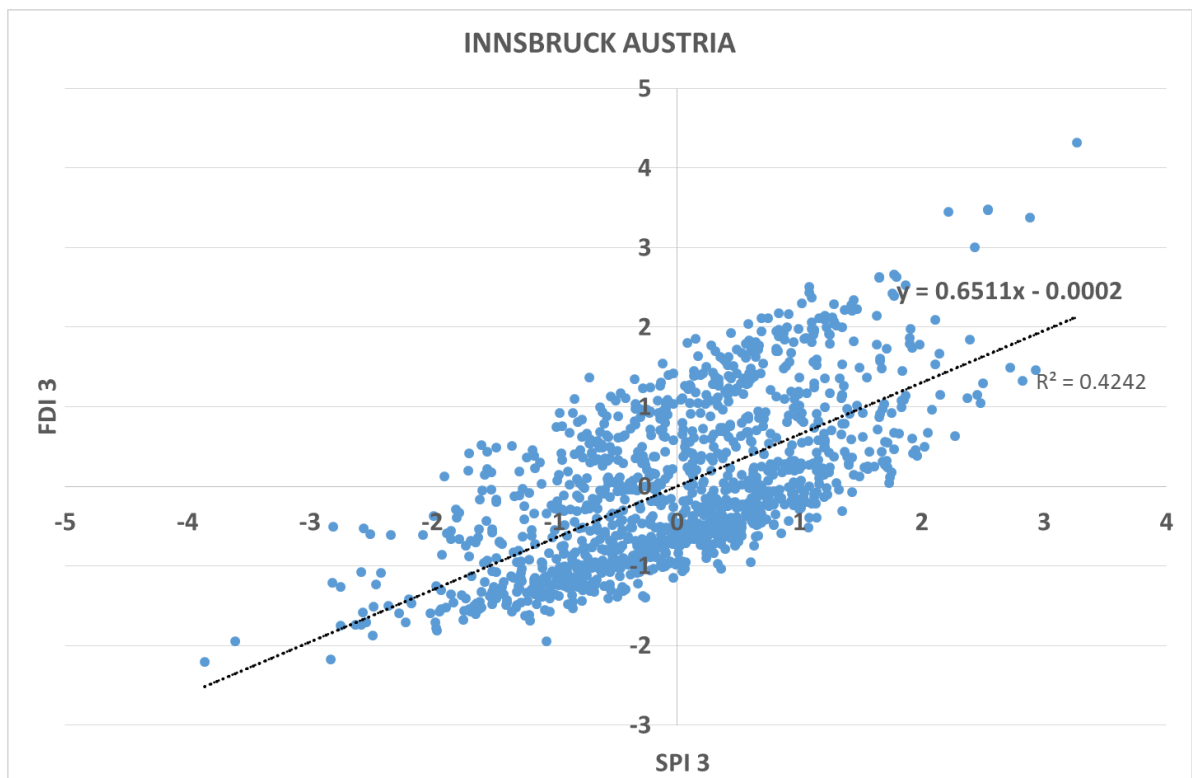
Γράφημα 7. 30 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας.....	20
Γράφημα 7. 31 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας.....	21
Γράφημα 7. 32 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας.....	21
Γράφημα 7. 33 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας.....	22
Γράφημα 7. 34 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας.....	22
Γράφημα 7. 35 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας.....	23
Γράφημα 7. 36 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας.....	23
Γράφημα 7. 37 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας.....	24
Γράφημα 7. 38 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας.....	24
Γράφημα 7. 39 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας.....	25
Γράφημα 7. 40 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας.....	25
Γράφημα 7. 41 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας.....	26
Γράφημα 7. 42 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας.....	26
Γράφημα 7. 43 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας.....	27
Γράφημα 7. 44 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας.....	27
Γράφημα 7. 45 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας	28
Γράφημα 7. 46 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας	28
Γράφημα 7. 47 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας	29
Γράφημα 7. 48 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας	29
Γράφημα 7. 49 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Afyon της Τουρκίας	30
Γράφημα 7. 50 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Afyon της Τουρκίας	30
Γράφημα 7. 51 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Afyon της Τουρκίας	31
Γράφημα 7. 52 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Afyon της Τουρκίας	31
Γράφημα 7. 53 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας.....	32
Γράφημα 7. 54 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας.....	32
Γράφημα 7. 55 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας.....	33
Γράφημα 7. 56 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας.....	33
Γράφημα 7. 57 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας	34
Γράφημα 7. 58 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας	34
Γράφημα 7. 59 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας	35
Γράφημα 7. 60 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας	35
Γράφημα 7. 61 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας.....	36

Γράφημα 7. 62 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας.....	36
Γράφημα 7. 63 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας.....	37
Γράφημα 7. 64 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας.....	37
Γράφημα 7. 65 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας.....	38
Γράφημα 7. 66 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας.....	38
Γράφημα 7. 67 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας.....	39
Γράφημα 7. 68 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας.....	39
Γράφημα 7. 69 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας.....	40
Γράφημα 7. 70 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας.....	40
Γράφημα 7. 71 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας.....	41
Γράφημα 7. 72 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας.....	41
Γράφημα 7. 73 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας.....	42
Γράφημα 7. 74 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας.....	42
Γράφημα 7. 75 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας.....	43
Γράφημα 7. 76 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας.....	43
Γράφημα 7. 77 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας.....	44
Γράφημα 7. 78 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας.....	44
Γράφημα 7. 79 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας.....	45
Γράφημα 7. 80 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας.....	45
Γράφημα 7. 81 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας.....	46
Γράφημα 7. 82 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας.....	46
Γράφημα 7. 83 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας.....	47
Γράφημα 7. 84 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας.....	47
Γράφημα 7. 85 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Ioannina της Ελλάδας.....	48
Γράφημα 7. 86 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Ioannina της Ελλάδας.....	48
Γράφημα 7. 87 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Ioannina της Ελλάδας.....	49
Γράφημα 7. 88 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Ioannina της Ελλάδας.....	49
Γράφημα 7. 89 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Komotini της Ελλάδας.....	50
Γράφημα 7. 90 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Komotini της Ελλάδας.....	50
Γράφημα 7. 91 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Komotini της Ελλάδας.....	51
Γράφημα 7. 92 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Komotini της Ελλάδας.....	51
Γράφημα 7. 93 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Kozani της Ελλάδας.....	52

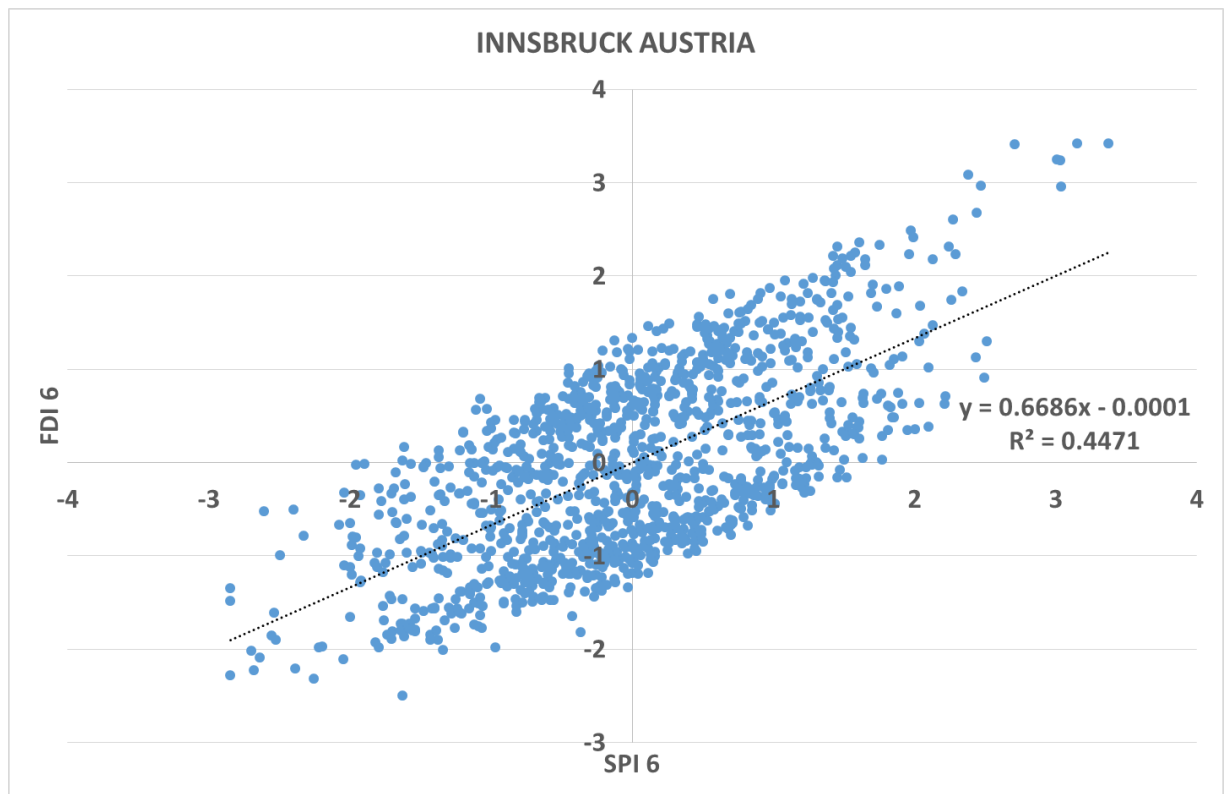
Γράφημα 7. 94 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Kozani της Ελλάδας	52
Γράφημα 7. 95 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Kozani της Ελλάδας	53
Γράφημα 7. 96 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Kozani της Ελλάδας	53
Γράφημα 7. 97 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας	54
Γράφημα 7. 98 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας	54
Γράφημα 7. 99 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας	55
Γράφημα 7. 100 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας	55
Γράφημα 7. 101 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας	56
Γράφημα 7. 102 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας	56
Γράφημα 7. 103 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας	57
Γράφημα 7. 104 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας	57
Γράφημα 7. 105 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας	58
Γράφημα 7. 106 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας	58
Γράφημα 7. 107 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας	59
Γράφημα 7. 108 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας	59
Γράφημα 7. 109 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Mikra της Ελλάδας.....	60
Γράφημα 7. 110 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Mikra της Ελλάδας.....	60
Γράφημα 7. 111 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Mikra της Ελλάδας.....	61
Γράφημα 7. 112 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Mikra της Ελλάδας.....	61
Γράφημα 7. 113 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Naxos της Ελλάδας	62
Γράφημα 7. 114 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Naxos της Ελλάδας	62
Γράφημα 7. 115 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Naxos της Ελλάδας	63
Γράφημα 7. 116 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Naxos της Ελλάδας	63
Γράφημα 7. 117 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας.....	64
Γράφημα 7. 118 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας.....	64
Γράφημα 7. 119 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας.....	65
Γράφημα 7. 120 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας	65
Γράφημα 7. 121 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας.....	66
Γράφημα 7. 122 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας.....	66
Γράφημα 7. 123 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας.....	67
Γράφημα 7. 124 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας	67
Γράφημα 7. 125 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας	68

Γράφημα 7. 126 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας.....	68
Γράφημα 7. 127 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας.....	69
Γράφημα 7. 128 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας.....	69
Γράφημα 7. 129 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας.....	70
Γράφημα 7. 130 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας.....	70
Γράφημα 7. 131 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας.....	71
Γράφημα 7. 132 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας.....	71

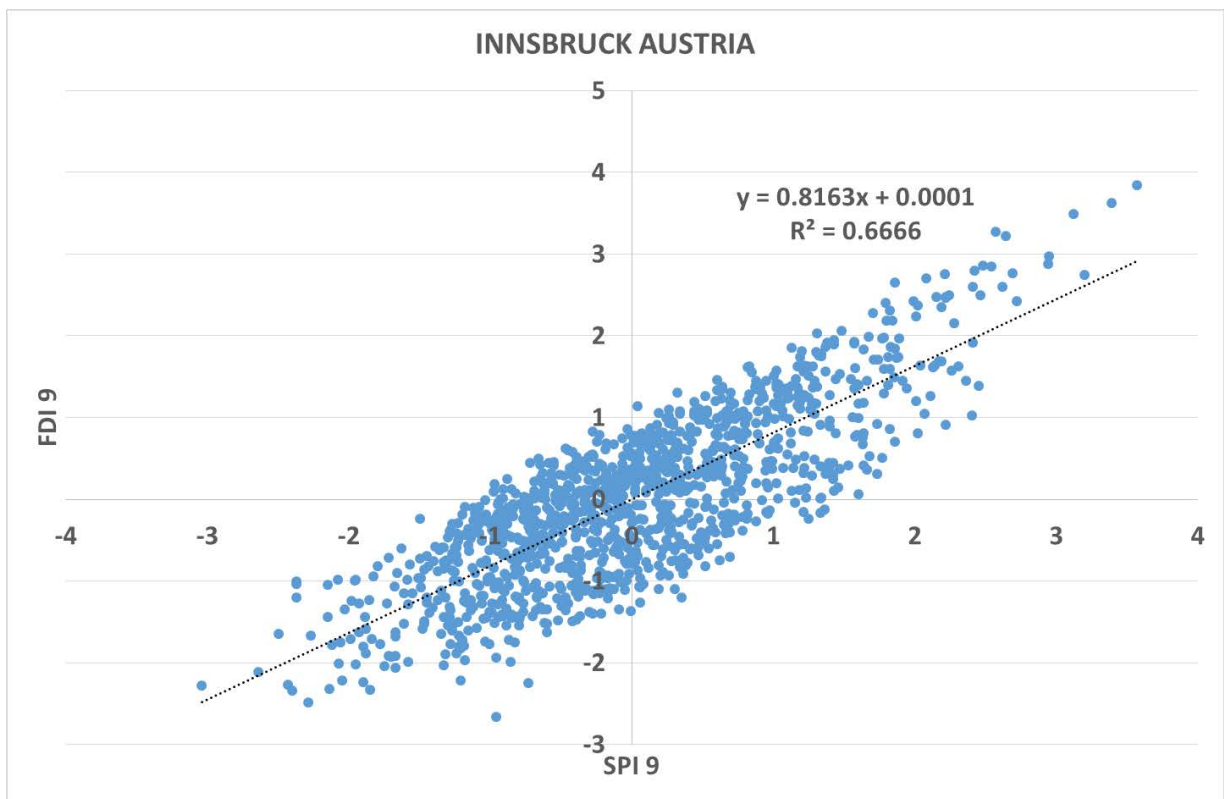
Για το σταθμό Innsbruck της Αυστρίας (1908 – 2010) προκύπτουν τα παρακάτω γραφήματα:



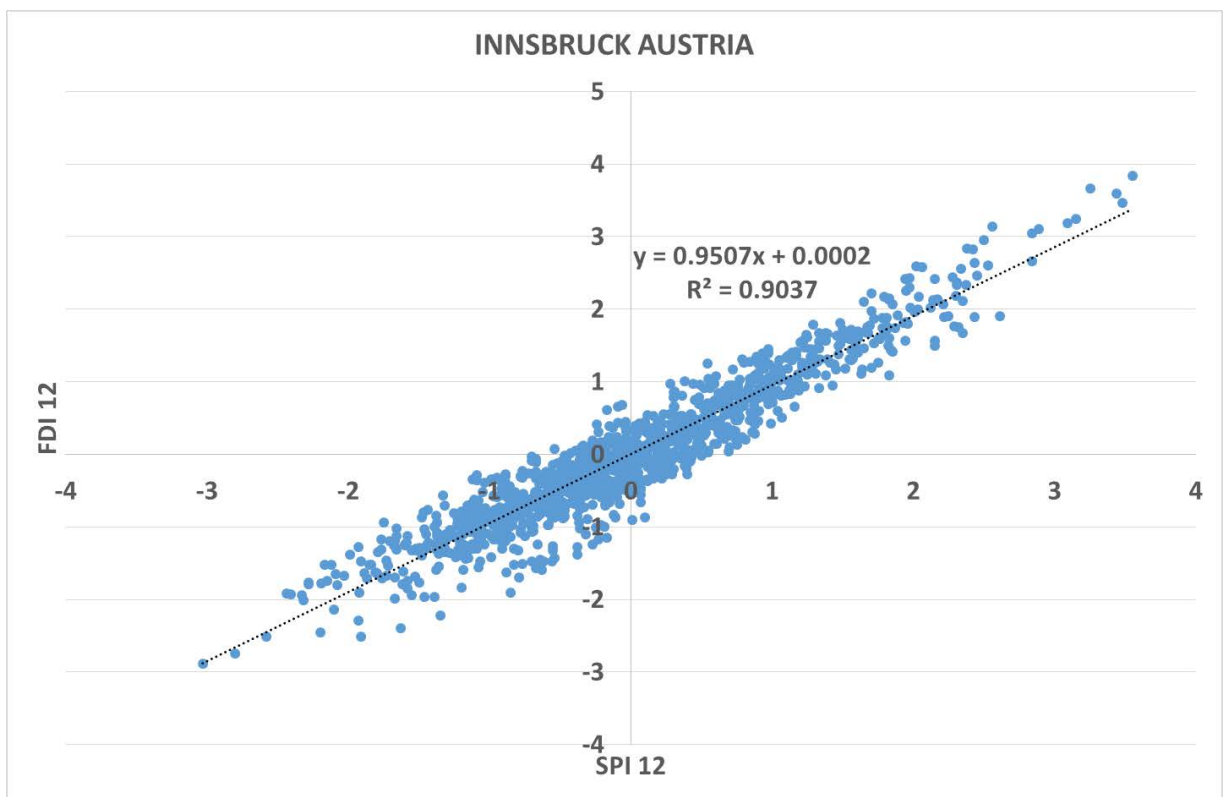
Γράφημα 7. 1. Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας



Γράφημα 7. 2. Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας

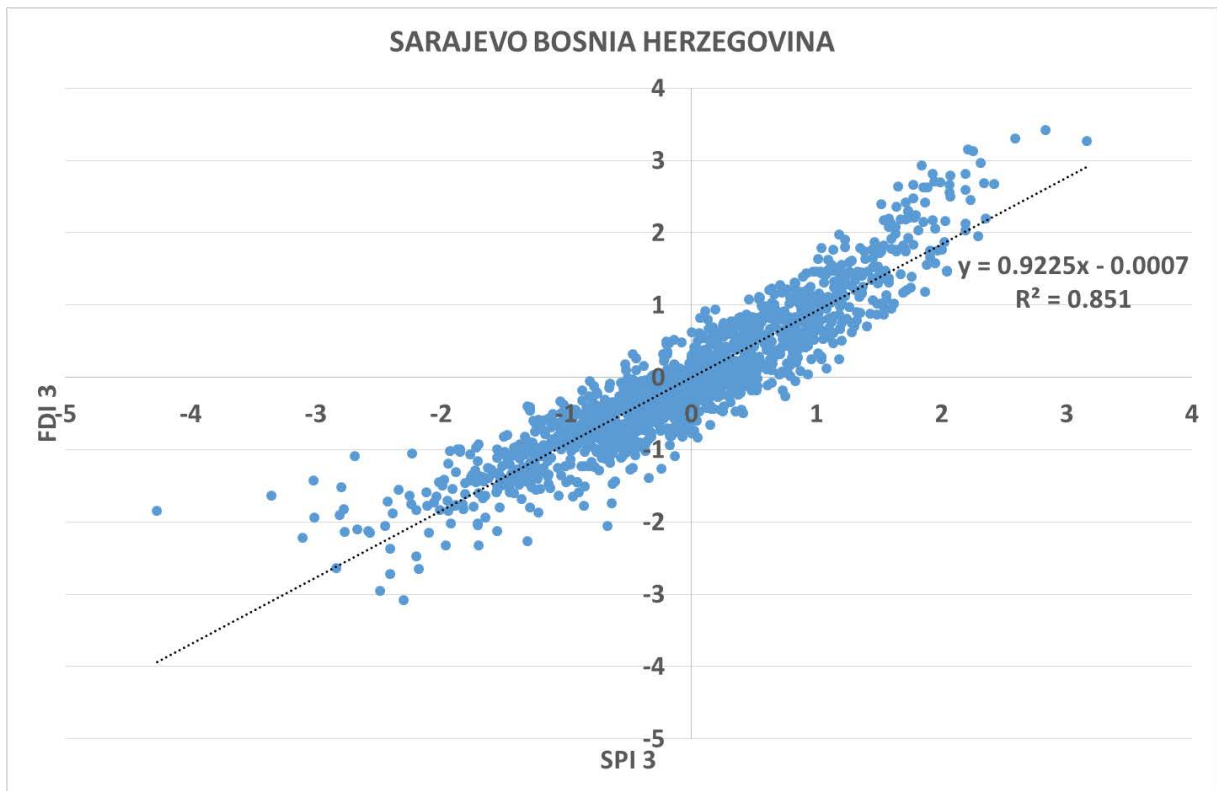


Γράφημα 7. 3. Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας

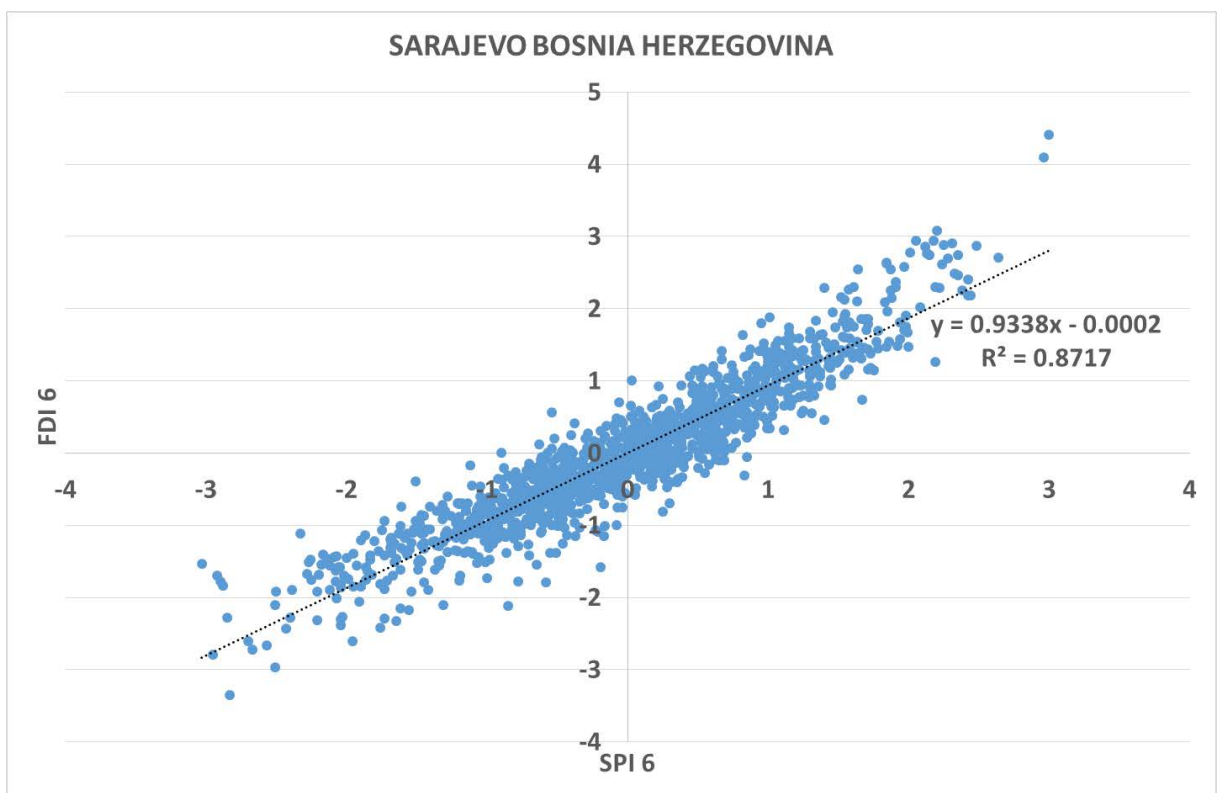


Γράφημα 7. 4. Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Innsbruck της Αυστρίας

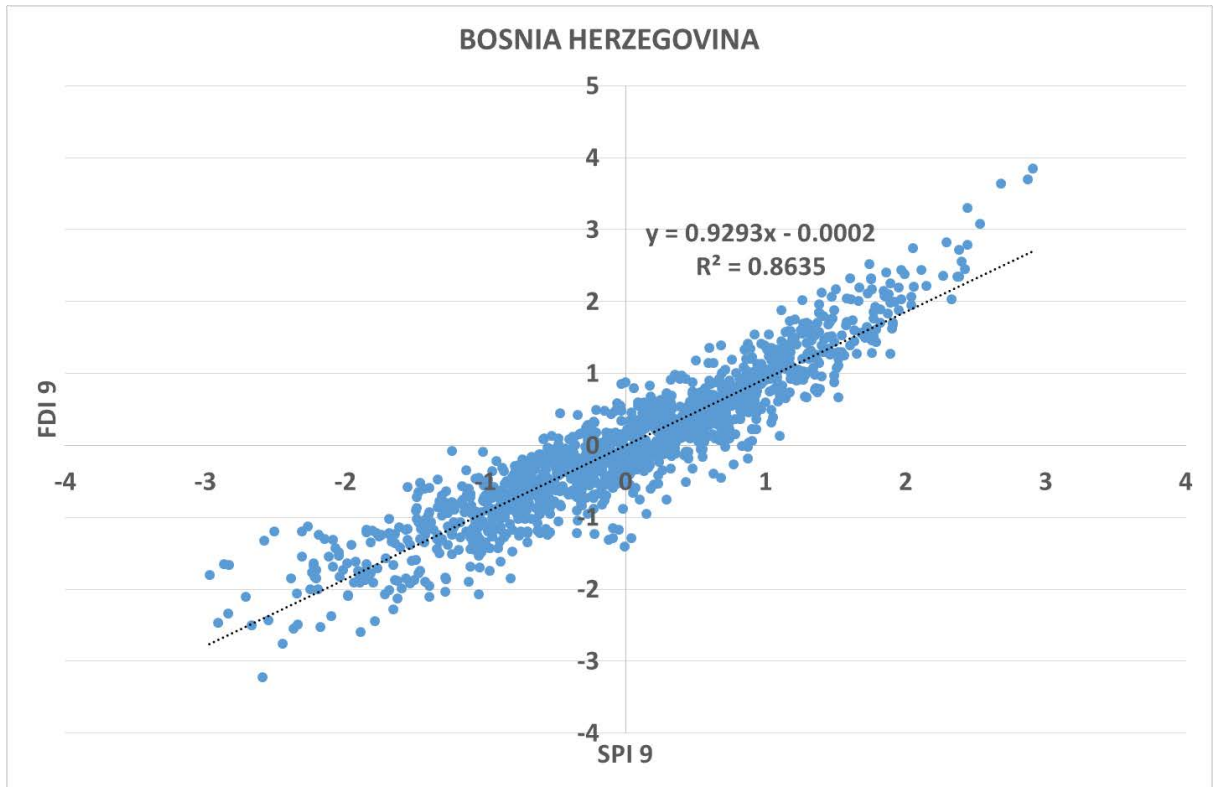
Για το σταθμό Sarajevo (Βοσνία Ερζεγοβίνη) για χρονοσειρά 1901-2013, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



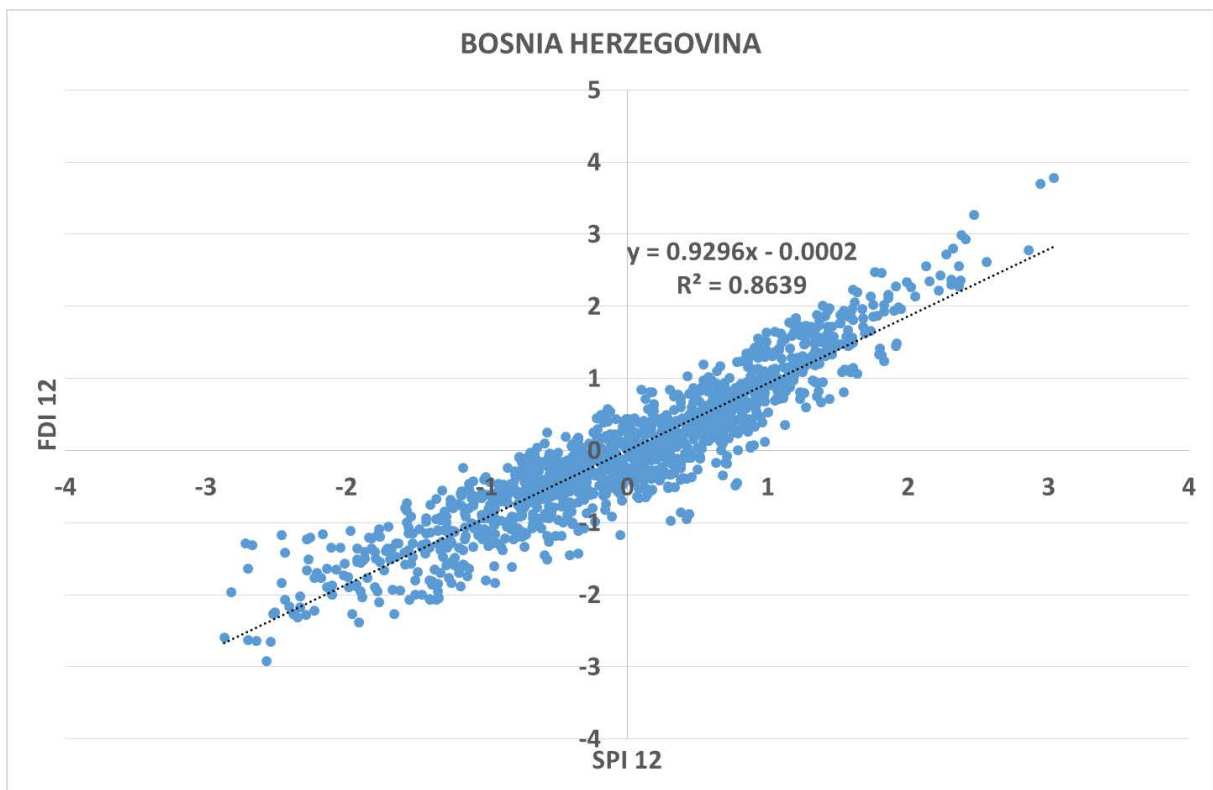
Γράφημα 7. 5. Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης



Γράφημα 7. 6. Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης

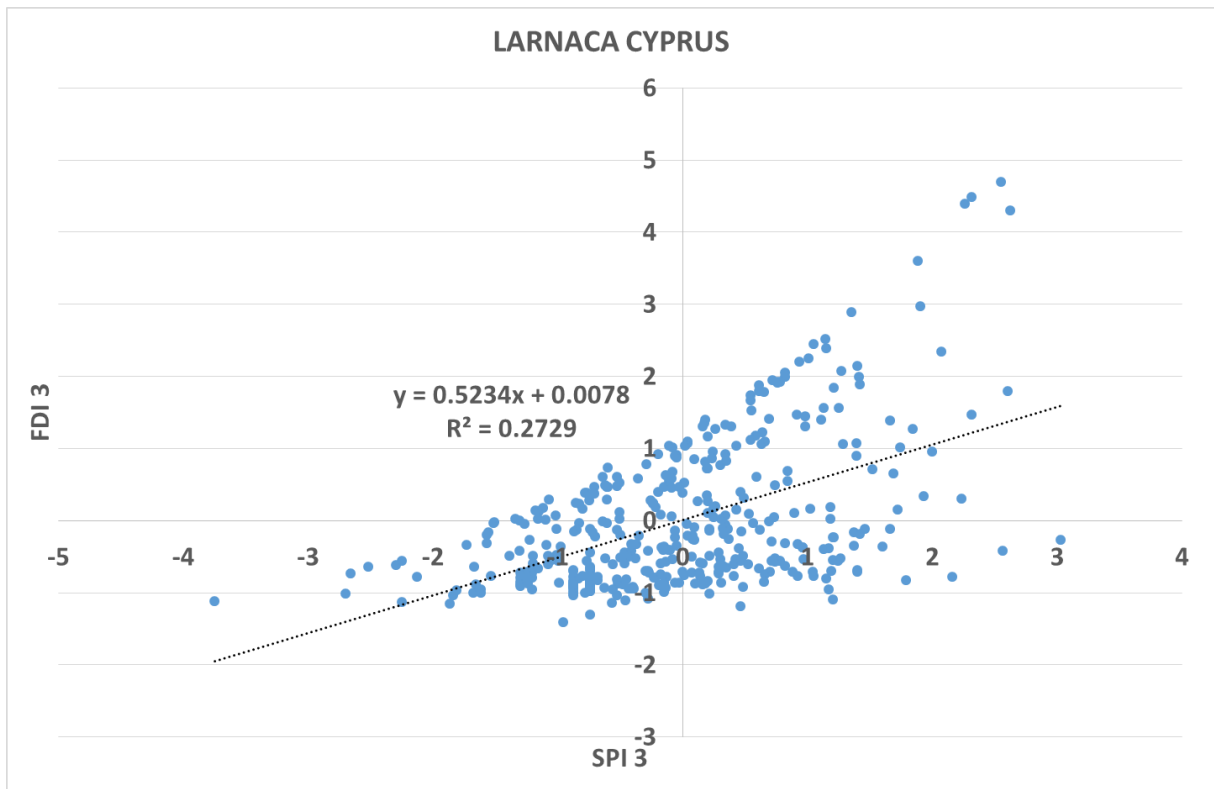


Γράφημα 7. 7. Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης

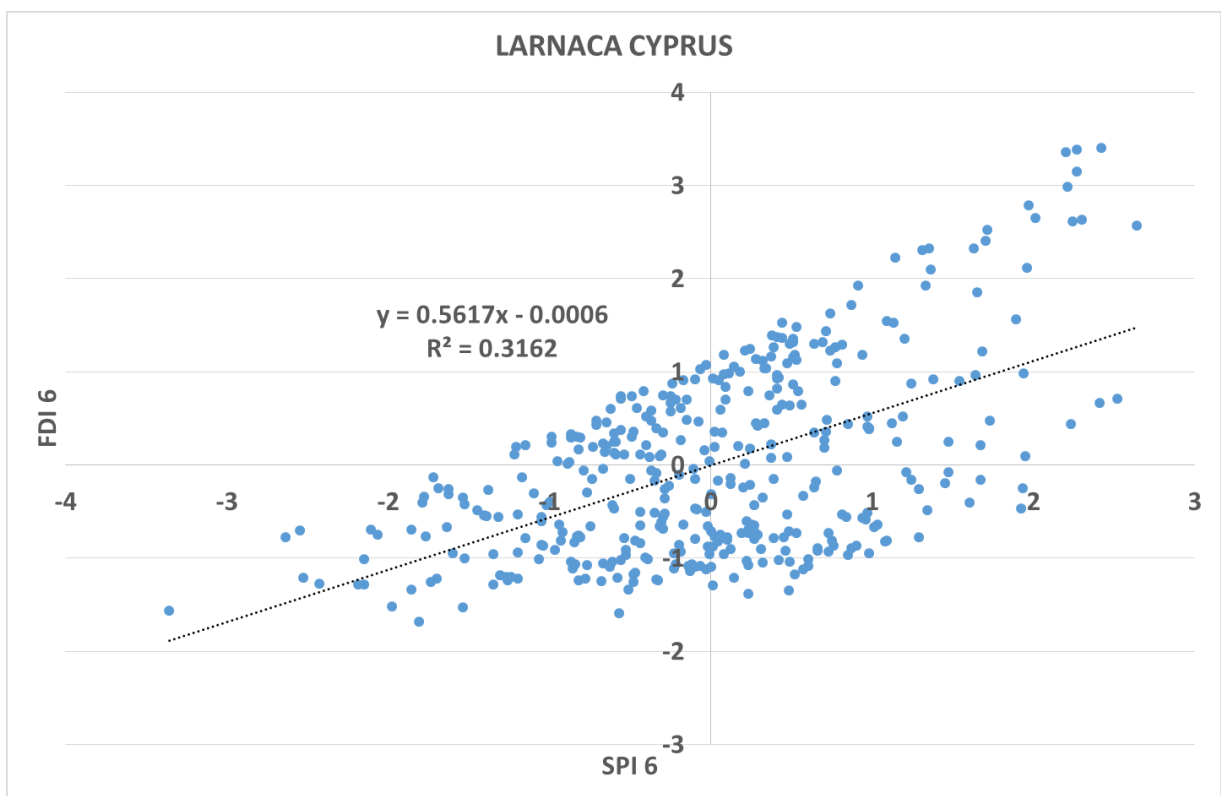


Γράφημα 7. 8. Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Sarajevo της Βοσνίας Ερζεγοβίνης

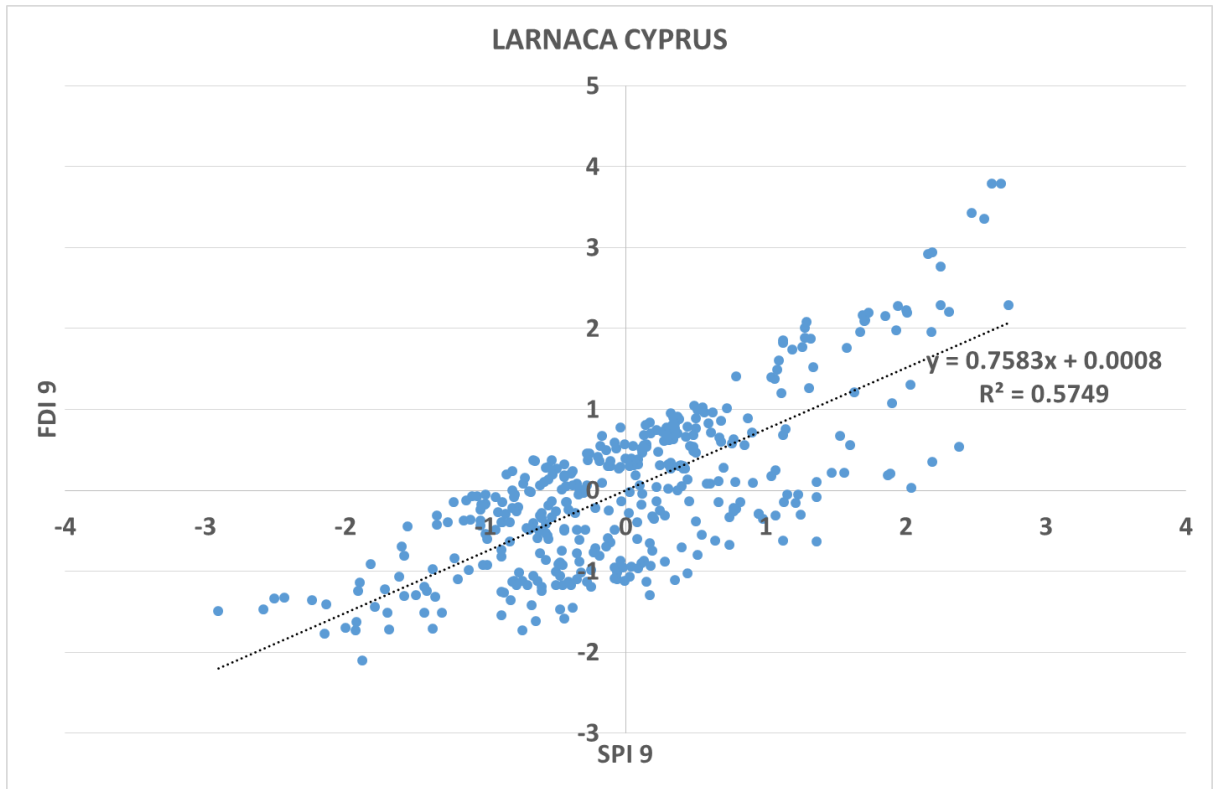
Για το σταθμό Larnaca της Κύπρου για χρονοσειρά 1977-2009, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



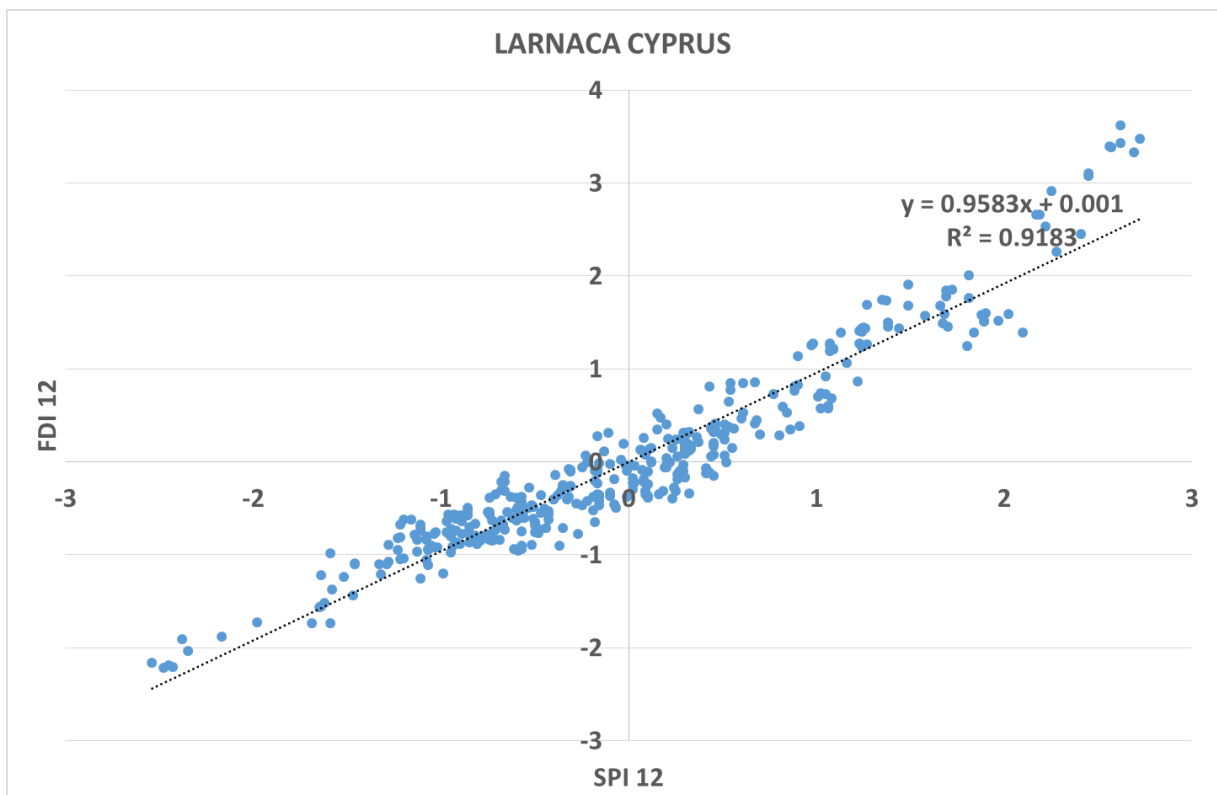
Γράφημα 7. 9 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου



Γράφημα 7. 10 . Συσχέτιση SPI 6 – FDI 6 για τον σταθμό Larnaca της Κύπρου

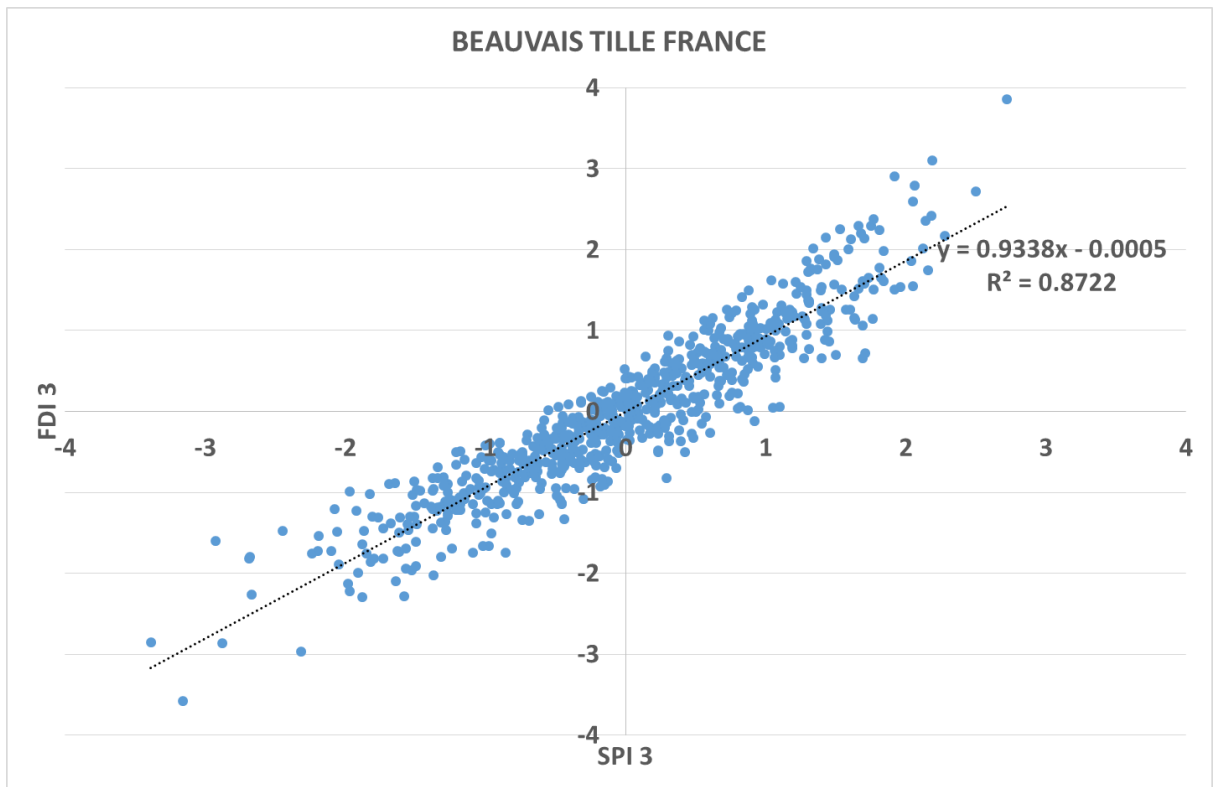


Γράφημα 7. 11 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Λαρνακα της Κύπρου

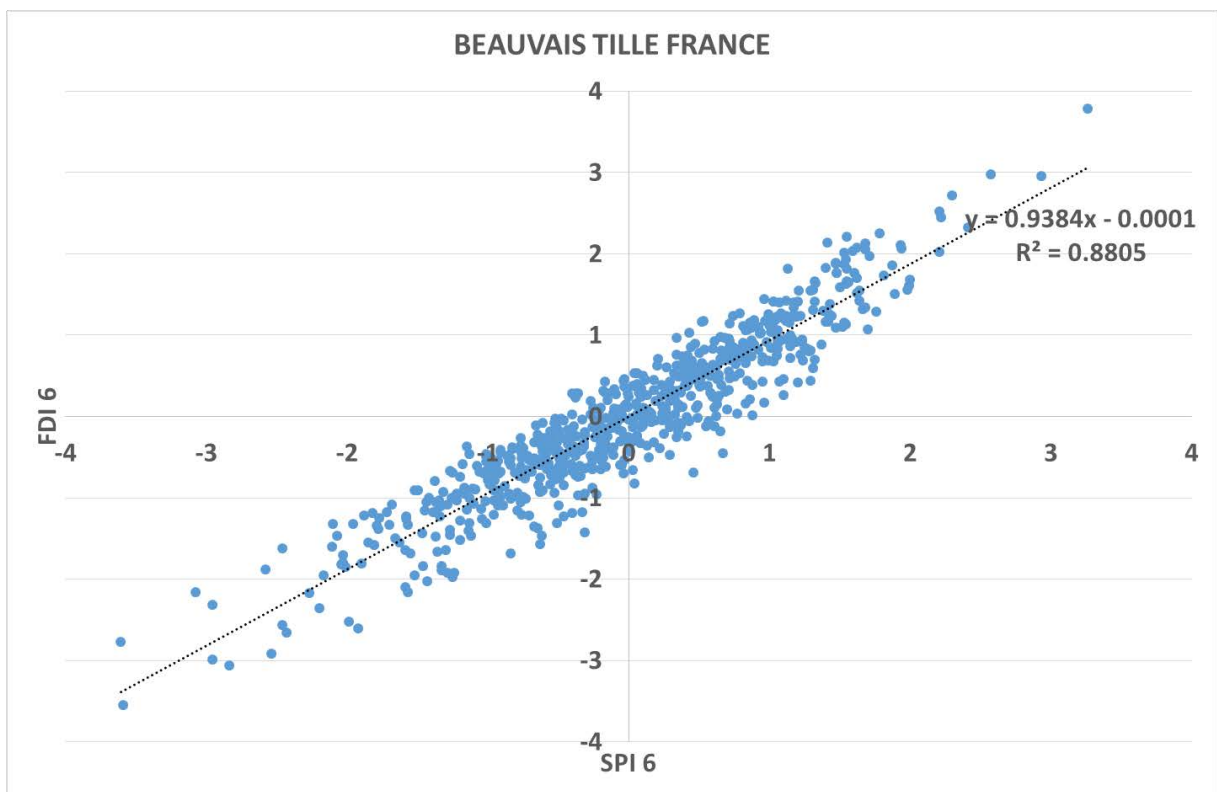


Γράφημα 7. 12 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Λαρνακα της Κύπρου

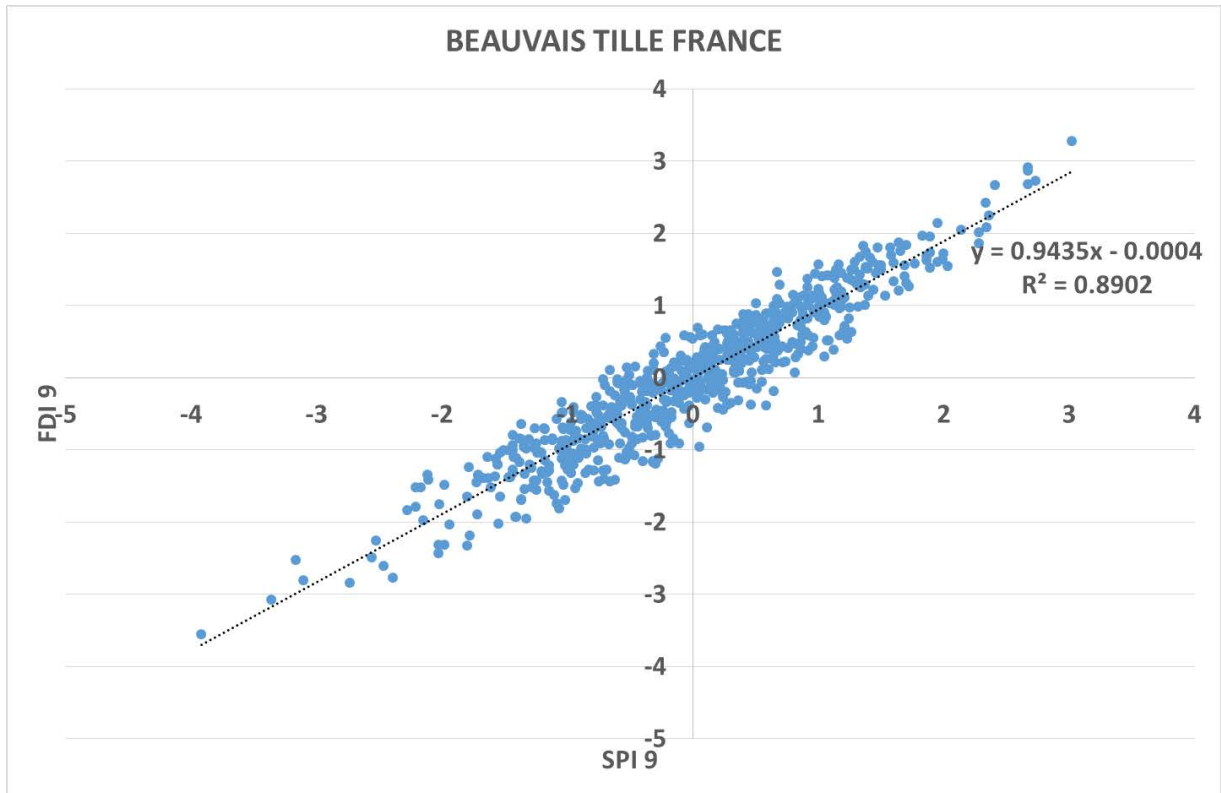
Για το σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας για χρονοσειρά 1945-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



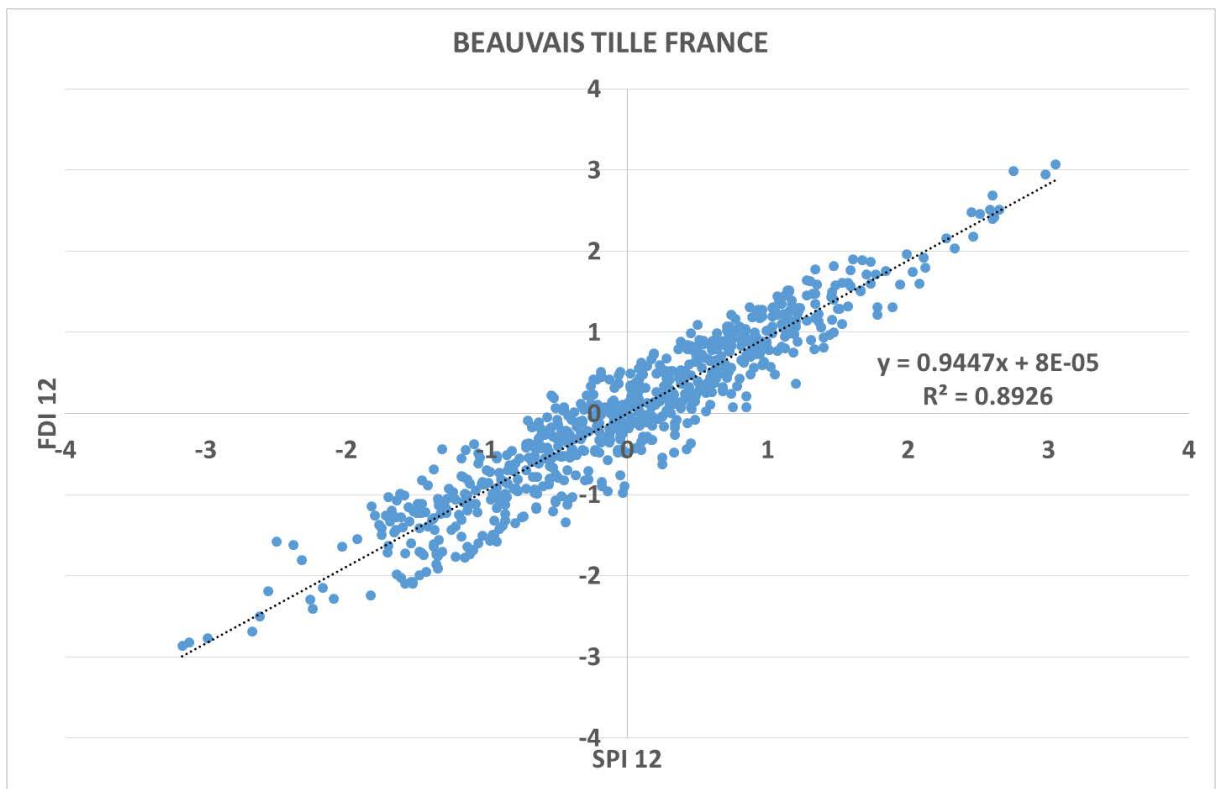
Γράφημα 7. 13 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας



Γράφημα 7. 14 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας

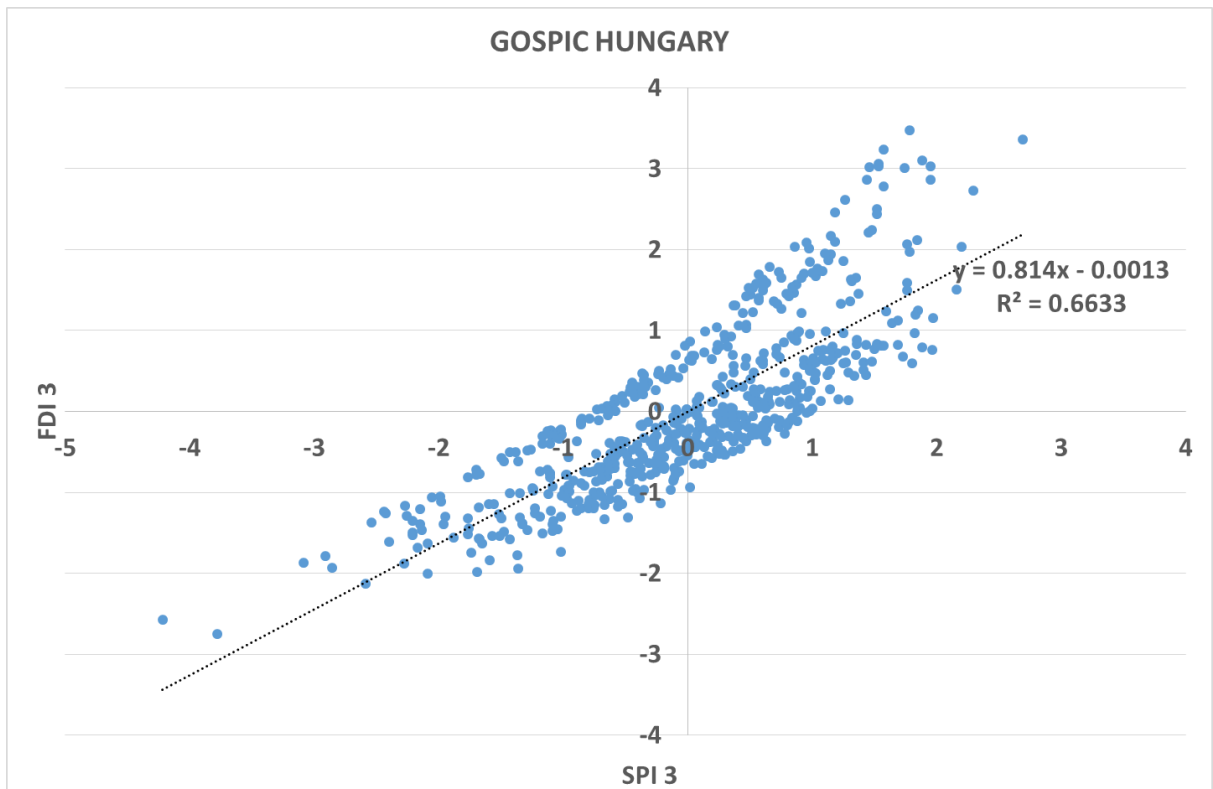


Γράφημα 7. 15 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας

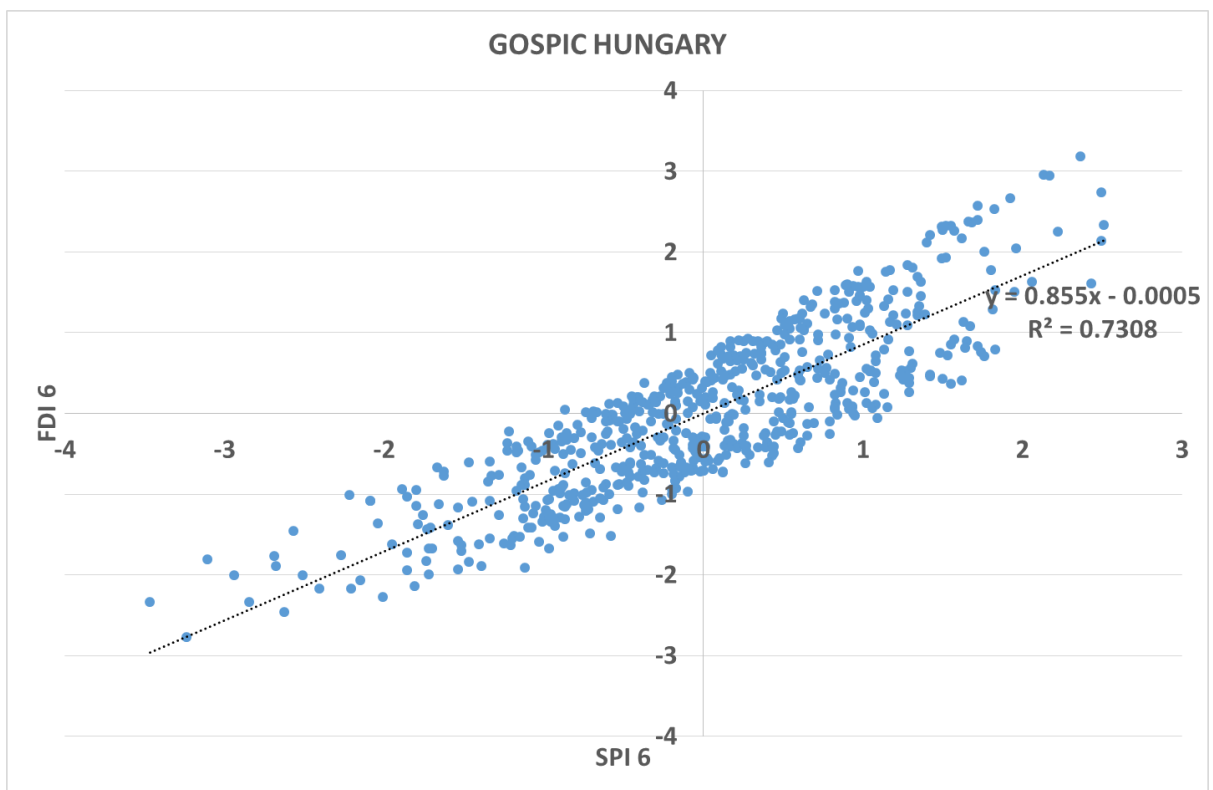


Γράφημα 7. 16 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Beauvais Tille της Γαλλίας

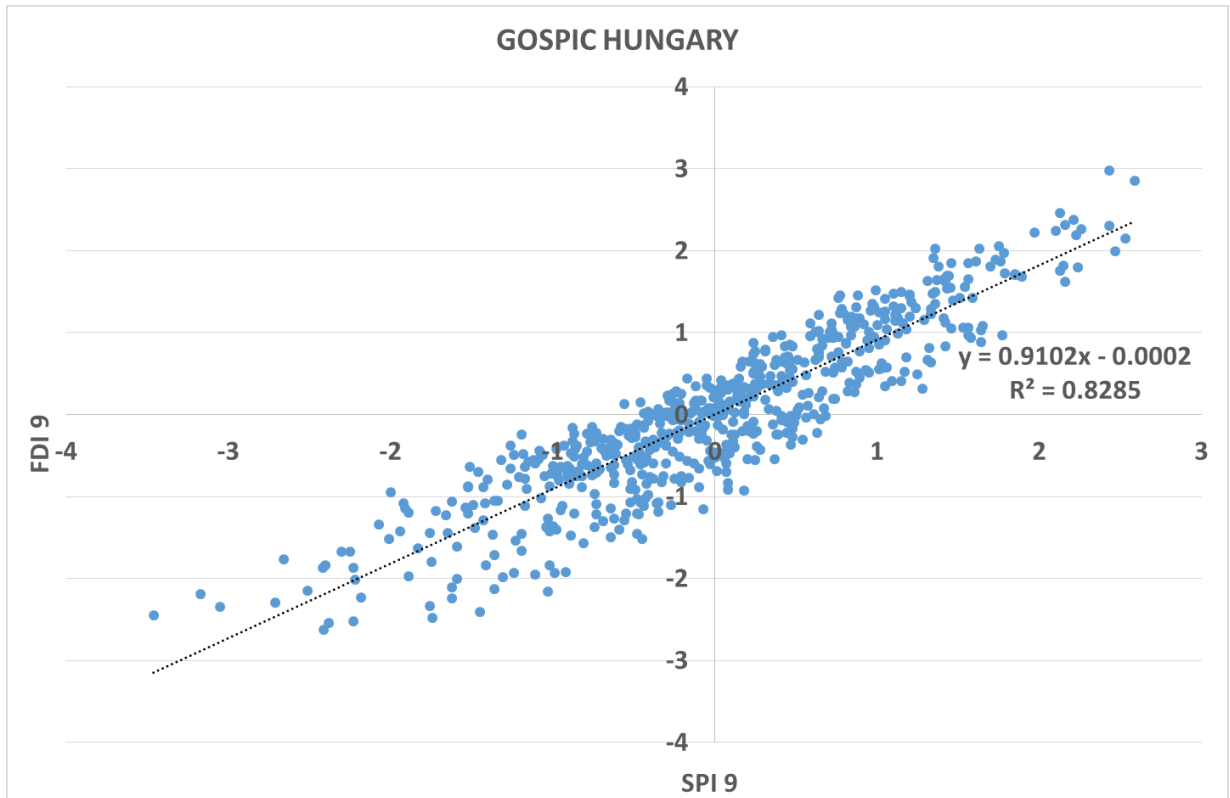
Για το σταθμό Gospic της Ουγγαρίας για χρονοσειρά 1949-2001, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



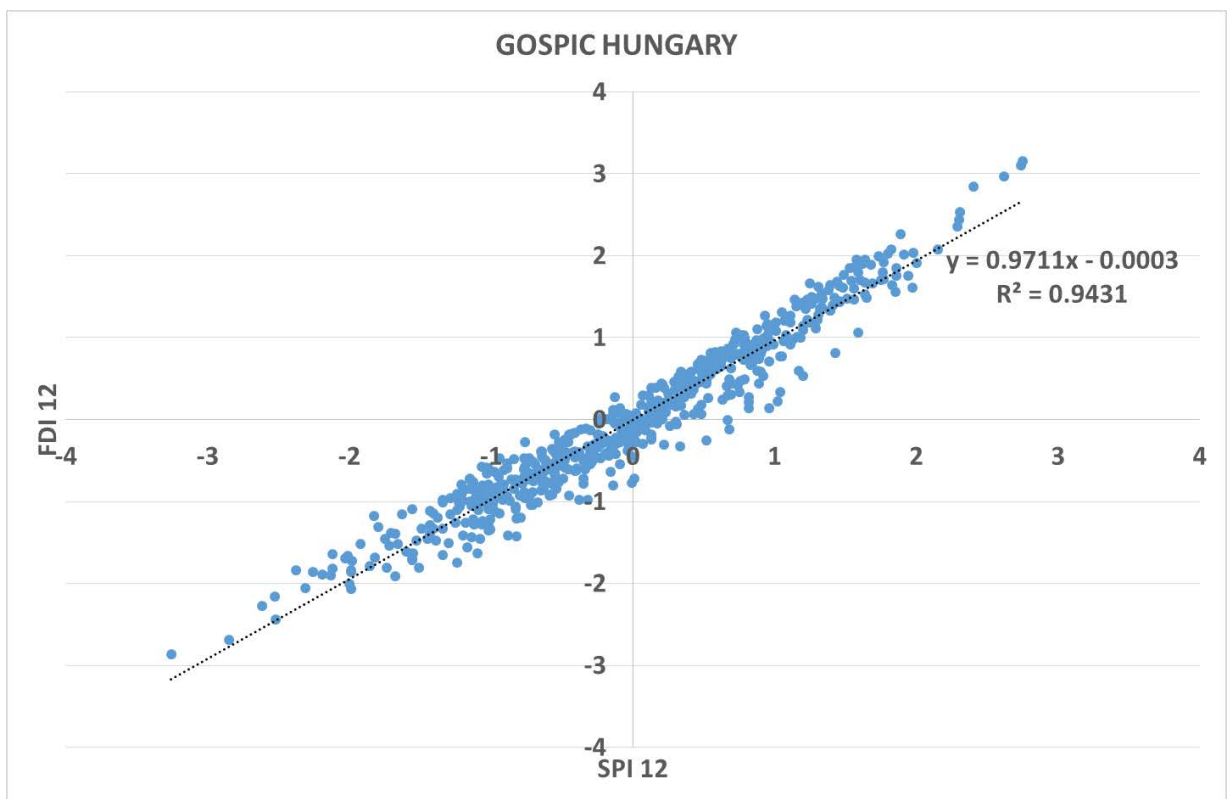
Γράφημα 7. 17 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας



Γράφημα 7. 18 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας

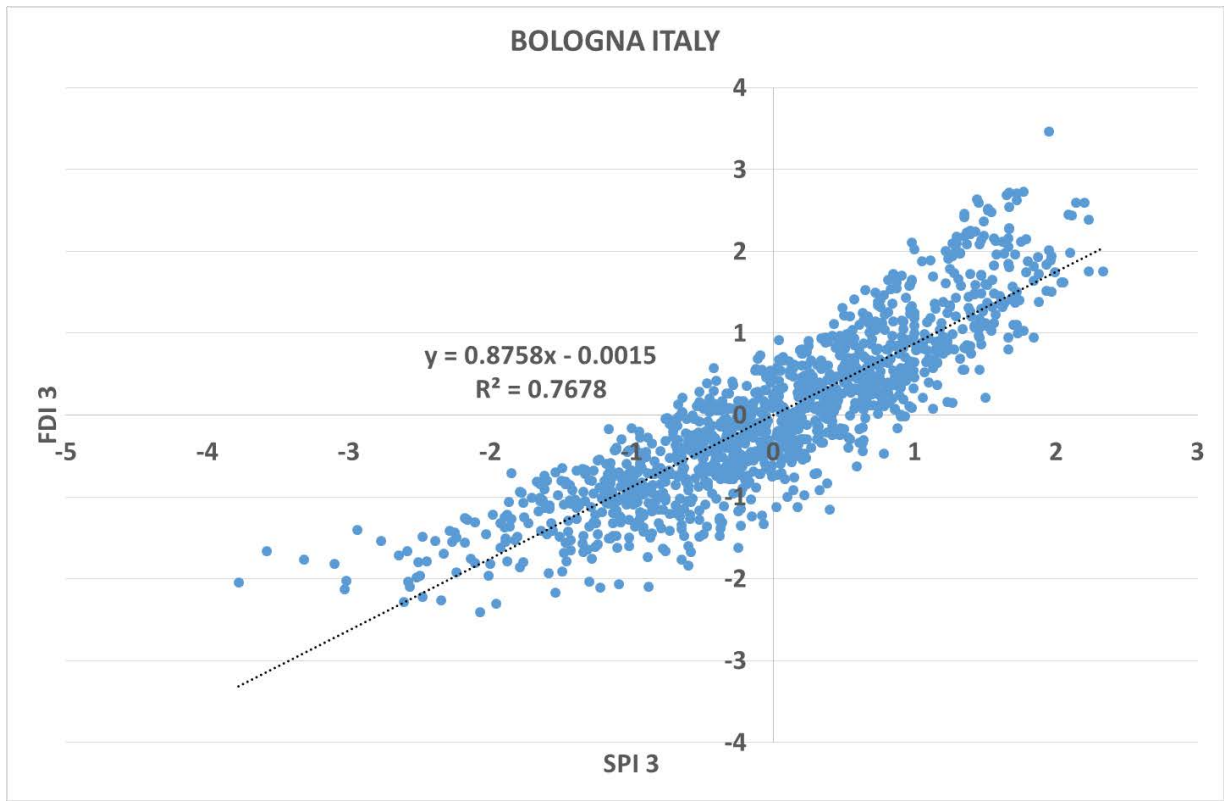


Γράφημα 7. 19 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας

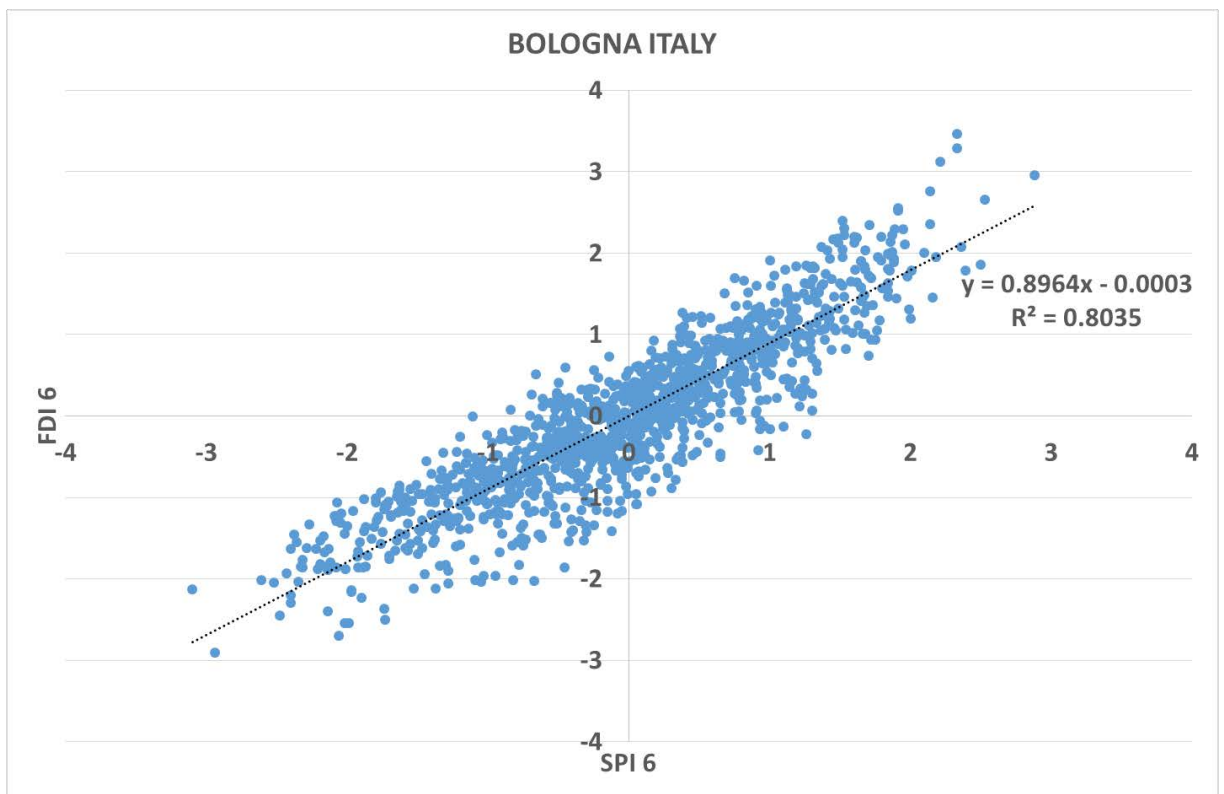


Γράφημα 7. 20 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Gospic της Ουγγαρίας

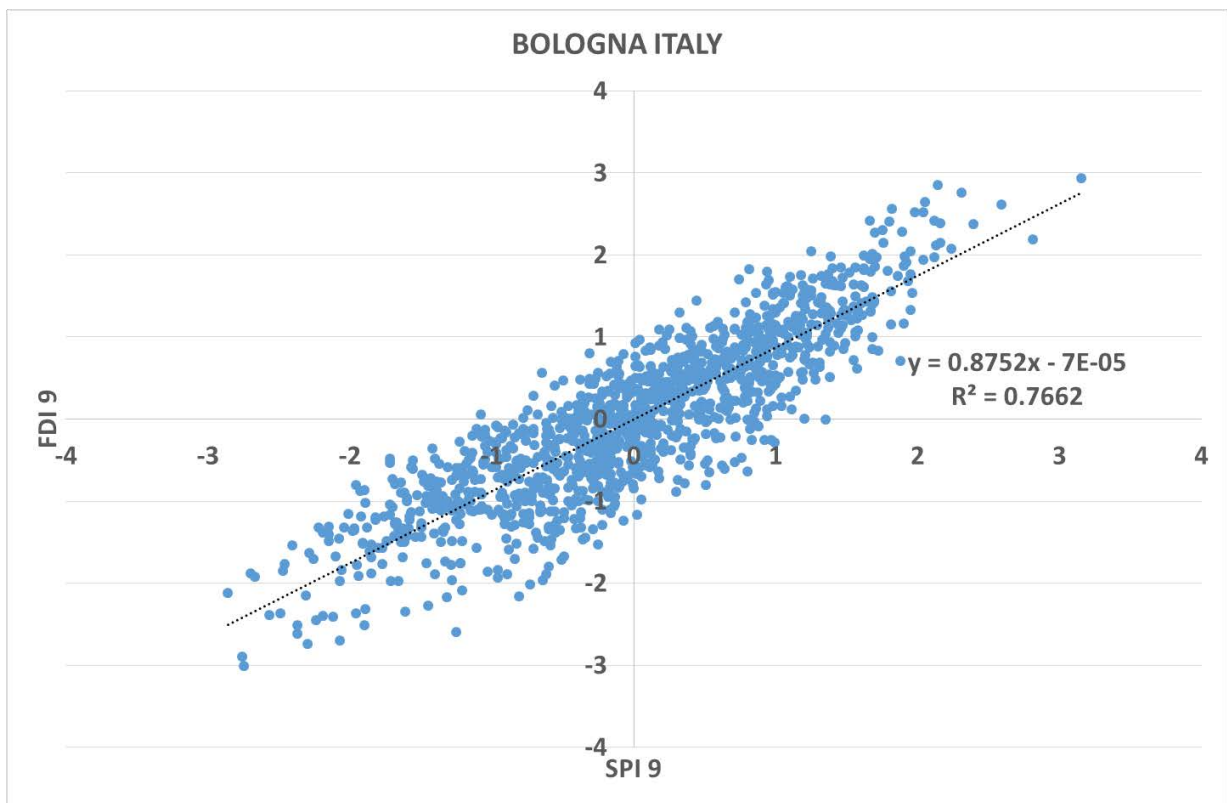
Για το σταθμό Βολογνα της Ιταλίας για χρονοσειρά 1900-2003, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



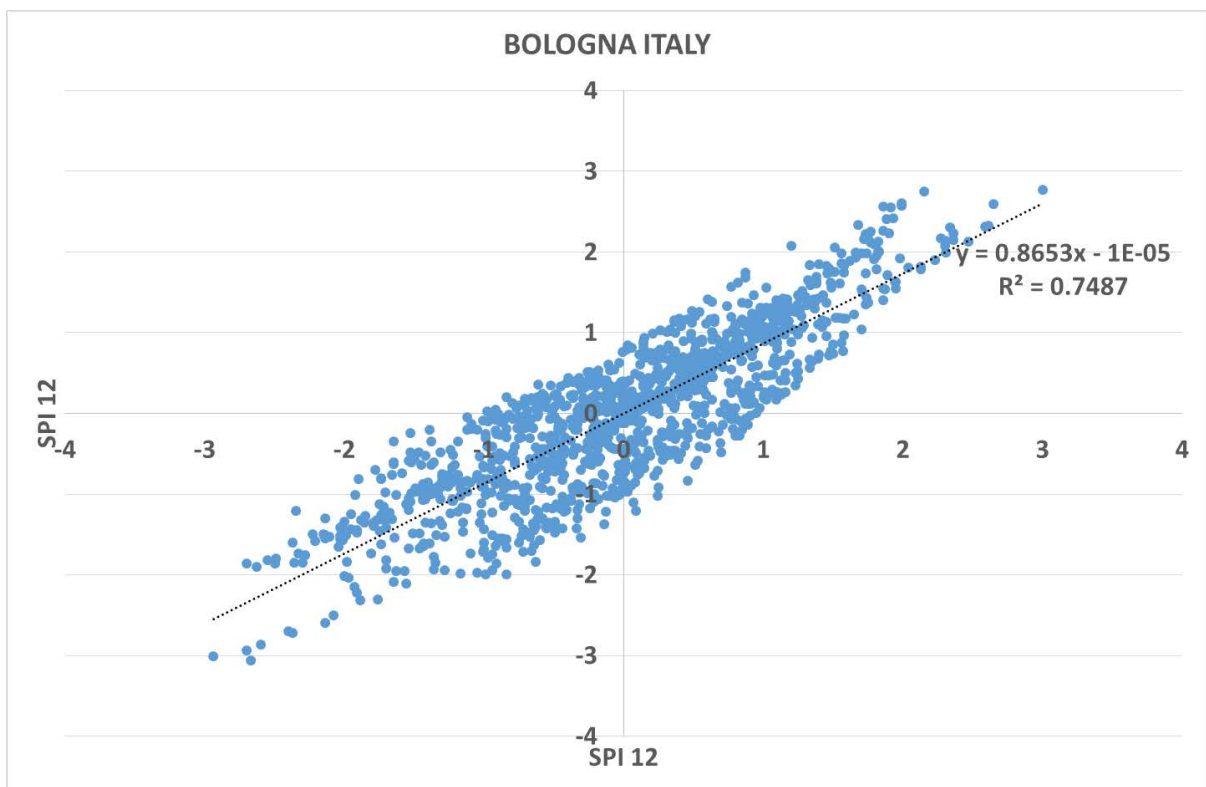
Γράφημα 7. 21 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Βολογνα της Ιταλίας



Γράφημα 7. 22 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Βολογνα της Ιταλίας

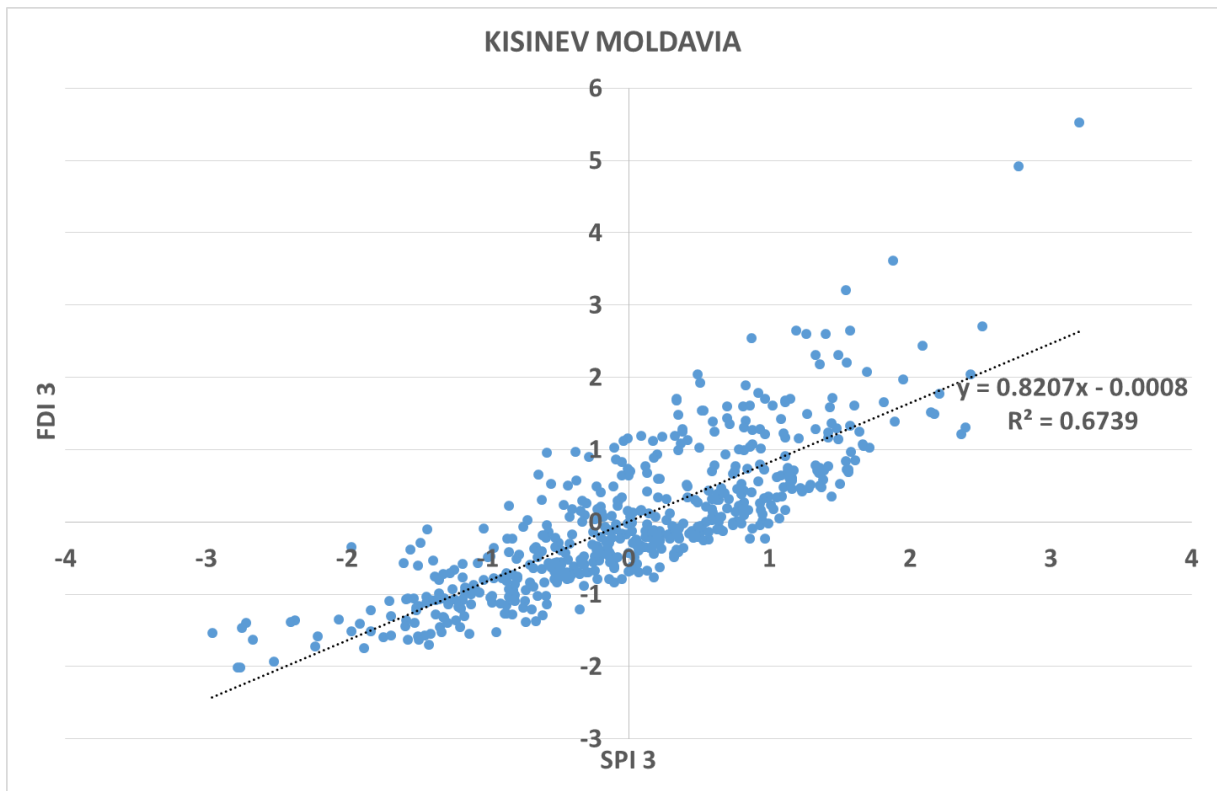


Γράφημα 7. 23 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Βολογνα της Ιταλίας

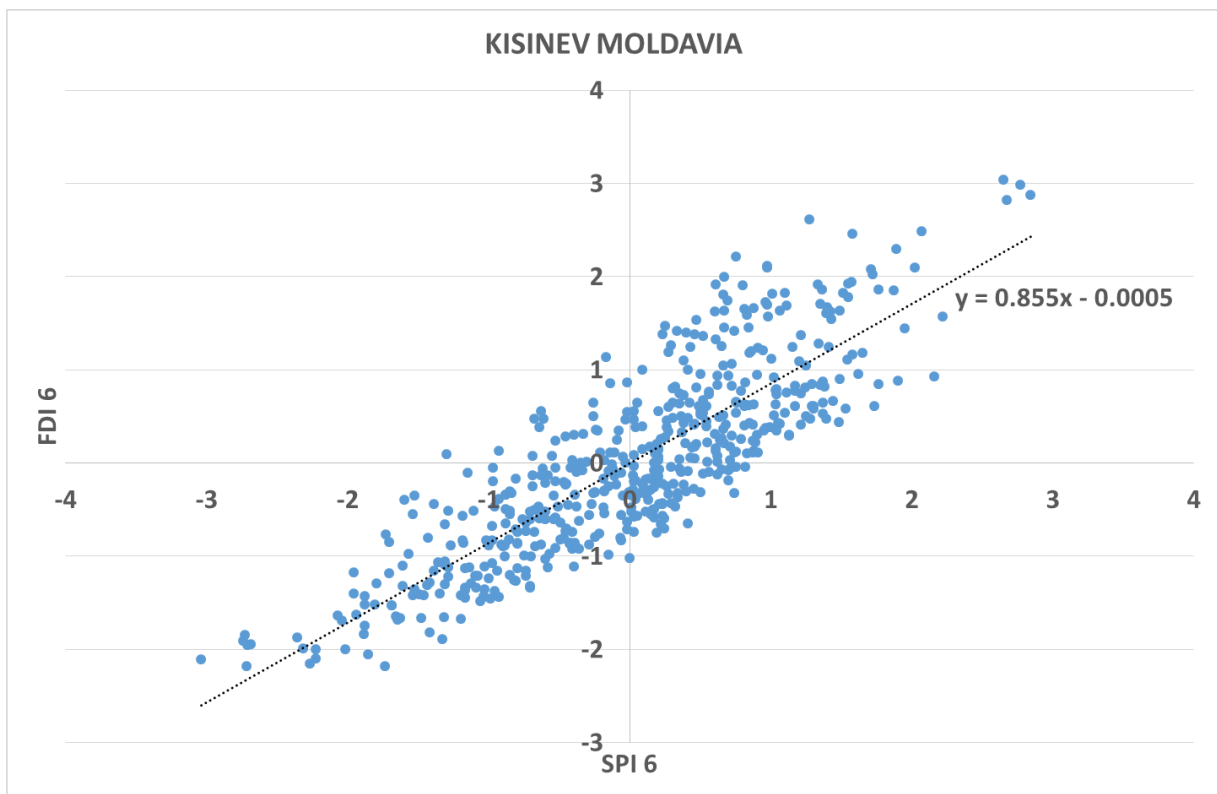


Γράφημα 7. 24 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Βολογνα της Ιταλίας

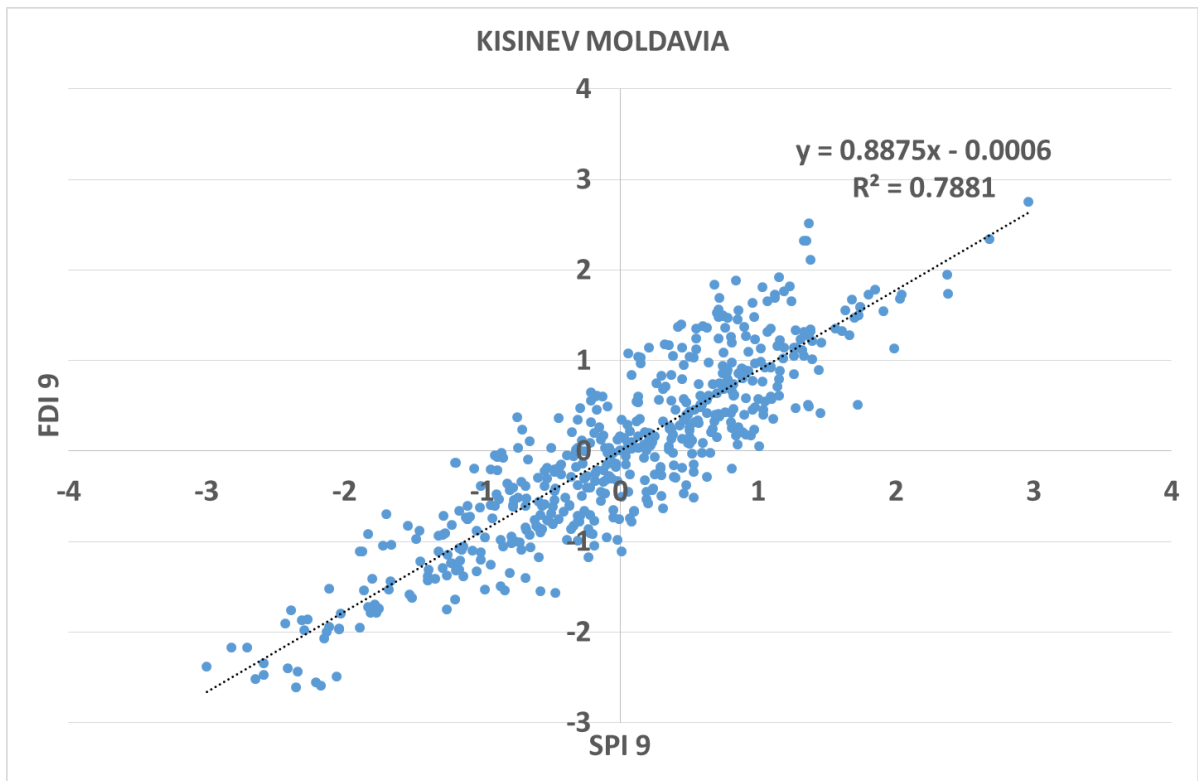
Για το σταθμό Kisinev της Μολδαβίας για χρονοσειρά 1945-1989, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



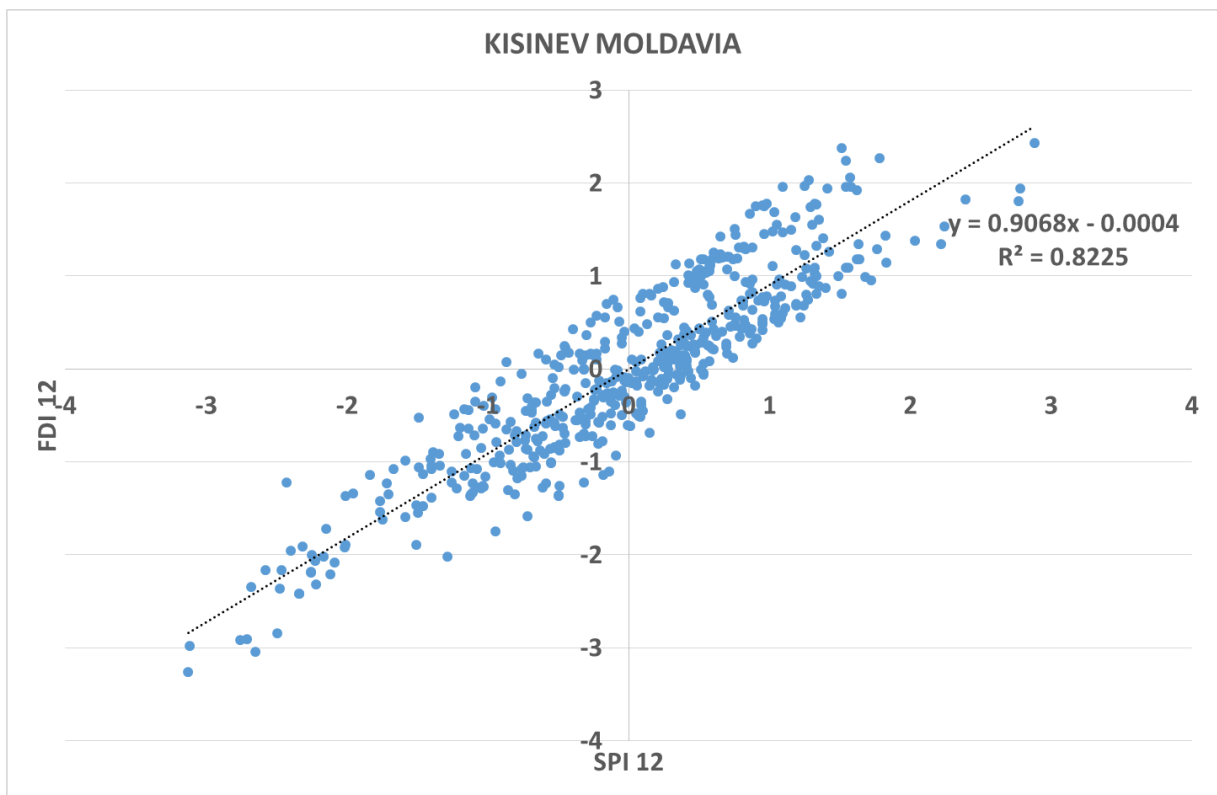
Γράφημα 7. 25 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας



Γράφημα 7. 26 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας

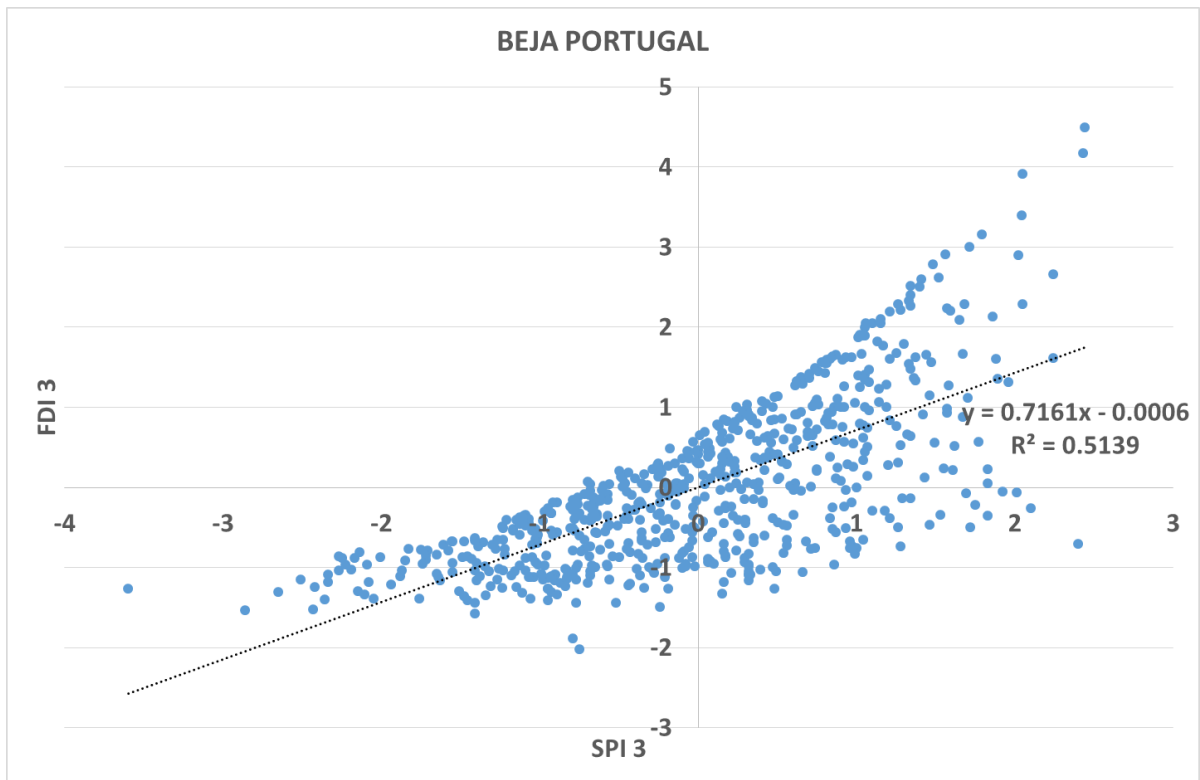


Γράφημα 7. 27 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας

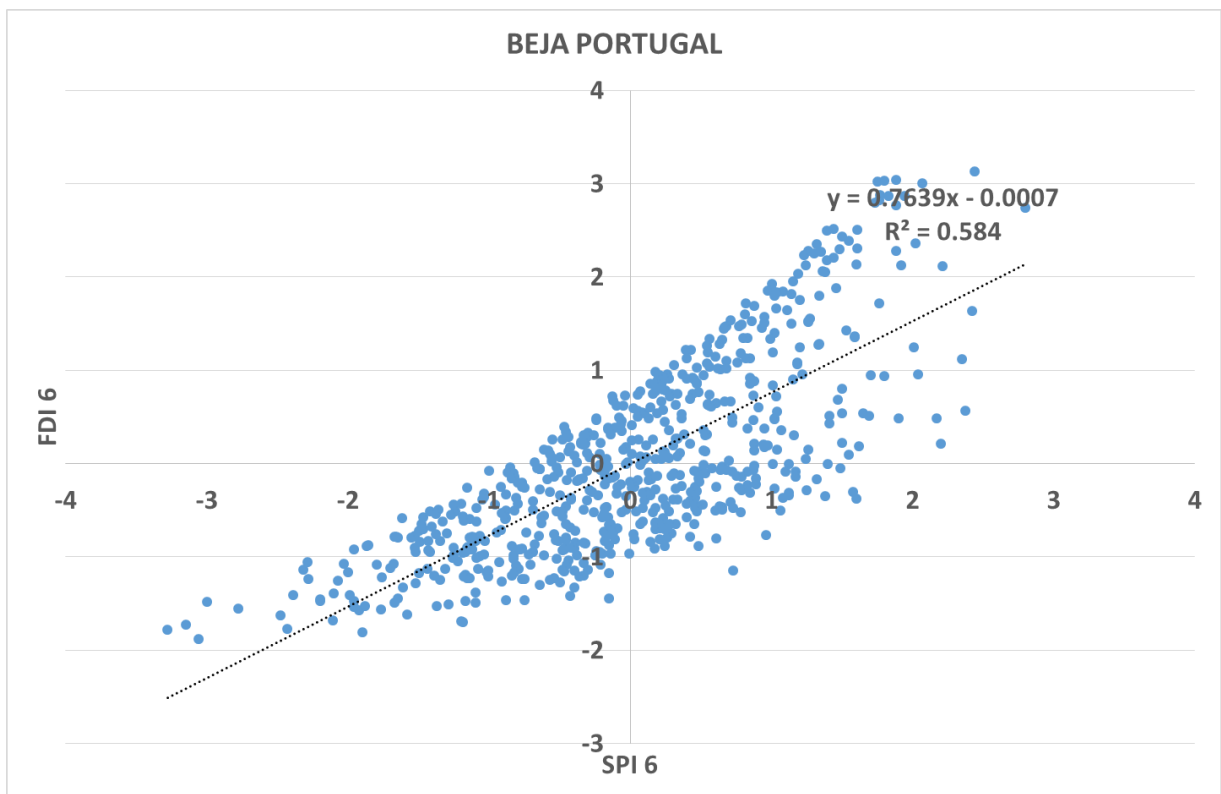


Γράφημα 7. 28 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Kisinev της Μολδαβίας

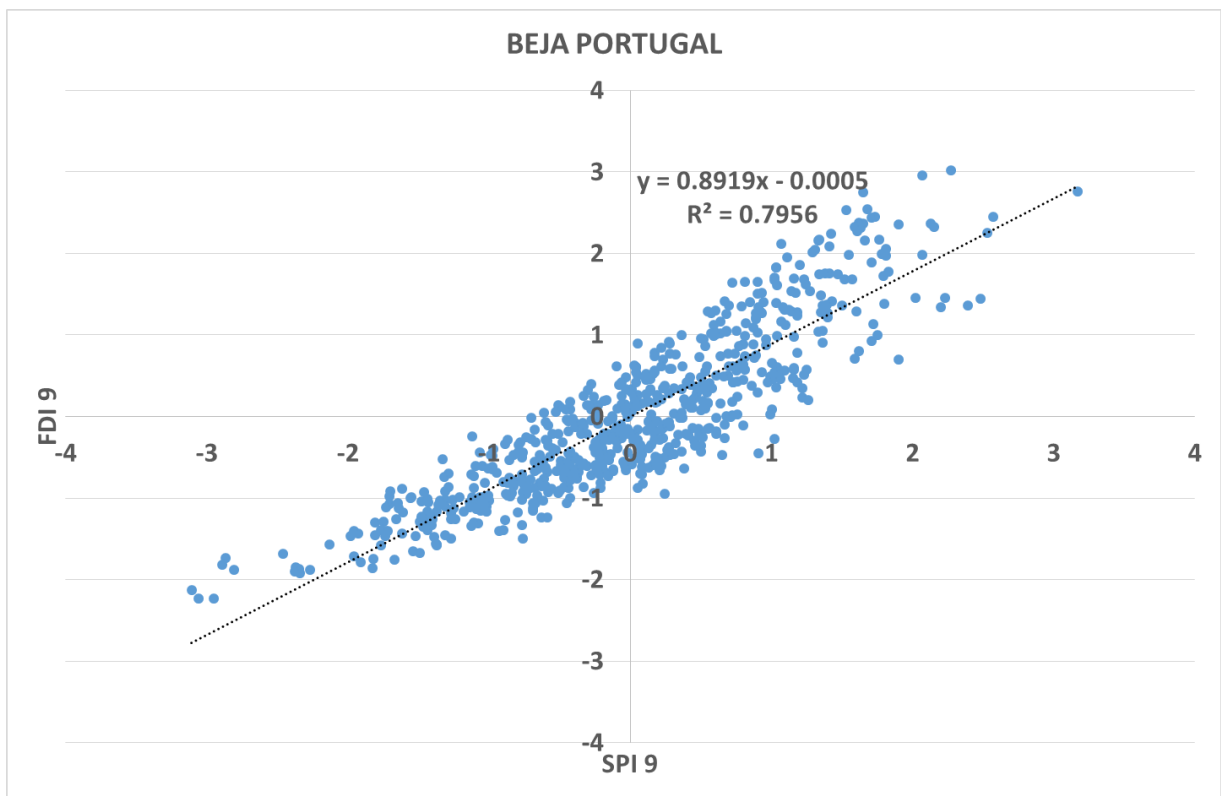
Για το σταθμό Beja της Πορτογαλίας για χρονοσειρά 1958-2013, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



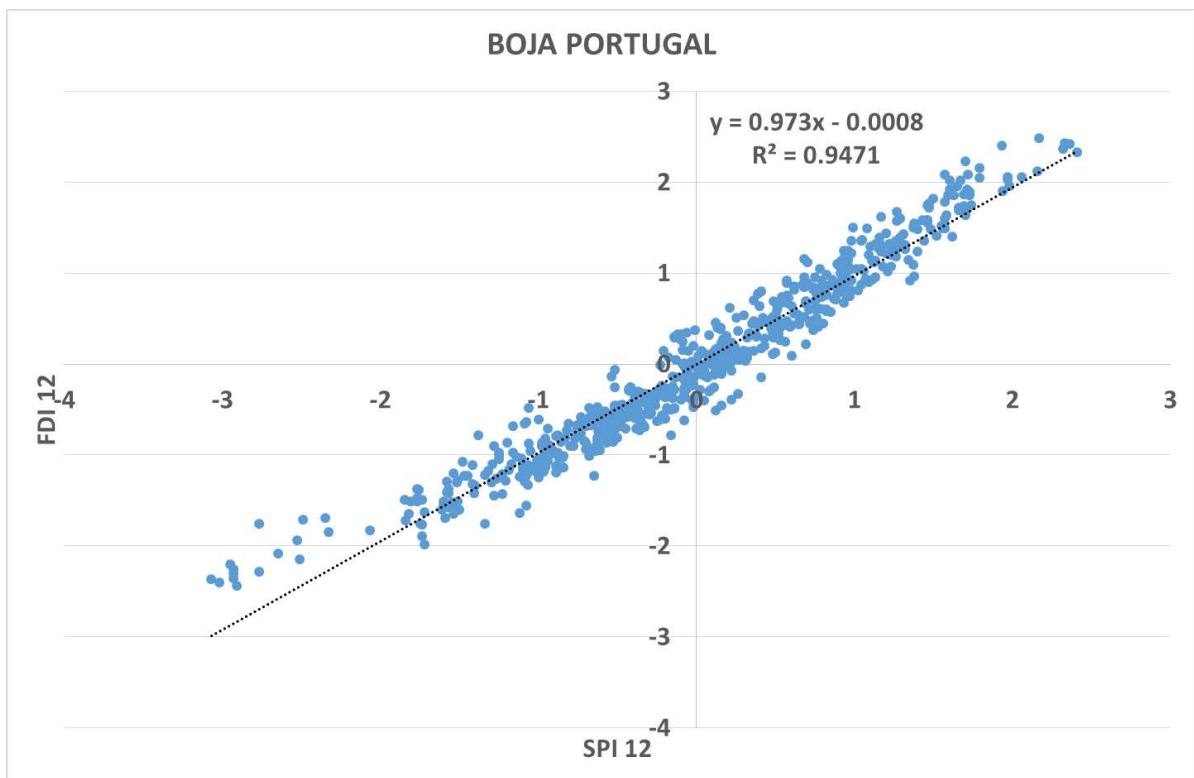
Γράφημα 7. 29 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας



Γράφημα 7. 30 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Beja της Πορτογαλίας

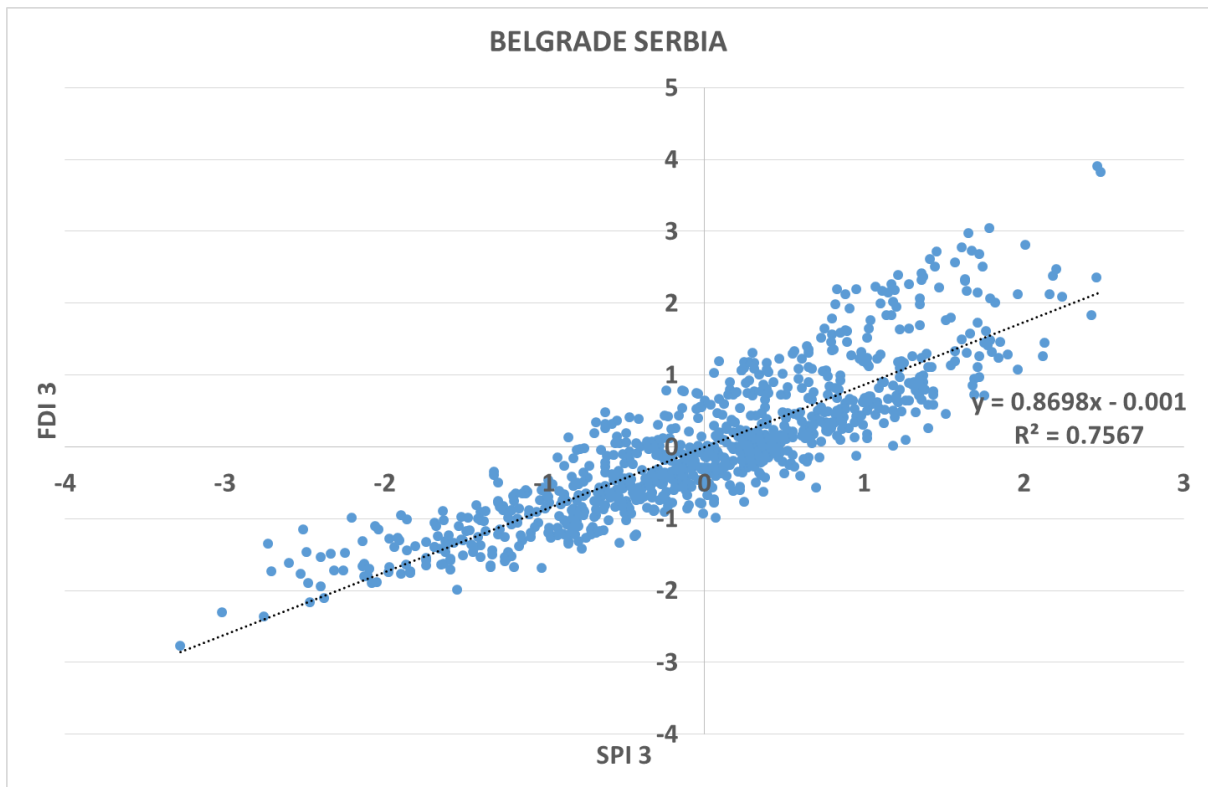


Γράφημα 7. 31 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Βεja της Πορτογαλίας

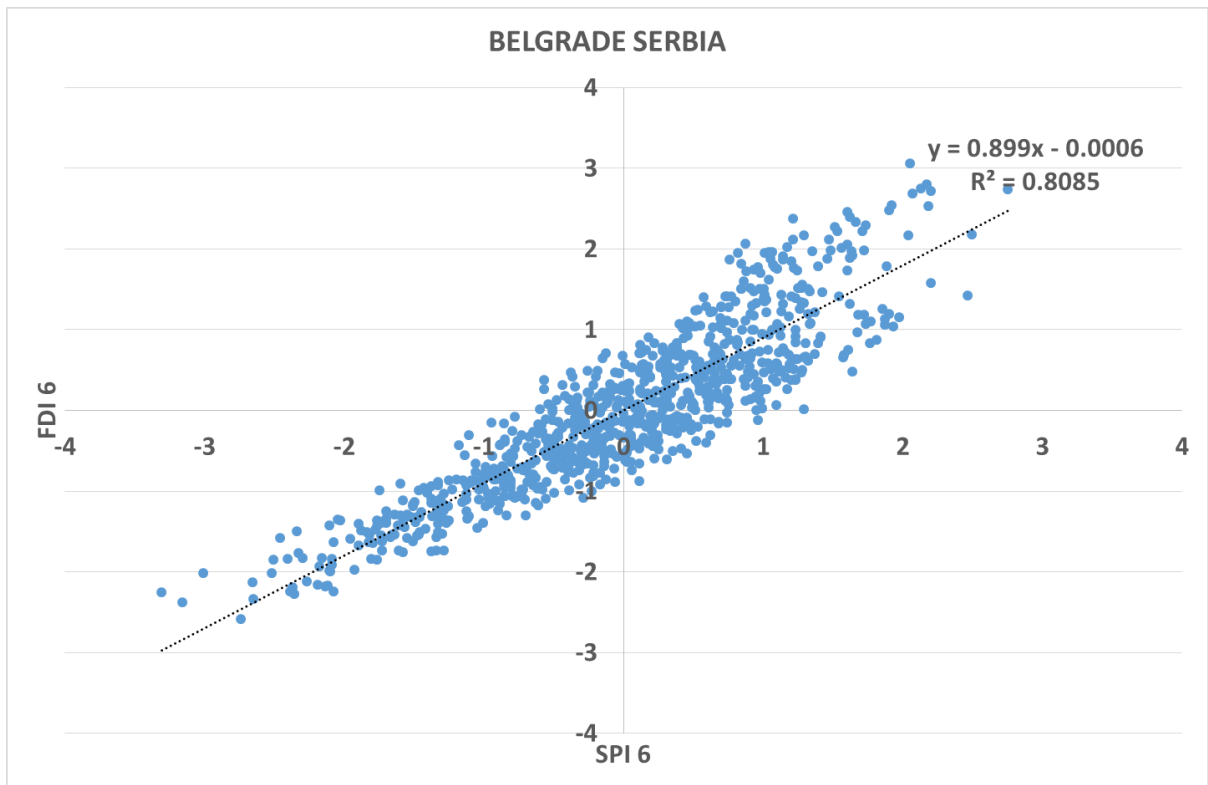


Γράφημα 7. 32 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Βεja της Πορτογαλίας

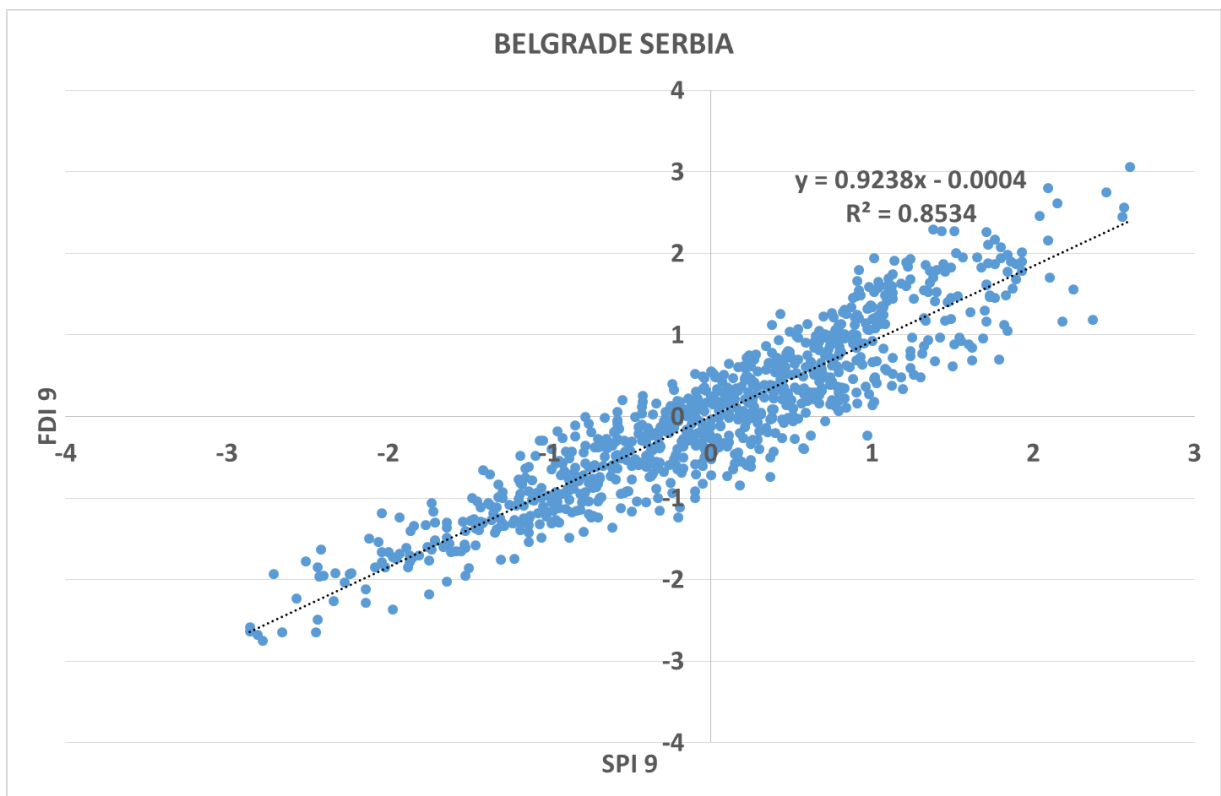
Για το σταθμό Belgrade της Σερβίας για χρονοσειρά 1936-2009, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



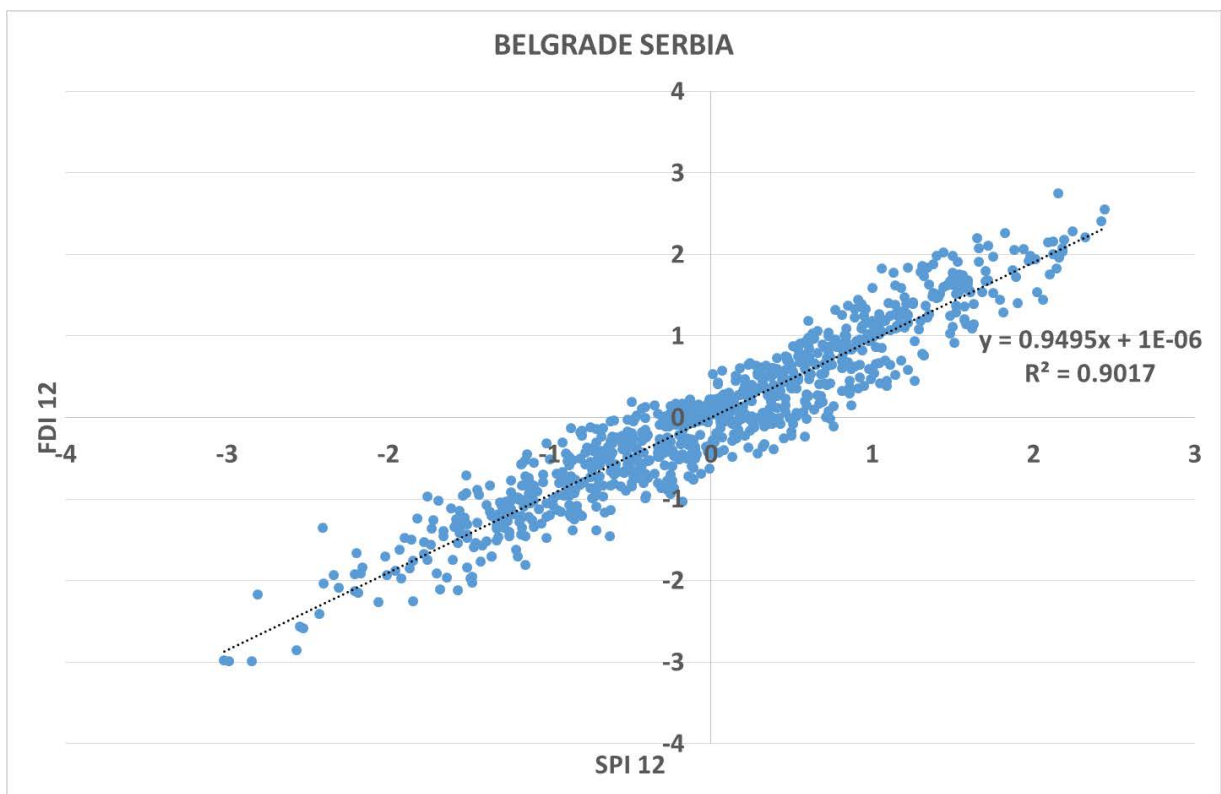
Γράφημα 7. 33 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας



Γράφημα 7. 34 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας

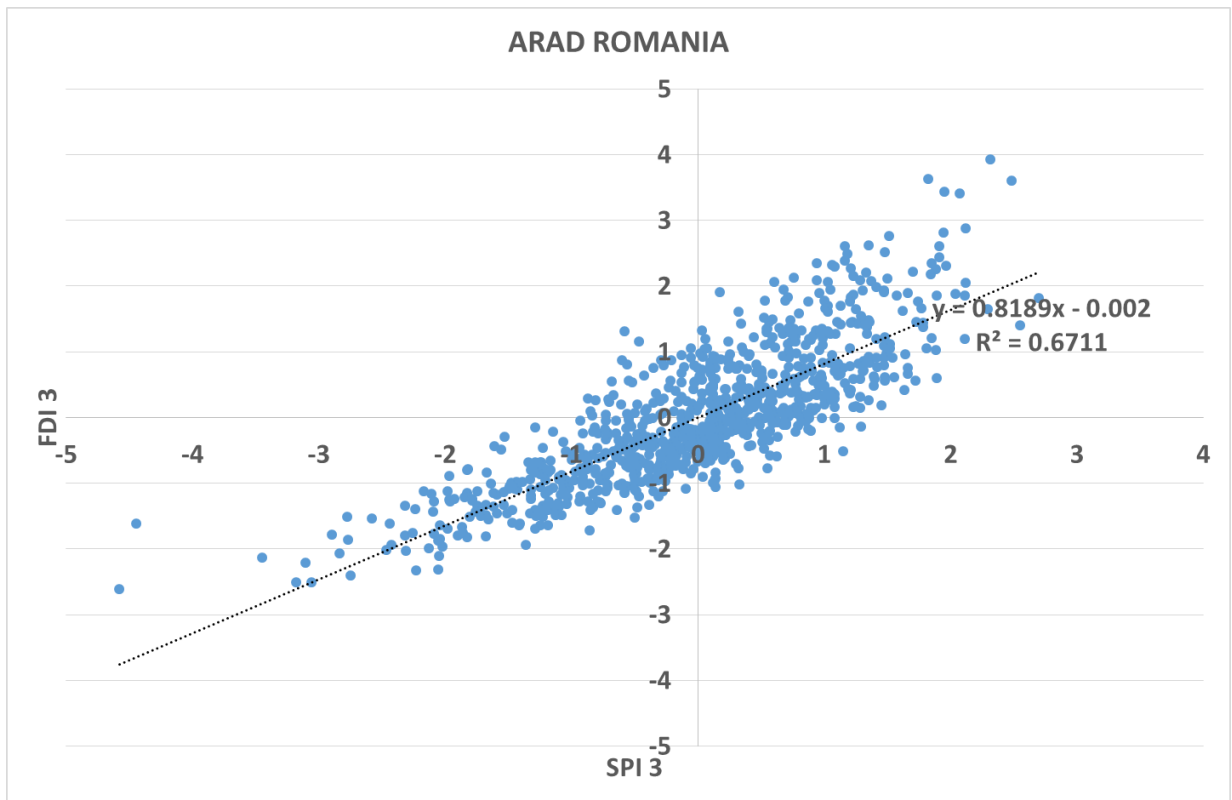


Γράφημα 7. 35 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας

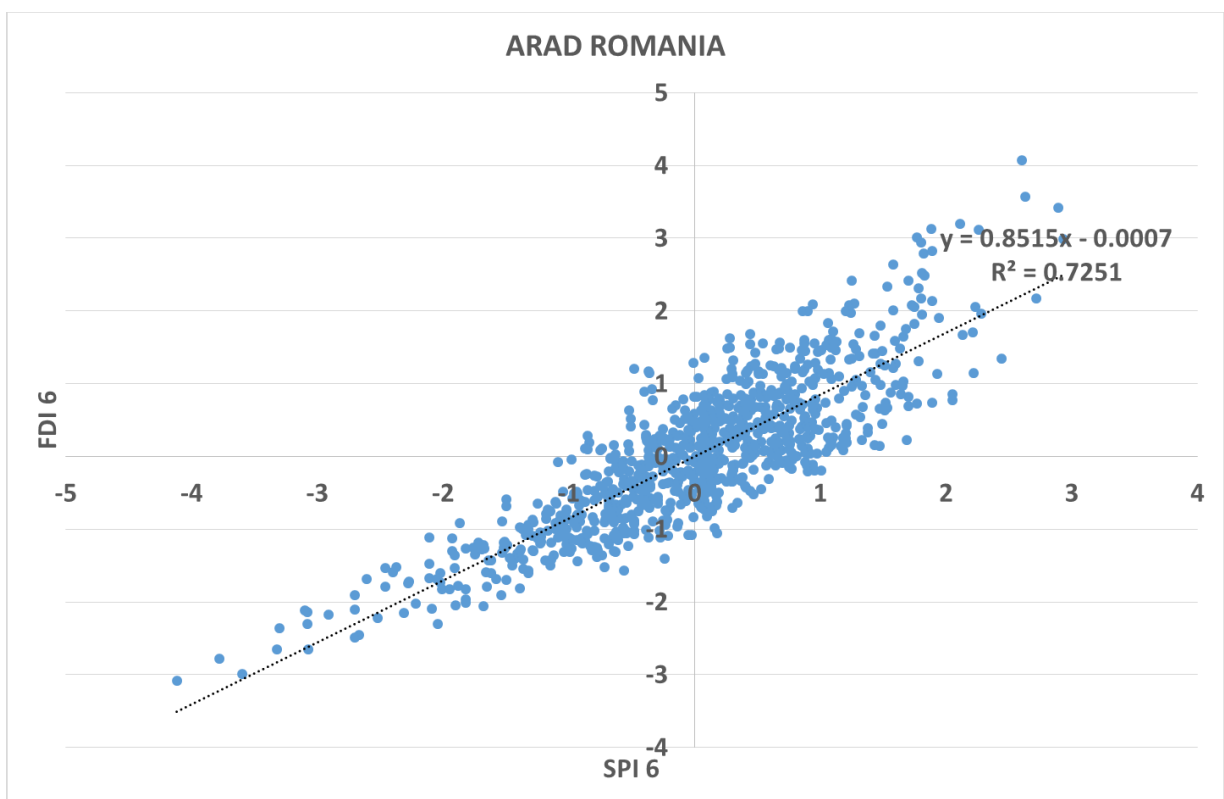


Γράφημα 7. 36 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Belgrade της Σερβίας

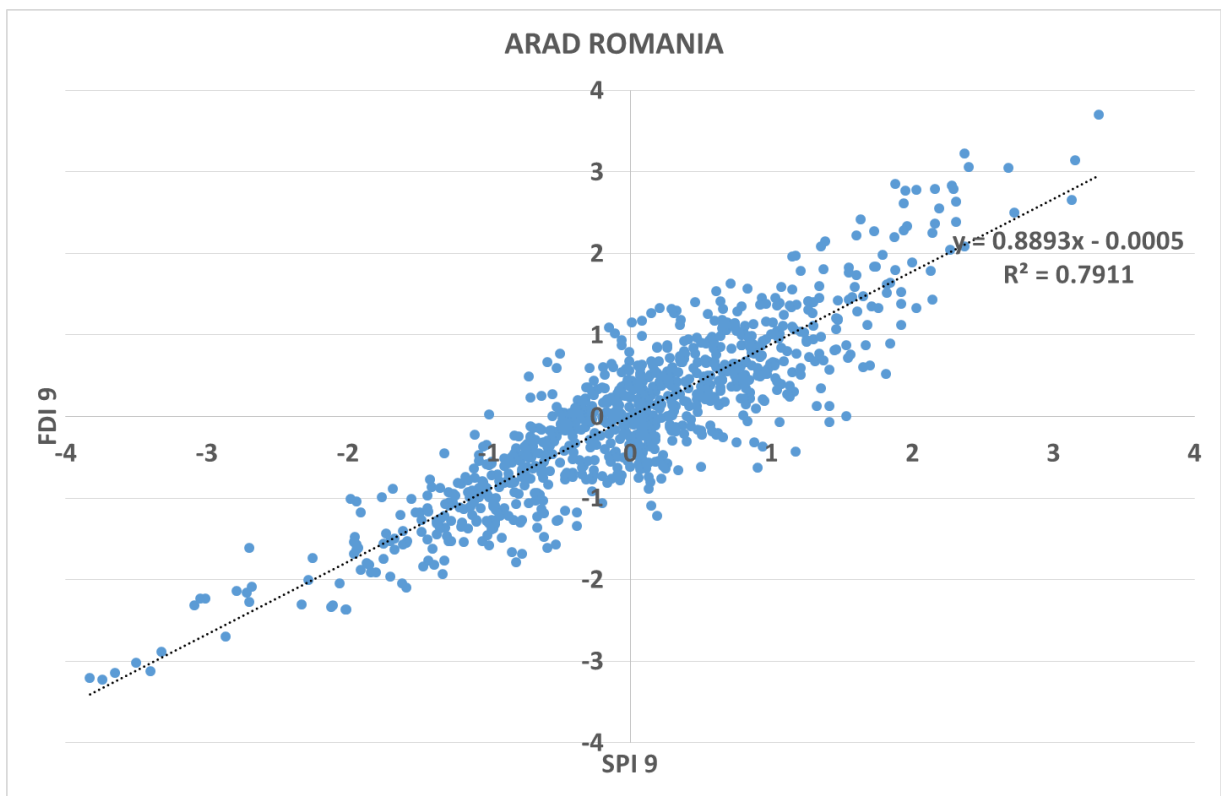
Για το σταθμό Arad της Ρουμανίας για χρονοσειρά 1931-2009, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



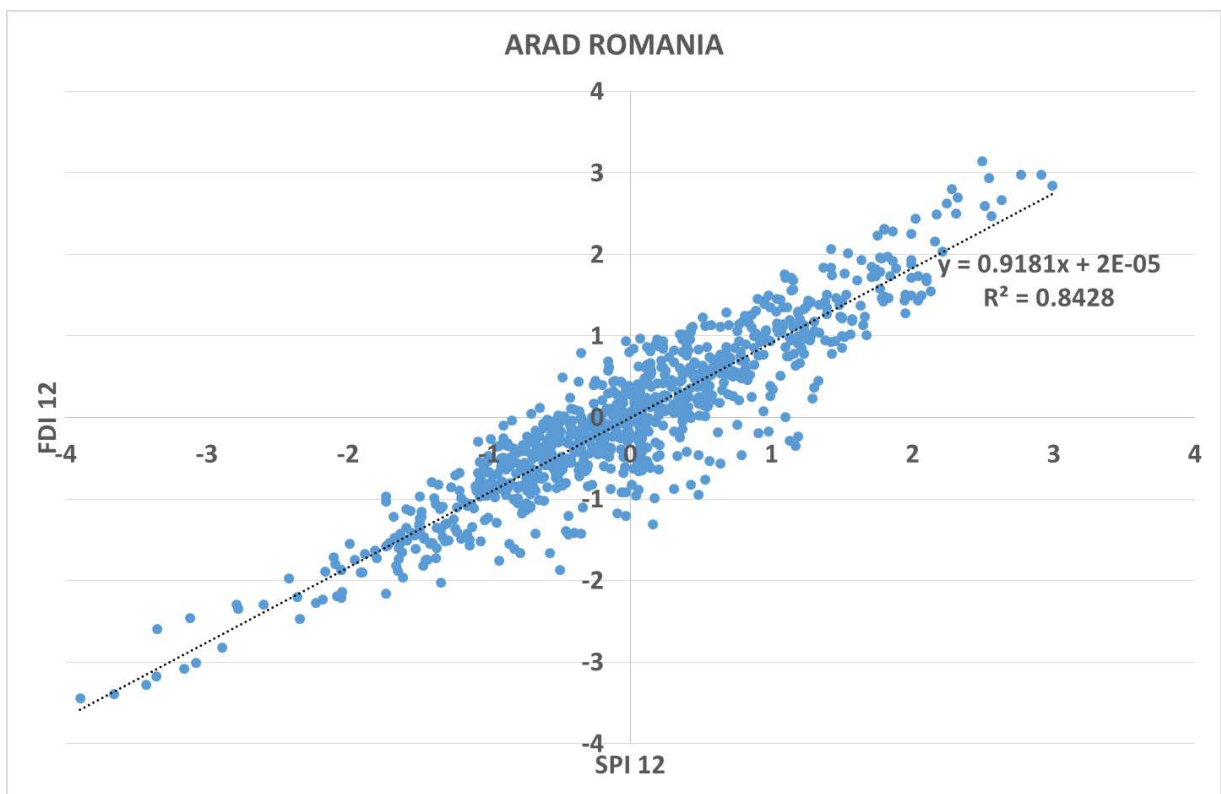
Γράφημα 7. 37 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας



Γράφημα 7. 38 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας

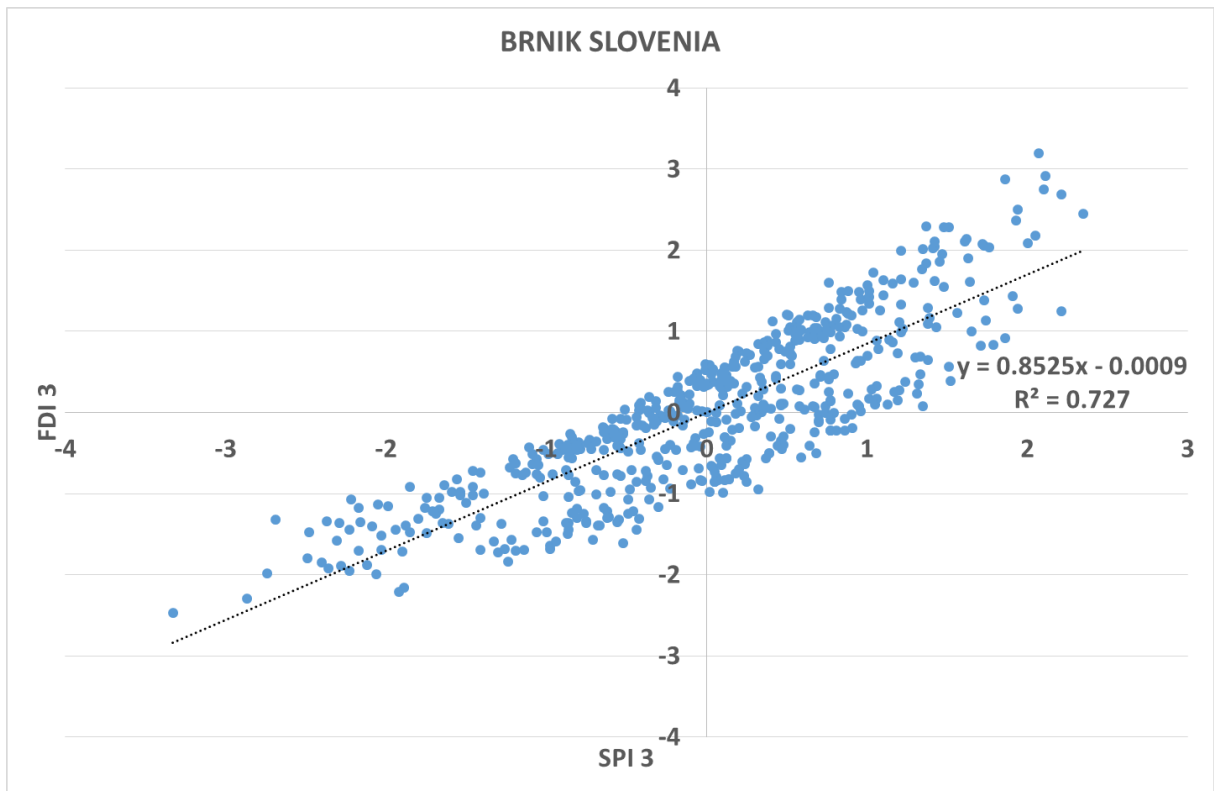


Γράφημα 7. 39 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας

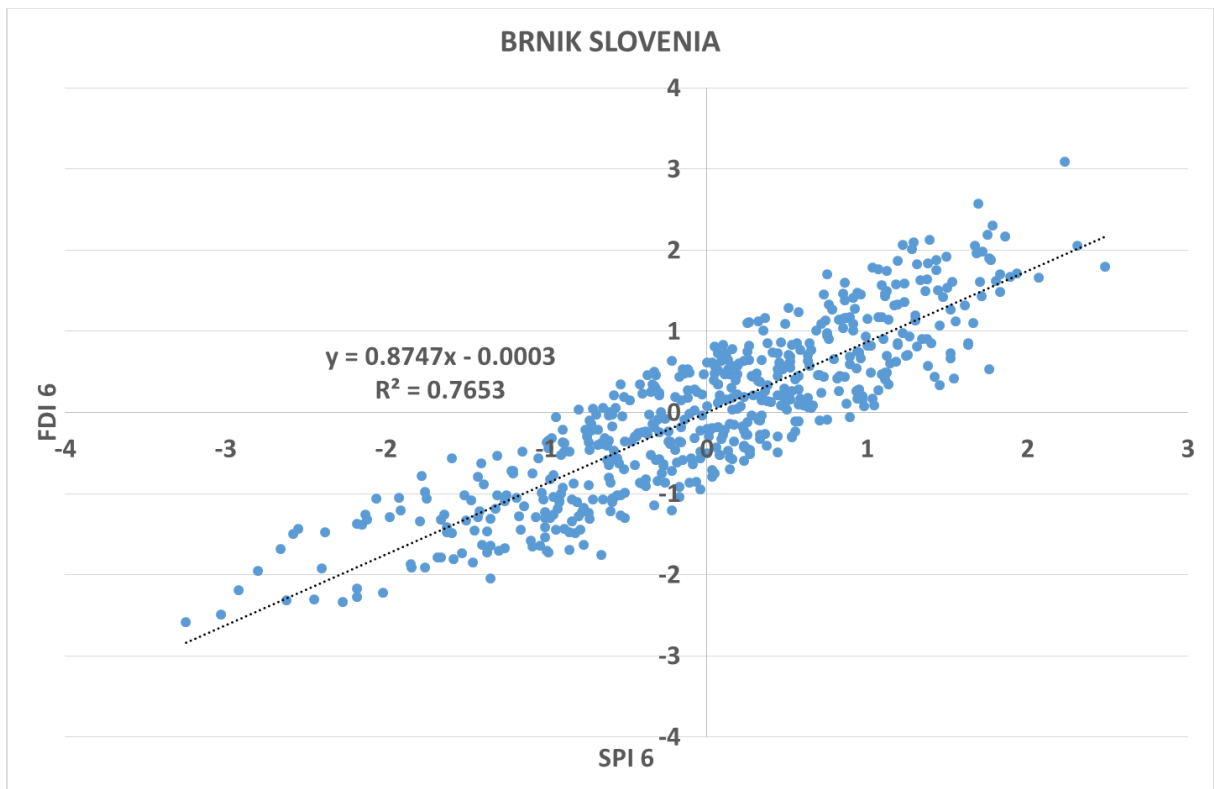


Γράφημα 7. 40 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Arad της Ρουμανίας

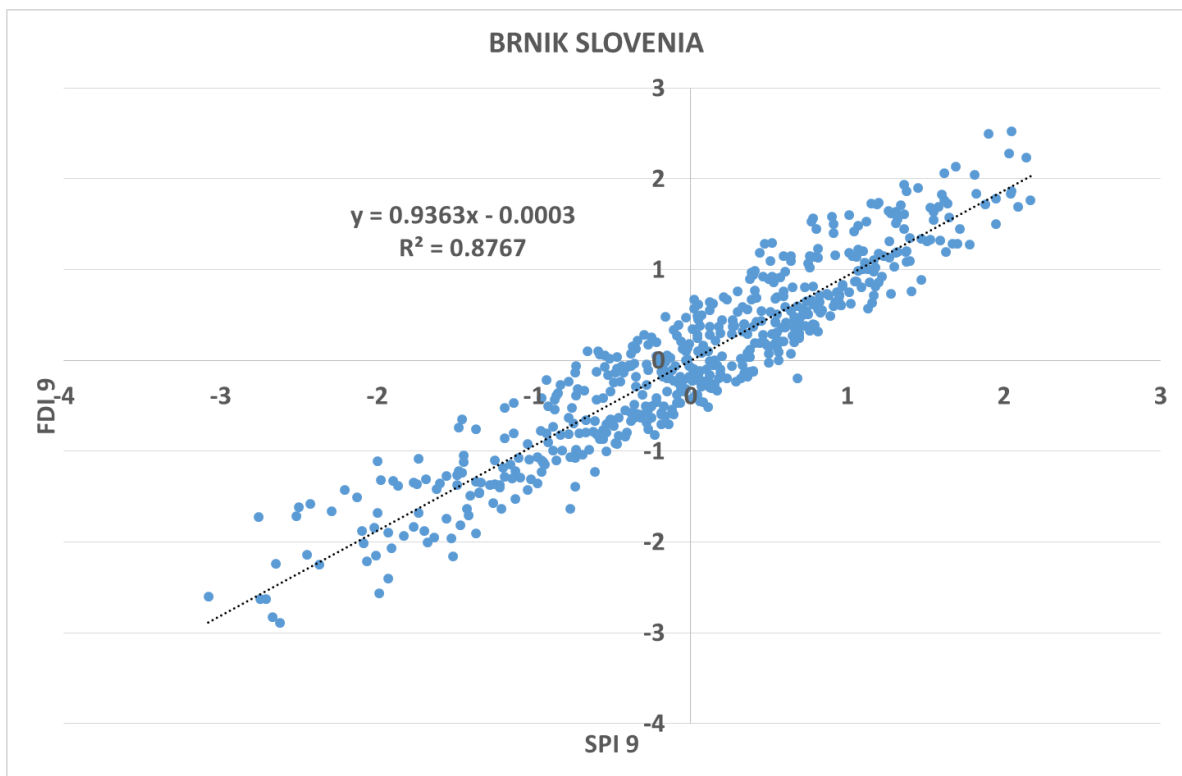
Για το σταθμό Brnik της Σλοβενίας για χρονοσειρά 1967-2013, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



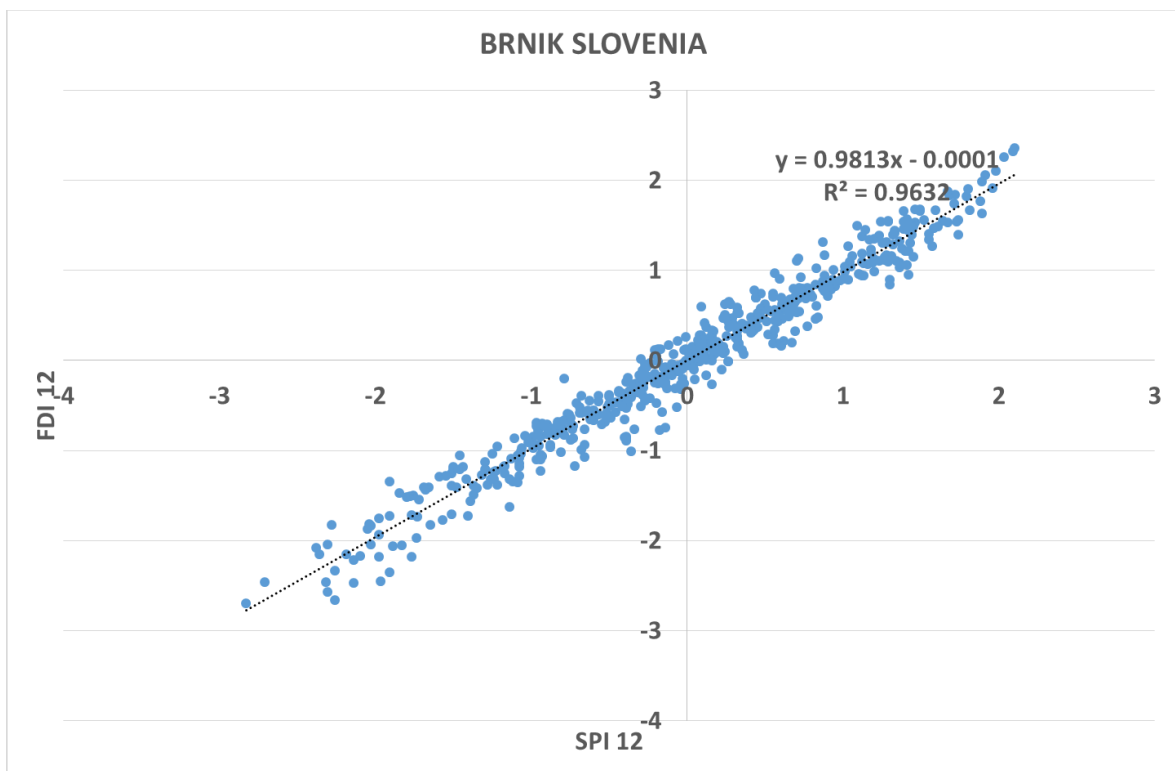
Γράφημα 7. 41 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας



Γράφημα 7. 42 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Brnik της Σλοβενίας

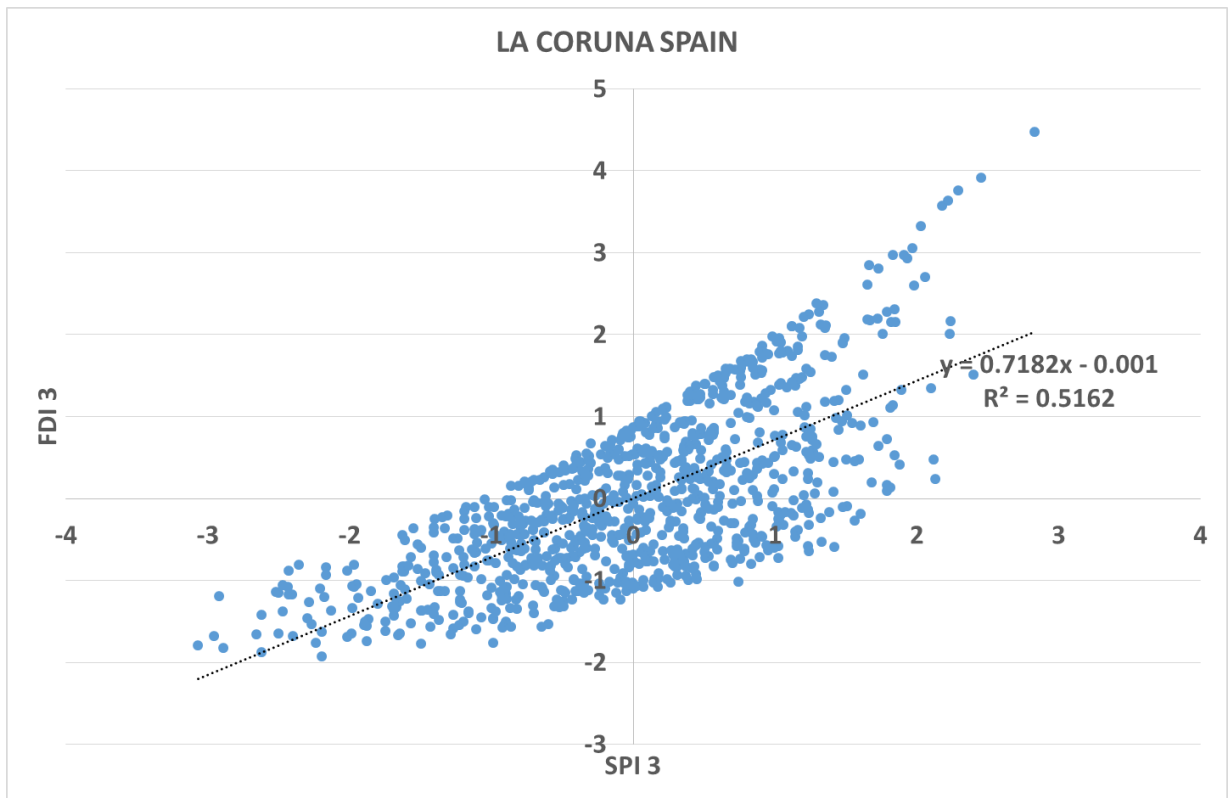


Γράφημα 7. 43 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Βrnik της Σλοβενίας

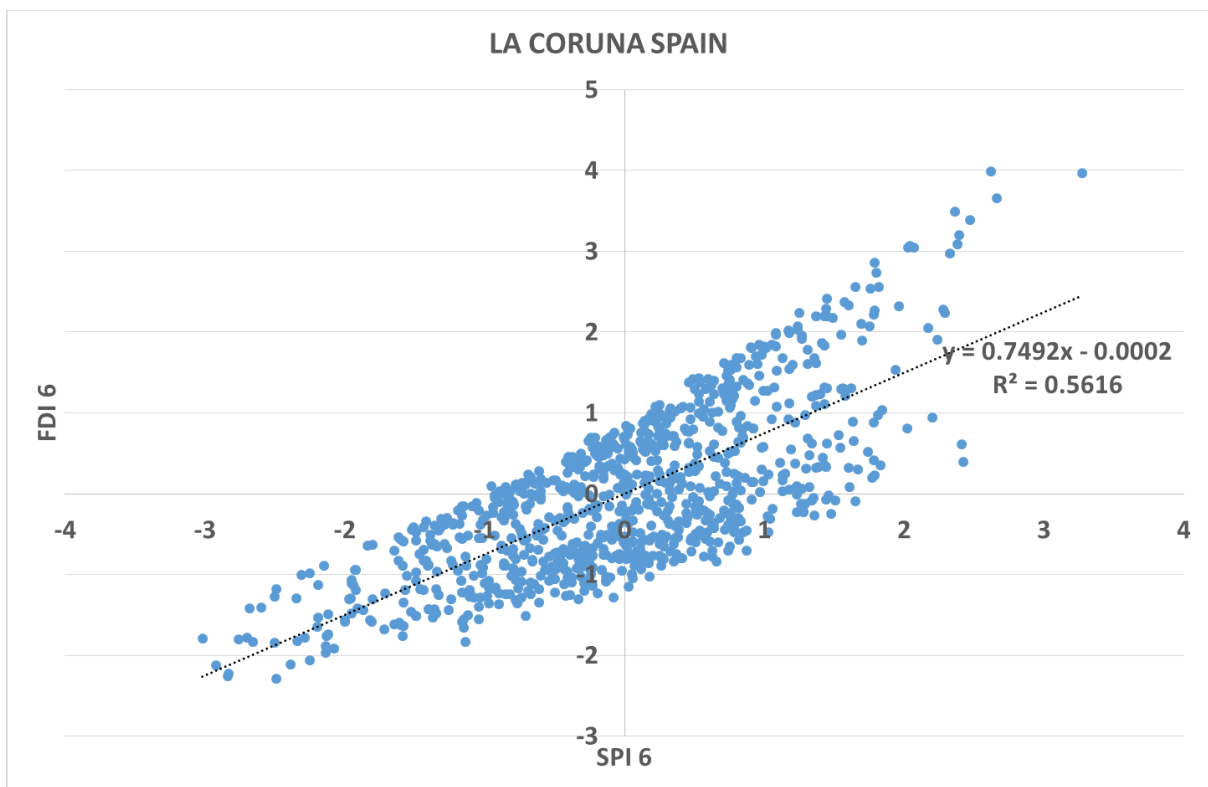


Γράφημα 7. 44 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Βrnik της Σλοβενίας

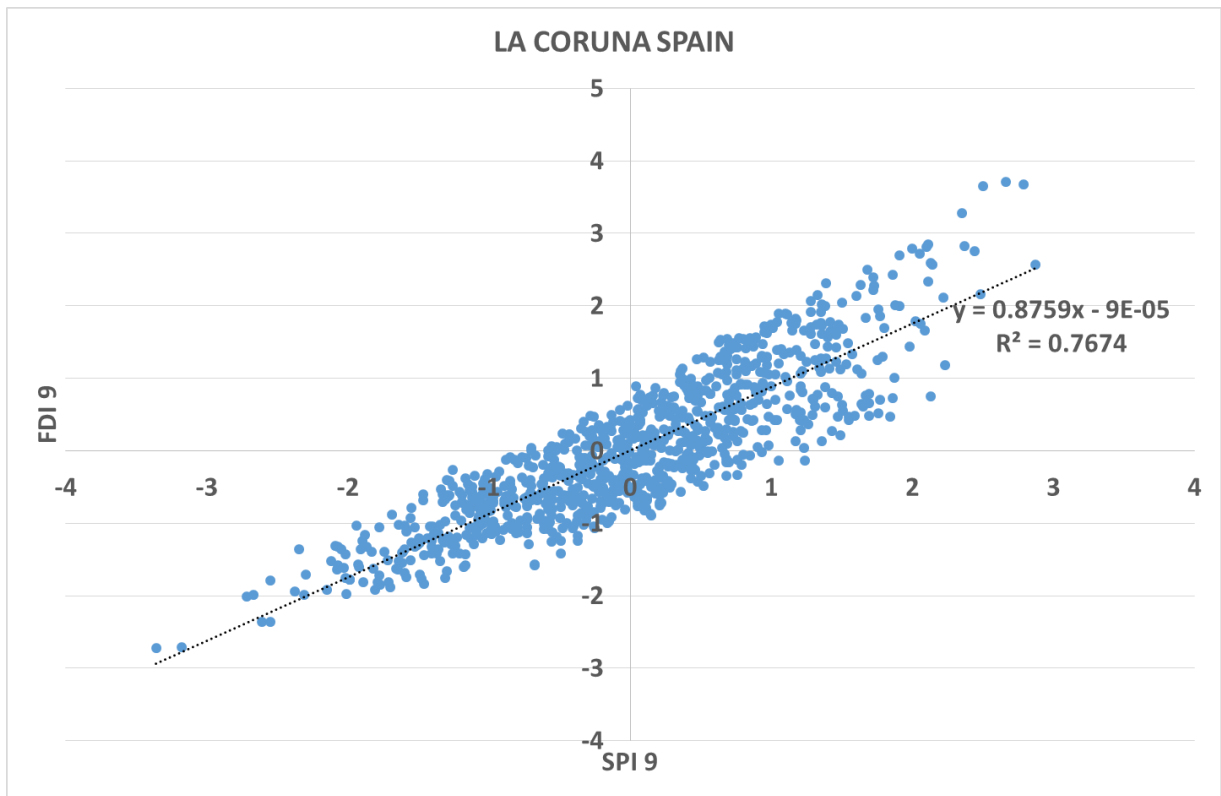
Για το σταθμό La Coruna της Ισπανίας για χρονοσειρά 1931-2010, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



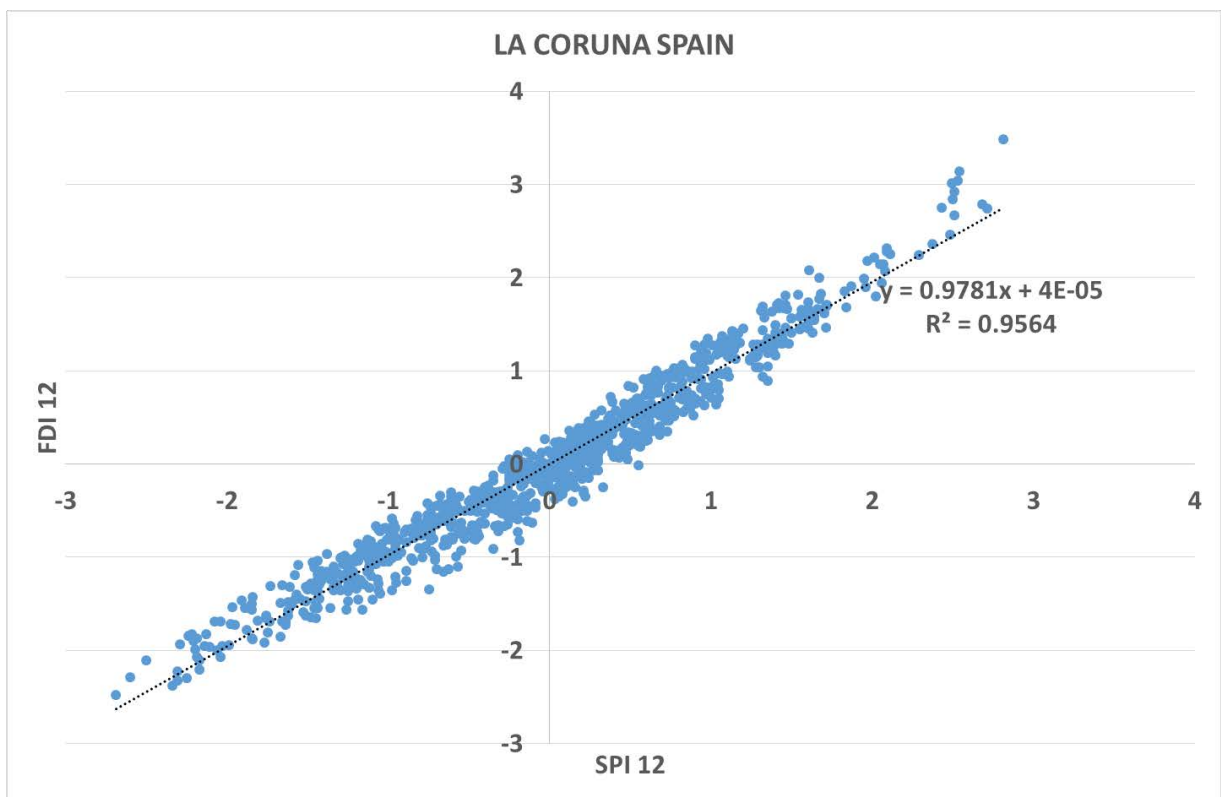
Γράφημα 7. 45 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας



Γράφημα 7. 46 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας

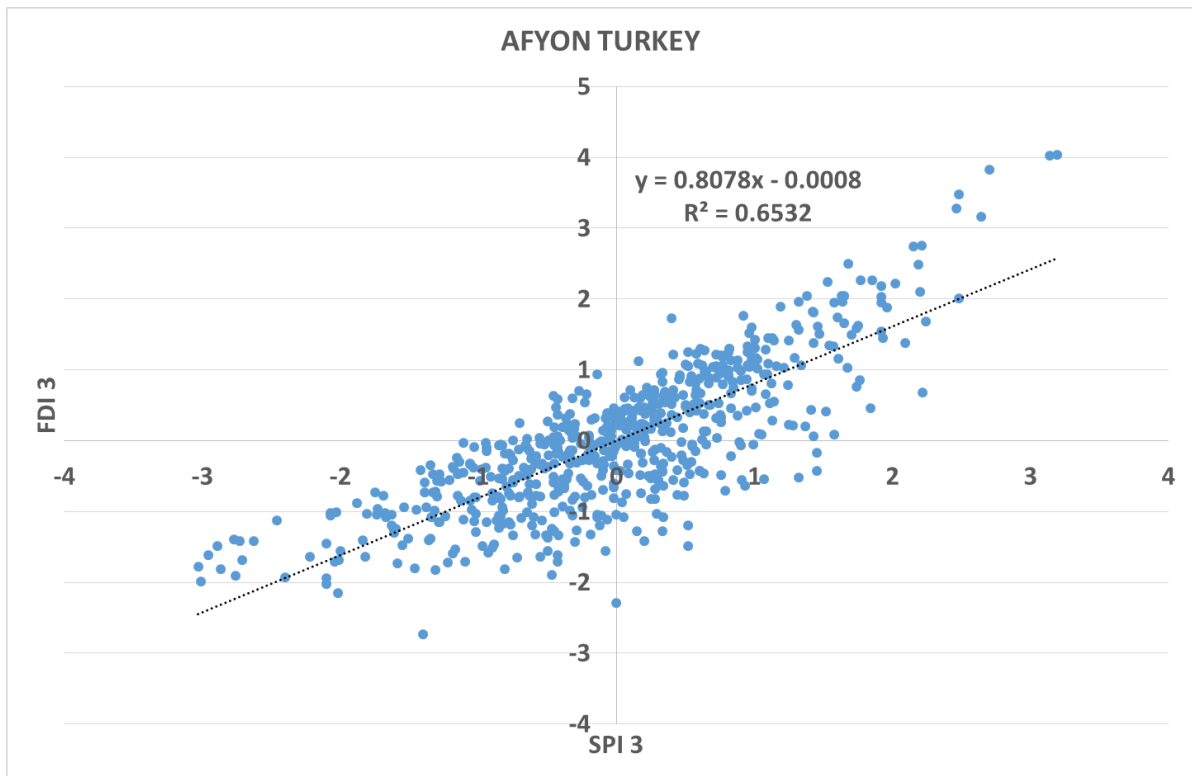


Γράφημα 7. 47 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας

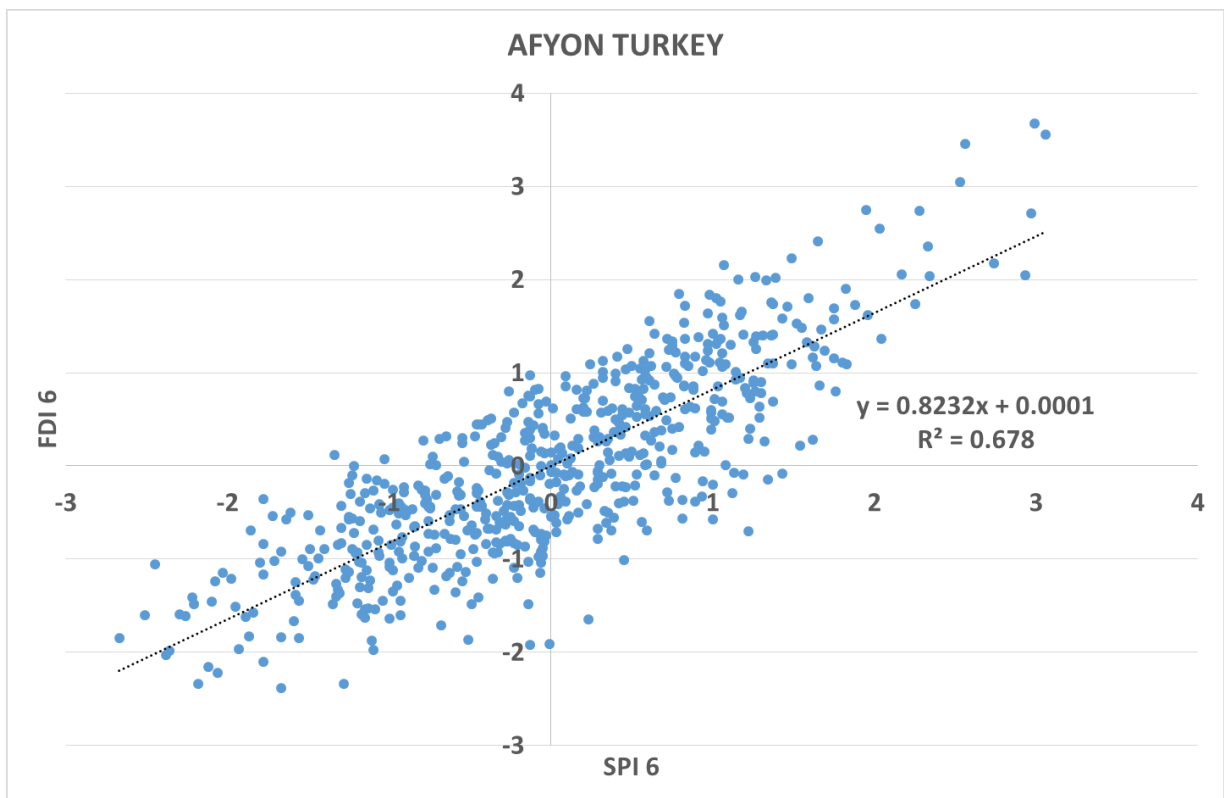


Γράφημα 7. 48 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό La Coruna της Ισπανίας

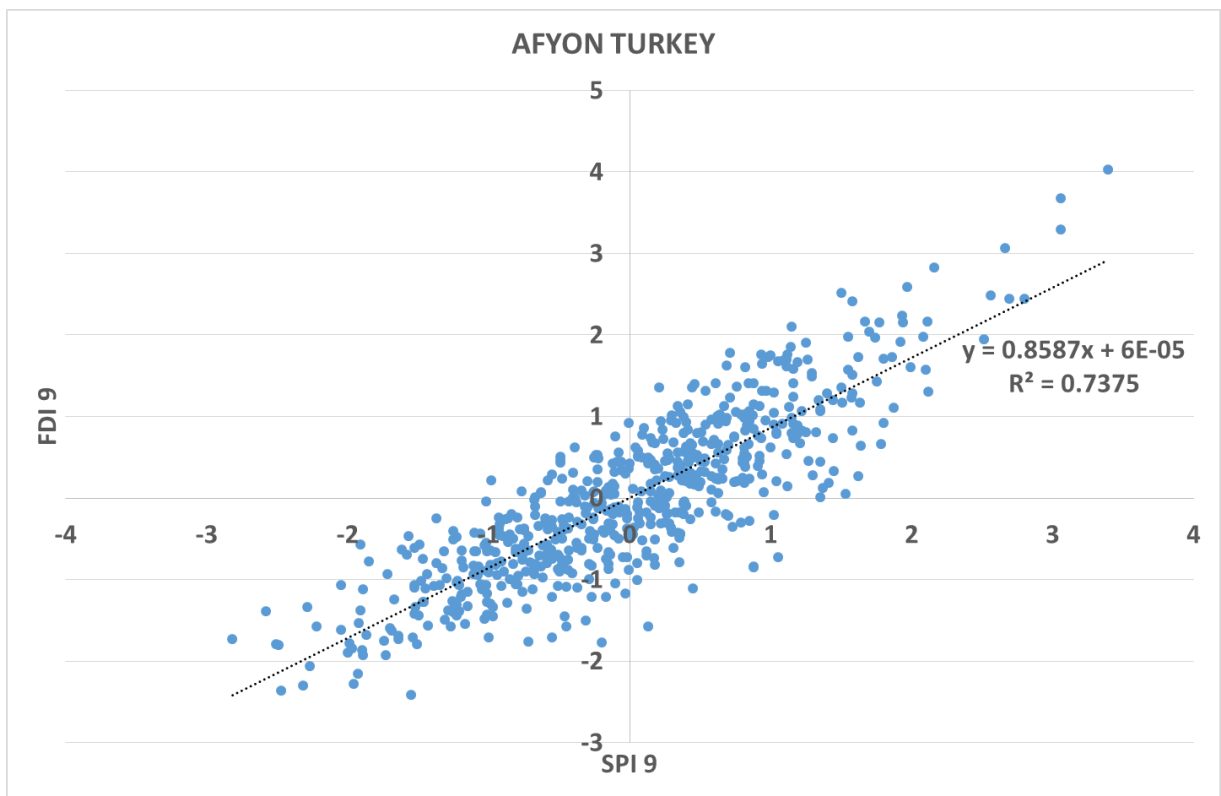
Για το σταθμό Αφyon της Τουρκίας για χρονοσειρά 1961-2013, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



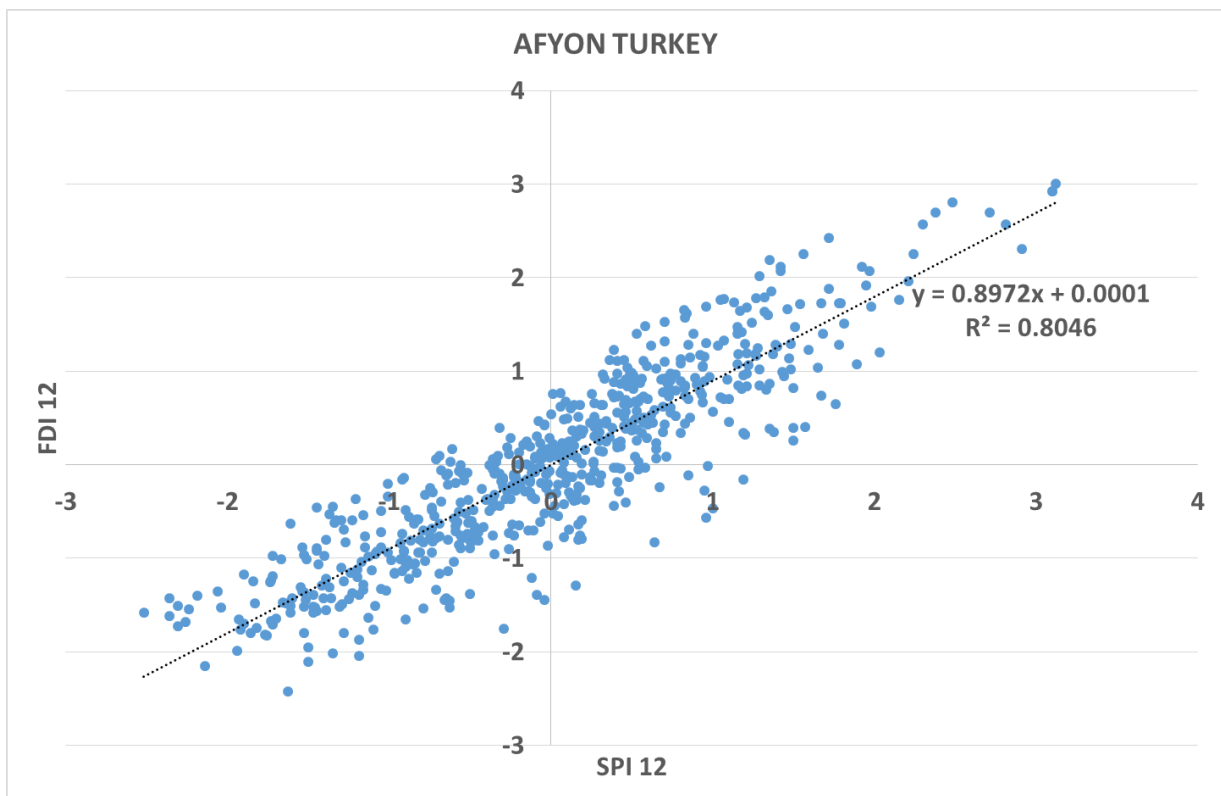
Γράφημα 7. 49 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Αφyon της Τουρκίας



Γράφημα 7. 50 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Αφyon της Τουρκίας

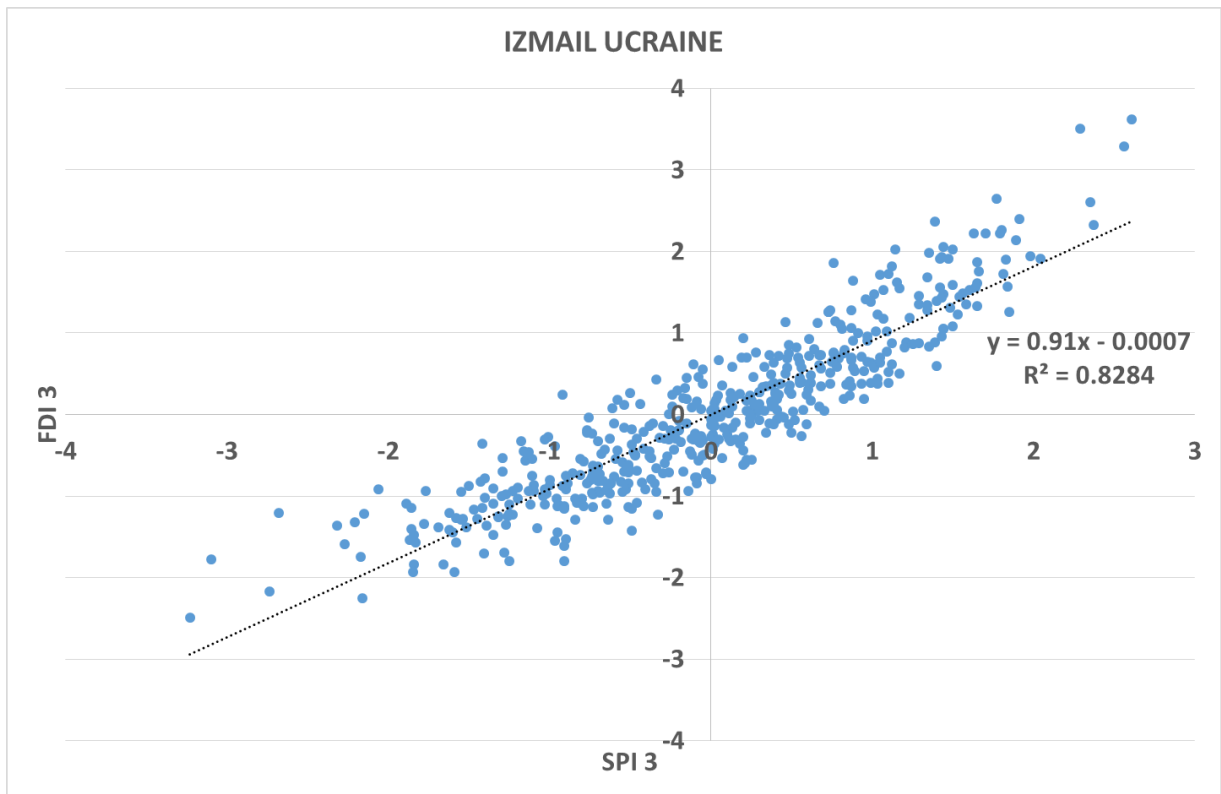


Γράφημα 7. 51 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Αφyon της Τουρκίας

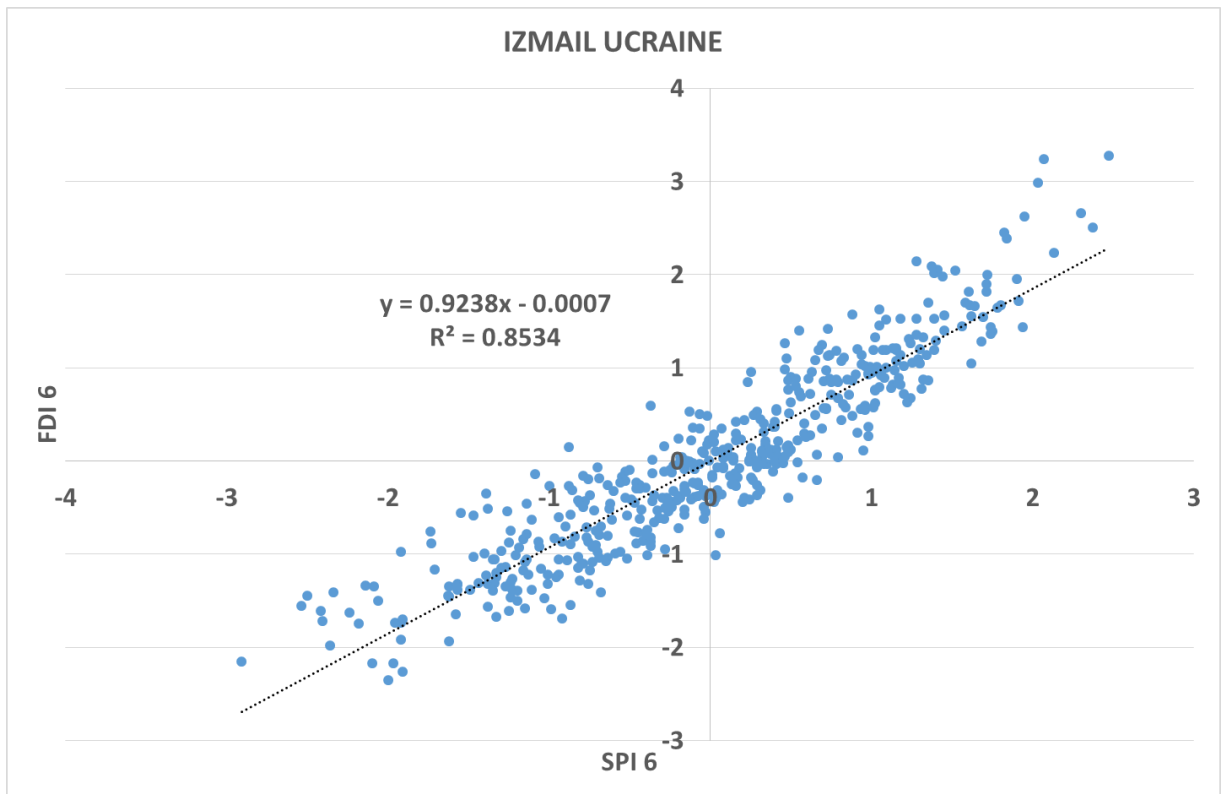


Γράφημα 7. 52 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Αφyon της Τουρκίας

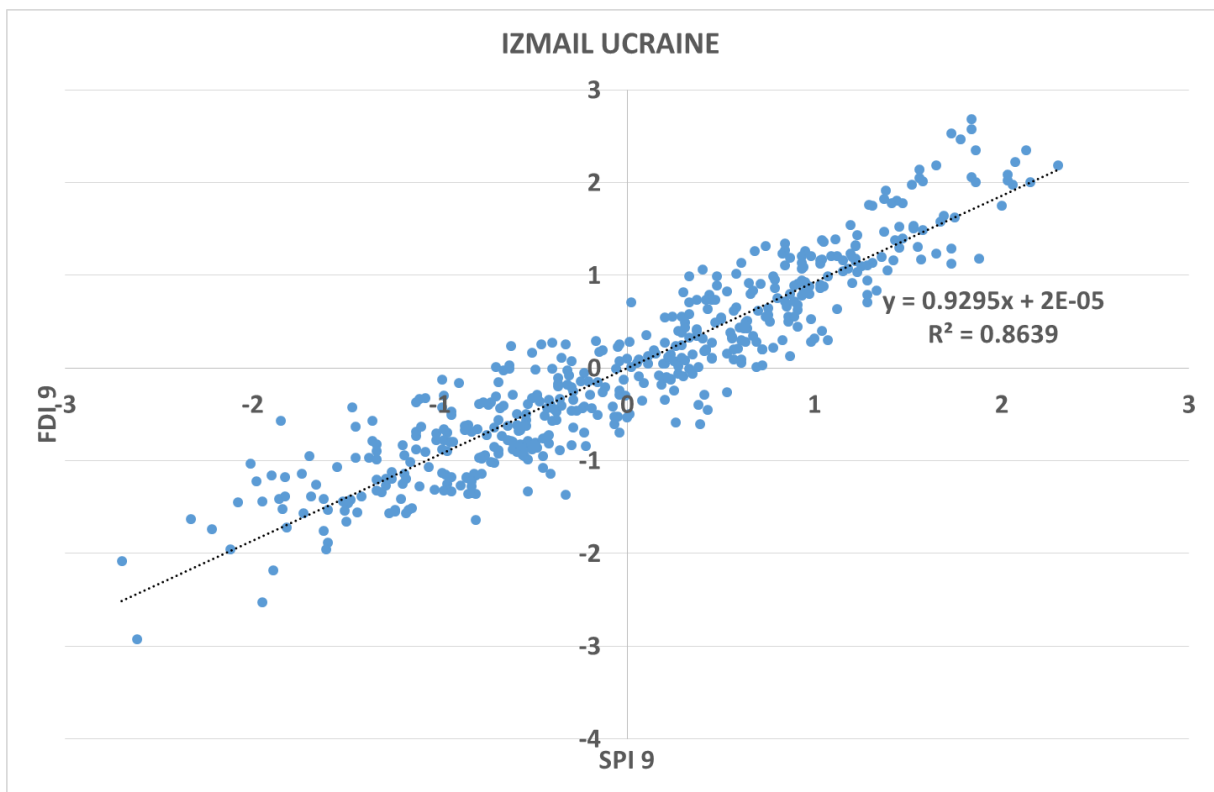
Για το σταθμό Izmail της Ουκρανίας για χρονοσειρά 1949-1989, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



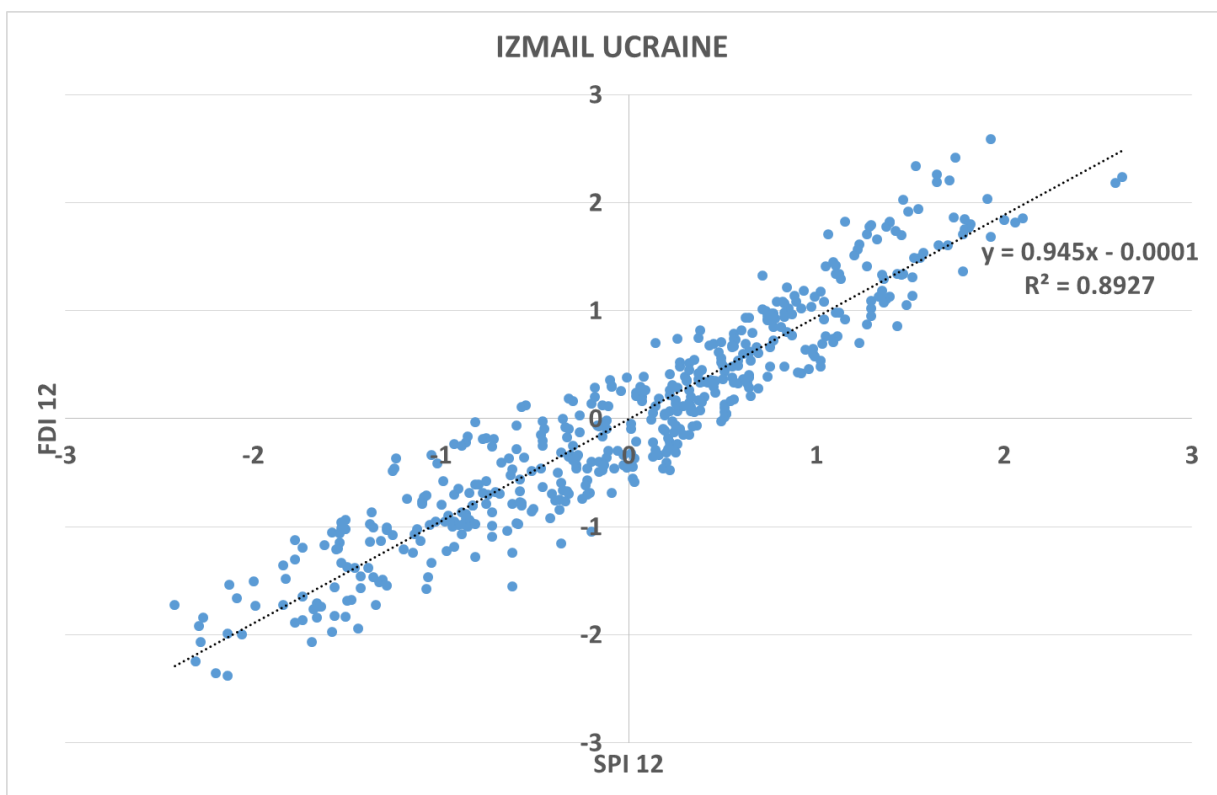
Γράφημα 7. 53 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας



Γράφημα 7. 54 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας

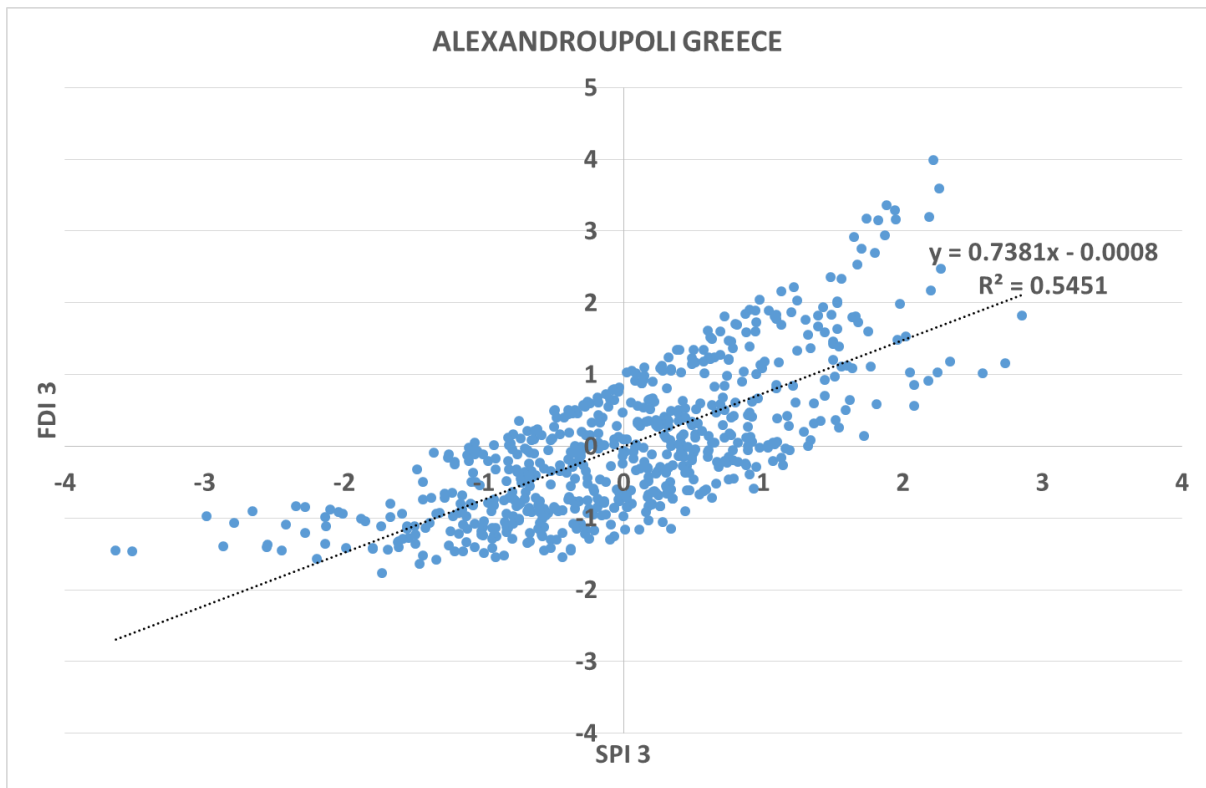


Γράφημα 7. 55 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας

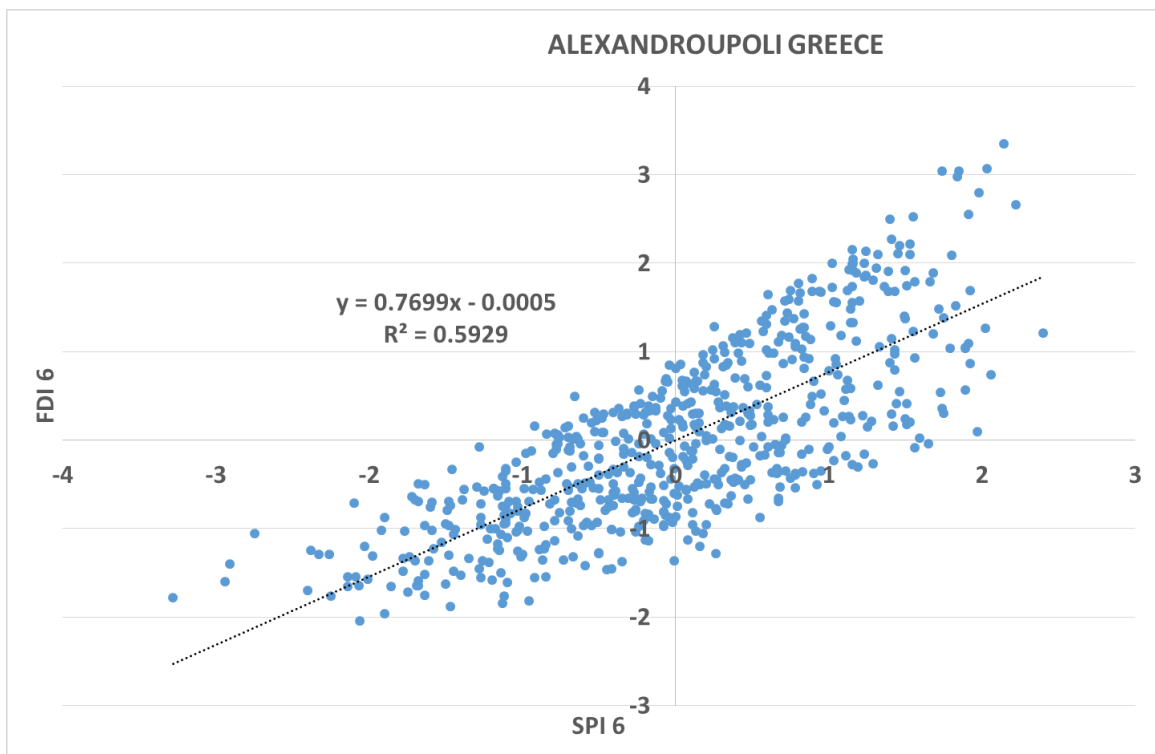


Γράφημα 7. 56 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Izmail της Ουκρανίας

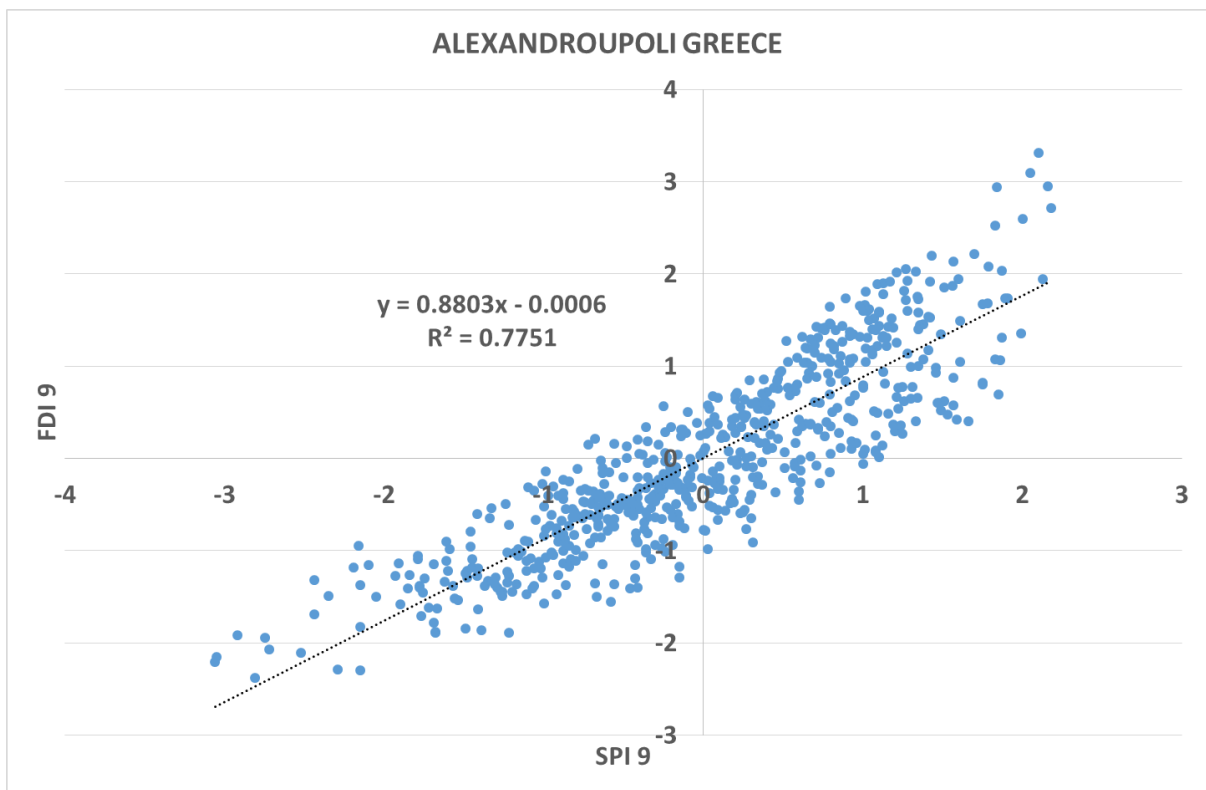
Ταυτόχρονα παρουσιάζονται τα αντίστοιχα γραφήματα και για όλους τους σταθμούς της Ελλάδος. Επομένως, για το σταθμό της Αλεξανδρούπολης και για χρονοσειρά 1951-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



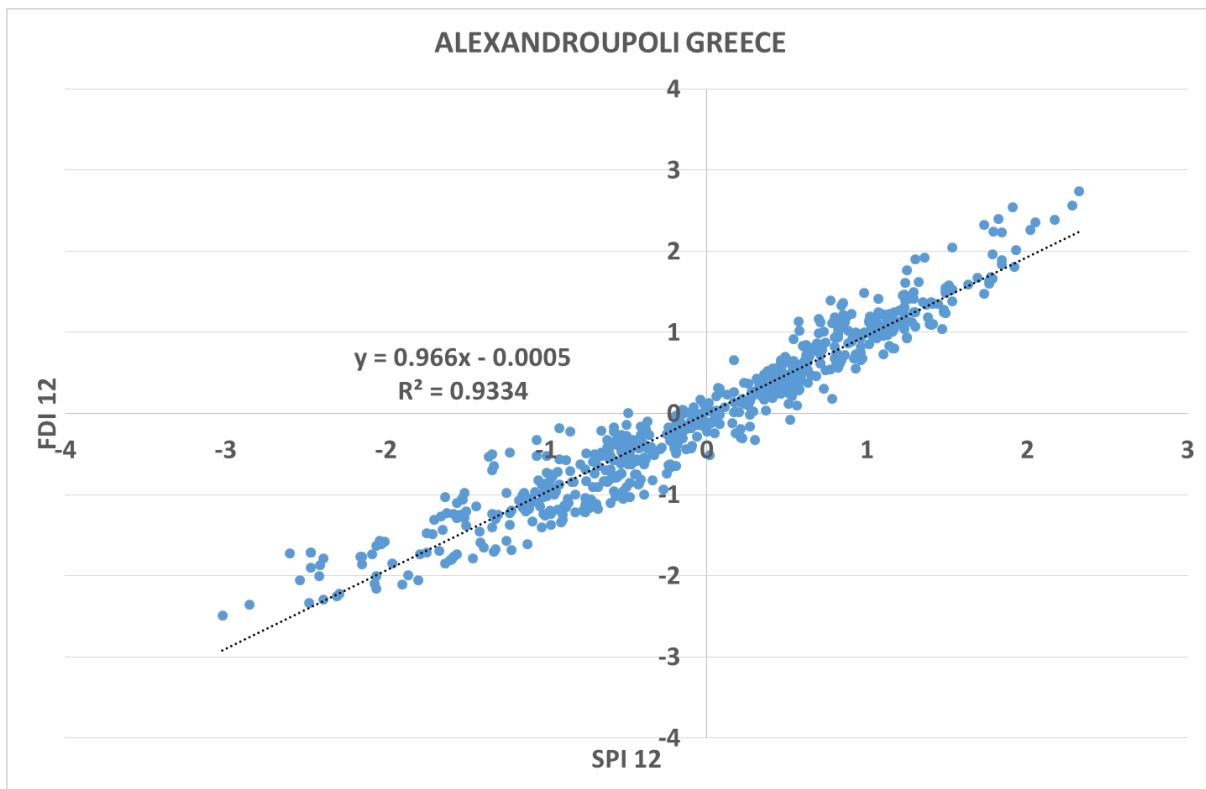
Γράφημα 7. 57 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Αλεξανδρουπολι της Ελλάδας



Γράφημα 7. 58 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Αλεξανδρουπολι της Ελλάδας

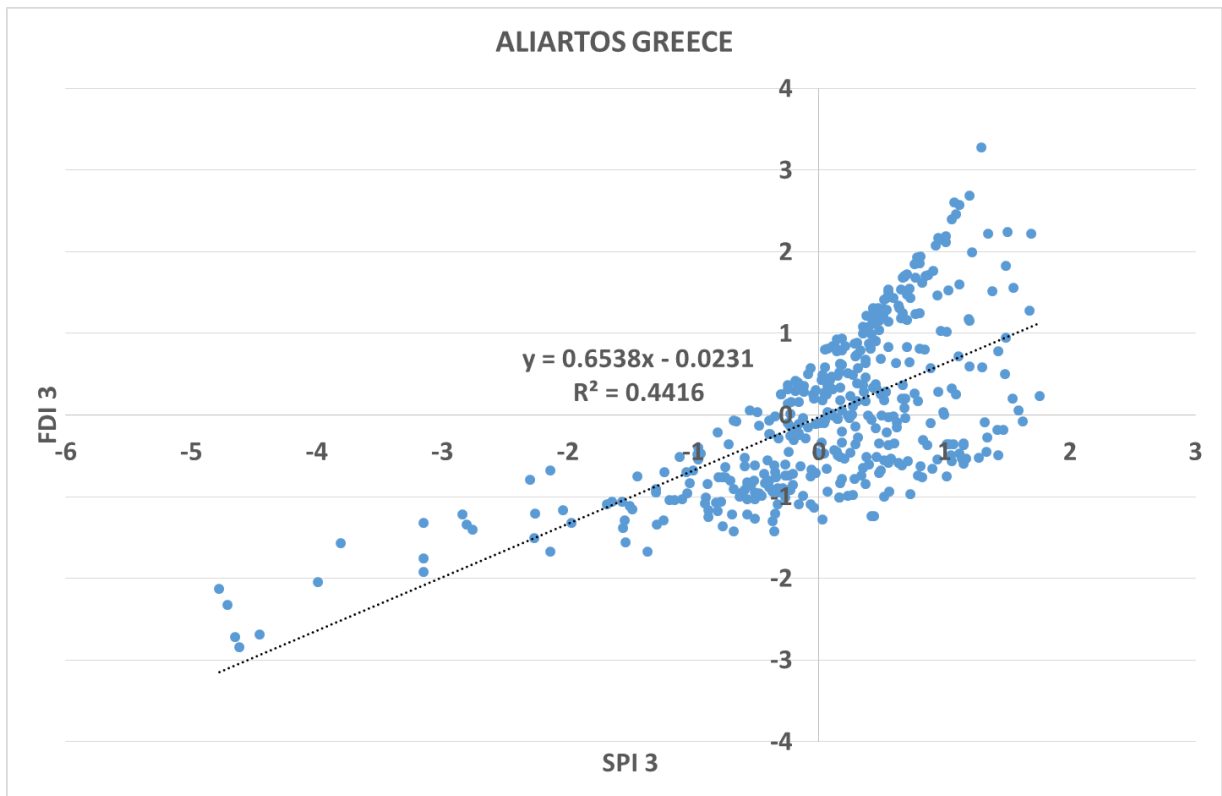


Γράφημα 7. 59 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας

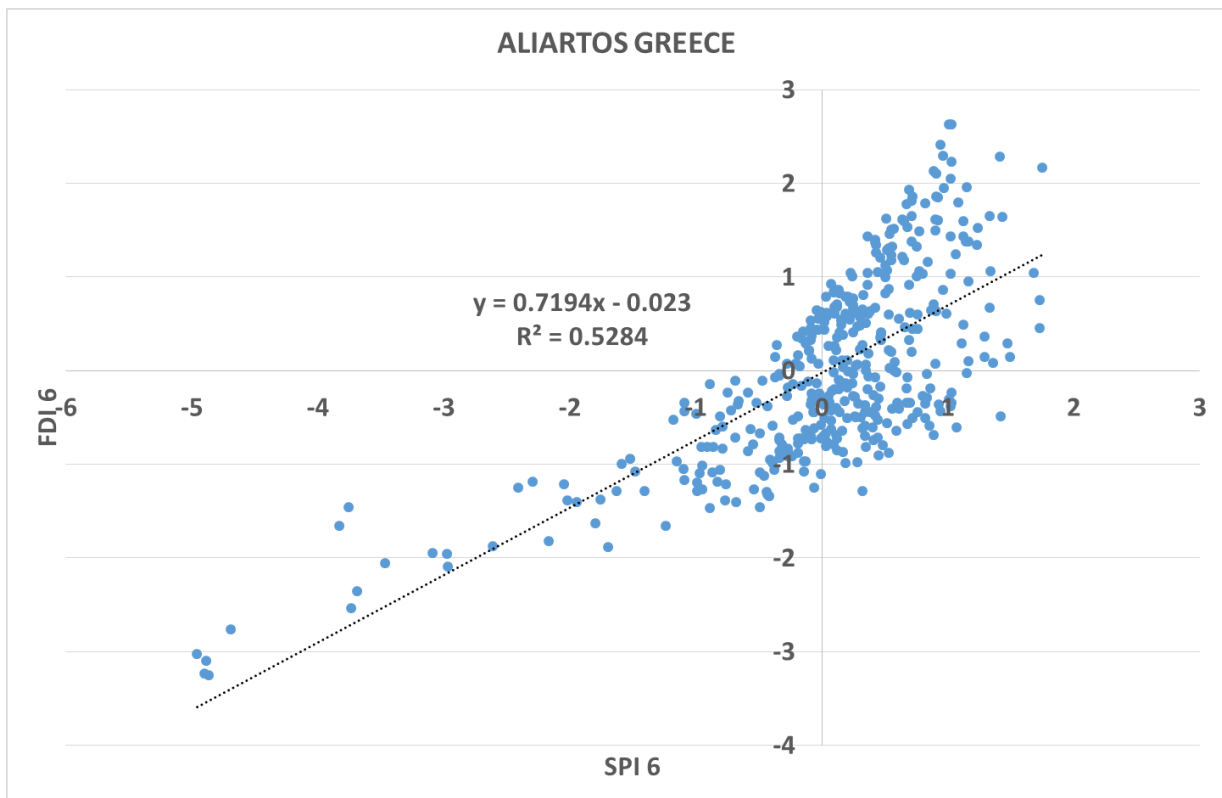


Γράφημα 7. 60 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Alexandroupoli της Ελλάδας

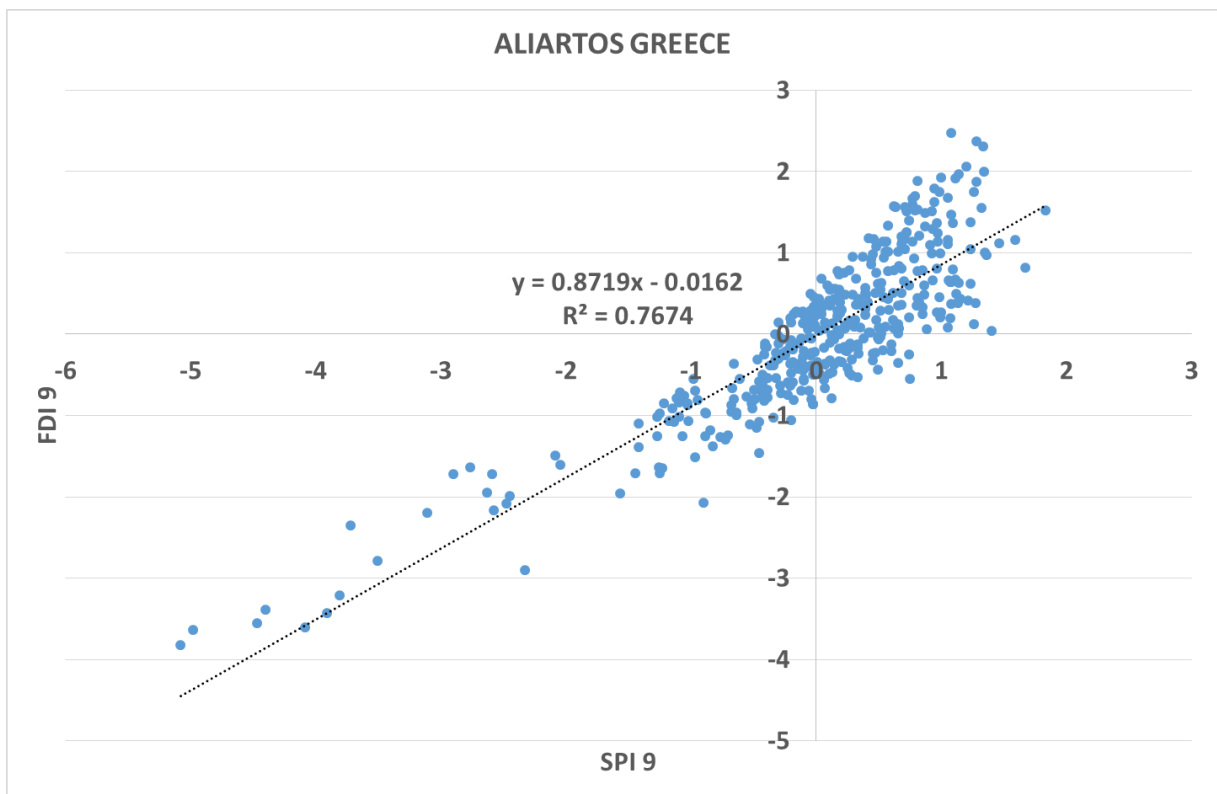
Για το σταθμό στην Αλίαρτο και για χρονοσειρά 1951-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



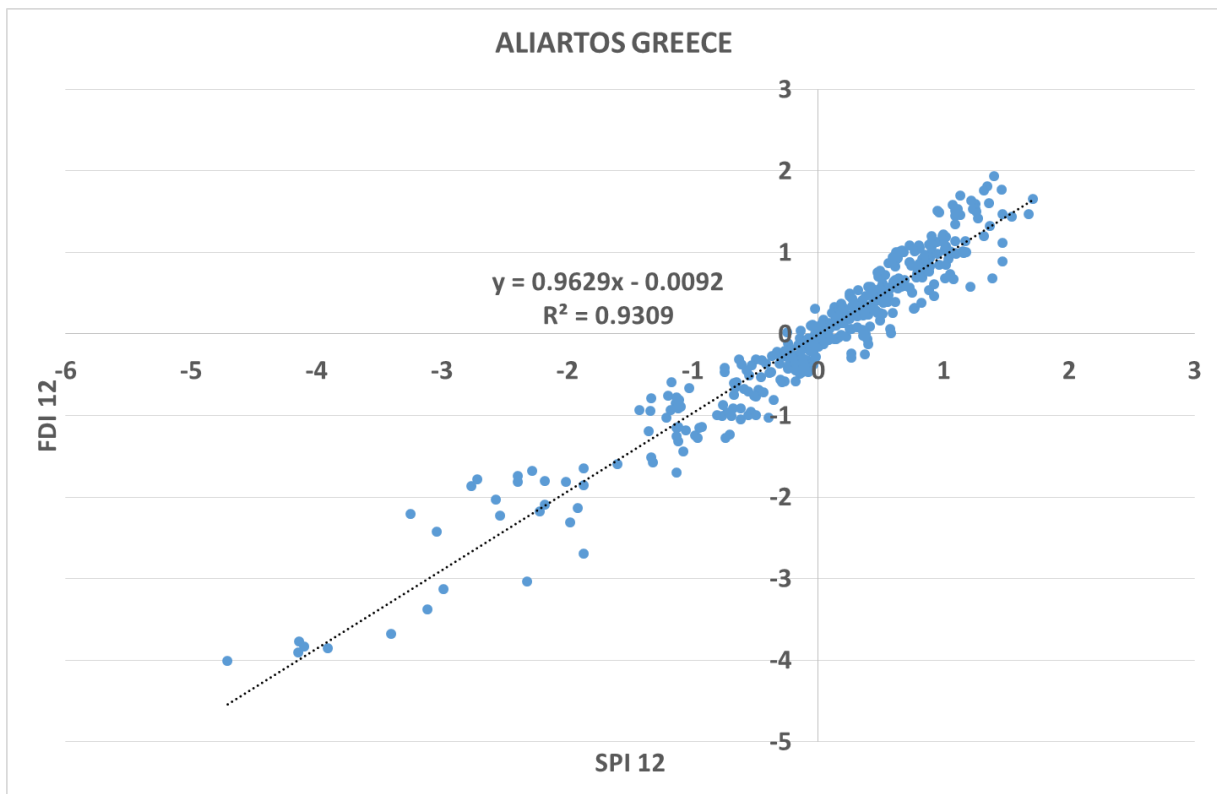
Γράφημα 7. 61 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Αλιartos της Ελλάδας



Γράφημα 7. 62 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Αλιartos της Ελλάδας

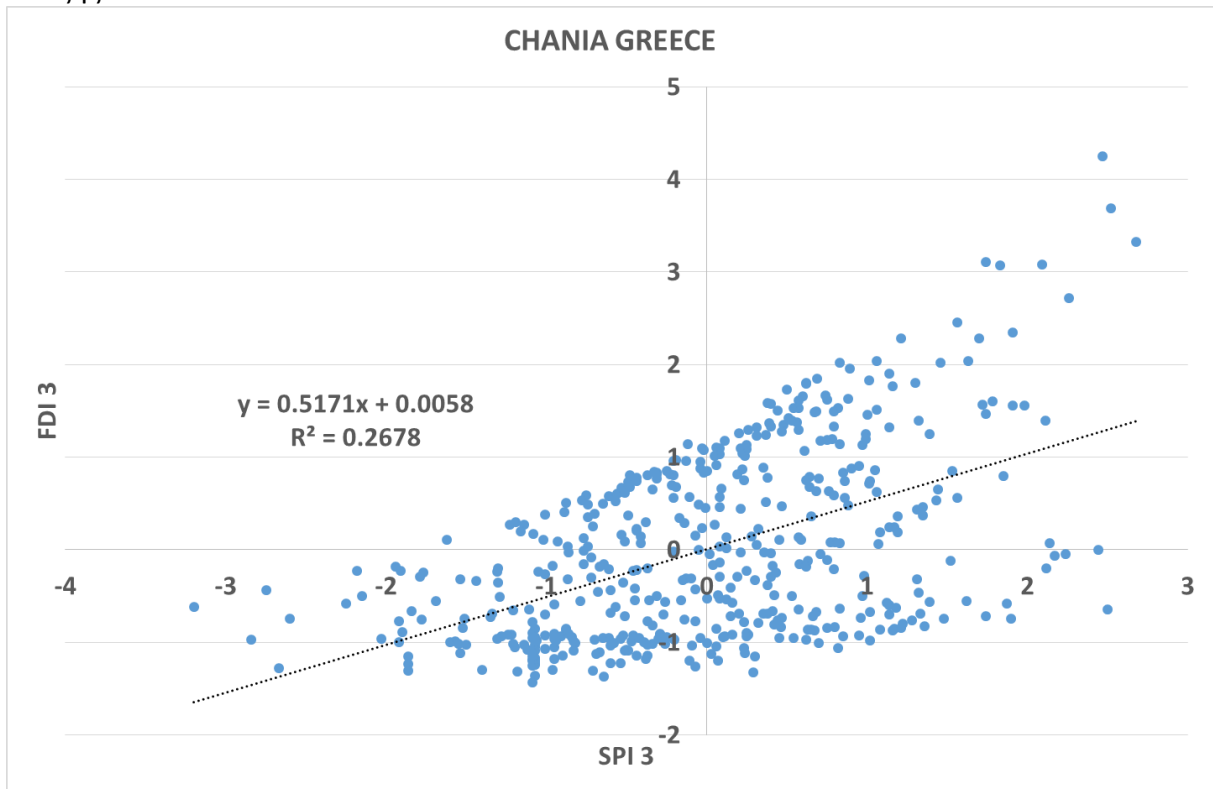


Γράφημα 7. 63 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας

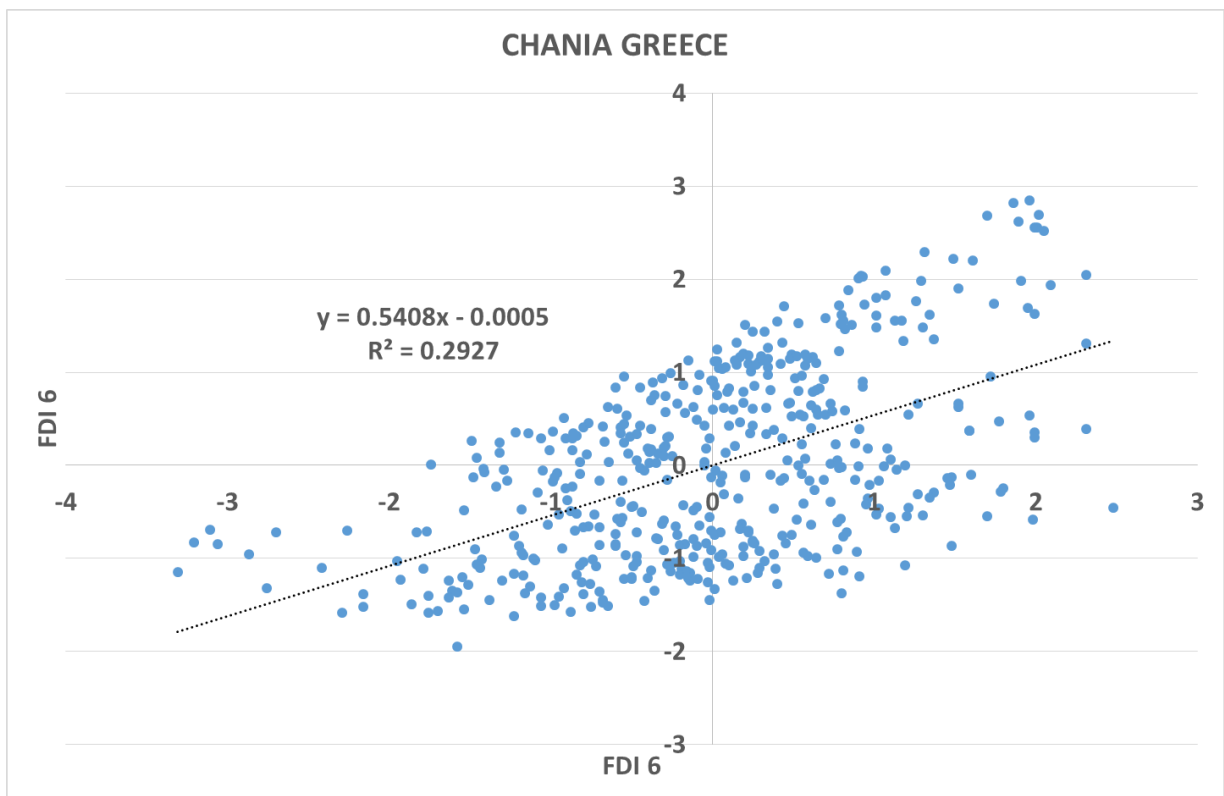


Γράφημα 7. 64 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Aliartos της Ελλάδας

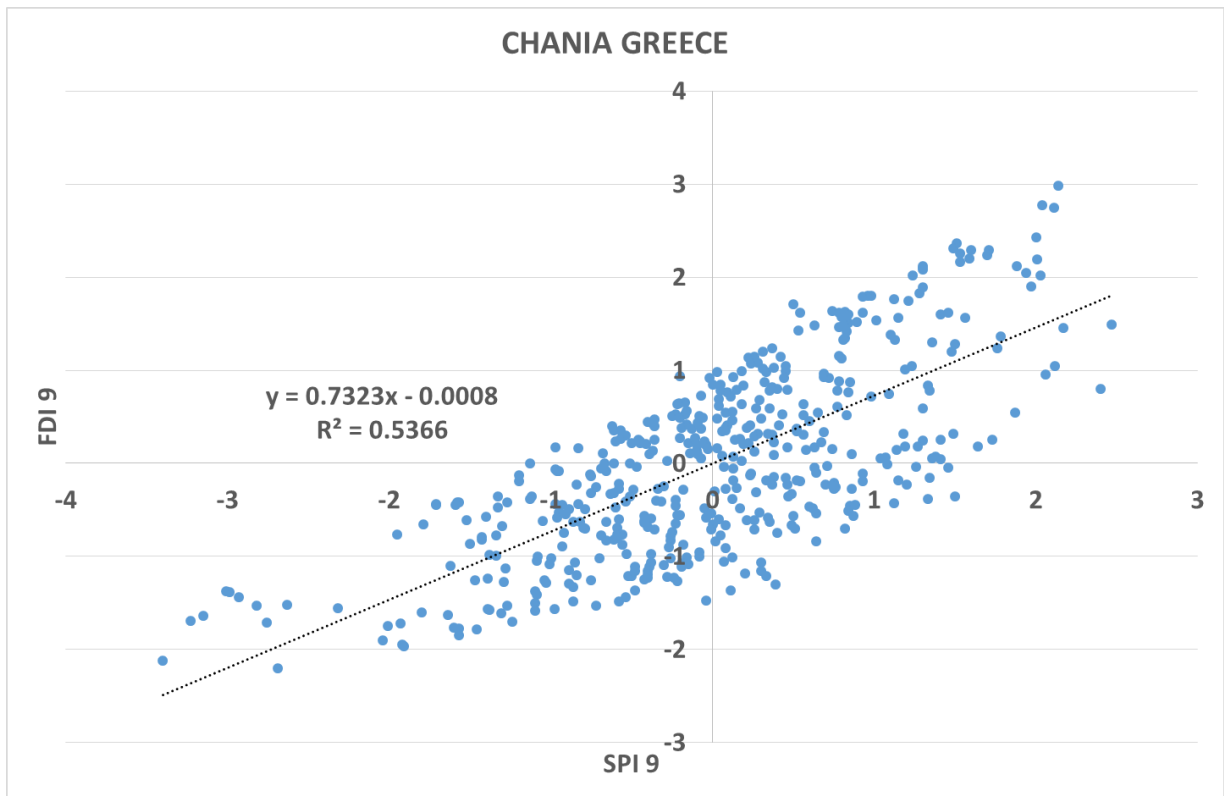
Για το σταθμό Chania της Ελλάδας για χρονοσειρά 1961-2000, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



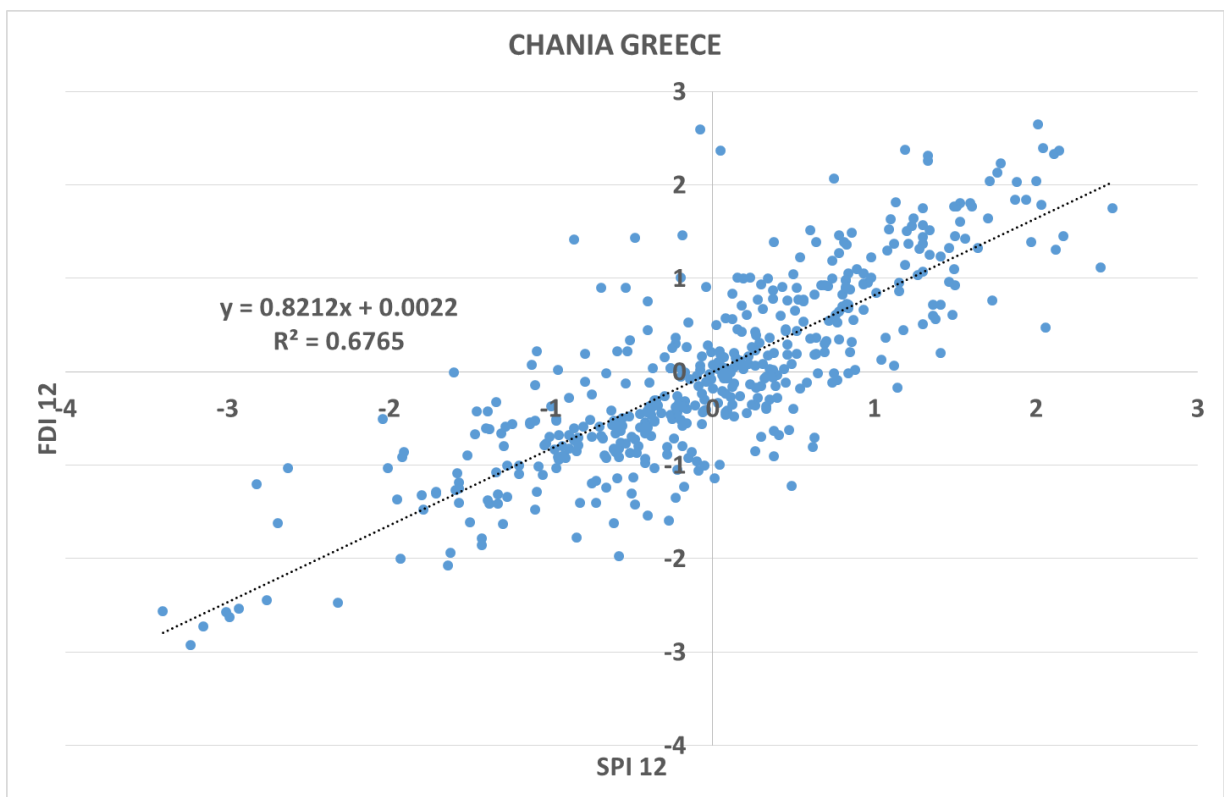
Γράφημα 7. 65 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας



Γράφημα 7. 66 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Chania της Ελλάδας

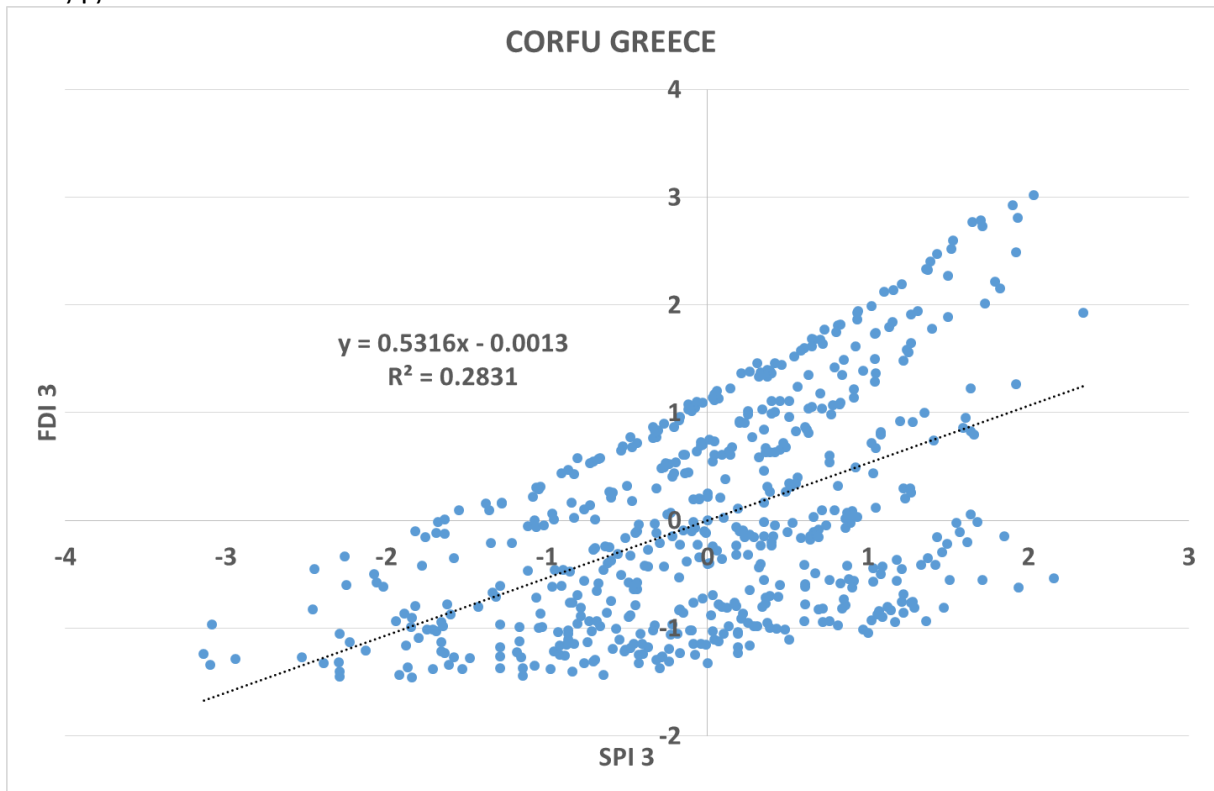


Γράφημα 7. 67 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό *Χανία* της Ελλάδας

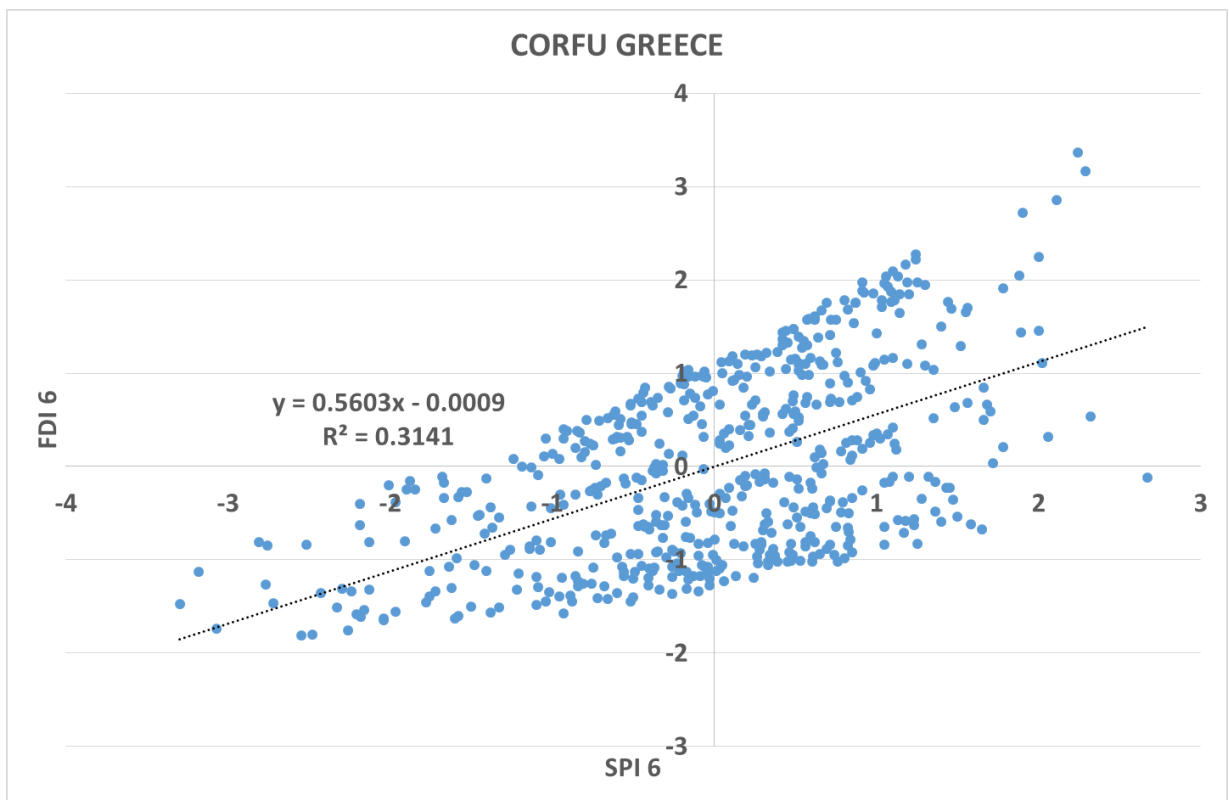


Γράφημα 7. 68 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό *Χανία* της Ελλάδας

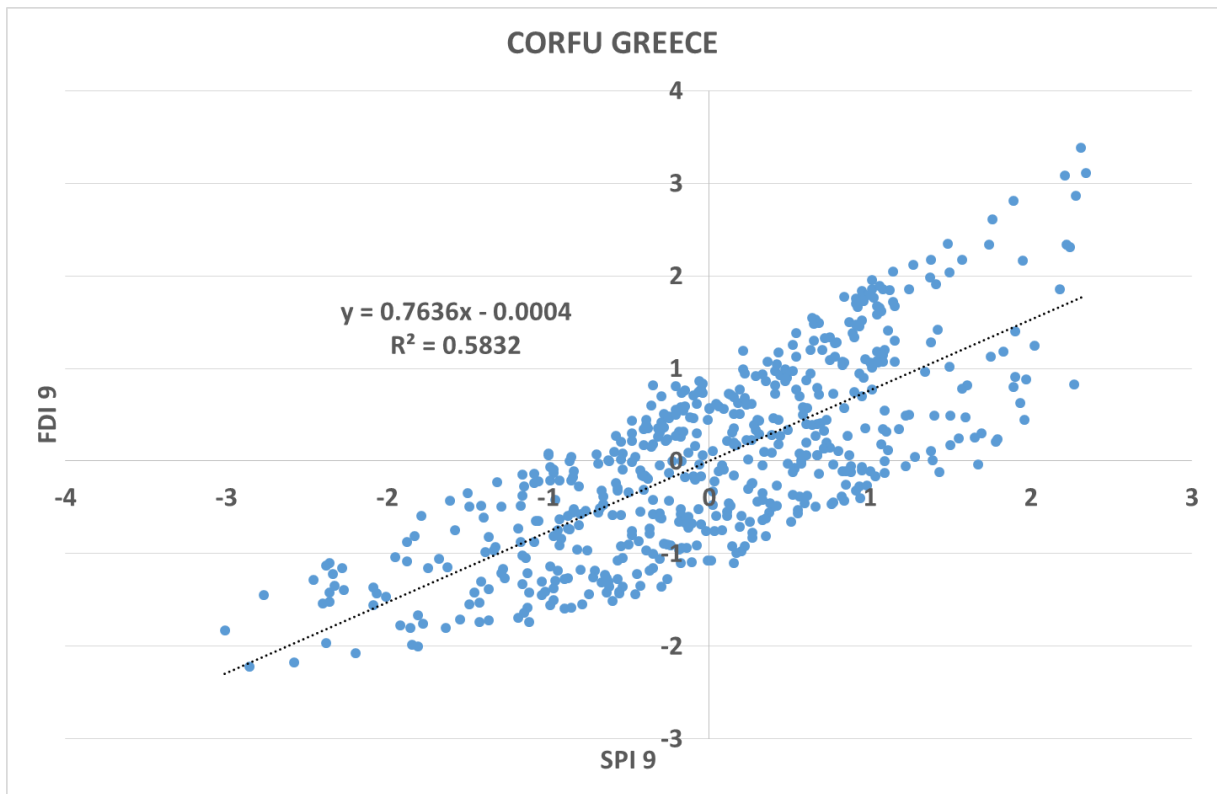
Για το σταθμό Corfu της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2001, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



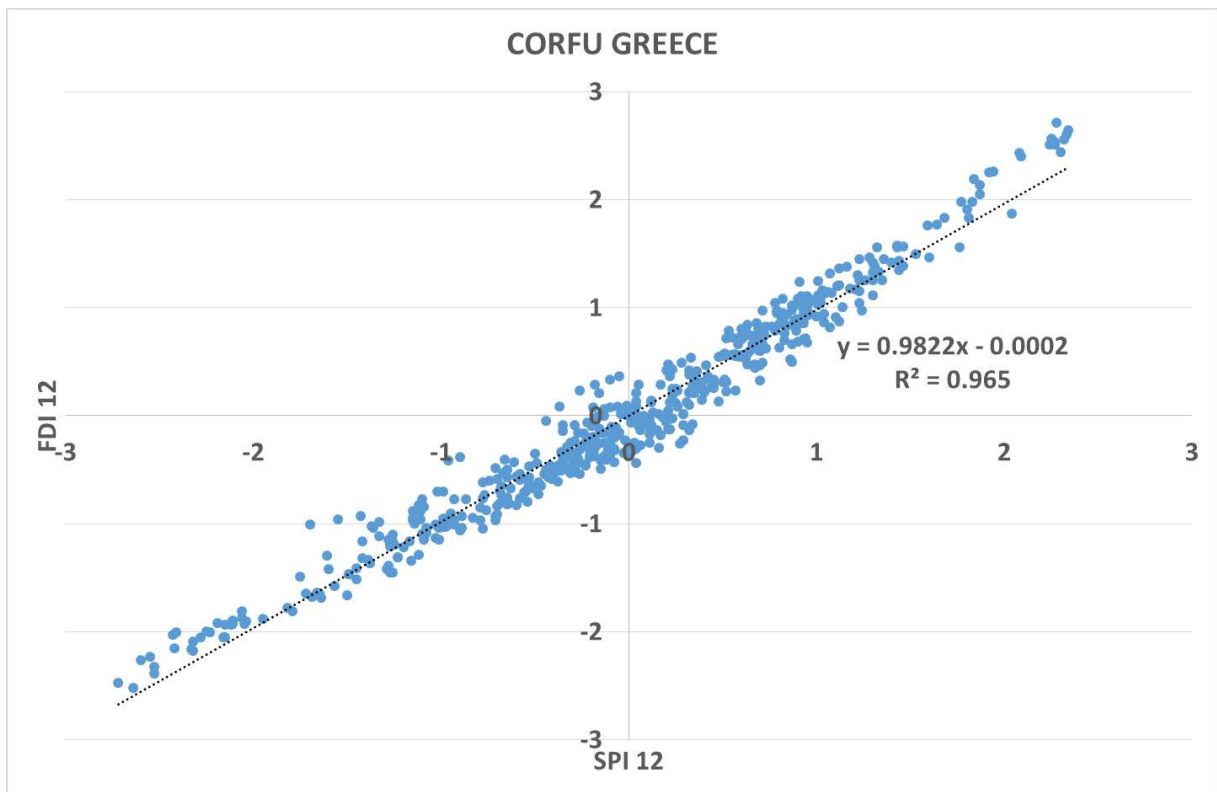
Γράφημα 7. 69 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας



Γράφημα 7. 70 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας

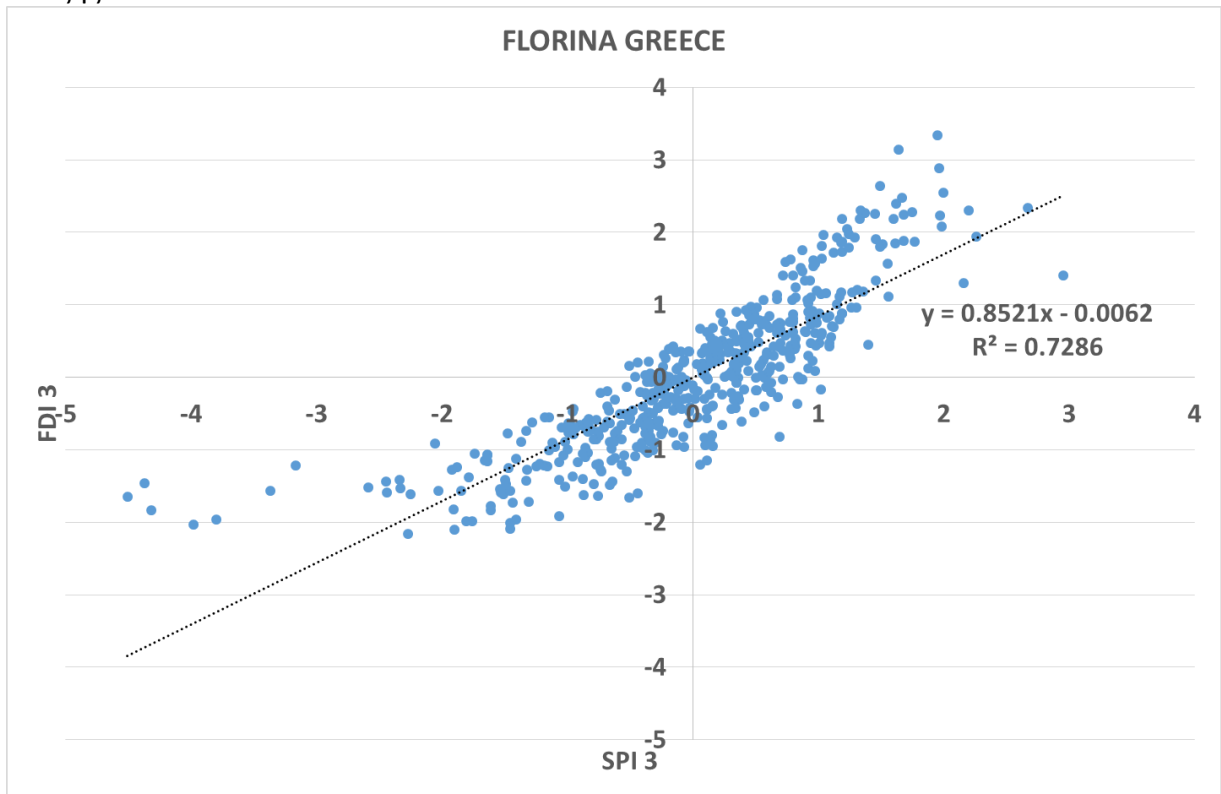


Γράφημα 7. 71 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας

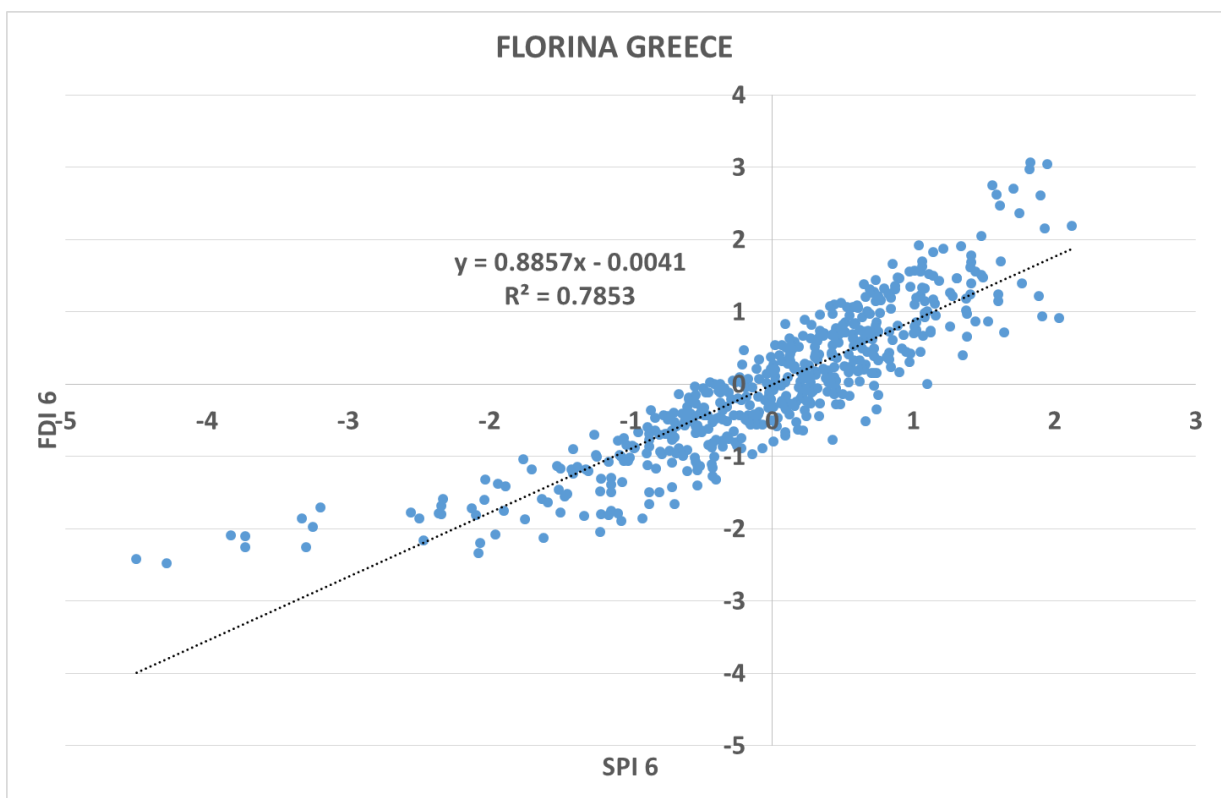


Γράφημα 7. 72 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Corfu της Ελλάδας

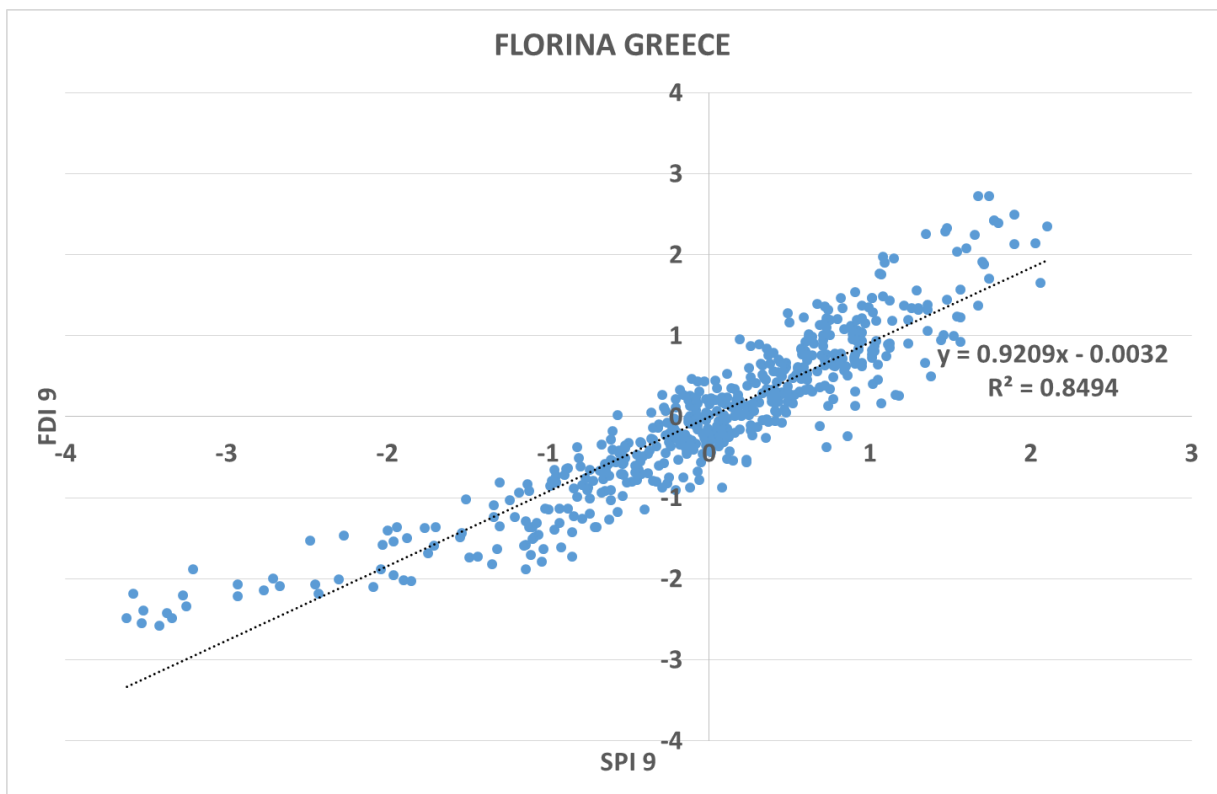
Για το σταθμό Florina της Ελλάδας για χρονοσειρά 1961-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



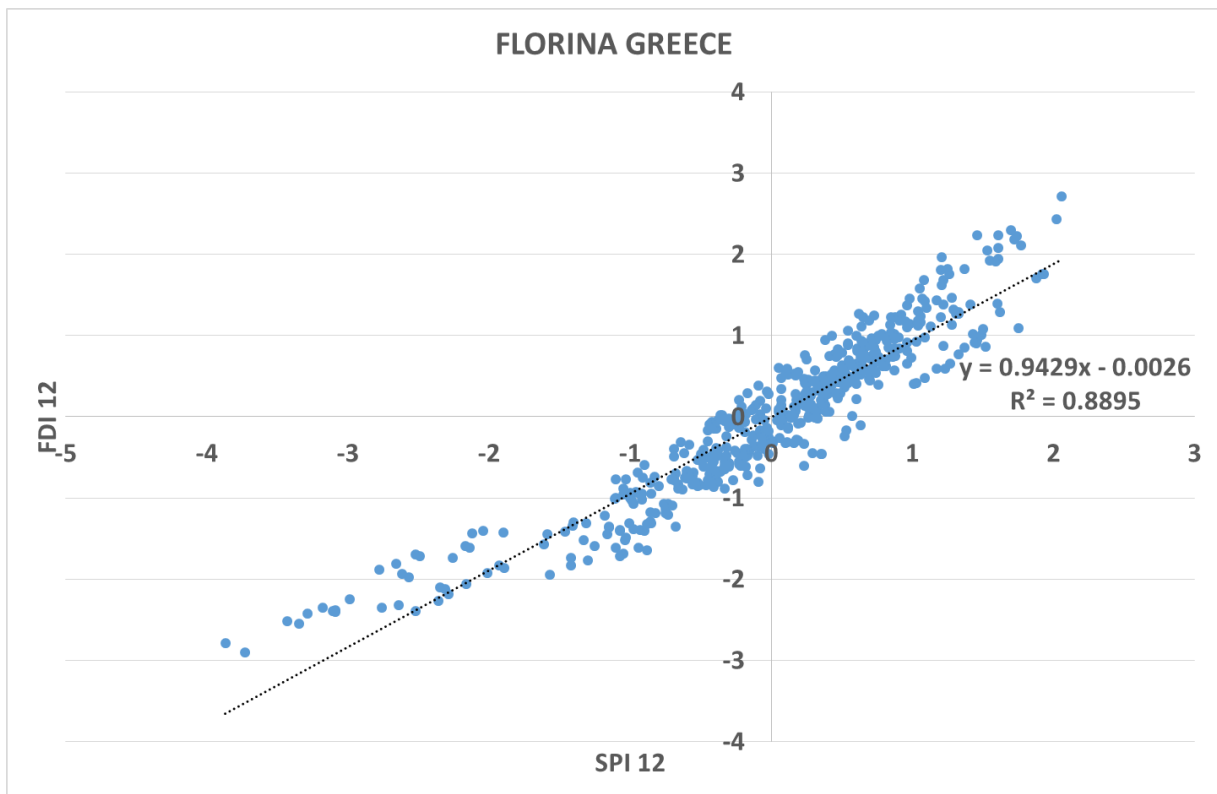
Γράφημα 7. 73 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας



Γράφημα 7. 74 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας

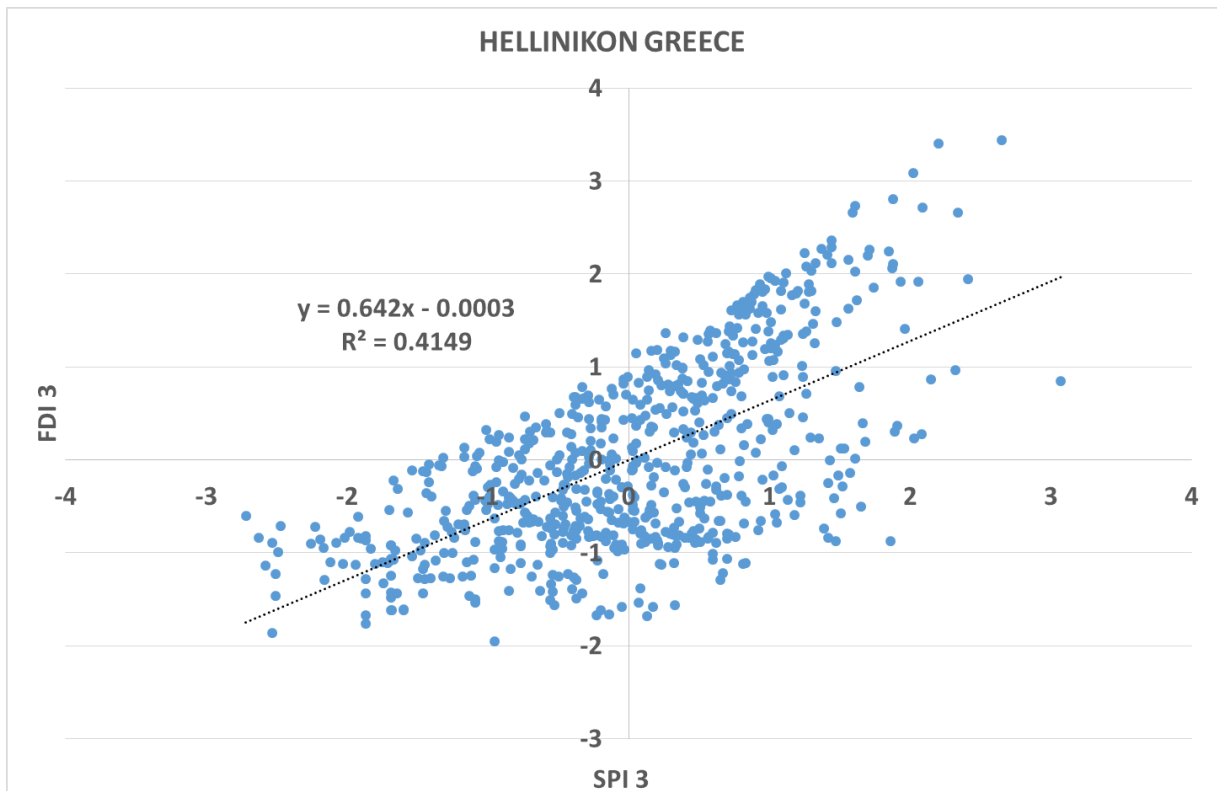


Γράφημα 7. 75 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας

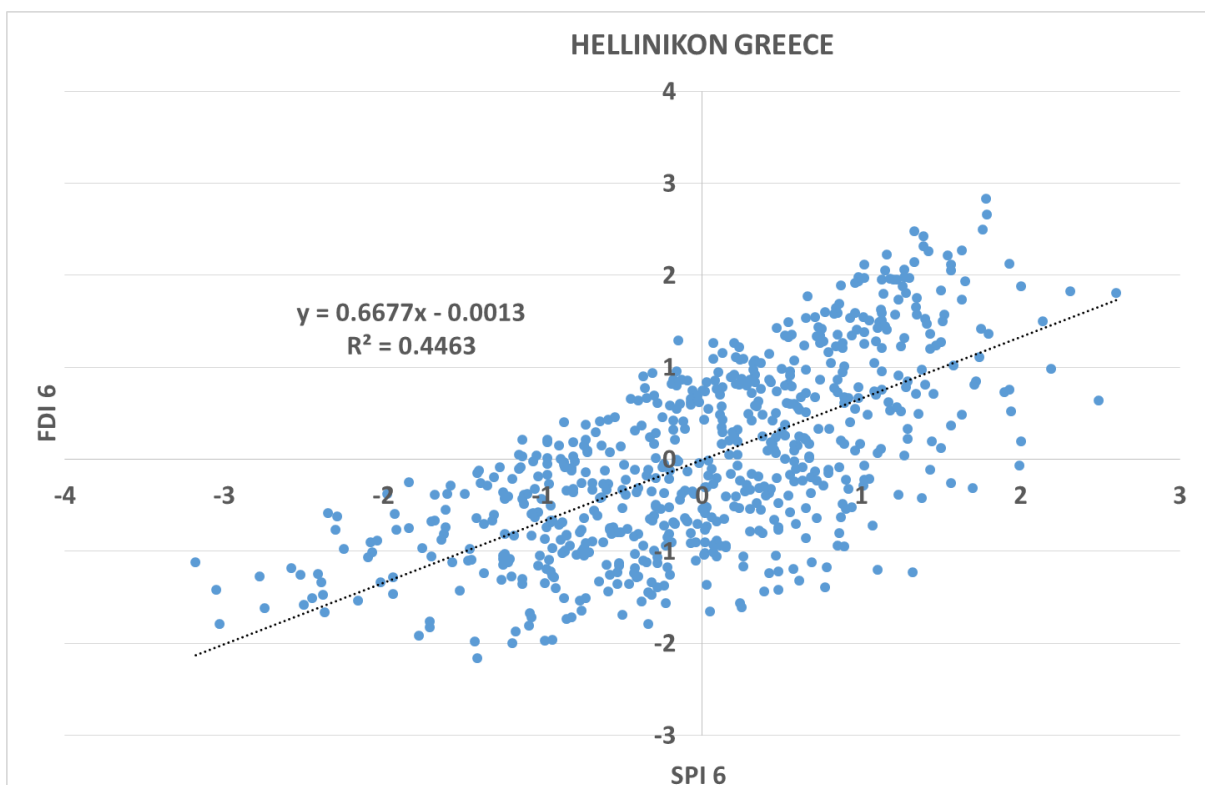


Γράφημα 7. 76 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Florina της Ελλάδας

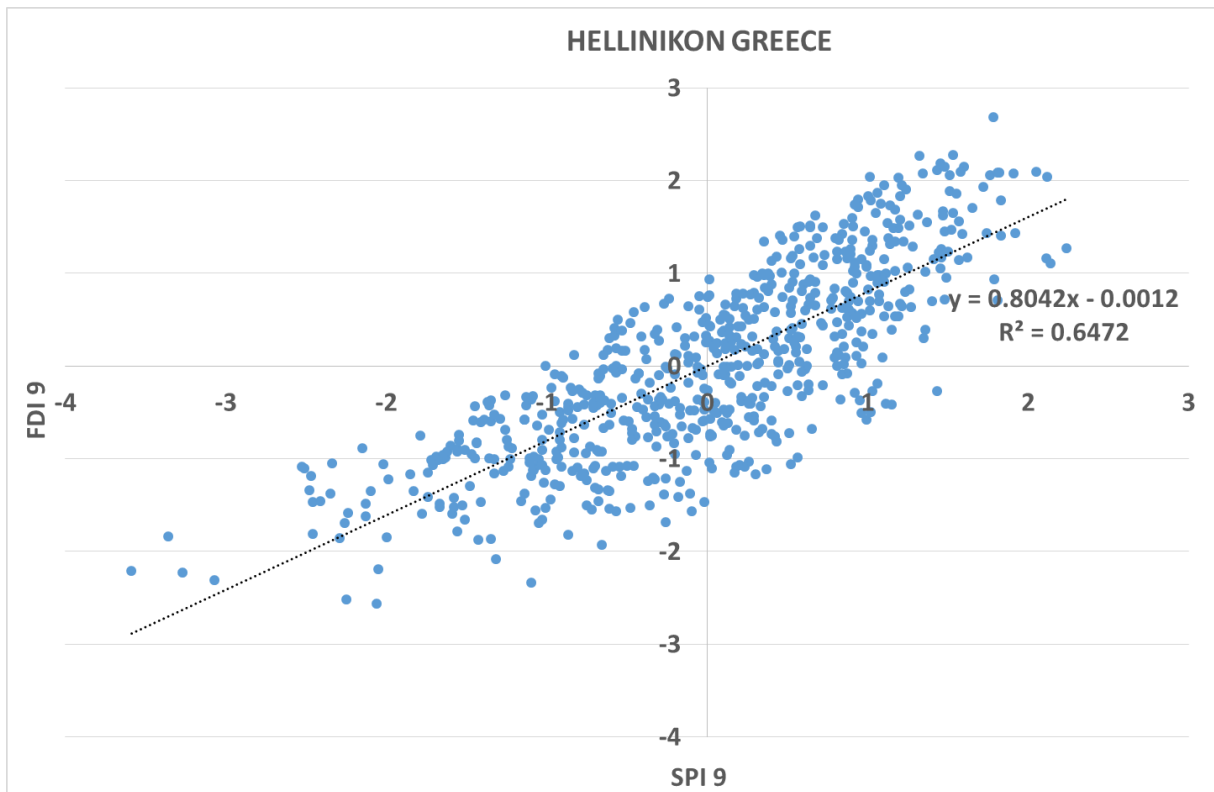
Για το σταθμό Hellinikon της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2011, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



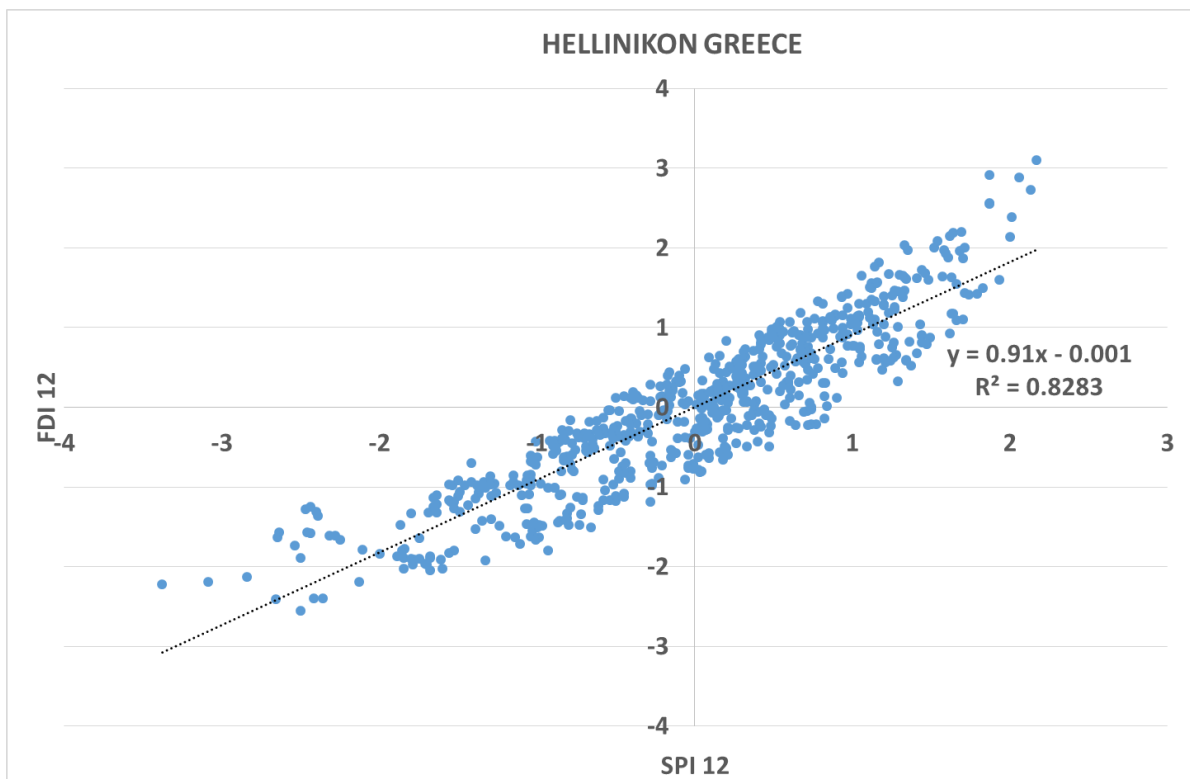
Γράφημα 7. 77 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας



Γράφημα 7. 78 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας

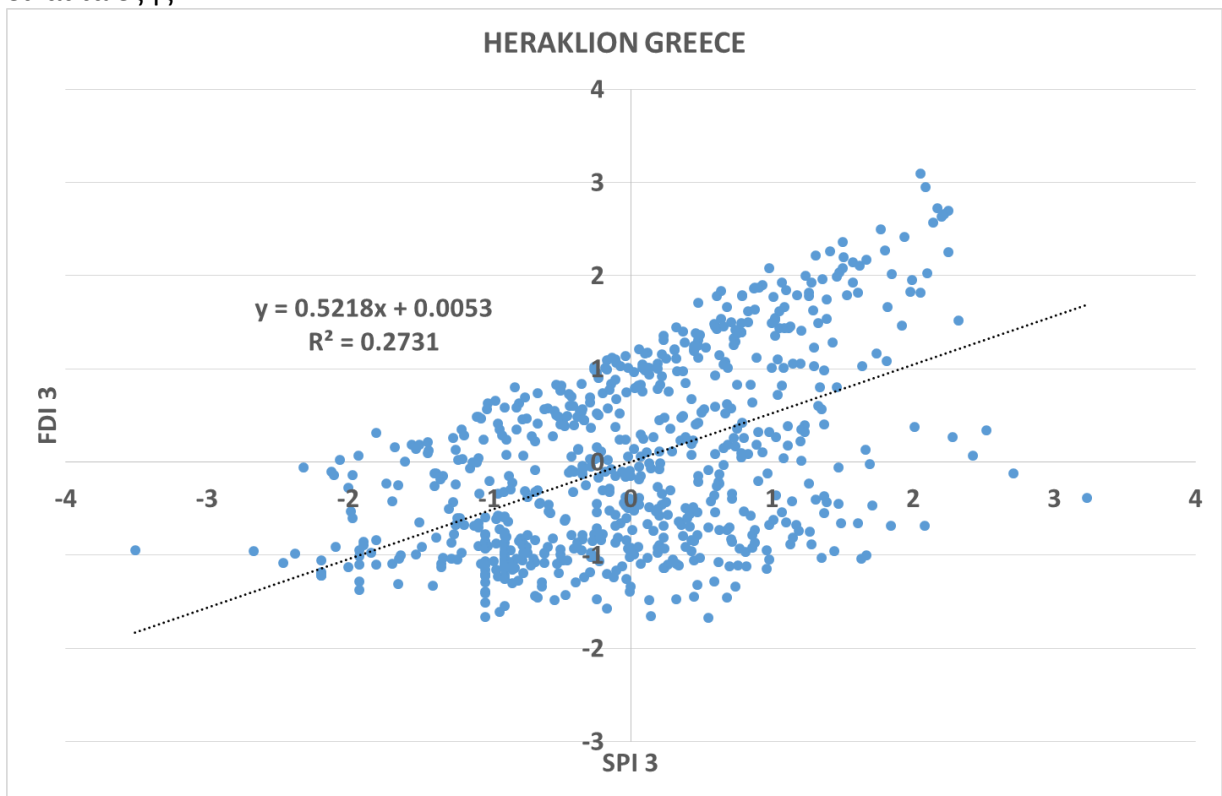


Γράφημα 7. 79 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας

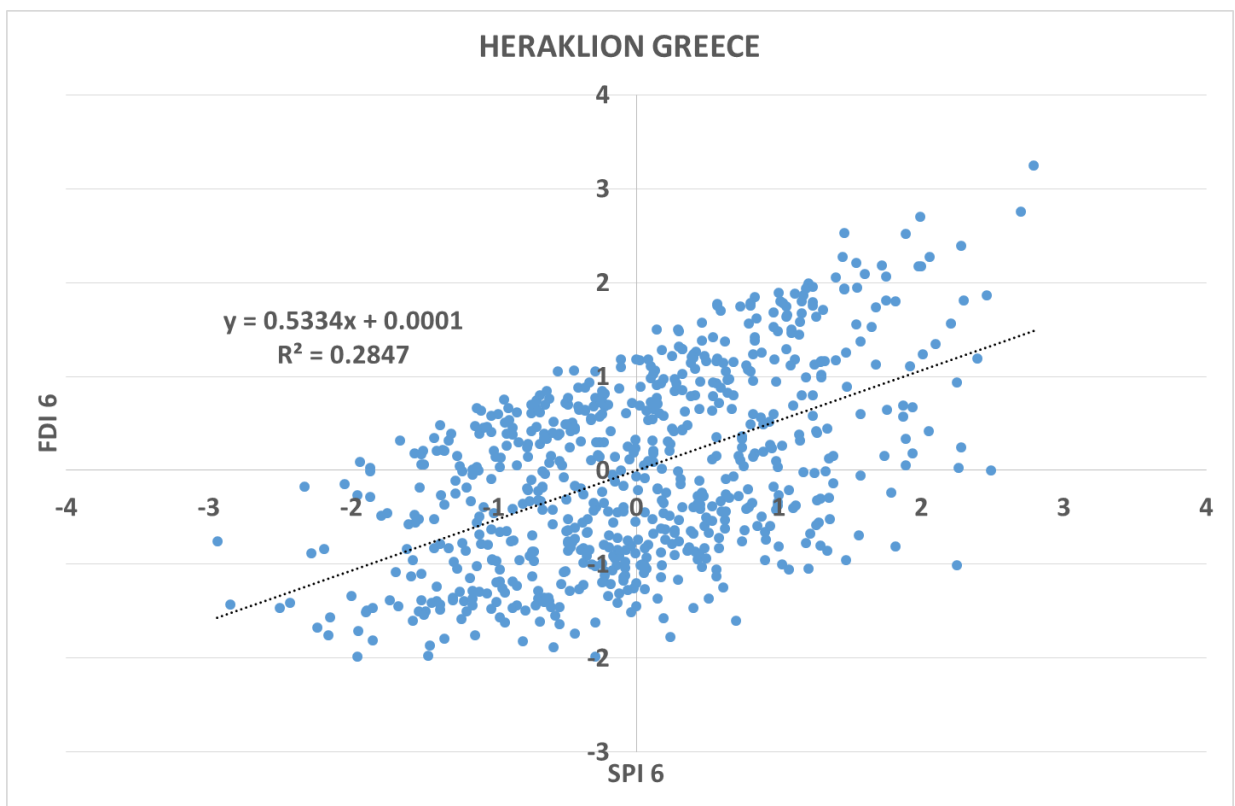


Γράφημα 7. 80 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Hellinikon της Ελλάδας

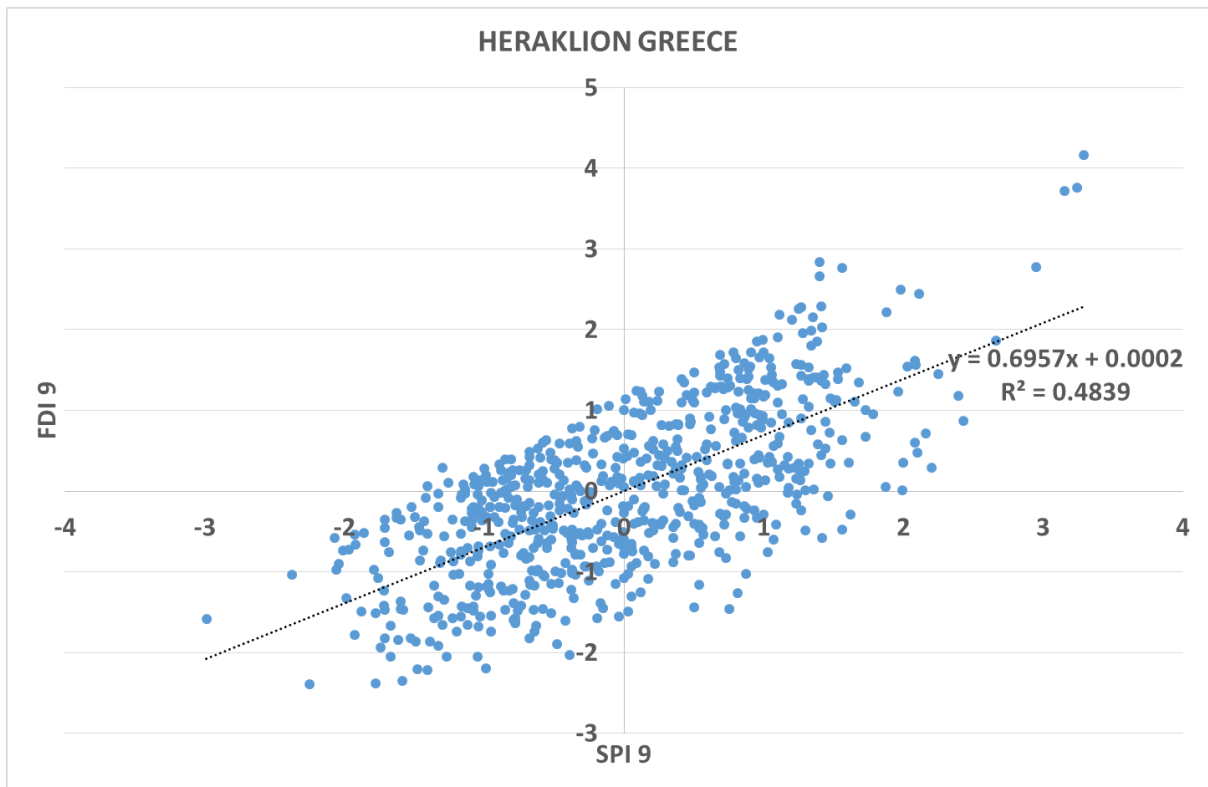
Για το σταθμό Ηερακλίον της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2013, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



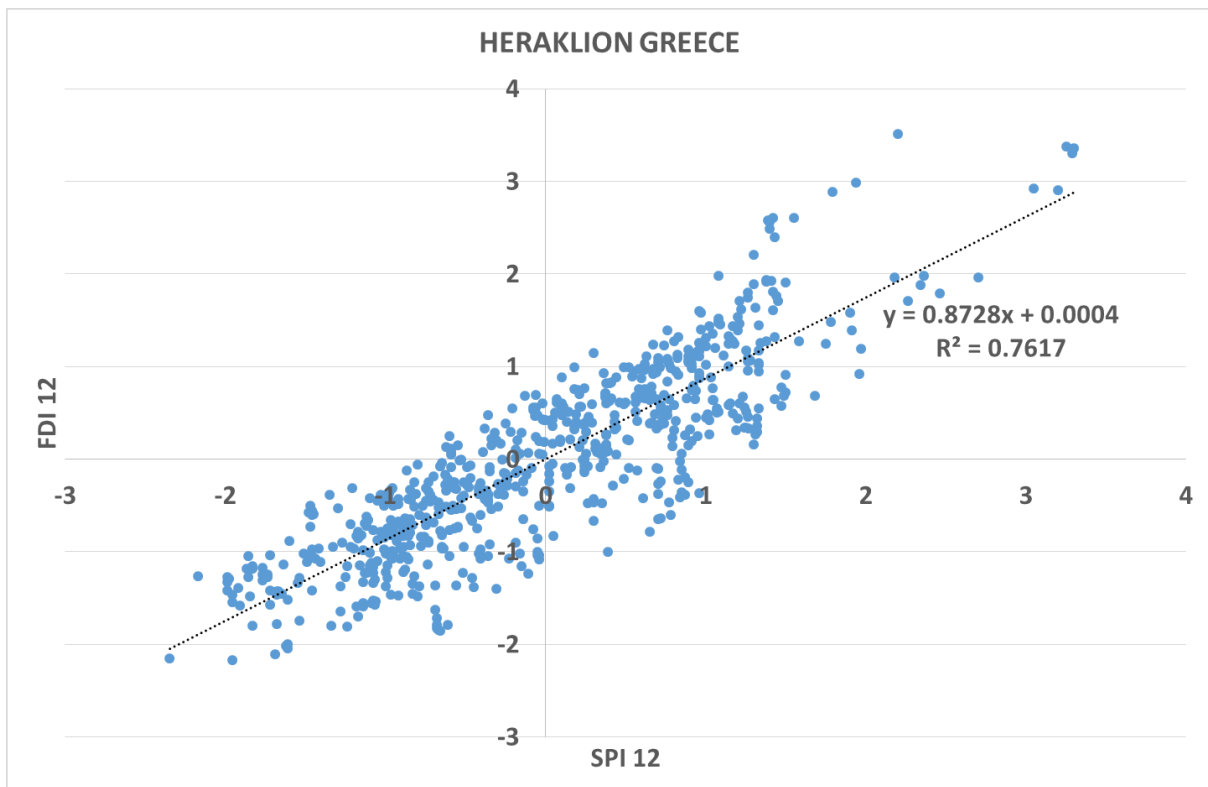
Γράφημα 7. 81 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Ηερακλίον της Ελλάδας



Γράφημα 7. 82 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Ηερακλίον της Ελλάδας

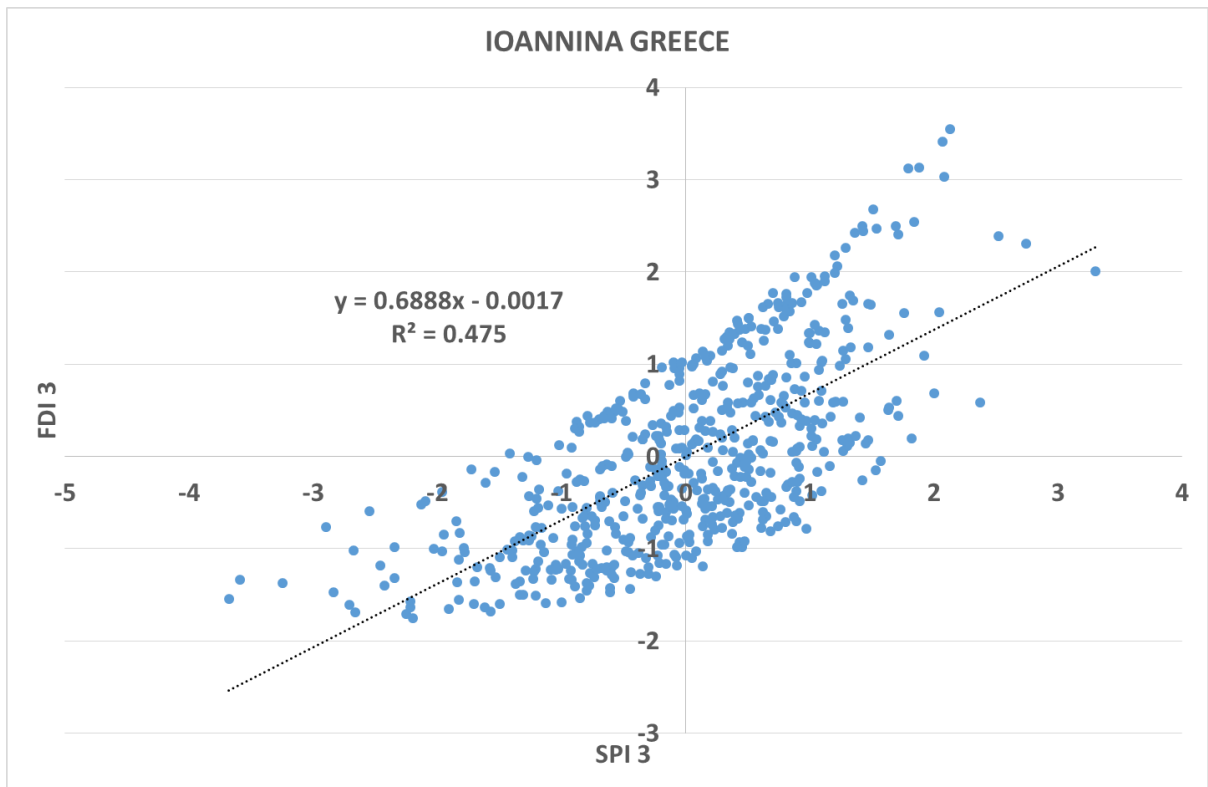


Γράφημα 7. 83 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας

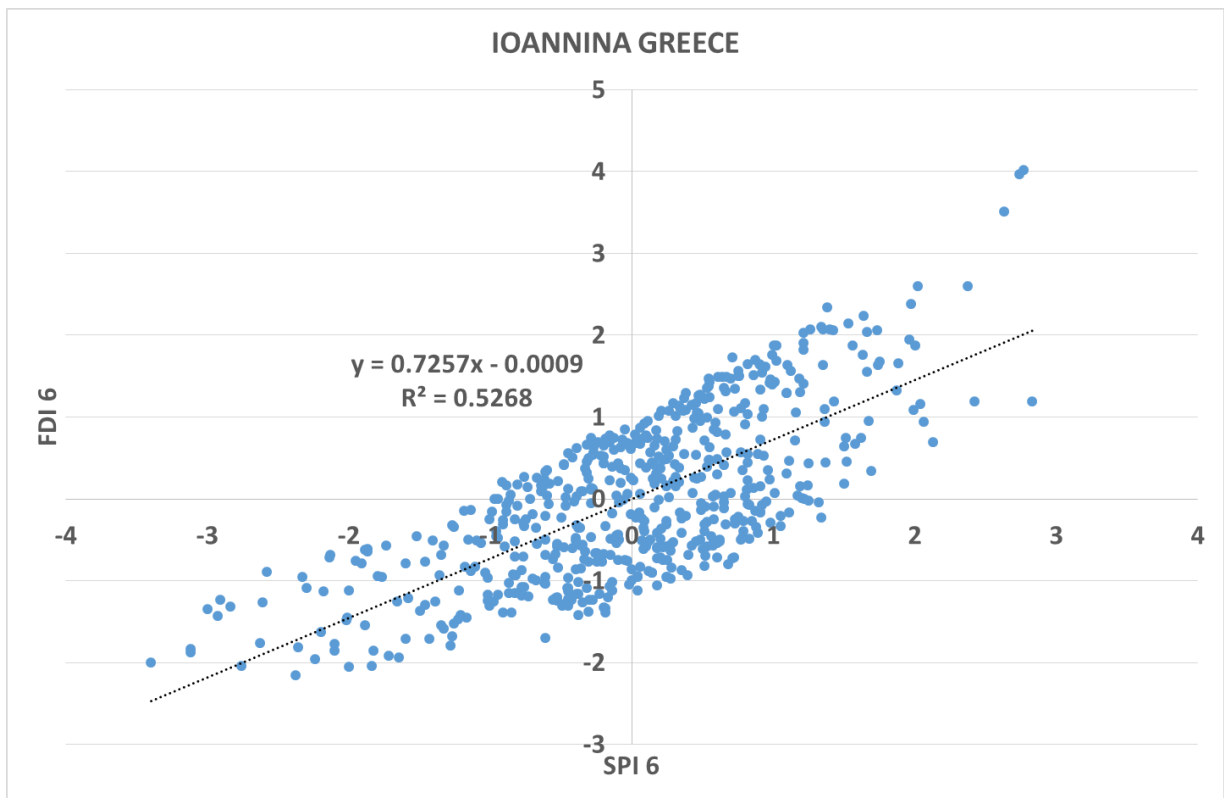


Γράφημα 7. 84 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Heraklion της Ελλάδας

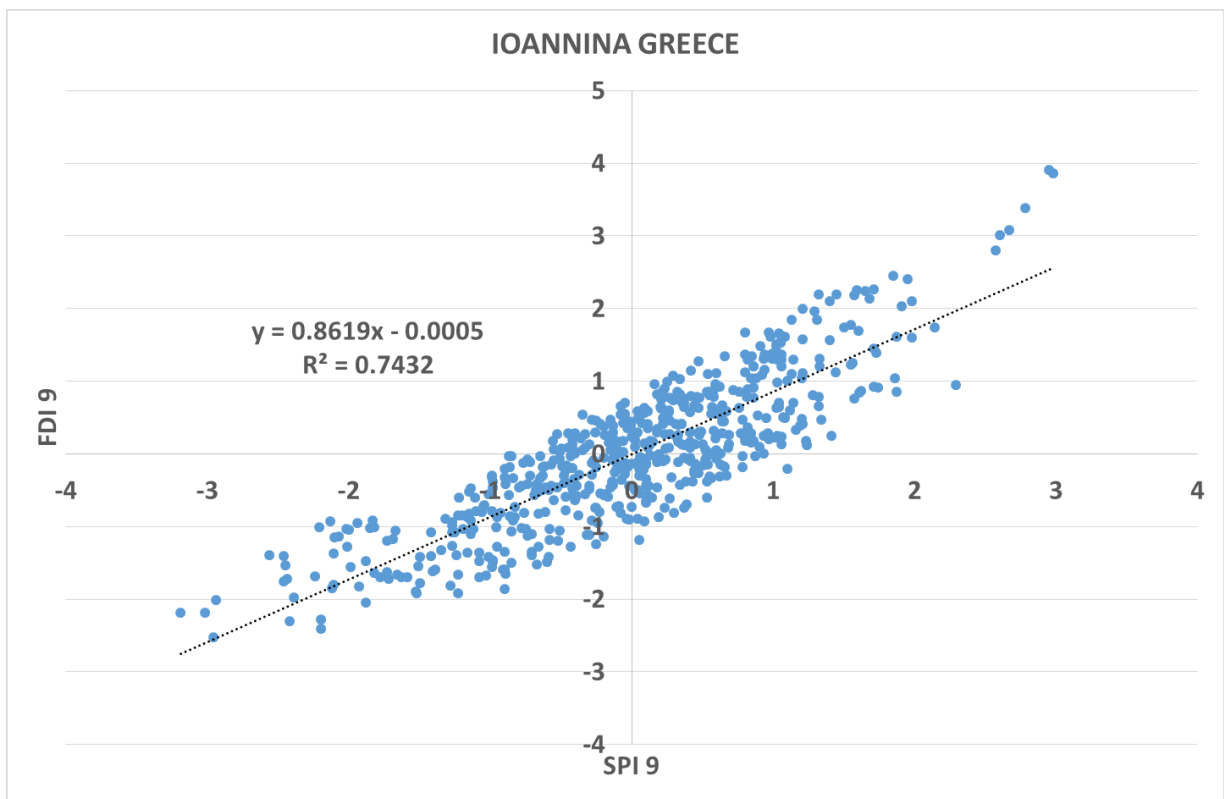
Για το σταθμό Ιοαννίνα της Ελλάδας για χρονοσειρά 1956-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



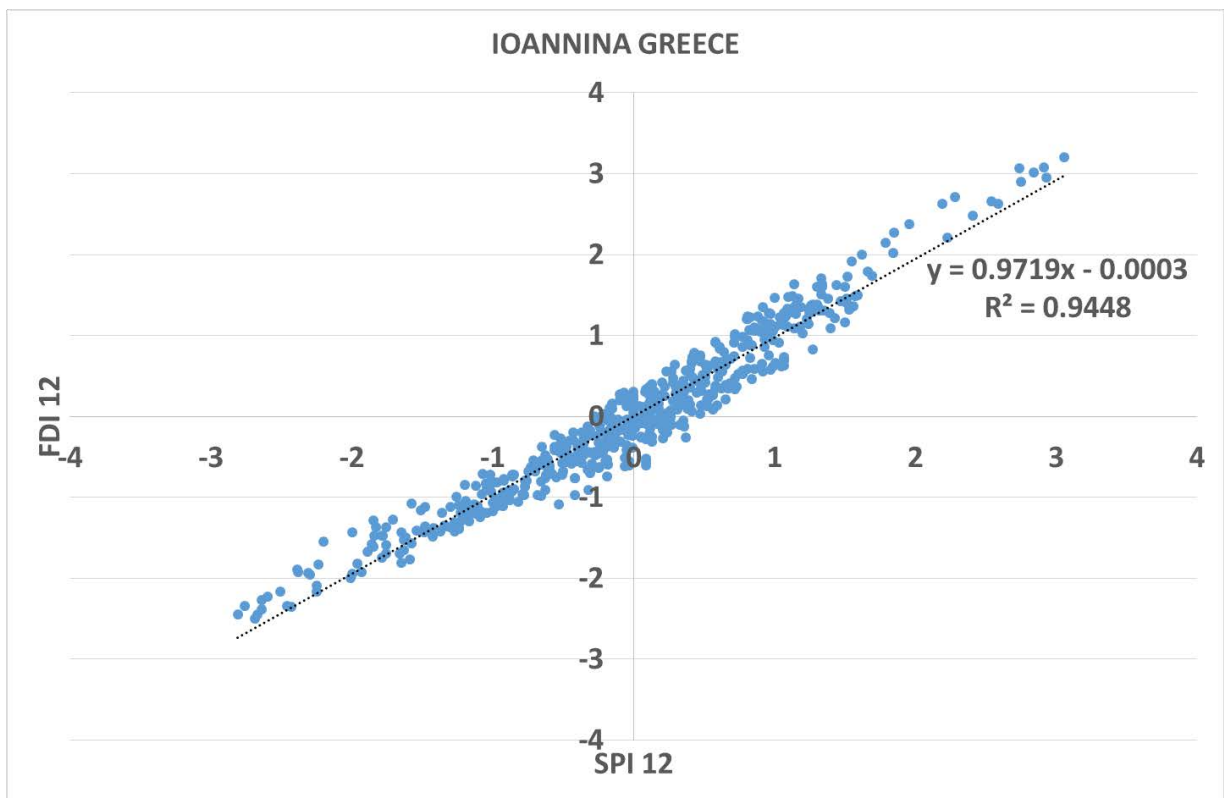
Γράφημα 7. 85 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Ιοαννίνα της Ελλάδας



Γράφημα 7. 86 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Ιοαννίνα της Ελλάδας

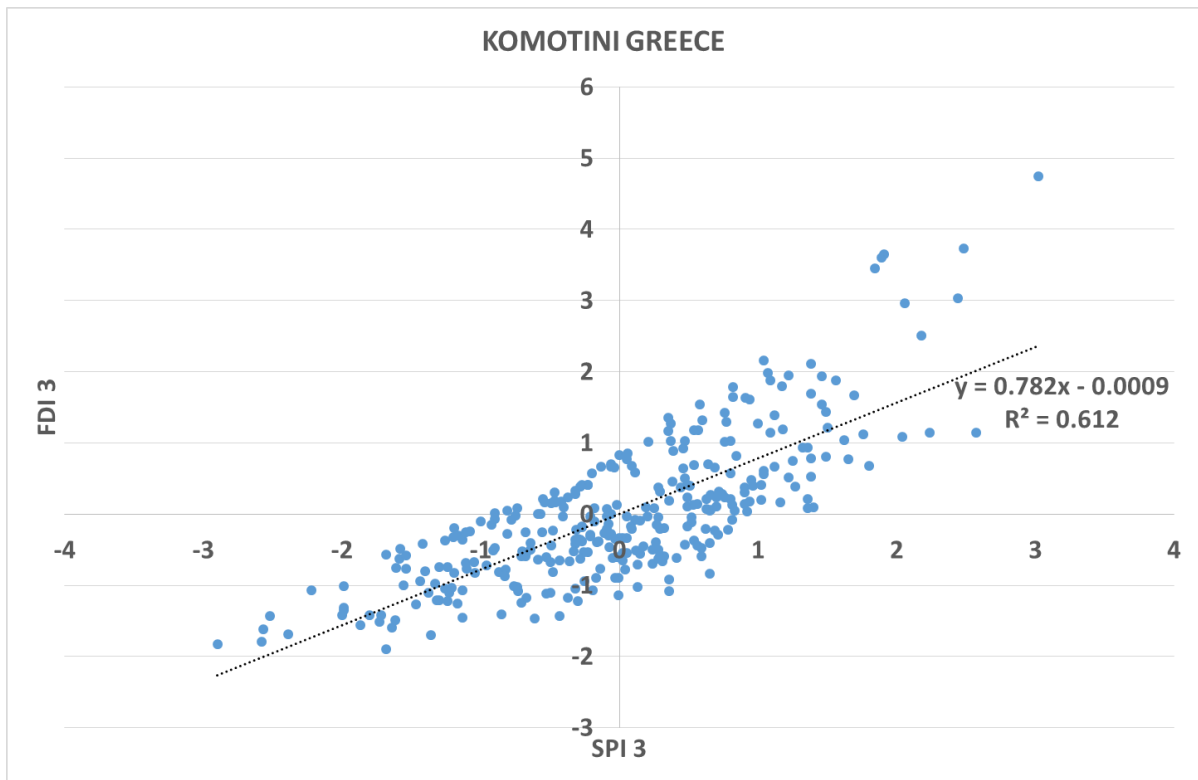


Γράφημα 7. 87 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Ιοαννίνα της Ελλάδας

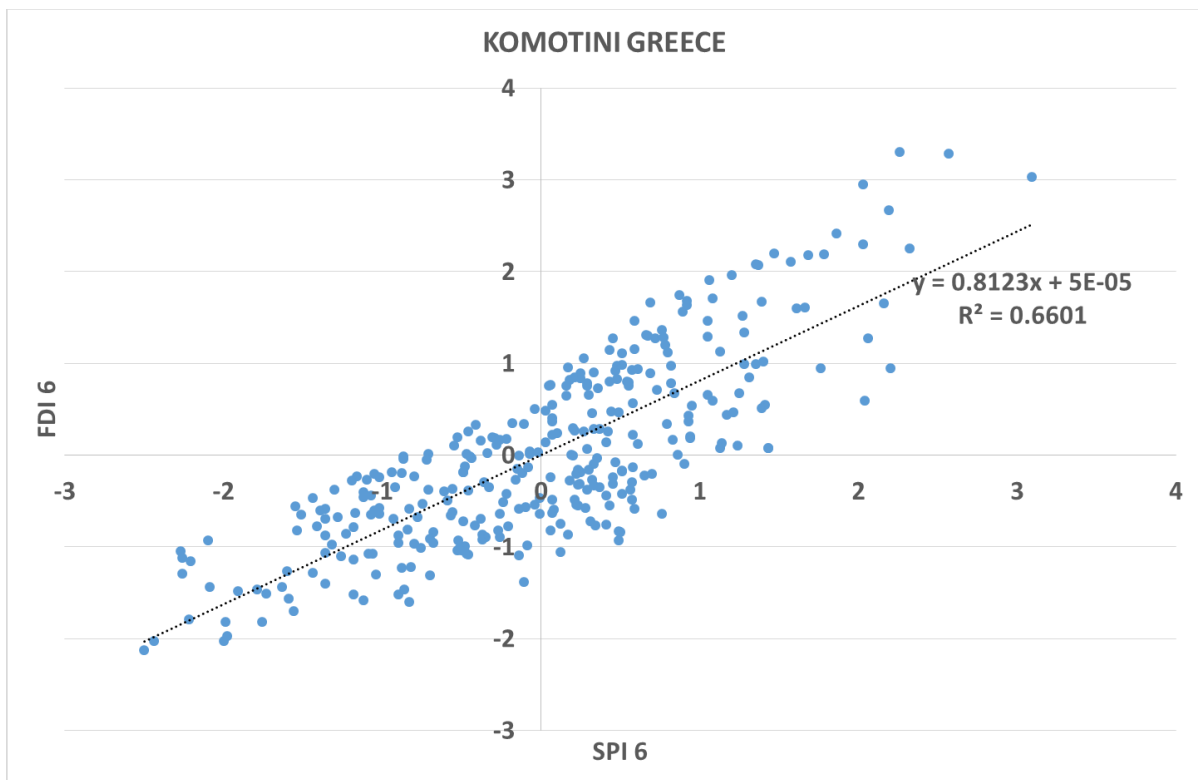


Γράφημα 7. 88 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Ιοαννίνα της Ελλάδας

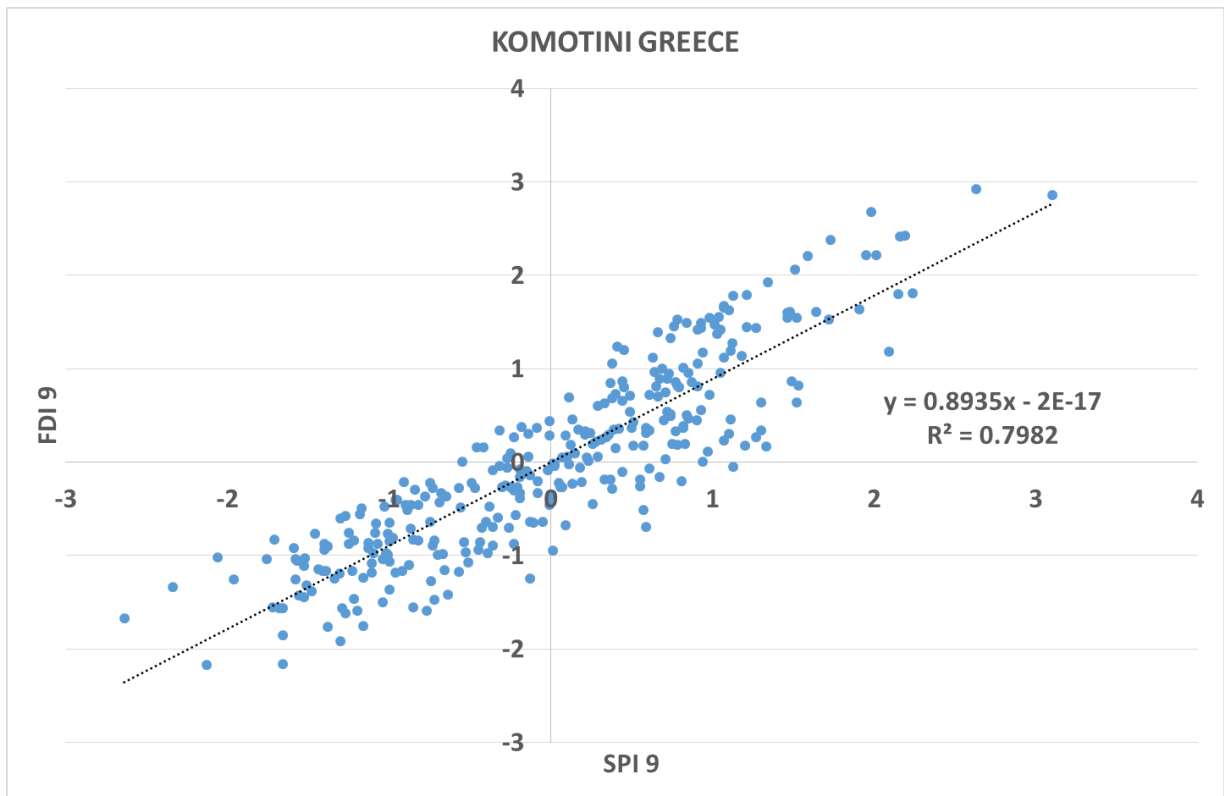
Για το σταθμό Κομοτηνή της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-1981, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



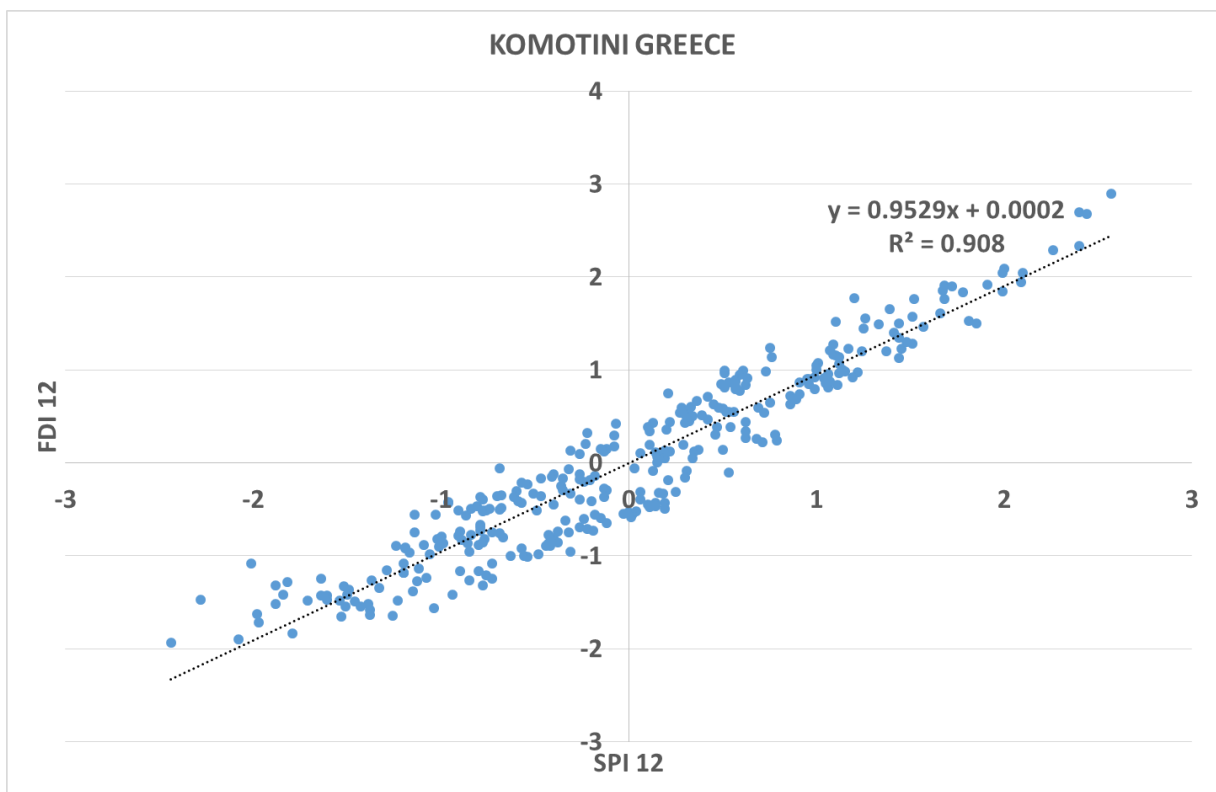
Γράφημα 7. 89 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Κομοτηνή της Ελλάδας



Γράφημα 7. 90 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Κομοτηνή της Ελλάδας

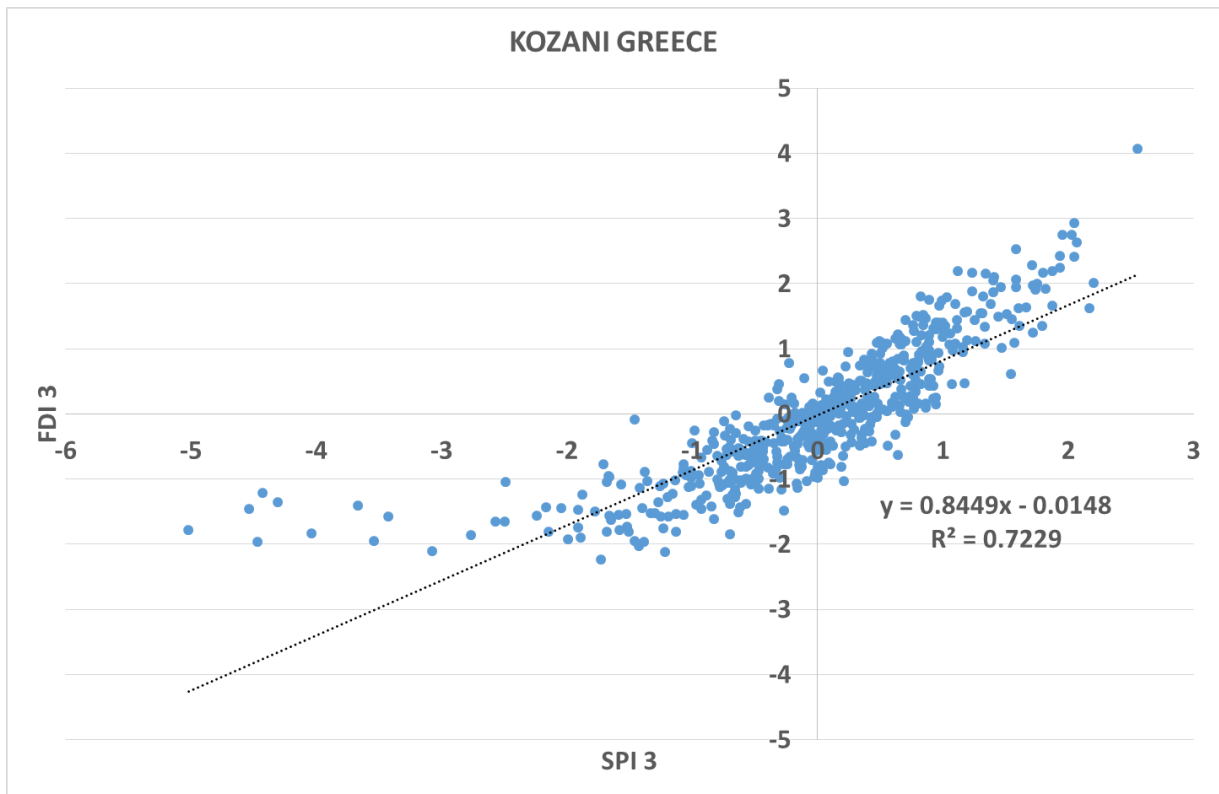


Γράφημα 7. 91 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Κομοτινι της Ελλάδας

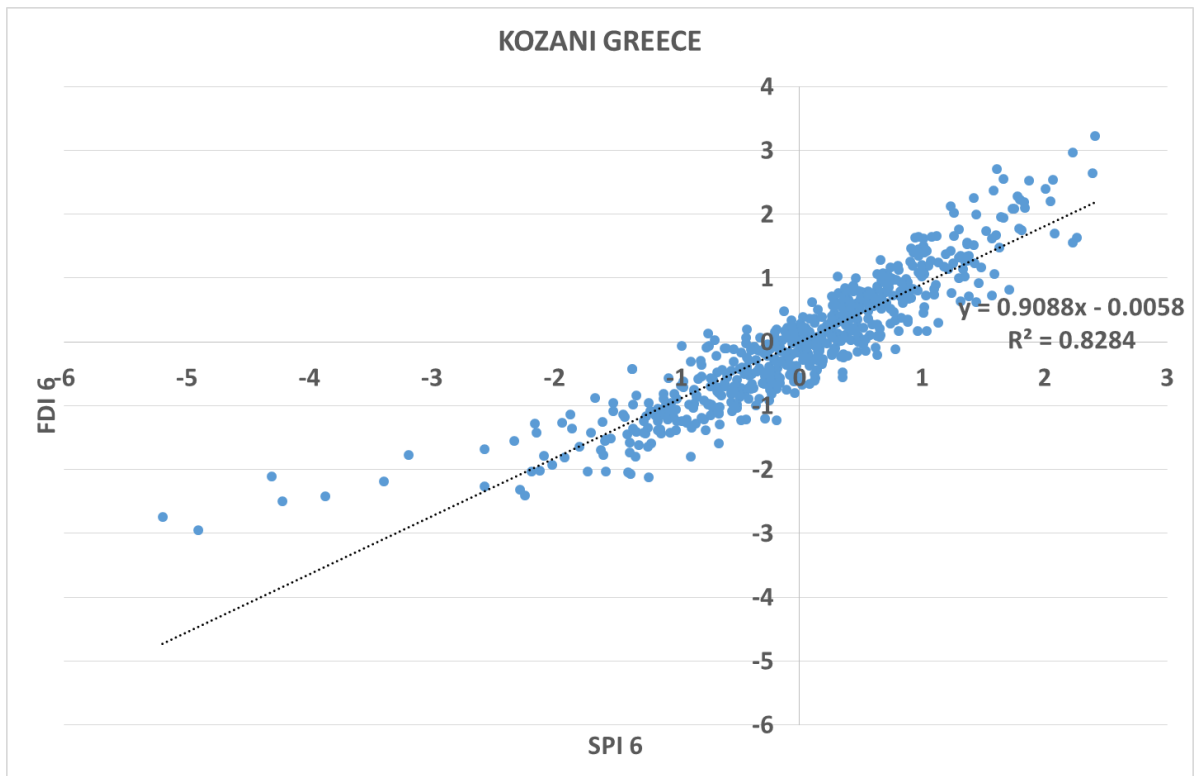


Γράφημα 7. 92 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Κομοτινι της Ελλάδας

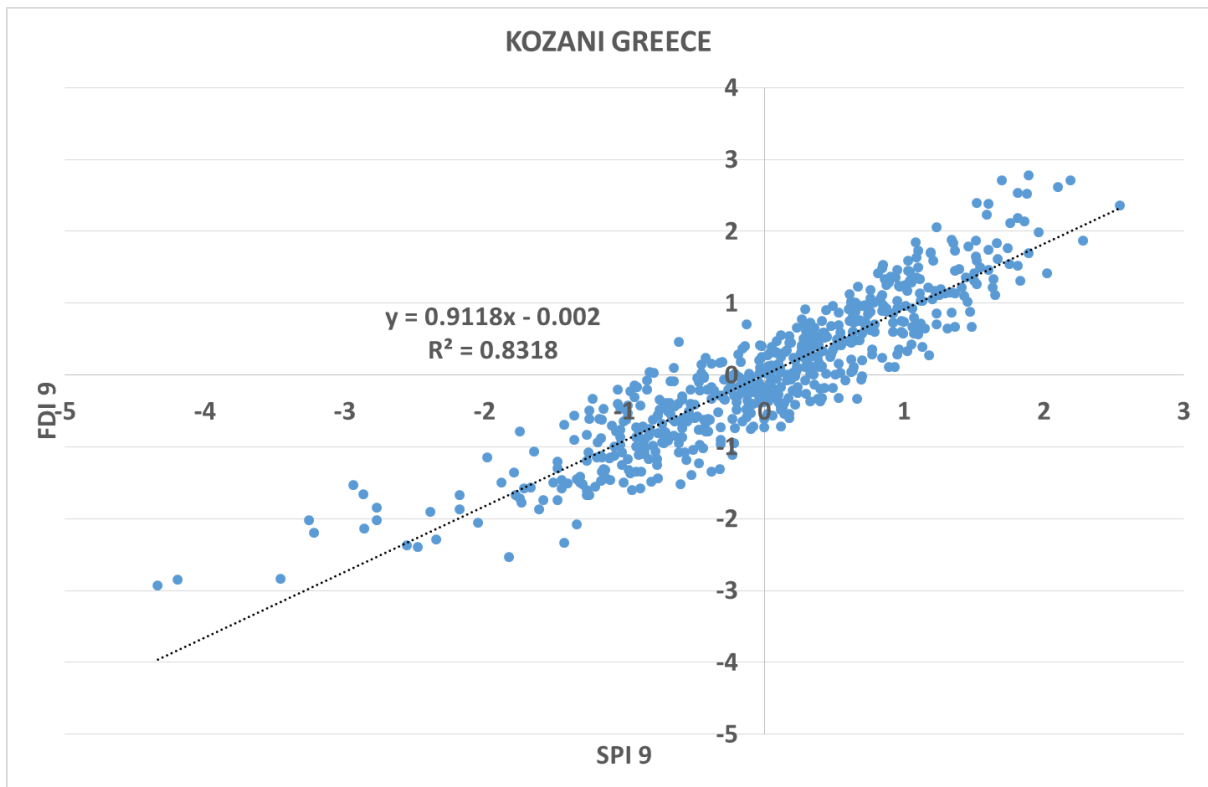
Για το σταθμό Κοζανί της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



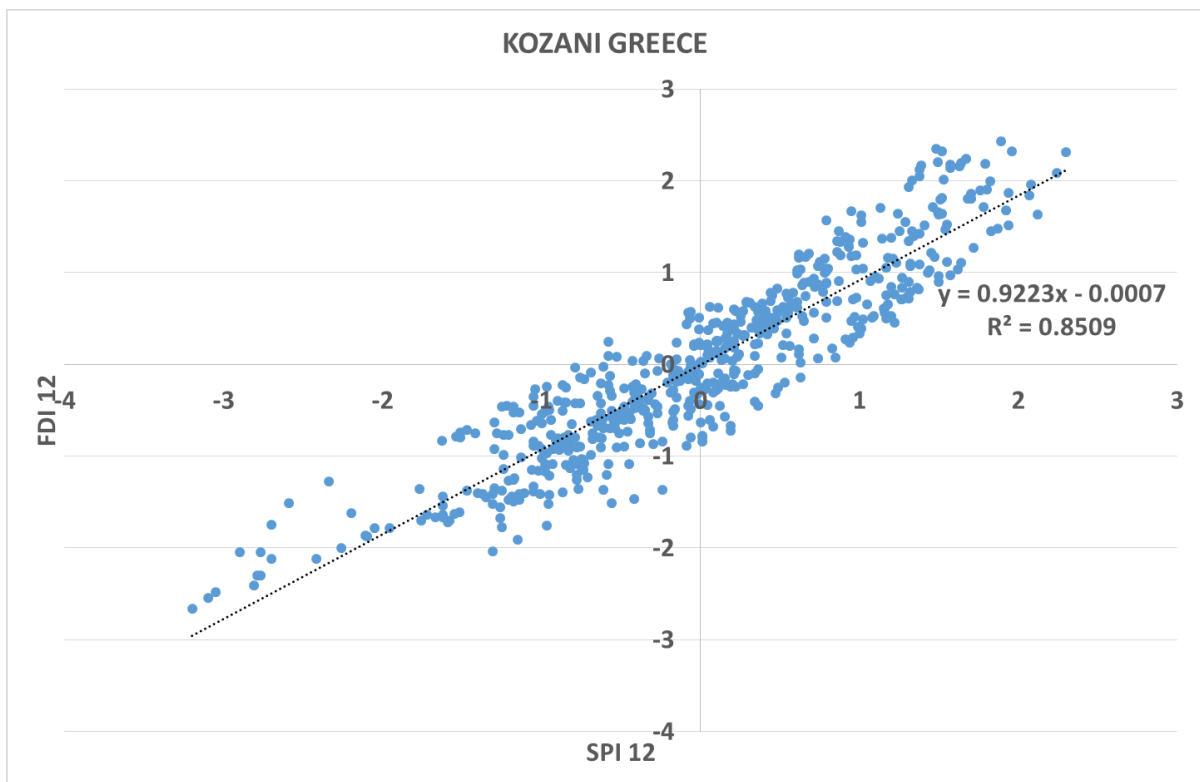
Γράφημα 7. 93 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Κοζανί της Ελλάδας



Γράφημα 7. 94 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Κοζανί της Ελλάδας

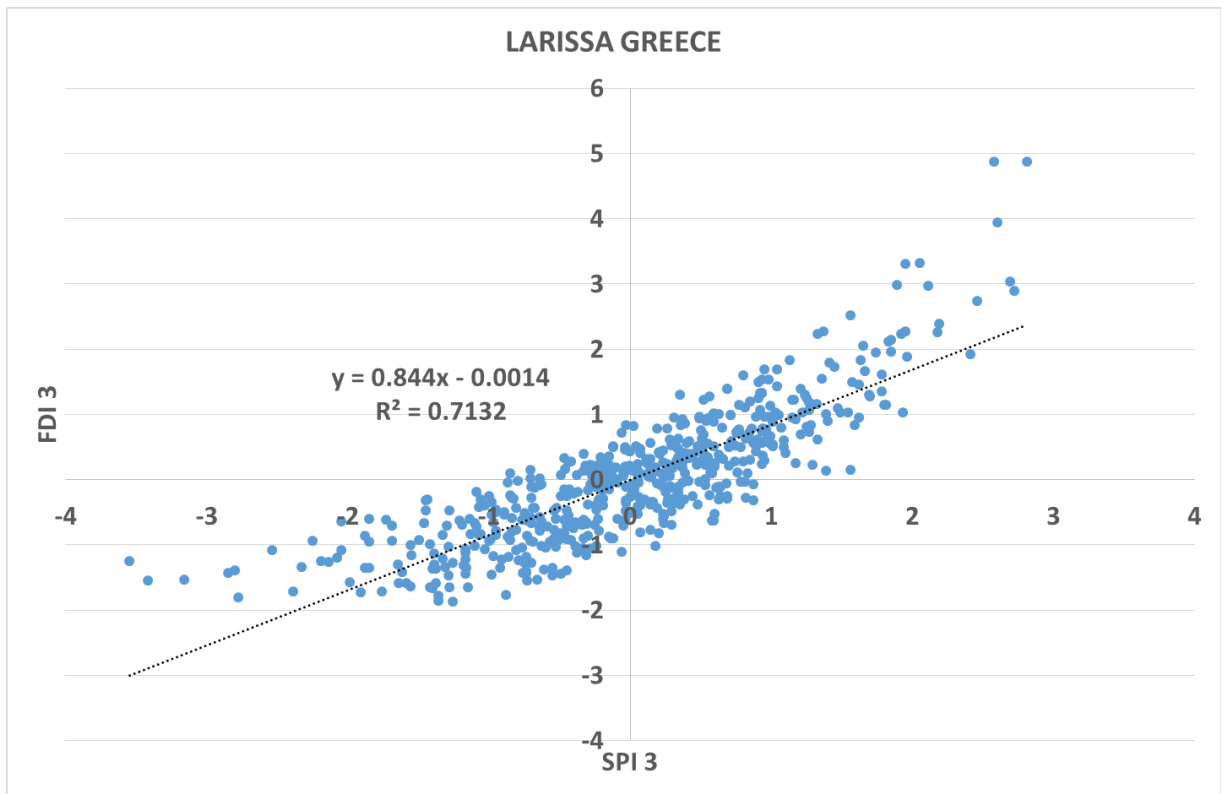


Γράφημα 7. 95 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Κοζανι της Ελλάδας

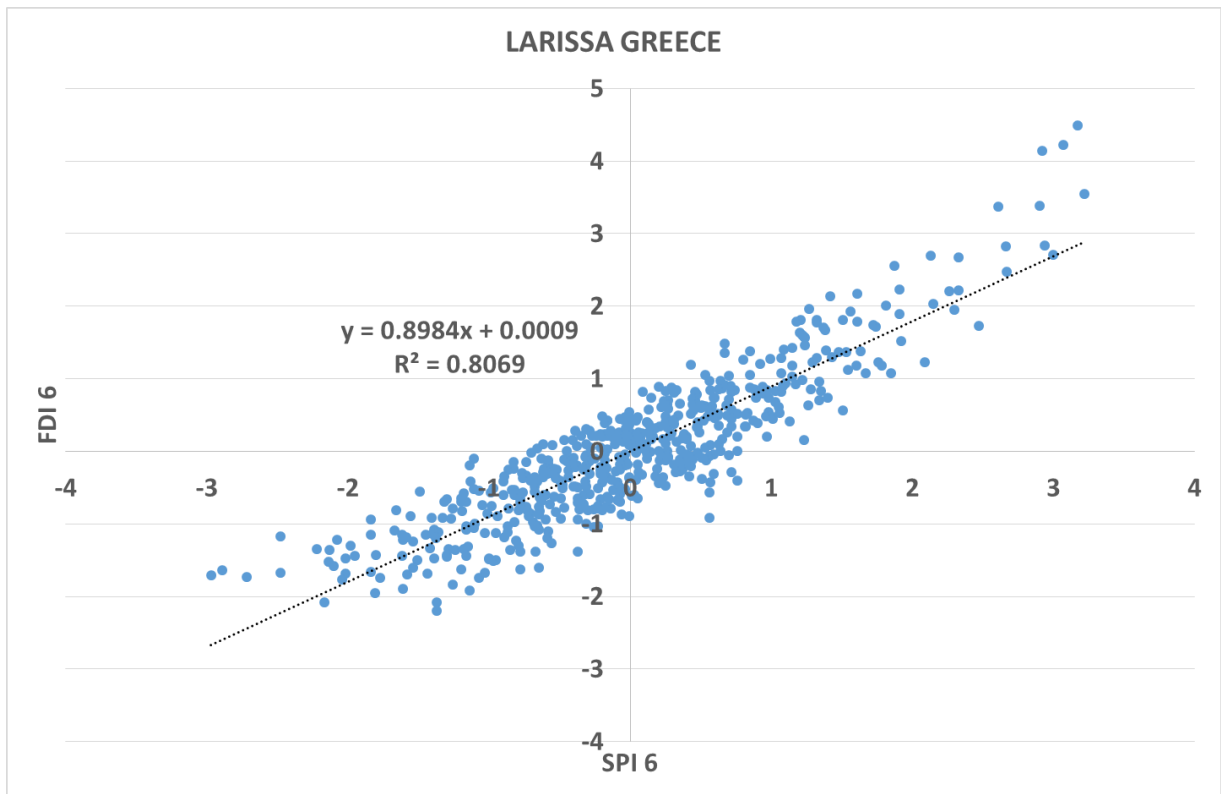


Γράφημα 7. 96 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Κοζανι της Ελλάδας

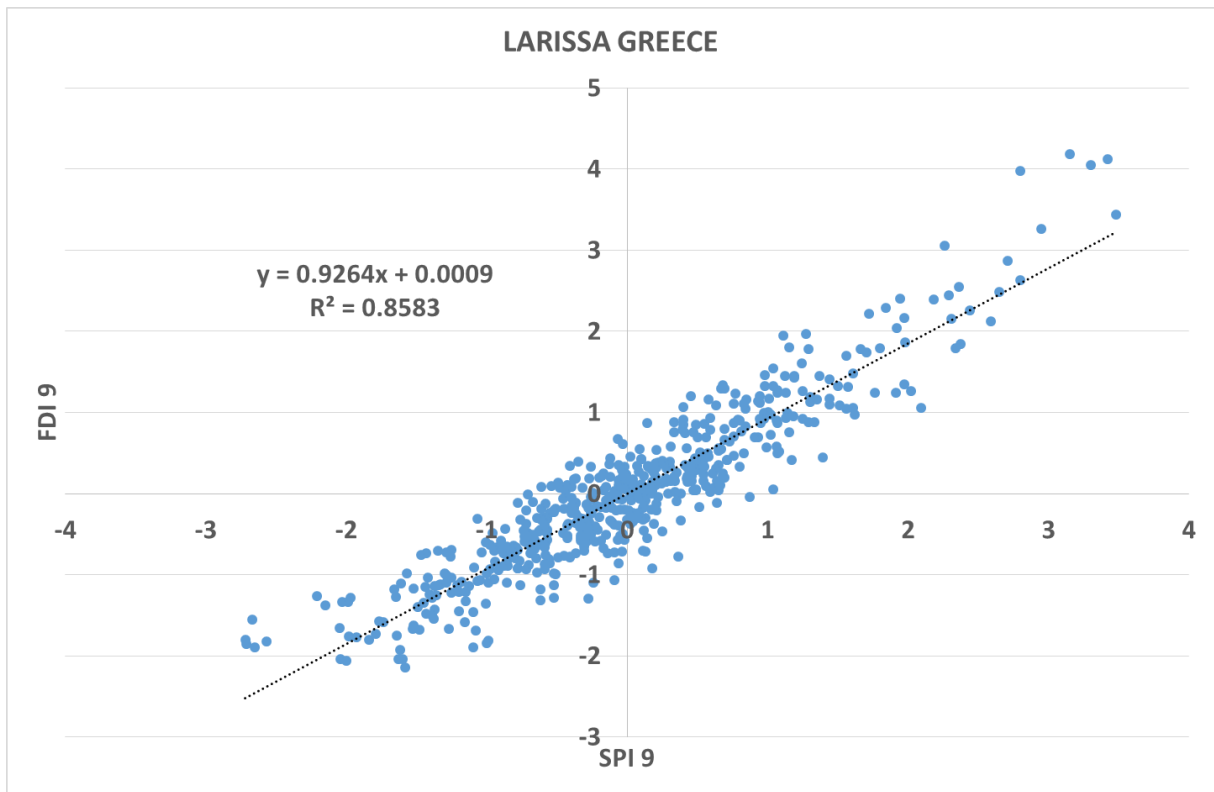
Για το σταθμό Larissa της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2001, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



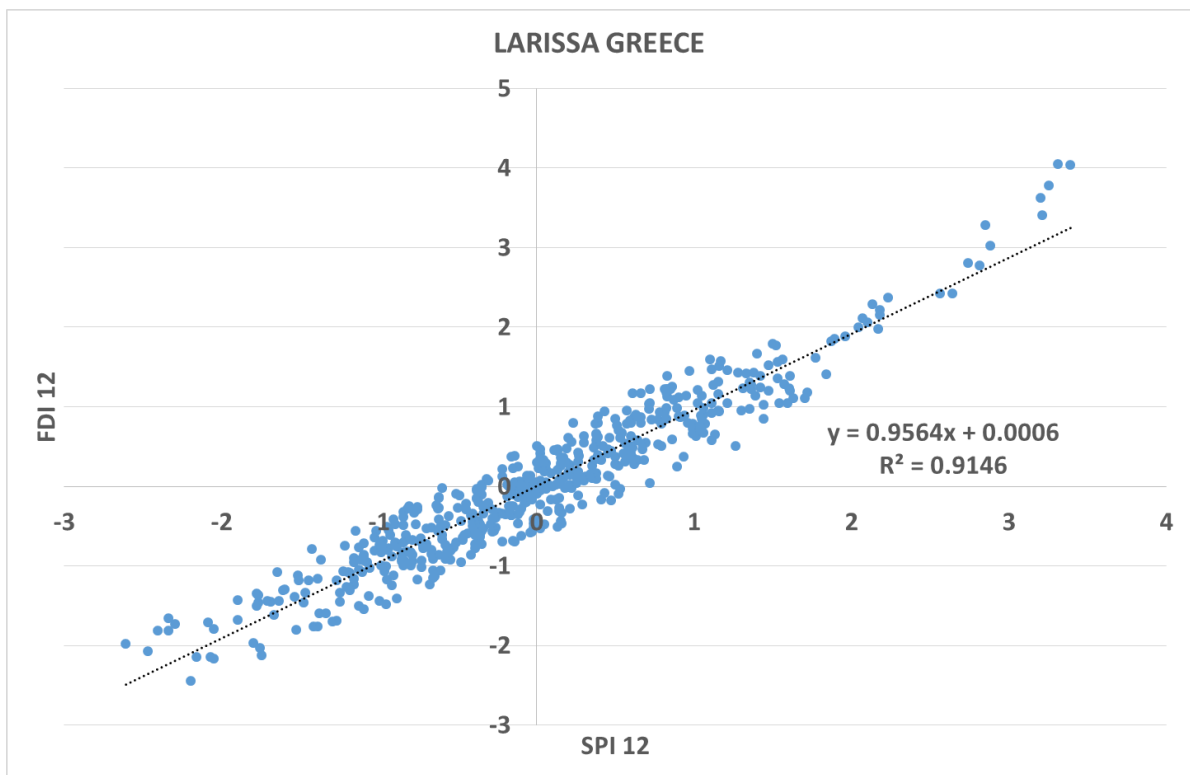
Γράφημα 7. 97 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας



Γράφημα 7. 98 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας

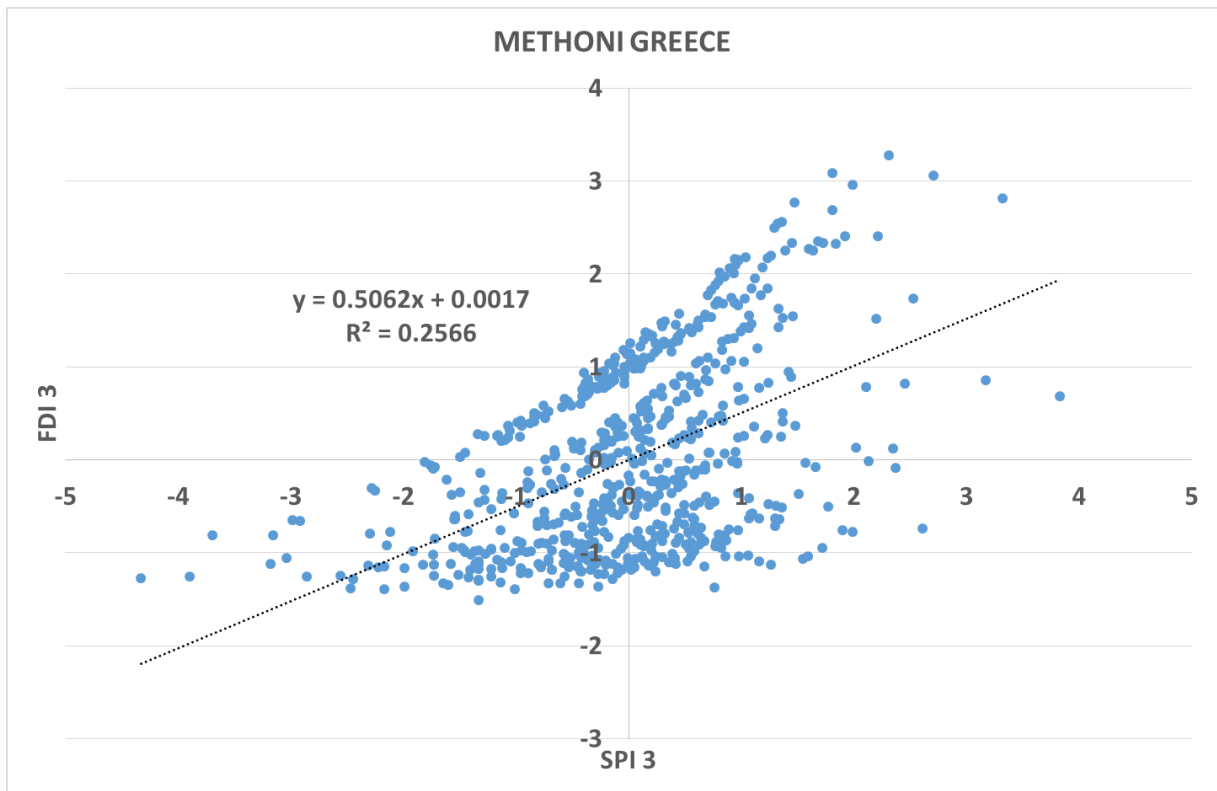


Γράφημα 7. 99 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας

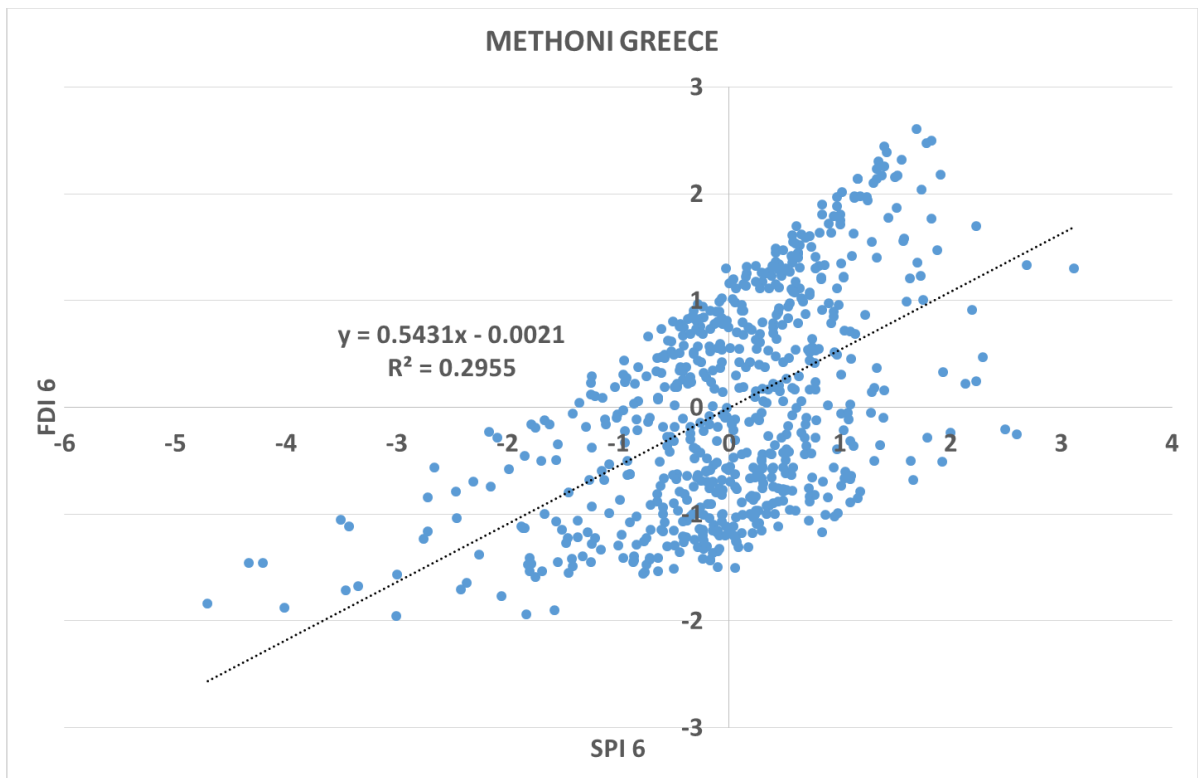


Γράφημα 7. 100 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Larissa της Ελλάδας

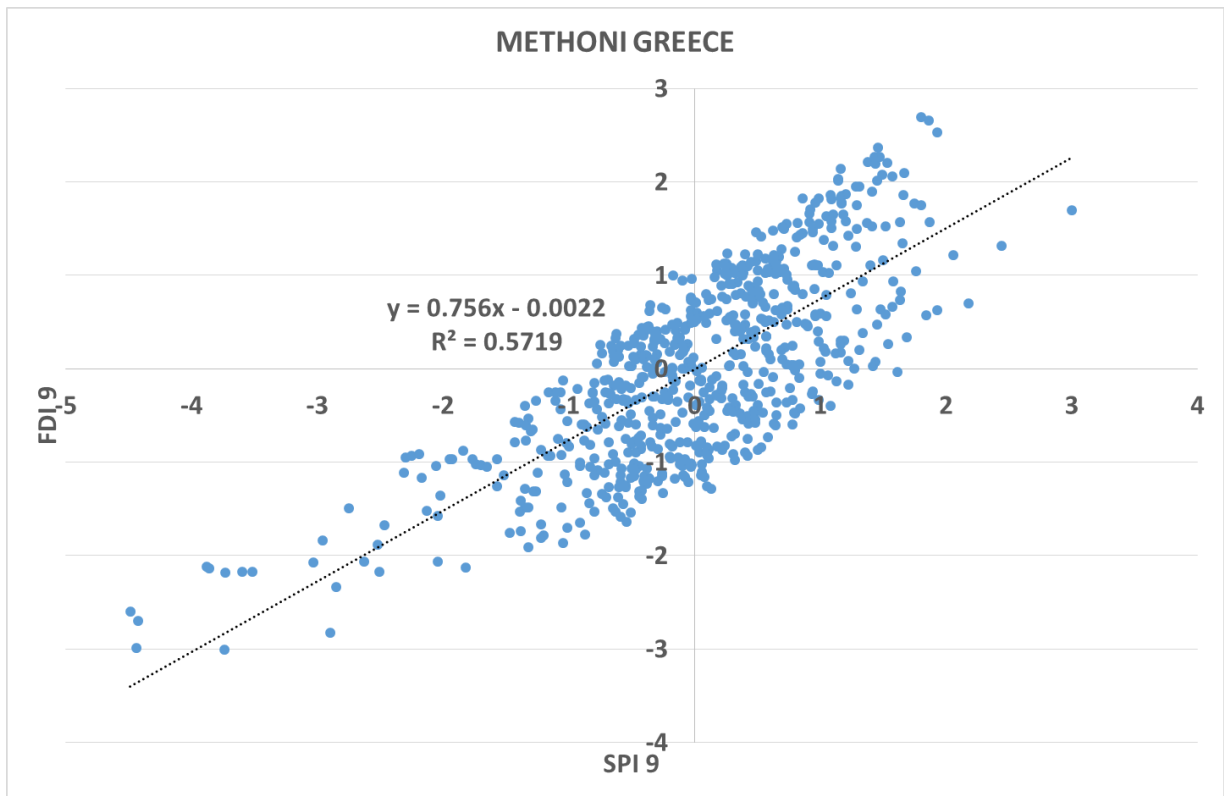
Για το σταθμό Methoni Ελλάδα για χρονοσειρά 1956-2012, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



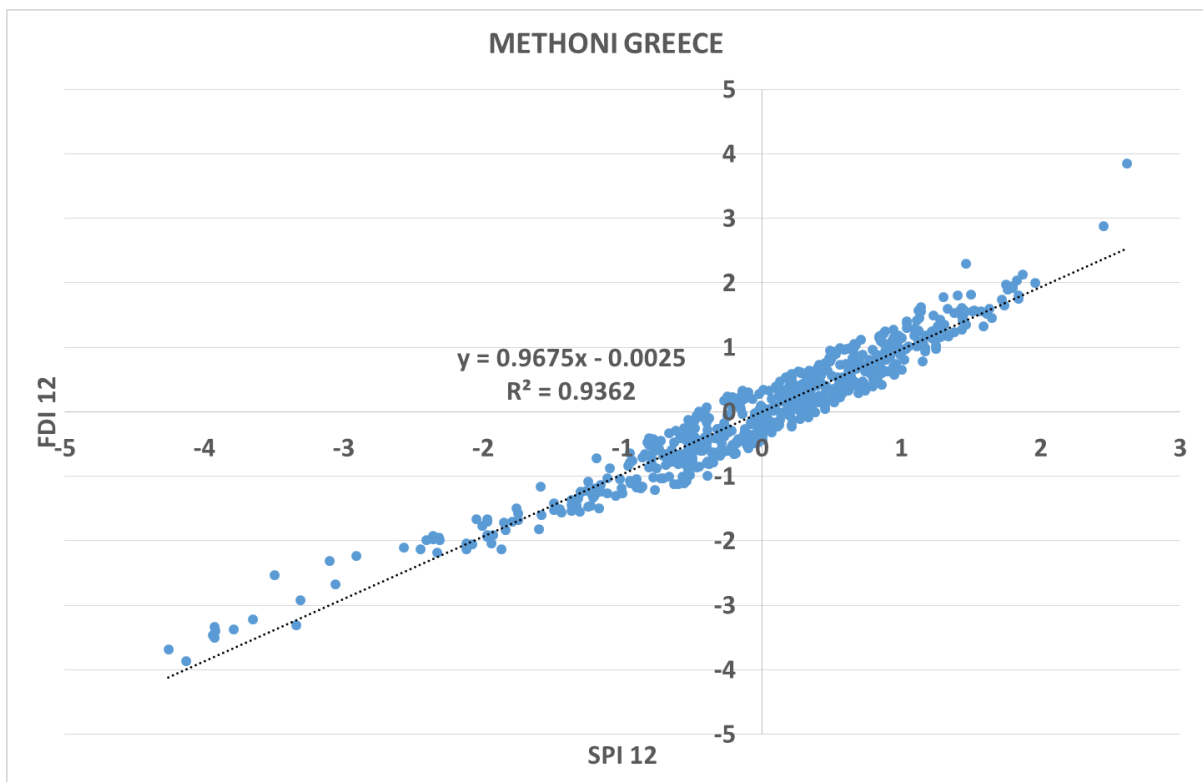
Γράφημα 7. 101 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας



Γράφημα 7. 102 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας

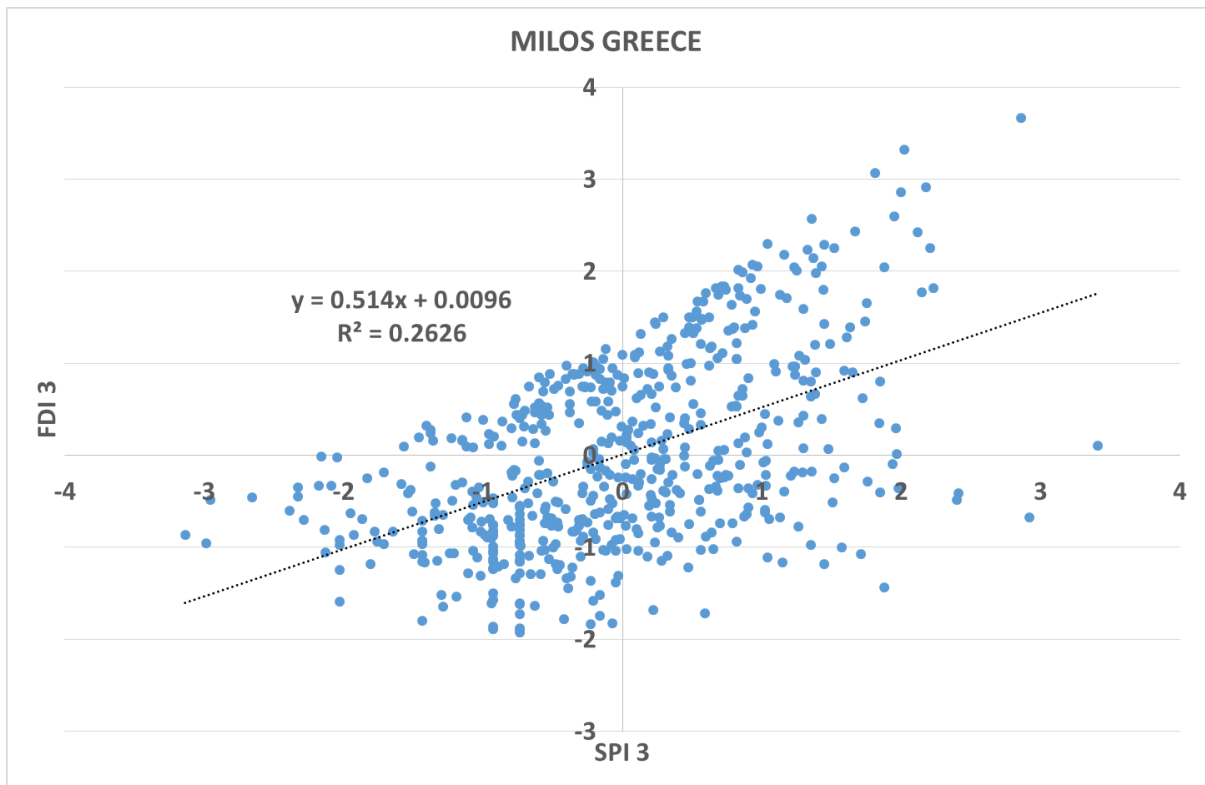


Γράφημα 7. 103 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας

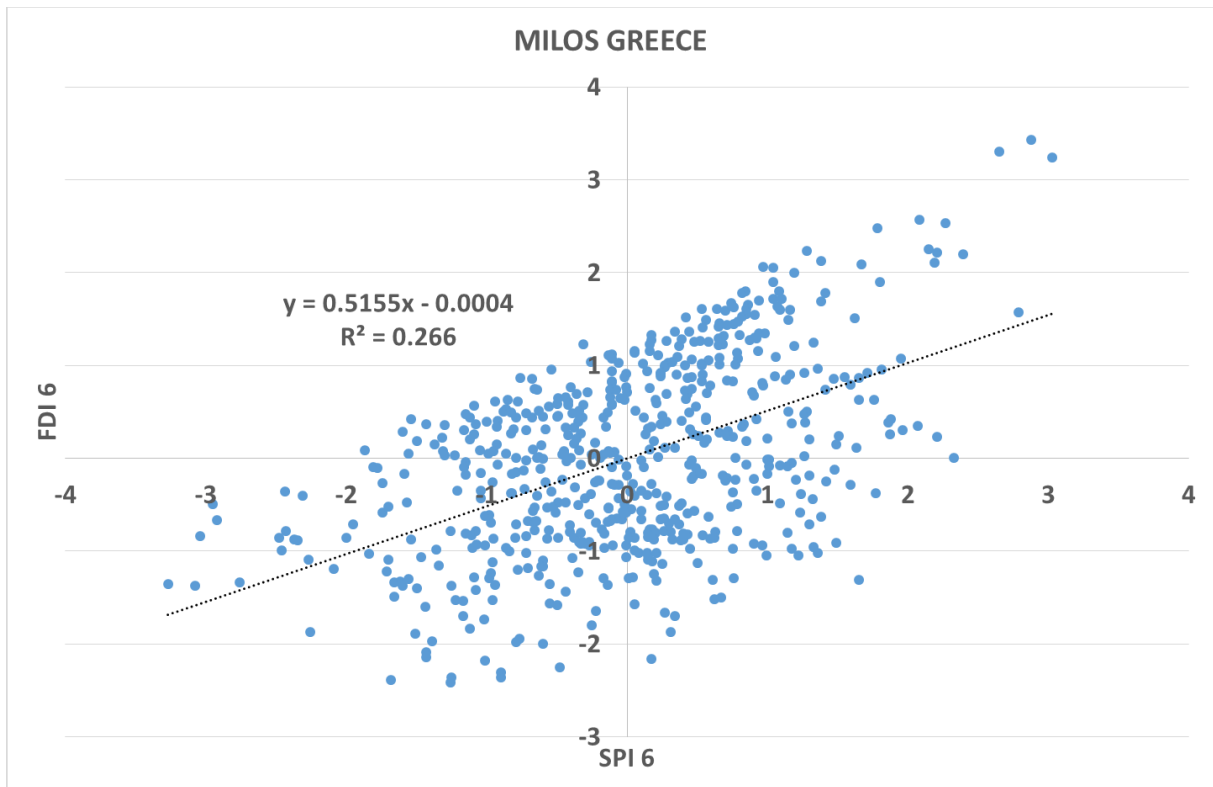


Γράφημα 7. 104 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Methoni της Ελλάδας

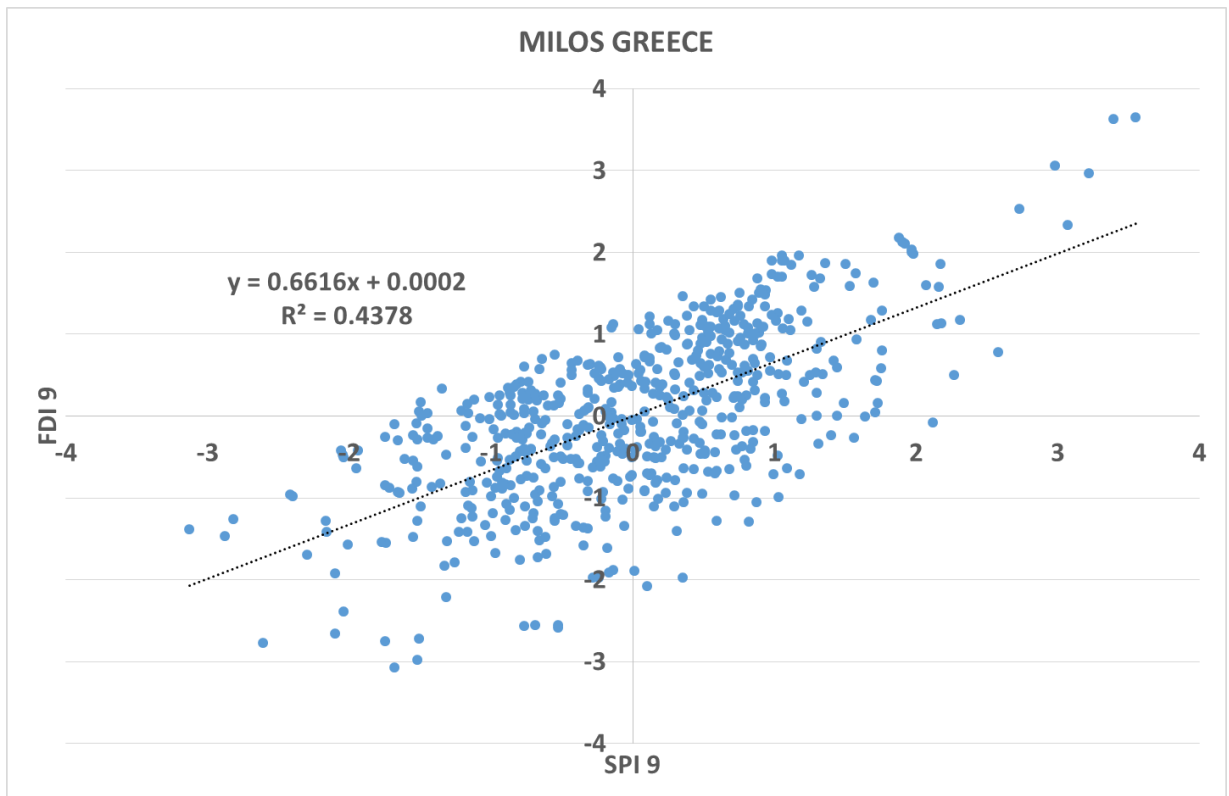
Για το σταθμό Milos Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



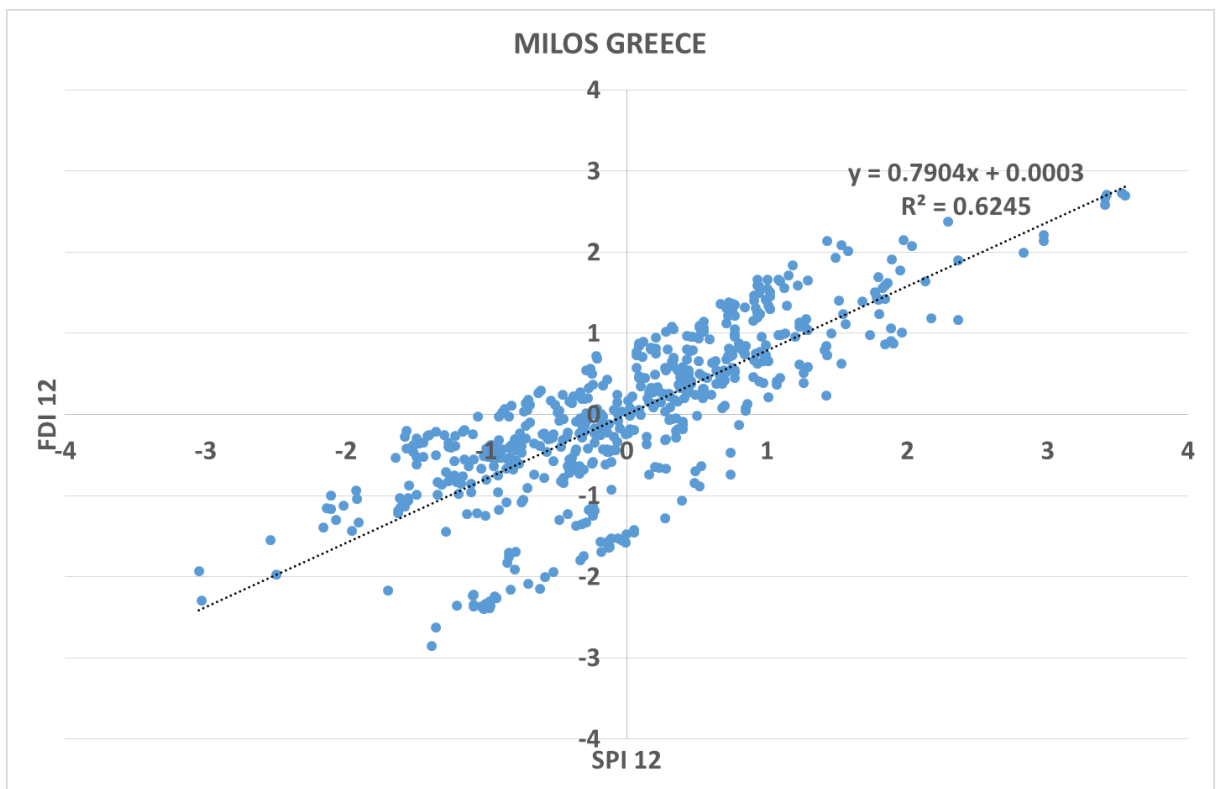
Γράφημα 7. 105 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας



Γράφημα 7. 106 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας

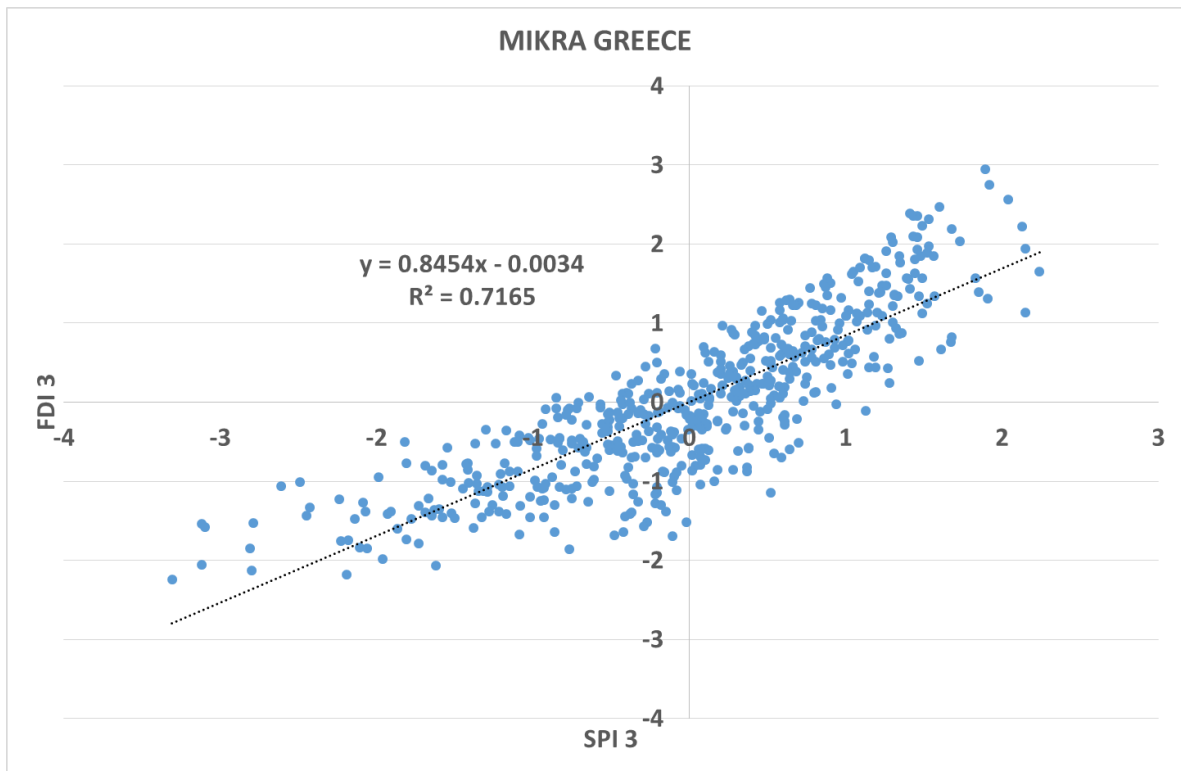


Γράφημα 7. 107 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας

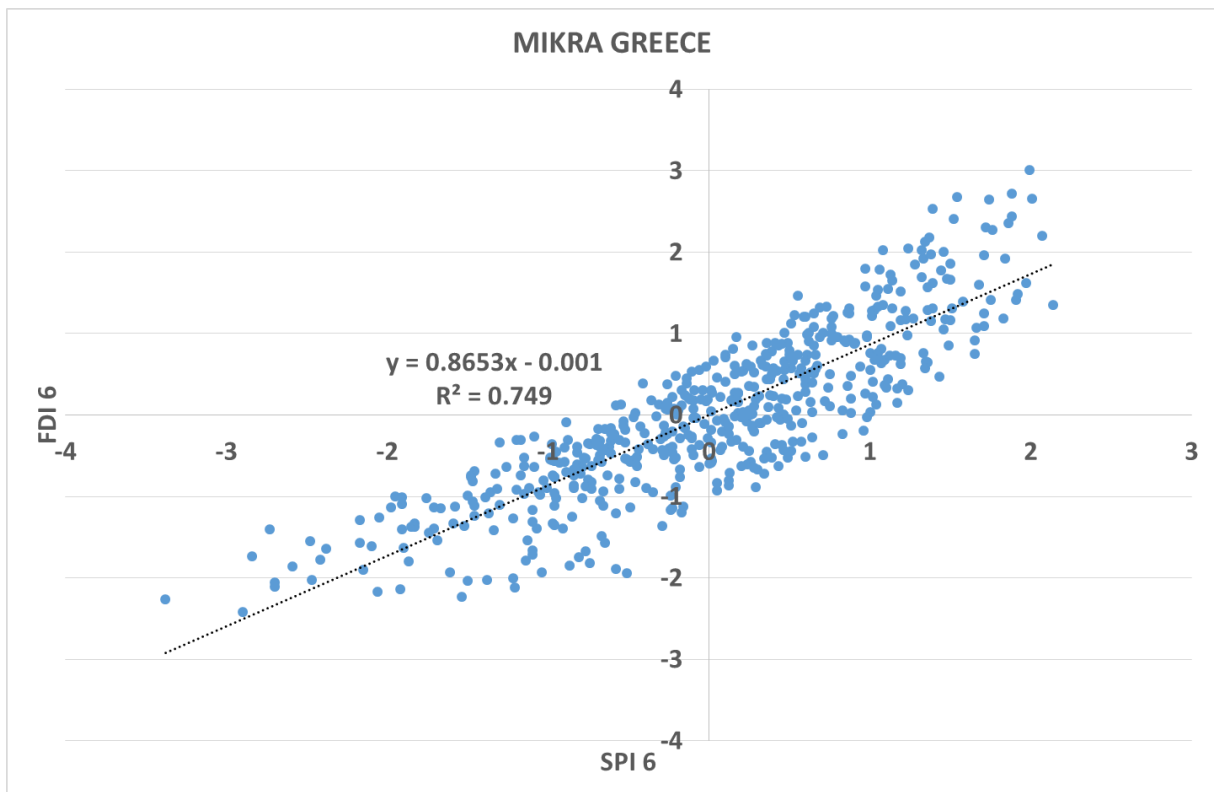


Γράφημα 7. 108 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Milos της Ελλάδας

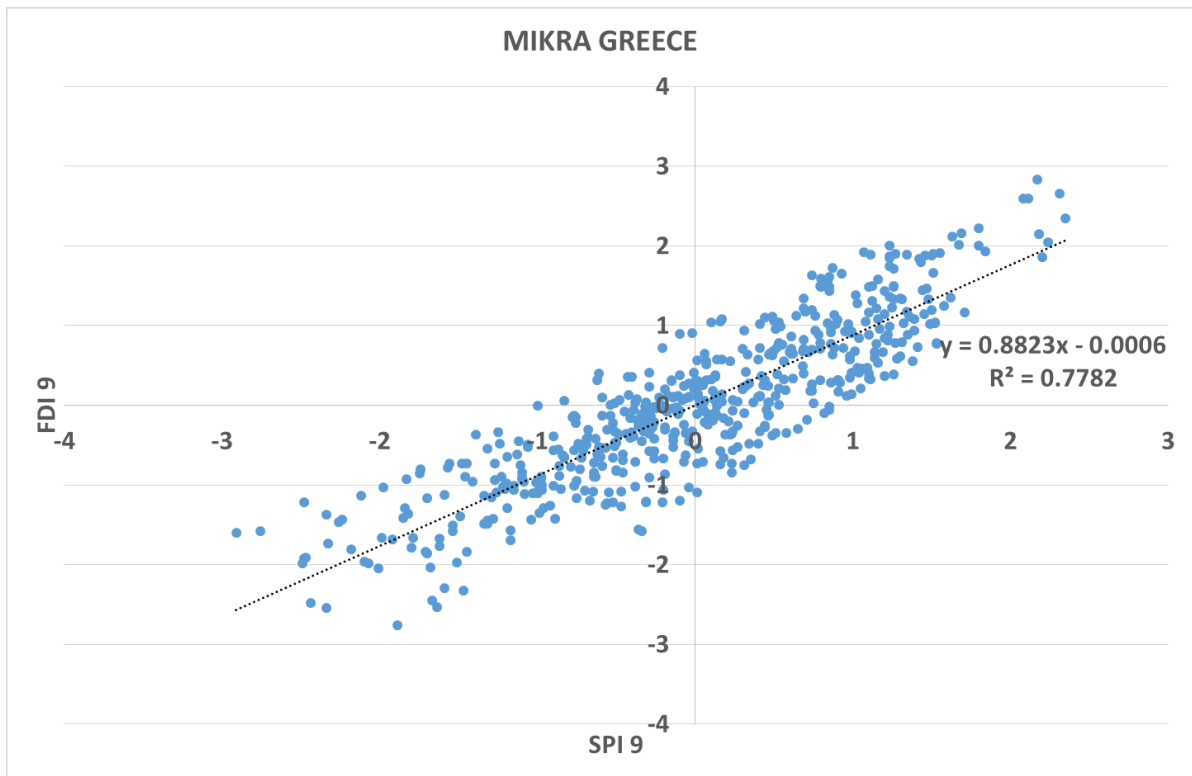
Για το σταθμό Μίκρα της Ελλάδας για χρονοσειρά 1959-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



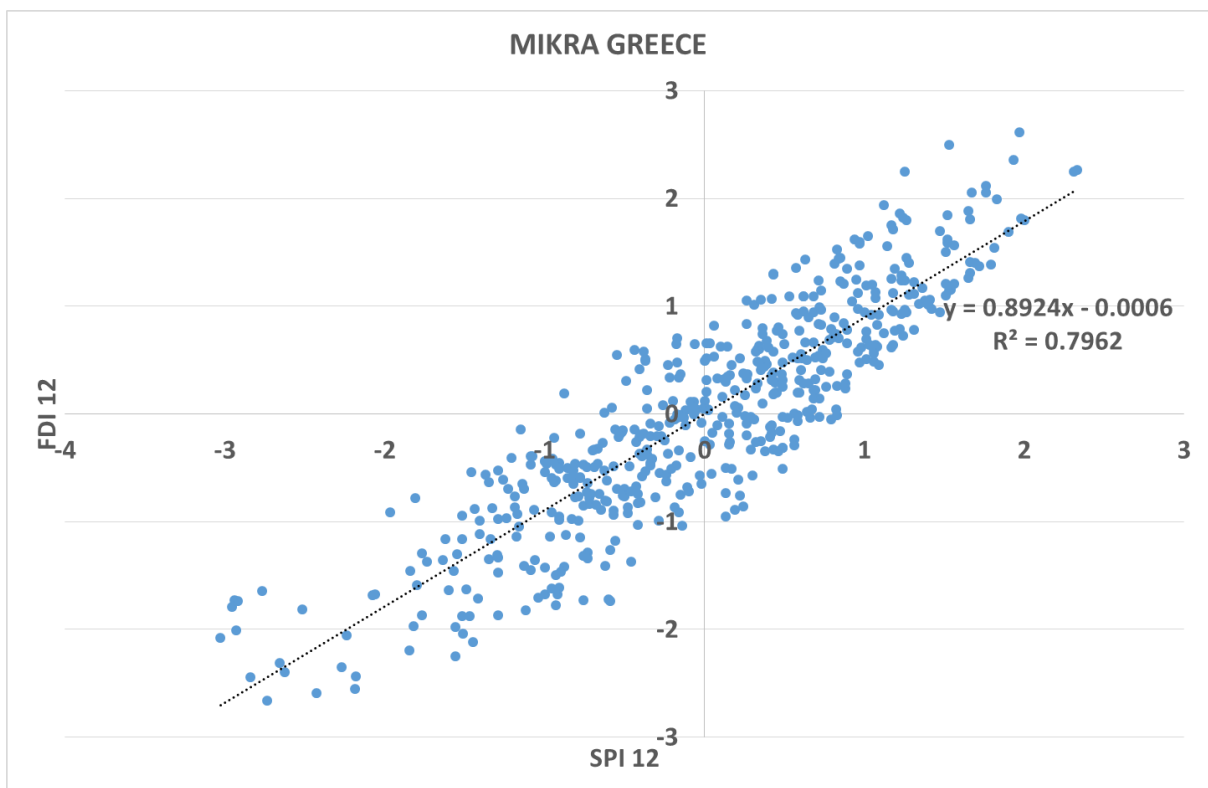
Γράφημα 7. 109 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Μίκρα της Ελλάδας



Γράφημα 7. 110 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Μίκρα της Ελλάδας

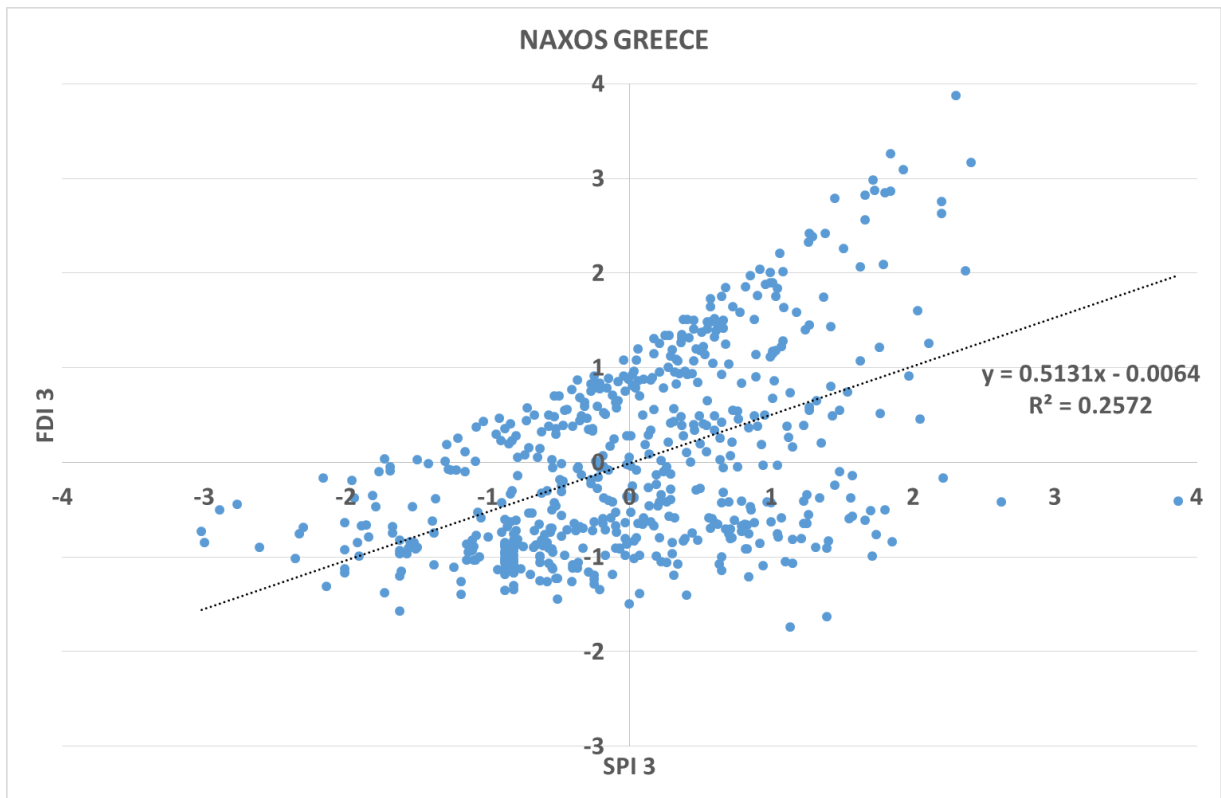


Γράφημα 7. 111 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Μίκρα της Ελλάδας

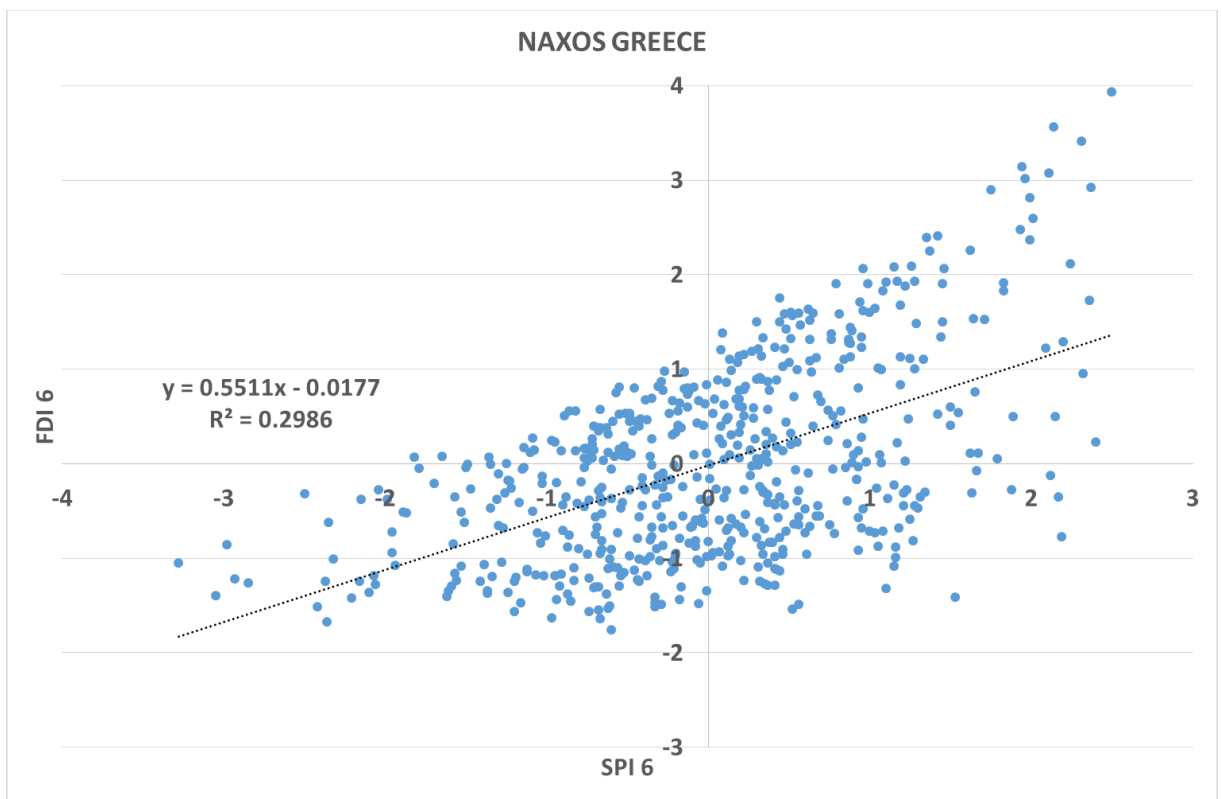


Γράφημα 7. 112 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Μίκρα της Ελλάδας

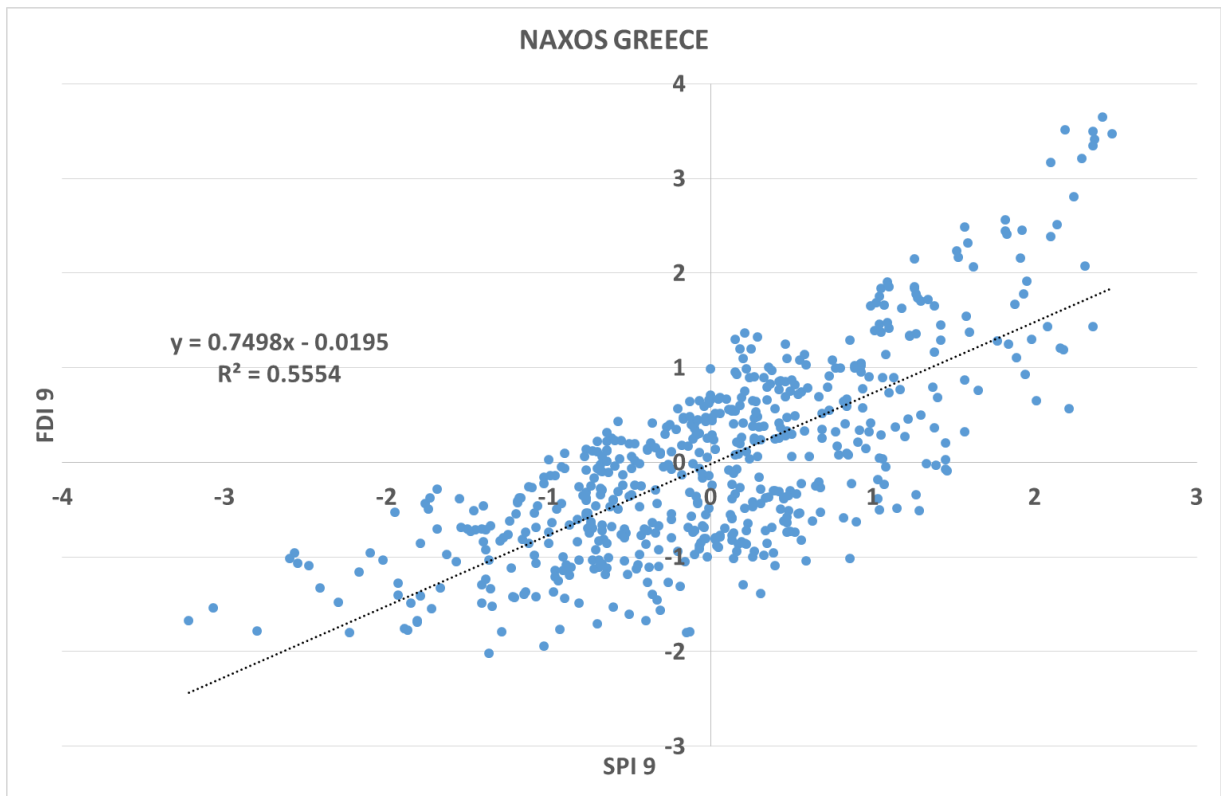
Για το σταθμό Ναξος της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-2003, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



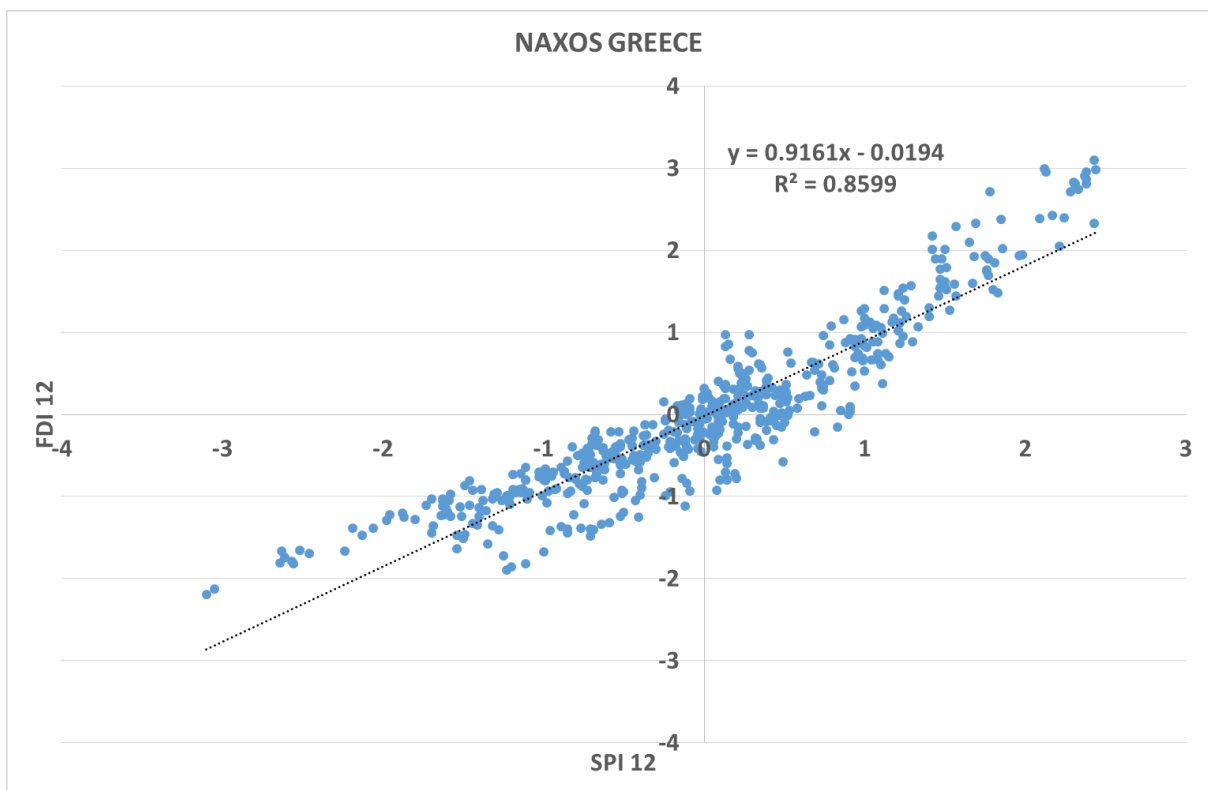
Γράφημα 7. 113 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Ναξος της Ελλάδας



Γράφημα 7. 114 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Ναξος της Ελλάδας

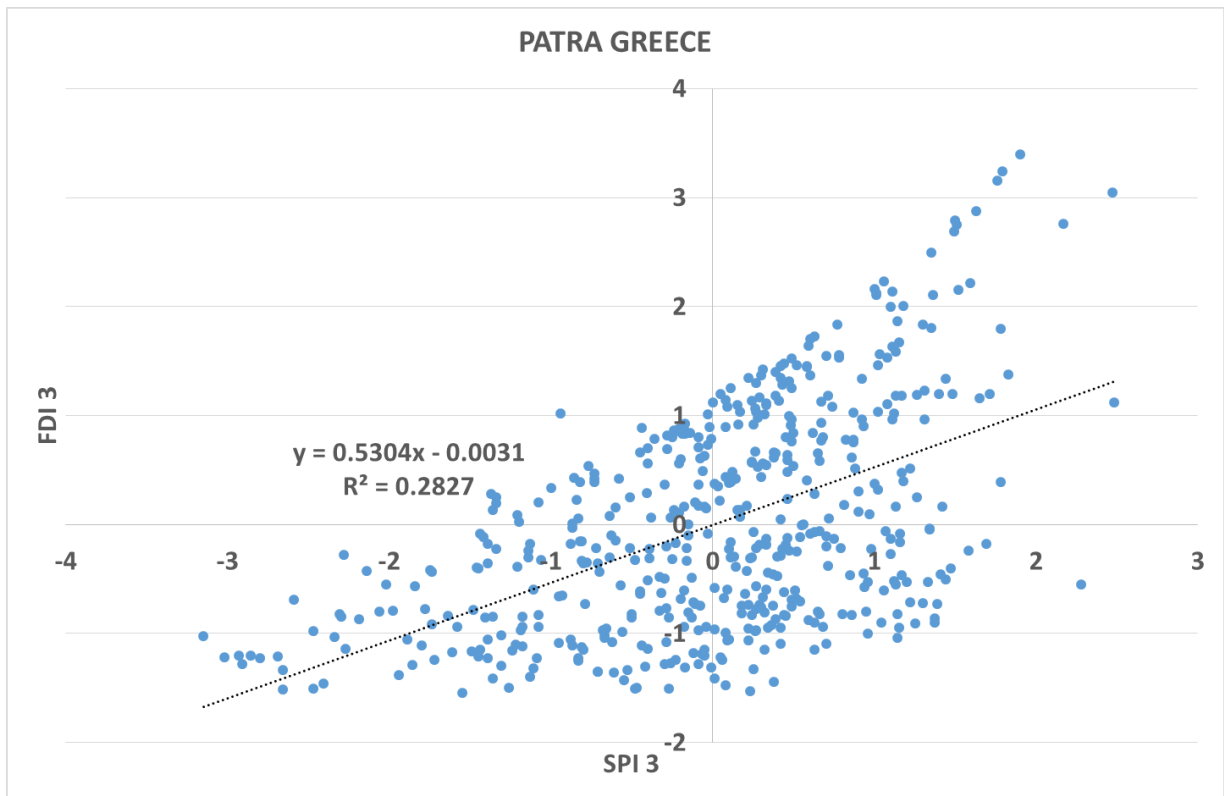


Γράφημα 7. 115 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Ναξος της Ελλάδας

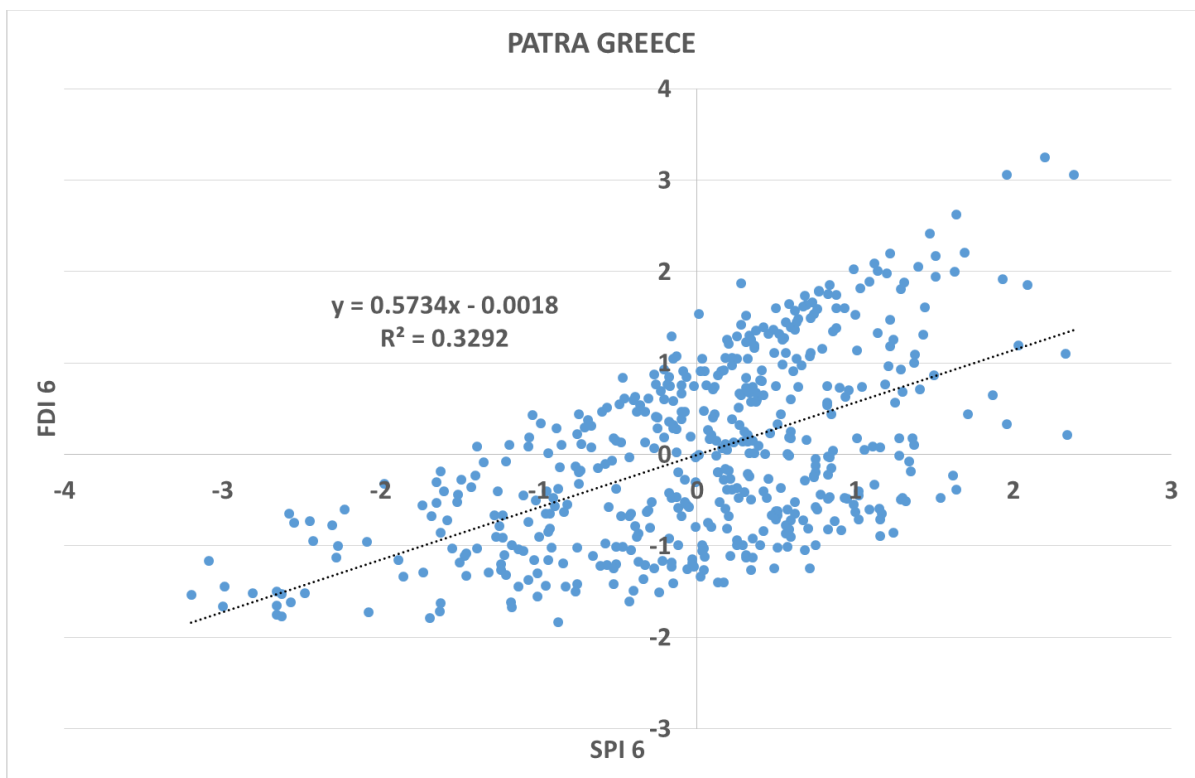


Γράφημα 7. 116 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Ναξος της Ελλάδας

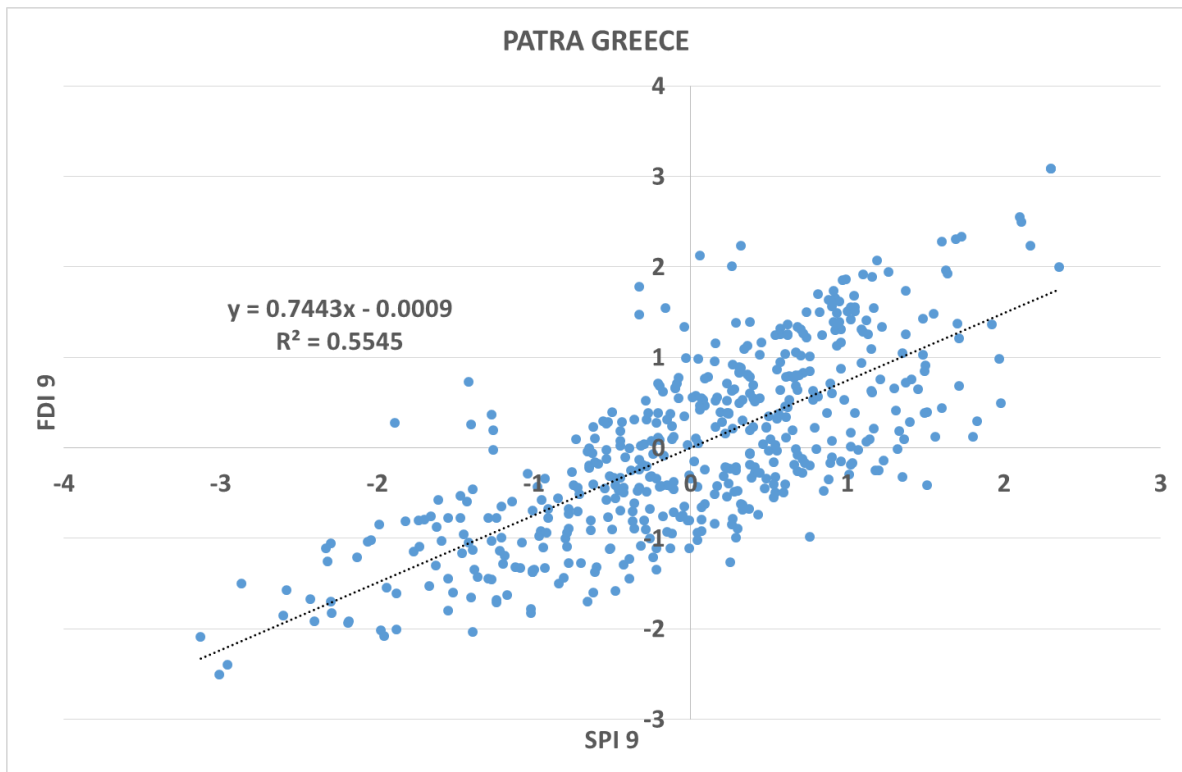
Για το σταθμό Patra της Ελλάδας για χρονοσειρά 1955-1996, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



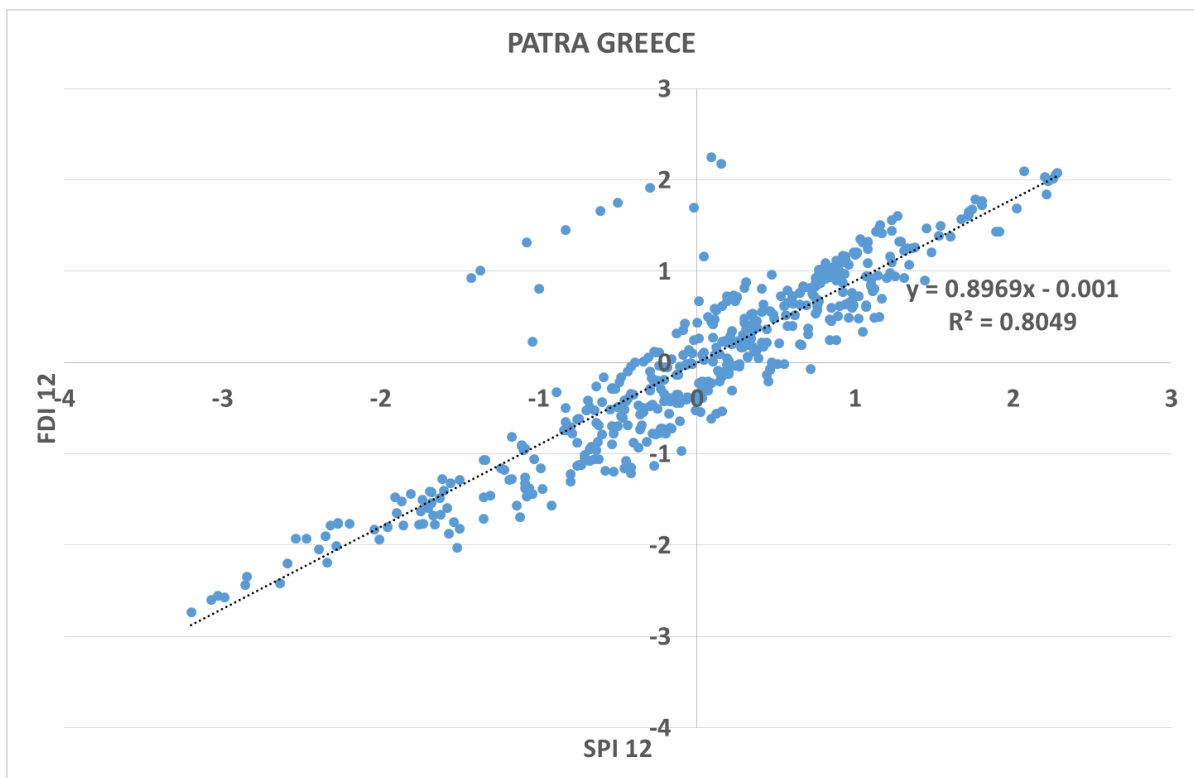
Γράφημα 7. 117. Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας



Γράφημα 7. 118. Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας

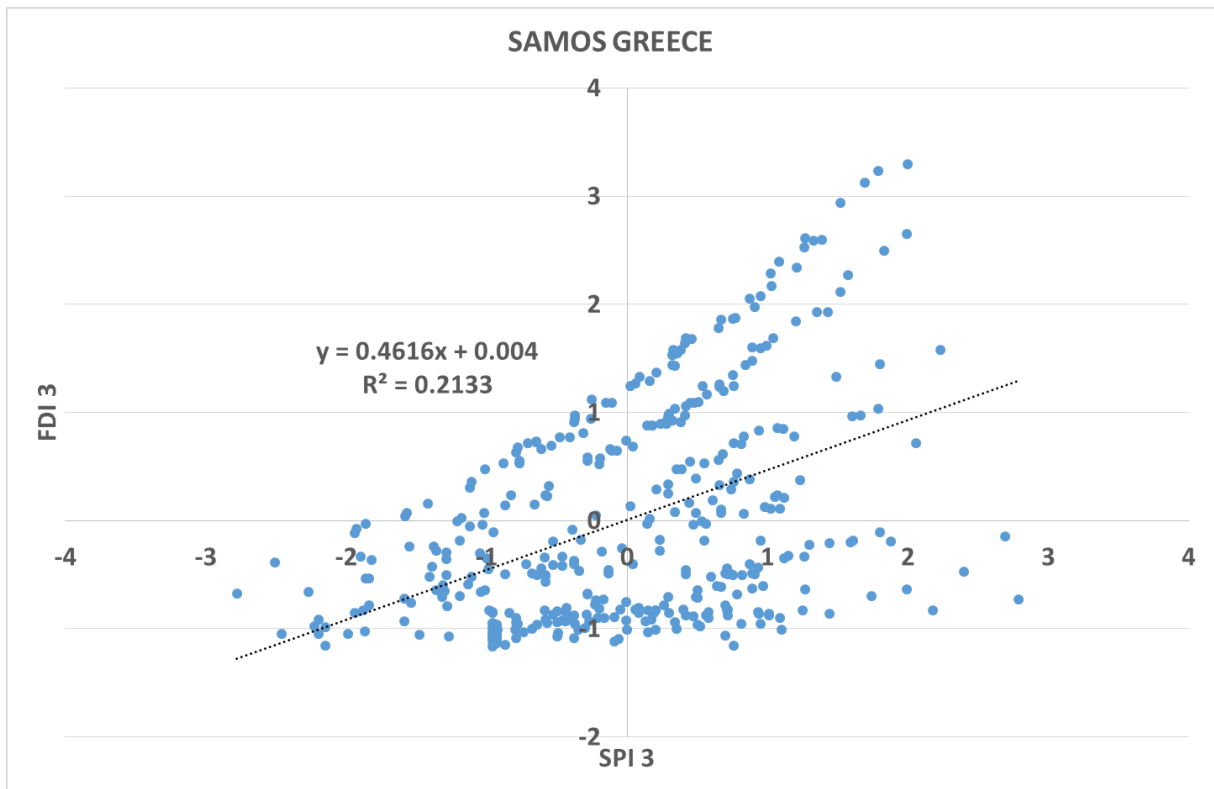


Γράφημα 7. 119 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας

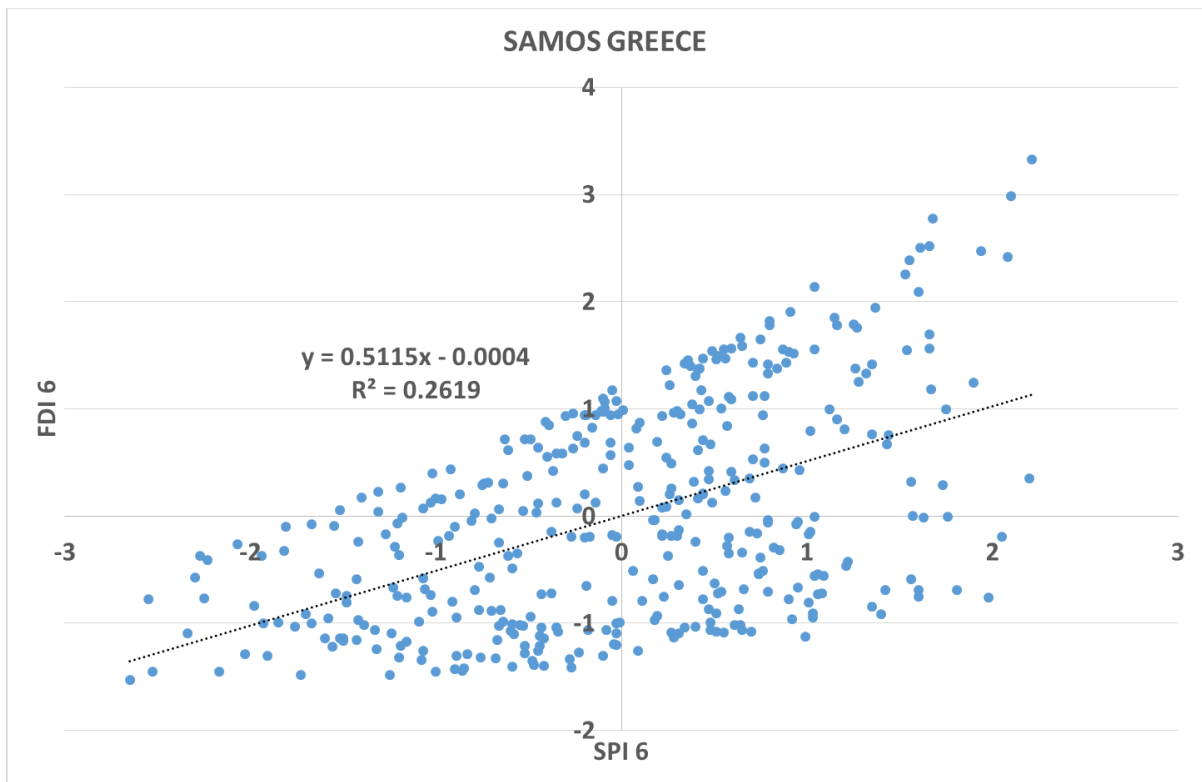


Γράφημα 7. 120 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Patra της Ελλάδας

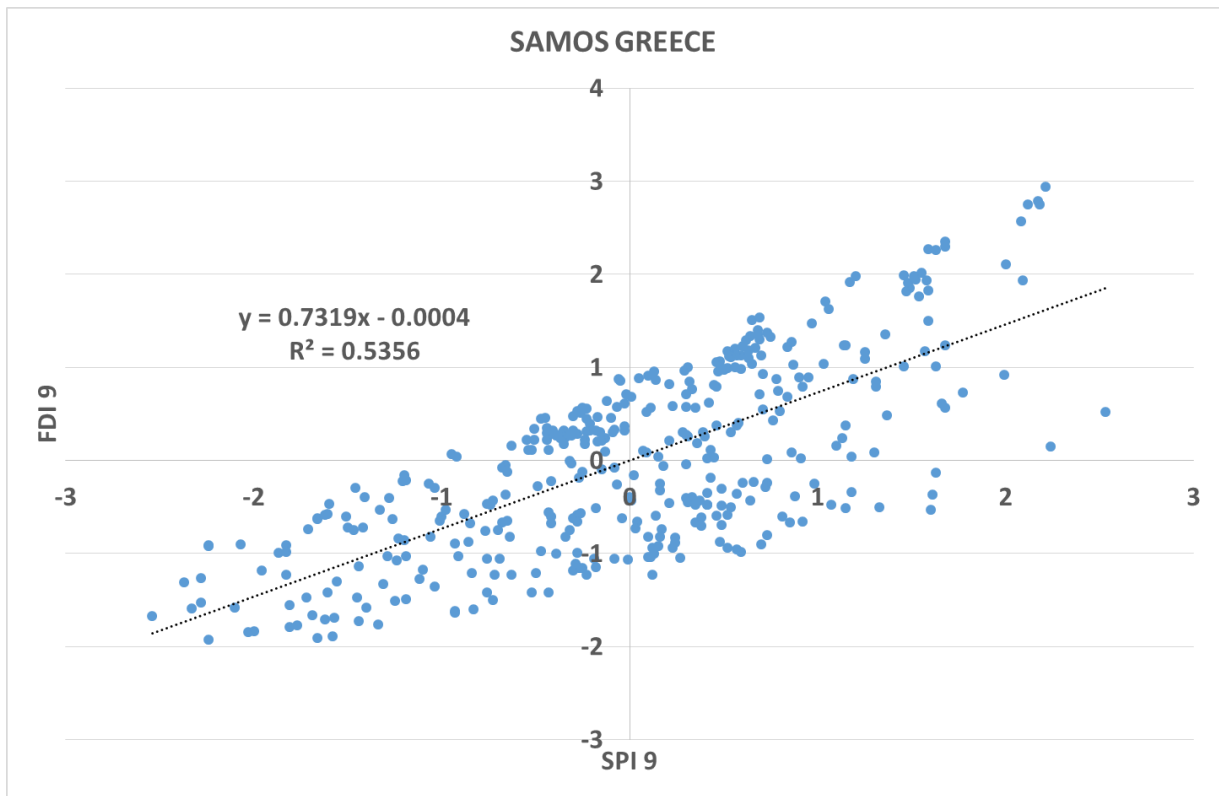
Για το σταθμό Samos της Ελλάδας για χρονοσειρά 1979-2011, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



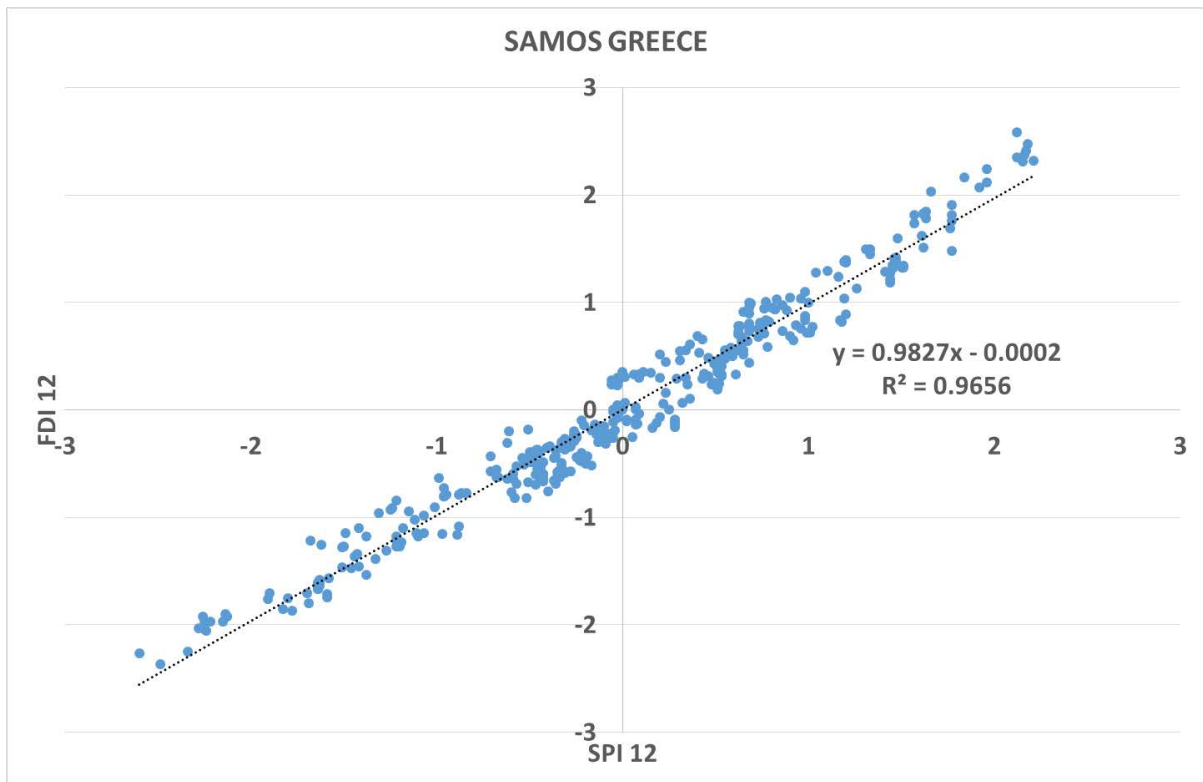
Γράφημα 7. 121 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας



Γράφημα 7. 122 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας

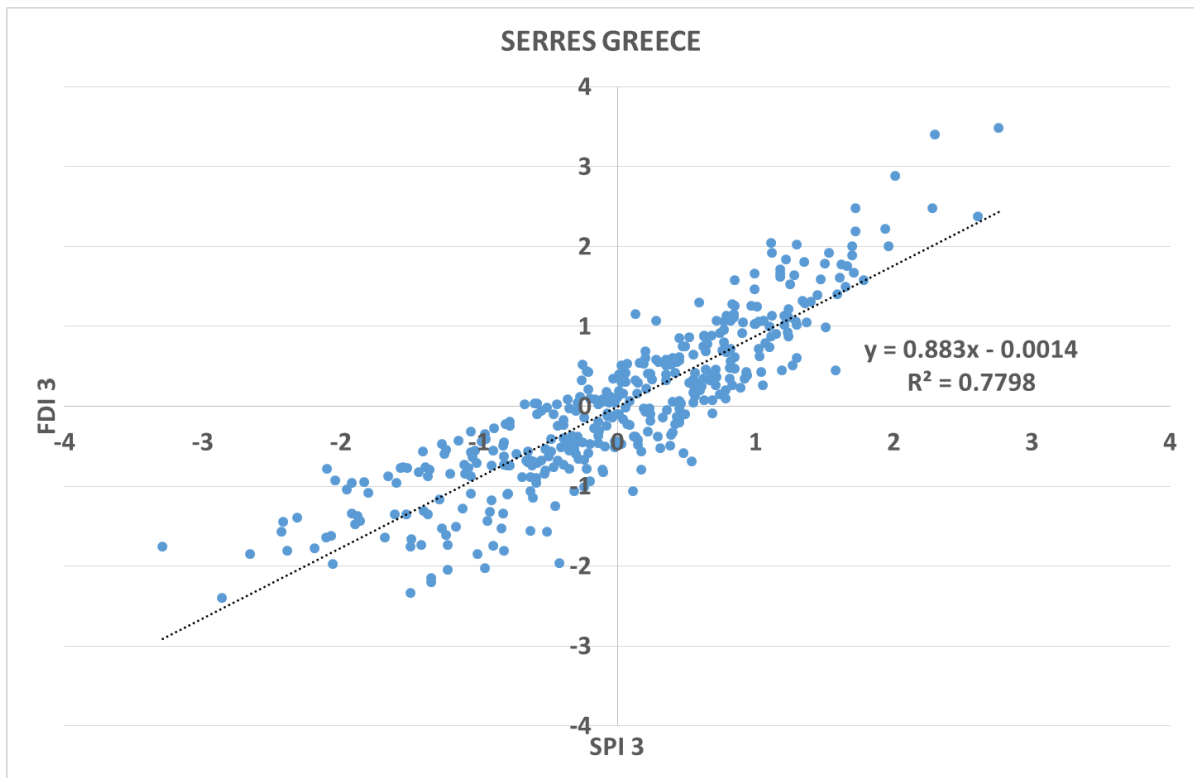


Γράφημα 7. 123 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας

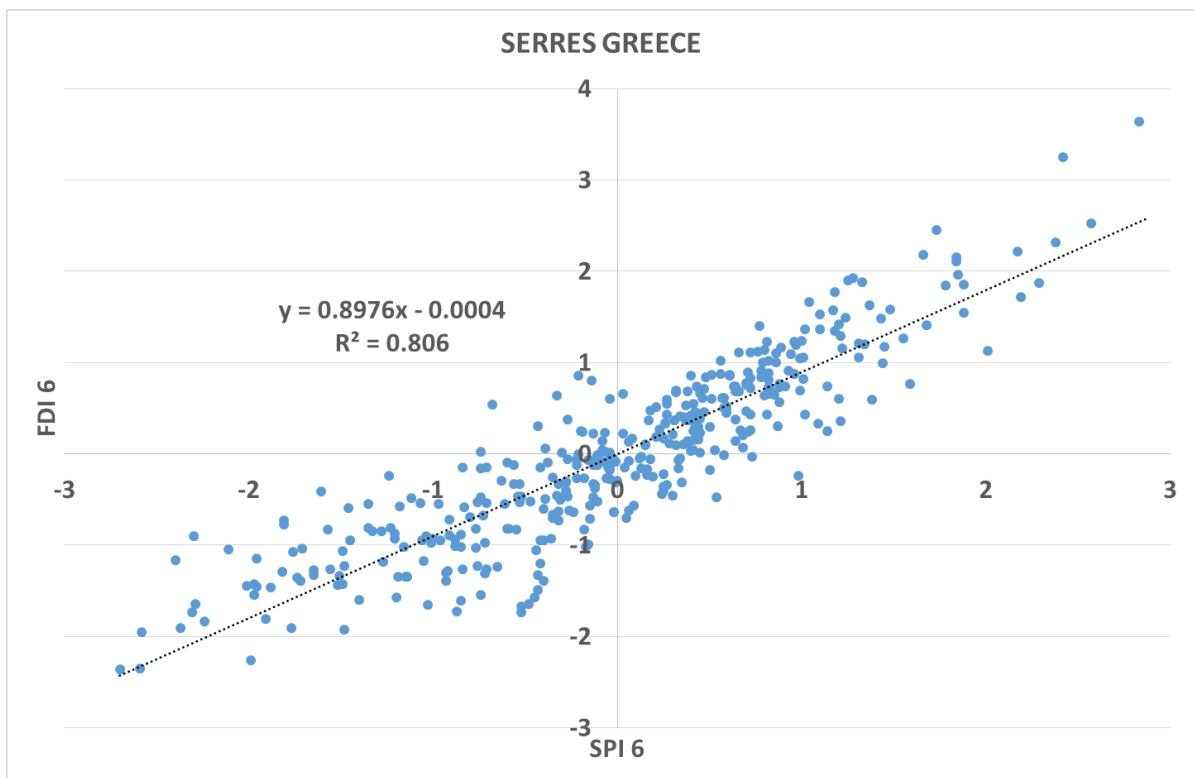


Γράφημα 7. 124 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Samos της Ελλάδας

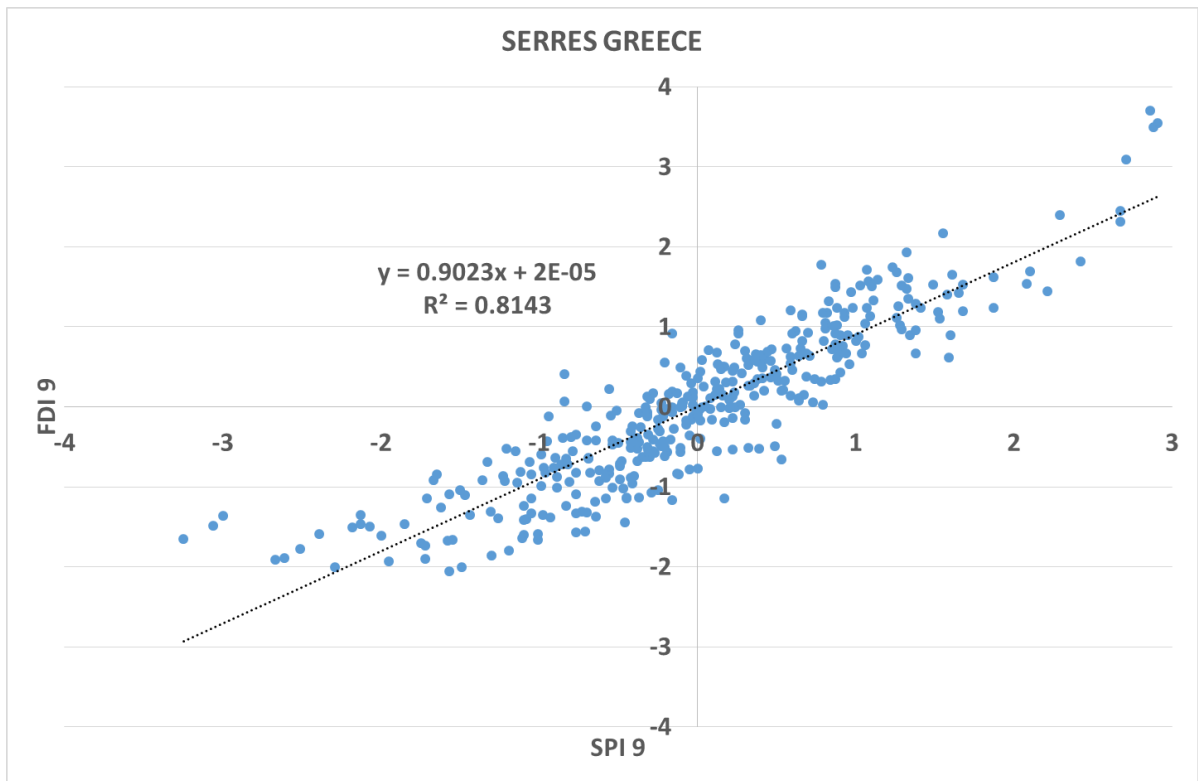
Για το σταθμό Serres της Ελλάδας για χρονοσειρά 1972-2004, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



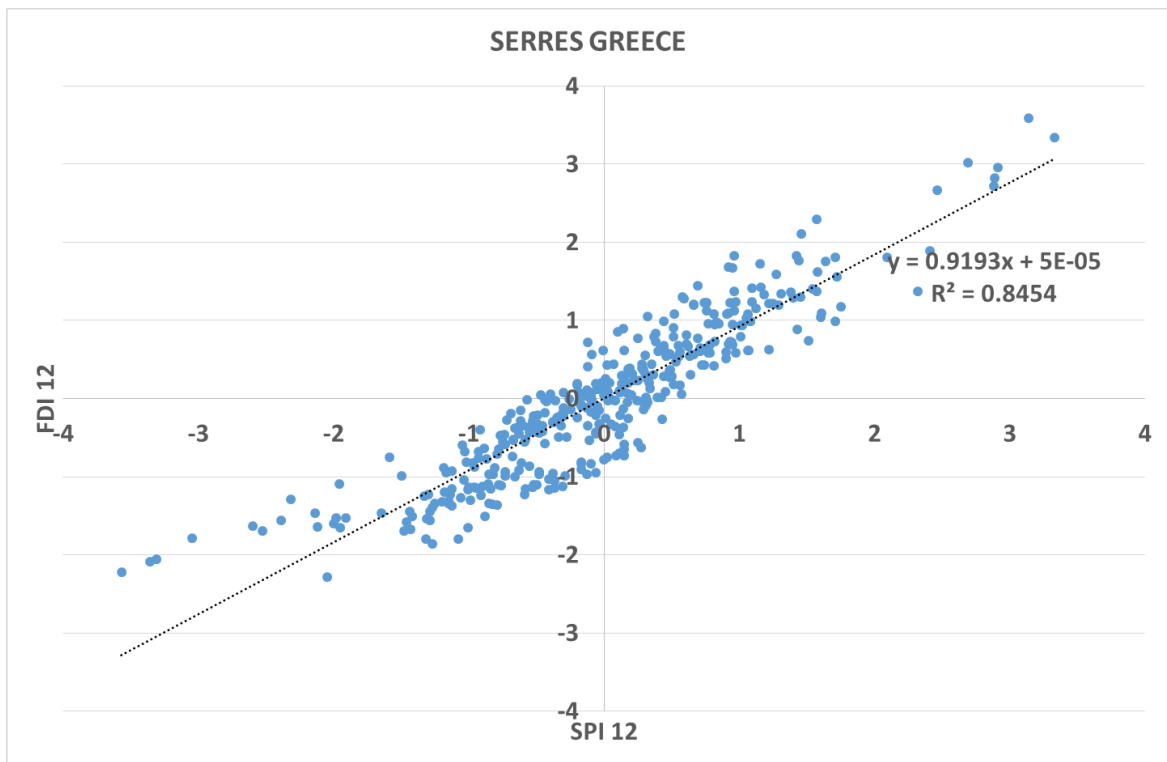
Γράφημα 7. 125 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας



Γράφημα 7. 126 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας

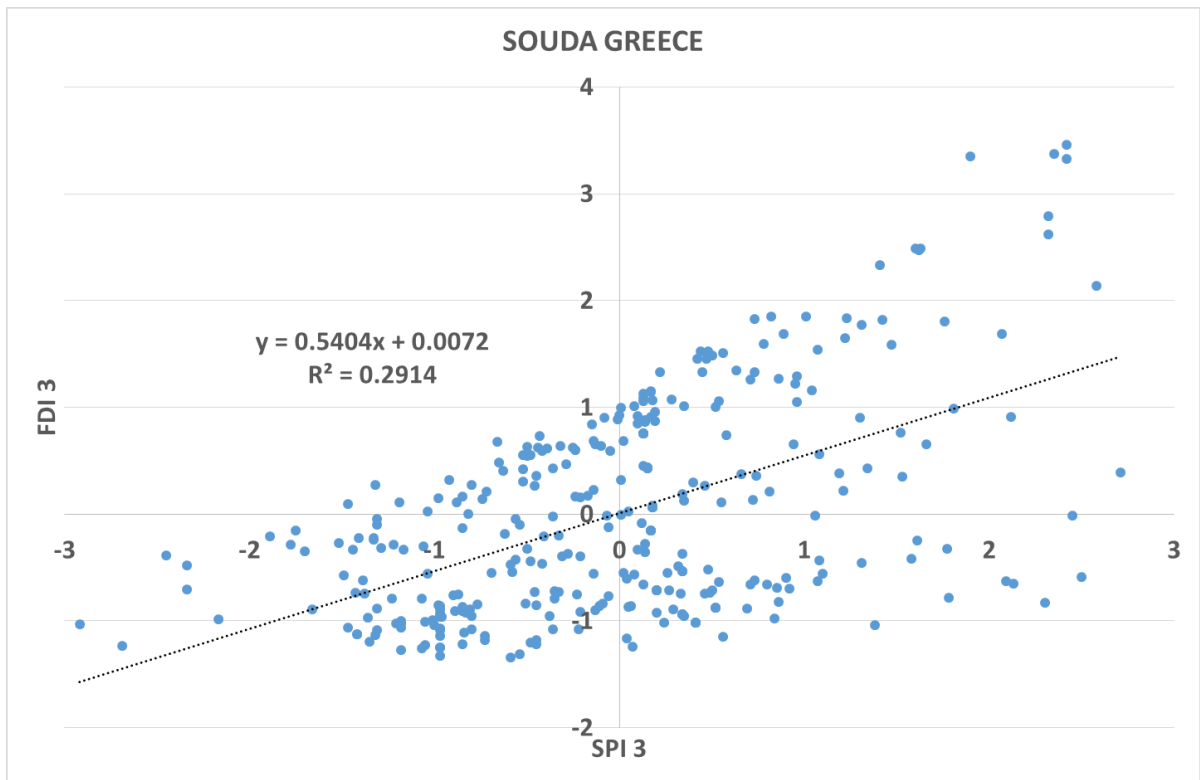


Γράφημα 7. 127 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας

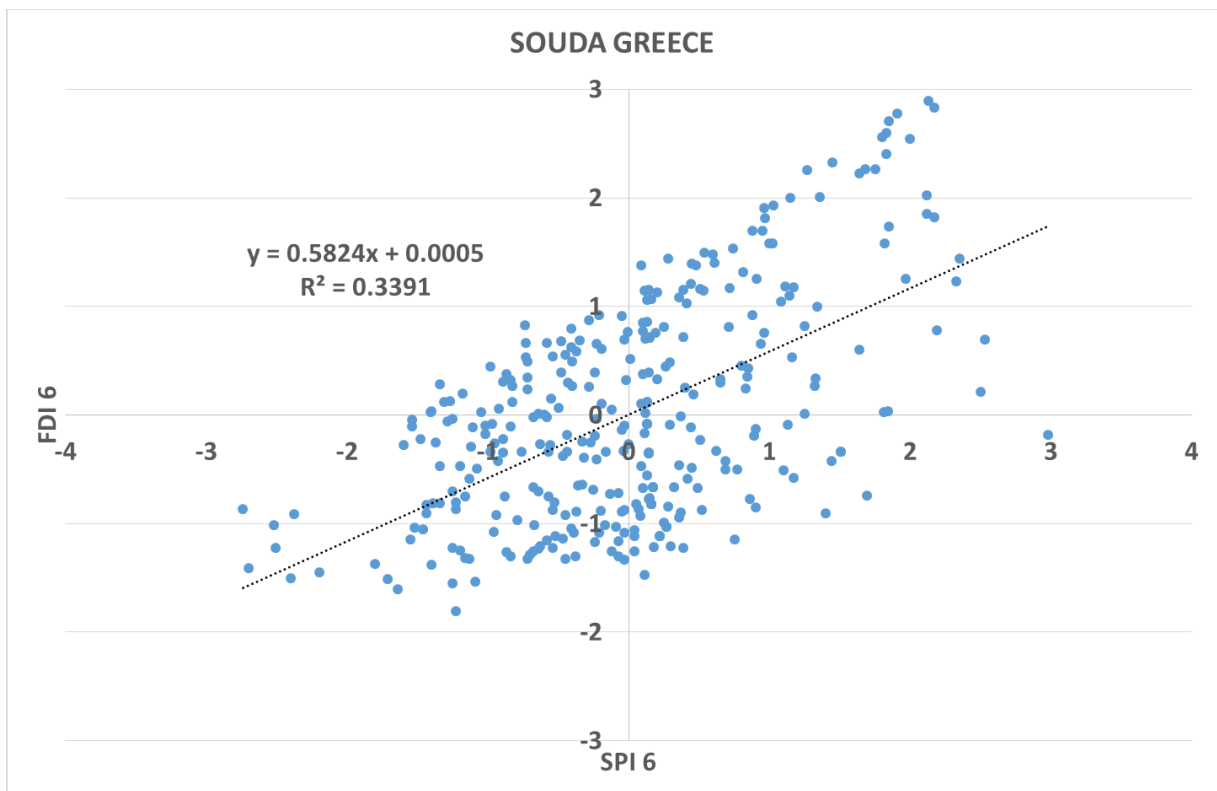


Γράφημα 7. 128 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Serres της Ελλάδας

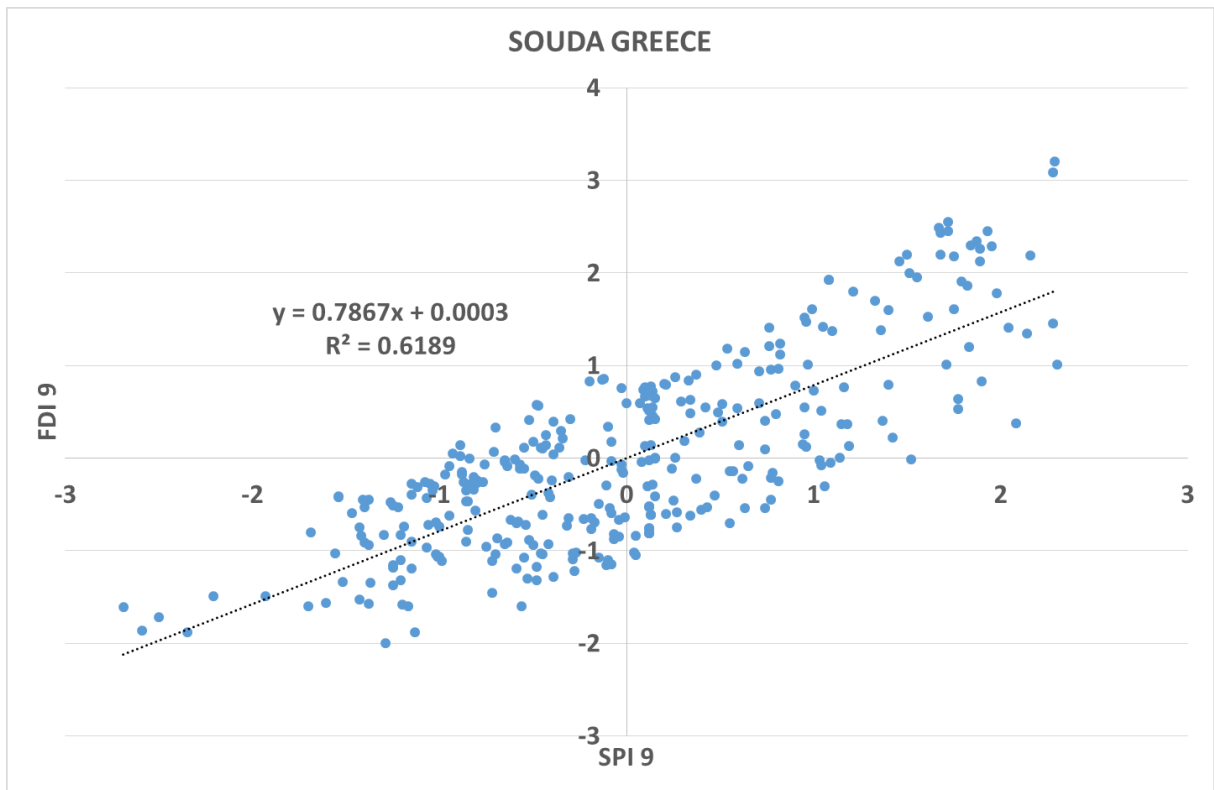
Για το σταθμό Souda της Ελλάδας για χρονοσειρά 1976-2003, τα αντίστοιχα γραφήματα είναι τα εξής:



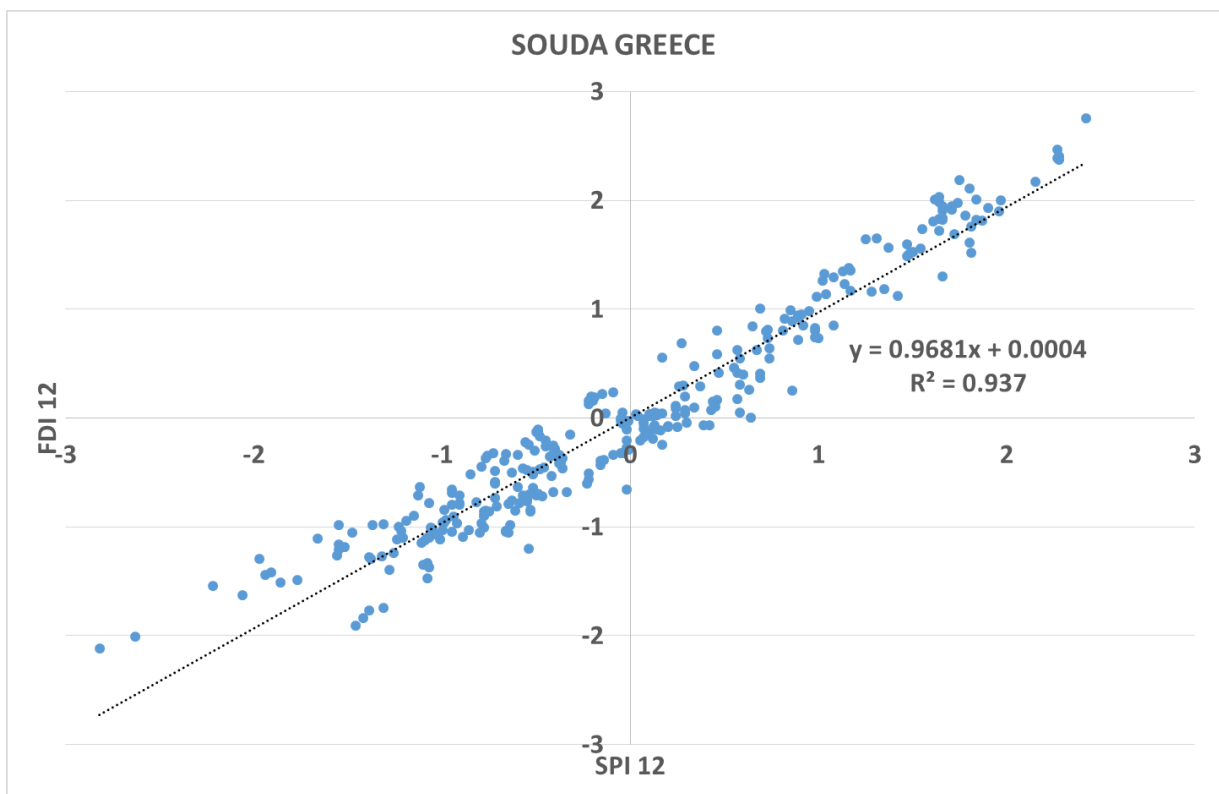
Γράφημα 7. 129 . Συσχέτιση SPI 3 - FDI 3 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας



Γράφημα 7. 130 . Συσχέτιση SPI 6 - FDI 6 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας



Γράφημα 7. 131 . Συσχέτιση SPI 9 - FDI 9 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας



Γράφημα 7. 132 . Συσχέτιση SPI 12 - FDI 12 για τον σταθμό Souda της Ελλάδας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ

Year	sample 1	sample 2	sample 3	sample 4	sample 5	sample 6	sample 7	sample 8	sample 9	sample 10
1980	-0.97	-1.22	-0.69	-0.57	-0.75	-0.91	-0.56	-1.32	-0.89	-0.57
1981	-0.47	-0.80	-0.45	-0.35	-0.65	-0.66	-0.32	-0.62	-0.55	-0.40
1982	0.08	-0.36	0.01	0.17	-0.06	-0.18	0.12	0.06	-0.03	-0.02
1983	0.01	-0.03	-0.23	0.20	0.08	0.03	0.74	0.25	-0.01	0.37
1984	1.58	0.88	1.24	1.51	1.14	1.27	2.10	1.47	1.12	1.34
1985	0.97	0.58	0.76	1.21	1.16	0.93	1.44	1.00	0.96	1.14
1986	-0.71	-0.47	-0.44	-0.09	-0.15	-0.33	0.07	-0.62	-0.24	-0.20
1987	-1.02	-0.82	-0.98	-0.66	-0.83	-0.96	-0.42	-0.81	-0.89	-0.80
1988	-0.18	-0.07	-0.13	0.15	-0.01	-0.41	0.42	-0.05	-0.25	-0.08
1989	-0.49	-0.55	-0.47	-0.57	-0.64	-0.72	-0.27	-0.56	-0.62	-0.62
1990	-1.25	-1.17	-1.19	-1.05	-1.44	-1.26	-0.99	-1.17	-1.25	-1.39
1991	0.51	0.77	0.88	0.71	0.67	0.67	0.88	0.41	0.86	0.72
1992	-0.94	-0.71	-0.78	-0.85	-0.93	-0.83	-0.73	-0.96	-0.64	-0.89
1993	-1.00	-0.92	-1.11	-1.08	-0.99	-1.20	-0.87	-0.95	-1.14	-1.11
1994	-0.87	-0.77	-0.80	-1.16	-0.94	-0.80	-0.88	-0.97	-0.87	-1.02
1995	0.27	0.18	0.27	-0.05	-0.03	0.16	0.14	0.17	0.13	-0.11
1996	0.31	0.14	0.20	0.18	0.35	0.37	0.05	0.27	0.39	0.26
1997	1.20	1.51	1.28	1.59	1.52	1.19	1.31	1.31	1.25	1.49
1998	2.80	3.23	2.98	2.80	3.08	2.75	2.77	2.87	2.87	3.10
1999	1.02	1.27	1.19	1.02	1.12	1.13	0.52	0.93	1.35	1.00
2000	-1.03	-0.89	-1.05	-1.23	-1.00	-1.06	-1.40	-1.04	-1.08	-1.05
2001	-0.94	-0.75	-1.06	-1.00	-0.97	-0.92	-1.15	-0.78	-1.02	-1.02
2002	-0.03	0.06	0.07	0.10	-0.08	0.13	-0.15	-0.05	0.04	-0.12
2003	0.28	0.01	0.10	0.03	0.03	0.24	-0.29	0.22	0.09	-0.03
2004	0.35	0.31	0.39	0.23	0.16	0.47	-0.25	0.33	0.40	0.16
2005	0.18	0.16	0.09	-0.07	0.00	0.28	-0.47	0.18	0.09	0.07
2006	0.94	0.79	0.89	0.70	0.79	1.25	0.47	0.87	0.90	0.83
2007	-2.15	-1.94	-2.25	-2.22	-1.80	-2.17	-1.99	-2.03	-2.26	-1.82
2008	0.08	0.07	0.05	-0.32	-0.19	-0.01	-0.56	0.07	-0.01	-0.25
2009	1.37	1.48	1.31	1.17	1.37	1.27	1.06	1.51	1.26	1.22
2010	0.19	0.16	0.15	0.00	0.05	0.14	-0.32	0.10	0.09	-0.08
2011	-0.09	-0.14	-0.25	-0.48	-0.05	0.12	-0.48	-0.10	-0.05	-0.08
CORRELATION										
RDI	0.51	0.39	0.50	0.46	0.43	0.50	0.45	0.45	0.49	0.44
SPI	0.49	0.41	0.47	0.44	0.43	0.46	0.45	0.46	0.46	0.44
FDI	0.53	0.45	0.51	0.47	0.46	0.51	0.46	0.50	0.49	0.48

Year	sample 11	sample 12	sample 13	sample 14	sample 15	sample 16	sample 17	sample 18	sample 19	sample 20
1980	-1.10	-1.28	-1.112	-0.73	-0.45	-0.86	-0.987	-0.69	-0.74	-0.89
1981	-0.74	-0.98	-0.790	-0.47	-0.11	-0.77	-0.646	-0.05	-0.31	-0.59
1982	-0.49	-0.46	-0.404	-0.07	0.26	-0.23	-0.204	0.49	-0.02	-0.35
1983	0.02	0.01	-0.333	0.31	0.52	-0.07	0.080	0.68	0.01	-0.02
1984	0.92	0.95	0.636	1.55	1.81	0.63	1.274	2.16	1.20	1.06
1985	0.64	0.59	0.625	1.10	1.39	0.89	0.947	1.65	0.89	0.69
1986	-0.55	-0.47	-0.407	-0.32	-0.15	-0.29	-0.424	-0.29	-0.24	-0.35
1987	-0.97	-0.88	-0.976	-0.88	-0.70	-0.89	-0.896	-0.77	-0.90	-0.96
1988	-0.33	-0.28	-0.113	-0.07	0.07	-0.31	-0.336	0.23	-0.19	-0.25
1989	-0.72	-0.66	-0.643	-0.65	-0.63	-0.83	-0.685	-0.41	-0.56	-0.77
1990	-1.25	-1.19	-1.295	-1.31	-1.36	-1.34	-1.224	-1.13	-1.29	-1.28
1991	0.72	0.65	0.743	0.62	0.61	0.55	0.705	0.58	0.90	0.54
1992	-0.70	-0.80	-0.742	-0.94	-0.86	-0.77	-0.723	-0.89	-0.71	-0.88
1993	-1.05	-1.05	-0.876	-1.11	-1.17	-1.19	-1.105	-0.98	-1.11	-1.25
1994	-0.77	-0.74	-0.741	-0.85	-0.89	-1.00	-0.776	-1.00	-0.86	-0.76
1995	0.03	0.24	0.125	-0.02	-0.18	-0.10	0.070	0.08	0.13	0.03
1996	0.37	0.32	0.274	0.33	0.38	0.28	0.358	0.25	0.19	0.26
1997	1.58	1.41	1.690	1.41	1.34	1.53	1.217	1.19	1.36	1.60
1998	3.08	2.99	3.168	3.04	2.75	2.82	2.869	2.60	3.02	2.97
1999	1.35	1.10	1.438	0.92	0.86	1.41	1.328	0.47	1.25	1.02
2000	-0.87	-0.95	-0.772	-1.09	-1.23	-0.89	-1.036	-1.25	-1.01	-0.90
2001	-0.72	-0.65	-0.766	-0.99	-1.19	-0.84	-0.921	-1.24	-1.08	-0.85
2002	0.17	0.22	0.113	-0.10	-0.25	0.14	0.046	-0.34	-0.03	0.14
2003	0.13	0.20	0.089	0.00	-0.12	0.23	0.133	-0.04	0.02	0.15
2004	0.34	0.40	0.366	0.24	0.10	0.56	0.340	0.09	0.37	0.44
2005	0.33	0.36	0.201	0.10	-0.04	0.38	0.136	-0.23	0.10	0.46
2006	0.96	1.20	0.777	0.92	0.77	1.02	0.954	0.51	0.89	1.22
2007	-1.86	-1.91	-1.861	-1.93	-1.99	-1.92	-2.151	-2.00	-2.22	-1.92
2008	0.09	0.06	0.098	-0.28	-0.27	0.13	0.044	-0.30	-0.03	0.10
2009	1.31	1.46	1.369	1.13	1.07	1.58	1.370	1.03	1.14	1.38
2010	0.07	0.11	0.206	0.06	-0.21	0.26	0.175	-0.19	-0.02	0.03
2011	0.02	0.04	-0.089	0.08	-0.12	-0.11	0.069	-0.20	-0.13	-0.08
CORRELATION										
RDI	0.40	0.42	0.38	0.46	0.48	0.42	0.48	0.49	0.48	0.42
SPI	0.39	0.40	0.38	0.47	0.48	0.39	0.45	0.49	0.46	0.41
FDI	0.44	0.46	0.42	0.51	0.52	0.44	0.50	0.52	0.50	0.47

Year	sample 21	sample 22	sample 23	sample 24	sample 25	sample 26	sample 27	sample 28	sample 29	sample 30
1980	-0.88	-0.89	-1.010	-0.96	-1.03	-1.09	-0.97	-0.47	-0.42	-0.99
1981	-0.74	-0.75	-0.957	-0.75	-0.81	-0.74	-0.95	-0.33	-0.34	-0.83
1982	-0.20	-0.08	-0.271	-0.35	-0.35	-0.40	-0.40	0.08	0.26	-0.49
1983	-0.20	0.04	-0.340	-0.16	-0.15	-0.12	-0.06	0.44	0.46	-0.24
1984	0.94	1.29	0.697	1.07	0.74	1.07	1.04	1.90	1.60	0.60
1985	0.97	0.95	0.724	0.67	0.64	0.41	0.71	1.53	1.49	0.64
1986	-0.24	-0.42	-0.238	-0.72	-0.37	-0.66	-0.45	0.13	-0.10	-0.38
1987	-0.91	-0.85	-0.915	-1.00	-1.02	-0.92	-0.96	-0.60	-0.68	-0.97
1988	-0.28	-0.07	0.004	-0.29	-0.30	-0.13	-0.19	0.39	0.02	-0.27
1989	-0.67	-0.67	-0.596	-0.74	-0.72	-0.48	-0.69	-0.38	-0.69	-0.70
1990	-1.37	-1.05	-1.219	-1.20	-1.26	-1.16	-1.14	-1.15	-1.37	-1.38
1991	0.65	0.55	0.740	0.55	0.73	0.80	0.52	0.88	0.47	0.66
1992	-0.91	-0.87	-0.745	-0.81	-0.75	-0.81	-0.89	-0.78	-0.97	-0.87
1993	-0.99	-1.03	-0.846	-1.14	-1.13	-0.98	-0.99	-0.84	-1.19	-0.94
1994	-0.86	-0.84	-0.738	-0.70	-0.86	-0.69	-0.73	-0.87	-1.04	-0.84
1995	0.12	-0.05	0.119	0.05	0.15	0.30	0.06	0.09	-0.23	0.08
1996	0.17	0.20	0.291	0.38	0.38	0.18	0.17	0.19	0.26	0.19
1997	1.35	1.41	1.640	1.46	1.57	1.50	1.50	1.53	1.29	1.70
1998	2.94	3.07	3.220	2.85	2.99	3.20	3.15	2.78	2.73	3.13
1999	1.30	1.04	1.266	1.31	1.25	1.09	1.04	0.71	0.90	1.31
2000	-0.89	-0.99	-0.833	-0.95	-0.90	-0.93	-0.85	-1.31	-1.18	-0.73
2001	-0.92	-0.94	-0.876	-0.78	-0.76	-0.73	-0.81	-1.20	-1.15	-0.72
2002	0.06	0.02	0.082	0.22	0.23	0.19	0.11	-0.09	-0.22	0.18
2003	0.21	-0.04	-0.079	0.24	0.20	0.10	0.02	-0.22	-0.01	0.20
2004	0.36	0.23	0.212	0.43	0.54	0.26	0.30	-0.20	0.18	0.36
2005	0.15	0.11	0.104	0.37	0.40	0.27	0.31	-0.43	-0.01	0.35
2006	1.02	0.95	0.890	1.03	1.12	1.00	1.18	0.48	0.82	1.02
2007	-2.00	-2.01	-1.878	-1.96	-1.96	-1.90	-1.85	-1.96	-1.92	-1.70
2008	0.08	0.10	0.116	0.22	0.01	0.14	0.08	-0.55	-0.24	0.12
2009	1.54	1.52	1.451	1.54	1.25	1.45	1.46	0.97	1.38	1.45
2010	0.23	0.17	0.134	0.25	0.15	0.01	0.24	-0.28	0.04	0.12
2011	-0.03	-0.11	-0.149	-0.11	0.00	-0.23	0.03	-0.44	-0.12	-0.08
CORRELATION										
RDI	0.45	0.43	0.38	0.44	0.42	0.41	0.40	0.44	0.48	0.37
SPI	0.43	0.42	0.37	0.42	0.40	0.41	0.39	0.44	0.47	0.36
FDI	0.47	0.46	0.41	0.47	0.45	0.46	0.44	0.45	0.51	0.41

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ

Year	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Sample 8	Sample 9	Sample 10	Sample 11	Sample 12	Sample 13	Sample 14	Sample 15
1980	-0.11958	-0.42547	-0.56236	-1.41878	-0.57102	-0.03364	0.145499	-1.35156	-1.15717	-1.563988	-0.697465	-0.853706	-0.840518	-0.496263	-0.505062
1981	0.52536	-0.81978	0.083077	-1.26477	0.627028	0.012759	0.166299	-1.14022	-0.18653	-1.001331	-0.559907	-0.880548	-1.055047	-0.97071	-0.22281
1982	0.307071	-0.38166	0.335937	-0.82616	0.551568	0.757393	0.335099	-0.50678	0.048012	-0.5448	0.0345653	-0.032474	-0.614187	-0.210067	0.1963775
1983	0.913979	-0.49676	0.941891	-1.16615	0.652465	0.788322	-0.0969	-0.25247	0.147058	-0.783427	0.6596063	0.3618453	-0.498245	-0.616438	0.3733676
1984	1.987229	0.745565	2.650408	-0.73699	2.031953	2.029379	1.722294	0.691014	1.834791	-0.28545	1.8252232	1.8470928	0.3959707	0.2525708	1.758548
1985	1.450604	0.701011	1.753626	-0.54336	1.868314	2.098971	1.171096	0.246849	1.0868	-0.13097	2.0005886	0.9370272	0.1307608	0.3109215	1.2993053
1986	0.475749	-0.07275	-0.22294	-0.90767	-0.09197	0.093949	-0.2929	-0.6978	-0.8537	-0.786567	0.0868531	-0.572506	-0.170551	0.1817164	0.1879938
1987	-0.42882	-1.05591	-0.7727	-1.19182	-0.54304	-0.24551	-0.9113	-0.89753	-1.13578	-1.182185	-0.765037	-0.574423	-0.708608	-0.478897	-0.469664
1988	0.328569	-0.5376	0.279746	-0.71943	-0.03855	0.19911	-0.0801	-0.36627	0.007602	-0.439929	-0.206763	-0.106608	-0.210818	0.1469838	-0.097053
1989	-0.02946	-0.96383	-0.42796	-0.74825	-0.55745	-0.53547	-0.6473	-0.69083	-0.39333	-0.753284	-0.775494	-0.63258	-0.807194	-0.504599	-0.752848
1990	-1.19366	-1.28166	-1.1911	-0.99368	-1.61899	-1.17881	-0.8649	-1.04558	-1.26335	-1.217351	-1.219539	-0.897803	-1.118225	-1.04087	-1.055595
1991	1.477063	0.622298	0.506789	0.16365	0.334512	0.499129	0.455898	0.241043	0.886332	0.2841153	0.1914289	0.331169	0.5195502	1.1326937	0.5680567
1992	-0.28826	-0.81309	-0.64589	-0.63837	-1.02463	-0.69089	-0.9369	-0.98172	-0.80853	-0.811685	-1.113354	-0.993028	-0.702359	-0.500431	-0.970826
1993	-0.99935	-1.29502	-1.00354	-0.73114	-1.19081	-0.87725	-1.3729	-0.85166	-0.83706	-0.873226	-0.715967	-1.116372	-1.081429	-1.072823	-1.274503
1994	-0.95222	-0.64824	-0.50845	-0.47581	-1.34343	-1.17881	-1.1201	-1.00784	-0.75624	-0.709955	-1.194602	-0.939983	-0.689168	-0.628247	-0.72956
1995	0.255807	-0.22943	-0.01943	0.239304	0.008081	-0.42876	-0.1977	0.041894	0.425177	0.2075035	-0.144822	-0.087436	-0.146946	-0.059328	-0.114752
1996	0.482363	0.702496	0.843936	0.454108	0.482042	0.226947	-0.0945	0.48664	0.552747	0.4913441	-0.086903	0.4097771	0.4647031	0.2956392	-0.261934
1997	1.152111	1.444325	1.055033	1.429956	1.097598	0.84013	1.407895	1.617663	1.416423	1.6819674	1.3296952	1.1587918	1.7636762	1.4946069	0.9024748
1998	2.382463	2.847785	2.26846	2.397698	1.596147	1.929631	2.376692	3.060473	2.776118	2.8229814	2.4301535	2.720091	3.0369614	3.2402651	2.5792231
1999	0.63285	1.390117	0.334418	1.47814	1.055204	1.190409	0.977497	1.200787	0.967153	1.2857209	0.7151118	0.8347726	1.5317911	1.4494546	0.8018699
2000	-1.44254	-0.82646	-1.36195	-0.02008	-1.32647	-1.44945	-1.0961	-0.66354	-1.15638	-0.259703	-0.990277	-1.28637	-0.800945	-0.955427	-1.222338
2001	-1.25071	-0.88289	-1.29968	0.021348	-0.91186	-1.29712	-1.2529	-0.20254	-0.92818	-0.20193	-1.053022	-0.68179	-0.483665	-0.908191	-1.220475
2002	-0.25105	0.311161	-0.47656	0.580198	-0.21067	-0.38469	0.153499	0.386775	-0.00666	0.3418882	-0.167346	0.2129371	0.4348496	0.2546547	-0.167849
2003	-0.23782	0.108439	-0.27078	0.618475	0.795755	-0.1272	0.197499	0.379227	0.267497	0.5164627	0.1552296	0.1196298	0.0016272	-0.351776	-0.110095
2004	-0.23782	0.323042	-0.24192	0.832378	0.527827	-0.04755	0.515098	0.320586	0.29206	0.8009312	0.167296	0.0212098	0.2876651	-0.061411	0.3780252
2005	-0.69424	0.375764	-0.32925	1.048083	-0.12249	-0.57568	0.150299	0.558054	-0.0439	0.8894744	-0.041051	0.1241035	0.482754	-0.132961	-0.037436
2006	-0.08403	1.423533	0.439207	1.335838	0.150524	0.190605	0.813497	1.243752	0.484604	1.1670353	1.0417098	1.1715736	1.3019888	0.7645286	1.1446718
2007	-1.91219	-1.89799	-1.81983	-1.19902	-2.10651	-2.14691	-2.41369	-1.67845	-2.04224	-1.364295	-1.90813	-2.039859	-1.894415	-1.850138	-2.365321
2008	-1.09692	0.084676	-0.54794	0.814365	-0.73211	-0.5432	-0.0593	0.090085	-0.2103	0.5805152	-0.412697	-0.075293	0.0682768	0.256044	-0.08867
2009	-0.00134	1.174771	0.466544	1.420049	0.780493	1.090661	1.181496	1.388904	0.780948	1.394987	1.0722781	1.6048773	1.3554473	1.7863604	1.4436919
2010	-0.77279	0.144082	-0.41125	0.557231	0.037757	0.114054	0.323099	0.307813	-0.13106	0.2973026	0.1737314	0.1087653	0.2112957	-0.1149	0.0901834
2011	-0.37839	0.229478	0.154455	0.190669	-0.20728	-0.32051	-0.6553	0.073247	-0.06292	0.1478467	0.1689049	-0.192886	-0.164997	-0.612964	-0.056998
CORRELATION															
SPI	0.46	0.37	0.49	0.18	0.55	0.48	0.46	0.33	0.49	0.27	0.42	0.44	0.33	0.32	0.51
FDI	0.45	0.43	0.51	0.25	0.58	0.49	0.50	0.39	0.52	0.33	0.46	0.49	0.38	0.34	0.55

Year	Sample 16	Sample 17	Sample 18	Sample 19	Sample 20	Sample 21	Sample 22	Sample 23	Sample 24	Sample 25	Sample 26	Sample 27	Sample 28	Sample 29	Sample 30
1980	-1.274395	-0.983774	-0.337471	-1.441674	-1.060511	-0.66281	-1.145243	-1.11948	-1.569752	0.6002785	-0.987074	-1.632325	-0.895405	-1.201774	-0.877435
1981	-0.899055	-1.132339	-0.535619	-1.22863	-0.761572	-1.01817	-0.151307	-0.177398	-1.293177	0.0810114	-0.39764	-1.493592	-0.382895	-1.094544	-0.682412
1982	-0.49192	-0.785265	0.0440695	-0.582482	-0.53401	-0.926064	0.4235896	0.1047855	-0.76226	0.4502151	-0.168545	-0.768442	0.0069124	-0.182346	0.0157441
1983	-0.14423	-0.275084	0.484633	-0.114296	-0.065459	-0.555679	0.4823858	1.3856349	-0.954778	0.6153643	-0.159226	-0.817146	-0.244334	0.1989149	0.2554599
1984	1.0191139	1.0038458	1.9201533	0.7621181	0.8730556	0.0831855	1.1907405	2.0293664	-0.46345	1.5848217	1.5275343	-0.32125	1.2280878	0.9748415	1.8007472
1985	0.4225805	0.1744066	1.5610975	0.408746	0.1833037	-0.1461	0.9499559	1.7346902	-0.490565	1.5689419	0.2686769	-0.091997	0.6629916	1.1140913	1.0179461
1986	-0.650903	-0.446408	0.2815663	-0.577379	-0.697261	-0.438097	-0.645942	0.1863542	-0.768768	0.4176617	-0.695075	-0.692188	-0.557349	-0.225536	-0.803624
1987	-1.021404	-0.761873	-0.430924	-0.852295	-0.967225	-1.01425	-1.105113	-0.258232	-1.079508	-0.655014	-0.935042	-0.85306	-0.914603	-0.83615	-0.740648
1988	-0.03225	-0.012091	0.4206916	-0.011601	0.1903708	-0.410007	-0.184905	0.4325301	-0.410847	0.4128977	-0.202715	-0.610523	0.3474726	-0.145859	-0.195531
1989	-0.25621	-0.593077	-0.248937	-0.504664	-0.399028	-0.713762	-0.398624	-0.305263	-0.593061	-0.510508	-0.408512	-0.714327	-0.423796	-0.719985	-0.662097
1990	-1.015874	-0.8213	-1.063312	-0.666679	-0.803268	-0.92737	-1.313233	-1.290701	-0.968336	-0.836043	-0.811564	-0.983429	-1.244312	-1.211454	-1.192993
1991	1.2734873	0.6687827	0.7980163	0.408746	0.7811829	1.0506274	0.8052985	0.7183881	0.6173631	0.9678942	0.7517178	0.1042956	0.6579834	0.1884898	-0.087185
1992	-0.644682	-0.790954	-0.747821	-0.801904	-0.820936	-0.677181	-0.766334	-0.247209	-0.624515	-0.597847	-0.868255	-0.791564	-1.171693	-0.971677	-1.444221
1993	-0.665419	-1.008429	-0.703553	-0.8389	-1.007508	-1.156656	-1.200307	-0.646969	-0.830048	-1.313229	-1.197531	-0.629709	-0.920446	-0.947848	-0.920773
1994	-0.643991	-0.474857	-0.761171	-0.91927	-0.760865	-0.624922	-0.894193	-0.588916	-0.507377	-1.042479	-0.611203	-0.82059	-0.850331	-1.034972	-1.123922
1995	0.5691217	0.2022232	0.0461775	0.3660097	0.3175792	0.0897178	0.3358618	-0.117875	0.4004412	-0.54465	0.4729209	0.286813	0.2832002	-0.017779	0.0265787
1996	0.257376	0.0985433	-0.014251	-0.215715	-0.194788	0.0844919	0.0642792	0.6125692	0.4682293	0.1524702	-0.097875	0.236633	0.0244412	0.2376368	0.0922635
1997	1.4794745	1.7631113	1.2533355	1.7335726	1.8864822	1.7600413	0.9107584	1.0916936	1.5154198	1.4546079	1.1547696	1.3341969	1.710548	1.413441	1.2630793
1998	3.4439564	3.0989382	2.9221366	2.9639965	3.4363039	3.2474589	3.1188837	2.6268022	2.9015507	2.8734616	2.9572422	2.3761692	3.2405648	2.9809318	2.5212492
1999	1.0439982	0.8868898	0.6314875	0.7729617	0.6207591	1.2485578	0.5066509	0.7198578	1.3066325	0.4295715	0.7229839	1.6032993	0.8257593	0.901121	0.6990021
2000	-0.927396	-0.949635	-1.206653	-0.764271	-0.78984	-0.645825	-0.842863	-1.22236	-0.321366	-1.162371	-1.008042	-0.339453	-0.962182	-0.806364	-1.052143
2001	-0.689612	-0.571583	-1.290971	-0.496371	-0.666165	-0.487089	-1.222705	-1.14373	-0.097395	-1.559364	-0.847287	0.0880609	-0.808596	-0.768387	-0.523278
2002	0.2179758	0.5372863	-0.282664	0.4240545	0.2652824	0.6508472	-0.510617	-0.76969	0.5419828	-0.287398	0.2368366	0.5928124	0.0044083	-0.081074	0.1511768
2003	0.0002376	-0.029792	-0.447788	0.2180271	-0.018816	0.1243393	0.0110826	-0.636682	0.4150834	-0.647868	0.1661666	0.734989	0.1513166	0.1296624	0.5398686
2004	0.0859504	0.084635	-0.548267	0.4234167	0.3515014	0.4738204	0.6083777	-0.574954	0.6677975	-0.130983	0.4721443	0.7497478	0.4134144	0.2957196	0.3326566
2005	-0.099991	0.3482601	-0.649449	0.4304331	0.345141	0.5175872	0.2695994	-0.640356	0.7290779	-0.444608	0.3494426	0.7571272	0.0945566	0.2674229	0.4227193
2006	0.6161255	1.2927586	0.415773	1.0778568	0.7861299	1.1891134	0.8090316	-0.058352	1.1151989	0.2493365	1.2363119	1.2490877	0.5995539	1.0843052	1.319961
2007	-1.763787	-1.799937	-1.820772	-1.841609	-1.619521	-1.501564	-1.818134	-1.581703	-1.33873	-1.622089	-2.318931	-1.560007	-1.841962	-1.74388	-1.836298
2008	-0.120728	0.1775676	-0.405628	0.2792613	0.1119257	0.137404	0.3489277	-0.544825	0.574521	-0.585937	0.2834322	0.4442403	-0.188409	0.0403042	-0.125783
2009	1.0847809	1.5924188	1.3460857	1.7903418	1.4992034	1.3178008	1.3857947	0.7411685	1.4720354	0.7614578	1.4017262	1.6948039	1.3215749	1.6904513	1.5569683
2010	-0.077872	-0.020309	-0.184293	0.3149812	0.0596289	0.1236861	-0.182105	-0.596999	0.2990302	-0.253257	0.0403586	0.784185	0.1922172	0.3448666	0.35094
2011	-0.094461	-0.47296	-0.44568	-0.516783	-0.541077	-0.193133	0.1604064	0.1378539	0.04957	-0.426346	-0.327747	0.0831413	-0.358689	0.1274284	-0.098019
CORRELATION															
SPI	0.39	0.33	0.41	0.30	0.34	0.28	0.48	0.43	0.24	0.37	0.47	0.25	0.46	0.38	0.46
FDI	0.41	0.38	0.42	0.36	0.39	0.33	0.53	0.42	0.29	0.39	0.52	0.31	0.50	0.43	0.52

Year	Sample 31	Sample 32	Sample 33	Sample 34	Sample 35	Sample 36	Sample 37	Sample 38	Sample 39	Sample 40	Sample 41	Sample 42	Sample 43	Sample 44	Sample 45
1980	-0.760959	-0.275106	-1.151755	-0.834581	-1.791259	-1.16446	-0.730894	0.0411604	0.5783213	-0.766178	-1.381272	-1.588697	-0.134831	-0.956489	-0.756751
1981	-0.391558	-0.473495	-0.901107	-0.77896	-0.955463	-1.256575	-0.845523	-0.388287	0.9081747	-0.366222	-0.368805	-1.192152	0.5381068	-1.280966	-0.616976
1982	0.1748993	-0.028421	-0.880729	-0.412142	-0.750417	-0.708242	-0.246096	-0.188358	1.2229946	0.2213917	0.1501636	-0.59469	0.7430736	-0.800334	0.0386357
1983	0.8661801	0.1484199	-0.848803	0.2595359	-0.367486	-0.426444	0.0554434	-0.085195	0.5889332	0.7710947	0.2934372	-0.045988	1.64816	-0.256159	0.3556255
1984	2.341884	1.3848186	0.2108476	1.072731	0.5850914	0.7634293	0.9936455	1.2951161	2.3115994	1.3662903	1.7102537	0.5573485	2.756744	0.5097415	2.0545575
1985	1.5859738	1.3142309	-0.28026	0.8875619	0.0398887	0.2477994	0.9542191	0.6433471	1.9578692	1.1075508	1.0305002	0.5221	2.2417557	0.0514178	1.1193961
1986	-0.098191	0.1937446	-0.728574	-0.476212	-0.773502	-0.836332	0.1832141	-0.301918	0.0716027	-0.314095	-0.470689	-0.637575	0.0525044	-0.289283	-0.51048
1987	-0.406131	-0.876216	-1.17485	-0.890202	-1.225009	-0.939894	-0.432276	-0.957686	-0.765854	-0.995537	-1.088357	-0.716297	-0.316289	-0.948377	-0.878222
1988	0.131813	0.3089139	-0.361771	0.336279	-0.171946	-0.516924	-0.198638	-0.122781	0.0645281	0.0934436	0.3125404	0.0814938	-0.060631	-0.388654	0.1085232
1989	-0.325028	-0.514361	-0.525474	-0.372714	-0.125777	-0.824885	-0.83019	-0.592215	-0.384709	-0.24396	-0.343334	-0.623476	-0.481585	-0.406906	-0.378193
1990	-1.029615	-1.033738	-0.911296	-1.247867	-1.250809	-0.885387	-1.043385	-0.852123	-1.200942	-1.611583	-1.180689	-1.00651	-1.177297	-1.189031	-1.072908
1991	0.8446369	0.9962149	0.9206779	0.6714139	1.2063373	0.1725807	0.6468392	0.968032	0.7127388	0.657363	0.9540876	0.3581945	0.2236774	1.1296278	0.8806138
1992	-0.712127	-0.670397	-0.751669	-0.844438	-0.378349	-0.980773	-0.562967	-0.851323	-0.856055	-0.789872	-0.613166	-0.663424	-0.775444	-0.559681	-0.821646
1993	-0.887684	-0.998816	-0.87937	-0.739532	-0.600368	-0.962241	-1.166775	-1.188804	-1.398146	-0.937723	-0.913245	-0.76917	-1.082527	-1.003132	-0.883214
1994	-0.670985	-1.024821	-0.189918	-1.08382	-0.229657	-0.714782	-0.865966	-1.000071	-0.852517	-0.558618	-0.507303	-0.921913	-0.976003	-0.300775	-0.523792
1995	0.0240974	-0.114612	0.5708572	0.1475896	0.9333965	0.0744693	-0.343201	-0.065202	-0.078733	0.3209069	0.3690538	0.0374332	-0.297188	0.4394382	0.3972252
1996	0.439753	0.5689738	-0.323733	0.1497018	0.5396013	0.2303574	0.3701244	-0.079597	0.2776506	-0.030713	1.0002535	0.3258833	0.3030194	0.3312792	0.2274984
1997	0.7787403	1.9881574	1.4708812	2.1400934	1.2457168	1.4627456	1.3974009	1.6917756	0.387307	0.917998	1.4109711	1.9155904	0.3823614	1.1269239	1.131876
1998	2.686574	3.035084	3.1133402	3.2891274	3.3402999	2.6253657	2.7911969	3.1024758	1.6120979	3.3698628	3.1127428	2.9753951	1.4365814	3.4766782	2.8191601
1999	0.5347961	0.7235236	1.0110199	0.8319407	1.1825738	1.1962096	1.5419643	0.9536371	0.1697629	0.1683169	0.5019799	1.3357527	0.1061337	0.9930771	0.5361682
2000	-1.364167	-1.133304	-0.439207	-0.926813	-0.637032	-0.719143	-1.104715	-1.072045	-1.325632	-0.786081	-1.106664	-0.780332	-1.360224	-0.747607	-1.36161
2001	-1.130994	-1.145935	-0.600872	-0.740236	-0.589505	-0.285273	-0.878378	-1.00167	-1.743033	-1.421083	-1.029455	-0.358525	-1.267658	-0.740847	-1.14446
2002	-0.311722	0.152878	0.4445142	0.0997132	0.0161252	0.6080863	0.1919755	0.3954349	-0.553615	-0.895074	-0.277269	0.2818227	-0.660104	0.1744486	-0.019604
2003	-0.252161	-0.264704	0.1904697	-0.002376	0.098958	0.4914427	-0.146799	-0.085995	0.0282708	-0.481849	-0.205632	0.1872393	0.0091601	-0.170984	-0.178515
2004	-0.5563	-0.19263	0.6197642	0.0039604	0.241539	0.4669149	0.0452217	0.3298581	0.3271728	0.1133466	0.008482	0.2324748	-0.081202	0.0182941	0.0536116
2005	-0.650709	-0.255787	0.5633853	0.0954888	0.0819841	0.674584	-4.56E-05	0.2075015	-0.34403	0.139884	-0.186529	0.2929847	-0.321431	0.2237962	-0.077011
2006	0.4011021	0.5548562	1.2344976	0.4996221	0.5253432	1.4938142	1.0060575	1.123177	0.425333	0.9274757	0.4168117	0.5949468	0.464642	1.2993023	1.0936043
2007	-1.776654	-1.726983	-1.619088	-1.427404	-1.624914	-1.760759	-2.209384	-2.082087	-1.939354	-1.377486	-1.745823	-1.622183	-1.648206	-1.51824	-2.083781
2008	-0.269269	-0.48464	0.6496518	-0.374827	0.0860578	0.3682584	0.0517928	-0.326709	-0.362601	0.0261524	-0.209612	0.1848894	-0.644677	0.1656607	-0.225106
2009	1.3122494	0.7465575	1.5612233	1.23537	1.004687	1.7003932	1.5865016	0.8672677	0.5871645	1.2506631	0.6388857	1.7657843	0.5858589	1.4635688	1.0162288
2010	-0.465692	-0.434114	0.1884319	-0.027723	0.0602575	0.4756359	0.0386506	0.0723494	-0.29893	-0.233535	-0.49218	0.2718357	-0.404447	-0.059445	-0.196819
2011	-0.062709	-0.468293	-0.181087	-0.540282	0.2836344	-0.069973	-0.249016	-0.449066	-0.127371	0.3578697	0.209861	-0.400236	0.1979647	0.2136563	-0.103635
CORRELATION															
SPI	0.46	0.34	0.31	0.34	0.39	0.32	0.38	0.40	0.53	0.47	0.45	0.30	0.49	0.35	0.49
FDI	0.47	0.36	0.36	0.37	0.41	0.39	0.42	0.44	0.56	0.51	0.47	0.34	0.52	0.39	0.52

Year	Sample 46	Sample 47	Sample 48	Sample 49	Sample 50	Sample 51	Sample 52	Sample 53	Sample 54	Sample 55	Sample 56	Sample 57	Sample 58	Sample 59	Sample 60
1980	-1.143809	-0.59791	-0.911866	-1.244286	-1.001028	-0.466533	0.1439211	-0.682547	-0.379533	-0.678498	-0.973913	-0.707202	-1.094728	0.2128843	-0.597537
1981	-0.778194	-0.42954	0.2220986	-1.057304	-1.127944	-0.485622	0.706249	-0.548474	-0.290481	-0.299748	-0.705918	-0.404257	-0.282751	0.2032127	-0.139545
1982	-0.106531	-0.10518	0.4831179	-0.620792	-0.107621	0.2811131	0.7189263	-0.195911	0.1366677	0.3597374	-0.149362	0.3523897	-0.254027	0.5285289	-0.132552
1983	-0.080513	-0.495567	1.1235658	-0.010605	-0.155393	0.0369349	0.8303052	0.811292	0.4574063	1.4336772	0.0273739	0.2202997	0.0318109	0.6059014	0.2126901
1984	1.267606	1.1435654	1.9316883	0.8338079	1.0381936	1.6809621	2.4330756	1.145647	2.2354301	2.2891885	1.1340593	1.1872851	0.6700427	2.0794957	1.5560763
1985	0.6828961	0.3231737	1.5341093	0.6574726	1.0239333	1.303162	1.9649218	1.4386215	1.2852892	1.9048385	0.9721054	1.3911633	0.430443	1.4657911	0.9293958
1986	-0.581693	-0.205872	0.1892552	-0.451776	-0.418495	-0.444263	0.3675845	0.1558237	-0.451227	0.2120182	-0.527254	-0.331033	-0.985437	-0.131775	-0.150033
1987	-0.748068	-0.977568	-0.517744	-0.69798	-0.78641	-1.005793	-0.409352	-0.655235	-0.830076	-0.16113	-0.745121	-0.668437	-0.96582	-0.808784	-0.51363
1988	0.0872315	-0.072991	0.2246916	0.159076	0.1340913	-0.089529	0.2607332	0.2269983	0.4151442	0.5942679	-0.055531	-0.031676	-0.28135	0.3729047	-0.334454
1989	-0.454344	-0.391574	-0.029413	-0.680679	-0.573932	-0.721051	-0.34506	-0.53937	-0.171241	-0.305349	-0.730339	-0.720842	-0.702401	-0.340153	-0.810801
1990	-0.928137	-0.841386	-1.261908	-1.177745	-1.049513	-1.115554	-1.110224	-1.402569	-1.00969	-1.00264	-1.164145	-1.260688	-1.403685	-1.20356	-1.335219
1991	0.7239764	1.29873	1.2938333	0.4445395	0.616089	0.4871136	0.7207373	0.9255024	0.5585333	0.4430483	0.2323871	0.3466467	0.3428701	0.755371	0.5850274
1992	-0.75423	-0.62102	-0.371677	-0.874315	-0.872685	-1.003407	-0.776087	-0.531094	-1.128929	-0.584685	-0.786252	-0.812731	-0.850925	-1.167511	-0.979489
1993	-1.006874	-1.266438	-0.757156	-0.779161	-0.881954	-1.301671	-1.174516	-0.910967	-0.593107	-0.84792	-0.901291	-1.016609	-1.178798	-1.078709	-1.385913
1994	-0.753546	-0.576451	-1.012125	-0.817089	-0.799245	-0.947732	-1.023294	-0.971383	-0.915355	-1.012441	-1.037538	-1.464567	-1.177397	-1.051453	-0.945402
1995	0.1721308	0.4106601	0.3854518	-0.022583	0.169029	-0.076007	0.0941175	-0.195084	0.2845848	-0.174432	-0.313886	-0.409282	-0.130725	0.0352792	-0.073118
1996	0.2515528	0.2645743	0.4926252	0.2322718	0.1298132	0.5873301	0.025298	0.3445191	-0.259539	0.4241458	0.4374002	0.615852	0.4150302	-0.075504	0.1882172
1997	1.3052629	1.2648909	0.8910685	2.0335529	1.4959489	1.1934011	0.843888	1.6794564	1.4641481	1.1452396	1.7124664	1.5656083	1.7699591	1.4227087	1.2108339
1998	3.1080042	3.1499761	2.6654809	3.0982186	2.8585195	2.5892732	1.5148783	3.2146756	3.0082215	2.3367947	2.8975581	2.6007925	2.894396	2.7143019	2.3706735
1999	1.1101314	1.0049076	0.5427548	1.1764971	0.9512058	0.9102498	0.4228212	0.9660553	0.2476055	0.2687256	1.4785329	1.5124851	1.500935	-0.015716	1.3830181
2000	-1.054801	-1.096418	-1.297345	-0.884962	-1.071616	-1.226111	-1.535818	-1.045868	-1.1161	-1.442297	-0.877512	-1.073322	-0.712209	-1.251039	-1.305502
2001	-0.824067	-1.045246	-1.159056	-0.485047	-0.920457	-1.0734	-1.39003	-1.094697	-1.108553	-1.07755	-0.730982	-0.819192	-0.443185	-1.328411	-0.738256
2002	0.0762767	0.3041908	-0.551452	0.2648772	0.1918454	0.0512516	-0.252697	-0.345709	-0.194636	-0.491573	0.0472968	-0.015883	0.1165815	-0.214423	0.2362889
2003	0.0153409	-0.070515	-0.248082	0.075899	0.0528076	0.2158929	0.1493542	-0.400331	-0.169732	-0.401262	0.0781452	0.2389646	0.5334288	-0.129137	0.4355681
2004	0.1461133	0.3685676	-0.140908	0.1144931	0.169029	0.4218934	0.2978595	-0.112322	-0.136526	-0.444667	0.0813586	0.2439897	0.6518275	0.0915501	0.5692949
2005	-0.062712	-0.000361	-0.619732	0.2362643	0.0292782	0.0703404	-0.430179	-0.26212	-0.211994	-0.560182	0.1661916	0.0034997	0.6196006	-0.099243	0.237163
2006	0.5993661	0.9471336	0.0380023	0.7825708	0.9134161	0.8991147	0.3186864	0.2932072	0.6747538	0.1441094	0.6719764	0.429203	0.5621528	0.7641633	1.0762331
2007	-2.051684	-2.355892	-1.88507	-1.568344	-1.850941	-2.112151	-2.251179	-1.46795	-1.802103	-1.625021	-1.921858	-2.02236	-1.658698	-1.612403	-2.378813
2008	0.1892476	-0.012741	-0.831486	-0.047868	0.266712	-0.210425	-0.895616	-0.584889	-0.528205	-0.780011	0.1584795	-0.183867	0.1186833	-0.617991	-0.394762
2009	1.7550924	1.037096	0.2004911	1.5704234	1.9408699	1.2299881	0.4182936	0.9735038	0.9237979	0.9548149	1.5942143	1.3258361	1.4098591	0.7043755	1.1758727
2010	0.1817162	-0.052358	-0.711348	0.1011848	0.1141269	0.3192908	-0.202893	-0.224878	0.0076175	-0.368357	0.2375285	0.212403	0.2763146	-0.405216	0.1812249
2011	-0.342743	-0.302437	0.0881318	-0.360614	-0.477675	0.0019387	-0.434706	-0.003905	-0.402173	-0.252842	-0.306174	-0.304471	-0.2218	-0.425439	-0.132552
CORRELATION															
SPI	0.43	0.45	0.49	0.33	0.37	0.48	0.53	0.38	0.45	0.42	0.37	0.41	0.39	0.46	0.52
FDI	0.46	0.48	0.48	0.37	0.41	0.53	0.54	0.39	0.48	0.43	0.41	0.45	0.45	0.49	0.57

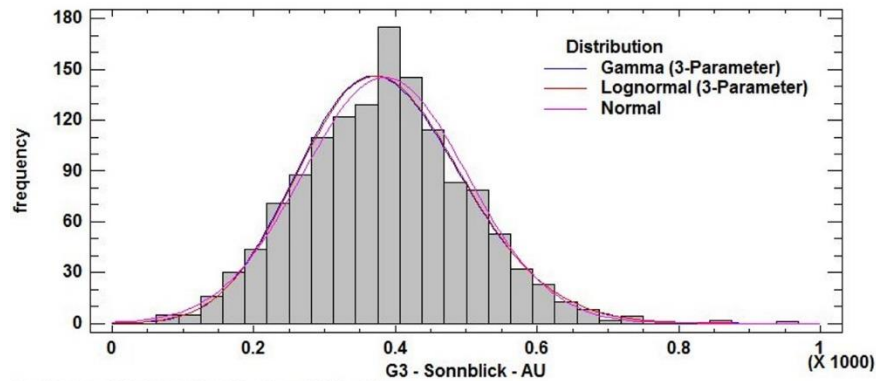
Year	Sample 61	Sample 62	Sample 63	Sample 64	Sample 65	Sample 66	Sample 67	Sample 68	Sample 69	Sample 70	Sample 71	Sample 72	Sample 73	Sample 74	Sample 75
1980	-0.605989	-1.213391	-0.586616	-0.243464	-0.620677	-0.416665	-0.817153	-0.74508	-0.792779	-1.224709	0.0749662	0.7258744	0.2000014	-1.057097	-0.884659
1981	0.1025591	-1.124646	0.1944496	0.5262109	-0.387527	-0.90179	-0.581024	-1.009373	0.138987	-0.140951	0.2619435	0.4648156	-0.224984	-0.442736	-0.418157
1982	0.2285884	-1.037011	0.085429	1.0421286	0.1418431	-0.39405	0.4711105	-0.387373	0.4247395	-0.179834	1.2650767	0.6328624	-0.009519	-0.455923	0.3680813
1983	0.8484768	-0.537268	0.2556803	0.8026554	0.3997961	-0.082549	0.4078052	-0.832419	0.5868569	0.4447751	0.282511	-0.087003	0.8850304	0.1561113	0.7993893
1984	2.0464881	0.4028689	1.9260844	2.2344532	1.5896397	1.577819	2.3322879	0.1472883	1.9935123	1.2737259	1.4604679	2.0428927	2.0581983	0.489666	1.760098
1985	1.717493	0.0096198	1.050933	2.2302519	1.1148361	0.6075689	1.5283099	0.0834934	1.6430766	0.8724872	2.3289774	1.6544309	1.7855241	0.965951	1.7765715
1986	-0.181007	-0.724741	-0.578402	0.3489167	-0.175637	0.1020176	-0.225248	0.0986827	-0.151678	-0.474351	0.2189387	0.4421488	0.0201998	-0.013769	0.0962674
1987	-0.558362	-0.884481	-0.830792	-0.454369	-0.47611	-0.531928	-0.371484	-0.658502	-0.73874	-0.87228	-0.916013	-0.763099	-0.707922	-0.639766	-0.36649
1988	0.4000469	-0.552799	0.2295452	0.290939	0.5436545	0.0443862	0.6673571	-0.266619	0.2331462	0.128748	-0.172779	0.4249533	-0.026608	-0.064966	-0.159822
1989	-0.309967	-0.744709	-0.306597	-0.219097	-0.121779	-0.423231	-0.242974	-0.675969	-0.543052	-0.220371	-0.880488	-0.375419	-0.686376	-0.805767	-0.814272
1990	-1.46548	-0.946602	-1.323624	-1.203038	-1.029575	-0.445116	-0.920974	-0.94406	-1.259481	-1.33143	-1.578848	-0.767007	-1.144795	-1.482961	-1.233599
1991	0.6147364	0.593115	0.5147908	0.6841792	1.1197968	1.1371941	0.3172785	1.067757	0.695754	0.9560441	-0.002629	1.1135546	0.4860493	0.7146215	-0.03028
1992	-0.757664	-0.827907	-1.29973	-0.866095	-0.355638	-0.496182	-0.906414	-0.598504	-0.629843	-0.782932	-1.027265	-0.551282	-0.785192	-0.618821	-1.034419
1993	-0.745941	-0.9344	-0.839006	-0.990453	-0.707843	-1.286972	-0.678515	-1.08532	-0.724821	-0.859044	-1.072139	-1.169538	-1.149253	-1.067181	-1.044153
1994	-0.828006	-0.607155	-1.172788	-1.401338	-0.591622	-0.358304	-0.720296	-0.524077	-1.034317	-1.060904	-1.177782	-0.722455	-1.011802	-1.201379	-1.387103
1995	-0.107001	0.2520033	0.1660743	0.2674118	0.0979061	0.3420268	0.0735529	0.1169098	-0.159866	0.4365021	-0.527101	-0.15344	-0.449365	-0.222434	-0.429389
1996	0.2725521	-0.027542	-0.058687	0.4883993	0.1510557	-0.163525	0.4337604	0.0994421	0.8611465	-0.064012	0.5218419	0.3843094	0.1695391	0.4400207	0.3950381
1997	1.3364741	1.6048026	1.6990827	0.6724156	1.3005056	1.0635135	1.0744105	1.3161013	1.5734807	1.5707252	0.7424751	1.2315782	1.4496964	2.126411	1.0824352
1998	2.778484	2.6930323	3.000609	1.3286562	3.1288537	2.7019959	2.5481591	3.0438789	2.4520263	3.2997742	1.7156919	2.1116746	2.5039873	2.7834361	2.2872522
1999	0.7686094	1.3790587	0.6730946	0.4018529	0.9638911	0.6987578	0.5166904	1.494575	1.081397	0.8964788	0.8041776	0.7118054	0.657678	1.6516774	0.9671202
2000	-1.107909	-0.657073	-0.980135	-1.526537	-1.203197	-1.389833	-1.383103	-0.828621	-1.257843	-0.897099	-0.904795	-1.357906	-1.221322	-0.902731	-1.136255
2001	-1.233205	-0.232764	-0.803163	-1.150942	-1.300284	-1.138881	-1.062778	-0.757991	-1.004023	-0.840843	-1.586327	-1.671333	-1.314195	-0.594775	-0.807533
2002	-0.624308	0.7473086	-0.095276	-0.289679	-0.351386	0.4733388	-0.302481	0.4503139	-0.23028	-0.226989	-0.710338	-0.034635	-0.135083	0.2197194	-0.245934
2003	-0.235229	0.5537346	0.3467797	0.5119265	-0.64548	-0.301402	-0.2588	-0.098778	-0.096001	0.1709401	0.0964686	-0.335556	-0.227956	0.303496	0.2340464
2004	-0.378844	0.5010426	0.1242582	0.3606803	-0.476819	0.0370911	-0.452515	0.3774055	0.0096206	0.2966891	0.5536281	-0.058084	-0.16406	0.3616741	0.1501809
2005	-0.514398	0.6042081	-0.040766	-0.619059	-0.618551	-0.160606	-0.583557	0.1951344	-0.309702	-0.066494	0.00298	-0.701351	-0.102392	0.1925696	-0.022792
2006	-0.085019	1.2731199	0.3549935	-0.044324	0.0482997	1.2210879	0.3407015	1.2971148	0.2487029	0.1626671	0.809787	0.1287219	0.8018164	0.3989081	0.8360805
2007	-1.55414	-1.669316	-1.751493	-2.0601	-1.864379	-2.431575	-1.97944	-2.115151	-2.072524	-1.772379	-1.881751	-2.230968	-1.723578	-1.713346	-2.026577
2008	-0.38324	0.3862293	-0.485809	-1.142539	-0.048078	0.0349026	-0.254369	0.3637351	-0.70517	-0.332056	-0.078355	-0.620845	-0.526635	-0.247257	-0.34777
2009	1.1210519	1.7068588	1.0046366	0.3069038	1.3791671	1.5843846	1.4953911	1.5705213	0.1103299	1.1281217	0.82568	0.3389759	0.9481838	1.2265891	1.3594907
2010	-0.318027	0.2924929	-0.017618	-0.090538	-0.366268	-0.03659	-0.020139	0.0728609	-0.36456	-0.044984	0.1572362	-0.185487	-0.120967	-0.106854	0.1561713
2011	-0.241823	-0.277691	-0.45594	-0.19641	-0.638394	-0.666887	-0.445551	-0.267378	0.0219022	-0.246017	0.3937625	-0.62319	-0.2339	-0.39309	0.1209778
CORRELATION															
SPI	0.46	0.30	0.48	0.52	0.41	0.40	0.46	0.34	0.46	0.46	0.47	0.44	0.40	0.34	0.45
FDI	0.46	0.35	0.51	0.53	0.41	0.44	0.47	0.38	0.47	0.48	0.51	0.44	0.44	0.37	0.50

Year	Sample 76	Sample 77	Sample 78	Sample 79	Sample 80	Sample 81	Sample 82	Sample 83	Sample 84	Sample 85	Sample 86	Sample 87	Sample 88	Sample 89	Sample 90
1980	-0.529915	-0.804466	-0.865874	-0.284132	-0.128308	0.1679074	-0.946019	-0.701843	-0.858962	-0.773194	-0.449225	0.0031415	-0.731631	-0.970243	-1.187378
1981	0.5578259	0.2290628	-0.450574	0.2134971	0.4873574	0.3292769	-0.848281	-1.030819	-0.420374	-0.398161	-0.505847	0.4241046	-0.88575	-0.834472	-0.593033
1982	0.786698	0.1634835	-0.205653	0.613245	0.6761901	0.9747549	-0.672628	-0.550217	-0.021747	0.1711997	0.4371762	0.7516077	-0.10493	-0.374483	0.0230648
1983	0.7547995	-0.278083	-0.004966	0.4224188	1.7899463	0.5019991	-0.691765	-0.05337	0.2969604	0.4172868	0.5450274	0.4892911	0.2858459	-0.680153	0.3959869
1984	2.6607379	0.8437587	1.5702258	2.2031888	2.889451	2.2649001	0.30953	1.0872131	0.7180045	1.5196843	2.1068466	2.3365024	1.9300247	-0.211261	2.0034362
1985	1.381606	0.6234125	0.8305492	1.5287171	1.9075213	2.2673328	0.0839823	0.3399114	1.0289143	1.5342134	2.0084324	1.836216	1.2982101	0.1589558	1.0369466
1986	-0.428637	-1.308989	0.0622029	-0.056292	0.2265546	0.2635938	-0.683563	-0.439882	0.0679202	0.1475898	-0.078487	-0.005498	-0.421933	-0.082909	-0.769394
1987	-0.671066	-1.800396	-0.650442	-0.717603	-0.059901	-0.763008	-1.232396	-0.783749	-1.087027	-0.639707	-0.579995	-0.424105	-0.717753	-0.689056	-0.911571
1988	0.1200183	-0.947866	0.5692459	0.1304219	0.5236988	0.0997916	-0.380783	-0.135275	-0.311214	0.098554	0.3684211	0.1288022	-0.214493	-0.352225	-0.008789
1989	-0.285093	-0.702162	-0.173707	-0.511971	-0.135434	-0.559472	-0.667843	-0.526525	-0.631871	-0.519842	-0.497084	-0.482223	-0.553408	-0.840407	-0.43998
1990	-1.080962	-1.576552	-0.944511	-1.031808	-0.841597	-1.23171	-1.050591	-0.862946	-1.357977	-1.461511	-1.004659	-1.26446	-1.26703	-1.196527	-0.974502
1991	0.6710658	0.4975004	0.9771739	0.7316888	0.3997106	0.2733247	0.6355489	0.666179	1.159516	0.8894834	0.2767477	0.5379846	0.5108157	0.9921292	0.4791174
1992	-0.583345	-0.995083	-0.802801	-0.711845	-0.559417	-1.020875	-0.757379	-0.927929	-0.64844	-0.816781	-0.982414	-1.028846	-1.182301	-0.492448	-0.840871
1993	-1.269164	-1.242535	-0.708601	-1.222634	-0.801692	-1.181434	-1.054692	-1.113401	-1.251741	-1.151859	-0.756601	-1.185137	-0.852881	-1.324879	-1.093371
1994	-0.718914	-0.480067	-0.633241	-0.799033	-0.84516	-1.074395	-0.676728	-0.623999	-1.002234	-0.928474	-1.087569	-1.134873	-0.890133	-0.5978	-0.686264
1995	0.1559042	0.3803322	0.5086301	-0.164043	-0.129733	-0.175104	0.2357144	0.1442863	0.1800037	0.2365807	-0.20319	-0.107597	0.2434814	-0.112586	0.4317252
1996	0.8560774	0.159986	-0.233504	0.5671835	0.1403329	0.4225306	0.155064	-0.209057	0.2414059	0.3246636	0.2336072	0.3424252	0.256629	0.4512713	0.2514796
1997	0.6973821	0.6374027	1.7332332	0.9545935	0.6719146	0.8660941	1.721595	1.3254832	1.3856322	1.2944828	1.2379709	0.9306741	1.0257629	1.3096699	1.0913311
1998	1.9414256	2.4281528	3.1896508	2.4951858	1.7008743	1.6737525	3.0181523	3.3379179	3.1974864	2.5412635	2.4317481	1.7498243	2.5545351	2.9270501	2.545727
1999	0.4972187	0.8236477	0.5504059	0.7818629	-0.243033	0.237645	1.3060405	0.7440229	0.7950009	0.7714342	0.6292861	0.7728129	0.8380445	1.803787	0.5436018
2000	-1.517972	-0.34716	-1.101784	-1.31887	-1.460825	-1.244684	-0.544134	-0.880546	-0.870657	-1.352543	-1.239235	-1.51264	-1.315238	-0.743958	-1.268178
2001	-1.234873	-1.090391	-1.041988	-1.373157	-1.201448	-1.567423	-0.58856	-0.77698	-1.150379	-1.180009	-1.200139	-1.192205	-0.78203	-0.659379	-0.958186
2002	-0.324169	-0.335793	0.0237036	-0.32608	-0.660602	-0.389993	0.4407577	0.2200995	-0.125058	-0.074887	-0.270597	-0.104455	0.1711697	0.292501	0.021511
2003	0.0275125	0.6618856	-0.273641	-0.201056	-0.479608	0.1452021	0.3327682	-0.093307	-0.02662	0.1276123	-0.089946	0.350279	0.3340537	0.1129569	0.1924336
2004	0.0905121	1.2634657	-0.070497	0.0489917	-0.413339	0.1192533	0.6546862	0.1436094	0.5630368	0.1911772	-0.219368	0.1225191	0.0857104	0.5833326	0.3447101
2005	-0.199765	0.8682416	-0.290024	-0.372142	-0.526638	-0.279711	0.6191454	0.2532678	0.2063189	-0.152073	-0.491692	-0.360489	-0.015818	0.2591147	0.1893259
2006	0.4796745	1.1646597	0.582352	0.4470946	0.2543451	0.6609359	1.0975798	1.2415472	0.9938273	0.7823311	0.3596582	0.4280315	1.2441589	0.8125852	1.0291774
2007	-2.308259	-1.565185	-2.055255	-2.268888	-1.614029	-1.935573	-1.75799	-1.752398	-1.797539	-2.001813	-1.850616	-2.178641	-1.983574	-1.833093	-2.185721
2008	-0.348093	0.6741271	-0.317055	-0.331838	-0.974848	-0.316201	0.3300343	0.1497015	-0.117261	-0.276479	-0.36227	-0.529345	-0.420472	0.4520132	0.0533648
2009	0.4693074	0.9626757	1.1188838	0.7711701	0.2030396	0.8806903	1.3825901	1.8094694	0.9246279	1.3335298	1.3983994	0.9895775	1.3252357	1.7607557	1.4168609
2010	-0.500409	0.3165017	-0.220398	-0.158285	-0.623549	-0.217271	0.4004325	0.237699	-0.309265	-0.354573	0.1527189	-0.180637	0.1857781	0.1648912	0.0595801
2011	-0.147132	0.7764307	-0.67174	-0.059582	-0.171775	-0.192133	-0.170271	-0.238164	0.2297103	-0.299181	-0.317108	-0.502643	0.0499197	-0.085135	-0.192142
CORRELATION															
SPI	0.56	0.48	0.42	0.52	0.45	0.47	0.32	0.38	0.41	0.47	0.42	0.53	0.48	0.34	0.49
FDI	0.58	0.56	0.43	0.54	0.46	0.50	0.38	0.43	0.45	0.50	0.44	0.55	0.53	0.38	0.54

Year	Sample 91	Sample 92	Sample 93	Sample 94	Sample 95	Sample 96	Sample 97	Sample 98	Sample 99	Sample 100	RDI 12	SPI 12	FDI 12
1980	0.034779	-0.550187	-0.823136	-1.387089	-0.036532	-1.068151	-0.97254	-1.252424	-1.012762	-1.1524085	0.58	-0.11	-0.20
1981	-0.141399	-0.680978	-1.060833	-0.288433	0.564704	-0.710664	-0.567854	-0.739966	-1.006369	-0.5090003	-0.28	1.19	1.03
1982	0.6930815	-0.292281	0.0794023	0.3688355	1.0259743	0.1640836	0.2713631	0.1378266	-0.78614	-0.0112695	1.64	0.73	0.75
1983	0.1602518	-0.051274	-0.253373	-0.248306	1.1500947	0.8206915	0.3512468	0.0427738	-0.342131	-0.1562327	-0.39	0.00	0.01
1984	1.7810854	1.0979181	1.1217206	1.5236692	2.0189378	1.5057525	1.1737852	1.1635705	0.3576271	1.57404253	2.07	1.76	1.69
1985	1.5585	0.7900464	0.8982146	0.5389709	2.5629551	1.5663063	1.2124103	1.0428947	0.7057301	0.71854534	-0.48	-0.60	-0.77
1986	0.9337142	-0.50904	-0.24344	-0.854213	0.4361821	-0.192673	-0.220229	-0.459766	-0.434485	-0.5568453	-0.13	-0.13	-0.30
1987	-0.374297	-0.860264	-0.84797	-0.941688	-0.517169	-0.502009	-0.757468	-0.651525	-1.12927	-0.8496281	-0.43	-0.15	-0.13
1988	0.5401078	0.3763667	-0.110046	0.0301699	0.1448072	0.434752	-0.228129	-0.415959	-0.179446	0.17225539	-0.52	0.25	0.00
1989	-0.221323	-0.515653	-0.49107	-0.390353	-0.488999	-0.560374	-0.688119	-0.943296	-0.73428	-0.4468732	-0.41	-0.35	-0.62
1990	-0.865875	-1.275413	-0.893381	-1.218559	-1.38161	-1.114843	-1.403561	-1.159851	-1.328897	-1.2231048	-1.63	-2.60	-2.27
1991	1.3359147	0.6313345	0.7385675	0.477979	0.4625907	0.3099965	0.3916275	0.2270936	0.312871	0.58215138	0.39	0.46	0.32
1992	-0.281481	-1.005749	-0.815331	-0.789208	-0.782135	-0.859495	-0.869832	-0.796997	-0.930354	-0.8353461	-0.28	-0.31	-0.34
1993	-1.127993	-0.60897	-1.133206	-1.020335	-0.589352	-0.793834	-1.045401	-0.979664	-0.755592	-0.8817628	-0.51	0.07	-0.13
1994	-0.425002	-0.919046	-0.923891	-0.473816	-1.242525	-1.091497	-0.533619	-0.800303	-0.95664	-0.7960703	0.10	1.18	0.82
1995	0.1903309	-0.072582	0.2262776	0.3648229	-0.352555	-0.233529	-0.107865	-0.167996	0.1736297	0.21510166	1.38	0.02	-0.10
1996	0.5401078	0.1096426	0.357543	0.621631	0.1518495	0.140008	0.009766	0.3180137	-0.042336	0.84065721	0.01	-0.02	-0.02
1997	0.8082414	2.1971449	1.0450899	0.9217754	0.7504445	1.6027845	0.583875	0.9561074	2.1933379	1.68330052	-1.13	-1.31	-0.96
1998	2.217662	3.3367846	2.9353118	2.8622812	1.7856618	2.9437239	3.0330557	2.3405723	2.807136	2.902991	0.08	1.41	1.29
1999	0.4017439	1.0237055	0.9656212	1.0742552	0.5664646	0.5711805	0.8946313	1.5537003	1.1738932	1.10701818	1.25	0.05	-0.25
2000	-1.53449	-0.916841	-1.092053	-0.994655	-1.07351	-1.065232	-0.775025	-1.044961	-0.547441	-1.142411	-2.31	-1.80	-1.75
2001	-1.714965	-0.75666	-0.965754	-0.927243	-1.451153	-0.969659	-1.269251	-0.773854	-0.568753	-0.6925252	-1.68	0.51	0.19
2002	-0.212729	0.1250729	0.1773192	-0.282012	-0.863121	-0.344423	-0.722355	0.0030995	0.3888853	0.1579733	0.75	-1.01	-0.91
2003	-0.68626	-0.16296	0.1006886	0.0719012	-0.165934	-0.256145	-0.282556	0.1791539	0.4300893	0.13726427	1.04	0.88	0.93
2004	-0.321873	-0.013065	0.2312444	0.3921088	0.0955111	-0.121176	0.3020876	0.61805	0.5338098	0.03157681	0.74	1.31	1.50
2005	-0.797123	0.1000904	-0.051863	0.1633891	-0.599035	-0.159113	0.0457575	0.3328915	0.6183492	0.07442308	0.27	-0.03	0.26
2006	0.5624522	0.6835036	0.9897456	0.7757158	0.0558982	0.4456954	0.9718814	1.28094	1.0715936	0.76353392	0.13	0.06	0.33
2007	-2.246076	-1.500255	-2.146433	-2.306783	-1.664182	-1.526317	-1.807368	-2.407109	-1.491582	-2.0964546	-1.52	-2.15	-1.97
2008	-0.337342	-0.351798	0.1241035	0.3961214	-0.874565	-0.11388	0.4100622	0.2948704	0.0642259	-0.1462352	-1.04	-1.12	-1.02
2009	0.7618337	1.048688	1.7631472	1.3727945	0.1280817	1.6283193	1.8137324	1.4892297	1.4175654	0.99990251	0.98	0.86	0.97
2010	-0.731808	-0.004983	0.2993605	0.1224603	-0.160652	-0.143063	0.2432721	0.3824843	0.3419979	-0.1705148	0.50	0.64	0.63
2011	-0.49977	-0.472301	-0.201577	0.0438129	0.3428717	-0.307215	0.5426164	0.2303998	-0.344262	-0.2940548	0.82	0.31	0.54
CORRELATION													
SPI	0.43	0.35	0.41	0.53	0.46	0.37	0.48	0.46	0.28	0.44			
FDI	0.42	0.38	0.46	0.57	0.47	0.40	0.53	0.52	0.33	0.48			

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙ

Histogram for G3 - Sonnblick - AU



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Sonnblick - AU

Kolmogorov-Smirnov Test

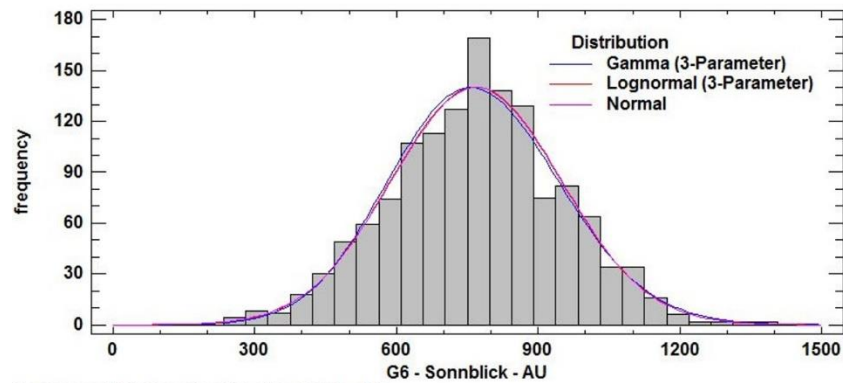
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0100099	0.011698	0.0200659
DMINUS	0.0287261	0.0247784	0.010667
DN	0.0287261	0.0247784	0.0200659
P-Value	0.2142	0.380574	0.646784

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Sonnblick - AU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Sonnblick - AU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Sonnblick - AU



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Sonnblick - AU

Kolmogorov-Smirnov Test

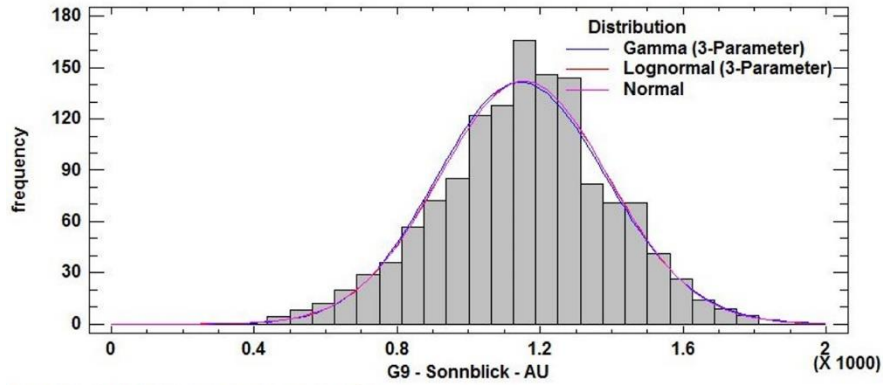
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0136806	0.0156578	0.0167319
DMINUS	0.0279245	0.0214251	0.0197178
DN	0.0279245	0.0214251	0.0197178
P-Value	0.243433	0.564607	0.66974

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Sonnblick - AU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Sonnblick - AU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Sonnblick - AU



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Sonnblick - AU

Kolmogorov-Smirnov Test

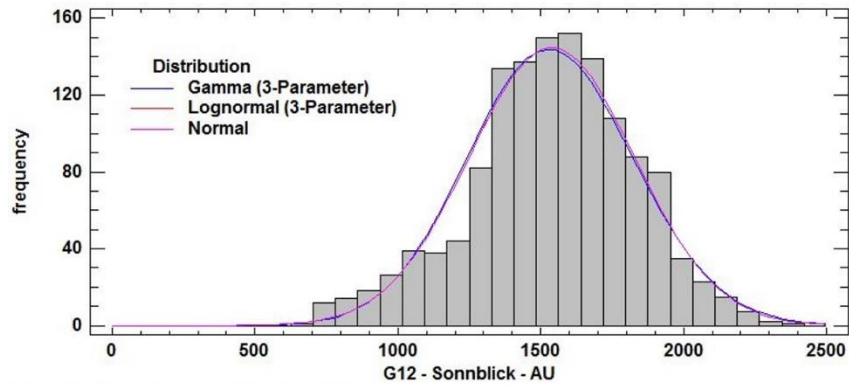
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0175067	0.0206	0.0194039
DMINUS	0.0369466	0.0292114	0.0307564
DN	0.0369466	0.0292114	0.0307564
P-Value	0.0504377	0.200516	0.156155

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Sonnblick - AU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Sonnblick - AU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Sonnblick - AU



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Sonnblick - AU

Kolmogorov-Smirnov Test

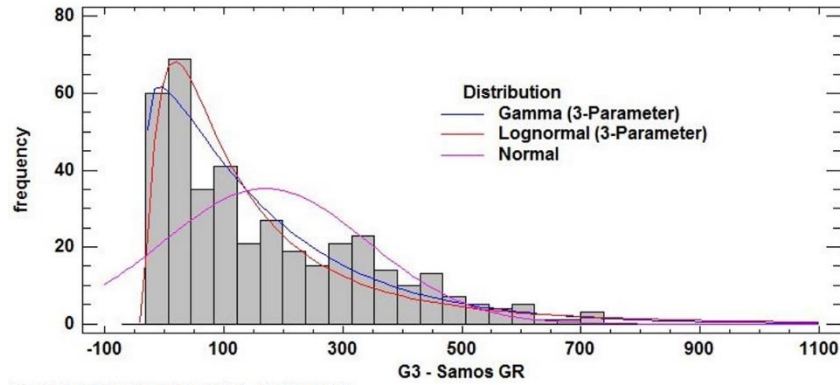
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0233668	0.0221942	0.0222052
DMINUS	0.0361178	0.0326259	0.0325161
DN	0.0361178	0.0326259	0.0325161
P-Value	0.0598484	0.114163	0.116381

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Sonnblick - AU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Sonnblick - AU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Samos GR



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Samos GR

Kolmogorov-Smirnov Test

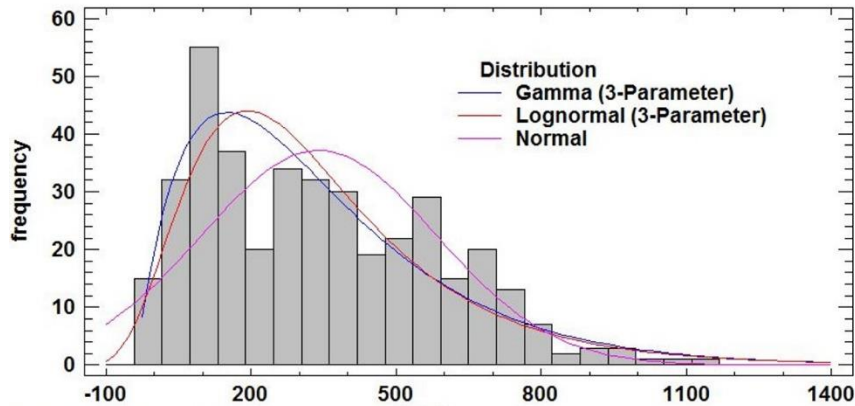
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0636605	0.0679492	0.137241
DMINUS	0.065356	0.0817101	0.122582
DN	0.065356	0.0817101	0.137241
P-Value	0.0690657	0.010379	7.16514E-7

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Samos GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Samos GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Samos GR



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Samos GR

Kolmogorov-Smirnov Test

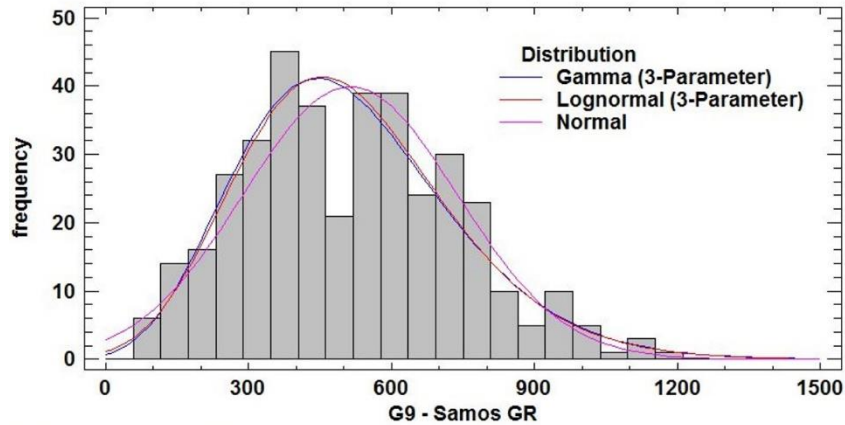
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0435148	0.0610823	0.0941645
DMINUS	0.063844	0.0638514	0.0668166
DN	0.063844	0.0638514	0.0941645
P-Value	0.0825547	0.0824939	0.00194826

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Samos GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Samos GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Samos GR



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Samos GR

Kolmogorov-Smirnov Test

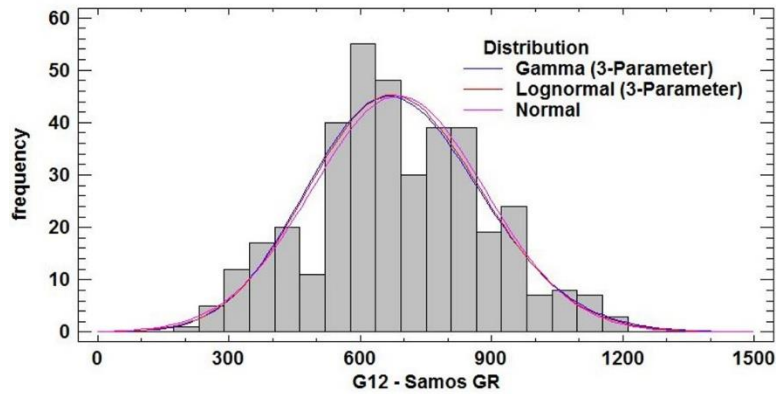
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0300873	0.0356672	0.0625093
DMINUS	0.054434	0.0517425	0.0271427
DN	0.054434	0.0517425	0.0625093
P-Value	0.200752	0.250713	0.0964291

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Samos GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Samos GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Samos GR



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Samos GR

Kolmogorov-Smirnov Test

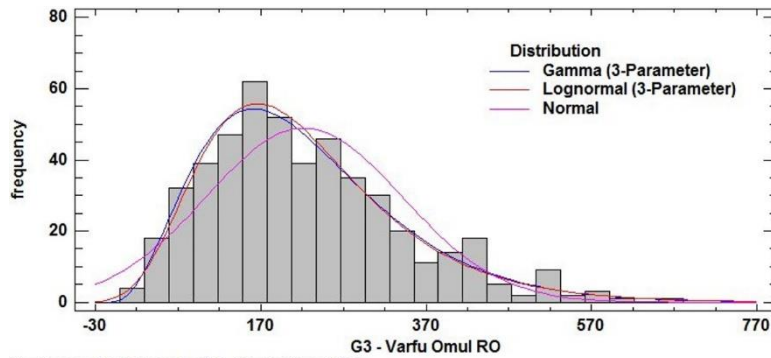
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0368978	0.0402073	0.0504837
DMINUS	0.048066	0.0456143	0.0415505
DN	0.048066	0.0456143	0.0504837
P-Value	0.338438	0.404589	0.281423

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Samos GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Samos GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Varfu Omul RO



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Varfu Omul RO

Kolmogorov-Smirnov Test

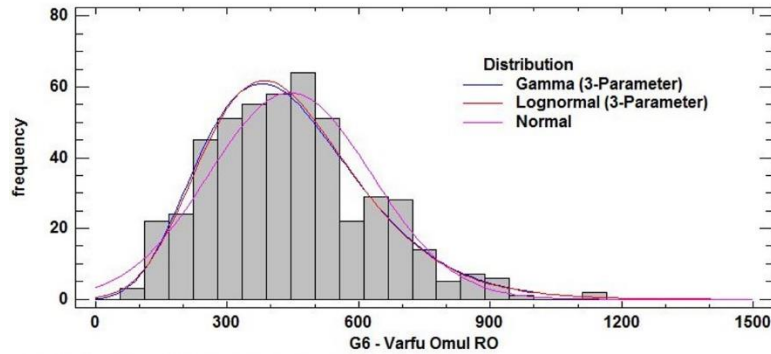
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0195963	0.0229654	0.0784772
DMINUS	0.0243536	0.0241518	0.0479438
DN	0.0243536	0.0241518	0.0784772
P-Value	0.93335	0.937413	0.00478461

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Varfu Omul RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Varfu Omul RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Varfu Omul RO



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Varfu Omul RO

Kolmogorov-Smirnov Test

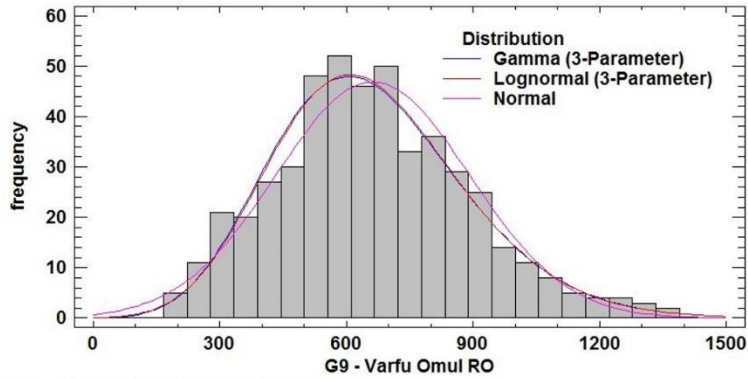
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0215731	0.0199263	0.0501988
DMINUS	0.0258679	0.0238064	0.0311555
DN	0.0258679	0.0238064	0.0501988
P-Value	0.900366	0.945375	0.171883

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Varfu Omul RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Varfu Omul RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Varfu Omul RO



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Varfu Omul RO

Kolmogorov-Smirnov Test

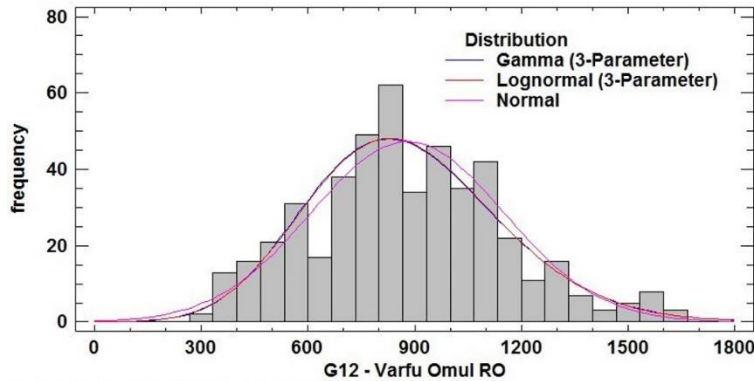
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0206891	0.0211777	0.0414073
DMINUS	0.0269082	0.0238995	0.0205769
DN	0.0269082	0.0238995	0.0414073
P-Value	0.87472	0.94502	0.381702

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Varfu Omul RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Varfu Omul RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Varfu Omul RO



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Varfu Omul RO

Kolmogorov-Smirnov Test

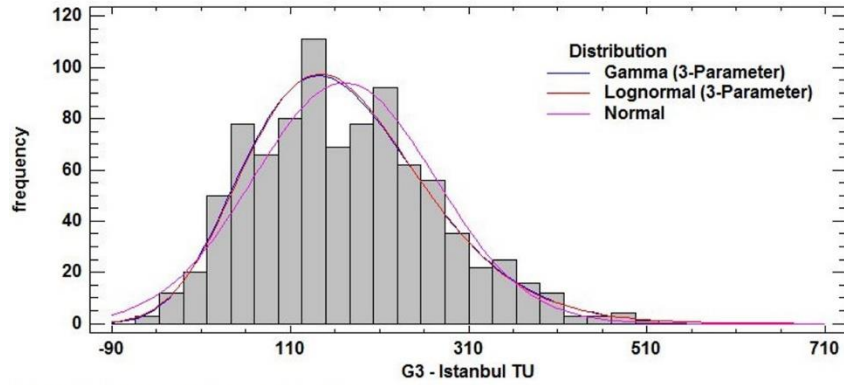
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0380594	0.0382067	0.0435704
DMINUS	0.0322647	0.0304533	0.0198273
DN	0.0380594	0.0382067	0.0435704
P-Value	0.500216	0.494717	0.322706

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Varfu Omul RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Varfu Omul RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Istanbul TU



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Istanbul TU

Kolmogorov-Smirnov Test

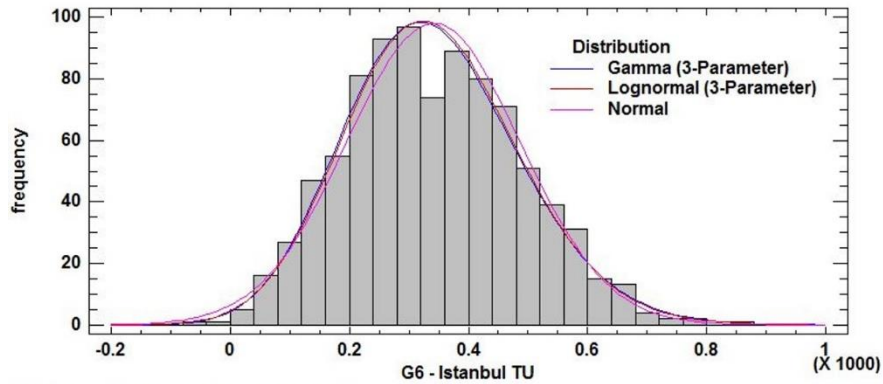
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0243134	0.0256434	0.0488862
DMINUS	0.0282321	0.029471	0.027189
DN	0.0282321	0.029471	0.0488862
P-Value	0.481156	0.422265	0.0273499

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Istanbul TU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Istanbul TU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Istanbul TU



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Istanbul TU

Kolmogorov-Smirnov Test

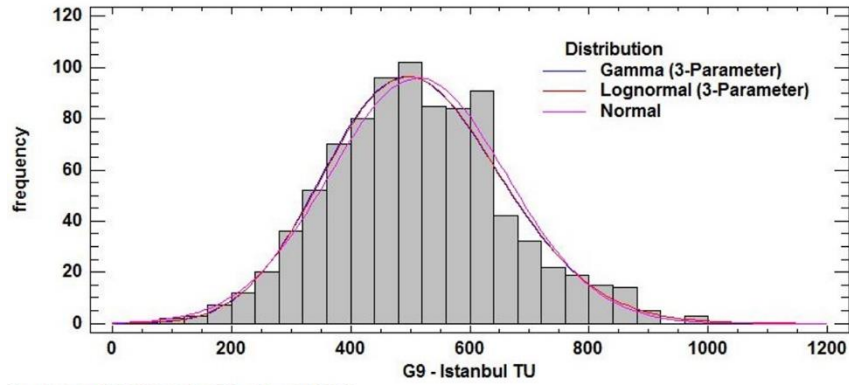
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0133735	0.0187569	0.0334073
DMINUS	0.0267456	0.0231951	0.0165511
DN	0.0267456	0.0231951	0.0334073
P-Value	0.56179	0.721336	0.271626

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Istanbul TU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Istanbul TU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Istanbul TU



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Istanbul TU

Kolmogorov-Smirnov Test

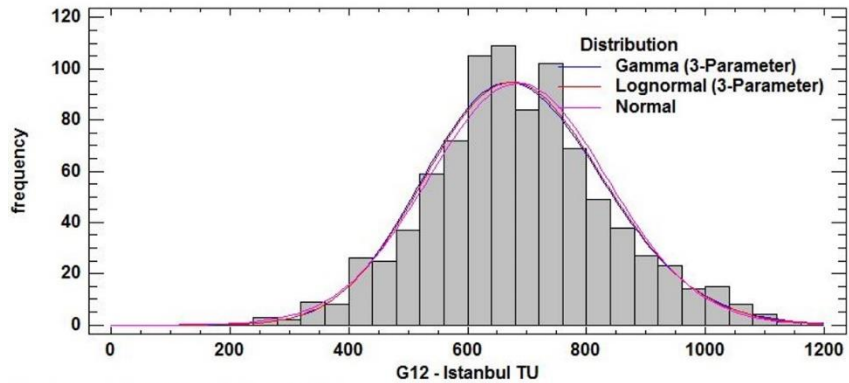
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0252231	0.0262928	0.0282741
DMINUS	0.012764	0.0125867	0.0187327
DN	0.0252231	0.0262928	0.0282741
P-Value	0.621575	0.568285	0.483781

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Istanbul TU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Istanbul TU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Istanbul TU



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Istanbul TU

Kolmogorov-Smirnov Test

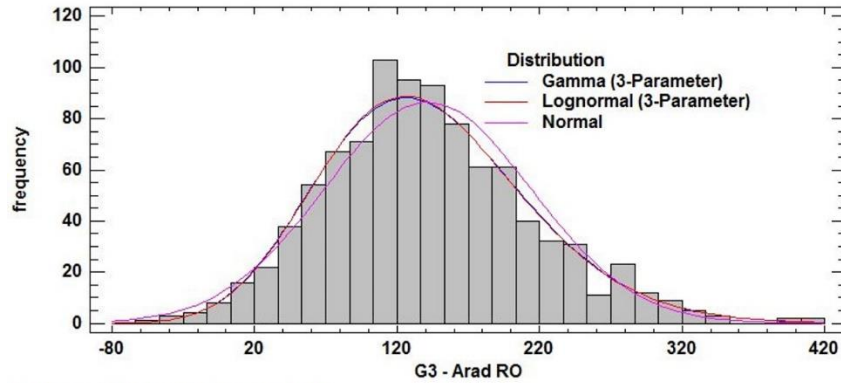
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0258453	0.0280785	0.0330125
DMINUS	0.0304103	0.0266285	0.0231341
DN	0.0304103	0.0280785	0.0330125
P-Value	0.387698	0.495987	0.288497

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Istanbul TU can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Istanbul TU does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Arad RO



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Arad RO

Kolmogorov-Smirnov Test

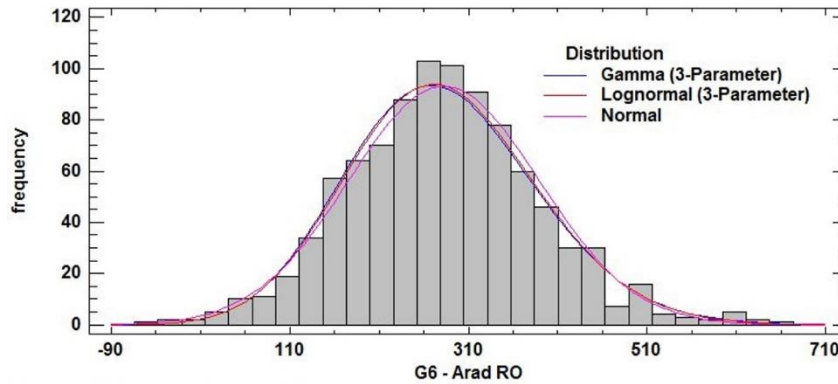
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0201102	0.019243	0.0465099
DMINUS	0.0196552	0.0187089	0.0216585
DN	0.0201102	0.019243	0.0465099
P-Value	0.838834	0.874876	0.0333875

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Arad RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Arad RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Arad RO



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Arad RO

Kolmogorov-Smirnov Test

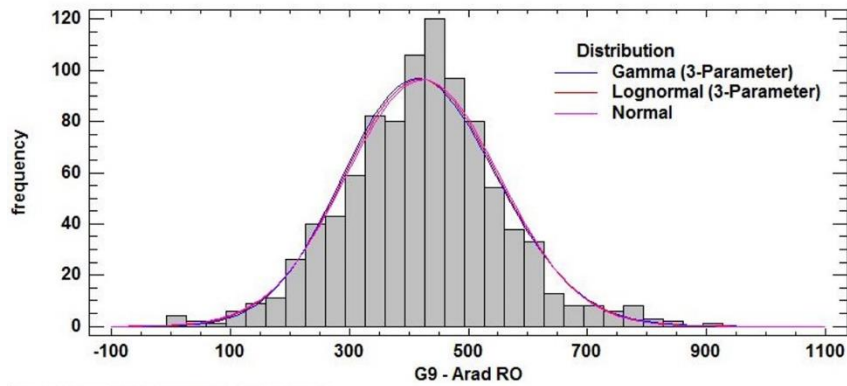
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0211695	0.0223716	0.0290789
DMINUS	0.0270349	0.0213004	0.0191935
DN	0.0270349	0.0223716	0.0290789
P-Value	0.507962	0.732764	0.407609

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Arad RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Arad RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Arad RO



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Arad RO

Kolmogorov-Smirnov Test

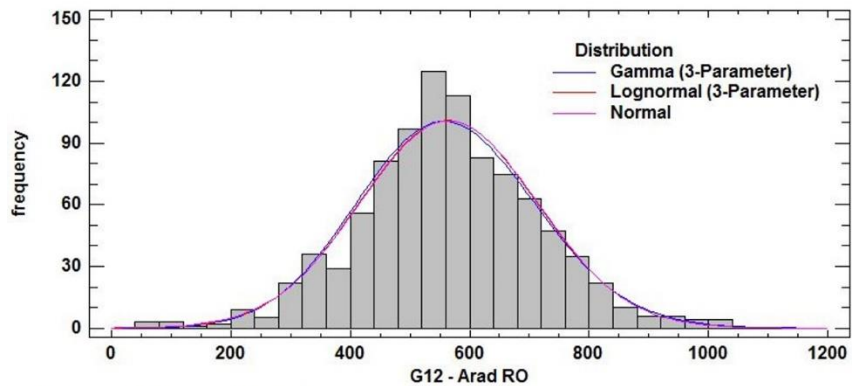
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0361597	0.0383401	0.0403591
DMINUS	0.0317339	0.0277909	0.0240166
DN	0.0361597	0.0383401	0.0403591
P-Value	0.17124	0.126154	0.0935689

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Arad RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Arad RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Arad RO



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Arad RO

Kolmogorov-Smirnov Test

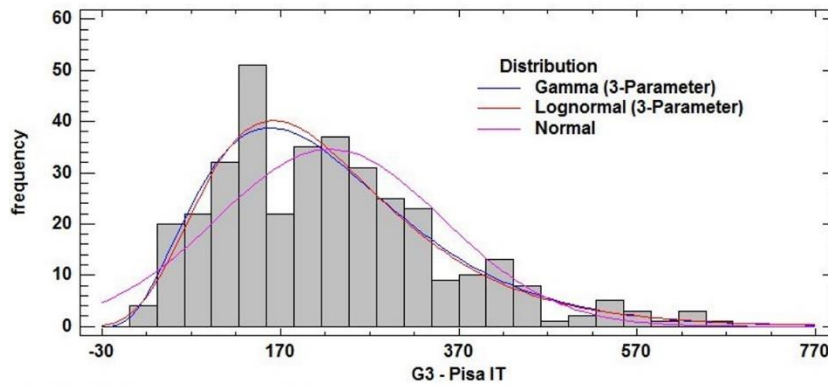
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0257222	0.0309223	0.0326921
DMINUS	0.0379078	0.0338612	0.0331601
DN	0.0379078	0.0338612	0.0331601
P-Value	0.135384	0.233458	0.255009

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Arad RO can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Arad RO does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Pisa IT



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Pisa IT

Kolmogorov-Smirnov Test

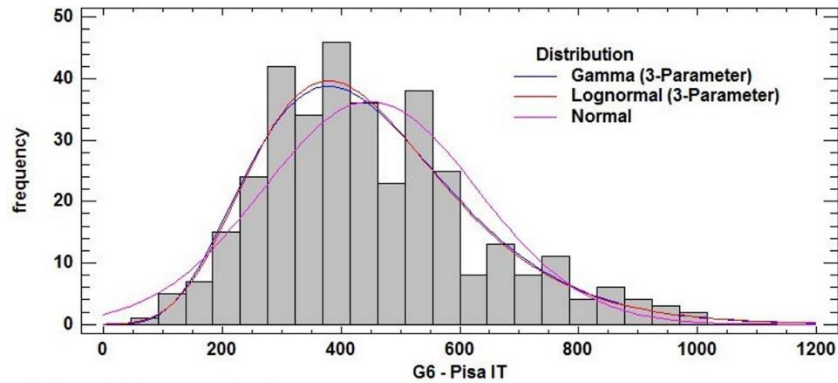
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0357176	0.0402186	0.0769692
DMINUS	0.0273256	0.0310313	0.0559825
DN	0.0357176	0.0402186	0.0769692
P-Value	0.751036	0.608732	0.0287642

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Pisa IT can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Pisa IT does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Pisa IT



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Pisa IT

Kolmogorov-Smirnov Test

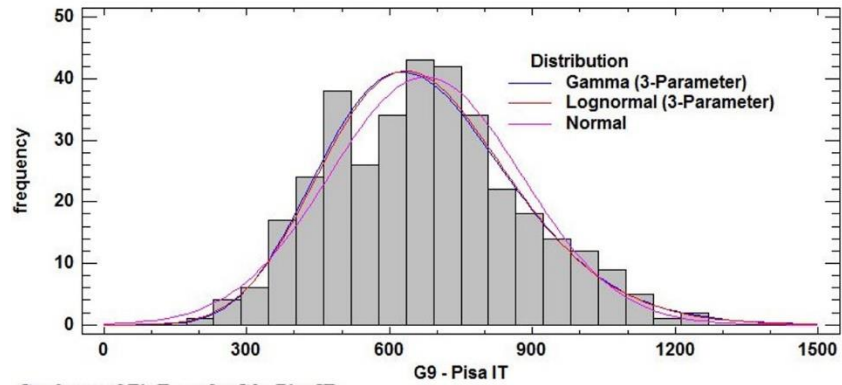
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0290884	0.0253081	0.0731617
DMINUS	0.0258636	0.0232947	0.0409609
DN	0.0290884	0.0253081	0.0731617
P-Value	0.924744	0.976862	0.0447253

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Pisa IT can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Pisa IT does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Pisa IT



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Pisa IT

Kolmogorov-Smirnov Test

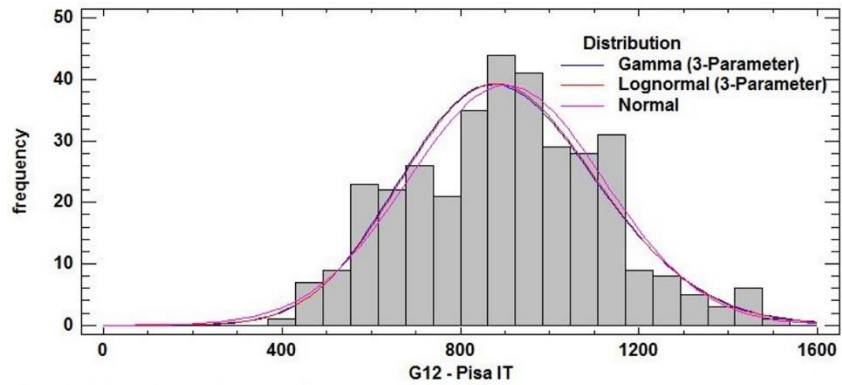
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0334219	0.0359544	0.0393302
DMINUS	0.0364956	0.0326226	0.0303392
DN	0.0364956	0.0359544	0.0393302
P-Value	0.736503	0.753052	0.647562

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Pisa IT can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Pisa IT does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Pisa IT



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Pisa IT

Kolmogorov-Smirnov Test

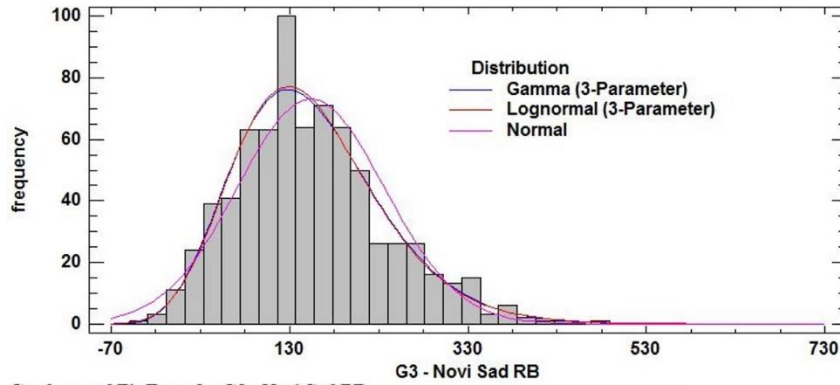
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0439511	0.0446198	0.0414138
DMINUS	0.0469725	0.043573	0.0298771
DN	0.0469725	0.0446198	0.0414138
P-Value	0.430838	0.502167	0.587506

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Pisa IT can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Pisa IT does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Novi Sad RB



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Novi Sad RB

Kolmogorov-Smirnov Test

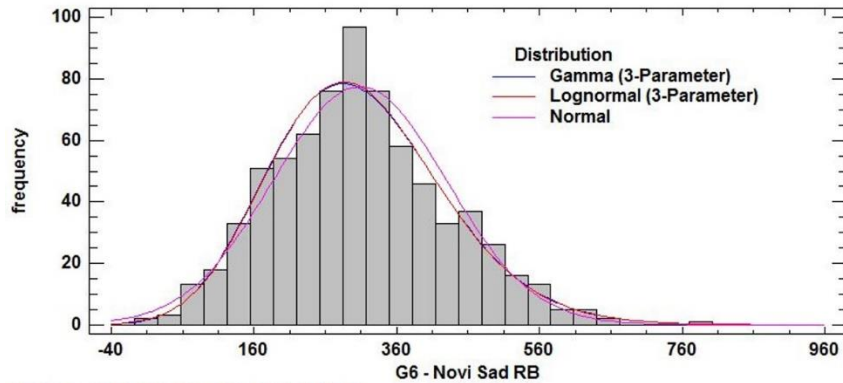
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0233929	0.02049	0.0563156
DMINUS	0.0191282	0.0172923	0.0287257
DN	0.0233929	0.02049	0.0563156
P-Value	0.819234	0.919146	0.0195035

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Novi Sad RB can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Novi Sad RB does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Novi Sad RB



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Novi Sad RB

Kolmogorov-Smirnov Test

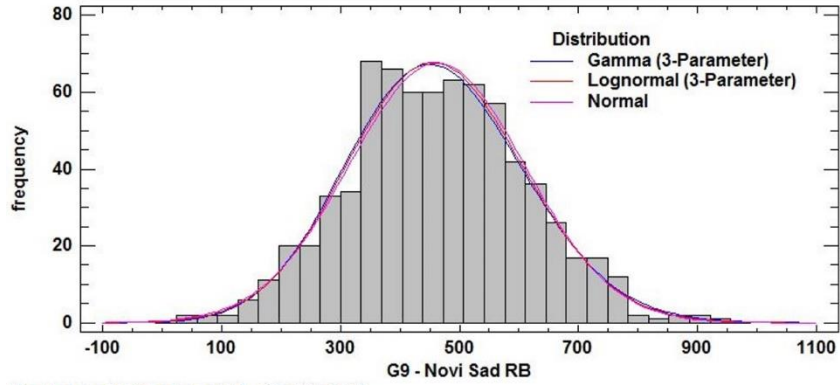
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0296141	0.0295047	0.0531071
DMINUS	0.0249579	0.0242107	0.0205577
DN	0.0296141	0.0295047	0.0531071
P-Value	0.546612	0.551428	0.0331187

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Novi Sad RB can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Novi Sad RB does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Novi Sad RB



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Novi Sad RB

Kolmogorov-Smirnov Test

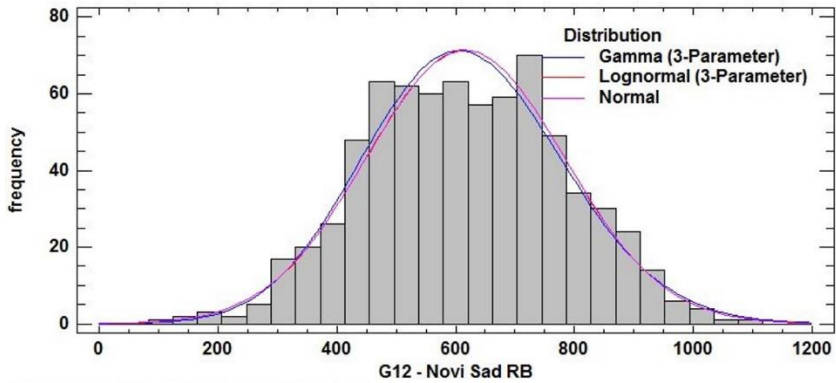
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0185885	0.0224166	0.0270151
DMINUS	0.0206549	0.0183029	0.0169218
DN	0.0206549	0.0224166	0.0270151
P-Value	0.916909	0.86006	0.666111

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Novi Sad RB can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Novi Sad RB does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Novi Sad RB



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Novi Sad RB

Kolmogorov-Smirnov Test

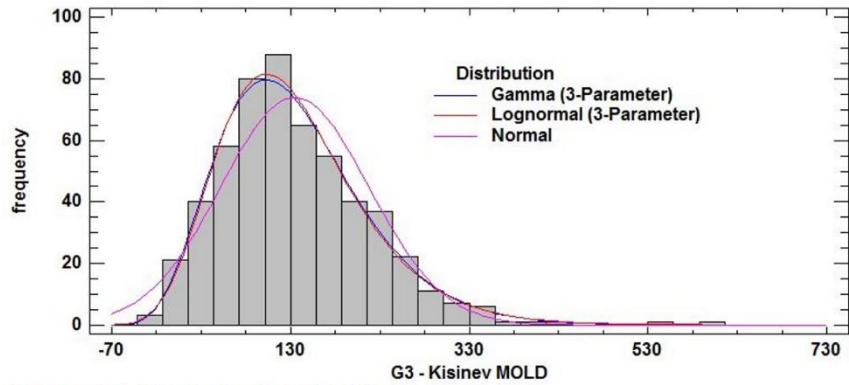
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.026589	0.0326483	0.0325315
DMINUS	0.0334292	0.0280229	0.0278534
DN	0.0334292	0.0326483	0.0325315
P-Value	0.400783	0.432168	0.43701

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Novi Sad RB can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Novi Sad RB does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Kisinev MOLD



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Kisinev MOLD

Kolmogorov-Smirnov Test

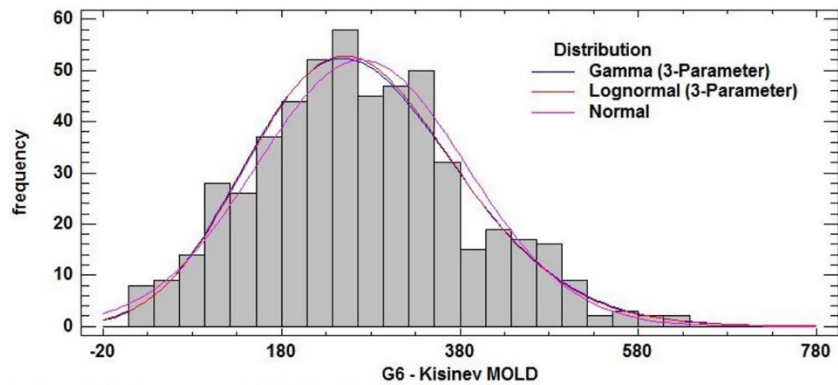
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0169318	0.0154167	0.0676647
DMINUS	0.0256769	0.022272	0.0401329
DN	0.0256769	0.022272	0.0676647
P-Value	0.870092	0.952328	0.014504

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Kisinev MOLD can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Kisinev MOLD does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Kisinev MOLD



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Kisinev MOLD

Kolmogorov-Smirnov Test

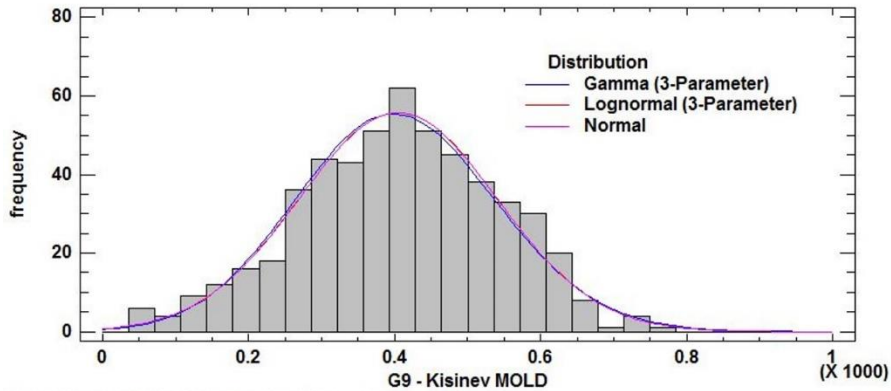
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0235017	0.0214939	0.0328725
DMINUS	0.0183432	0.0183755	0.0258329
DN	0.0235017	0.0214939	0.0328725
P-Value	0.929103	0.965736	0.609786

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Kisinev MOLD can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Kisinev MOLD does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Kisinev MOLD



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Kisinev MOLD

Kolmogorov-Smirnov Test

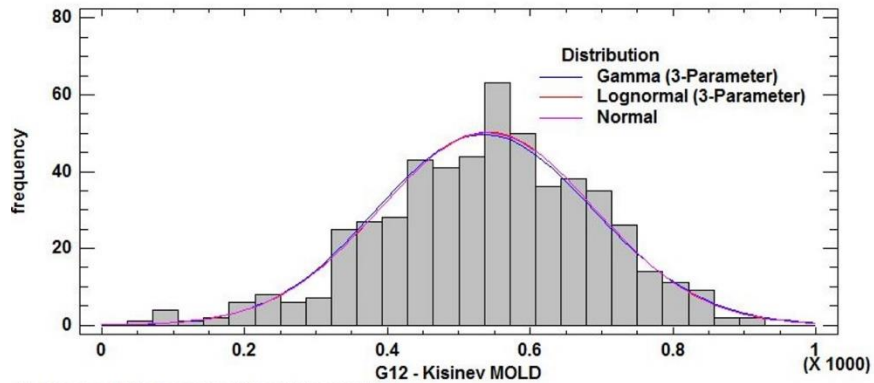
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0193727	0.0161636	0.0161967
DMINUS	0.0293119	0.0221382	0.0227141
DN	0.0293119	0.0221382	0.0227141
P-Value	0.750593	0.956742	0.946569

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Kisinev MOLD can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Kisinev MOLD does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Kisinev MOLD



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Kisinev MOLD

Kolmogorov-Smirnov Test

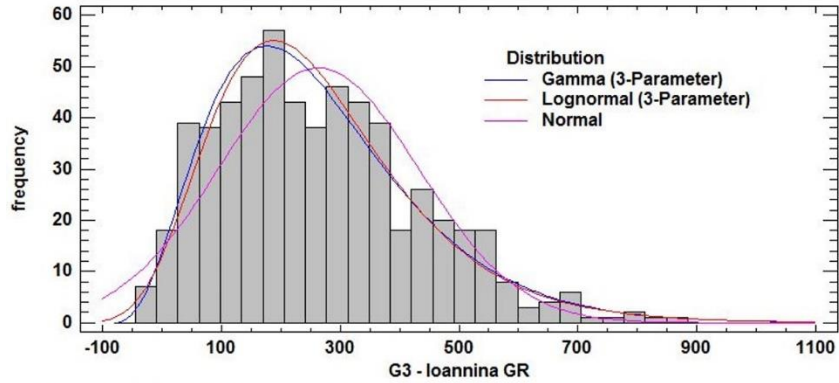
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0200351	0.0198847	0.0195558
DMINUS	0.0361563	0.0304136	0.0307117
DN	0.0361563	0.0304136	0.0307117
P-Value	0.505552	0.712045	0.700607

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Kisinev MOLD can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Kisinev MOLD does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Ioannina GR



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Ioannina GR

Kolmogorov-Smirnov Test

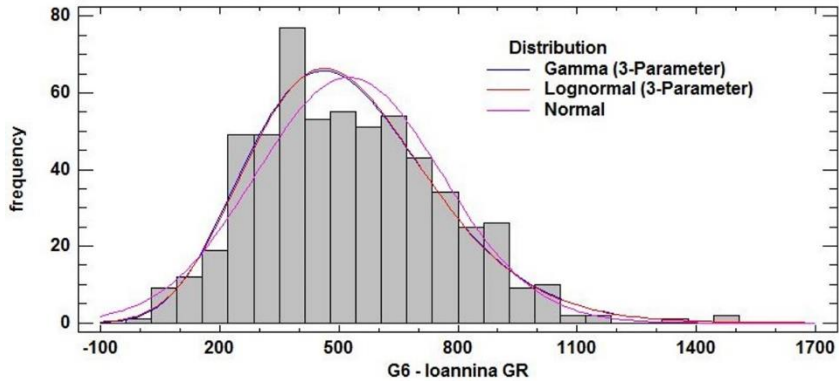
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0234608	0.0271179	0.0628221
DMINUS	0.0346836	0.0347123	0.0424901
DN	0.0346836	0.0347123	0.0628221
P-Value	0.491906	0.490733	0.0195987

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Ioannina GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Ioannina GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Ioannina GR



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Ioannina GR

Kolmogorov-Smirnov Test

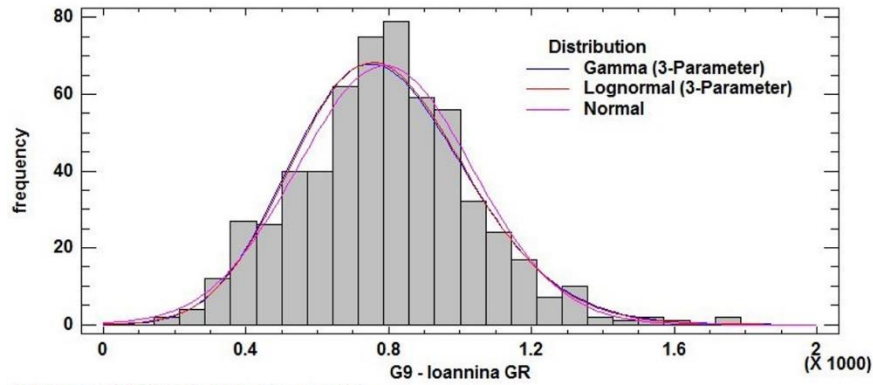
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0288458	0.0310257	0.0544211
DMINUS	0.0235895	0.0240206	0.0282429
DN	0.0288458	0.0310257	0.0544211
P-Value	0.717065	0.628636	0.0632834

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Ioannina GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Ioannina GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Ioannina GR



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Ioannina GR

Kolmogorov-Smirnov Test

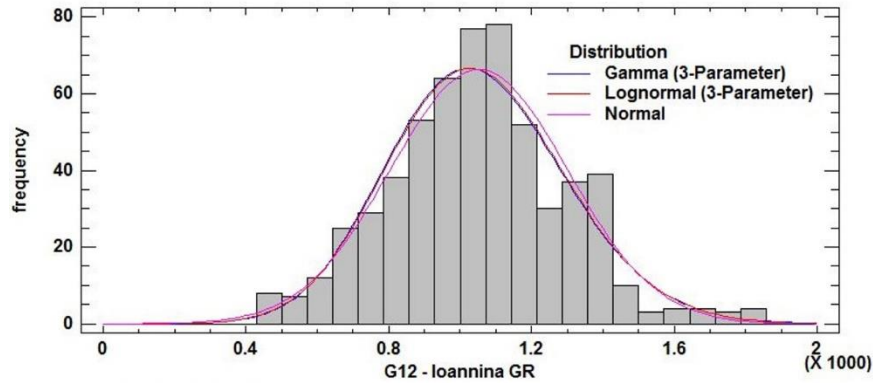
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0244981	0.0234826	0.0377949
DMINUS	0.0446434	0.041624	0.0240651
DN	0.0446434	0.041624	0.0377949
P-Value	0.198239	0.268363	0.382741

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Ioannina GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Ioannina GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Ioannina GR



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Ioannina GR

Kolmogorov-Smirnov Test

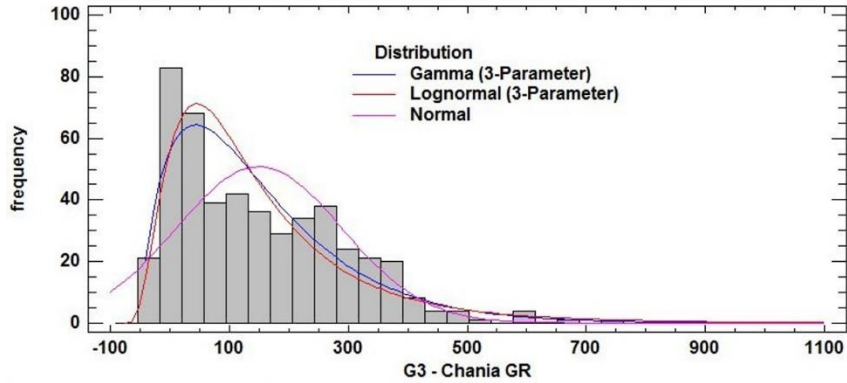
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0279638	0.0302232	0.0417258
DMINUS	0.0303799	0.027543	0.0194777
DN	0.0303799	0.0302232	0.0417258
P-Value	0.661308	0.667652	0.268524

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Ioannina GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Ioannina GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Chania GR



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Chania GR

Kolmogorov-Smirnov Test

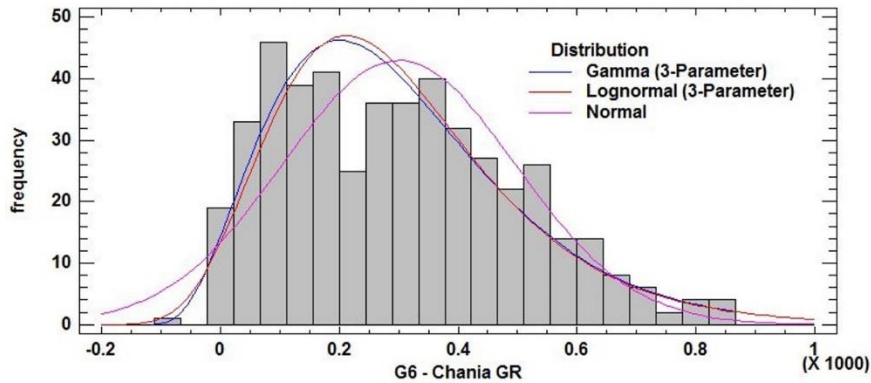
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0609319	0.0653629	0.113343
DMINUS	0.0657402	0.0797538	0.0868809
DN	0.0657402	0.0797538	0.113343
P-Value	0.032114	0.00457271	0.00000927555

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Chania GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Chania GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Chania GR



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Chania GR

Kolmogorov-Smirnov Test

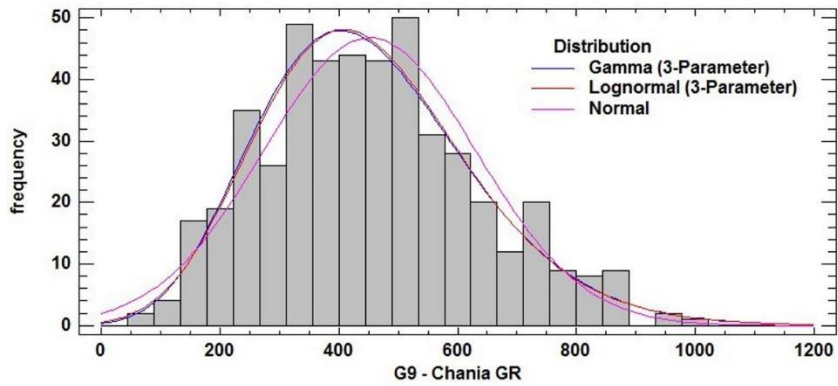
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0427908	0.0512566	0.0757176
DMINUS	0.0554539	0.0553458	0.052129
DN	0.0554539	0.0553458	0.0757176
P-Value	0.107727	0.10896	0.00862277

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Chania GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Chania GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Chania GR



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Chania GR

Kolmogorov-Smirnov Test

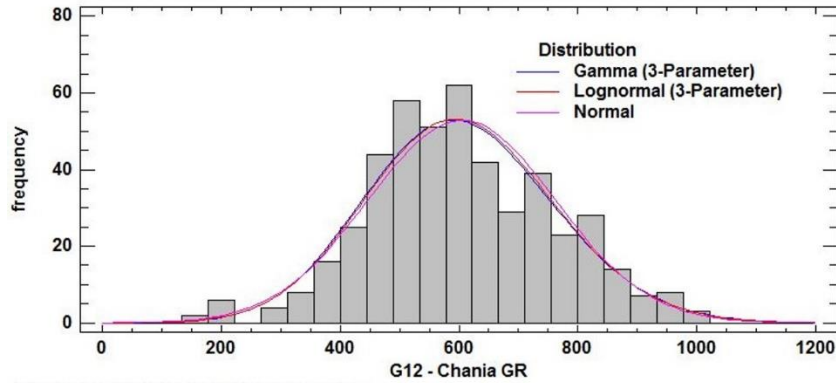
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0213206	0.022364	0.0391029
DMINUS	0.0273093	0.0251744	0.0303007
DN	0.0273093	0.0251744	0.0391029
P-Value	0.873014	0.925869	0.475348

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Chania GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Chania GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Chania GR



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Chania GR

Kolmogorov-Smirnov Test

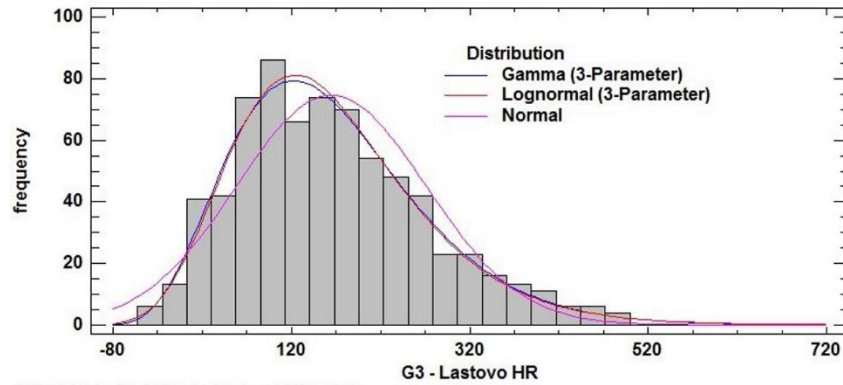
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0401148	0.0436608	0.051694
DMINUS	0.0322414	0.0291805	0.0299936
DN	0.0401148	0.0436608	0.051694
P-Value	0.444458	0.335346	0.163137

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Chania GR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Chania GR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Lastovo HR



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Lastovo HR

Kolmogorov-Smirnov Test

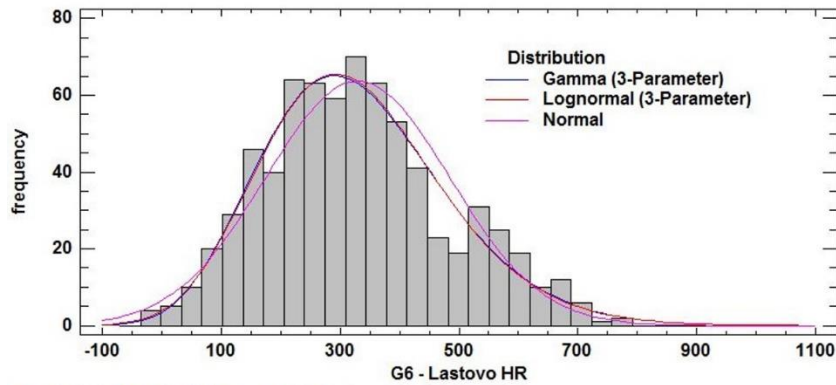
	Gamma (3-Parameter)	Lognormal (3-Parameter)	Normal
DPLUS	0.019273	0.0213566	0.0581504
DMINUS	0.011725	0.015743	0.0388917
DN	0.019273	0.0213566	0.0581504
P-Value	0.952453	0.898744	0.0155664

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Lastovo HR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Lastovo HR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Lastovo HR



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Lastovo HR

Kolmogorov-Smirnov Test

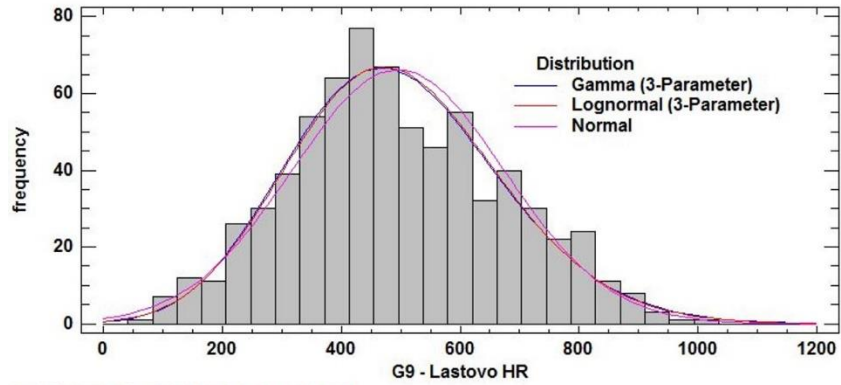
	Gamma (3-Parameter)	Lognormal (3-Parameter)	Normal
DPLUS	0.0184379	0.0176421	0.0452739
DMINUS	0.0306143	0.032099	0.0361193
DN	0.0306143	0.032099	0.0452739
P-Value	0.528252	0.461048	0.106684

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Lastovo HR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Lastovo HR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Lastovo HR



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Lastovo HR

Kolmogorov-Smirnov Test

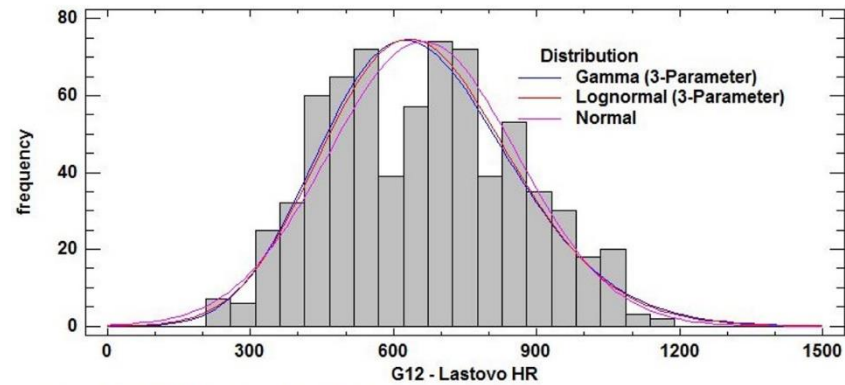
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0253398	0.0282148	0.0456909
DMINUS	0.0256034	0.0258682	0.0245244
DN	0.0256034	0.0282148	0.0456909
P-Value	0.739014	0.622346	0.102324

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Lastovo HR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Lastovo HR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Lastovo HR



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Lastovo HR

Kolmogorov-Smirnov Test

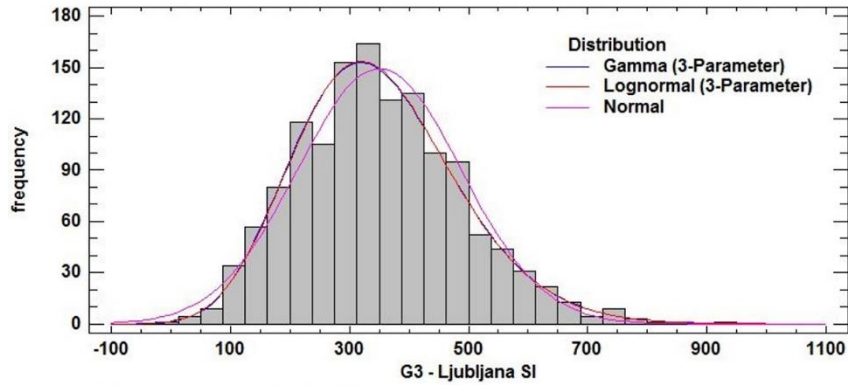
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0496559	0.0548564	0.0658311
DMINUS	0.038382	0.0348918	0.0324127
DN	0.0496559	0.0548564	0.0658311
P-Value	0.0606154	0.0280454	0.00428732

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Lastovo HR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Lastovo HR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Ljubljana SI



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Ljubljana SI

Kolmogorov-Smirnov Test

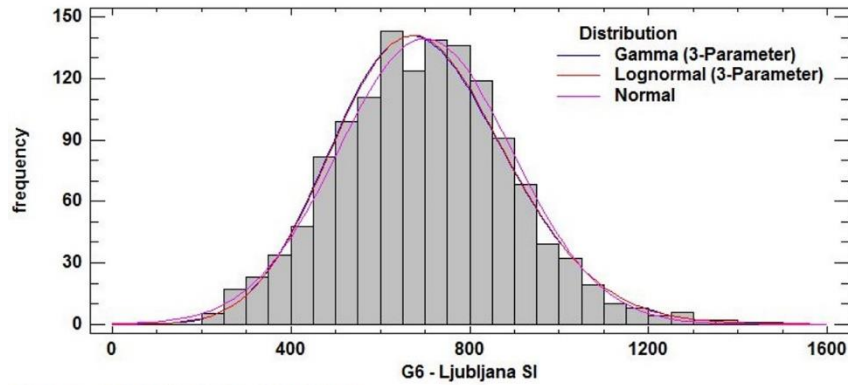
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0138028	0.0146524	0.0363091
DMINUS	0.0144474	0.015124	0.0184366
DN	0.0144474	0.015124	0.0363091
P-Value	0.937998	0.91352	0.0545535

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Ljubljana SI can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Ljubljana SI does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Ljubljana SI



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Ljubljana SI

Kolmogorov-Smirnov Test

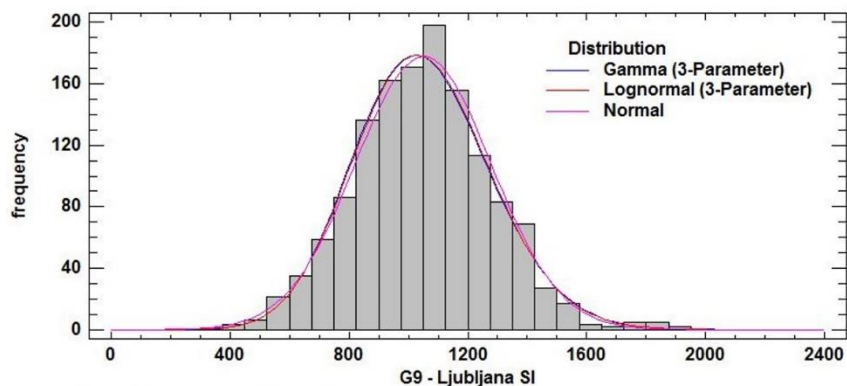
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0126679	0.0127301	0.0196983
DMINUS	0.0230602	0.0205107	0.00879107
DN	0.0230602	0.0205107	0.0196983
P-Value	0.47235	0.615005	0.665543

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Ljubljana SI can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Ljubljana SI does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Ljubljana SI



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Ljubljana SI

Kolmogorov-Smirnov Test

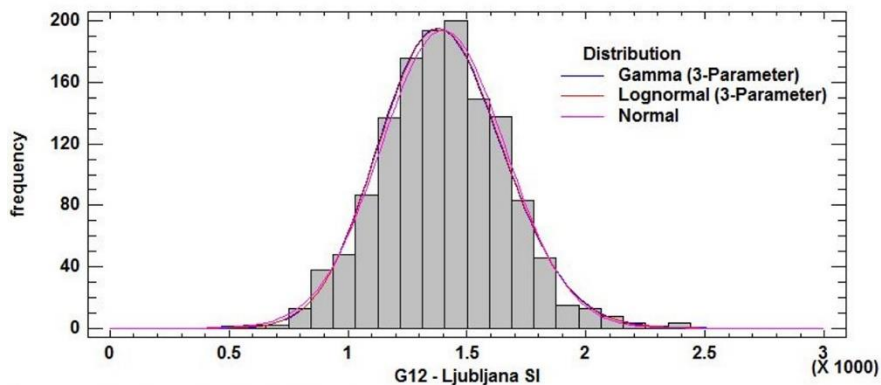
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0130891	0.0137613	0.0225306
DMINUS	0.023466	0.0199492	0.00951446
DN	0.023466	0.0199492	0.0225306
P-Value	0.449752	0.651292	0.50677

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Ljubljana SI can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Ljubljana SI does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Ljubljana SI



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Ljubljana SI

Kolmogorov-Smirnov Test

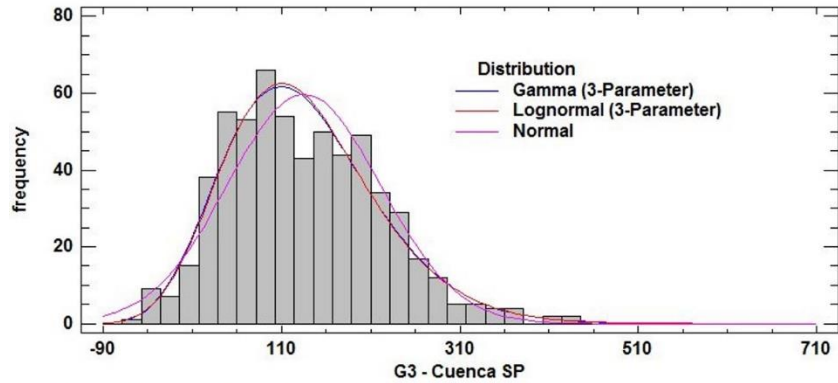
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0140951	0.0142381	0.0168758
DMINUS	0.01557	0.0132168	0.0131781
DN	0.01557	0.0142381	0.0168758
P-Value	0.897241	0.946085	0.83437

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Ljubljana SI can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Ljubljana SI does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Cuenca SP



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Cuenca SP

Kolmogorov-Smirnov Test

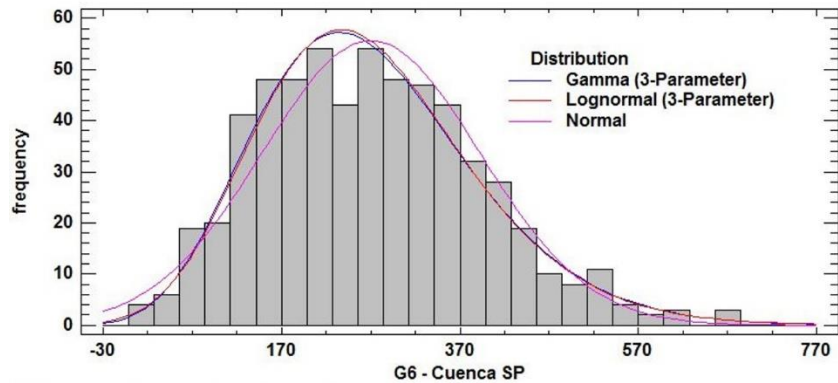
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0297229	0.0323165	0.0592552
DMINUS	0.0295001	0.0306496	0.0345291
DN	0.0297229	0.0323165	0.0592552
P-Value	0.666207	0.560054	0.0300099

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Cuenca SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Cuenca SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Cuenca SP



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Cuenca SP

Kolmogorov-Smirnov Test

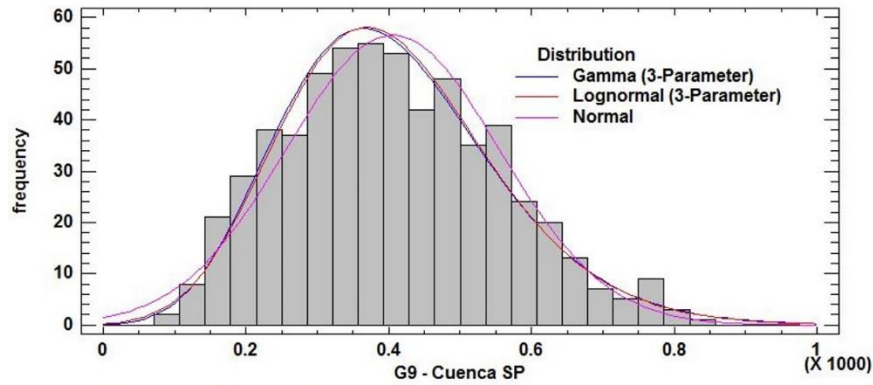
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0260241	0.0289805	0.0436298
DMINUS	0.0298274	0.0291243	0.0287959
DN	0.0298274	0.0291243	0.0436298
P-Value	0.664986	0.693831	0.207726

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Cuenca SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Cuenca SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Cuenca SP



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Cuenca SP

Kolmogorov-Smirnov Test

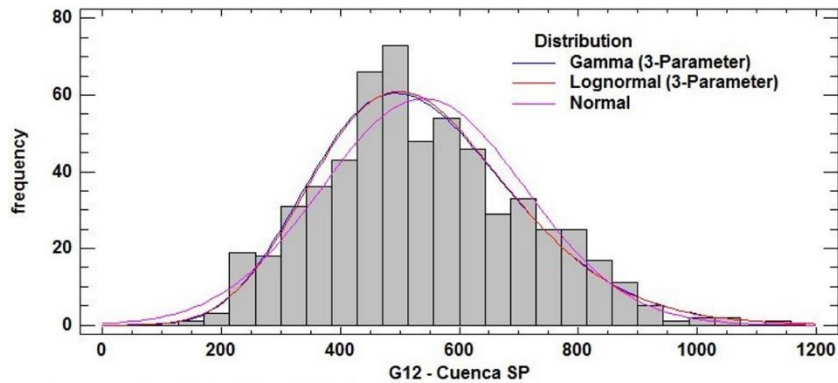
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0247154	0.0267055	0.0335771
DMINUS	0.0260912	0.0248347	0.026086
DN	0.0260912	0.0267055	0.0335771
P-Value	0.815095	0.792366	0.53118

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Cuenca SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Cuenca SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Cuenca SP



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Cuenca SP

Kolmogorov-Smirnov Test

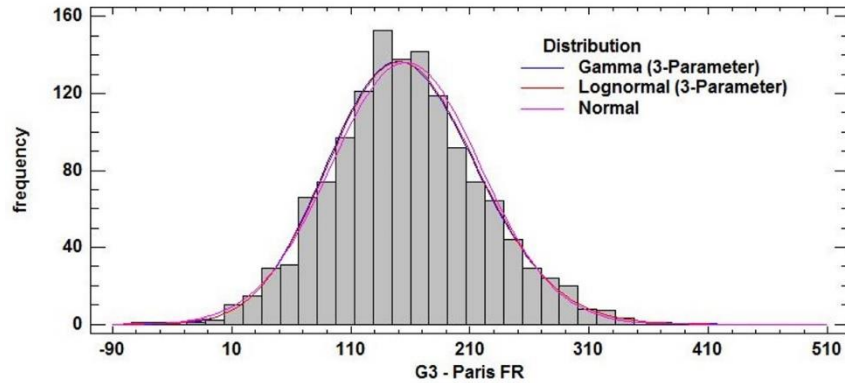
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0190523	0.0226684	0.0536565
DMINUS	0.0289627	0.0296603	0.0270607
DN	0.0289627	0.0296603	0.0536565
P-Value	0.706394	0.67801	0.0673187

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Cuenca SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Cuenca SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Paris FR



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Paris FR

Kolmogorov-Smirnov Test

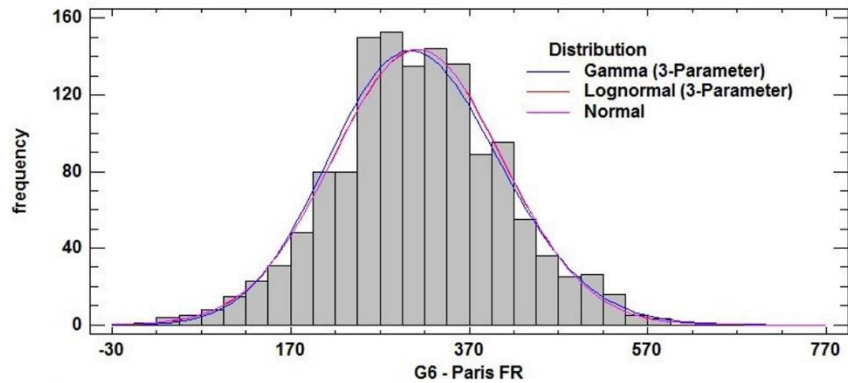
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0173869	0.0210174	0.0311378
DMINUS	0.01693	0.0151101	0.0132849
DN	0.0173869	0.0210174	0.0311378
P-Value	0.803364	0.582319	0.14149

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Paris FR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Paris FR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Paris FR



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Paris FR

Kolmogorov-Smirnov Test

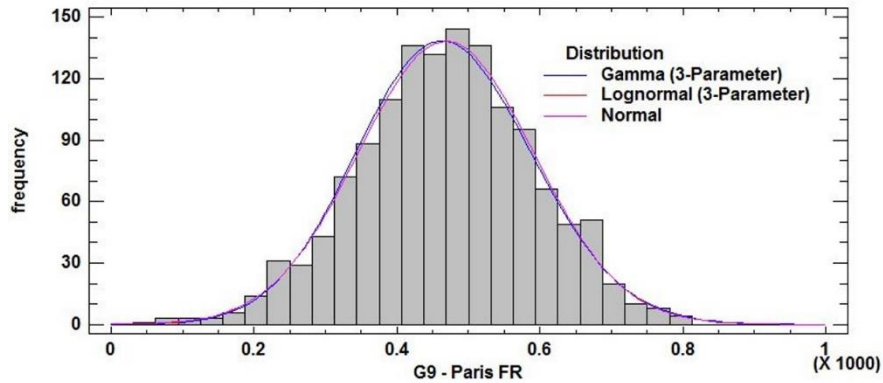
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0120899	0.0147763	0.01576
DMINUS	0.0288368	0.0239984	0.0238132
DN	0.0288368	0.0239984	0.0238132
P-Value	0.207396	0.417975	0.428332

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Paris FR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Paris FR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Paris FR



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Paris FR

Kolmogorov-Smirnov Test

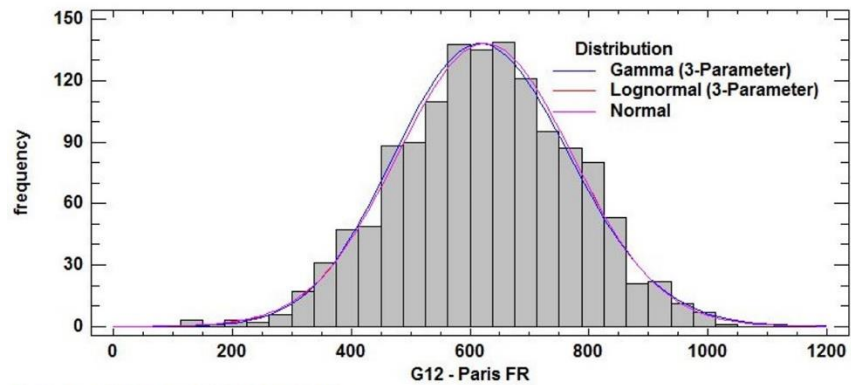
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0124546	0.010727	0.010415
DMINUS	0.0186803	0.0131465	0.0133837
DN	0.0186803	0.0131465	0.0133837
P-Value	0.729634	0.972833	0.967912

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Paris FR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Paris FR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Paris FR



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Paris FR

Kolmogorov-Smirnov Test

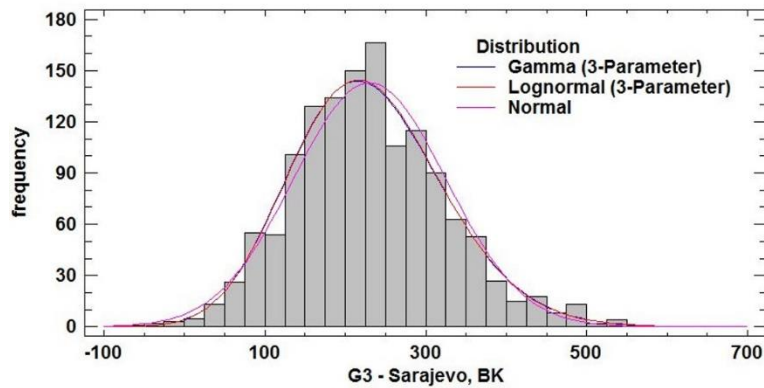
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0120023	0.0108021	0.0104681
DMINUS	0.0194989	0.0172764	0.0173968
DN	0.0194989	0.0172764	0.0173968
P-Value	0.680613	0.812712	0.80603

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Paris FR can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Paris FR does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Sarajevo, BK



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Sarajevo, BK

Kolmogorov-Smirnov Test

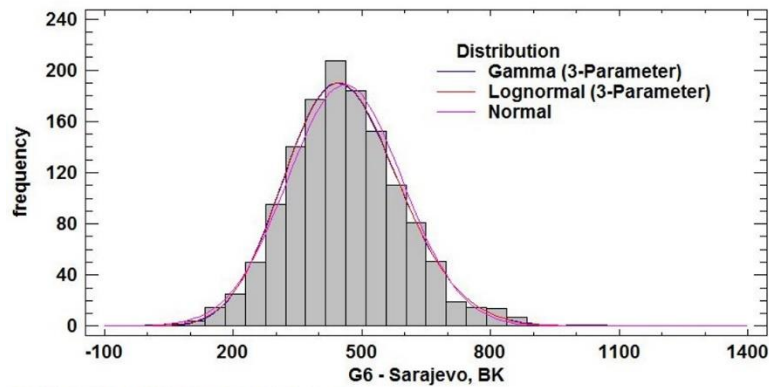
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0207972	0.0212429	0.0397112
DMINUS	0.0146895	0.0140899	0.0166939
DN	0.0207972	0.0212429	0.0397112
P-Value	0.601535	0.574233	0.0279508

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Sarajevo, BK can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Sarajevo, BK does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Sarajevo, BK



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Sarajevo, BK

Kolmogorov-Smirnov Test

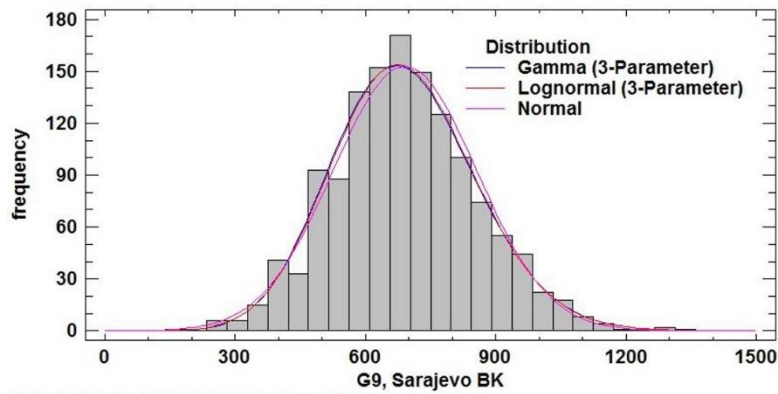
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0170384	0.0179778	0.0309334
DMINUS	0.0180829	0.0163926	0.0197319
DN	0.0180829	0.0179778	0.0309334
P-Value	0.768977	0.775111	0.150752

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Sarajevo, BK can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Sarajevo, BK does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9, Sarajevo BK



Goodness-of-Fit Tests for G9, Sarajevo BK

Kolmogorov-Smirnov Test

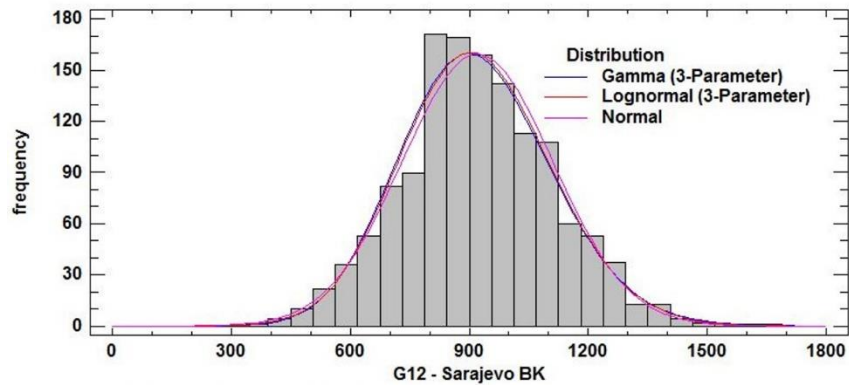
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0165758	0.019661	0.0314956
DMINUS	0.0208464	0.0168423	0.0135128
DN	0.0208464	0.019661	0.0314956
P-Value	0.601352	0.674609	0.137925

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9, Sarajevo BK can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9, Sarajevo BK does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Sarajevo BK



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Sarajevo BK

Kolmogorov-Smirnov Test

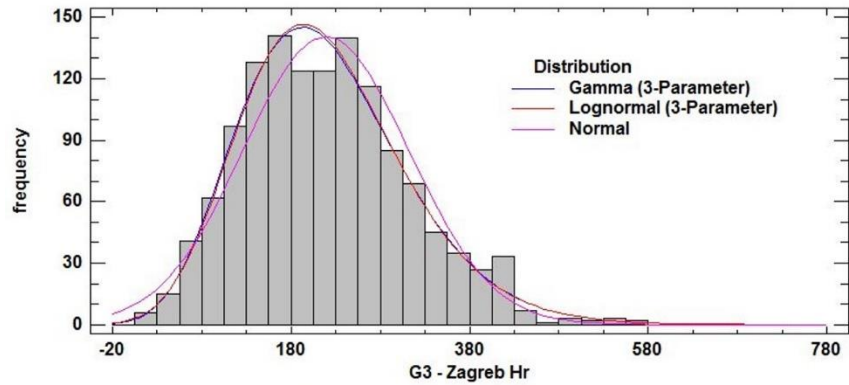
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0116978	0.0143297	0.0265266
DMINUS	0.0295733	0.0260734	0.0206121
DN	0.0295733	0.0260734	0.0265266
P-Value	0.190322	0.321905	0.301801

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Sarajevo BK can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Sarajevo BK does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Zagreb Hr



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Zagreb Hr

Kolmogorov-Smirnov Test

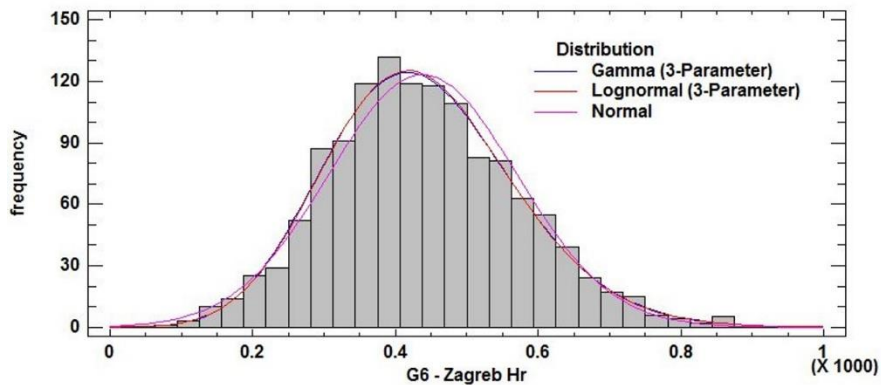
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0142762	0.0173269	0.0425621
DMINUS	0.0192645	0.0187186	0.0223655
DN	0.0192645	0.0187186	0.0425621
P-Value	0.717565	0.749973	0.0176227

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Zagreb Hr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Zagreb Hr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Zagreb Hr



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Zagreb Hr

Kolmogorov-Smirnov Test

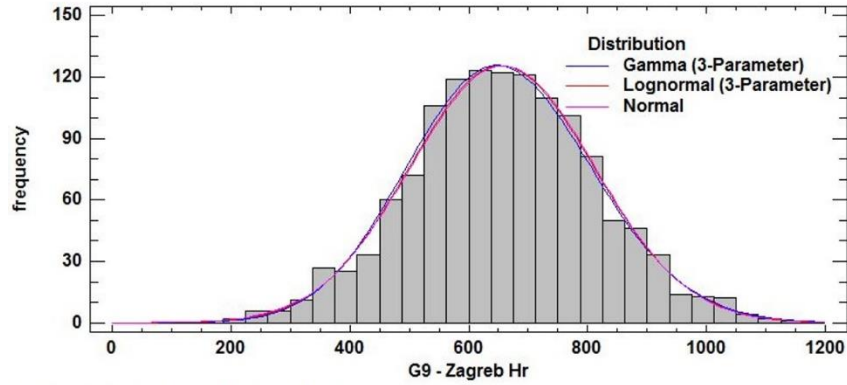
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0115741	0.0133895	0.0321389
DMINUS	0.0125689	0.0125536	0.0165833
DN	0.0125689	0.0133895	0.0321389
P-Value	0.986214	0.973622	0.135545

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Zagreb Hr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Zagreb Hr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Zagreb Hr



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Zagreb Hr

Kolmogorov-Smirnov Test

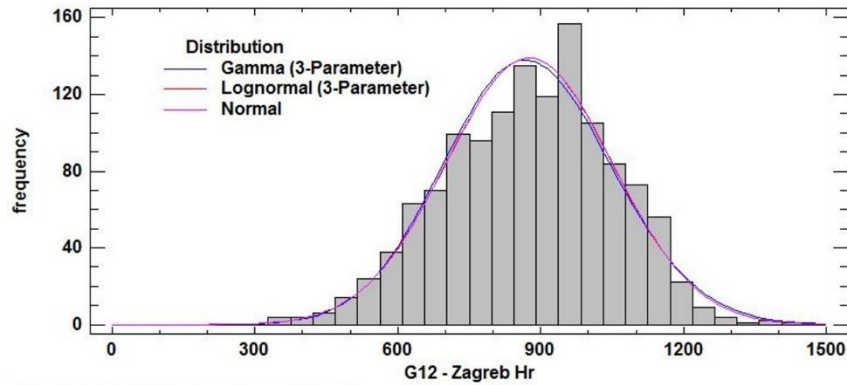
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.00953758	0.0130117	0.0155153
DMINUS	0.0159795	0.0127349	0.0124945
DN	0.0159795	0.0130117	0.0155153
P-Value	0.894201	0.980346	0.913053

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Zagreb Hr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Zagreb Hr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Zagreb Hr



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Zagreb Hr

Kolmogorov-Smirnov Test

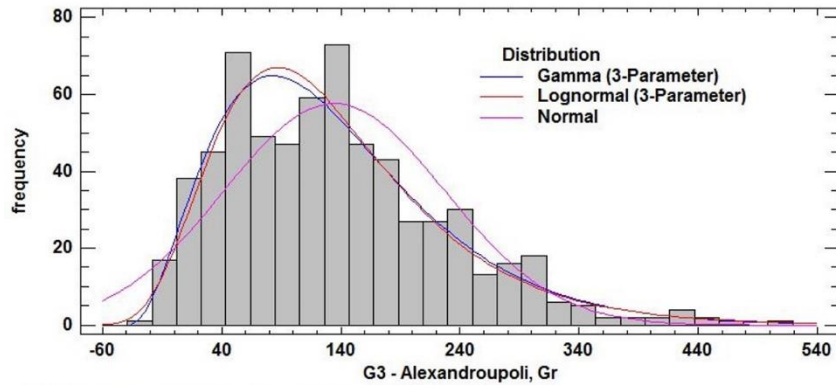
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0210838	0.0184745	0.0192578
DMINUS	0.0403553	0.0364447	0.035521
DN	0.0403553	0.0364447	0.035521
P-Value	0.0292664	0.0637856	0.0757905

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Zagreb Hr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Zagreb Hr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Alexandroupoli, Gr



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Alexandroupoli, Gr

Kolmogorov-Smirnov Test

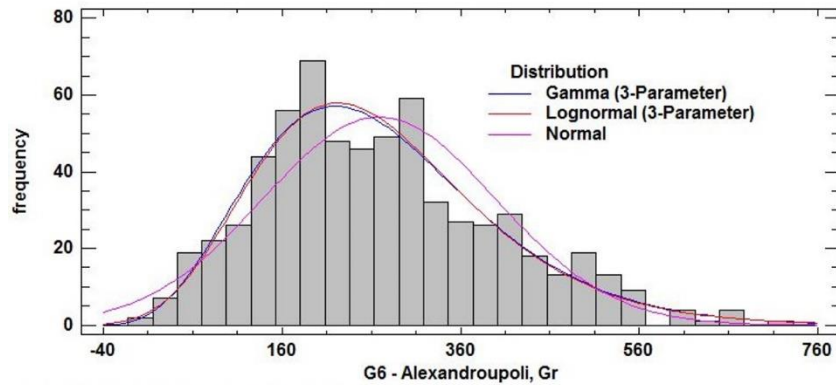
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0286515	0.0355737	0.0700879
DMINUS	0.0378403	0.0396276	0.0574249
DN	0.0378403	0.0396276	0.0700879
P-Value	0.315086	0.263261	0.00350501

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Alexandroupoli, Gr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Alexandroupoli, Gr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Alexandroupoli, Gr



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Alexandroupoli, Gr

Kolmogorov-Smirnov Test

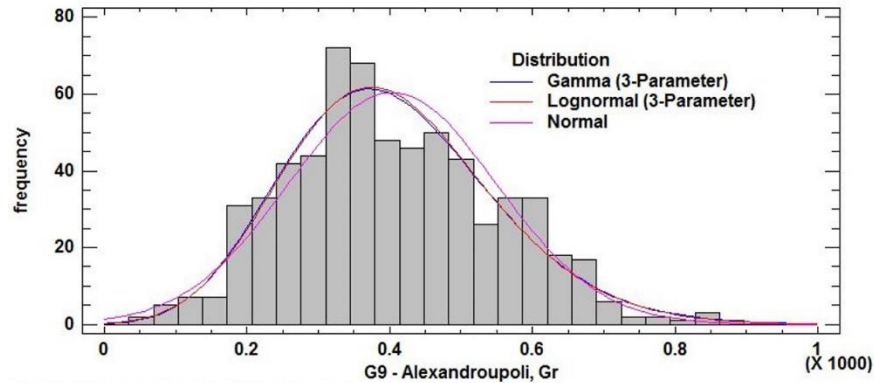
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0254795	0.0289637	0.0643888
DMINUS	0.0191675	0.0218928	0.0319273
DN	0.0254795	0.0289637	0.0643888
P-Value	0.798035	0.65339	0.00967215

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Alexandroupoli, Gr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Alexandroupoli, Gr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Alexandroupoli, Gr



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Alexandroupoli, Gr

Kolmogorov-Smirnov Test

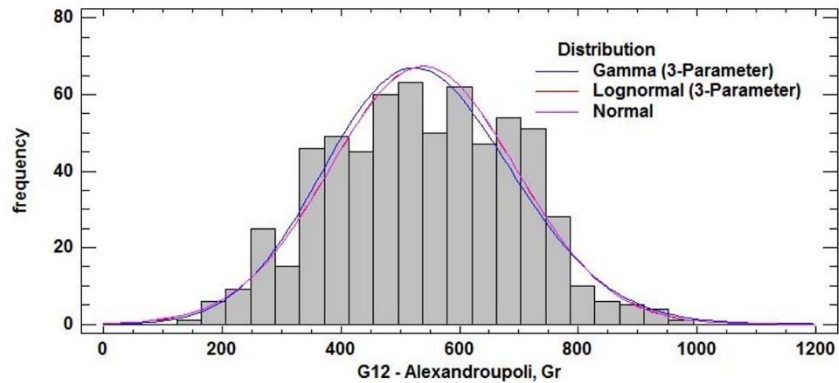
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0320823	0.0346929	0.059749
DMINUS	0.028193	0.0296726	0.0293984
DN	0.0320823	0.0346929	0.059749
P-Value	0.540759	0.430611	0.0207259

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Alexandroupoli, Gr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Alexandroupoli, Gr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Alexandroupoli, Gr



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Alexandroupoli, Gr

Kolmogorov-Smirnov Test

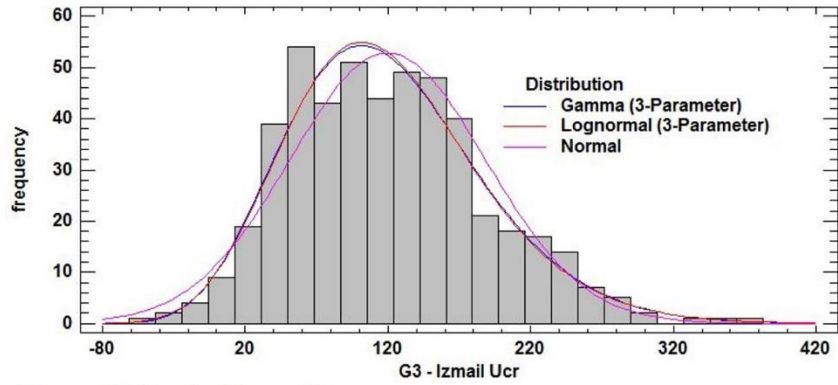
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0282911	0.0324604	0.0326436
DMINUS	0.0435436	0.0428602	0.0424948
DN	0.0435436	0.0428602	0.0424948
P-Value	0.178698	0.192677	0.200498

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Alexandroupoli, Gr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Alexandroupoli, Gr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Izmail Ucr



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Izmail Ucr

Kolmogorov-Smirnov Test

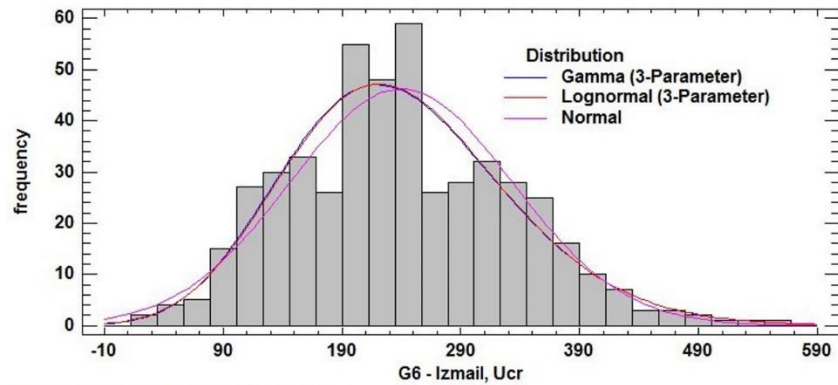
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0355188	0.0367521	0.0484964
DMINUS	0.0246225	0.0264389	0.0295502
DN	0.0355188	0.0367521	0.0484964
P-Value	0.56668	0.537307	0.199645

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Izmail Ucr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Izmail Ucr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Izmail, Ucr



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Izmail, Ucr

Kolmogorov-Smirnov Test

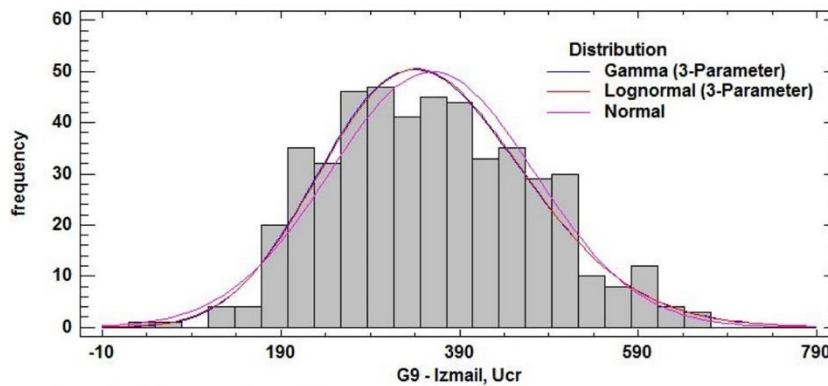
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0284055	0.0309995	0.0565925
DMINUS	0.0378419	0.0369272	0.0305134
DN	0.0378419	0.0369272	0.0565925
P-Value	0.49955	0.53485	0.0883673

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Izmail, Ucr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Izmail, Ucr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Izmail, Ucr



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Izmail, Ucr

Kolmogorov-Smirnov Test

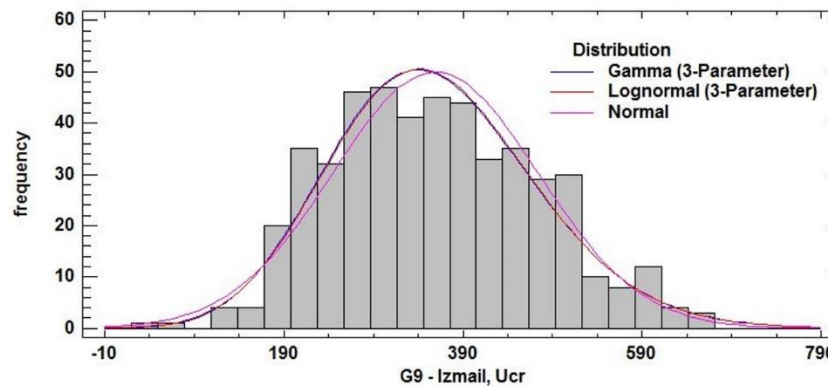
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0290887	0.0310568	0.0480541
DMINUS	0.0360944	0.0359537	0.0315784
DN	0.0360944	0.0359537	0.0480541
P-Value	0.553808	0.558884	0.21405

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Izmail, Ucr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Izmail, Ucr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Izmail, Ucr



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Izmail, Ucr

Kolmogorov-Smirnov Test

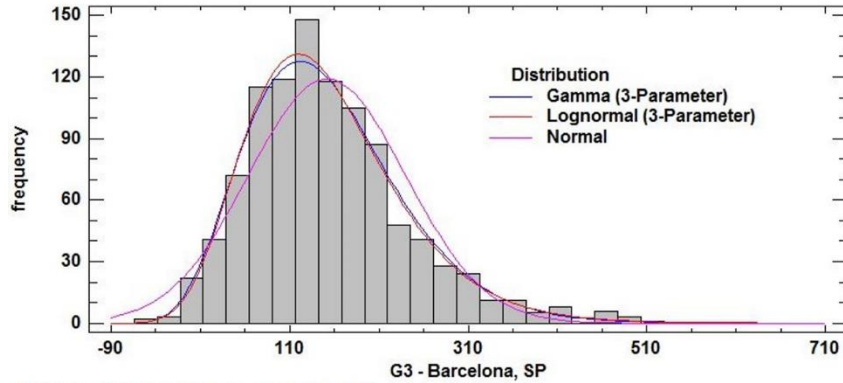
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0290887	0.0310568	0.0480541
DMINUS	0.0360944	0.0359537	0.0315784
DN	0.0360944	0.0359537	0.0480541
P-Value	0.553808	0.558884	0.21405

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Izmail, Ucr can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Izmail, Ucr does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Barcelona, SP



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Barcelona, SP

Kolmogorov-Smirnov Test

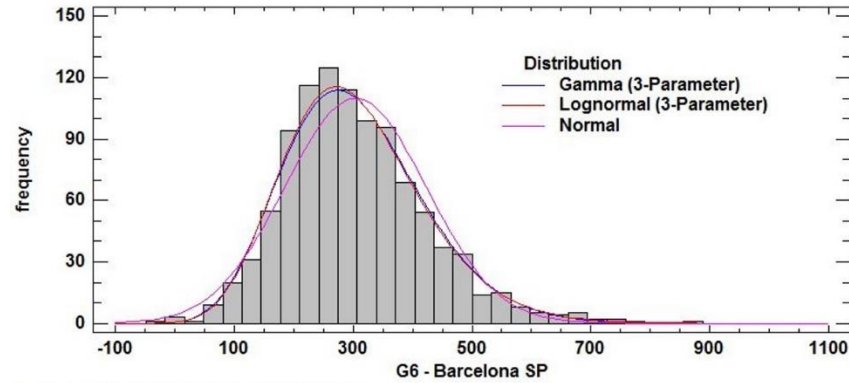
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0335864	0.0272561	0.0754454
DMINUS	0.0168586	0.0159243	0.0399976
DN	0.0335864	0.0272561	0.0754454
P-Value	0.201282	0.443058	0.0000185362

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Barcelona, SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Barcelona, SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Barcelona SP



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Barcelona SP

Kolmogorov-Smirnov Test

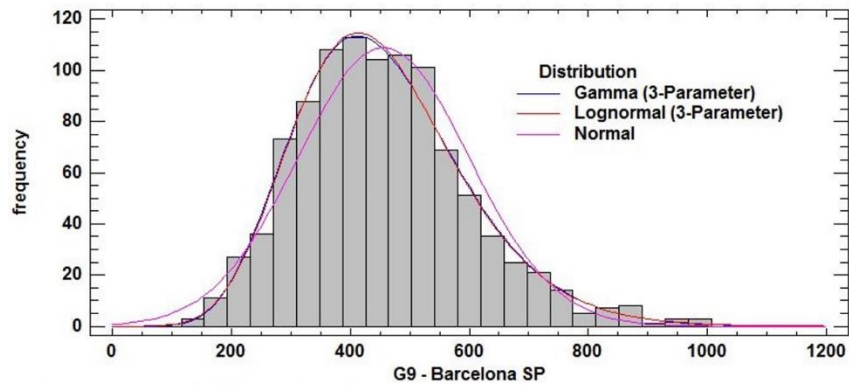
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0214754	0.0163188	0.0521704
DMINUS	0.0229062	0.0210477	0.0342183
DN	0.0229062	0.0210477	0.0521704
P-Value	0.661274	0.759516	0.00797056

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Barcelona SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Barcelona SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Barcelona SP



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Barcelona SP

Kolmogorov-Smirnov Test

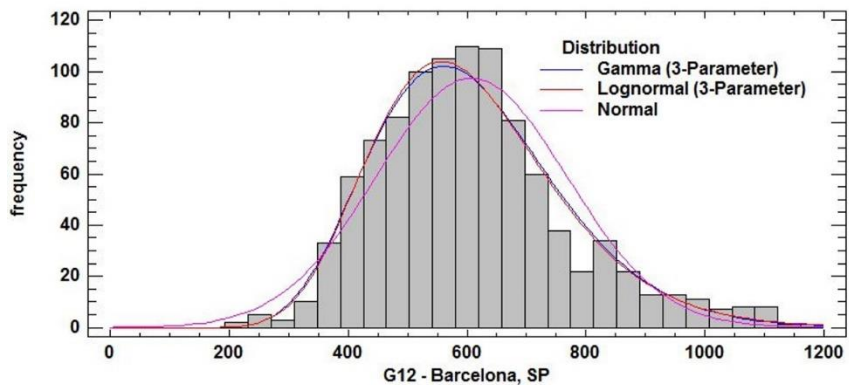
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0158244	0.0146085	0.040537
DMINUS	0.0161838	0.0167218	0.024717
DN	0.0161838	0.0167218	0.040537
P-Value	0.953654	0.939772	0.0718795

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Barcelona SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Barcelona SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Barcelona, SP



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Barcelona, SP

Kolmogorov-Smirnov Test

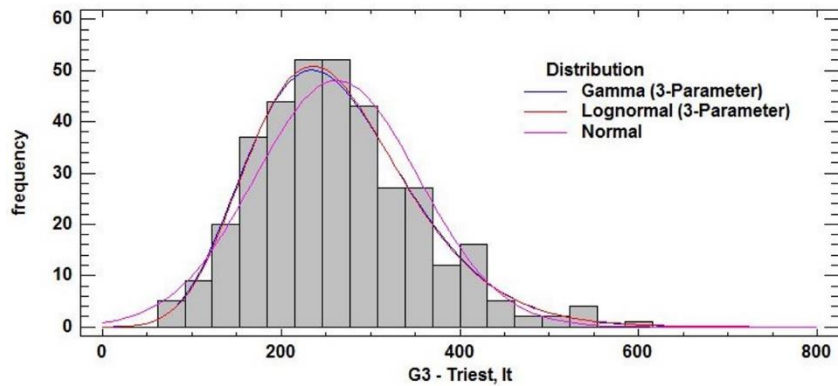
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0390473	0.0347551	0.0696718
DMINUS	0.0158439	0.0157828	0.0374318
DN	0.0390473	0.0347551	0.0696718
P-Value	0.0922157	0.174803	0.00011382

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Barcelona, SP can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Barcelona, SP does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G3 - Triest, It



Goodness-of-Fit Tests for G3 - Triest, It

Kolmogorov-Smirnov Test

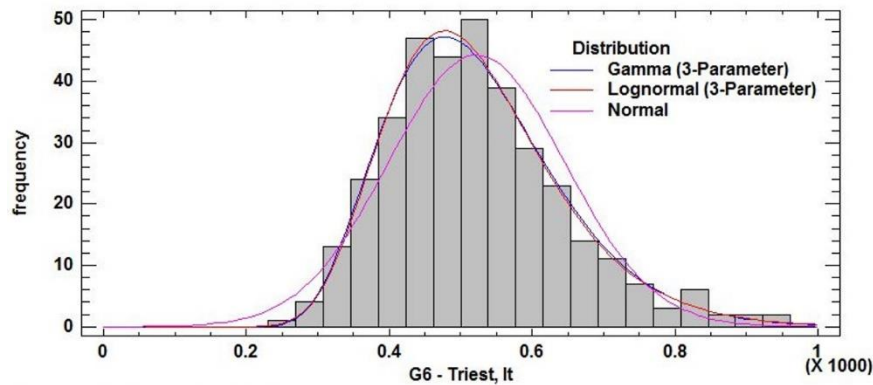
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0229237	0.0218535	0.0635646
DMINUS	0.0248447	0.0229281	0.0333717
DN	0.0248447	0.0229281	0.0635646
P-Value	0.979942	0.99178	0.110832

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G3 - Triest, It can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G3 - Triest, It does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G6 - Triest, It



Goodness-of-Fit Tests for G6 - Triest, It

Kolmogorov-Smirnov Test

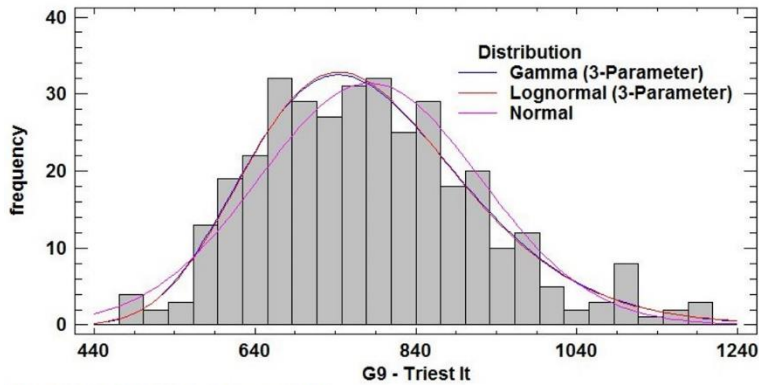
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0226943	0.0183652	0.0694024
DMINUS	0.0274567	0.0250982	0.0338855
DN	0.0274567	0.0250982	0.0694024
P-Value	0.951771	0.978701	0.0654355

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G6 - Triest, It can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G6 - Triest, It does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G9 - Triest It



Goodness-of-Fit Tests for G9 - Triest It

Kolmogorov-Smirnov Test

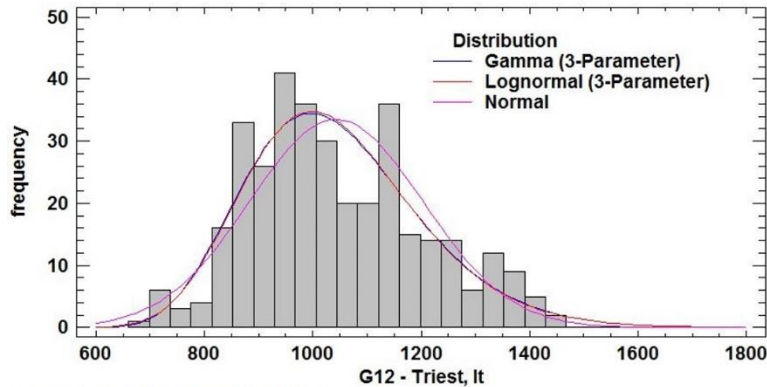
	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0195855	0.0214784	0.0504906
DMINUS	0.0181133	0.020216	0.037286
DN	0.0195855	0.0214784	0.0504906
P-Value	0.999266	0.996879	0.333114

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G9 - Triest It can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G9 - Triest It does not come from the selected distribution with 95% confidence.

Histogram for G12 - Triest, It



Goodness-of-Fit Tests for G12 - Triest, It

Kolmogorov-Smirnov Test

	<i>Gamma (3-Parameter)</i>	<i>Lognormal (3-Parameter)</i>	<i>Normal</i>
DPLUS	0.0452474	0.0470522	0.0753786
DMINUS	0.0446168	0.0460008	0.0395426
DN	0.0452474	0.0470522	0.0753786
P-Value	0.482369	0.428558	0.0378985

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether G12 - Triest, It can be adequately modeled by various distributions.

P-values less than 0.05 would indicate that G12 - Triest, It does not come from the selected distribution with 95% confidence.