



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ & ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ρόλος των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών του νομού Ηρακλείου Κρήτης σε σχέση με τις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου



**Ναταλία Γ. Μητσιώνη
Γεωπόνος**

Επιβλέπων καθηγητής

Αθανάσιος Καμούτσης, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

**ΑΘΗΝΑ
2023**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ρόλος των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών του νομού Ηρακλείου Κρήτης σε σχέση με τις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου

Role of microlimatic conditions of agricultural areas of Heraklion prefecture of Crete in relation to the phenological manifestations of the vine

Ναταλία Γ. Μητσιώνη

Εξεταστική Επιτροπή:

Αθανάσιος Καμούτσης, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α. (Επιβλέπων)

Αριστείδης Ματσούκης, ΕΔΙΠ Γ.Π.Α.

Αικατερίνη Χρονοπούλου Σερέλη, Ομότιμη Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Ρόλος των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών του νομού Ηρακλείου Κρήτης σε σχέση με τις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου

*ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών, στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γενικής & Γεωργικής Μετεωρολογίας*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι να προσδιοριστεί ο ρόλος των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών του νομού Ηρακλείου Κρήτης σε σχέση με τις φαινολογικές εκδηλώσεις καλλιεργούμενων φυτών και συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία για την άμπελο.

Ως περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν το Γάζι και ο Άγιος Μύρωνας στο Ηράκλειο Κρήτης για το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016. Για την εργασία, ελήφθησαν μετεωρολογικά και φαινολογικά δεδομένα. Δεδομένα ελήφθησαν από το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Ηρακλείου, τα οποία αφορούσαν τη θερμοκρασία του αέρα (°C), την μέγιστη (°C) και την ελάχιστη (°C) θερμοκρασία αέρα, τη σχετική υγρασία (%), την ταχύτητα του ανέμου (m/sec), το ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (mm) και τη διύγρανση φυλλώματος (h).

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο, το γενικό, αναλύονται μετεωρολογικές και κλιματικές έννοιες και δίνεται έμφαση στις κλιματικές συνθήκες περιοχών της Ελλάδας. Επίσης, γίνεται αναφορά στο μικρόκλιμα και τους παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες των γεωργικών περιοχών. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες για τη φαινολογία και τη φαινολογία σε συνδυασμό με το κλίμα καθώς και μια σύντομη αναφορά στην φαινολογική κλίμακα BBCH. Στο δεύτερο μέρος, το ειδικό, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, τα αποτελέσματα και η συζήτηση, καθώς επίσης και τα συμπεράσματα από την ολική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν διαφορές ανάλογα με το ανάγλυφο και το υψόμετρο από τη θάλασσα. Επίσης, διαπιστώθηκε πρωιμότερη εμφάνιση των μελετηθέντων φαινοφάσεων στο Ηράκλειο σε σχέση με το Γάζι, καθώς η περιοχή του Ηρακλείου είναι πιο θερμή σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα. Επιπλέον, όσον αφορά τον χρόνο εκδήλωσης των φαινοφάσεων, διαπιστώθηκε ότι οι μήνες της άνοιξης Μάρτιος και Απρίλιος είναι καθοριστικοί για την εκδήλωση των φαινοφάσεων της αμπέλου.

Επιστημονική περιοχή: Μετεωρολογία

Λέξεις κλειδιά: Μικροκλιματικές συνθήκες, φαινολογία, άμπελος

Role of microclimatic conditions of agricultural areas of Heraklion prefecture of Crete in relation to the phenological manifestations of the vine

*MSC Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Breeding & Agrometeorology
Department of Crop Science
Laboratory of General & Agricultural Meteorology*

ABSTRACT

The aim of the present study is to determine the role of the microclimatic conditions of agricultural areas of the Heraklion prefecture of Crete in relation to the phenological manifestations of cultivated plants and specifically, in the present study, for the grapevine.

Gazi and Agios Myronas in Heraklion, Crete were selected as study areas for the period January 2008 – December 2016. For this study, meteorological and phenological data were obtained from the regional plant protection center of quality and phytosanitary control of Heraklion, related to air temperature (°C), maximum (°C) and minimum (°C) air temperature, relative humidity (%), wind speed (m/s), precipitation height (mm) and leaf humidity (h).

The study consists of two parts. In the first, the general, meteorological and climatic concepts are analyzed and emphasis is placed on the climatic conditions of Greece. Also, reference is made to the microclimate and the factors that affect the microclimatic conditions of agricultural areas. In addition, information on phenology and climate-coupled phenology is given as well as a brief reference to the BBCH phenology scale. In the second part, the methodology used for the preparation of this study, the results, as well as the conclusions from the overall processing and analysis of the data are presented. From the analysis of the results, differences were found depending on the relief and the altitude above the sea. Also, an earlier appearance of the studied phenophases was found in Heraklion compared to Gazi, as the area of Heraklion is warmer than Agios Myron. Furthermore, regarding the time of manifestation of phenophases, it was found that the spring months of March and April are decisive for the manifestation of the phenophases of the vine.

Scientific area: Meteorology

Keywords: Microclimatic conditions, phenology, vine

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία ασχολείται με τον ρόλο των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών σε σχέση με τις φαινολογικές εκδηλώσεις καλλιεργούμενων φυτών στον νομό Ηρακλείου Κρήτης. Στόχος της εργασίας, είναι να διαπιστωθεί κατά πόσο η θερμοκρασία αέρος επιδρά στα καλλιεργούμενα φυτά. Γι' αυτό το λόγο, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών και των φαινολογικών σταδίων των φυτών. Μέσω του προσδιορισμού των κρίσιμων φαινολογικών σταδίων, συναρτήσκει των μικρομετεωρολογικών παραμέτρων, επιτυγχάνεται στοχευμένη εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων τόσο χρονικά όσο και ποσοτικά. Απώτερος σκοπός όλων αυτών είναι η χρήση των σκευασμάτων σύμφωνα με τους κανόνες της ορθής γεωργικής πρακτικής προς όφελος του περιβάλλοντος και της οικονομίας.

Οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, προς τον επιβλέποντα της εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή κ. Αθανάσιο Καμούτση, για την καθοδήγηση του και την ουσιαστική του υποστήριξη που προσέφερε σε κάθε στάδιο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ομότιμη Καθηγήτρια κ. Αικατερίνη Χρονοπούλου-Σερέλη καθώς και το μέλος ΕΔΙΠ Δρ. Αριστείδη Ματσούκη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γεωπόνους του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Ηρακλείου κ.κ. Νικόλαο Μπαγκκή και Ευφροσύνη Κληρονόμου, για την παροχή μετεωρολογικών και φαινολογικών δεδομένων για τον νομό Ηρακλείου.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	7
1.1 Γενικά	7
1.2 Κλιματικές συνθήκες περιοχών της Ελλάδας	8
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες των γεωργικών περιοχών	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2. ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ	14
2.1 Γενικά	14
2.2 Ιστορική αναδρομή	15
2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την φαινολογία	16
2.4 Φαινολογία και μικρόκλιμα	17
2.5 Κλίμακα BBCH	18
2.6 Αξιοποίηση φαινολογικών παρατηρήσεων	20
II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	27
2.1 Μικροκλιματικές συνθήκες των περιοχών μελέτης (Ηράκλειο και Άγιος Μύρωνας)	27
2.2 Φαινολογία αμπέλου με θερμομετρικές συνθήκες	49
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

Γ Ε Ν Ι Κ Ο Μ Ε Ρ Ο Σ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

1.1 Γενικά

Το αεριώδες τμήμα του πλανήτη που τον περιβάλλει και τον ακολουθεί στο σύνολο των κινήσεων του ονομάζεται **ατμόσφαιρα**. Στη βάση της ατμόσφαιρας ζει, αναπτύσσεται και κινείται ο άνθρωπος. Εντός της ατμόσφαιρας, ως αποτέλεσμα πολύπλοκων διεργασιών, παρατηρούνται μετατροπές της ηλιακής και της γήινης ακτινοβολίας σε άλλες μορφές ενέργειας.

Η ατμόσφαιρα, δηλαδή, θεωρείται ως ένα κέντρο μηχανικών και θερμοδυναμικών λειτουργιών που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία διαφόρων φαινομένων. Αυτά τα φαινόμενα γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο είτε με τη μεσολάβηση οργάνων είτε άμεσα και ονομάζονται μετεωρολογικά φαινόμενα.

Η επιστήμη που εξετάζει την ατμόσφαιρα και τα μετεωρολογικά φαινόμενα ονομάζεται **Μετεωρολογία**. Η Μετεωρολογία χρησιμοποιεί εξειδικευμένα όργανα φυσικής με σκοπό τη μέτρηση των διαφόρων μετεωρολογικών στοιχείων ή παραμέτρων με εφαρμογή των νόμων της φυσικής.

Η κατάσταση της ατμόσφαιρας πάνω από μια περιοχή για μια ορισμένη χρονική στιγμή, συμπεριλαμβανομένης της εξέλιξης αυτής της κατάστασης από τη γένεση έως το τέλος των συγκεκριμένων ατμοσφαιρικών διαταραχών, ονομάζεται **καιρός**. Κατά βάση, ο καιρός, οφείλεται στις διεργασίες που συντελούν στην εξισορρόπηση των διαφορών που εμφανίζονται από την ανισοκατανομή της ηλιακής ενέργειας πάνω στην επιφάνεια του πλανήτη.

Η μέση καιρική κατάσταση ονομάζεται **κλίμα**. Ως κλίμα, νοείται η σύνθεση του καιρού για μια μεγάλη χρονική περίοδο που είναι απαραίτητη για την απαλοιφή των σφαλμάτων και την εδραίωση στατιστικών παραμέτρων. Περιλαμβάνει το σύνολο των ατμοσφαιρικών συνθηκών που περικλείουν τη θερμότητα, την υγρασία και την κίνηση του αέρα σε μεγάλες χρονικές περιόδους (Φλόκας 1992).

1.2 Κλιματικές συνθήκες περιοχών της Ελλάδας

Το κλίμα της Ελλάδας ανήκει στο μεσογειακό τύπο κλίματος με στοιχεία του κλίματος των εύκρατων ζωνών κατά τη χειμερινή περίοδο και των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων κατά τη θερινή. Βάση της εποχικότητας, κατά τη διάρκεια του έτους εμφανίζονται δύο περίοδοι: μία ψυχρή και βροχερή (Οκτώβριος-Μάρτιος) και μία θερμή και άνομβρη (Απρίλιος-Σεπτέμβριος) περίοδος. Σε αυτές τις δύο περιόδους, οι πρώτοι μήνες (Οκτώβριος και Απρίλιος) θεωρούνται μεταβατικοί. Σημαντική μείωση της θερμοκρασίας σημειώνεται στο διάστημα Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου, κατά 5,0οC περίπου, κυρίως λόγω της εμφάνισης ψυχρών εισβολών στον ελληνικό χώρο έχοντας ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των πρώτων χιονοπτώσεων σε μεγάλα υψόμετρα των ορεινών περιοχών. Ως οι πιο ψυχροί μήνες χαρακτηρίζονται ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, ενώ σημειώνεται προοδευτική άνοδος της θερμοκρασίας από τον Απρίλιο και τελικά επικρατούν σταθερότερα βαρομετρικά συστήματα κατά τον Ιούλιο και Αύγουστο, όπου και χαρακτηρίζονται ως οι πιο θερμοί μήνες του έτους. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι, στον ελληνικό χώρο εμφανίζονται δύο περίοδοι, μία βροχερή με ήπιο χειμώνα και μία ξηρή με θερμό καλοκαίρι (Χρονοπούλου κ.ά. 2012).

Οι θερμομετρικές διαφοροποιήσεις που σημειώνονται σε περιοχές του ελληνικού χώρου, αποδίδονται τόσο στην εναλλαγή ξηράς και θάλασσας, όσο και στο τοπογραφικό ανάγλυφο. Αυτά σε συνδυασμό με την παρουσία των ορεινών όγκων παράλληλα και πολύ κοντά στις ακτές του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, οδηγούν σε θερμομετρικές διαφοροποιήσεις των περιοχών του ελληνικού χώρου. Κατά συνέπεια, η οροσειρά της Πίνδου παρεμποδίζει τη διέλευση των πολικών ή και των αρκτικών αερίων μαζών του χειμώνα στις ακτές των νησιών του Ιονίου. Ωστόσο, κατά τη θερμή περίοδο (Μάιος – Οκτώβριος) επέρχεται εξισορρόπηση ως προς τις διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010, Χρονοπούλου κ.ά. 2012).

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες των γεωργικών περιοχών

Εντός του γενικότερου τύπου κλίματος μιας περιοχής διαμορφώνονται ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες, για περιορισμένες σχετικά εκτάσεις, που ορίζονται ως “μικροκλίματα”, κατά συνέπεια μικρόκλιμα είναι το σύνολο τοπικών ατμοσφαιρικών συνθηκών οι οποίες διαφέρουν λίγο από εκείνες των γειτονικών περιοχών, κατά περίπτωση οι διαφορές είναι ουσιαστικότερες. Δημιουργείται από την επίδραση του ανάγλυφου του εδάφους, την επιφάνεια του εδάφους και άλλων παραγόντων, που καθορίζουν την ανομοιότητα μεταξύ θερμοκρασίας αέρα και εδάφους, υγρασίας και έντασης ανέμου (Μανί και Τυρρερ, 2004). Επομένως, μικροκλιματολογία είναι η επιστήμη που εξετάζει το κλίμα του αερίου στρώματος ανάμεσα στην επιφάνεια του εδάφους και του ύψους εκείνου πάνω από το οποίο ο χαρακτήρας της υποκείμενης επιφάνειας δε μπορεί να επηρεάσει το γενικό κλίμα της περιοχής. Το ύψος αυτό δεν είναι καθορισμένο και εξαρτάται από το ύψος των επιφανειακών δομών και ανωμαλιών. Ανάλογα με το ύψος της υποκείμενης επιφάνειας το μικρόκλιμα υποδιαιρείται σε διάφορους τύπους (αστικό μικρόκλιμα, μικρόκλιμα χλοερής επιφάνειας κ.ο.κ.).

Οι μικροκλιματικές συνθήκες δημιουργούνται είτε από την εξελικτική ικανότητα του οικοσυστήματος είτε από ανθρώπινη παρέμβαση. Παράδειγμα εξελικτικής ικανότητας αποτελεί η εξέλιξη των φυτοκοινωνιών μιας περιοχής, οι οποίες μπορούν αναλόγως να εξελιχθούν σε δασικές ή να χαρακτηριστούν ως ποώδεις. Αυτή η φυσική εξέλιξη διαφοροποιεί τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες οδηγώντας στη δημιουργία ποικιλιών μικροκλιματικών περιοχών, ενώ όσον αφορά στην περίπτωση της ανθρώπινης παρέμβασης, έχει αποδειχθεί ότι γίνεται τροποποίηση των βιοκλιματικών συνθηκών προς το χειρότερο (Χρονοπούλου – Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Ως γνωστόν, ο Ήλιος είναι η μοναδική πηγή θερμότητας για τον πλανήτη Γή, αφού η ενέργεια τόσο από το εσωτερικό της γης όσο και από τους απλανείς θεωρείται αμελητέα. Έχει υπολογισθεί δε, ότι αν εξέλιπαν τελείως τα ποσά θερμότητας που φτάνουν από το εσωτερικό του πλανήτη μας στην επιφάνεια του, η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης θα ελαττωνόταν λιγότερο από 0.1°C. Επομένως, μόνο η ηλιακή ακτινοβολία είναι εκείνη που ρυθμίζει άμεσα και έμμεσα τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα των κατωτέρων στρωμάτων της και με αυτό τον τρόπο

διατηρεί σε συνεχή δράση την τεράστια θερμική μηχανή γη-ατμόσφαιρα. Ως άμεση επίδραση θεωρείται η μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και ως έμμεση η αντίστοιχη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (γήινη ακτινοβολία) η οποία εξαρτάται από την ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους. Οι διάφοροι μηχανισμοί μετάδοσης της θερμότητας στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα είναι: α) μετάδοση δι' αγωγιμότητας, β) μετάδοση δια μεταφοράς (δια μέσου μεταφοράς στροβίλων και μάζας) και γ) μετάδοση δι' ακτινοβολίας (Φλόκας 1992).

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί το σημαντικότερο κλιματικό στοιχείο και τη βασικότερη παράμετρο σε όλες τις κλιματικές κατατάξεις. Οι επιστήμες της Μετεωρολογίας και της Κλιματολογίας ενδιαφέρονται άμεσα για τη θερμοκρασία του αέρα τόσο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους όσο και σε ύψος μέσα στην ατμόσφαιρα. Ως θερμοκρασία αέρα, νοείται η θερμοκρασία αέρα **ΥΠΟ ΣΚΙΑ** μέσα σε ειδικό στέγαστρο (μετεωρολογικός κλωβός) και σε ύψος 1,5-2,0m από το έδαφος.

Η θερμοκρασία του αέρα αποδίδεται από τις παρακάτω παραμέτρους:

- 1) Την απολύτως μέγιστη (T_{max}) και την απολύτως ελάχιστη (T_{min}) τιμή της θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνεται σε συγκεκριμένη περιοχή κατά τη διάρκεια της μελετώμενης χρονικής περιόδου (24ωρο, μήνας, έτος).
- 2) Τη μέση ημερήσια τιμή της θερμοκρασίας.
- 3) Την τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας.
- 4) Την τιμή της μέσης μηνιαίας κανονικής θερμοκρασίας.
- 5) Την τιμή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας.

Εξίσου σημαντικοί παράμετροι αποτύπωσης της θερμοκρασίας αέρα είναι:

- α) Το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος (ΗΘΕ) που ορίζεται ως η διαφορά της μέσης μέγιστης με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του 24ωρου.
- β) Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος (ΕΘΕ) που ορίζεται ως η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας αέρα του ψυχρότερου μήνα με τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα.
- γ) Η ημέρα μερικού παγετού που ορίζεται ως η μέρα στην οποία η τιμή της ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα είναι μικρότερη από 0°C.
- δ) Η ισόθερμη καμπύλη που ενώνει σημεία ίσης θερμοκρασίας.

Πιο συγκεκριμένα, το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος (ΗΘΕ) εξαρτάται από παράγοντες όπως η εποχή του χρόνου το γεωγραφικό πλάτος. Έχει παρατηρηθεί ότι

το ΗΘΕ σε ομοιόμορφες περιοχές, ελαττώνεται όσο αυξάνει το γεωγραφικό πλάτος και έτσι, στην περιοχή του Ισημερινού και τις πολικές περιοχές παρουσιάζεται το μέγιστο και το ελάχιστο αντίστοιχα λόγω της θέσης του Ηλίου. Στα μέσα και ανώτερα γεωγραφικά πλάτη, το ΗΘΕ είναι μεγαλύτερο στη διάρκεια της θερινής περιόδου και μικρότερο την χειμερινή. Παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση, η νεφοκάλυψη, το υψόμετρο και η βλάστηση μιας περιοχής επηρεάζουν την τιμή του ημερήσιου θερμομετρικού εύρους. Περιοχές με συχνή νεφοκάλυψη, με υψηλό υψόμετρο και με εκτεταμένη φυτοκάλυψη παρουσιάζουν μικρότερες τιμές ημερήσιου θερμομετρικού εύρους.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος επηρεάζουν όπως είναι φυσικό και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος, πλην του γεωγραφικού πλάτους που όσο αυξάνει αναλογικά αυξάνεται και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος (Χρονοπούλου – Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Όσον αφορά την ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα, στη διάρκεια μιας κανονικής ημέρας (χωρίς σύννεφα και με νηνεμία) η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει απλή κύμανση (γνωστή και σαν ημερήσια πορεία) με μέγιστο που σημειώνεται 1-2 ώρες μετά τη μεσουράνηση του ηλίου και το ελάχιστο που παρατηρείται λίγα λεπτά μετά την ανατολή του ηλίου.

Η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα περιγράφεται με τις ισόθερμες καμπύλες και εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- 1) Το γεωγραφικό πλάτος.
- 2) Την αναλογία μεταξύ ξηράς και θάλασσας.
- 3) Το υψόμετρο.
- 4) Τους άνεμους που επικρατούν.
- 5) Την κλίση της επιφάνειας του εδάφους.
- 6) Τη φύση του εδάφους.
- 7) Την παρουσία χιονιού ή πάγου στο έδαφος.
- 8) Τα θαλάσσια ρεύματα.

Οι παράγοντες αυτοί δρουν διαφορετικά ο καθένας και έτσι η θερμοκρασία του αέρα δεν παρουσιάζει ομαλή μείωση από τον Ισημερινό προς τους πόλους, με αποτέλεσμα οι υψηλότερες τιμές της θερμοκρασίας δε σημειώνονται στην Ισημερινή ζώνη (εξαιτίας πολλών νεφώσεων και ισχυρών βροχοπτώσεων) αλλά σε περιοχές

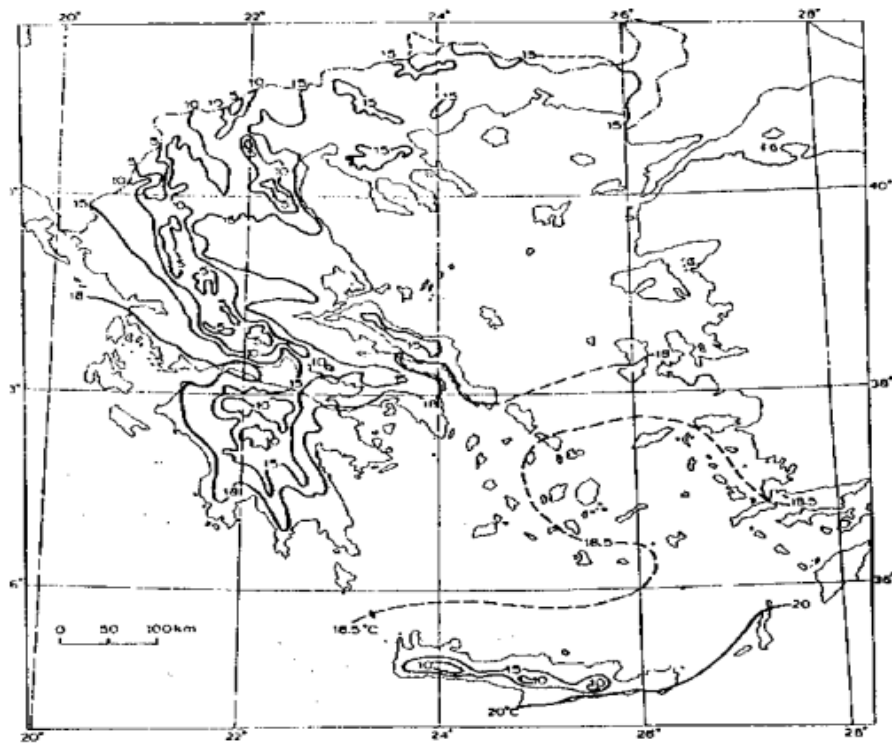
που βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ 10° – 20° βόρεια και νότια του Ισημερινού.

Στη διάρκεια της θερινής περιόδου και ειδικότερα τον Αύγουστο, λόγω του ότι η ξηρά είναι θερμότερη της θάλασσας, οι μεγαλύτερες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα σημειώνονται στο εσωτερικό των Ηπείρων, όπως Σαχάρα, Ινδίες, Ν. Αφρική, Αυστραλία κ.λπ.

Τη χειμερινή περίοδο και συγκεκριμένα τον Ιανουάριο, η ξηρά είναι ψυχρότερη της θάλασσας, γι' αυτό οι μικρότερες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα παρατηρούνται στο εσωτερικό των ηπειρωτικών περιοχών, όπως ΒΑ Σιβηρία, Β. Καναδάς, Γροιλανδία.

Επιπλέον, μεγάλη επίδραση στη θερμοκρασία ασκούν, οι άνεμοι που επικρατούν σε διάφορες περιοχές καθώς και τα μόνιμα θαλάσσια ρεύματα. Συγκεκριμένα, τα θαλάσσια ρεύματα που κινούνται προς τους πόλους μεταφέρουν θερμές υδάτινες μάζες σε ψυχρότερες περιοχές, ενώ εκείνα που κινούνται προς τον Ισημερινό μεταφέρουν ψυχρές μάζες νερού σε θερμότερες περιοχές με χαρακτηριστικό παράδειγμα το ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού.

Σχετικά με τον Ελλαδικό χώρο, η ψυχρότερη περιοχή της χώρας είναι τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ηπείρου, της Δυτικής Μακεδονίας αλλά και κατά μήκος του κεντρικού ορεινού κορμού της χώρας μαζί με τα ορεινά της Πελοποννήσου και της Κρήτης ενώ τις θερμότερες περιοχές της Ελλάδας αποτελούν τα νησιά του ΝΑ Αιγαίου και οι ΝΑ ακτές της Κρήτης. Παρατηρείται έντονη μείωση της θερμοκρασίας κατά μήκος του κεντρικού ορεινού κορμού της Ελλάδας, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη του ορεινού όγκου αλλά και στην ταχύτερη ψύξη της ξηράς σε σχέση με τη θάλασσα την χειμερινή περίοδο. Το φαινόμενο της ταχύτερης ψύξης της ξηράς σε σχέση με τη θάλασσα την χειμερινή περίοδο, επηρεάζει έντονα την ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας καθώς και τον κλιματικό χαρακτήρα της Ελλάδας.



Εικ. 1.3.1 Κατανομή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρα στην Ελλάδα (Πηγή Κοτίνη-Ζαμπάκα 1983).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

2.1 Γενικά

Η λέξη φαινολογία έχει τις ρίζες της στην αρχαία ελληνική λέξη <<φαίνομαι>>. Ως φαινολογία ορίζεται η μελέτη του χρόνου εκδήλωσης των επαναλαμβανόμενων βιολογικών γεγονότων και της συσχέτισης μεταξύ φάσεων των ίδιων ή διαφορετικών ειδών (Lieth 1974). Είναι ο κλάδος της αγρομετεωρολογικής επιστήμης που ασχολείται με τη σχέση μεταξύ καιρού ή κλίματος και περιοδικών βιολογικών φαινομένων, όπως λόγου χάρι οι φάσεις ανάπτυξης των φυτών, ο κύκλος ανάπτυξης των ζώων ή η μετανάστευση των πτηνών. Ταξινομικά, ανήκει στην Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία, στον κλάδο της Βιομετεωρολογίας και στην υποκατηγορία Γεωργική Μετεωρολογία (Χρονοπούλου-Σερέλη 2010).

Τα περιοδικά γεγονότα που χαρακτηρίζουν τα έμβια όντα διαχωρίζονται σε μετρήσιμα και μη μετρήσιμα (λανθάνοντα) πρότυπα κύκλου ζωής. Μετρήσιμα νοούνται εκείνα τα οποία δύνανται να παρατηρηθούν δια οφθαλμού ή να μετρηθούν με όργανα, χωρίς την πρόκληση τραυμάτων σε μεμονωμένα όργανα. Η έκπτυξη οφθαλμών (budding), το φύλλωμα, η άνθιση, η καρπόδεση (setting) και η συγκομιδή των φρούτων, καθώς και το χρώμα και η πτώση των φύλλων στα δένδρα είναι μερικά παραδείγματα μετρήσιμου περιοδικού γεγονότος. Στην περίπτωση του κύκλου ζωής των ζώων, μετρήσιμα γεγονότα θεωρούνται η γενετική βελτίωση, η βόσκηση, η μετανάστευση, η χειμερία νάρκη (hibernation), η γαλακτική (lactation) και για τα έντομα, τέτοια φαινόμενα είναι η πρώτη λάρβα, η πρώτη εμφάνιση, η πρώτη επίθεση και η χειμερία νάρκη. Αντίστοιχα, λανθάνοντα γεγονότα νοούνται εκείνα τα οποία δεν μπορούν ούτε να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι, ούτε να μετρηθούν άμεσα με όργανα, αλλά ούτε να υπολογιστούν με ανατομικούς και βιοχημικούς τρόπους.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Ο όρος φαινολογία πρωτοεισάχθηκε το 1853, από τον Βέλγο βοτανολόγο, Charles Morren, ωστόσο η ιστορία της φαινολογίας είναι παλιότερη. Πριν από 50.000 χρόνια, οι Αβορίγινες της Αυστραλιανής ηπείρου είχαν ήδη συνειδητοποιήσει την επίδραση του περιβάλλοντος στη χλωρίδα και την πανίδα των διαφόρων οικοσυστημάτων. Εν τούτης, διέκριναν πέντε εποχές ανάλογα με τις μεταβολές στην ένταση των ανέμων, τον υετό, τη θερμοκρασία καθώς και ανάλογα με τις μεταβολές στην χλωρίδα και την πανίδα (Keatley, 2000).

Το αρχαιότερο αρχείο φαινολογικών παρατηρήσεων εντοπίζεται στην Ιαπωνία, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την αναφορά καταγραφής των φαινολογικών σταδίων πριν από 1300 χρόνια. Στον ευρωπαϊκό χώρο υπάρχουν αναφορές για φαινολογικές παρατηρήσεις σε φυτικά είδη στη Γενεύη το 1808 και συγκεκριμένα έκπτυξη οφθαλμών σε αγριοκάστανο. Επίσης, φαινολογικά στοιχεία υπάρχουν από το Norwich της Αγγλίας από τα αρχεία της οικογένειας Marsham όπως και καλλιεργητικά δεδομένα για την κερασιά στην Ελβετία το 1721 και ημερομηνίες συγκομιδής (τρυγητός) της αμπέλου στη Γαλλία που χρονολογούνται από το Μεσαίωνα (Koch and Scheifinger, 2004).

Στη σύγχρονη φαινολογία, ο Σουηδός Carolus Linnaeus θεωρείται ο πατέρας της φαινολογίας ως ο ιδρυτής του δικτύου φαινολογικών παρατηρήσεων γύρω στον 18ο αιώνα. Στο βιβλίο του *Philosophia Botanica* συνδύασε τα φαινολογικά στάδια των φυτών με τα κλιματικά δεδομένα των περιοχών που αναπτύσσονται (Schnelle, 1955). Αποτέλεσμα αυτών των προσπαθειών του ήταν η δημιουργία φαινολογικών δικτύων από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Από τους Volkert and Schnelle, ιδρύθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του '60 οι Διεθνείς Φαινολογικοί Κήποι (International Phenological Gardens) στην Ευρώπη, στους οποίους φυτεύτηκαν κλώνοι δένδρων και θάμνων για να μελετηθούν τα φαινολογικά στάδια τους χωρίς την επίδραση διαφορετικού γενετικού υλικού (Chmielewski, 1996). Τέλος ιδρύθηκε το Ευρωπαϊκό δίκτυο φαινολογικών παρατηρήσεων που λειτουργεί ως πλατφόρμα ανταλλαγής στοιχείων και δεδομένων μεταξύ των επιστημόνων (Koch and Scheifinger, 2004).

2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την φαινολογία

Στη βιολογία, κύριος οδηγός εξελικτικών διαδικασιών είναι η θερμοκρασία. Όλες οι βιολογικές και χημικές αντιδράσεις αλληλοεπιδρούν και εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τους τόσο αυξάνεται και η ταχύτητα τους ιδιαίτερα όταν πρόκειται για αντιδράσεις που συμμετέχουν ένζυμα ως καταλύτες. Τα φυτά θεωρούνται αξιόπιστοι δείκτες των κλιματικών συνθηκών μιας περιοχής, αφού αντιδρούν στη συσσωρευτική επίδραση που έχει ο καιρός σε μια περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το φαινολογικό στάδιο “*έναρξη της βλάστησης*”, είναι χαρακτηριστικό καθώς, παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στις θερμοκρασιακές μεταβολές και είναι κρίσιμο στην ακρίβεια εκτίμησης των διεργασιών έναρξης και διάρκειας της βλαστικής περιόδου των φυτικών ειδών. Αυξομειώσεις της θερμοκρασίας επηρεάζουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, π.χ. η όψιμη άνθιση των φυτών αναγκάζει σε αναπροσαρμογή των σταδίων του κύκλου ζωής των εντόμων, η ικανότητα προσαρμογής ορισμένων ειδών δημιουργεί φαινόμενα ανταγωνισμού στα οικοσυστήματα (Schwartz et al., 2006). Η επίδραση της θερμοκρασίας που προκαλεί πρωιμότερη εμφάνιση στα φαινολογικά στάδια των φυτών άρχισε να μελετάται από τα μέσα της δεκαετίας του 1950 (Walther, 2003).

Ο χρόνος εμφάνισης των διαφόρων φαινοφάσεων συσχετίζεται άμεσα με τη μέση θερμοκρασία αέρος, ειδικά κατά την περίοδο της άνοιξης και του θέρους (Chmielewski and Rötzer 2001, Menzel 2003, Chmielewski et al 2005) και αποτελεί χρήσιμη πληροφορία για την ορθολογική διαχείριση των καλλιεργειών και τον καλύτερο προγραμματισμό των καλλιεργητικών εργασιών (Chmielewski 2003). Έχει διαπιστωθεί από διάφορους ερευνητές πως αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί πρωιμότερη εμφάνιση διαφόρων φαινοφάσεων (πχ έναρξη βλάστησης) σε διάφορα φυτικά είδη, γεγονός που μπορεί να ληφθεί υπόψη στην εμφάνιση ενδεχόμενης κλιματικής αλλαγής. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι αύξηση θερμοκρασίας κατά 1°C δύναται να προκαλέσει πρωιμότερη εμφάνιση των φαινοφάσεων δασικών φυτών κατά 3-27 μέρες μέχρι το 2050 ανάλογα με το φυτικό είδος (Chmielewski and Rötzer 2001, Menzel 2003, Chmielewski et al 2005).

Εκτός της θερμοκρασίας, υπάρχουν και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινολογικά στάδια των φυτών, δεύτερος σημαντικότερος για την

έναρξη των ανοιξιότικων φαινολογικών φάσεων είναι η *φωτοπερίοδος* και η διάρκεια της (Saxe et al., 2001). Η συγκέντρωση του CO₂ πιθανόν να αποτελεί παράγοντα επιρροής στην εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων των φυτών δεδομένου ότι επηρεάζει την εμφάνιση τους (Badeck et al., 2004). Αντίθετα, η επίδραση του υετού, των θρεπτικών στοιχείων και των ιδιοτήτων του εδάφους (στα ανοιξιότικα φαινολογικά στάδια) είναι μικρότερη (Sparks et al., 1997).

2.4 Φαινολογία και μικρόκλιμα

Οι παράγοντες, οι οποίοι αποτελούν το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζούν και αναπτύσσονται οι φυτικοί και οι ζωικού οργανισμοί χωρίζονται σε βιολογικούς, κλιματικούς και εδαφικούς. Τοπικές και χρονικές μεταβολές αυτών των παραγόντων οδηγούν στην προσαρμοστικότητα των φυτικών και ζωικών ειδών. Η επίδραση των κλιματικών παραγόντων θεωρείται πρωτεύουσας σημασίας καθώς επηρεάζονται άμεσα τόσο οι βιολογικοί όσο και οι εδαφικοί παράγοντες.

Η μελέτη της επίδρασης των μετεωρολογικών παραμέτρων στα στάδια ανάπτυξης, στη συμπεριφορά των ζώων, των εντόμων, των τρωκτικών αλλά και στην εξάπλωση διαφόρων επιδημικών ασθενειών αποτελούν αντικείμενο της φαινολογίας. Έτσι λοιπόν, σημαντικός ρόλος της φαινολογίας είναι η χρονική συσχέτιση των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης και συμπεριφοράς φυτών και ζώων με καθένα από τα κλιματικά στοιχεία αλλά και σε συνδυασμό μεταξύ τους, με κύριο στόχο την μελέτη των οργανισμών αυτών στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες και στην κλιματική αξιολόγηση των συγκεκριμένων περιοχών. Οι φαινολογικές φάσεις των φυτών εξαρτώνται από την επίδραση του συνδυασμού των μετεωρολογικών παραμέτρων σε αυτά. Από τα μετεωρολογικά στοιχεία, το βασικότερο είναι η θερμοκρασία, η οποία επηρεάζει την φαινολογική συμπεριφορά τους. Ταυτόχρονα με τη θερμοκρασία σημαντικό ρόλο στην φαινολογία των φυτών έχουν οι μακρο-, μεσο- και μικρο-κλιματικές συνθήκες (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας 2010).

2.5 Κωδικοποίηση φαινολογικών σταδίων καλλιεργούμενων και μη φυτών

Η κλίμακα BBCH είναι ένα σύστημα κωδικοποίησης που χρησιμοποιείται για να αναγνωρίσουμε τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών. Είναι ένας διψήφιος κωδικός που παίρνει τιμές από 00 έως 99. Η κλίμακα BBCH αναπτύχθηκε από Γερμανικούς φορείς και Ινστιτούτα (BBA, BSA, IVA, IGZ), η οποία βασίστηκε στην κλίμακα φαινολογικών σταδίων των δημητριακών, που είχε αναπτύξει ο Zadoks και οι συνεργάτες του το 1972 (Zadoks et al. 1974). Η γενική κλίμακα BBCH αποτελεί το πλαίσιο με βάση το οποίο καταρτίζονται οι ειδικές κλίμακες BBCH των βλαστικών σταδίων για ομάδες φυτών ή είδη φυτών. Στα κύρια στάδια ανάπτυξης, η αναγνώριση του φαινολογικού σταδίου γίνεται από εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά ενώ στα δευτερεύοντα η αναγνώριση προϋποθέτει την συνέχεια της ανάπτυξης του φυτού στον χρόνο, δηλαδή, ανταποκρίνονται σε δυναμικές καταστάσεις ανάπτυξης του φυτού στον χρόνο (Koch and Scheifinger, 2004).

Οι **βασικές αρχές** της κλίμακας BBCH, είναι:

1. Παρόμοια φαινολογικά στάδια χαρακτηρίζονται με τον ίδιο κωδικό
2. Κάθε κωδικός που δίνεται περιγράφει τα σημαντικά στάδια της καλλιέργειας
3. Χρησιμοποιούνται ευδιάκριτα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά
4. Το πρώτο ψηφίο της κλίμακας αναφέρεται στα βασικά στάδια ανάπτυξης
5. Μετά τη συγκομιδή, η καλλιέργεια παίρνει κωδικό 99
6. Πριν τη σπορά ή τη φύτευση, η καλλιέργεια παίρνει κωδικό 00 (Hack et al, 1992)

Ως προς την σειρά εμφάνισης των σταδίων ανάπτυξης, αυτά μπορούν όχι μόνο να εμφανίζονται με τη σειρά αλλά και να εξελίσσονται παράλληλα. Επιπλέον, κάποιο μεταγενέστερο στάδιο μπορεί να εξελιχθεί πριν από κάποιο προγενέστερο. Κλασσικό παράδειγμα αποτελεί η άνθιση αρκετών οπωροφόρων, η οποία προηγείται της ανάπτυξης των φύλλων όπως επίσης και η περίπτωση του να παραλείπεται κάποιο στάδιο, ανάλογα με την ποικιλία. Τα δευτερεύοντα στάδια ανάπτυξης ανταποκρίνονται σε ακριβή σημεία στην πορεία ανάπτυξης του φυτού και κωδικοποιούνται με αρίθμηση κλίμακας από 0 έως 9, με 0 να συμβολίζεται η έναρξη και με 9 το τέλος του κύριου φαινολογικού σταδίου (Hack et al, 1992).

Βασικά στάδια ανάπτυξης της κλίμακας BBCH (πρώτο ψηφίο)

- **0:** Βλάστηση, ανάπτυξη οφθαλμών
- **1:** Ανάπτυξη φύλλων
- **2:** Έκπτυξη βλαστών (σχηματισμός πλευρικών βλαστών, αδελφωμα)
- **3:** Επιμήκυνση κεντρικού βλαστού (ανάπτυξη βλαστών, ανάπτυξη ροζέτας, επιμήκυνση στελέχους)
- **4:** Ανάπτυξη των βλαστικών μερών του φυτού (που προορίζονται για συλλογή)
- **5:** Διαμόρφωση κεφαλής (εμφάνιση ταξιανθίας, ξεστάχιασμα)
- **6:** Άνθηση
- **7:** Έναρξη διαμόρφωσης καρπού (ανάπτυξη φρούτων, γέμισμα καρπών)
- **8:** Ωρίμανση φρούτων και σπόρων
- **9:** Γήρανση, έναρξη φυλλόπτωσης

2.6 Αξιοποίηση φαινολογικών παρατηρήσεων

Η λήψη φαινολογικών παρατηρήσεων είναι σημαντική όσον αφορά την κλιματική αξιολόγηση μιας περιοχής. Μια εξ αυτών είναι η χρήση παρατηρήσεων μακράς σειράς ετών. Αναλόγως των μετεωρολογικών συνθηκών, τα στάδια ανάπτυξης των φυτών διαφοροποιούνται σε μια περιοχή καθιστώντας τις μη αντιπροσωπευτικές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση μιας σχετικά θερμής χειμερινής περιόδου, όπου η άνθιση αρχίζει σχεδόν ταυτόχρονα σε όλες περίπου τις τοποθεσίες, κάτι το οποίο δε θα συμβεί την επόμενη χρονιά, όταν θα διαφοροποιηθούν οι θερμομετρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτές οι παρατηρήσεις πρέπει να λαμβάνονται από τον ίδιο παρατηρητή και όσον αφορά το μελετώμενο είδος, αυτό να βρίσκεται σε ικανοποιητικό ποσοστό στην μελετώμενη περιοχή.

Φυτά της αυτοφυούς βλάστησης είναι τα πλέον κατάλληλα για την κλιματική αξιολόγηση ενός τόπου σε σύγκριση με τα καλλιεργούμενα φυτά καθώς τα δεύτερα απαντώνται σε ποικιλίες των οποίων τα διάφορα βλαστικά στάδια εμφανίζουν παραλλακτικότητα. Σχετικά με τα δημητριακά, καταλληλότερα είναι τα είδη των χειμερινών σιτηρών και όχι τα θερινά, μιας και σε αυτά τα φυτά, τα στάδια ανάπτυξης επηρεάζονται από τις θερμομετρικές συνθήκες που επικρατούν κατά την ημέρα της σποράς.

Βάσει των φαινολογικών παρατηρήσεων που λαμβάνονται από τα καλλιεργούμενα φυτά δημιουργούνται φαινολογικοί χάρτες και ισοφανή διαγράμματα. Για την κατασκευή ενός ισοφανούς διαγράμματος λαμβάνονται οι συχνότητες εμφάνισης συγκεκριμένου σταδίου ανάπτυξης μιας δεδομένης ποικιλίας σε χρονικά διαστήματα 5-10 ημερών. Έπειτα βρίσκεται η μέση ημερομηνία εμφάνισης του σταδίου αυτού και σημειώνεται σε χάρτη. Η ένωση των σημείων αυτών σχηματίζει το ισοφανές διάγραμμα του συγκεκριμένου σταδίου ανάπτυξης. Ο χάρτης που περιέχει ισοφανή διαγράμματα, ονομάζεται φαινολογικός χάρτης (Χρονοπούλου-Σερέλη, Φλόκας 2010).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

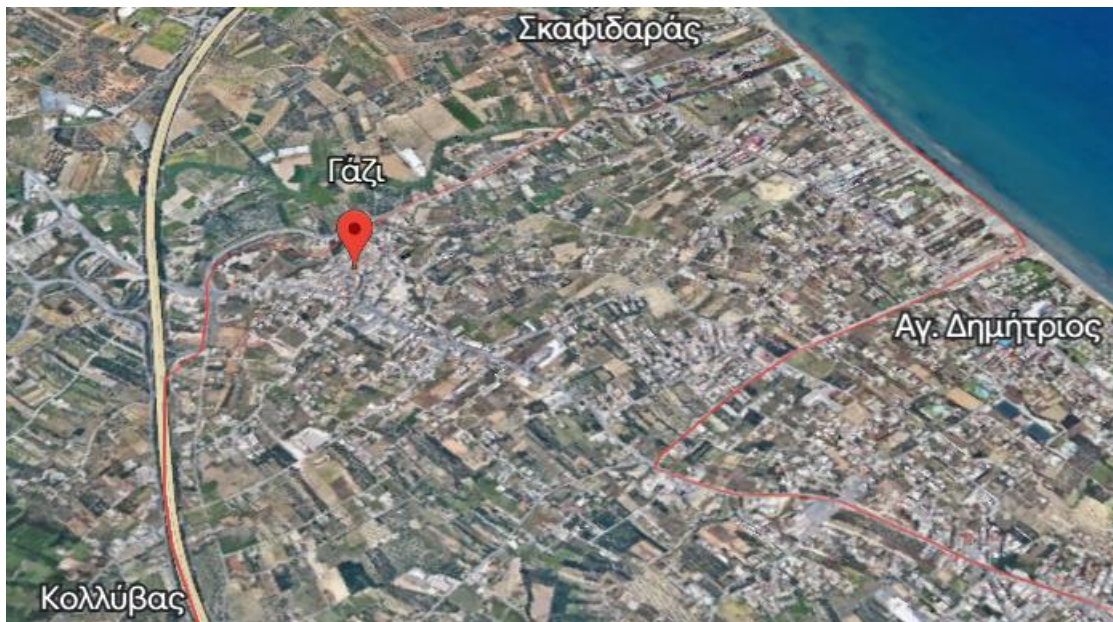
Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ελήφθησαν μετεωρολογικά δεδομένα καθώς και φαινολογικές παρατηρήσεις από τις περιοχές του Γαζίου και του Άγιου Μύρωνα. Τα δεδομένα αυτά προήλθαν από το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου του Ηρακλείου και έγιναν στο διάστημα Ιανουάριος 2008-Δεκέμβριος 2016.

Η περιοχή του Γαζίου, βρίσκεται δυτικά του Ηρακλείου. Είναι πεδινή περιοχή και στα νοτιοδυτικά του βρίσκεται η οροσειρά του Ψηλορείτη. Γειτνιάζει δυτικά με την περιοχή του Σκαφιδάρα, ανατολικά με την περιοχή Ξεροπόταμου, νότια με την περιοχή του Αγίου Δημητρίου και βόρεια με τις περιοχές Κολλύβας και Άγιοι Θεόδωροι.

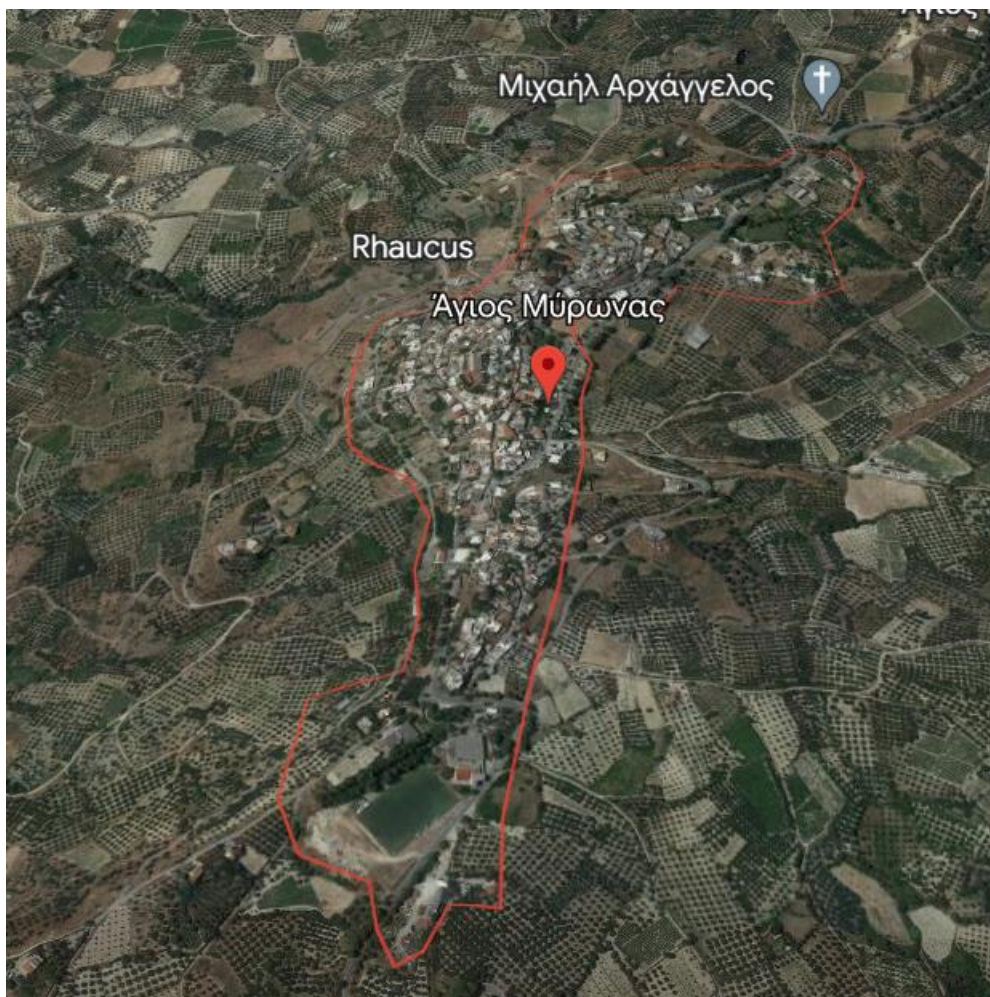
Ο μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 23,0 m, η απόσταση του από τη θάλασσα είναι 2,5 km. Ως προς τις συντεταγμένες, αυτός εντοπίζεται σε θέση που ορίζεται από τις συντεταγμένες γεωγραφικό πλάτος (γπ): $35^{\circ}18'52.69''\text{B}$ και το γεωγραφικό μήκος (γμ): $25^{\circ}6'21.14''\text{A}$ (Εικ. 1.1.1).

Η περιοχή του Άγιου Μύρωνα, βρίσκεται βορειότερα του Γαζίου και βορειοδυτικά του Ηρακλείου. Είναι ημιορεινή περιοχή, χτισμένη στις κορυφές δύο λόφων. Απέχει από το Ηράκλειο 18 km.

Ο μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 400 m, η απόσταση του από τη θάλασσα είναι 10km. Ως προς τις συντεταγμένες, η θέση του σταθμού περιγράφεται από τις συντεταγμένες με γπ: $35^{\circ}14'19.86''\text{B}$ και το γμ: $25^{\circ}1'47.52''\text{A}$ (Εικ. 1.1.2)



Εικ. 1.1.1: Χάρτης περιοχής Γαζιου (Google Earth, 2023).



Εικ. 1.1.2: Χάρτης περιοχής Αγίου Μύρωνα (Google Earth, 2023).

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ελήφθησαν από το Περιφερειακό Κέντρο Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Ηρακλείου μετεωρολογικά δεδομένα των σταθμών Γαζίου και Άγιου Μύρωνα για την περίοδο Ιανουάριος 2006-Δεκέμβριος 2016 (περίοδος αναφοράς) σε ωριαία βάση. Τα δεδομένα αφορούσαν τη θερμοκρασία του αέρα (°C), την μέγιστη (°C) και την ελάχιστη (°C) θερμοκρασία αέρα, τη σχετική υγρασία (%), την ταχύτητα του ανέμου (m/sec), το ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (mm), και τη διύγρανση φυλλώματος (h). Η μελέτη έγινε για το διάστημα 2008-2011 και 2014-2016. Εξαιρέθηκε η διετία 2012-2013 καθώς δεν υπήρχαν επαρκή φαινολογικά δεδομένα.

Από τις ωριαίες τιμές υπολογίστηκαν οι μέσες ημερήσιες, οι μέσες μηνιαίες και οι μέσες ετήσιες τιμές για όλες τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν πλην του ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και της διύγρανσης. Σημειώνεται ότι η ημερήσια τιμή της διύγρανσης φυλλώματος υπολογίστηκε από το άθροισμα των ωρών όπου το φύλλο ήταν υγρό. Πρόσθετα, το μηνιαίο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων υπολογίστηκε από άθροισμα των ημερήσιων τιμών στον συγκεκριμένο μήνα. Οι μέσες ετήσιες τιμές των παραμέτρων αυτών προσδιορίστηκαν με τον ίδιο τρόπο υπολογισμού των υπολοίπων παραμέτρων. Με βάση τις μέσες μηνιαίες τιμές κατασκευάστηκαν διαγράμματα της πορείας των παραμέτρων αυτών κατά την περίοδο αναφοράς. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του MS Excel 2016. Επίσης από τις μηνιαίες τιμές κατασκευάστηκαν όλα τα διαγράμματα που αφορούν το διάστημα Ιανουάριος 2008-Δεκέμβριος 2016. Επιπλέον όπου κρίθηκε απαραίτητο, χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος της συσχέτισης μεταβλητών, η μέθοδος t-test καθώς και η συσχέτιση Pearson (Wilks, 2006; Matsoukis et al., 2018) με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics 23.

Έπειτα, έγινε διερεύνηση για την μελέτη καλλιεργειών που παρουσιάζουν αξιόλογο ενδιαφέρον και προοπτικές για την ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής της Κρήτης αλλά και του νομού Ηρακλείου. Για το σκοπό αυτό κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα που αφορούσαν τις εκτάσεις και την παραγωγή των καλλιεργειών. Έτσι αναζητήθηκαν δεδομένα από την Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα, που αφορούσαν τις εκτάσεις των καλλιεργειών συνολικά αλλά και συγκεκριμένα για την καλλιέργεια της αμπέλου ανά την Ελλάδα αλλά και εντοπισμένα στην Κρήτη για την περίοδο αναφοράς.

Από τη διερεύνηση αυτή προέκυψε ότι η Κρήτη κατέχει υψηλή θέση στον αριθμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση. Πιο συγκεκριμένα, το 2016 οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις με χρήσιμες γεωργικών εκμεταλλεύσεων καταγράφονται στην Κεντρική Μακεδονία (95.187 εκμ/σεις) και ακολουθούν η Πελοπόννησος (88.221 εκμ/σεις) και η Κρήτη (86.961 εκμ/σεις) (ΕΛΣΤΑΤ 2016).

Ο συνολικός αριθμός των εκμεταλλεύσεων με αμπελώνες (οινάμπελα και σταφιδάμπελα) αυξήθηκε κατά 2,3% το 2020 σε σχέση με το 2015. Οι εκμεταλλεύσεις με αμπελώνες αυξήθηκαν κατά ένα αξιόλογο ποσοστό άνω του 30% ενώ οι εκμεταλλεύσεις με αμπελώνες μη παραγωγικής ηλικίας κατά 35,8%.

Αναφορικά με την περιφερειακή κατανομή των συνολικών εκτάσεων με αμπελώνες (οινάμπελα και σταφιδάμπελα), το 2020 οι περισσότερες εκτάσεις καταγράφονται στην Πελοπόννησο με 247.739 στρέμματα, μειωμένες κατά 3,1% σε σχέση με το 2015 (Εικ.1.2.2). Ακολουθούν η Κρήτη με εκτάσεις αμπελώνων που ανέρχονται σε 221.845 στρέμματα το 2020, μειωμένες κατά 1,6% σε σχέση με το 2015 και η Δυτική Ελλάδα με 164.521 στρέμματα το 2020, χωρίς σημαντική μεταβολή (0,05%) σε σχέση με το 2015 (ΕΛΣΤΑΤ 2020).

Περιφέρεια	2020			2015		
	Σύνολο	Οινάμπελα	Σταφίδες	Σύνολο	Οινάμπελα	Σταφίδες
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	1.029.349	644.088	385.261	1.030.821	633.262	397.559
Ανατολική Μακεδονία, Θράκη	22.274	22.724		21.133	21.133	
Κεντρική Μακεδονία	47.352	47.352		45.839	45.839	
Δυτική Μακεδονία	26.364	26.364		24.388	24.388	
Ήπειρος	8.669	8.669		7.814	7.814	
Θεσσαλία	43.382	43.382		41.215	41.215	
Στερεά Ελλάδα	69.576	69.576		68.023	68.023	
Ιόνια Νησιά	48.227	31.086	17.141	47.540	30.075	17.465
Δυτική Ελλάδα	164.521	88.281	76.24	164.446	86.617	77.829
Πελοπόννησος	247.739	100.087	147.652	255.537	101.317	154.229
Αττική	62.113	62.113		60.700	60.70	
Βόρειο Αιγαίο	27.977	27.977		29.065	29.065	
Νότιο Αιγαίο	39.311	39.311		39.574	39.574	
Κρήτη	221.845	77.616	144.228	225.548	77.503	148.045

Εικ. 1.2.2 Εκτάσεις με οινάμπελα και σταφιδάμπελα ανα Περιφέρεια, ΕΛΣΤΑΤ 2020.

ΕΙΔΗ ΑΜΠΕΛΟΥ					
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕ	ΣΥΝΟΛΟ	ΟΙΝΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΛΟΙΠΟΙ ΟΙΝΟΙ	ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΣΤΑΦΥΛΙΑ	ΣΤΑΦΙΔΑ ΞΕΡΗ
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	735,738	221,656	230,145	124,926	159,011
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	123,133	19,100	43,972	23,580	36,481
ΠΕ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	95,558	15,575	22,004	23,409	34,569
ΠΕ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	9,045	2,634	5,402	61	949
ΠΕ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	10,088	613	8,474	38	963
ΠΕ ΧΑΝΙΩΝ	8,441	278	8,092	72	0

Εικ. 1.2.3: Εκμεταλλεύσεις και εκτάσεις με αμπέλια και κατά είδος αμπέλων πανελλαδικά και στην Κρήτη, ΕΛΣΤΑΤ 2016.

Ο νομός Ηρακλείου παρουσιάζει το μεγαλύτερο αμπελουργικό ενδιαφέρον περισσότερο από όλους τους νομούς της Κρήτης. Περισσότερες εκτάσεις παραχωρούνται για την καλλιέργεια της ξερής σταφίδας (Σουλτανίνα ή Κορινθιακή σταφίδα) και αμέσως μετά για την καλλιέργεια διαφόρων οίνων (ΕΛΣΤΑΤ 2016) (Εικ. 1.2.3).

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η αμπελοκαλλιέργεια θεωρείται παραγωγικός κλάδος μεγάλης οικονομικής σημασίας για το Νομό Ηρακλείου και συγκεκριμένα η ποικιλία Σουλτανίνα, *Vitis vinifera* L. cv. **Soultanina** και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν φαινολογικά δεδομένα για την καλλιέργεια της, που ελήφθησαν από το Περιφερειακό Κέντρο Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Ηρακλείου κοντά στους μετεωρολογικούς σταθμούς του Γαζίου και του Άγιου Μύρωνα για τη συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς.

Επιπλέον, μέσω φαινολογικών δεδομένων που χορηγήθηκαν από το Περιφερειακό Κέντρο Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Ηρακλείου πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των μέσων ημερομηνιών εμφάνισης των φαινοφάσεων με τη μέση θερμοκρασία (T), τη μέση μέγιστη θερμοκρασία (Tx) και τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία (Tn) για τους μήνες στους οποίους εμφανίστηκαν κατά την περίοδο των παρατηρήσεων. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκε η κλίμακα BBCH (Matsoukis et al.) και μελετήθηκαν συγκεκριμένα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της Σουλτανίνας τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον και ως προς την προστασίας της καλλιέργειας στα ευαίσθητα στάδια ανάπτυξης όσο και στην οικονομία και την ακρίβεια των πιθανών επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν τα στάδια BBCH 05, 07, 08, 13, 53, 55, 57, 65, 71, 75, τα οποία ερμηνεύονται ως εξής:

- 05 : έναρξη διόγκωσης οφθαλμών – οφθαλμός χνούδι
- 07 : εμφάνιση πράσινης κορυφής
- 08 : έκπτυξη οφθαλμών – πράσινη κορυφή πλήρως ορατή
- 13 : ξεδίπλωμα 3^{ου} φύλλου
- 53 : εμφάνιση ταξιανθιών
- 55 : διόγκωση – διαχωρισμός ταξιανθιών
- 57 : ταξιανθίες πλήρως ανεπτυγμένες - διαχωρισμός ανθέων
- 65 : πλήρης άνθιση – πτώση 50% των πετάλων
- 71 : διόγκωση νεαρών καρπών
- 75 : ράγες σχήματος μπιζελιού (έως 7mm) – καρποί που αιωρούνται

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.1 Μικροκλιματικές συνθήκες των περιοχών μελέτης Ηρακλείου και Αγίου Μύρωνα, Ηρακλείου Κρήτης

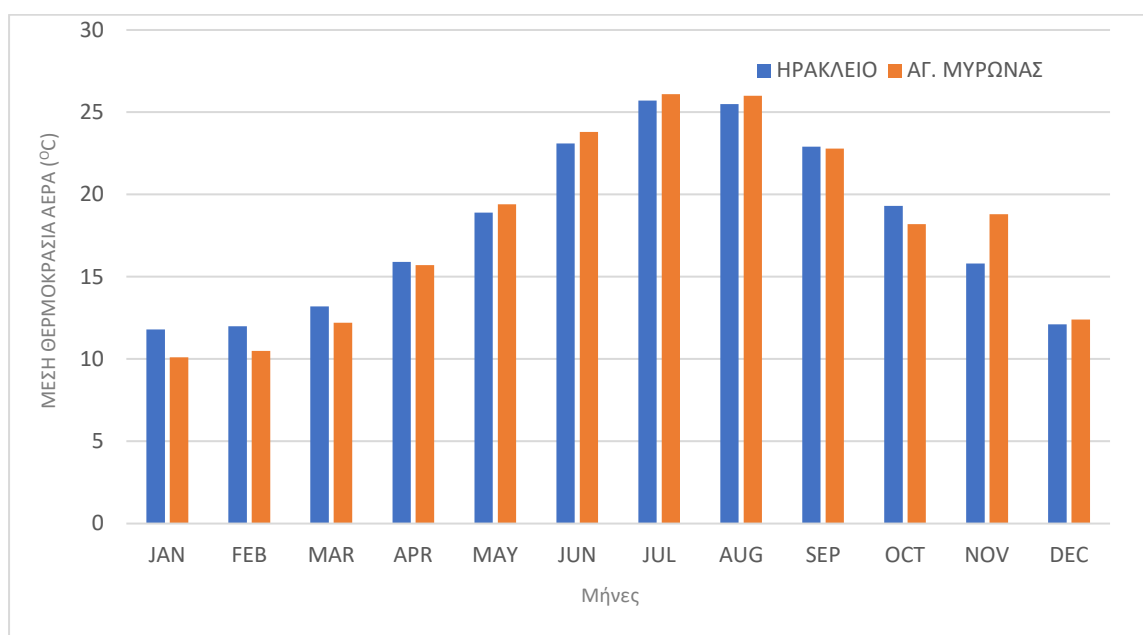
Σχετικά με τις μικροκλιματικές συνθήκες που διαμορφώθηκαν στις περιοχές μελέτης Γαζίου (Ηράκλειο) και Αγίου Μύρωνα, μελετήθηκαν οι εξής παράμετροι:

- 1) Μέση θερμοκρασία αέρος (T σε °C)
- 2) Μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρος (T_x σε °C)
- 3) Μέση ελάχιστη θερμοκρασία αέρος (T_n σε °C)
- 4) Μέση Σχετική Υγρασία (RH σε %)
- 5) Διύγρυνση φυλλώματος (ΔΦ σε h)
- 6) Ύψος Ατμοσφαιρικών Κατακρημνισμάτων (P σε mm)
- 7) Ταχύτητα ανέμου (WS σε m/sec)

Από την μελέτη και επεξεργασία των δεδομένων από τους μετεωρολογικούς σταθμούς των δύο περιοχών, κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα που αποτυπώνουν τους προαναφερθέντες παράγοντες για το διάστημα Ιανουάριος 2008 - Δεκέμβριος 2016.

Όσον αφορά τη **μέση θερμοκρασία** αέρος μεταξύ του Ηρακλείου και του Αγίου Μύρωνα προκύπτει ότι η τιμή της Μ.Θ. για την περίοδο αναφοράς (Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016) είναι 18,02 °C για την περιοχή του Ηρακλείου ενώ στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα σημειώνεται σχεδόν ίδια (18,0 °C) Από την κατανομή της Μ.Θ. προκύπτει ότι ο ψυχρότερος μήνας τόσο για το Ηράκλειο όσο και για τον Άγιο Μύρωνα είναι ο Ιανουάριος, με μέση θερμοκρασία αέρος 10,1 °C για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα ενώ στην περιοχή του Ηρακλείου εμφανίζεται κατά 1,7 °C (11,8 °C) αυξημένη (Εικ.2.1.1).

Αντίστοιχα, ο θερμότερος μήνας και για τις δύο περιοχές μελέτης είναι ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία αέρος 25,7 °C στο Ηράκλειο και κατά 0,4 °C (26,1 °C) αυξημένη στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα (Εικ.2.1.1).



Εικόνα 2.1.1 Ετήσια πορεία της μέσης θερμοκρασίας αέρα των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Σχετικά με τη μηνιαία μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας αέρος παρατηρήθηκαν οι εξής μεταβολές:

Πίνακας 2.1.1: Μηνιαία μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΜΗΝΕΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ – ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,2	0,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ – ΜΑΡΤΙΟΣ	1,2	1,7
ΜΑΡΤΙΟΣ – ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2,7	3,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ – ΜΑΙΟΣ	3,0	3,7
ΜΑΙΟΣ – ΙΟΥΝΙΟΣ	4,2	4,4
ΙΟΥΝΙΟΥ – ΙΟΥΛΙΟΣ	2,6	2,3
ΙΟΥΛΙΟΣ – ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0,2	-0,1
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-2,6	-3,2
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	-3,6	-4,6
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	-3,5	0,6
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-3,7	-6,4

Οι μεγαλύτερες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Μάιο στον Ιούνιο τόσο για την περιοχή του Ηρακλείου όσο και για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα. Συγκεκριμένα, η μέγιστη μεταβολή παρατηρείται στον Άγιο Μύρωνα 4,4 °C ενώ στην περιοχή του Ηρακλείου εμφανίζεται κατά 0,2 °C (4,2 °C) χαμηλότερη.

Οι μεγαλύτερες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Νοέμβριο στον Δεκέμβριο και για τις δύο περιοχές μελέτης με τη μέγιστη να εμφανίζεται στον Άγιο Μύρωνα $-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ και κατά $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) χαμηλότερη στο Ηράκλειο (Πίνακας 2.1.1).

Οι ελάχιστες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Ιανουάριο στον Φεβρουάριο και για τις δύο περιοχές μελέτης. Στο Ηράκλειο η ελάχιστη θετική είναι $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ στον Άγιο Μύρωνα εμφανίζεται κατά $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) αυξημένη. Οι ελάχιστες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται και για τις δύο περιοχές μελέτης κατά τη μετάβαση από τον Ιούλιο στον Αύγουστο με τη μεγαλύτερη αρνητική να εμφανίζεται στον Άγιο Μύρωνα $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ και κατά $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) αυξημένη στο Ηράκλειο (Πίνακας 2.1.1).

Σχετικά με την εποχιακή κατανομή της μέσης θερμοκρασίας αέρος παρατηρούνται τα εξής:

Πίνακας 2.1.2: Εποχιακές τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΕΠΟΧΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	11,9	11,0
ΑΝΟΙΞΗ	13,7	15,7
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	24,7	25,3
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	19,3	19,9

Από την εποχιακή κατανομή της θερμοκρασίας αέρος διαπιστώνεται ότι το καλοκαίρι είναι η θερμότερη εποχή του έτους και για τις δύο περιοχές μελέτης. Υψηλότερη θερμοκρασία εμφανίζει η περιοχή του Αγίου Μύρωνα $25,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ενώ στην περιοχή του Ηρακλείου η θερμοκρασία εμφανίζεται κατά $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($24,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) αυξημένη (Πίνακας 2.1.2).

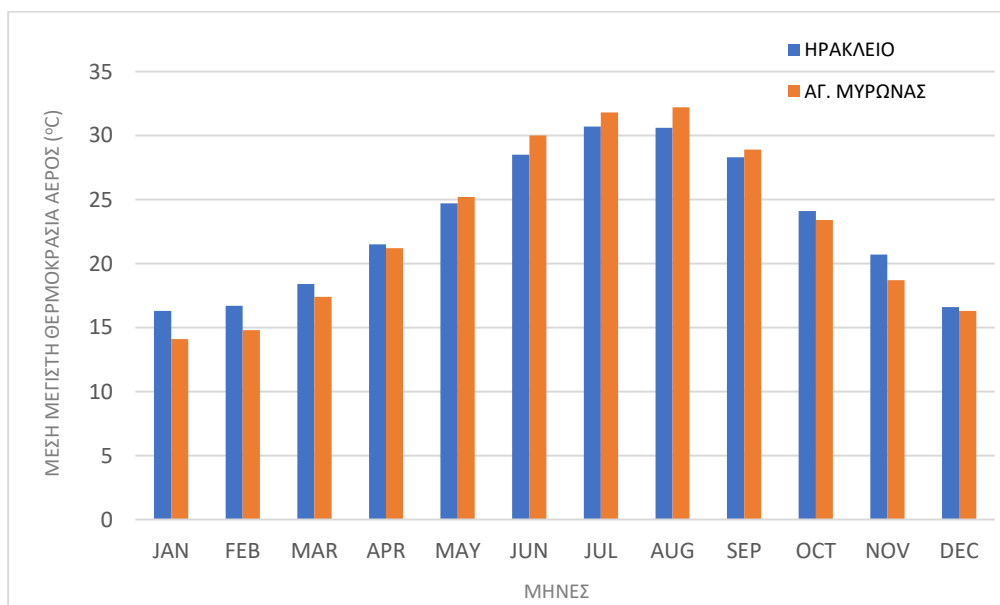
Μεταξύ των δύο περιοχών μελέτης επικρατούν χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας στην περιοχή του Ηρακλείου όλες τις εποχές του έτους με εξαίρεση τον χειμώνα όπου παρατηρείται αντίστροφη θερμομετρική συμπεριφορά. Συγκεκριμένα, στο Ηράκλειο η θερμοκρασία είναι $11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ενώ στον Άγιο Μύρωνα είναι κατά $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($11\text{ }^{\circ}\text{C}$) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.2).

Επίσης διαπιστώθηκε πως ανάμεσα στις μεταβατικές εποχές του έτους είναι θερμότερο το φθινόπωρο και για τις δύο περιοχές μελέτης, καθώς υπερέχει θερμικά από την άνοιξη. Το γεγονός αυτό είναι χαρακτηριστικό των περιοχών του κλίματος του ελληνικού χώρου (Πίνακας 2.1.2).

Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας, αξιοποιώντας την μέθοδο t-test μεταξύ δύο περιοχών για την παράμετρο της μέσης θερμοκρασίας αέρος (Ta) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για τα διαστήματα Ιανουάριος – Μάρτιος και Μάιος – Αύγουστος ($p < 0,01$). Στατιστικά σημαντική διαφορά αλλά μικρότερη εμφανίζεται και στους μήνες Απρίλιος και Νοέμβριος ($p < 0,05$). Αντίστοιχα, τους μήνες Σεπτέμβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο δεν παρατηρείται καθόλου στατιστικά σημαντική διαφορά (ns).

Όσον αφορά την πορεία της μέσης **μέγιστης θερμοκρασίας** αέρος για τις δύο περιοχές μελέτης παρουσιάζεται ανάλογη πορεία με εκείνη της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρος. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Ηρακλείου εμφανίζεται θερμοκρασία 23,0 °C ενώ στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα εμφανίζεται κατά 0,2 °C (22,8 °C) χαμηλότερη. Από την κατανομή της Μ.Μ.Θ. προκύπτει ότι ο ψυχρότερος μήνας τόσο για το Ηράκλειο όσο και για τον Άγιο Μύρωνα είναι ο Ιανουάριος, με μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρος 16,3 °C για την περιοχή του Ηρακλείου, ενώ η αντίστοιχη για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα εμφανίζεται κατά 2,2 °C (14,1 °C) χαμηλότερη (Εικ. 2.1.2).

Αντίστοιχα, οι πιο θερμοί μήνες για τις περιοχές μελέτης είναι με μικρή διαφορά ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Πιο συγκεκριμένα, για την περιοχή του Ηρακλείου ο πιο ζεστός μήνας είναι ο Ιούλιος με θερμοκρασία 30,7 °C ενώ για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα ο πιο ζεστός μήνας είναι ο Αύγουστος με θερμοκρασία (32,2 °C) μεγαλύτερη του Ηρακλείου κατά 1,5 °C (Εικ. 2.1.2).



Εικόνα 2.1.2 Ετήσια πορεία της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Σχετικά με τη μηνιαία μεταβολή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρος, παρατηρούνται οι εξής μεταβολές:

Πίνακας 2.1.4: Μηνιαία μεταβολή μέσης μέγιστης ετήσιας θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΜΗΝΕΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ – ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,7	0,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ – ΜΑΡΤΙΟΣ	2,6	1,7
ΜΑΡΤΙΟΣ – ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3,8	3,1
ΑΠΡΙΛΙΟΣ – ΜΑΙΟΣ	4,0	3,2
ΜΑΙΟΣ – ΙΟΥΝΙΟΣ	4,8	3,8
ΙΟΥΝΙΟΣ – ΙΟΥΛΙΟΣ	1,8	2,2
ΙΟΥΛΙΟΣ – ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,8	-0,1
ΑΥΓΟΥΣΤΟ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-3,3	-2,3
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	-5,5	-4,2
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	-4,7	-3,4
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-2,4	-4,1

Οι μεγαλύτερες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Μάιο στον Ιούνιο τόσο για την περιοχή του Ηρακλείου όσο και για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα. Συγκεκριμένα, η μέγιστη μεταβολή παρατηρείται στο Ηράκλειο 4,8 °C ενώ στον Άγιο Μύρωνα εμφανίζεται κατά 1,0 °C (3,8 °C) χαμηλότερη. Οι μεγαλύτερες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο και για τις δύο περιοχές μελέτης με τη μέγιστη να εμφανίζεται στην περιοχή του Ηρακλείου -5,5 °C και κατά 1,3 °C (-4,2 °C) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.4).

Οι ελάχιστες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Ιανουάριο στον Φεβρουάριο και για τις δύο περιοχές μελέτης. Στο Ηράκλειο η ελάχιστη θετική είναι 0,7 °C και στον Άγιο Μύρωνα είναι κατά 0,3 °C (0,4 °C) χαμηλότερη. Οι ελάχιστες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Νοέμβριο στον Δεκέμβριο στην περιοχή του Ηρακλείου με ελάχιστη αρνητική -2,4 °C και κατά τη μετάβαση από τον Ιούλιο στον Αύγουστο στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα με ελάχιστη αρνητική -0,1 °C (Πίνακας 2.1.4).

Απόλυτη σταθερότητα της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρα δεν παρατηρείται σε καμία μετάβαση κατά τη διάρκεια του έτους.

Σχετικά με την εποχιακή κατανομή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρος, παρατηρούνται τα εξής:

Πίνακας 2.1.5 Εποχιακές τιμές μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΕΠΟΧΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	16,5	15,0
ΑΝΟΙΞΗ	21,5	21,3
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	29,9	31,3
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	24,4	23,7

Από την εποχιακή κατανομή της θερμοκρασίας αέρος διαπιστώνεται ότι το καλοκαίρι είναι η θερμότερη εποχή του έτους και για τις δύο περιοχές μελέτης. Υψηλότερη θερμοκρασία εμφανίζει η περιοχή του Άγιου Μύρωνα 31.3°C ενώ στο Ηράκλειο εμφανίζεται κατά 1,4 °C (29,9 °C) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.5).

Ανάλογη συμπεριφορά με τη μέση θερμοκρασία αέρος έχουν οι μεταβατικοί μήνες, δηλαδή το φθινόπωρο εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασίες σε σχέση με την άνοιξη, καθώς υπερέχει θερμικά έναντι της άνοιξης (Πίνακας 2.1.5).

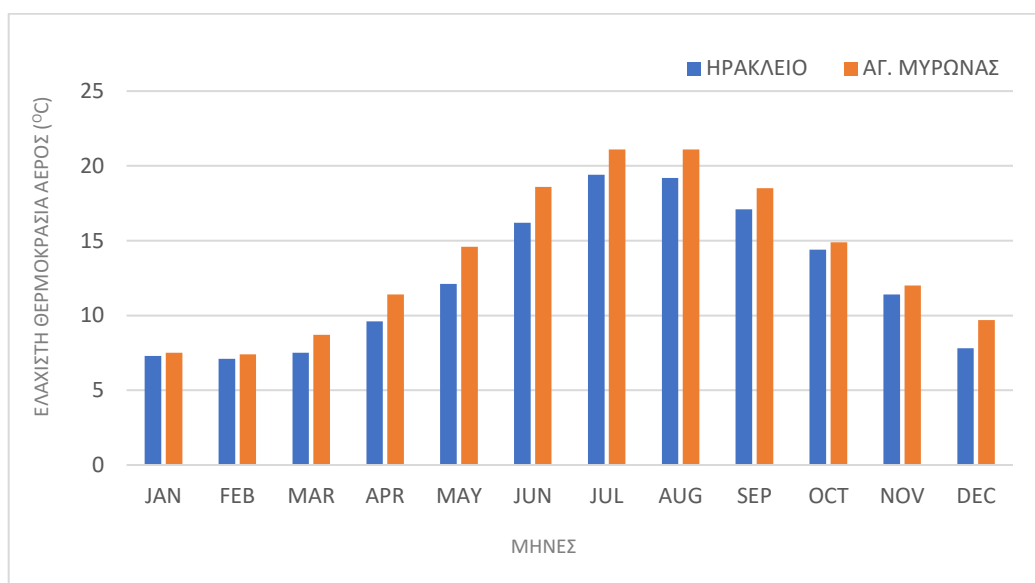
Παρατηρείται ότι η περιοχή του Ηρακλείου έχει μεγαλύτερες τιμές θερμοκρασίας τον χειμώνα και το φθινόπωρο (16,5 °C και 24,4 °C) σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα όπου η θερμοκρασία εμφανίζεται κατά 1,5 °C (15,0 °C) χαμηλότερη τον χειμώνα και κατά 0,7 °C (23,7 °C) χαμηλότερη το φθινόπωρο. Το ίδιο συμβαίνει με την άνοιξη. Αντίθετα, το καλοκαίρι εμφανίζεται αντίστροφη θερμομετρική συμπεριφορά και η περιοχή του Άγιου Μύρωνα είναι πιο θερμή σε σύγκριση με την περιοχή του Ηρακλείου. Συγκεκριμένα, στον Άγιο Μύρωνα η μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρος είναι 31,3 °C ενώ στο Ηράκλειο είναι κατά 1,4 °C (29,9 °C) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.5).

Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας, αξιοποιώντας την μέθοδο t – test στα στοιχεία από τους σταθμούς για τη μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρος (Tx) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο περιοχών το διάστημα Ιανουάριος-Φεβρουάριος και Μάιος-Οκτώβριος ($p < 0,001$) καθώς και τον Απρίλιο ($p < 0,01$) και τον Νοέμβριο ($p < 0,05$) με εξαίρεση τον Μάρτιο και το διάστημα Νοέμβριος – Δεκέμβριος όπου δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά (ns).

Όσον αφορά την πορεία της **μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας** αέρος για τις δύο περιοχές μελέτης παρουσιάζεται ανάλογη πορεία με εκείνη της Μ.Θ. και της Μ.Μ.Θ.. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Ηρακλείου εμφανίζεται θερμοκρασία 12,4 °C ενώ στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα εμφανίζεται κατά 1,4 °C (13,8 °C) χαμηλότερη (Εικ. 2.1.3).

Από την κατανομή της Μ.Ε.Θ. προκύπτει ότι ο ψυχρότερος μήνας τόσο για το Ηράκλειο όσο και για τον Άγιο Μύρωνα είναι ο Φεβρουάριος με μέση θερμοκρασία αέρος 7,1 °C για την περιοχή του Ηρακλείου, ενώ η αντίστοιχη μέση θερμοκρασία για την περιοχή του Άγιου Μύρωνα εμφανίζεται κατά 0,3 °C (7,4 °C) αυξημένη (Εικ. 2.1.3).

Αντίστοιχα, οι πιο θερμοί μήνες για τις περιοχές μελέτης είναι ο Ιούλιος. Στην περιοχή του Ηρακλείου η θερμοκρασία διαμορφώνεται στους 19,4 °C και στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα εμφανίζεται κατά 1,7 °C (21,1 °C) αυξημένη (Εικ.2.1.3).



Εικόνα 2.1.3 Ετήσια πορεία της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Σχετικά με τη μηνιαία μεταβολή της μέσης ελάχιστης ετήσιας θερμοκρασίας αέρος παρατηρούνται οι εξής μεταβολές:

Πίνακας 2.1.7 Μηνιαία μεταβολή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΜΗΝΕΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	-0,2	-0,1
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ – ΜΑΡΤΙΟΣ	0,4	1,3
ΜΑΡΤΙΟΣ – ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2,1	2,7
ΑΠΡΙΛΙΟΣ – ΜΑΙΟΣ	2,5	3,2
ΜΑΙΟΣ – ΙΟΥΝΙΟΣ	4,1	4,0
ΙΟΥΝΙΟΣ – ΙΟΥΛΙΟΣ	3,2	2,5
ΙΟΥΛΙΟΣ – ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	-0,2	0,0
ΑΥΓΟΥΣΤΟ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-2,1	-2,6
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	-2,7	-3,6
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	-3,0	-2,9
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-3,6	-2,3

Οι μεγαλύτερες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Μάιο στον Ιούνιο τόσο για την περιοχή του Ηρακλείου όσο και για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα. Συγκεκριμένα, η μέγιστη μεταβολή παρατηρείται με ελάχιστη διαφορά στην περιοχή του Ηρακλείου με θερμοκρασία 4,1 °C ενώ στον Άγιο Μύρωνα εμφανίζεται κατά 0,1 °C (4,0 °C) χαμηλότερη. Οι μεγαλύτερες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Νοέμβριο στον Δεκέμβριο για την περιοχή του Ηρακλείου και κατά τη μετάβαση από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο για την περιοχή του Αγίου Μύρωνα. Και στις δύο περιοχές η μεταβολή που παρατηρείται είναι -3,6 °C (Πίνακας 2.1.7).

Οι ελάχιστες θετικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Φεβρουάριο στον Μάρτιο και για τις δύο περιοχές μελέτης. Στο Ηράκλειο η ελάχιστη θετική είναι 0,4 °C και στον Άγιο Μύρωνα είναι κατά 0,9 °C (1,3 °C) αυξημένη. Οι ελάχιστες αρνητικές μεταβολές παρατηρούνται και για τις δύο περιοχές μελέτης κατά τη μετάβαση από τον Ιανουάριο στον Φεβρουάριο. Στο Ηράκλειο εμφανίζεται μεταβολή -0,2 °C ενώ στο Ηράκλειο κατά 0,1 °C (-0,1 °C) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.7).

Απόλυτη σταθερότητα της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας διαπιστώνεται μόνο στον Άγιο Μύρωνα με 0,0°C κατά την μετάβαση από τον Ιούλιο στον Αύγουστο.

Σχετικά με την εποχιακή κατανομή της μέσης ελάχιστης ετήσιας θερμοκρασίας αέρος, παρατηρούνται τα εξής:

Πίνακας 2.1.8 Εποχιακές τιμές μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρος των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΕΠΟΧΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	7,4	8,2
ΑΝΟΙΞΗ	9,7	11,6
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	18,3	20,3
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	14,3	15,1

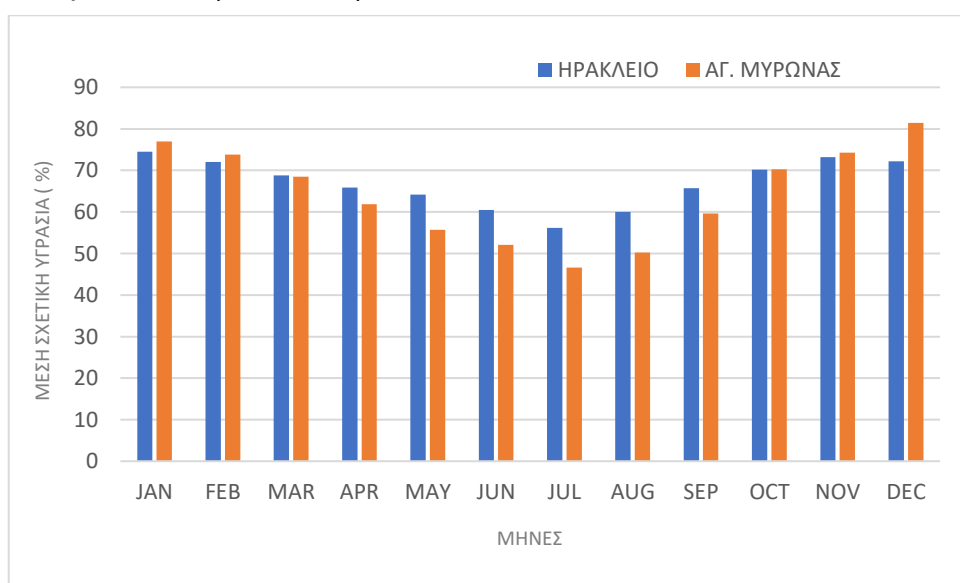
Από την εποχιακή κατανομή της θερμοκρασίας αέρος διαπιστώνεται ότι το καλοκαίρι είναι η θερμότερη εποχή του έτους και για τις δύο περιοχές μελέτης. Υψηλότερη θερμοκρασία εμφανίζει η περιοχή του Αγίου Μύρωνα 20.3 °C ενώ στο Ηράκλειο εμφανίζεται κατά 2,0 °C (18,3 °C) χαμηλότερη (Πίνακας 2.1.8).

Οι μεταβατικοί μήνες εμφανίζουν αντίστοιχη συμπεριφορά με τη Μέση Μέγιστη και Μέση Ετήσια Θερμοκρασία Αέρος και έτσι το φθινόπωρο εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασίες σε σχέση με την άνοιξη, καθώς υπερέχει θερμικά έναντι της άνοιξης (Πίνακας 8).

Ως προς τις μέγιστες θερμοκρασίες παρατηρούμε ότι ο Άγιος Μύρωνας εμφανίζει σε όλες τις εποχές του έτους μεγαλύτερη θερμοκρασία (Πίνακας 2.1.8).

Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας, αξιοποιώντας την μέθοδο t – test στα στοιχεία από τους σταθμούς για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία αέρος (Tn) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με εξαίρεση τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο (ns). Τους μήνες Μάρτιο-Οκτώβριο παρουσιάζεται ισχυρή στατιστική σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ενώ εξίσου σημαντική αλλά μικρότερη εμφανίζεται τον Νοέμβριο ($p < 0,05$). Είναι εμφανές ότι η θερμοκρασία στην περιοχή του Ηρακλείου είναι στατιστικά χαμηλότερη σε σχέση με του Άγιου Μύωνα. Αυτό πιθανά να οφείλεται στο ανάγλυφο της περιοχής και την απόσταση από τη θάλασσα.

Όσον αφορά τη μέση **σχετική υγρασία** μεταξύ των δύο περιοχών μελέτης, παρατηρούμε ότι η τιμή της ανέρχεται σε 66,9% για την περιοχή του Ηρακλείου και στην περιοχή του Άγιου Μύωνα (64,3%) εμφανίζεται κατά 2,6% χαμηλότερη. Η ετήσια πορεία των τιμών της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας παρουσιάζει αντίθετη συμπεριφορά σε σχέση με την θερμοκρασία αέρος στις περιοχές μελέτης. Και στις δύο περιοχές μελέτης εμφανίζεται ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο στις τιμές της σχετικής υγρασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή του Άγιου Μύωνα η μέγιστη τιμή εμφανίζεται τον μήνα Δεκέμβριο με 81,4% και η ελάχιστη τον Ιούλιο με 56,2%. Αντίστοιχα, στην περιοχή του Ηρακλείου η μέγιστη τιμή εμφανίζεται τον Ιανουάριο με 74,5% και η ελάχιστη τον Ιούλιο με 46,6% (Εικ. 2.1.4).



Εικόνα 2.1.4 Ετήσια πορεία της μέσης σχετικής υγρασίας των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Σχετικά με τη μηνιαία μεταβολή της σχετικής υγρασίας, όπως από τον ακόλουθο πίνακα φαίνεται:

Πίνακας 2.1.10 Μηνιαία μεταβολή των τιμών της μέσης σχετικής υγρασίας των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΜΗΝΕΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	-2,5	-3,2
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ – ΜΑΡΤΙΟΣ	-3,2	-5,3
ΜΑΡΤΙΟΣ – ΑΠΡΙΛΙΟΣ	-2,9	-6,6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ – ΜΑΙΟΣ	-1,7	-6,2
ΜΑΙΟΣ – ΙΟΥΝΙΟΣ	-3,7	-3,6
ΙΟΥΝΙΟΣ – ΙΟΥΛΙΟΣ	-4,3	-5,5
ΙΟΥΛΙΟΣ – ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	3,8	3,6
ΑΥΓΟΥΣΤΟ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	5,7	9,4
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	4,5	10,7
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	3,0	4,0
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-1,0	7,1

Οι μεγαλύτερες θετικές μεταβολές της σχετικής υγρασίας παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Αύγουστο στον Σεπτέμβριο για την περιοχή του Ηρακλείου με τιμή 5,7% και κατά τη μετάβαση από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο με τιμή κατά 5% (10,7%) αυξημένη. Οι μεγαλύτερες αρνητικές μεταβολές της σχετικής υγρασίας παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Ιούνιο στον Ιούλιο με τιμή -4,3% στην περιοχή του Ηρακλείου και κατά τη μετάβαση από τον Μάρτιο στον Απρίλιο με τιμή κατά -2,3% (-6,6%) αυξημένη (Πίνακας 2.1.10).

Οι ελάχιστες θετικές μεταβολές της σχετικής υγρασίας παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Οκτώβριο στον Νοέμβριο με τιμή 3% και κατά 0,6% (3,6%) (αυξημένη). Οι ελάχιστες αρνητικές μεταβολές της σχετικής υγρασίας παρατηρούνται κατά τη μετάβαση από τον Νοέμβριο στον Δεκέμβριο -1% στην περιοχή του Ηρακλείου και κατά -2,2% (-3,2%) χαμηλότερη στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα (Πίνακας 2.1.10).

Από την εποχιακή κατανομή της σχετικής υγρασίας, παρατηρούνται τα εξής:

Πίνακας 2.1.11 Εποχιακές τιμές σχετικής υγρασίας των περιοχών μελέτης το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

ΕΠΟΧΗ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	72,9%	77,4%
ΑΝΟΙΞΗ	66,3%	62,0%
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	58,9%	49,6%
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	69,7%	68,0%

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι τιμές της σχετικής υγρασίας είναι οι μικρότερες μεταξύ των εποχών μεταξύ των περιοχών μελέτης. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Ηρακλείου η τιμή της σχετικής υγρασίας είναι 58,9% και στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα 49,6%. Αντίστοιχα, οι υψηλότερες τιμές της σχετικής υγρασίας εμφανίζονται τον χειμώνα, όπου στο Ηράκλειο η τιμή της είναι 72,9% ενώ στον Άγιο Μύρωνα είναι κατά 4,5% αυξημένη και εμφανίζει τιμή 77,4% (Πίνακας 2.1.11).

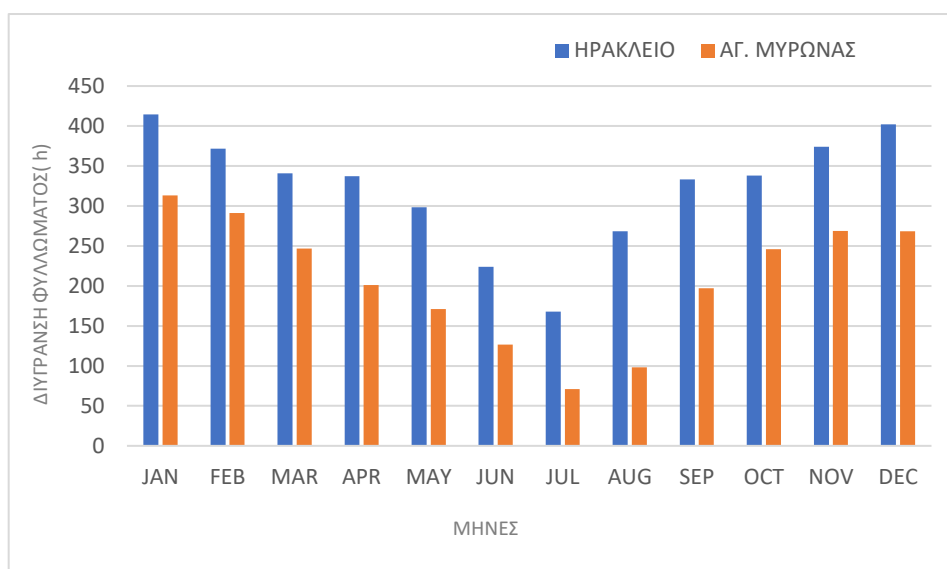
Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας, αξιοποιώντας την μέθοδο t – test στα στοιχεία από τους σταθμούς για τη σχετική υγρασία (RH) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τον μήνα Ιανουάριο και τα διαστήματα Απρίλιος - Σεπτέμβριος ($p < 0,001$). Το διάστημα Φεβρουάριος-Μάρτιος και το διάστημα Οκτώβριος – Δεκέμβριος δεν παρατηρήθηκε καθόλου στατιστική διαφορά (ns). Το διάστημα Απρίλιος – Σεπτέμβριος, δηλαδή τις μεταβατικές περιόδους και τη θερμή περίοδο, παρατηρείται ισχυρή στατιστική διαφορά με την περιοχή του Ηρακλείου να έχει στατιστικά υψηλότερη τιμή σχετικής υγρασίας σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα. Αυτό αποδίδεται στην απόσταση των δύο περιοχών από τη θάλασσα και την επίδραση της στη διαμόρφωση της τιμής της σχετικής υγρασίας.

Όσον αφορά τη **διύγνωση φυλλώματος** στις περιοχές μελέτης, παρατηρείται ότι στην περιοχή του Ηρακλείου παρουσιάζεται κατά μέσο όρο ετήσια τιμή 322,5h ενώ στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα 208,2h (Εικ. 2.15).

Και στις δύο περιοχές μελέτης παρατηρούνται μέγιστες και ελάχιστες τιμές. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή του Ηρακλείου εμφανίζονται δύο μέγιστες τιμές, μια τον Ιανουάριο (414h) και μια τον Δεκέμβριο (402,3h). Στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα αντίστοιχα, εμφανίζεται ένα μέγιστο τον Ιανουάριο (313,1h) και άλλο ένα τον

Φεβρουάριο (291,1h) Όσον αφορά τις ελάχιστες τιμές, τόσο στην περιοχή του Ηρακλείου όσο και στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα εμφανίζεται μια ελάχιστη τιμή της διύγρανσης φυλλώματος τον μήνα Ιούλιο. Συγκεκριμένα, στο Ηράκλειο η τιμή αυτή είναι 168h και στον Άγιο Μύρωνα είναι 70,9h (Εικ. 2.1.5).

Από τη σύγκριση των δύο περιοχών διαπιστώνεται ότι στην περιοχή του Ηρακλείου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι τιμές της διύγρανσης φυλλώματος είναι υψηλότερες σε σχέση με την περιοχή του Άγιου Μύρωνα. Αυτό πιθανά να αποδίδεται στο γεγονός ότι η περιοχή του Άγιου Μύρωνα απέχει σημαντικά από τη θάλασσα (Εικ. 2.1.5).

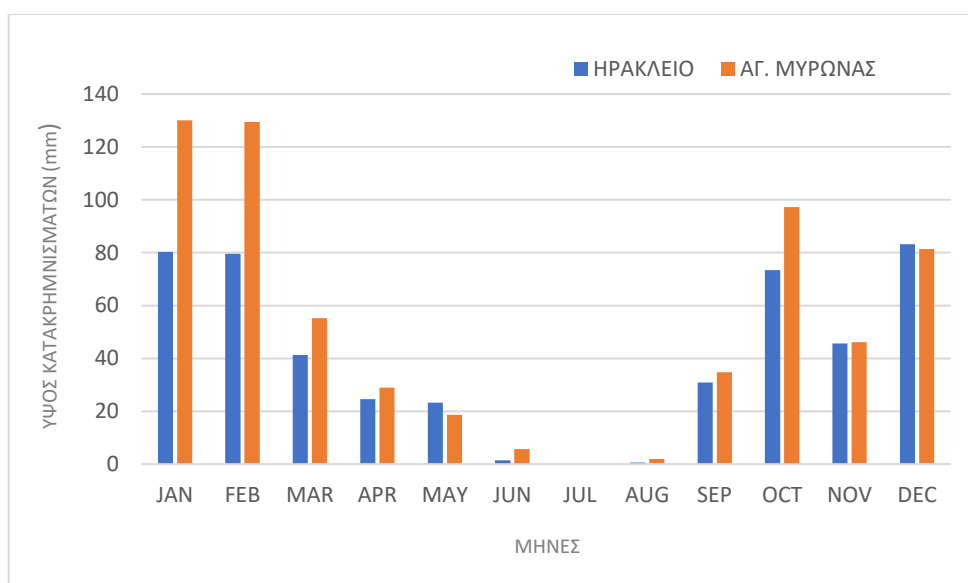


Εικόνα 2.1.5 Ετήσια πορεία της διύγρανσης φυλλώματος των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς μεταξύ των δύο σταθμών. Είναι εμφανές, ότι στην περιοχή του Ηρακλείου η τιμή της διύγρανσης φυλλώματος είναι στατιστικά υψηλότερη σε σύγκριση με του Άγιου Μύρωνα (Εικόνα 2.1.5) και αυτό αποδίδεται στο ότι ο σταθμός του Ηρακλείου βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τη θάλασσα (2,5km) και είναι άμεση η επίδραση της θάλασσας ενώ ο σταθμός του Άγιου Μύρωνα βρίσκεται σε απόσταση 10km από τη θάλασσα και σε μεγαλύτερο υψόμετρο για αυτό και είναι τόσο χαμηλότερες οι τιμές της διύγρανσης φυλλώματος σε σχέση με του Ηρακλείου.

Όσον αφορά το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων παρατηρούνται και στις δύο περιοχές μελέτης μέγιστες και ελάχιστες τιμές. Στον Άγιο Μύρωνα παρουσιάζεται ένα πρωτεύον μέγιστο τον Ιανουάριο (130,1mm) και ένα δευτερεύον

τον Φεβρουάριο (129,5mm). Αντίστοιχα, στο Ηράκλειο παρουσιάζεται ένα πρωτεύον μέγιστο τον Δεκέμβριο (83,2mm) και ένα δευτερεύον Ιανουάριο (80,3mm). Ως προς τις ελάχιστες τιμές, τόσο στο Ηράκλειο όσο και στον Άγιο Μύρωνα παρατηρείται ένα πρωτεύον ελάχιστο τον μήνα Ιούνιο (1,5mm και 5,7mm) και ένα δευτερεύον τον Αύγουστο (0,6mm και 2mm). Το ετήσιο ύψος υετού στο Ηράκλειο ανέρχεται σε 40,3mm και στον Άγιο Μύρωνα ανέρχεται σε 52,4mm. Επιπρόσθετα, παρατηρείται και στις δύο περιοχές μελέτης μηδενική βροχόπτωση (0,0mm) τον μήνα Ιούλιο (Εικ 2.1.6).



Εικόνα 2.1.6 Ετήσια πορεία της βροχόπτωσης των περιοχών μελέτης κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

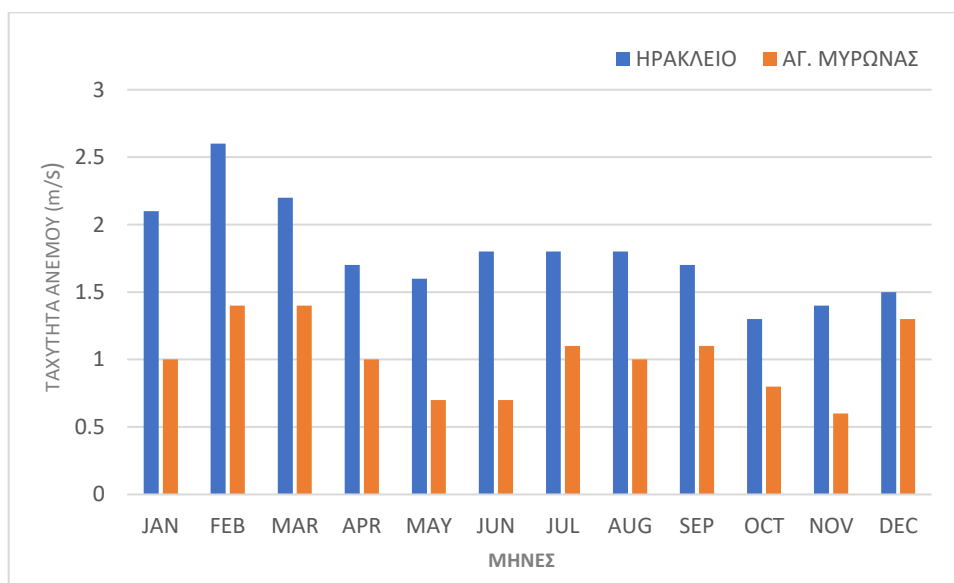
Με εφαρμογή ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας, διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.001$) μεταξύ των περιοχών Ηρακλείου και Αγίου Μύρωνα. Σημειώνεται ότι σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους οι τιμές του ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων κατά τη περίοδο αναφοράς ήταν μεγαλύτερες στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα σε σχέση με εκείνες του Ηρακλείου.

Όσον αφορά την **ταχύτητα ανέμου** στις περιοχές μελέτης παρατηρείται ότι, στην περιοχή του Ηρακλείου η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι 1,8m/s ενώ στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα εμφανίζεται ελάχιστα χαμηλότερη 1,0m/s (Εικ. 2.1.7).

Ως προς τις μέγιστες τιμές της ταχύτητας ανέμου παρατηρείται ότι στην περιοχή του Ηρακλείου η μέγιστη τιμή είναι 2,6m/s και στον Άγιο Μύρωνα κατά 1,2m/s (1,4m/s) χαμηλότερη. Ως προς τις ελάχιστες τιμές της ταχύτητας του ανέμου παρατηρείται ότι στην περιοχή του Ηρακλείου η ελάχιστη τιμή είναι 1,3m/s και στον Άγιο Μύρωνα είναι

κατά 0,7m/s (0,6m/s) χαμηλότερη. Μεταξύ των περιοχών μελέτης παρατηρείται ότι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή του Ηρακλείου είναι μεγαλύτερες σε σχέση με την περιοχή του Άγιου Μύρωνα (Εικ. 2.1.7).

Από την παρατήρηση της μηνιαίας πορείας της ταχύτητας του ανέμου προκύπτει ότι τόσο στο Ηράκλειο όσο στον Άγιο Μύρωνα υπάρχει αύξηση της ταχύτητας του ανέμου κατά τη μετάβαση από τον Ιανουάριο στον Φεβρουάριο. Απότομη μείωση της ταχύτητας του ανέμου παρατηρείται κατά τη μετάβαση από τον Σεπτέμβρη στον Οκτώβρη και στις δύο περιοχές. Στην περιοχή του Ηρακλείου παρατηρείται σταθεροποίηση στην τιμή της έντασης του ανέμου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Επίσης απότομη μείωση παρατηρείται στο Ηράκλειο κατά τη μετάβαση από τον Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο ενώ στον Άγιο Μύρωνα παρατηρείται σταθεροποίηση από τον Φεβρουάριο στον Μάρτιο και από τον Μάρτιο έως τον Μάιο απότομη μείωση αντίστοιχη με του Ηρακλείου (Εικ. 2.1.7).



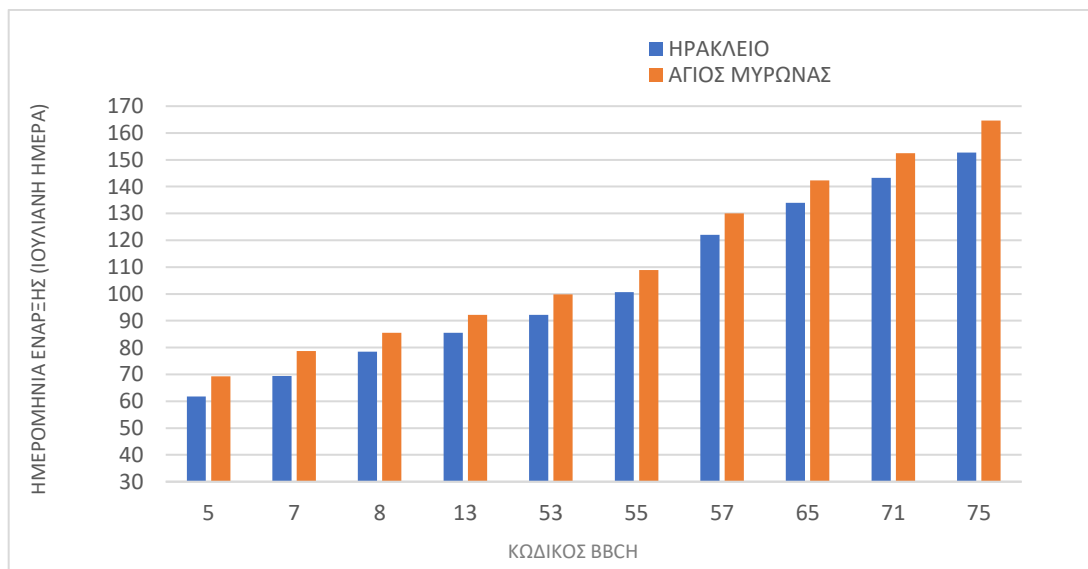
Εικόνα 2.1.7 Ετήσια πορεία της ταχύτητας του ανέμου κατά το διάστημα Ιανουάριος 2008 – Δεκέμβριος 2016.

Από τη στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ισχυρή στατική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Παρατηρείται ότι όλοι οι μήνες παρουσιάζουν στατιστική διαφορά και μάλιστα σημαντική. Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους παρατηρούνται στατιστικά ψηλότερες τιμές ταχύτητας ανέμου στην περιοχή του Ηρακλείου σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα (Εικόνα 2.1.7). Αυτό αποδίδεται στην υψομετρική διαφορά των δύο μετεωρολογικών σταθμών και στην επίδραση της θάλασσας όπου στις παραθαλάσσιες

περιοχές οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου παρατηρούνται σαφώς πιο υψηλές τιμές ταχύτητας ανέμου.

2.2 Φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. cv. Soultanina)

Όσον αφορά τα μελετώμενα στάδια ανάπτυξης της αμπέλου παρατηρήθηκε ότι ο χρόνος εμφάνισης των φαινοφάσεων διαφέρει σημαντικά ($t \leq 0,05$) μεταξύ των περιοχών μελέτης και καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πρωιμότερη εμφάνιση των φαινοφάσεων στην περιοχή του Γαζίου Ηρακλείου σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι το Γάζι βρίσκεται σε χαμηλό υψόμετρο και σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα οπότε και η θερμοκρασία είναι υψηλότερη. Αντίθετα, ο Άγιος Μύρωνας βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο, πολύ πιο μακριά από τη θάλασσα και έχει ποικιλομορφία στο τοπογραφικό ανάγλυφο. Έτσι η θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται καθυστέρηση στην έναρξη των φαινοφάσεων (Εικ. 2.1.8).



Εικόνα 2.1.8 Ημερομηνία έναρξης φαινοφάσεων της αμπέλου στις μελετώμενες περιοχές.

2.3 Συσχέτιση της θερμοκρασίας αέρος και ημερομηνιών έναρξης φαινοφάσεων της αμπέλου

Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε ότι, μέσος χρόνος εμφάνισης των φαινοφάσεων της αμπέλου συσχετίστηκε αρνητικά με τις μέσες θερμοκρασίες στις μελετώμενες περιοχές. Η αρνητική συσχέτιση υποδηλώνει πρωιμότερη εμφάνιση των διαφόρων φαινοφάσεων με την αύξηση της θερμοκρασίας, γεγονός που ενέχει μεγάλη σημασία στην ανταπόκριση του βιολογικού κύκλου των φυτών στις κλιματικές αλλαγές. Οι συσχετίσεις πραγματοποιήθηκαν, για να διαπιστωθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στα διάφορα φαινολογικά στάδια. Διαπιστώθηκε ότι ο μέσος χρόνος εμφάνισης της πλειονότητας των φαινοφάσεων της αμπέλου τόσο στο Γάζι όσο και στον Άγιο Μύρωνα εμφάνισε αρνητική συσχέτιση με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία (T, T_x, T_n) του Απριλίου εκτός ορισμένων εξαιρέσεων οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

Σχετικά με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν τα εξής. Στο Γάζι, ο χρόνος εμφάνισης των σταδίων BBCH 13,55,57 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Απριλίου. Επίσης, ο χρόνος εμφάνισης του σταδίου BBCH 75 συσχετίστηκε αρνητικά με τους μήνες Ιούνιο και Μάιο-Ιούνιο με τη μεγαλύτερη συσχέτιση να εμφανίζεται τον Ιούνιο. Αντίστοιχα, στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα, τα στάδια BBCH 13,55 εμφάνισαν αρνητική συσχέτιση με τη μέση θερμοκρασία του Απριλίου. Το στάδιο BBCH 08 συσχετίζεται αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Απριλίου και του Μαρτίου-Απριλίου. Το ίδιο συμβαίνει και με το στάδιο BBCH 53. Το στάδιο BBCH 57 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Απριλίου και με τη μέση θερμοκρασία του Απριλίου-Μαΐου. Επίσης το στάδιο BBCH 65 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία Ιουνίου και με τη μέση Μαΐου-Ιουνίου, με τη μεγαλύτερη συσχέτιση να παρουσιάζεται τον Μάιο-Ιούνιο. Στα υπόλοιπα φαινολογικά στάδια δεν εμφανίζεται συσχέτιση σε καμία από τις δύο περιοχές (Πιν. 2.1.13).

Πίνακας 2.1.13 Συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρος (T_a) και της του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. cv. Soultanina) σε περιοχές του Γαζίου (α) και του Αγίου Μύρωνα (β) του Ν. Ηρακλείου Κρήτης για την περίοδο 2008-2016.

P (BBCH)	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₂₃	T₃₄	T₄₅	T₅₆
ΓΑΖΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (α)									
05	-0,382	-0,297				-0,224			
07		-0,322	-0,449			-0,102			
08		-0,581							
13		-0,611	-0,755*				-0,174		
53		-0,604	-0,742				-0,299		
55			-0,804*						
57			-0,864*	-0,409				-0,558	
65				-0,620					
71				-0,581	-0,658				-0,654
75				-0,604	-0,824*				-0,769*
ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ (β)									
05		-0,504							
07		-0,705							
08		-0,736	-0,787*				-0,801*		
13		-0,688	-0,769*				-0,753		
53		-0,730	-0,771*				-0,808*		
55			-0,786*	-0,344				-0,747	
57			-0,927**	-0,656				-0,922**	
65				-0,646	-0,763*				-0,835*
71				-0,631	-0,673				
75				-0,475	-0,692				-0,503

P: φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο. T₂₃, P: Φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅, T₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. T₂₃, T₃₄, T₄₅, T₅₆: μέση θερμοκρασία των περιόδων Φεβρουαρίου-Μαρτίου, Μαρτίου-Απριλίου, Απριλίου-Μαΐου και Μαΐου-Ιουνίου, αντίστοιχα. *, ** σημαντικότητα σε $p \leq 0.05$ and 0.01 , αντίστοιχα. Τα άδεια κελιά υποδηλώνουν την απουσία των αντίστοιχων φαινοφάσεων. Η απουσία αστερίσκου υποδηλώνει την έλλειψη σημαντικότητας.

Όσον αφορά τις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες προέκυψαν τα εξής. Στο Γάζι, ο μέσος χρόνος εμφάνισης των σταδίων BBCH 13,53 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Απριλίου και του Μαρτίου-Απριλίου με τις μεγαλύτερες συσχετίσεις να εμφανίζονται στους μήνες Μάρτιος-Απρίλιος και για τα δύο στάδια. Τα στάδια BBCH 71,75 εμφάνισαν αρνητική συσχέτιση με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Ιουνίου και του Μαΐου-Ιουνίου, με τη μεγαλύτερη συσχέτιση να παρουσιάζεται και στα δύο στάδια τον μήνα Ιούνιο. Επίσης, το στάδιο BBCH 57 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Απριλίου και το στάδιο BBCH 65 με τη μέση θερμοκρασία του Μαΐου. Αντίστοιχα, στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα, ο μέσος χρόνος εμφάνισης των σταδίων BBCH 08,13,53 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία τόσο του Μαρτίου όσο και του Μαρτίου-Απριλίου. Μεγαλύτερες συσχετίσεις παρουσιάζονται, με μικρές διαφορές, τον μήνα Μάρτιο και για τα τρία στάδια ανάπτυξης. Τα στάδια BBCH 65,71 εμφάνισαν αρνητική συσχέτιση με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Μαΐου-Ιουνίου. Επιπρόσθετα, το στάδιο BBCH 07 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Μαρτίου. Τέλος, το στάδιο BBCH 57 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του Απριλίου και του Απριλίου-Μαΐου, με ελαφρά μεγαλύτερη συσχέτιση να παρουσιάζεται τον μήνα Απρίλιο. Στα υπόλοιπα φαινολογικά στάδια δεν εμφανίζεται συσχέτιση σε καμία από τις δύο περιοχές (Πιν 2.1.14).

Πίνακας 2.1.14 Συσχέτιση μεταξύ της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας αέρος (Tmax) και της του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. cv. Soultanina) σε περιοχές του Γαζίου (α) και του Αγίου Μύρωνας (β) του Ν. Ηρακλείου Κρήτης για την περίοδο 2008-2016.

P (BBCH)	Tx ₂	Tx ₃	Tx ₄	Tx ₅	Tx ₆	Tx ₂₃	Tx ₃₄	Tx ₄₅	Tx ₅₆
ΓΑΖΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (α)									
05	-0,386	-0,401				-0,253			
07		-0,436	-0,552				-0,381		
08		-0,695							
13		-0,745	-0,820*				-0,830*		
53		-0,722	-0,819*				-0,827*		
55			-0,724						
57			-0,867*	-0,448				-0,621	
65				-0,924**					
71				-0,613	-0,862*				-0,837*
75				-0,619	-0,943**				-0,905*
ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ (β)									
05		-0,576							
07		-0,776*							
08		-0,800*	-0,732				-0,788*		
13		-0,784*	-0,739				-0,783*		
53		-0,787*	-0,712				-0,773*		
55			-0,716	-0,344				-0,630	
57			-0,920**	-0,714				-0,912**	
65				-0,643	-0,743				-0,823*
71				-0,625	-0,670				-0,779*
75				-0,510	-0,716				-0,727

P: φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο. T₂₃, P: Φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅, T₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. T₂₃, T₃₄, T₄₅, T₅₆: μέση θερμοκρασία των περιόδων Φεβρουαρίου-Μαρτίου, Μαρτίου-Απριλίου, Απριλίου-Μαΐου και Μαΐου-Ιουνίου, αντίστοιχα. *, ** σημαντικότητα σε $p \leq 0.05$ and 0.01 , αντίστοιχα. Τα άδεια κελιά υποδηλώνουν την απουσία των αντίστοιχων φαινοφάσεων. Η απουσία αστερίσκου υποδηλώνει την έλλειψη σημαντικότητας.

Σχετικά με τις μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν τα εξής. Στην περιοχή του Γαζίου, το στάδιο BBCH 13 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Απριλίου και του Μαρτίου-Απριλίου, με τη μεγαλύτερη συσχέτιση να παρουσιάζεται τον Μάρτιο-Απρίλιο. Το στάδιο BBCH 57 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Απριλίου. Επιπλέον, ο μέσος χρόνος εμφάνισης του σταδίου BBCH 65 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Μαΐου. Αντίστοιχα, στην περιοχή του Άγιου Μύρωνα εμφανίζονται παρόμοιες συσχετίσεις με τη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος χρόνος εμφάνισης των σταδίων BBCH 08,13,53 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Απριλίου και του Μαρτίου-Απριλίου, με τις μεταξύ τους διαφορές να είναι μηδαμινές ως προς τη συσχέτιση. Επίσης, τα στάδια BBCH 55,57 συσχετίστηκαν αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Απριλίου και του Απριλίου-Μαΐου. Μεγαλύτερες συσχετίσεις εμφανίζονται τον μήνα Απρίλιο και για τα δύο στάδια ανάπτυξης. Το στάδιο BBCH 65 συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Μαΐου-Ιουνίου. Το ίδιο συμβαίνει και με το στάδιο BBCH 71. Στα υπόλοιπα φαινολογικά στάδια δεν εμφανίζεται συσχέτιση σε καμία από τις δύο περιοχές (Πιν 2.1.15).

Πίνακας 2.1.15 Συσχέτιση μεταξύ της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρος (Tmin) και της του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. cv. Soultanina) σε περιοχές του Γαζίου (α) και του Αγίου Μύρωνα (β) του Ν. Ηρακλείου Κρήτης για την περίοδο 2008-2016.

P (BBCH)	Tn ₂	Tn ₃	Tn ₄	Tn ₅	Tn ₆	Tn ₂₃	Tn ₃₄	Tn ₄₅	Tn ₅₆
ΓΑΖΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (α)									
05	-0,226	-0,025				-0,480			
07		-0,035	-0,172				-0,517		
08		-0,166							
13		-0,066	-0,761*				-0,805*		
53		-0,095	-0,734				-0,791*		
55			-0,028						
57			-0,864*	-0,193				-0,749	
65				-0,830*					
71				-0,001	-0,513				-0,376
75				-0,138	-0,683				-0,557
ΑΓΙΟΣ ΜΥΡΩΝΑΣ (β)									
05		-0,416							
07		-0,611							
08		-0,651	-0,883**				-0,870*		
13		-0,626	-0,844*				-0,831*		
53		-0,642	-0,886**				-0,869*		
55			-0,910**	-0,333				-0,801*	
57			-0,948**	-0,538				-0,899**	
65				-0,603	-0,695				-0,897**
71				-0,614	-0,688				-0,896**
75				-0,428	-0,747				-0,811

P: φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο. T₂₃, P: Φαινοφάση T₂, T₃, T₄, T₅, T₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. T₂₃, T₃₄, T₄₅, T₅₆: μέση θερμοκρασία των περιόδων Φεβρουαρίου-Μαρτίου, Μαρτίου-Απριλίου, Απριλίου-Μαΐου και Μαΐου-Ιουνίου, αντίστοιχα. *, ** σημαντικότητα σε $p \leq 0.05$ and 0.01 , αντίστοιχα. Τα άδεια κελιά υποδηλώνουν την απουσία των αντίστοιχων φαινοφάσεων. Η απουσία αστερίσκου υποδηλώνει την έλλειψη σημαντικότητας.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών για την περίοδο μελέτης (Ιανουάριος 2008–Δεκέμβριος 2016) αλλά και από τις φαινολογικές παρατηρήσεις στις μελετώμενες περιοχές Γάζι Ηρακλείου και Άγιο Μύρωνα, διαπιστώθηκαν μικροκλιματικές διαφοροποιήσεις που θα μπορούσαν να αποδοθούν γενικότερα στη γεωμορφολογία της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, τα συμπεράσματα προέκυψαν τα εξής:

- Τόσο στο Γάζι Ηρακλείου όσο και στον Άγιο Μύρωνα διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθ' όλη την περίοδο αναφοράς για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και τις ακραίες τιμές της. Τόσο η μέση μηνιαία όσο και η μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία παρουσιάζουν όμοια συμπεριφορά. Εξαίρεση αποτελεί η μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία όπου η θερμοκρασία του Ηρακλείου είναι στατιστικά χαμηλότερη σε σχέση με του Άγιου Μύρωνα.
- Όσον αφορά τη σχετική υγρασία διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την περίοδο αναφοράς. Παρουσιάστηκαν στατιστικά ισχυρές διαφορές κατά τη μεταβατική και θερμή περίοδο στην περιοχή του Ηρακλείου, όπου παρατηρείται στατιστικά υψηλότερη τιμή σχετικής υγρασίας σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα.
- Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους διαπιστώθηκε στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο σταθμών. Η περιοχή του Ηρακλείου παρουσιάζει υψηλότερες τιμές διύγρανσης φυλλώματος σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα, όπου το φύλλο παραμένει περισσότερες ώρες υγρό σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα.
- Σχετικά με το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, διαπιστώθηκαν μεταξύ των δύο περιοχών μελέτης στατιστικά σημαντικές διαφορές. Γενικά, οι τιμές του ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων κατά τη περίοδο αναφοράς ήταν υψηλότερες στην περιοχή του Αγίου Μύρωνα σε σχέση με εκείνες του Ηρακλείου.

- Όσον αφορά την ένταση του ανέμου, τόσο στο Γάζι όσο και στον Άγιο Μύρωνα παρατηρείται στατιστική διαφορά και μάλιστα σημαντική. Στην περιοχή του Ηρακλείου παρατηρούνται στατιστικά υψηλότερες τιμές έντασης ανέμου σε σύγκριση με την περιοχή του Αγίου Μύρωνα.
- Ως προς τον χρόνο εμφάνισης των μελετώμενων φαινοφάσεων παρατηρείται πρωιμότερη εμφάνιση των φαινοφάσεων στην περιοχή του Γαζίου Ηρακλείου σε σχέση με τον Άγιο Μύρωνα.
- Η θερμοκρασία των μηνών της άνοιξης είναι καθοριστικής σημασίας για τις φυσιολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. cv. Soultanina). Οι φαινοφάσεις της αμπέλου στις περιοχές μελέτης θα μπορούσαν να αποτελέσουν το <<κλειδί>> για τη διερεύνηση πιθανών κλιματικών μεταβολών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- Badeck F.W., Bondeau A., Bottcher K., Doctor D., Lucht W., Schaber J. and Sitch S., (2004). Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*, 162, p.295-309.
- Chmielewski F.M., (1996). The international phenological gardens across Europe. Present state and perspectives. *Phenol. Seasonality*, 1, p.19-23.
- Chmielewski F.M. and Rotzer T., (2001). Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, p.101-112.
- Google Earth, 2023. Google Earth Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Landsat / Copernicus IBCAO U.S. Geological Survey PGC/NASA. Ημερομηνία εικόνων 27/6/2017. googleearth.com τελευταία επίσκεψη 23/3/2023.
- Hack, H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E., Witzemberger A., (1992). Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien monokotyler und dikotyler Pflanzen - Erweiterte BBCH Skala, *Allgemein - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, 44, p.265-270.
- Kamoutsis A., Matsoukis A., Kouzounas P., and Chronopoulou-Sereli A. Phenological Response of Pear and Orange Trees to Air Temperature at Regions of Thessaly and Peloponnesus, Greece
- Keatley M., (2000). Influences on the flowering phenology of three Australian Eucalyptus. *Proceedings of ICB-ICUC 1999, Sydney, WMO/TD No 1026, Geneva*.
- Koch E. and Scheifinger H., (2004). Phenology as a biological indicator in Europe. *World Resource Review*, Vol. 16, No2.
- Lieth H., (1974). *Phenology and seasonality modeling*. Springer-Verlag, Germany.
- Matsoukis A., Kamoutsis A., Chronopoulou – Sereli A., Lilis C. and Adamidou Z., 2006. *Vitis vinifera L. phenology as affected by air temperature in Kavala, Greece*. — *Proceedings of the international Conference “Information systems in Sustainable Agriculture, Agroenvironmental and Food Technology”*, — Vol. 3, — p. 819 – 822.
- Matsoukis, A., Kamoutsis, A., Chronopoulou-Sereli, A., Lilis, C., Adamidou, Z., 2006. “*Vitis vinifera L. phenology as affected by air temperature in Kavala, Greece*”. — *Proceedings of the International Conference “Information Systems in Sustainable Agriculture, Agroenvironmental and Food Technology”*. — Vol. 3: 809 – 814.
- Matsoukis A., Kamoutsis A., Chronopoulou – Sereli A. and Kiokakis L., 2007. Evaluation of the phenological behavior of *Malus domestica* Borkh. Cv. Starking Delicious in relation to air temperature in Greece. *Agricultura Mediterranea*, 137 (3 – 4), p.146 – 158.
- Mavi S. Harpal, Tupper J. Graeme, 2004, *Agrometeorology: Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture – CRC Press – p. 447*.

- Menzel A., 2003, Variations of the climatological growing season (1951–2000) in Germany compared with other countries
- Saxe H., Cannell M.G.R., Johnsen B., Ryan M.G. and Vourlitis G., (2001). Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*, 149, p.369-399.
- Schnelle F., (1955). *Pflanzenphanologie* Geest & Portig, Leipzig, Germany.
- Sparks T.H., Carey P.D. and Combes J., (1997). First leafing dates of trees in Surrey between 1947 and 1966. *London Naturalia*, 76, p.15-20.
- Uwe Meier, Julius -Kuhn Institut, (2018). Growth stages of mono- and dicotyledonous plants – BBCH monograph. Quedlinburg, p. 93
- Walther G.R., (2003). Plants in a warmer world. *Perspectives in plant ecology, evolution and Systematics*, 6, p.169-185.
- Wilks D.S. 2006. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Second Edition. Elsevier Inc., USA, p. 645
- Zadoks, J.C., Chang T.T., Konzak C.F., (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, p.415-421.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Δελημήτρος Κ., 2021. Διερεύνηση μικροκλιματικών συνθηκών περιοχών του Νομού Καβάλας και αξιολόγησή τους για γεωργική χρήση. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ΕΛΣΤΑΤ, 2016. Εκμεταλλεύσεις και εκτάσεις με αμπέλια, κατά είδος αμπελιών, περιφέρεια και περιφερειακή ενότητα. Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2016.
- ΕΛΣΤΑΤ, 2020. Έρευνα αμπελουργικών καλλιεργειών, έτους 2020.
- Κοτίνη-Ζαμπάκα Σ., (1983). Συμβολή στην κατά μήνα μελέτη του κλίματος της Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Μητσιώνη Ν., 2020. Μικροκλιματικές συνθήκες γεωργικών περιοχών του νομού Λακωνίας σε σχέση με τη φαινολογία των καλλιεργούμενων φυτών μεγάλης οικονομικής σημασίας. Πτυχιακή Μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Φλόκας Απ., 1992. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας – εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- Χρονοπούλου – Σερέλη Αικ. και Φλόκας Απ., 2010. Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας – εκδόσεις ΖΗΤΗ – Θεσσαλονίκη.
- Χρονοπούλου – Σερέλη Αικ., Τσίρος Ι., Καμούτσης Α, Ματσούκης Α., Δρούλια Φ., Χαραλαμπίδης Ι. και Χρονόπουλος Κ., 2012. Γενικά και Ειδικά θέματα Βιοκλιματολογίας: Εφαρμογές – Ασκήσεις – εκδόσεις ΖΗΤΗ – Θεσσαλονίκη .