



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΡΟΦΙΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗ & ΥΓΕΙΑ  
(FOOD NUTRITION & HEALTH)**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Συγκριτική Μελέτη της βιοδραστικότητας  
και της χημικής σύστασης φυτικών ειδών του γένους *Sideritis*



**Σοφία Χ. Στούμπου**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ταραντίλης Πέτρος, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ, 2023**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Συγκριτική Μελέτη της βιοδραστικότητας  
και της χημικής σύστασης φυτικών ειδών του γένους *Sideritis*

Comparative study of the bioactivity  
and chemical composition of plant species of the genus *Sideritis*

**Σοφία Χ. Στούμπου**

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Ταραντίλης Πέτρος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Παππάς Χρήστος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΤΔΑ-ΓΠΑ

Οικονόμου-Αντώνικα Γαρυφαλλιά, Καθηγήτρια ΓΠΑ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το «τσάι του βουνού» ή αλλιώς «Σιδερίτης» (λατινική ονομασία: *Sideritis*) αποτελεί ένα συχνά απαντώμενο φυτό-βότανο σε όλη την Ελλάδα, αλλά και τη Μεσόγειο από αρχαιοτάτων χρόνων. Εκτός από τη χρήση του ως αφέψημα, γνωστή είναι και η αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδης, αντιοξειδωτική του δράση, καθώς και η συμβολή του στο γαστρεντερικό και νευρικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού.

Οι παραπάνω ιδιότητες είναι που έχουν τραβήξει το ενδιαφέρον των επιστημόνων, προκειμένου να αντλήσουν περισσότερες πληροφορίες για το εν λόγω φυτό. Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, μελετήθηκαν υδρομεθανολικά εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια δύο ειδών του γένους *Sideritis* του *syriaca* και του *scardica*. Πιο συγκεκριμένα, ερευνήθηκε η χημική σύσταση, η αντιοξειδωτική ικανότητα, καθώς και η περιεκτικότητά τους σε φαινολικά συστατικά, τόσο για το κάθε είδος ξεχωριστά, όσο και συγκριτικά μεταξύ τους. Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: GC-MS (Αέρια Χρωματογραφία – Φασματομετρία Μαζών), HPLC (Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης), FT-IR (Φασματοσκοπία Υπέρυθρου Μετασχηματισμού Fourier), DPPH (ρίζα του 2,2- διφαινυλο-1-πικρυλυδραζιλίου-προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας) και Folin-Ciocalteu (Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά).

Μετά τη σύγκριση, λοιπόν, των δύο αυτών ειδών τόσο ως προς τα υδρομεθανολικά τους εκχυλίσματα όσο και ως προς τα αιθέρια έλαιά τους, παρατηρήθηκε ποικιλία, γεγονός που αποδεικνύει ότι πρόκειται για ένα πολύπλοκο είδος που χρήζει παραπάνω μελέτης και έρευνας, προκειμένου να αποδειχθεί, στο μέγιστο δυνατό, η βοηθητική για τον άνθρωπο δράση του.

**Επιστημονική περιοχή:** Φυσικά προϊόντα

**Λέξεις – κλειδιά:** γένος *Sideritis*, *Sideritis syriaca*, *Sideritis scardica*, GC-MS, HPLC, FT-IR, DPPH, Folin- Ciocalteu, χημική σύσταση, υδρομεθανολικά εκχυλίσματα, αιθέρια έλαια, αντιοξειδωτική ικανότητα, φαινολικά συστατικά

## **ABSTRACT**

The "mountain tea" or "Sideritis" (Latin name: *Sideritis*) is a frequently found herb-plant throughout Greece and the Mediterranean, since ancient times. Apart from its use as a decoction, its antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant action is well known, as well as its contribution to the gastrointestinal and nervous system of the human body.

These properties have attracted the interest of scientists in order to obtain more information about this plant. In the context of this master thesis, hydromethanolic extracts and essential oils of two species of the genus *Sideritis syriaca* and *Sideritis scardica* were studied. In particular, their chemical composition, antioxidant capacity, and phenolic content were investigated, both for each species separately and in comparison with each other. The techniques used were GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry), HPLC (High Pressure Liquid Chromatography), FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical - determination of antioxidant capacity) and Folin-Ciocalteu (determination of total phenolic content).

After the comparison of these two species, both in terms of their hydromethanolic extracts and their essential oils, a variety was observed, which proves that this is a complex species that needs further study and research in order to prove, to the maximum extent possible, its beneficial action for humans.

**Scientific area:** Natural products

**Keywords:** genus *Sideritis*, *Sideritis syriaca*, *Sideritis scardica*, GC-MS, HPLC, FT-IR, DPPH, Folin-Ciocalteu, chemical composition, hydromethanolic extracts, essential oils, antioxidant capacity, phenolic components

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο Εργαστήριο Γενικής Χημείας, κατά το Ακαδημαϊκό Έτος 2021-2022.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή κ. Πέτρο Ταραντίλη, Υπεύθυνο Καθηγητή του Τμήματος της Μελέτης και Αξιοποίησης Φυσικών Προϊόντων, που με βοήθησε στην επιλογή θέματος, αλλά και το ενδιαφέρον του καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου στην Υποψήφια Διδάκτωρ Καπαράκου Ελευθερία για την άριστη συνεργασία που είχαμε, την πολύτιμη βοήθειά της, αλλά και την υπομονή της, καθώς για ό,τι χρειάστηκα ήταν πάντα εκεί.

Πρόσθετα, οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Μελέτη και Αξιοποίηση Φυσικών Προϊόντων», για τις γνώσεις που μου προσέφεραν, οι οποίες συνέβαλαν στην επιστημονική κατάρτισή μου.

Τέλος, δεν θα έλειπε η μνεία στην οικογένειά μου που είναι πάντα δίπλα μου, όλα αυτά τα χρόνια, στηρίζοντάς με σε κάθε βήμα και στόχο, για τα οποία είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων, καθώς και στους πολύτιμους φίλους μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
1.1 Αρωματικά-Φαρμακευτικά Φυτά – Γενικά Στοιχεία .....	7
1.2 Τσάι του βουνού ( <i>Sideritis</i> ) – Γενικά Χαρακτηριστικά/ Ιστορική αναδρομή.....	7
1.3 Μορφολογία.....	9
1.4 Καλλιέργεια .....	11
1.5 Χημικό Προφίλ.....	11
1.6 Χρήσεις.....	14
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	16
2.1 Φυτικό Υλικό.....	16
2.2 Προετοιμασία- Επεξεργασία Φυτικού Υλικού .....	16
2.2.1 Παραλαβή Υδρομεθανολικών Εκχυλισμάτων – Λουτρό Υπερήχων .....	16
2.2.2 Υδροαπόσταξη με συσκευή Clevenger .....	17
2.3 Αέρια Χρωματογραφία/ Φασματομετρία Μάζας (GC-MS) .....	18
2.4 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC) .....	20
2.5 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR).....	23
2.6 DPPH: ρίζα του 2,2- διφαινυλο-1-πικρυλυδραζυλίου-προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας .....	24
2.7 Folin-Ciocalteu: Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά .....	27
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	29
3.1 Αιθέρια Έλαια .....	29
3.1.1 Αέρια Χρωματογραφία/ Χρωματογραφία Μάζας (GC-MS) .....	29
3.1.2 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR) .....	37
3.1.3 DPPH.....	41
3.1.4 Folin – Ciocalteu.....	44
3.2 Υδρομεθανολικά Εκχυλίσματα .....	48
3.2.1 HPLC .....	48
3.2.2 FT-IR .....	51
3.2.3 DPPH.....	55
3.2.4 Folin – Ciocalteu.....	58
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	64
4.1 Αέρια Χρωματογραφία – Φασματοφωτομετρία Μαζών (GC – MS).....	64

<b>4.2 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Ανάλυσης (HPLC) .....</b>	<b>67</b>
<b>4.3 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR).....</b>	<b>68</b>
<b>4.4 DPPH/ Folin- Ciocalteu .....</b>	<b>68</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>71</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Αρωματικά-Φαρμακευτικά Φυτά – Γενικά Στοιχεία

Από αρχαιοτάτων χρόνων, ο άνθρωπος ανέτρεχε στη φύση, προκειμένου να αντιμετωπίσει διάφορες ασθένειες που τον κατέτρυχαν την εκάστοτε εποχή αλλά και για συνήθειες της καθημερινότητας, όπως μαγείρεμα, κοσμετολογία κτλ. Κυρίως, τη λύση έβρισκε στα λεγόμενα Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά, γνωστά έως και σήμερα ως φαρμακευτικά βότανα, τα οποία διαθέτουν θεραπευτικές ιδιότητες ή ασκούν ευεργετική φαρμακολογική δράση στον ανθρώπινο ή ζωικό οργανισμό, αλλά χρησιμοποιούνται και ως μπαχαρικά, αρωματικές ουσίες, πρώτες ύλες κτλ. σε διάφορα βιομηχανικά αντίστοιχα προϊόντα (Devika, 2021). Έτσι, θα έλεγε κανείς ότι τα παραδοσιακά χρησιμοποιούμενα φαρμακευτικά φυτά αποτελούν μια μεγάλη προοπτική για την ανάπτυξη σύγχρονων φαρμάκων, καθώς η σύγχρονη έρευνα εμπλουτίζει συνεχώς τις γνώσεις μας με νέες πληροφορίες (Aneva et al., 2019).

Στην παγκόσμια χλωρίδα υπάρχουν πάνω από 350.000 διαφορετικά είδη, εκ των οποίων τα 18.000 είναι αρωματικά και τα 60.000 φαρμακευτικά, παρόλο που κάποιες φορές η διαφοροποίησή τους είναι περίπλοκη, καθώς διαθέτουν και τις δύο ιδιότητες (Γρηγοράτος, 2002). Συγκεκριμένα, κυρίως, στη Νότια Ευρώπη, η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία φυτών, υφίσταται πλειάδα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και τα είδη του γένους *Sideritis*, τα οποία θα μελετηθούν στην εν λόγω διπλωματική εργασία, αποτελούν από τα πιο δημοφιλή βότανα της περιοχής (Aneva et al., 2019).

### 1.2 Τσάι του βουνού (*Sideritis*) – Γενικά Χαρακτηριστικά/ Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες γραπτές αναφορές για το τσάι του βουνού εντοπίζονται στο έργο του Θεόφραστου (372-287 π.Χ.). Στη συνέχεια, ο Διοσκουρίδης (40-90 π.Χ.) παραδίδει την περιγραφή των τριών ειδών του γένους *Sideritis* στο έργο του “De Materia Medica” παρόλο που δεν τίθενται με σαφήνεια τα είδη στα οποία αναφέρεται, και υπάρχουν διαφωνίες ως προς την ταυτοποίησή τους (Font Quer, 2000 και Ανάσης, 1976).

Το όνομα «*Sideritis*» προέρχεται από την ελληνική λέξη «σίδηρος», καθώς λέγεται ότι χρησιμοποιούνταν για την επούλωση πληγών από σιδερένια όπλα (Zyzelewic et al., 2020), είτε από την υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο στα ροφήματα του φυτού, είτε, τέλος, στο λογχωτό σχήμα των οδόντων του κάλυκά του (Γεννάδιος, 1959). Υπάρχουν διάφορες λαϊκές ονομασίες για τα είδη *Sideritis* ανά τον κόσμο, όπως για παράδειγμα “Iron wort” στα αγγλικά, ή “Zhelenznitza” στα ρωσικά που σημαίνουν «σιδερένιο βότανο». Επιπλέον, σε πολλές χώρες ονομάζεται με την κοινή ονομασία «τσάι του βουνού», γιατί τα περισσότερα από τα είδη απαντώνται σε ορεινές περιοχές. Συγκεκριμένα, στην Αλβανία ονομάζεται “Caj Mali”, στη Σλοβακία “Sarplaninski Caj”, στην Τουρκία “Adacayı” και στην Ελλάδα, συνήθως, θα το συναντήσει κανείς με την κοινή ονομασία «τσάι του βουνού» αλλά και «τσάι του Ολύμπου» ή και «τσάι του Παρνασσού». Χαρακτηριστική ονομασία είναι και η «Μαλοτήρα», όπως ονομάζεται στην Κρήτη.

Γενικά, στο γένος *Sideritis* περιλαμβάνονται περισσότερα από 150 είδη ετήσιων ή πολυετών ξηροφυτικών και θερμοφυτικών φυτών, τα οποία φύονται, κυρίως, σε ορεινές περιοχές με υψόμετρο υψηλότερο των 1000 μέτρων, κυρίως της Ανατολικής Μεσογείου, της Ιταλίας, της Βαλκανικής Χερσονήσου και της Μικράς Ασίας, αλλά και στα Κανάρια νησιά και στη Μαδέρα (Bojovic et al., 2011).



Στην Ελλάδα, μόνο, φύονται 17 από αυτά. Μερικά από αυτά είναι: *Sideritis athoa* (βουνό Άθως, Χαλκιδική), *Sideritis clandestina* (βουνά Χέλμος και Ταΰγετος, Πελοπόννησος), *Sideritis scardica* (Όλυμπος), *Sideritis raeseri* (Παρνασσός), *Sideritis syriaca* – Μαλοτήρα (βουνά της Κρήτης), *Sideritis euboica* (βουνά της Εύβοιας). Από τα παραπάνω, μπορούν τα καλλιεργηθούν τα *Sideritis raeseri*, *Sideritis scardica*, *Sideritis syriaca* και *Sideritis clandestina*, ενώ τα υπόλοιπα αυτοφύονται.

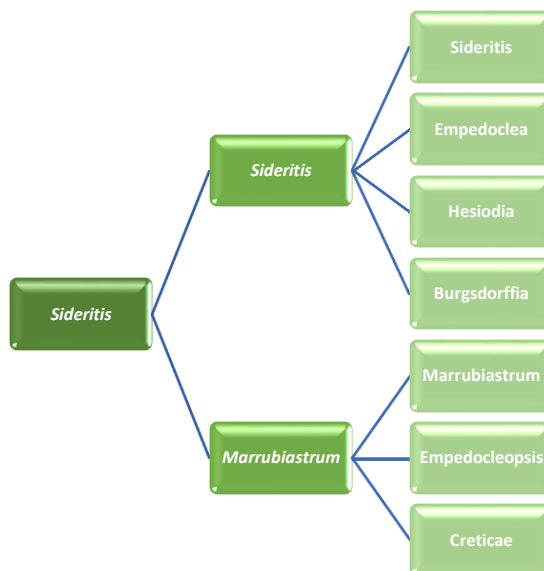
Αξιοσημείωτο, βέβαια, αποτελεί το γεγονός ότι στη χώρα μας, εξαιτίας της ολοένα και περισσότερης ζήτησης του συγκεκριμένου βοτάνου για την παρασκευή του αφεψήματος, τα φυτά αρχίζουν και παρουσιάζουν έλλειψη (κυρίως οι αυτοφυείς πληθυσμοί). Αυτό, κυρίως, οφείλεται στην υπερσυλλογή του με σκοπό το εμπόριο, τόσο εγχώρια όσο και στο εξωτερικό ή ακόμα και στη χωρίς προσοχή συλλογή, όπου δεν αφήνονται οι ανθοφόροι βλαστοί, προκειμένου να δώσουν σπόρο. Πρόσθετα, θα έλεγε κανείς ότι στην εξάλειψη του εν λόγω βοτάνου συμβάλλουν η υπερβόσκηση, ο ορεινός τουρισμός, η κλιματική αλλαγή, καθώς και οι αυξημένες πυρκαγιές που μαστίζουν τα τελευταία χρόνια και περιορίζουν, συνεχώς, τα φυσικά ενδιαίτηματα της χώρας μας (Koutsos and Chatzopoulou, 2009). Συγκεκριμένα, στο Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας (Τόμος Δεύτερος, 2009) περιλαμβάνονται τα εξής είδη: 1) *Sideritis siphylea* χαρακτηρισμένο ως «Κινδυνεύον (EN)», 2) *Sideritis raeseri* spp. *attica* χαρακτηρισμένο ως «Τρωτό (UV)», 3) *Sideritis euboica* χαρακτηρισμένο ως «Κινδυνεύον (EN)». Στη χώρα μας έχει απαγορευτεί η συλλογή με σκοπό την εμπορία όλων των ειδών του γένους *Sideritis* και έχουν εκδοθεί ρυθμιστικές διατάξεις από Δασαρχεία, οι οποίες καθορίζουν το χρόνο και την ποσότητα συλλογής, καθώς ακόμα και η συλλογή για οικιακή χρήση πρέπει να υφίσταται με αειφορικό τρόπο, για τη διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων της χώρας σε βάθος χρόνου και όχι την εξάλειψη της βιωσιμότητάς τους. Δυστυχώς, όμως, δεν εφαρμόζονται τα παραπάνω. Εν κατακλείδι, η καλλιέργεια θα έλεγε κανείς ότι είναι ένας τρόπος προστασίας των προαναφερθέντων και ορθότερης αξιοποίησης του φυτού. Έτσι, κατοχυρώνεται η μαζική παραγωγή εξασφαλίζοντας αρκετό φυτικό υλικό τόσο για το εγχώριο όσο και για το διεθνές εμπόριο (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

Τα φυτά του γένους *Sideritis* ανήκουν στην οικογένεια Lamiaceae, η οποία κατατάσσεται στις πιο κοινές και με μεγάλη ποικιλία οικογένεια αγγειόσπερμων παγκοσμίως (Stanoena et al., 2015). Είναι είτε ετήσια ή πολυετή ξηρόφυτα, θερμόφυτα, ασβεστόφυτα, χασμόφυτα ή ηλιόφυτα αναπτυσσόμενα σε ξηρές, ηλιόλουστες, κυρίως, ορεινές περιοχές.

Η ταξινόμηση του γένους είναι μάλλον αρκετά περίπλοκη, καθώς η τάση του για υβριδισμό είναι έντονη και εξ' αυτού δεν έχει λυθεί ικανοποιητικά. Η παραλλακτικότητα και η διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων οικοτύπων την καθιστούν και αυτές δύσκολη. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος έχει εφαρμοστεί χημειοταξινόμηση των ειδών με κριτήριο δευτερογενείς μεταβολίτες χαρακτηριστικούς του γένους. Σύμφωνα με τους Kalivas et al. (2014) εφαρμόστηκε επιτυχώς DNA barcoding μέθοδος για την ταξινόμηση των ειδών του γένους *Sideritis*.

Στο παρακάτω Διάγραμμα (**Διάγραμμα 1**), το γένος *Sideritis* υποδιαιρείται σε δύο υπο-γένη (subgenera): το *Sideritis* και *Marrubiastrum* και επτά ομάδες (sections): *Creticae*, *Marrubiastrum* και *Empedocleopsis* στο υπογένος *Marrubiastrum* και *Sideritis*, *Empedoclea*, *Hesiodia* και *Burgsdorffia* στο υπογένος *Sideritis*, στο οποίο ανήκουν και τα περισσότερα είδη (περίπου 125) ενδημικά, κυρίως, στη Μεσογειακή Ευρώπη και Βόρεια Αφρική. Στα sections *Sideritis* και *Empedoclea* περιλαμβάνονται πολυετή είδη, φυόμενα, κυρίως, σε περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου (Βαλκάνια, Τουρκία) αλλά και στην Ιβηρική Χερσόνησο. Στα sections

Hesiodia και Burgsdorfia περιλαμβάνονται πολύ λιγότερα είδη, κυρίως μονοετή φυόμενα στην Ανατολική Μεσόγειο (Ελλάδα, Τουρκία) αλλά και στη Μέση Ανατολή (Ισραήλ, Λίβανος, Ιράκ, Συρία, Παλαιστίνη). (Gonzalez-Burgos et al., 2011).



Διάγραμμα 1: Ταξινόμηση του γένους *Sideritis*

Επιπλέον, παρατίθεται και η Επιστημονική ταξινόμηση των ειδών που πρόκειται να μελετηθούν. (Πίνακας 1)

Πίνακας 1: Επιστημονική ταξινόμηση των φυτών *Sideritis syriaca* και *Sideritis scardica*

Βασίλειο	Plantae
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Angiosperms)
Ομοταξία	Ευδικοτυλήδονα (Eudicots)
Τάξη	Λαμνώδη (Lamiales)
Οικογένεια	Χειλανθή (Lamiaceae)
Γένος	<i>Sideritis</i>
Είδη	<i>Sideritis syriaca</i> , <i>Sideritis scardica</i>

### 1.3 Μορφολογία

Τα φυτά του γένους *Sideritis* είναι πολυετείς πόες με ξυλώδη βάση και πυκνό τρίχωμα τόσο στο βλαστό όσο και στα φύλλα. Τα φύλλα είναι αντίθετα και ποικίλουν σε σχήμα καθώς μπορεί να είναι λεία, πριονωτά ή οδοντωτά. Τα βράκτια έχουν σχεδόν ελλειπτικό σχήμα (καρδιόσχημα, στη βάση, οξυκόρυφο στην κορυφή) είναι ακέραια και διαφοροποιούνται από τα φύλλα. Τα άνθη συγκεντρώνονται σε πυκνές ακανθοειδείς ταξιανθίες μήκους 50-80 mm

και πλάτους περίπου 30 mm και μπορεί να βρίσκονται κοντά ή μακριά μεταξύ τους και εκπτύσσονται σε σπονδύλους. Έχουν λεμονοκίτρινο χρώμα, με δίχειλη στεφάνη με σωληνωτή βάση κοντύτερη από τον κάλυκα, ο οποίος διαθέτει νευρώσεις που καταλήγουν σε πέντε ίσους οδόντες. Το άνω χείλος της στεφάνης είναι δισχιδές και το κάτω τρίλοβο. Οι στήμονες είναι τέσσερις. (Chinou and Kroes, 2016, Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). (Εικόνα 1)



Εικόνα 1: Μορφολογία φυτών γένους *Sideritis* (Papanikolaou and Kokkini, 1982)

Παρακάτω, παρατίθενται πιο συγκεκριμένες πληροφορίες για τα είδη (*Sideritis scardica* και *Sideritis syriaca*) που μας ενδιαφέρουν:

***Sideritis scardica*:** Αναπτύσσεται, κυρίως, σε βραχώδεις περιοχές από τη Βόρεια Ελλάδα μέχρι τον Όλυμπο και το Πήλιο και συνήθως χαρακτηρίζεται ως «τσάι του Ολύμπου». Αποτελεί ένα ανθεκτικό πολυετές φυτό με έρπουσες ρίζες, βλαστό μήκους 10-30cm, ελάχιστα διακλαδισμένο με πυκνή λευκή χνόωση. Χαρακτηρίζεται από έμμισχα, κατώτερα φύλλα, επιμήκη, γκριζα έως λευκά, χνουδωτά και λογχοειδή, κάποιες φορές οδοντωτά, σε αντίθεση με τα μεσαία και ανώτερα, τα οποία είναι άμισχα, πράσινα, οξύληκτα. Τα βράκτια είναι ωσειδή, μεσαία (~12-20 mm), οξύληκτα με αδενώδες τρίχωμα, χρώματος πρασινοκίτρινο. Ο κάλυκας (9-12 mm) έχει σχήμα κώδωνα, πυκνό τρίχωμα και οδόντες 3-5 mm. Η στεφάνη κίτρινη και το άνω χείλος δεν φέρει γραμμώσεις (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

***Sideritis syriaca*:** Αυτοφύεται αλλά και καλλιεργείται στο νησί της Κρήτης, γνωστό και ως «Μαλοτήρα». Επίσης, είναι ευρέως διαδεδομένο σε ορεινούς βράχους της Νότιας Ευρώπης από τη Σικελία έως την Κριμαία. Αποτελεί πολυετή πόα, με στελέχη 30-50 mm με πυκνό, λευκό τρίχωμα. Τα κατώτερα φύλλα είναι επιμήκη, σπαθουλοειδή, με πυκνό τρίχωμα και είναι ακέραια ή πριονωτά. Τα μεσαία και ανώτερα είναι άμισχα, γραμμικά – λογχοειδή και επιμήκη. Πρόσθετα, αποτελείται από 3-10 απομακρυσμένους σπόνδυλους. Τα μεσαία βράκτια είναι 6-12 mm (συμπεριλαμβανομένης της ακμής), κοντύτερα ή στο ίδιο μήκος με τα άνθη, με λευκό χρώμα, πλατιά, ωσειδή. Ο κάλυκας, κωδωνοειδής, 7-12 mm, με πυκνό

τρίχωμα που καταλήγει σε οδόντες. Τέλος, η στεφάνη είναι κίτρινη, 9-15 mm και το άνω χείλος δεν φέρει γραμμώσεις (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

#### 1.4 Καλλιέργεια

Τα φυτά του γένους *Sideritis* όπως αναφέρθηκε, απαντώνται σε περιοχές με υψηλά υψόμετρα (>1000 m), ηλιόλουστες, με κλίση, εδάφη πετρώδη, αμμώδη, αργιλώδους σύστασης με pH 6,9-8, χωρίς ιδιαίτερα θρεπτικά συστατικά. Είναι ανθεκτικά στις εναλλαγές θερμοκρασίας και μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα το φυσικό τους περιβάλλον και γι' αυτό το λόγο η καλλιέργεια ενός τέτοιου φυτού οφείλει να γίνεται με προσοχή και σημαντική είναι η επιλογή τοποθεσίας (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια πραγματοποιείται είτε με φυτάρια, είτε με σπορόφυτα, είτε με μοσχεύματα, είτε με διαίρεση φυτών, όπου συνίσταται η επιλογή εξωτερικών πλευρικών βλαστών που διαθέτουν περισσότερο εύρωστο ριζικό σύστημα (Κουτσός, 2006). Γενικά, για την ορθή καλλιέργεια του φυτού, το χωράφι θα πρέπει να έχει προετοιμαστεί από το προηγούμενο καλοκαίρι, αποφεύγοντας την υψηλή κατεργασία του εδάφους. Άριστη περίοδος εγκατάστασης μιας νέας φυτείας *Sideritis* θεωρείται το φθινόπωρο ή η άνοιξη και συγκεκριμένα, όσον αφορά τη δημιουργία σπορείων, η προετοιμασία πραγματοποιείται είτε τέλος καλοκαιριού για φθινοπωρινή φύτευση, είτε τέλη Φεβρουαρίου-αρχές Μαρτίου σε θερμοκήπιο για ανοιξιάτικη φύτευση. Η κατάλληλη ποσότητα για ένα στρέμμα είναι τα 30 g σπόρου. Η σπορά μπορεί να γίνει είτε σε τελάρα φύτευσης με το ανάλογο υπόστρωμα/ τύρφη μέχρι τα φυτάρια να φτάσουν στο κατάλληλο ύψος (3-4 cm) και να μεταφυτευτούν σε δίσκους πολλαπλών θέσεων με κοινό υπόστρωμα, είτε σε σπορεία με σωστή προετοιμασία της σποροκλίνης με μίγμα τύρφης και άμμου (Κουτσός, 2006).

Πρόσθετα, ο πολλαπλασιασμός μπορεί να πραγματοποιηθεί αγενώς με μοσχεύματα, όπου συνίσταται η λήψη εύρωστων τμημάτων βλαστού υπό κατάλληλο υπόστρωμα. Κατά τον πρώτο χρόνο καλλιέργειας, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην καταπολέμηση ζιζανίων είτε με μηχανική εφαρμογή είτε χειρωνακτικά. Από την άλλη, η καλλιέργεια *Sideritis* έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε θρεπτικά. Αν υπάρξουν προσβολές ή αναγκαίες απαιτήσεις, εφαρμόζεται οργανική λίπανση και βιολογική καταπολέμηση. Η παραγωγή, συνήθως, διαρκεί γύρω στα 5-7 χρόνια και στη συνέχεια, ανανεώνεται με διαίρεση ή πολλαπλασιασμό των ήδη υπαρχόντων φυτών. Η παραγωγή αυξάνεται, κυρίως, από το 2<sup>ο</sup> έως τον 4<sup>ο</sup> χρόνο της καλλιέργειας (Γκόλιαρης, 1995) και η μέση απόδοση λέγεται ότι είναι 100-150 kg/ στρέμμα (Κουτσός, 2006).

Η συγκομιδή πραγματοποιείται κατά την ανθοφορία του φυτού, όταν και η περιεκτικότητά του σε αιθέριο έλαιο έχει φτάσει στο ύψιστο σημείο (Κουτσός, 2006) και η αποξήρανση υφίσταται με φυσικό τρόπο, υπό σκιά, σε ματσάκια ή πλέγματα αλλά και σε ξηραντήρια. Κατά την ξήρανση, θα πρέπει να διατηρείται τόσο το κιτρινοπράσινο χρώμα των ανθοφόρων βλαστών, όσο και το έντονο άρωμα, δείκτες της καλής ποιότητας του φυτού, που μαρτυρούν την ύπαρξη πολλών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

#### 1.5 Χημικό Προφίλ

Ανά τα χρόνια, η χημική σύσταση διαφόρων ειδών του γένους *Sideritis* έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών. Τα κυριότερα συστατικά που έχουν βρεθεί είναι τα διτερπένια, σημαντική χημική ομάδα για διάφορα είδη και τα φλαβονοειδή και οι φαινολικές

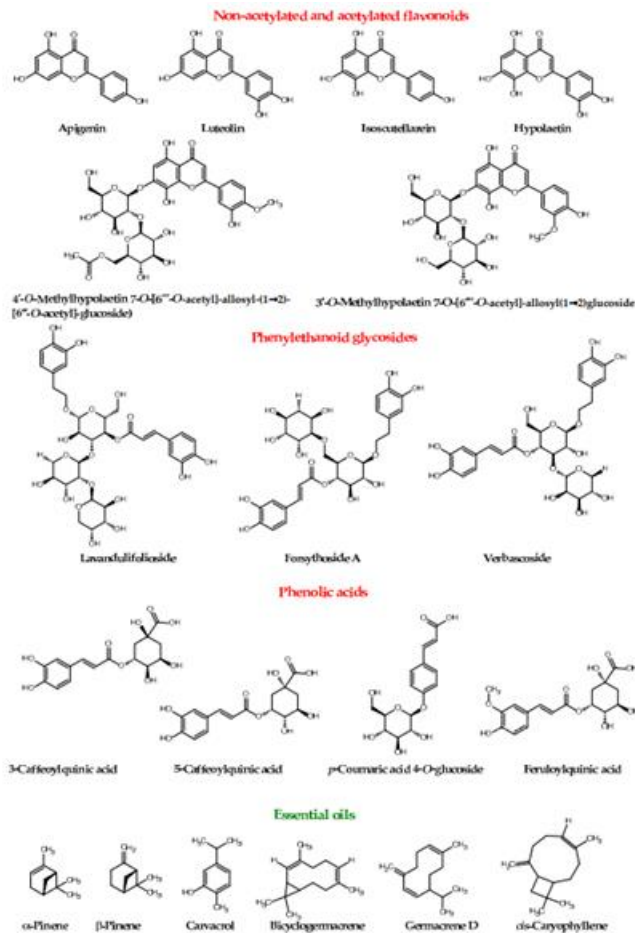
ενώσεις (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Η ποιοτική ανάλυση των πολυφαινολικών ενώσεων από διάφορα συγγενικά είδη *Sideritis* έδειξε ότι παράγουν ένα παρόμοιο σύνολο πολυφαινολών. Τα μεθανολικά εκχυλίσματα χαρακτηρίστηκαν από την παρουσία, κυρίως, φαινυλαιθανοειδών γλυκοζιτών (echinacoside, lavanduliofolioside, verbascoside, forsythoside A, isoverbascoside, samioside, allysonoside και leucoseptoside A) και ακετυλογλυκοζίτες φλαβονοειδών (3'-O-μεθυλοϋπολαϊτίνη 7-O-[6'''-O-ακετυλο]-άλλο συλ (1→2)-γλυκοζίτης και 4'-O-μεθυλοϋπολαϊτίνη 7-O-[6'''-ακετυλο]-αλλοσυλ-1-(1→2)-[6'''-O-ακετυλο]-γλυκοζίτης, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 90% του συνόλου των φαινολικών ενώσεων (Petreska et al., 2011). Εκτός από τους γλυκοζίτες φλαβονοειδών, στα είδη *Sideritis* έχει βρεθεί ότι περιέχονται 5,7-υδροξυφλαβόνες (απιγενίνη και λουτεολίνη), 8-υδροξυφλαβόνες (ισοκουτελαρεΐνη και υπολαεΐνη) και τα παράγωγά τους (Zyzelewicz et al., 2020). Οι Stanoeva et al. (2015), αναφέρουν την παρουσία 8-υδροξυφλαβονών, όπως η ισοκουτελαρεΐνη, η υπολαεΐνη και η απιγενίνη, οι οποίες είναι χαρακτηριστικές για τα φυτά του γένους. Πρόσθετα, ανιχνεύθηκαν παράγωγα υδροξυκιναμωμικών οξέων όπως 3-O-καφεϋλοκινικό οξύ και 5-O-καφεϋλοκινικό οξύ.

Στα είδη του γένους *Sideritis*, η ποσότητα του αιθερίου ελαίου που παράγεται είναι χαρακτηριστικά μικρή, παρόλο που ανήκουν στην οικογένεια Lamiaceae. Αυτό, πιθανόν, οφείλεται στη σύνθεσή τους, η οποία, όπως έχει αναφερθεί είναι αρκετά περίπλοκη. Παρόλα αυτά, παρά τη χαμηλή συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο, φημίζεται για το χαρακτηριστικό ευχάριστο του άρωμα και το έγχυμα αυτού χρησιμοποιείται ως αναζωογονητικό τσάι βοτάνων. (Zyzelewicz et al., 2020). Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στη σύσταση των αιθερίων ελαίων ακόμα και ίδιου βοτανικού είδους (π.χ. *Sideritis scardica*) και αυτό μπορεί να οφείλεται στην τοποθεσία λήψης του εκάστοτε φυτού, στο κλίμα και το έδαφος, στο στάδιο οντογένεσής του, στην εποχή συγκομιδής του, καθώς και στα μέρη του φυτού από τα οποία εξάγονται τα έλαια (ανθοφόρες κορυφές, φύλλα ή ολόκληρο εναέριο τμήμα).

Γενικά, λόγω του ότι στα διάφορα είδη παρατηρούνται συχνά διαφορετικοί χημειότυποι, θα έλεγε κανείς ότι είναι δύσκολη η περιγραφή του αρωματικού τους προφίλ. Κυρίαρχα είναι τα μονοτερπένια, σεσκιτερπένια, διτερπένια, καθώς και άλλες ενώσεις (π.χ. αλειφατικές). Σύμφωνα με τους Baser et al. (1997), τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου που έχουν μελετηθεί σε φυτά *Sideritis* στο ευρωπαϊκό τμήμα της Τουρκίας ήταν το β-πινένιο (17,9%), η καρβακρόλη (14,8%) και το α-πινένιο (7,3%).

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε πάνω σε δείγματα *Sideritis scardica* από δύο περιοχές της Ελλάδας, στα κύρια συστατικά των ελαίων συγκαταλέχθηκαν τα εξής: α-πινένιο (8,2%-17,8%), β-πινένιο (12,8%-13,1%), cis-καρβοφυλλένιο (6,6-7,6%), δικυκλογερμακρένιο (6,6%-7,1%) και D-γερμακρένιο (2,2-6,6%) (Kloukina et al., 2020).

Παρακάτω παρατίθενται οι χημικές δομές των κύριων πολυφαινολικών ενώσεων και των αιθερίων ελαίων (**Εικόνα 2**).



Εικόνα 2: Κύριες φαινολικές ενώσεις και αιθέρια έλαια του *Sideritis scardica* (Żyzelewicz et al., 2020)

Σύμφωνα με τους Kirimer et al. (2004), επιβεβαιώθηκαν και εδώ οι κυρίαρχες ομάδες: μονοτερπένια, σесκιτερπένια και διτερπένια και οι αποδόσεις των αιθερίων ελαίων κυμάνθηκαν μεταξύ 0,01 % και 0,85%. Επίσης, δημιουργήθηκε μια συσχέτιση που παρουσιάζει ενδιαφέρον, μεταξύ της απόδοσης του αιθερίου ελαίου και των παραπάνω κύριων ομάδων συστατικών στα έλαια του γένους *Sideritis*:

- Όσο υψηλότερη ήταν η απόδοση σε αιθέριο έλαιο, τόσο υψηλότερη και η περιεκτικότητα σε μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες.
- Όσο χαμηλότερη ήταν η απόδοση σε αιθέριο έλαιο, τόσο υψηλότερη η περιεκτικότητα σε σесκιτερπένια.
- Τα διτερπένια εμφανίζονται σε οποιαδήποτε απόδοση.
- Σε ένα τυπικό χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis* υπάρχουν έξι ομάδες κορυφών.

Πρόσθετα, είναι πολύ πιθανό τα εκχυλίσματα *Sideritis* να αποδίδουν τις αντιμικροβιακές τους ιδιότητες στην ύπαρξη μονοτερπενίων ( $\alpha$ - και  $\beta$ - πινένιο, καρβακρόλη). Καθώς το γένος *Sideritis* ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae, από την οποία ποικίλα αιθέρια έλαια από διάφορα γένη που εξάγονται, χρησιμοποιούνται στην ιατρική ή ως καλλυντικά, είναι εμφανείς κάποιες κοινές ιδιότητες του αιθερίου ελαίου του. Και η περιεκτικότητά του σε τέτοιες ιδιότητες, οφείλεται, όπως έχει μελετηθεί από τους Irakli et al. (2018), στις συνθήκες

παρασκευής. Η βέλτιστη θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 87,5 °C έως 99,8 °C με χρόνο έγχυσης έως 10 λεπτά. Από βιολογικά δραστικές ενώσεις κυριαρχεί το χλωρογενικό οξύ, το οποίο εντοπίστηκε σε έγχυση κυρίως φύλλων. Εκτός από πολυφαινολικές ενώσεις, ανιχνεύτηκαν ανόργανα άλατα στις εξής συγκεντρώσεις: K>P>Ca>Mg>Na>Mn>Fe>Cu>Zn.

## 1.6 Χρήσεις

Σύμφωνα με πλειάδα μελετών αλλά και όπως είναι ευρέως γνωστό ανά τα χρόνια, τα φυτά του γένους *Sideritis* χρησιμοποιούνται στη λαϊκή θεραπευτική ως αφέψημα, παρασκευασμένο, κυρίως, από το ενάριο τμήμα του φυτού ή τα ανθοφόρα αποξηραμένα στελέχη του. Πειραματικά δεδομένα υποστηρίζουν την αντιφλεγμονώδη, αντισπασμωδική, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική, γαστροπροστατευτική κ.α. δράση του (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Επιπλέον, σημαντική αποτελεί και η δυνατότητα χρήσης του, όπως έχει αποδειχτεί, ως εκλεκτικού τροποποιητή οιστρογονικών υποδοχέων, αλλά και ως παράγοντα πρόληψης του έλκους και παρεμπόδισης του ιού του έρπη και του HIV (Gonzales-Burgos et al., 2011).

Στην Ισπανία και γενικότερα στην Ιβηρική Χερσόνησο, το ενάριο τμήμα του φυτού χρησιμοποιείται ως προστατευτικό για τυχόν ανωμαλίες του γαστρεντερικού και το αφέψημα φύλλων ως αντιφλεγμονώδες και αντιρρευματικό. Πρόσθετα, αναφέρεται στους Gonzales-Burgos et al. (2011) και η εξωτερική του εφαρμογή για απολύμανση και επούλωση πληγών και εγκαυμάτων για πόνους ματιών, περιόδου αλλά και ως διεγερτικό όρεξης.

Και στη Βαλκανική Χερσόνησο και την Τουρκία καταναλώνεται ως αφέψημα για την ανακούφιση από γαστρεντερικές διαταραχές, φουσκώματα, ως διουρητικό, για την αντιμετώπιση από κρυολόγημα, αλλά και εξωτερικά, για την αντιμετώπιση του κοιλόπονου. Συγκεκριμένα, το είδος *Sideritis syriaca* είναι γνωστό για τις αποχρεμπτικές του ιδιότητες και ως διουρητικό. Από την άλλη, και το είδος *Sideritis scardica* είναι γνωστό για τη συμβολή του σε παθήσεις όπως το άσθμα, η βρογχίτιδα, το κοινό κρυολόγημα, η ρινίτιδα, σε χρόνιες νεφρικές παθήσεις, σε παθήσεις του προστάτη, πρόληψη της αναιμίας, αντιφλεγμονώδες και αντιρρευματικό (Gonzales-Burgos et al., 2011).

Ενδιαφέρον προκαλεί και η μορφή του ως αιθανολικό εκχύλισμα για την αντισηπτική του δράση μετά από εξαγωγή δοντιών και φλεγμονές. Φημίζεται, επιπλέον, και για τη μακροζωία που προσφέρει (Todorova και Trendafilova, 2014).

### Αντιμικροβιακή δράση

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τους Kostadinova et al. (2008), διαπίστωσαν την ισχυρή αντιμικροβιακή δράση του *Sideritis scardica* εναντίον του *Staphylococcus aureus* και λιγότερο σε *Escherichia coli* και *Candida albicans*. Το εκχύλισμα χαρακτηρίστηκε από υψηλή συγκέντρωση διτερπενίων και n-αλκανίων και αρκετά χαμηλή έως καθόλου μονοτερπενίων. Όσο υψηλότερη η συγκέντρωση των διτερπενίων, τόσο ισχυρότερη και η αντιμικροβιακή δράση. Η αντίστοιχη μελέτη στο ίδιο είδος από τους Todorova και Trendafilova (2013) έδειξε δραστικότητα και εναντίον του *Staphylococcus epidermidis* και *Micrococcus luteus*. Παρόμοια, το αιθέριο έλαιο του *Sideritis syriaca* έδειξε δραστικότητα απέναντι στα *Staphylococcus aureus* και *Staphylococcus epidermidis*, αλλά και στα *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* κτλ. (Aligiannis et al., 2001). Για την ακρίβεια, το αιθέριο έλαιο του *Sideritis syriaca* φάνηκε να έχει την υψηλότερη

αντιμικροβιακή δράση, καθώς διαπιστώθηκε να περιέχει καρβακρόλη της τάξης του ~33,68%, σε αντίθεση π.χ. με το αντίστοιχο *Sideritis raeseri*, του οποίου η καρβακρόλη και το  $\alpha$ -πινένιο, μαζί, δεν ξεπερνούσαν το 4,48%, και το οποίο είδος δεν εμφάνισε ιδιαίτερη αντιμικροβιακή δραστηριότητα. Έτσι, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η δράση των φυτών του γένους *Sideritis* εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου σε καρβακρόλη και  $\alpha$ -πινένιο. Πρόσθετα, σύμφωνα με τους Gonzales-Burgos et al. 2011, η αντιμικροβιακή δραστηριότητα σχετίζεται και με την αυξημένη συγκέντρωση διτερπενίων στα εκχυλίσματα *Sideritis*. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τους Logoglu et al. (2006), βρέθηκε ότι η ανάπτυξη των εξεταζόμενων βακτηρίων και μυκήτων αναστέλλεται από την ύπαρξη επικανδικανδιόλης, ενώ η ύπαρξη λινεαρόλης και σιδερόλης δεν εμφάνισαν αντιμικροβιακή δραστηριότητα.

#### Αντιφλεγμονώδης δράση

Έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα μελετών σχετικά με την αντιφλεγμονώδη δράση των ειδών φυτού του γένους *Sideritis*. Αναφορικά με τους Moroney et al. (1988), βάσει της μελέτης της επίδρασης γλυκοσυλιωμένων/ άγλυκων φλαβονοειδών στην παρεμπόδιση δημιουργίας εικοσανοειδών μέσω της οδού των 5-λιποξυγενασών και κυκλοξυγενασών, παρατηρήθηκε μείωση της δραστηριότητας στην περιοχή του σακχάρου. Ακόμη, η κατεχόλη κρίθηκε η πιο ισχυρή δραστική στην αντιφλεγμονώδη δράση, χωρίς, όμως, πάντα, να κρίνεται απαραίτητη για την παρεμπόδιση των προϊόντων της λιποξυγενάσης (Bas et al., 2006).

#### Αντιοξειδωτική δράση

Η αντιοξειδωτική δράση στα φυτά του γένους *Sideritis* έχει αποδοθεί τόσο στις φαινολικές και φλαβονοειδείς ενώσεις όσο και στην παρουσία διτερπενίων του καουρανίου. Έπειτα από μελέτη, αποδείχθηκε ότι η λινεαρόλη και η σιδόλη ήταν υπεύθυνες για τη μείωση της απώλειας της μιτοχονδριακής λειτουργίας και ακεραιότητας της μεμβράνης, καθώς και άλλες λειτουργίες οφειλόμενες στο οξειδωτικό stress. Επίσης, επιβεβαιώθηκε ότι συμβάλλει όντως στην πρόληψη από βλάβες του stress, καθώς παρατηρήθηκε μείωση της ενδοκυτταρικής παραγωγής ενεργών μορφών οξυγόνου (ROS), μείωση των επιπέδων της μαλονδιαλδεϋδης και στην αποκατάσταση της αναλογίας GSM/GSSG (ανοιγμένη μοφή γλουταθειόνης) με χορήγηση πριν από την επαγωγή του οξειδωτικού stress (Gonzales-Burgos et al., 2013).

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο DPPH, διάφορες μελέτες έχουν αποδείξει αυξημένη δράση των ειδών *Sideritis* απέναντι στη δραστηριότητα των ελεύθερων ριζών (Gunenc et al., 2005). Ιδίως στο είδος *Sideritis scardica* βρέθηκε η υψηλή αντιοξειδωτική δράση του και αποτελεί καλή πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών. Ως εκ τούτου, μπορούν να συμβάλλουν στην προστασία από βλάβες των ελεύθερων ριζών. Συγκεκριμένα, βρέθηκαν υψηλά επίπεδα ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) και μπορεί να θεωρηθεί χρήσιμο αφέψημα βοτάνου πλούσιο σε βιταμίνη C από την παραδοσιακή ιατρική (Vassilevska-Ivanova et al., 2016).

#### Άλλες δράσεις

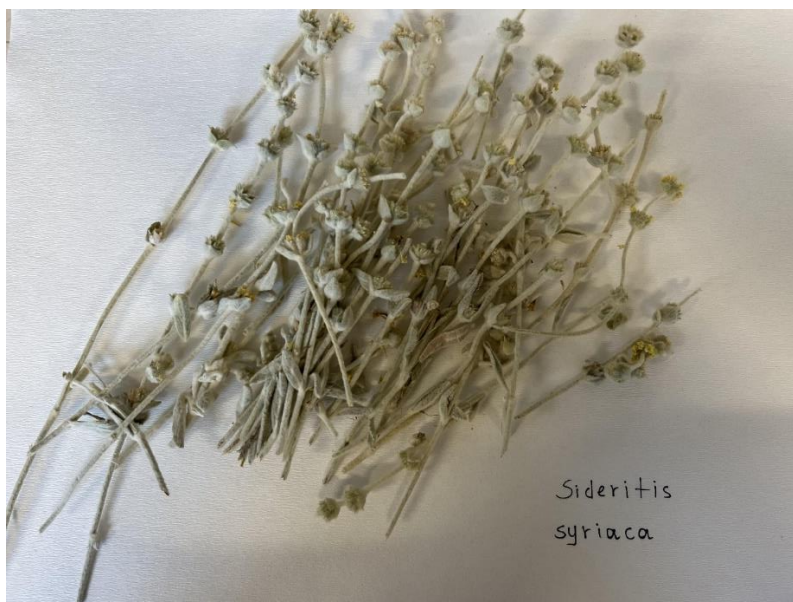
Επιπροσθέτως, έχει αποδειχτεί η αντιελκογόνος και η γαστροπροστατευτική δράση των φυτών του γένους *Sideritis* (8-O-β-D-γλυκοσίδιο της υπολαϊτίνης), καθώς συμβάλλει στη μείωση της οξύτητας του στομάχου (Alcaraz and Tordera, 1988), αλλά και η θετική επίδραση στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) όσον αφορά νόσους όπως η άνοια, το Parkinson και το Alzheimer (Knorle, 2012).



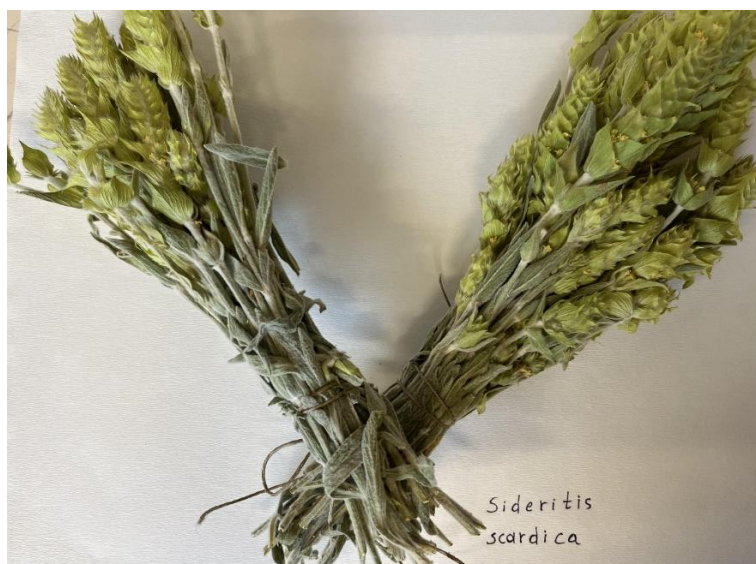
## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1 Φυτικό Υλικό

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν τα είδη *Sideritis syriaca* και *Sideritis scardica*. Το δείγμα *Sideritis syriaca* (Εικόνα 3) συλλέχθηκε στην περιοχή των Σφακίων τον Ιούλιο του 2021 και το δείγμα *Sideritis scardica* (Εικόνα 4) συλλέχθηκε στην περιοχή του Μαινάλου τον Σεπτέμβριο του 2021.



Εικόνα 3. Φυτικό υλικό *Sideritis syriaca* (Ανώπολη Σφακίων)



Εικόνα 4: Φυτικό υλικό *Sideritis scardica* (Α. Μαίναλο)

### 2.2 Προετοιμασία- Επεξεργασία Φυτικού Υλικού

#### 2.2.1 Παραλαβή Υδρομεθανολικών Εκχυλισμάτων – Λουτρό Υπερήχων

Αρχικά, για την παραλαβή των υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων και των δύο ειδών (*S. scardica* και *S. syriaca*), χρησιμοποιήθηκαν 2g φυτικού υλικού (άνθη και φύλλα) και 200 mL μεθανόλης/ νερό (MeOH/H<sub>2</sub>O) σε αναλογία 70:30. Τοποθετήθηκαν σε λουτρό υπερήχων για

15 λεπτά για την πραγμάτωση της εκχύλισης και τη συλλογή του υδρομεθανολικού διαλύματος. Συγκεκριμένα, δημιουργούνται χαμηλής και υψηλής πίεσης υπερηχητικά κύματα, τα οποία εναλλάσσονται, δημιουργώντας μικροσκοπικά ρεύματα και δίνες υπό πίεση. Έτσι, οι διαλύτες μετακινούνται ταχέως και μεταφέρεται η μάζα με μεγαλύτερη ταχύτητα, με αποτέλεσμα τη γρηγορότερη εκχύλιση.

Τα δείγματα των υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων για το *S.syrriaca* ονομάστηκαν Γ<sub>1</sub>, Γ<sub>2</sub>, Γ<sub>3</sub>, ενώ για το *S.scardica* Δ<sub>1</sub>, Δ<sub>2</sub>, Δ<sub>3</sub>.

### 2.2.2 Υδροαπόσταξη με συσκευή Clevenger

Για την παραλαβή των αιθερίων ελαίων πραγματοποιήθηκε υδροαπόσταξη με τη συσκευή Clevenger, όπου, προκειμένου να διαχωριστεί το έλαιο, γίνεται απόσταξη με βρασμό. Αποτελεί την πιο απλή και συνήθη μέθοδο παραλαβής αιθερίων ελαίων. Πιο συγκεκριμένα, το φυτικό υλικό τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, η οποία συνδέεται με θερμαντική συσκευή και ψυκτικό μηχανισμό. Έτσι, η φιάλη θερμαίνεται, και ακολουθώντας το πρωτόκολλο, η συσκευή αφήνεται για απόσταξη για 3 ώρες. Με τη θέρμανση, λοιπόν, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται μαζί με τα πτητικά συστατικά στον ψυκτήρα και έτσι παρατηρείται διαχωρισμός νερού-ελαίου. Η κατώτερη υδατική στοιβάδα ανακυκλώνεται. Σημειώνεται ότι στην υδροαπόσταξη πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού, για την αποφυγή τυχόν θερμικής διάσπασης των διαφόρων συστατικών του αιθερίου ελαίου (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Συσκευή Clevenger για την παραλαβή αιθερίου ελαίου από τα φυτά

Στην εν λόγω εργασία, πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις για το *Sideritis syriaca* και τρεις (3) επαναλήψεις για το *Sideritis scardica* αντίστοιχα. Ειδικότερα, ζυγίστηκαν 100 g φυτικού υλικού (φύλλα και άνθη) για κάθε επανάληψη και προστέθηκαν ~1500 mL νερό. Η διάρκεια κάθε απόσταξης ήταν 3 ώρες.

Τα δείγματα για το *S. syriaca* ονομάστηκαν Γ<sub>4</sub>, Γ<sub>5</sub>, Γ<sub>6</sub>, ενώ για το *S. scardica* Δ<sub>4</sub>, Δ<sub>5</sub>, Δ<sub>6</sub> και η απόδοση σε αιθέριο έλαιο (Μ.Ο.) ήταν 0,01% και 0,02%, αντίστοιχα. (Πίνακες 2,3)

Πίνακας 2: Απόδοση αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca*

Δείγμα	Απόδοση αιθερίου ελαίου <i>Sideritis syriaca</i>
Γ <sub>4</sub>	0,01%
Γ <sub>5</sub>	0,01%
Γ <sub>6</sub>	0,01%

} 0,01%

Πίνακας 3: Απόδοση αιθ. Ελαίου *Sideritis scardica*

Δείγμα	Απόδοση αιθερίου ελαίου <i>Sideritis scardica</i>
Δ <sub>4</sub>	0,02%
Δ <sub>5</sub>	0,03%
Δ <sub>6</sub>	0,02%

} 0,02%

Καθώς η απόδοση ήταν ελάχιστη και στα δύο είδη, πραγματοποιήθηκε και εκχύλιση υγρού-υγρού για την παραλαβή όσο το δυνατόν μεγαλύτερης απόδοσης. Η διαδικασία επαναλήφθηκε δύο φορές για την παραλαβή όσο το δυνατόν περισσότερων πτητικών. Ακολούθησε συμπύκνωση με άζωτο (N) μέχρι τελικού όγκου V=5 mL, απομάκρυνση της υγρασίας με άνυδρο θειικό μαγνήσιο (MgSO<sub>4</sub>) και φιλτράρισμα. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε συμπύκνωση με άζωτο μέχρι τελικού όγκου V<sub>τελ</sub>= 2 mL και αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη.

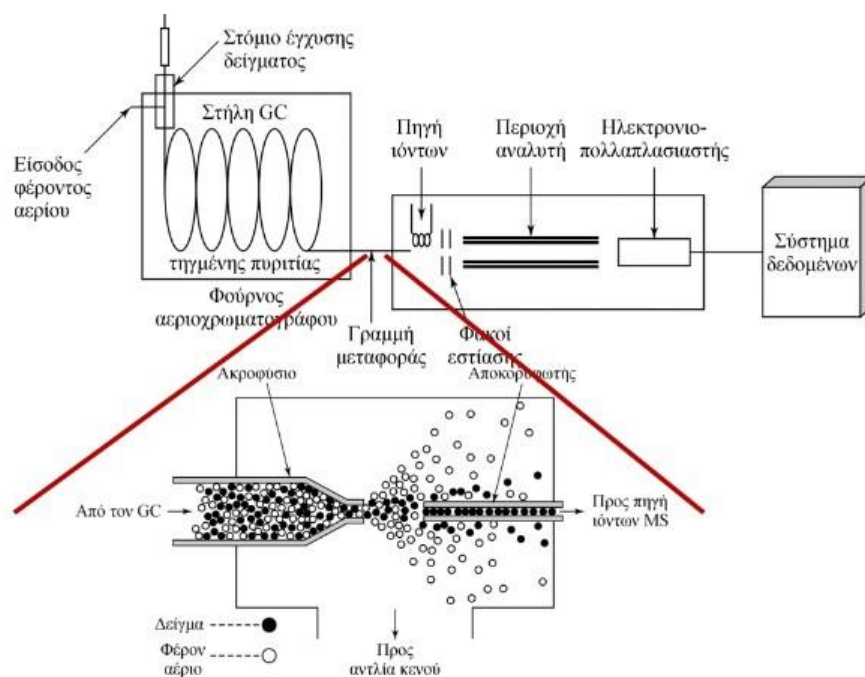
Λόγω της εξαιρετικά χαμηλής απόδοσης, όμως, πραγματοποιήθηκε η εξής αραιώση: με τη μηχανική πιπέτα τοποθετήθηκαν σε vials 500 μL αιθερίου ελαίου και 490 μL διαλύτη (διαιθυλαιθέρας χωρίς BHT), καθώς και 10 μL κυκλοεξανόνη.

Συγκριτικά το αιθέριο έλαιο του *Sideritis scardica* παρουσίασε μεγαλύτερη απόδοση.

### 2.3 Αέρια Χρωματογραφία/ Φασματομετρία Μάζας (GC-MS)

Η χρωματογραφία αερίων (GC) σε συνδυασμό με τη φασματομετρία μάζας (MS) αποτελεί μια αναλυτική τεχνική, η οποία οδηγεί σε πολύ λεπτομερή ανάλυση των συστατικών ενός μίγματος, με πολύ μικρή πιθανότητα λάθους. Ειδικότερα, γίνεται αποτελεσματικός διαχωρισμός πολύπλοκων μιγμάτων, καθώς αυτά κινούνται σε μια τριχοειδή στήλη, έχοντας ως αποτέλεσμα, τα συστατικά του μίγματος (σε μορφή μορίων) να εκλύονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (χρόνος συγκράτησης) και να ανιχνεύονται. Από την άλλη, το φασματόμετρο μάζας έχει το ρόλο του «σπασίματος» των εξερχόμενων μορίων (από το GC)

σε ιονισμένα θραύσματα που επιταχύνονται, εκτρέπονται και ανιχνεύονται από τον λόγο μάζα/φορτίο ( $m/z$ ) σε amu (atomic mass units) ή Da (Dalton) (**Εικόνα 6**).



**Εικόνα 6:** Απεικόνιση της λειτουργίας του GC-MS

Για την εκπόνηση της εργασίας, χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος (SCION) συζευγμένος με ανιχνευτή φασματόμετρο μαζών και αυτόματο δειγματολήπτη (CP-8400), της εταιρείας Brucker (**Εικόνα 7**). Η στήλη του χρωματογράφου ήταν Rxi-5sil ms cap. Column 30m x 0,25mm, id. 0,25um. Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε το ήλιο (He) με ταχύτητα ροής 1,0 mL/min σε σταθερή πίεση. Η θερμοκρασία στον εισαγωγέα ήταν 220 °C και στην πηγή ιονισμού 230 °C. Η πηγή λειτούργησε με ηλεκτρονική τάση 70 eV. Στο πρόγραμμα ανάλυσης, με διάρκεια 63,33 min, περιλαμβανόταν άνοδος της θερμοκρασίας της στήλης, η οποία, αρχικά, ήταν στους 60 °C και εν τέλει αυξανόταν βαθμιαία στους 250 °C με ρυθμό 3 °C/min. Το δείγμα προς ανάλυση είχε όγκο 1μL. Τέλος, η ταυτοποίηση των πηκτικών συστατικών έγινε με σύγκριση των χρόνων συγκράτησης και των φασμάτων μαζών με αυτών των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών NIST που υπάρχουν στο λογισμικό του οργάνου με δεδομένα της βιβλιογραφίας.

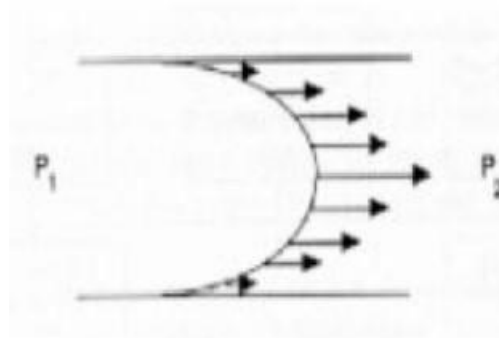


Εικόνα 7: Μηχάνημα GC-MS του εργαστηρίου του ΓΠΑ

#### 2.4 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)

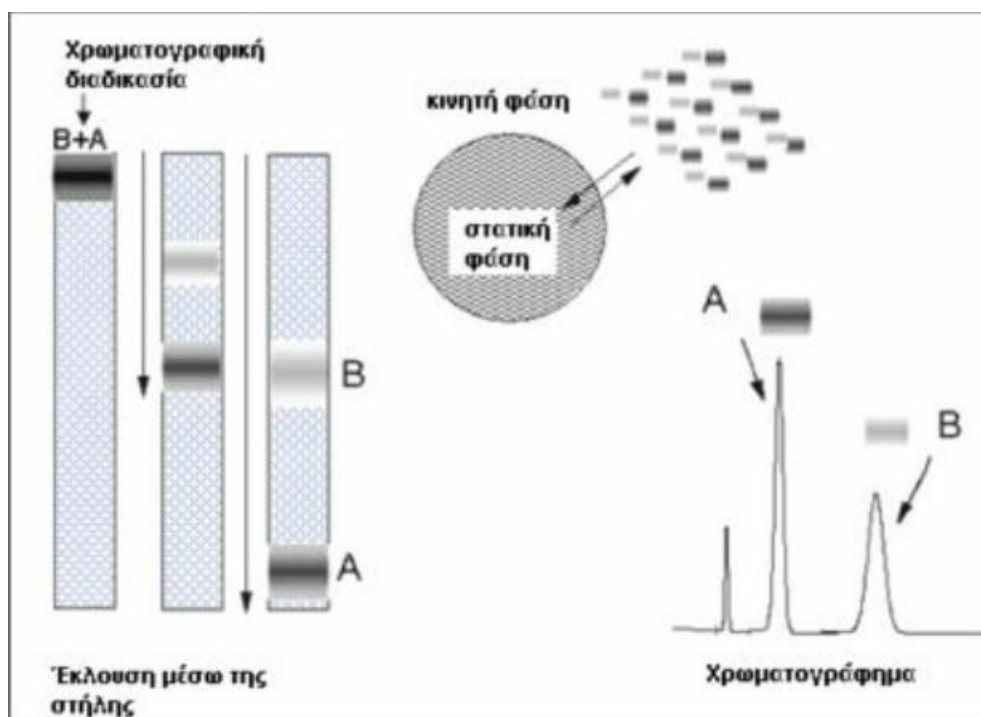
Όπως προαναφέρθηκε, η χρωματογραφία αποτελεί τεχνική ενόργανης ανάλυσης, η οποία συμβάλλει στο διαχωρισμό συστατικών παρόμοιας χημικής δομής σε ένα δείγμα. Αυτός ο διαχωρισμός οφείλεται σε κάποιες διαδοχικές ισορροπίες, μιας συνδυαστικής δράσης, δηλαδή, δύο φάσεων του χρωματογραφικού συστήματος, της στατικής και της κινητής δράσης. Πιο συγκεκριμένα, η κινητή φάση (φέρουσα), διέρχεται μέσω της στατικής, προκαλώντας διαφορετική μετατόπιση των συστατικών του μίγματος, τα οποία, έτσι, διαχωρίζονται και εκλύονται σε διαφορετικούς χρόνους.

Η Υγρή Χρωματογραφία αποτελεί τη χρωματογραφία κατά την οποία, η κινητή φάση είναι υγρό, ενώ η στατική φάση στερεό πορώδες υλικό, το οποίο συγκρατείται μηχανικά σε στερεό υπόστρωμα. Η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC) αποτελεί εξελιγμένη τεχνική της κλασικής Υγρής Χρωματογραφίας, όπου η κινητή φάση μετακινείται με τη χρήση αντλίας υψηλής πίεσης, ενώ η στατική φάση αποτελείται από σωματίδια πολύ μικρής διαμέτρου, επομένως, και μεγάλης αντίστασης στη ροή της κινητής φάσης. Έτσι, τόσο μέσω της βαρυτικής, όσο και μέσω της μηχανικής προώθησης της κινητής φάσης (μέσω της αντλίας), δημιουργείται νηματική ροή και έτσι, υφίσταται διεύρυνση χρωματογραφικών κορυφών στην υγρή χρωματογραφία (**Εικόνα 8**).



Εικόνα 8: Ροή της κινητής φάσης, μηχανικά προωθούμενης από τη στατική φάση (HPLC) (Lough et al., 1996)

Επομένως, στην κινητή φάση εισάγεται το μίγμα προς ανάλυση, και έτσι, πραγματοποιείται μια σειρά διαδοχικών αλληλεπιδράσεων στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο φάσεων. Ο διαχωρισμός που προκύπτει, επιτυγχάνεται εξαιτίας των διαφορών στις φυσικοχημικές ιδιότητες των επιμέρους συστατικών, διαφοροποιώντας τη συγγενείά τους ως προς τις δύο φάσεις. Πιο γρήγορη έκλυση ενός συστατικού πραγματοποιείται όταν αυτό συγκρατείται σε μικρότερο βαθμό από τη στατική φάση (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Μηχανισμός χρωματογραφικού διαχωρισμού (Meyer, 1993)

Οι γνωστότεροι τύποι HPLC είναι η χρωματογραφία κανονικής (NP-HPLC) και αντίστροφης φάσης (RP-HPLC). Στην πρώτη, η στατική φάση είναι πολικότερη από την κινητή, η οποία αποτελείται από μη πολικούς διαλύτες (π.χ. εξάνιο, χλωροφόρμιο), ενώ στη δεύτερη, η στατική φάση, η οποία είναι λιγότερο πολική της κινητής, αποτελείται από οξείδιο του πυριτίου συζευγμένο με διάφορες ομάδες (π.χ. αλκύλια), ενώ η κινητή φάση αποτελείται

από μίγματα οργανικών διαλυτών (π.χ. μεθανόλη, ακετονιτρίλιο) με υδατικά ρυθμιστικά διαλύματα και νερό.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε για την εν λόγω εργασία, τα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα ( $\Gamma_1$ ,  $\Gamma_2$ ,  $\Gamma_3$  για *Sideritis syriaca* και  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$  για *Sideritis scardica*) αναλύθηκαν με το σύστημα 1100 Agilent HPLC, εφοδιασμένο με ανιχνευτή μεταβαλλόμενου μήκους UV-Vis (Diode Array Detector- DAD) (Εικόνα 10). Το σύστημα ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή, με περιεχόμενο λογισμικό HP Chemstation για την επεξεργασία των χρωματογραφημάτων. Πραγματοποιήθηκε η τεχνική της αντίστροφης φάσης (RP-HPLC) και εφαρμόστηκε βαθμιδωτή έκλυση (gradient elution), κατά την οποία υφίσταται βαθμιαία μεταβολή της κινητής φάσης. Αναλυτικότερα, στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται περαιτέρω πληροφορίες πάνω στην εφαρμογή της μεθόδου (Πίνακας 4).



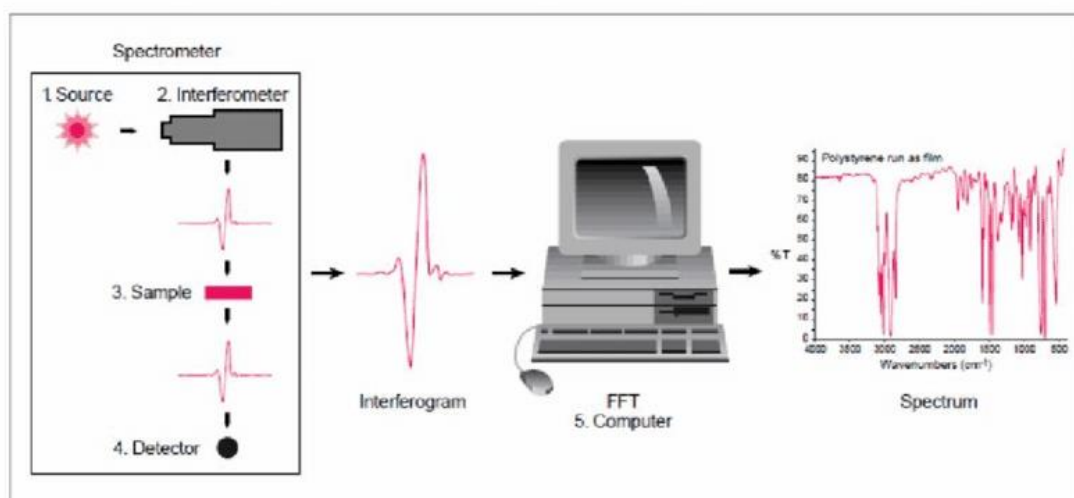
Εικόνα 10: Μηχάνημα HPLC του εργαστηρίου του ΓΠΑ

Πίνακας 4: Πληροφορίες στην εφαρμογή της μεθόδου

	Μέθοδος																					
Στατική φάση	Supelco Discovery HS C18 25cmX4.6mm, 5µm																					
Κινητή φάση	B: Μεθανόλη A: Νερό + 0.25% φορμικό οξύ																					
Πρόγραμμα έκλουσης	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t(min)</th> <th>% B</th> <th>% A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>25</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>90</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>90</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>25</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>25</td> <td>75</td> </tr> </tbody> </table>	t(min)	% B	% A	0	25	75	2	25	75	40	90	10	45	90	10	50	25	75	60	25	75
t(min)	% B	% A																				
0	25	75																				
2	25	75																				
40	90	10																				
45	90	10																				
50	25	75																				
60	25	75																				
Ροή (mL/min)	0,4																					
Θερμοκρασία Στήλης (°C)	30																					
Όγκος ένεσης (µL)	20																					

## 2.5 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR)

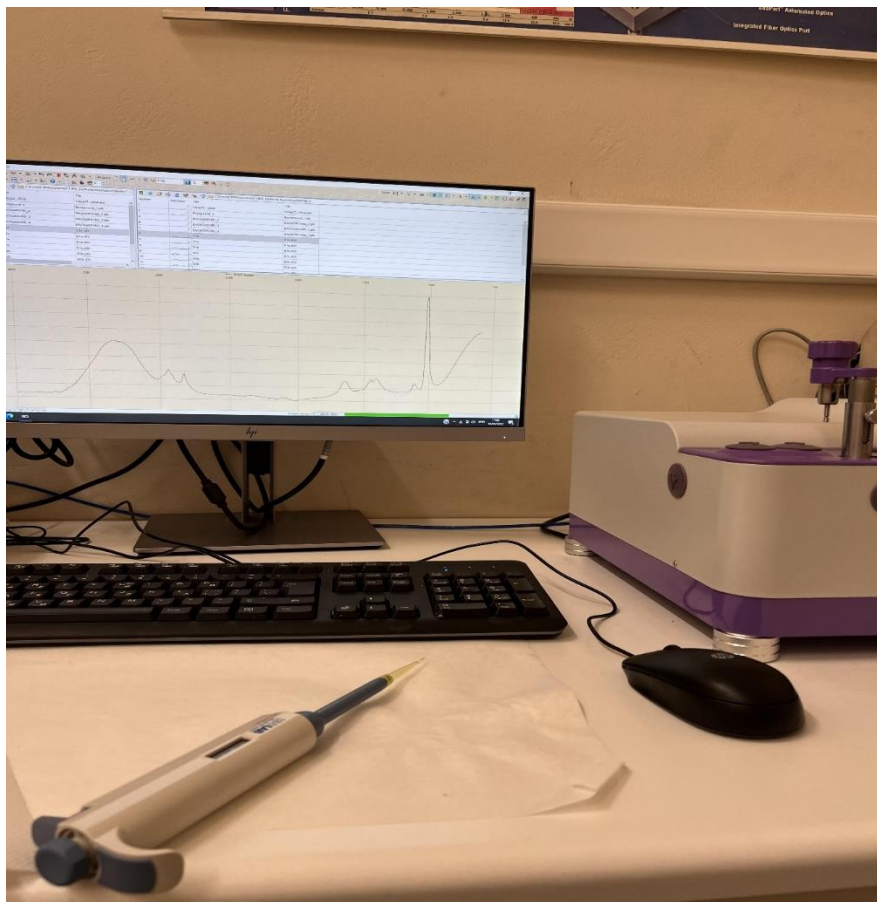
Η φασματοσκοπία FT-IR αποτελεί μια από τις καλύτερες τεχνικές στην ποιοτική ανάλυση για τη διερεύνηση της μοριακής δομής και την ταυτοποίηση των οργανικών ενώσεων, αλλά χρησιμοποιείται για την ανάλυση και ανόργανων ενώσεων. Με άλλα λόγια, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί υπέρυθρο φως για τη σάρωση των δειγμάτων και παρατήρηση χημικών ιδιοτήτων. Η χρησιμοποιούμενη συσκευή για ανάλυση στέλνει υπέρυθρη ακτινοβολία, απορροφώντας και περνώντας ακτινοβολία. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μετατρέπεται σε ενέργεια περιστροφής ή δόνησης από τα μόρια του εκάστοτε δείγματος και το σήμα που προκύπτει στον ανιχνευτή, αντιπροσωπεύει το μοριακό αποτύπωμα του δείγματος και κάθε μόριο ή χημική δομή αντιπροσωπεύει ένα μοναδικό φασματικό αποτύπωμα. Κλειδί στην παραπάνω διαδικασία αποτελεί το συμβολόμετρο, υπέρυθρη πηγή, η χρήση του οποίου αυξάνει την ταχύτητα και έτσι το σχηματισμό Fourier. Ο μετασχηματισμός Fourier αποτελεί μια φασματική πυκνότητα πλάτους, υφίσταται διαχωρισμός των κυμάτων και επιστρέφεται η συχνότητα του κύματος βάσει χρόνου (**Εικόνα 11**).



Εικόνα 11: Αρχή λειτουργίας του φασματόμετρου υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (Gurumurthy.B.R. et al., 2017)



Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο FT-IR Osteo IROS-05 5017 (Simex Co., Ltd. Russia) σε συνδυασμό με ένα οριζόντιο αξεσουάρ ATR με κρύσταλλο ZnSe (Spectra- Tech Inc., Inc. Stanford, CT. ΗΠΑ) και το λογισμικό Zair 3,5. **(Εικόνα 12)**



Εικόνα 12: Φασματοφωτόμετρο FT-IR του εργαστηρίου του ΓΠΑ

### 2.6 DPPH: ρίζα του 2,2- διφαινυλο-1-πικρυλυδραζυλίου-προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας

Το DPPH ή αλλιώς 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζύλιο αποτελεί σταθερή ρίζα διατιθέμενη στο εμπόριο, τα οργανικά διαλύματα της οποίας απορροφούν στα 517 nm, παρουσιάζοντας έντονο ιώδες χρώμα. Η δοκιμή βασίζεται στην ικανότητα των φαινολικών ενώσεων να αντιδρούν με το διάλυμα του DPPH και να το αποχρωματίζουν. Αυτή η φασματομετρική τεχνική χρησιμοποιεί τη ρίζα του DPPH ως αντιδραστήριο **(Εικόνα 13)**. Έπειτα από επώαση αντιδραστήριου και δείγματος στους 25 °C για 30 λεπτά, μετράται η απορρόφηση στα 525 nm. Έτσι, υπολογίζεται το ποσοστό της παρεμποδιστικής δράσης κάθε δείγματος με τη χρήση του τύπου: 
$$\% = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

όπου,

$A_0$  = η % παρεμπόδιση της ελεύθερης ρίζας

$A_0$  = η απορρόφηση του τυφλού

$A$  = η απορρόφηση του δείγματος





Εικόνα 14: Φασματοφωτόμετρο UV-Vis του εργαστηρίου του ΓΠΑ



Εικόνα 15: Δείγματα *Sideritis* για προσδιορισμό αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω ρίζας DPPH

Η έκφραση των αποτελεσμάτων έγινε σε ισοδύναμα Trolox (6-υδροξυ-2,5,7,8-τετραμεθυλοχρωμαν-2-καρβοξυλικό οξύ), ένα υδατοδιαλυτό, ισχυρό αντιοξειδωτικό, ανάλογο της βιταμίνης Ε. Έτσι, παρασκευάστηκαν διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων Trolox, ακολουθήθηκε παρόμοια διαδικασία με αυτή των δειγμάτων και κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη.

## 2.7 Folin-Ciocalteu: Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά

Η δοκιμή Folin-Ciocalteu χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου. Το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων σχηματιζόμενων από φωσφομολυβδαινικά ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) και φωσφοβολφραμικά ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) ετεροπολυμερή οξέα. Η δοκιμή βασίζεται στην ικανότητα των φαινολικών ενώσεων, σε αλκαλικό περιβάλλον, να οξειδώνονται με παράλληλη αναγωγή των οξέων σε μείγμα οξειδίων του βολφραμίου και του μολυβδαινίου, χαρακτηριστικού κυανού χρώματος. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 725 nm και είναι ανάλογο της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων. Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιεί το διάλυμα του Folin-Ciocalteu ως αντιδραστήριο. Έπειτα από επώαση αντιδραστηρίου,  $Na_2CO_3$ , νερού και δείγματος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 2 ώρες, μετράται η απορρόφηση στα 725 nm (Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Εφαρμογή μεθόδου Folin-Ciocalteu (Chen et al., 2015)

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά στα δείγματα των φυτών του γένους *Sideritis* παρασκευάστηκε διάλυμα ανθρακικού νατρίου  $Na_2CO_3$ , 20% w/v για τη δημιουργία αλκαλικού περιβάλλοντος, κατά την αντίδραση του δείγματος με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Σε vials τοποθετήθηκαν 1,5mL  $H_2O$ , 25  $\mu$ L δείγματος και 125  $\mu$ L αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu. Μετά από 3 min προστέθηκαν 375  $\mu$ L  $Na_2CO_3$  και 475  $\mu$ L απιονισμένου νερού και ύστερα από επώαση 2 ωρών στο σκοτάδι, ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης στα 725 nm στο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού UV-Vis μοντέλο V-1200 (VWR- Spectrometers) (Εικόνα 14). Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε τρεις (3) φορές

για κάθε δείγμα (**Εικόνα 17**). Η έκφραση των αποτελεσμάτων έγινε σε ισοδύναμα καφεϊκού οξέος, γι' αυτό κατασκευάστηκε και πρότυπη καμπύλη (παρασκευή διαλυμάτων γνωστών συγκεντρώσεων καφεϊκού οξέος και πραγματοποίηση της ίδιας διαδικασίας με αυτή των δειγμάτων).



**Εικόνα 17:** Δείγματα *Sideritis* για προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά με Folin-Ciocalteu

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Αιθέρια Έλαια

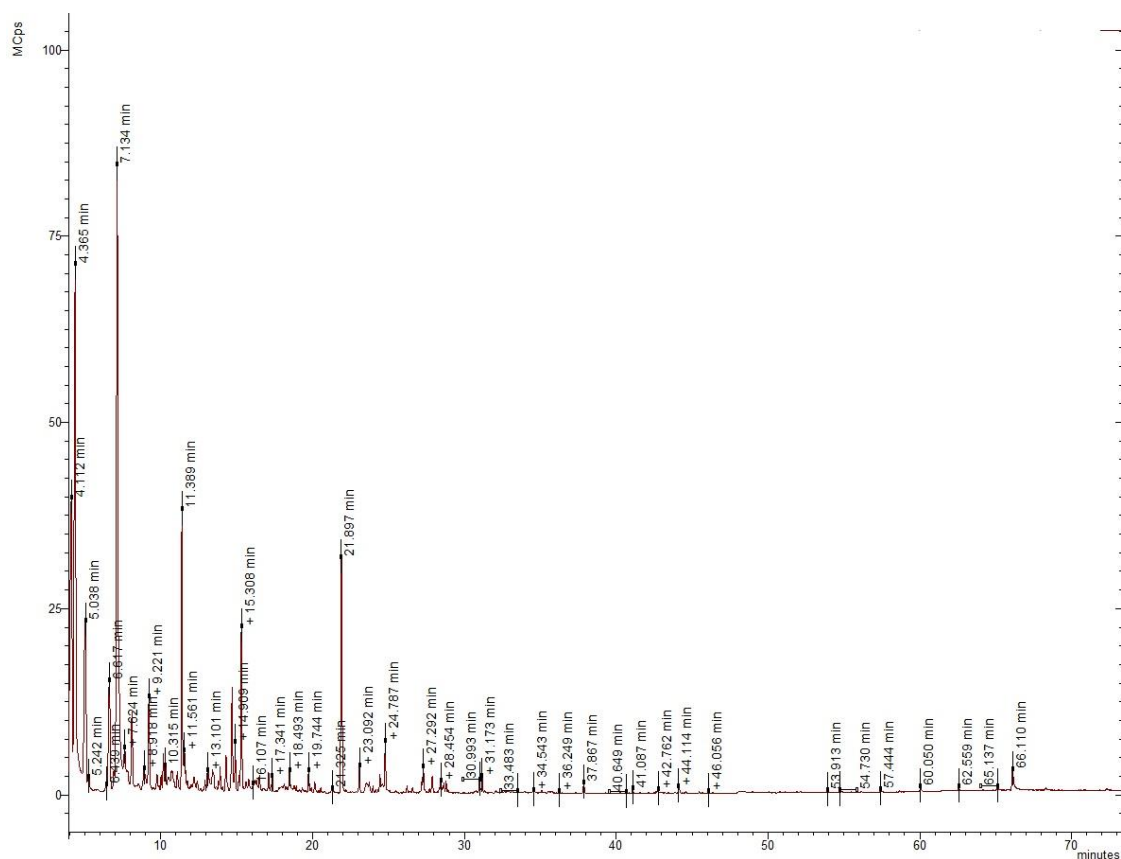
##### 3.1.1 Αέρια Χρωματογραφία/ Φασματοσκοπία Μαζών (GC-MS)

Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα χρωματογραφήματα των αιθερίων ελαίων των φυτών *Sideritis syriaca* (C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>) και *Sideritis scardica* (D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>, D<sub>6</sub>) (Εικόνες 18-22), καθώς και οι ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν στα εν λόγω δείγματα (Πίνακες 4-9) μέσω των βιβλιοθηκών ADAMS και NIST.

Σημειώνεται ότι οι ουσίες που ταυτοποιήθηκαν δεν αντιπροσωπεύουν το σύνολο των ενώσεων που παρουσιάστηκαν στα χρωματογραφήματα, καθώς πραγματοποιήθηκε μελέτη και ταυτοποίηση μόνο των ουσιών με ποσοστό >1%. Οι υπόλοιπες, με ποσοστό < 1 %, δεν λήφθηκαν υπόψιν.

##### *Sideritis syriaca*

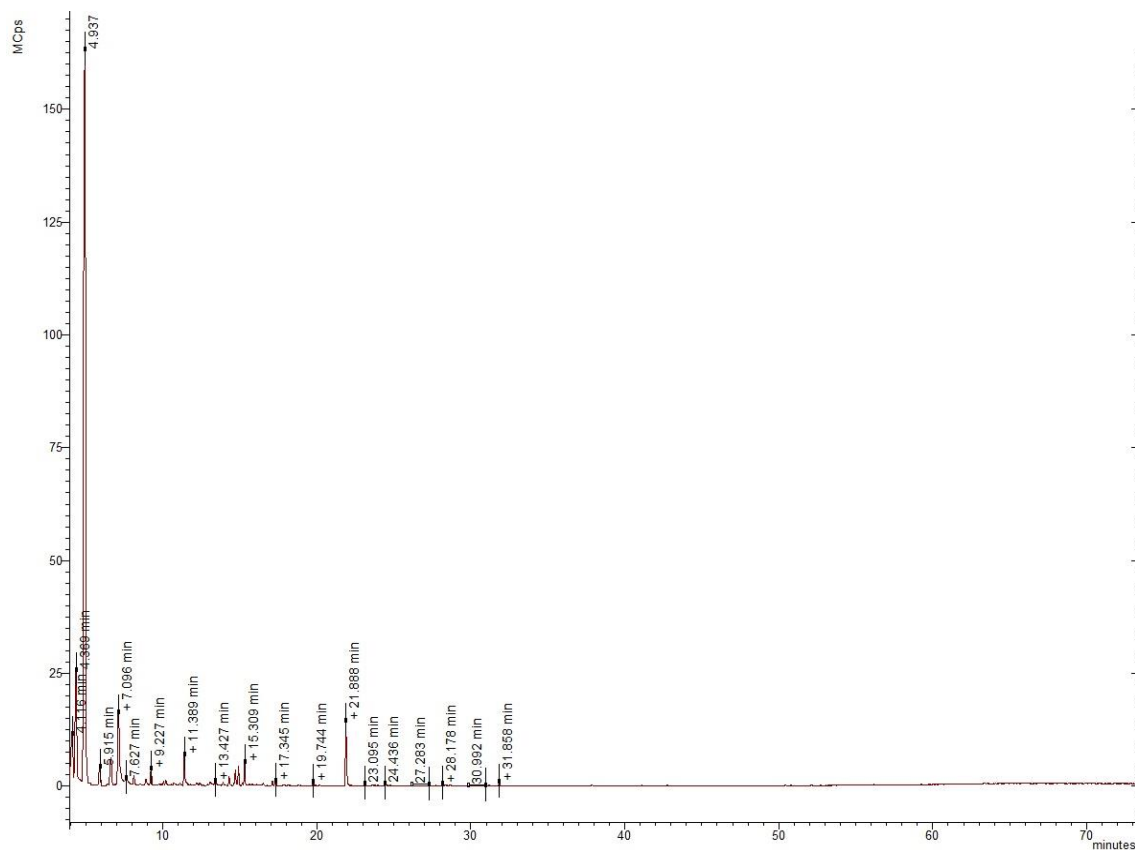
Στα αιθέρια έλαια του είδους *Sideritis syriaca* οι ουσίες που ταυτοποιήθηκαν ήταν κοινές, με τις: 1-Εξανόλη και 1-Οκτεν-3-όλη να ξεχωρίζουν με διαφορετικά – αλλά αρκετά κοντά μεταξύ τους – ποσοστά. (1- Εξανόλη: από 17,67% έως 22,58% και 1-Οκτεν-3-όλη: από 15,50 έως 21,60%).



Εικόνα 18: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (C<sub>4</sub>-1<sup>η</sup> επανάληψη)

Πίνακας 4: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (1<sup>η</sup> επανάληψη)

Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,11	9,80	2- Hexenal, (E)-	2- Εξενάλη, (E)-
2.	4,37	17,67	1-Hexanal	1-Εξανάλη
3.	5,91	2,30	Bicyclo[3.1.1] hept-2-ene,3,6,6,-trimethyl	Δικυκλο[3.1.1] επτ-2-εν-3,6,6,-τριμεθύλιο
4.	6,62	3,53	Benzaldehyde	Βενζαλδεΐδη
5.	7,14	21,60	1-octen-3-ol	1-οκτεν-3-όλη
6.	8,11	1,85	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
7.	8,91	1,05	Eucalyptol	Ευκαλυπτόλη
8.	9,22	2,30	Benzeneacetadehyde	Βενζενακεταλδεΐδη
9.	11,39	5,68	Linalool	Λιναλοόλη
10.	14,70	2,23	Terpinen-4-ol	Τερπινεν-4-όλη
11.	14,91	1,02	2-Cyclohexen-1-one-4-(1-methylethyl)	2-Κυκλοεξεν-1-όνη-4-(1-μεθυλεθυλ)
12.	15,30	3,60	Terpineol	Τερπινεόλη
13.	21,90	5,56	3-Methoxyacetophenone	3-Μεθοξακετοφαινόνη

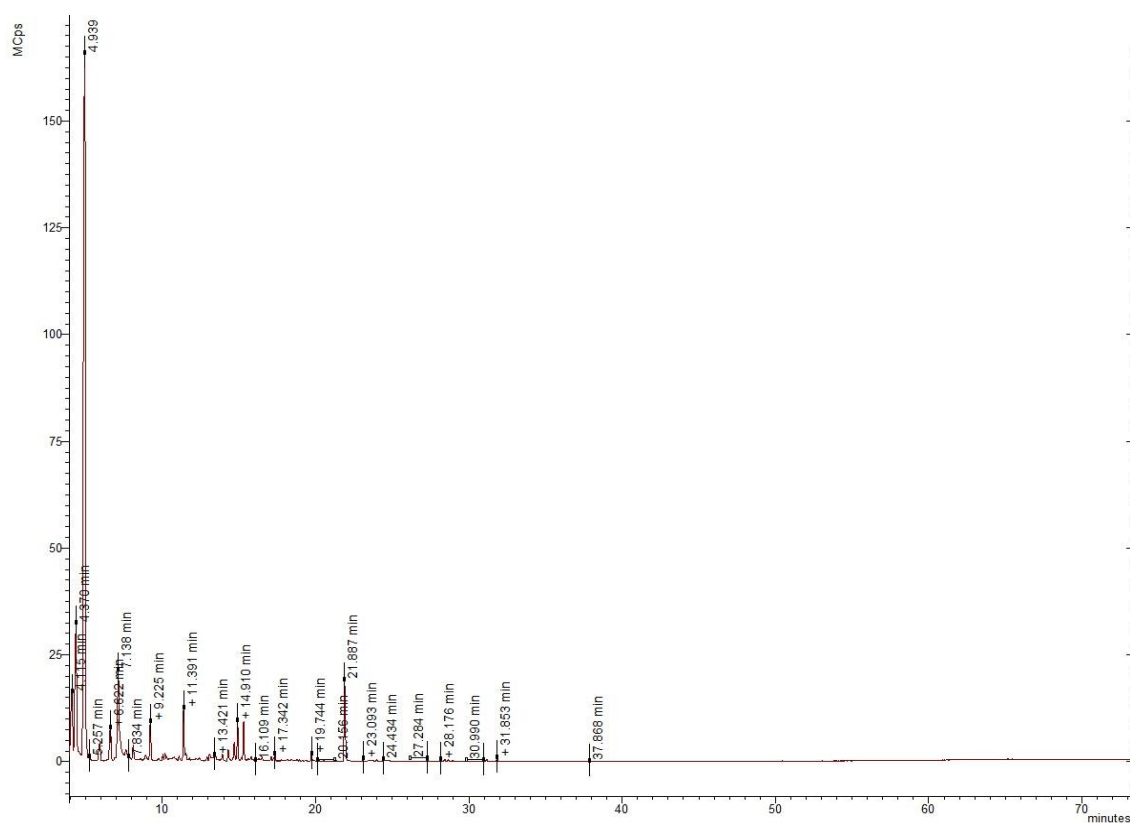


Εικόνα: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (C<sub>5</sub>- 2<sup>η</sup> επανάληψη)

Πίνακας 5: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (2<sup>η</sup> επανάληψη)

Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,11	9,73	2- Hexenal, (E)-	2- Εξενάλη, (E)-
2.	4,37	22,58	1-Hexanal	1-Εξανάλη
3.	5,92	3,58	(1R)-2,6,6-Trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	(1R)-2,6,6-Τριμεθυλ-δικυκλο[3.1.1]επτ-2-ένιο
4.	6,62	5,45	Benzaldehyde	Βενζαλδεΰδη
5.	7,09	17,12	1-octen-3-ol	1-οκτεν-3-όλη
6.	8,19	1,39	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
7.	8,90	1,20	Eucalyptol	Ευκαλυπτόλη
8.	9,23	2,27	Benzeneacetadehyde	Βενζενακεταλδεΰδη
9.	11,39	4,56	Linalool	Λιναλοόλη
10.	13,43	1,24	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	p-Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
11.	14,30	1,23	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	p-Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
12.	15,31	3,38	Terpineol	Τερπινεόλη
13.	21,89	8,47	3-Methoxyacetophenone	3-Μεθοξυακετοφαινόνη





Εικόνα 19: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (C<sub>6</sub>- 3<sup>η</sup> επανάληψη)

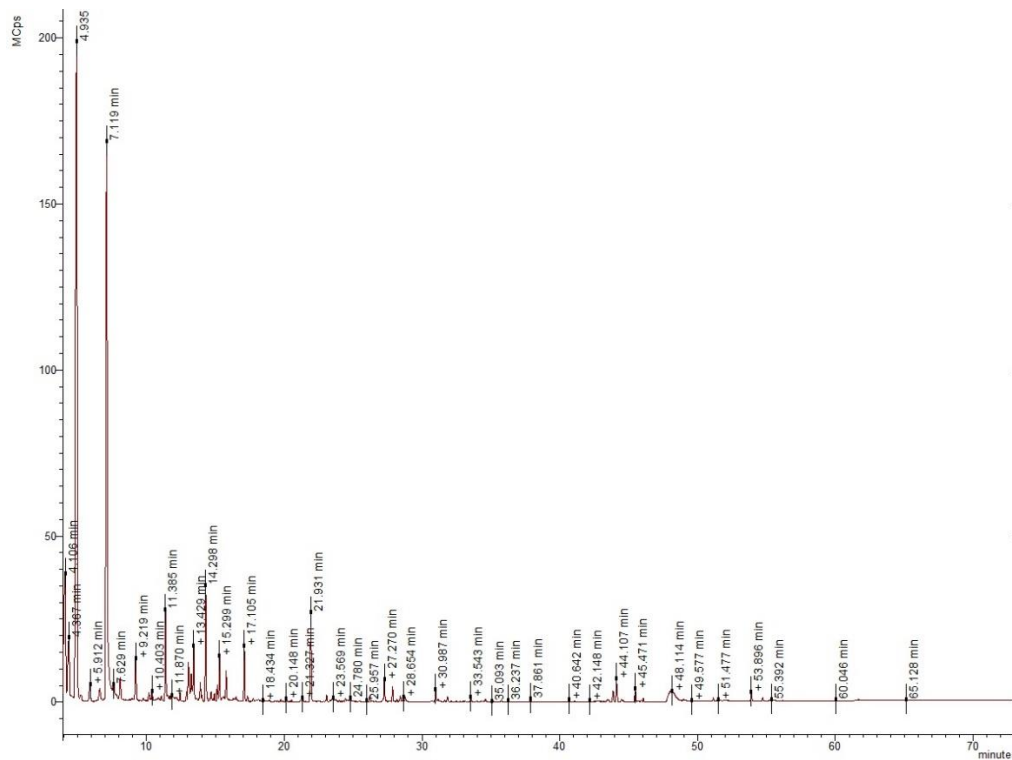
Πίνακας 6: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (3<sup>η</sup> επανάληψη)

Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,11	9,87	2- Hexenal, (E)-	2- Εξενάλη, (E)-
2.	4,37	19,40	1-Hexanal	1-Εξανάλη
3.	5,92	2,32	(1R)-2,6,6-Trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	(1R)-2,6,6-Τριμεθυλδικυκλο[3.1.1]επτ-2-ένιο
4.	6,62	4,83	Benzaldehyde	Βενζαλδεΐδη
5.	7,14	15,50	1-Octen-3-ol	1-Οκτεν-3-όλη
6.	7,64	1,99	2-Octen-1-ol (E)-	2-Οκτεν-1-όλη (E)-
7.	8,11	1,93	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
8.	9,23	3,86	Benzeneacetadehyde	Βενζενακεταλδεΐδη
9.	11,39	4,46	Linalool	Λιναλοόλη
10.	13,42	1,63	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
11.	14,30	1,13	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη

12.	14,70	1,73	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-(R)	3-Κυκλοεξεν-1-όλη, 4-μεθυλ-1-(1-μεθυλαιθύλιο)-(R)
13.	14,91	3,55	2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyl)	2-Κυκλοεξεν-1-όνη, 4-(1-μεθυλαιθύλιο)
14.	15,31	3,44	Terpineol	Τερπινεόλη
15.	21,89	8,13	3-Methoxyacetophenone	3-Μεθοξακετοφαινόνη

### *Sideritis scardica*

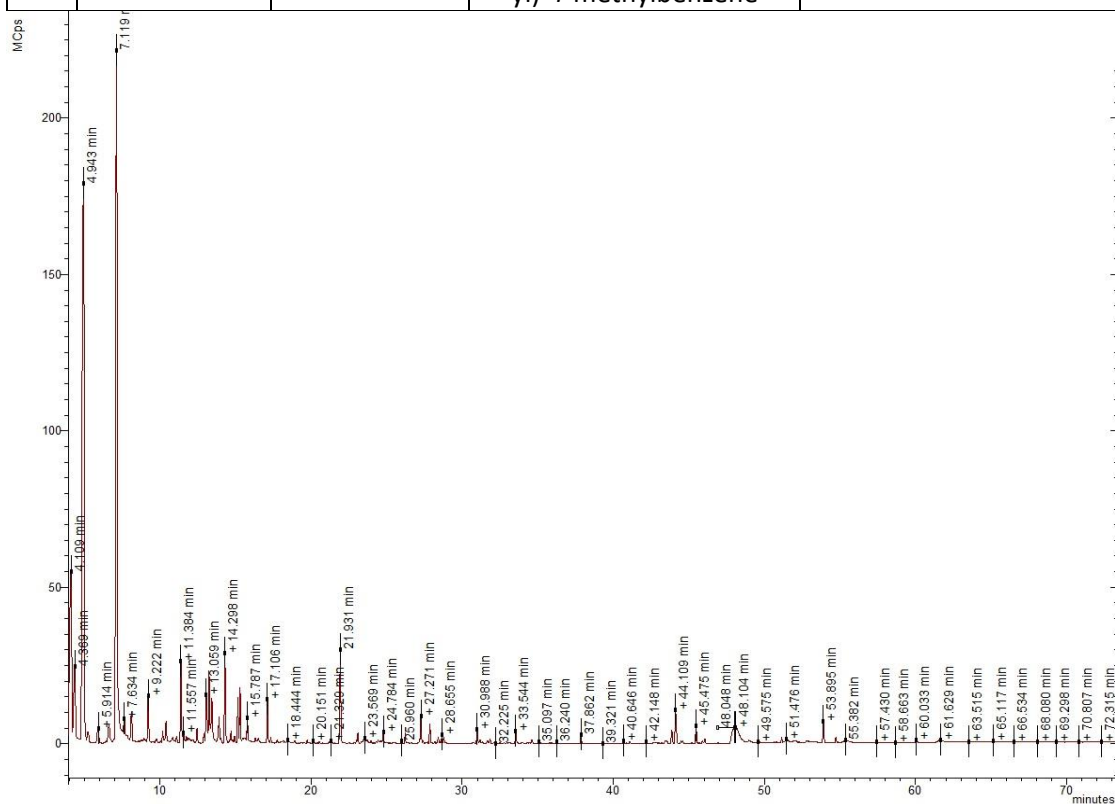
Στα αιθέρια έλαια του είδους *Sideritis scardica* παρατηρούμε κάποιες ομοιότητες, αλλά και κάποιες διαφορές όσον αφορά τα πτητικά τους συστατικά. Συγκεκριμένα, βασικό συστατικό και εδώ, όπως και στο *Sideritis syriaca* είναι η 1-Οκτεν-3-όλη με ποσοστό από 33,11% έως 37,11% και ακολουθεί η 2-Εξενάλη με ποσοστό από 8,37% έως 10,67%. Τέλος, η Λιναλοόλη και η Ευγενόλη ακολουθούν με αρκετά χαμηλότερα ποσοστά.



Εικόνα 20: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (D<sub>4</sub>- 1<sup>η</sup> επανάληψη)

Πίνακας 7: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (1<sup>η</sup> επανάληψη)

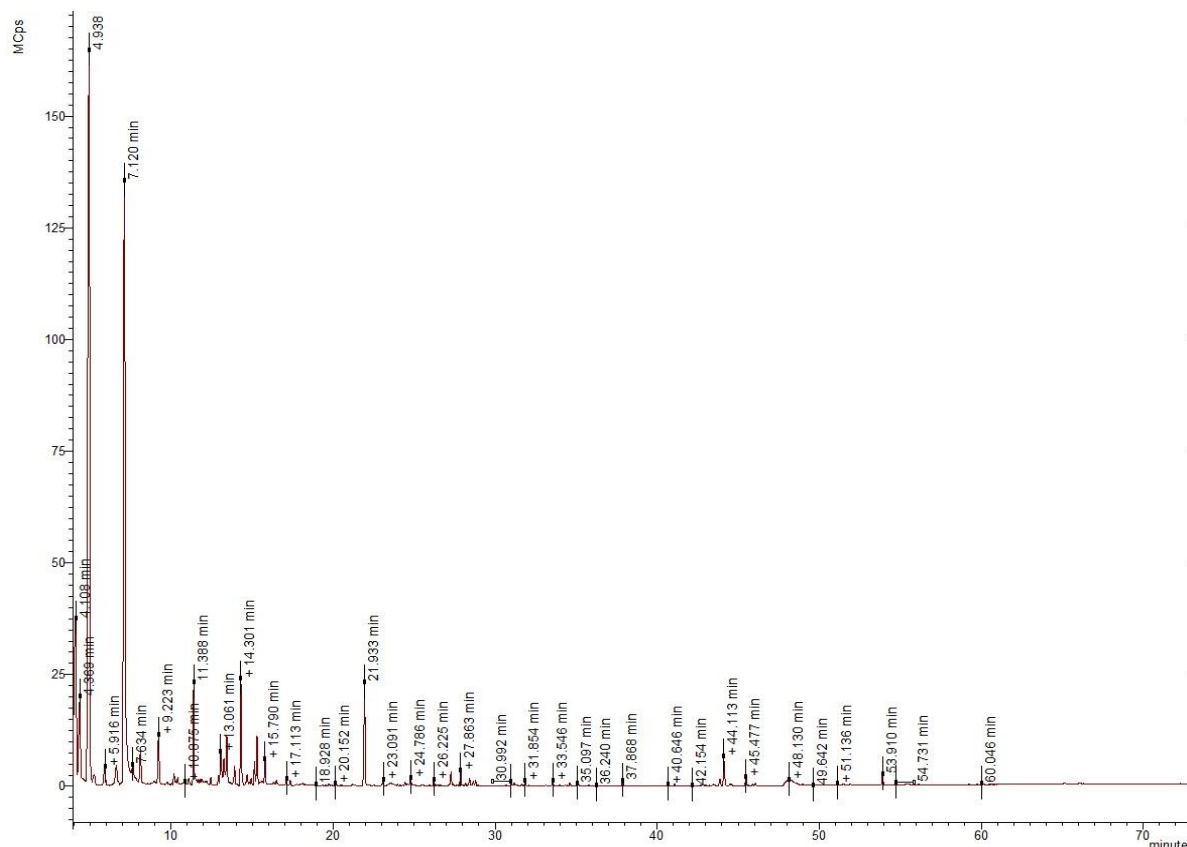
Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,11	10,67	2- Hexenal	2- Εξενάλη
2.	4,37	4,65	1-Hexanol	1-Εξανόλη
3.	5,91	1,17	$\alpha$ -pinene	$\alpha$ -πινένιο
4.	7,12	37,11	1-Octen-3-ol	1-οκτεν-3-όλη
5.	8,10	1,41	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
6.	9,22	2,15	Benzeneacetaldehyde	Βενζενακεταλδεΐδη
7.	11,39	4,40	Linalool	Λιναλοόλη
8.	13,06	1,70	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol,6,6-dimethyl-2-methylene-,[1S-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )]-	Δικυκλο[3.1.1]επταν-3-όλη,6,6-διμεθυλ-2-μεθυλένιο-,[1S-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )]-
9.	13,26	1,30	<i>trans</i> -Verbenol	<i>Trans</i> -Βερμπενόλη
10.	13,43	2,36	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
11.	14,30	3,84	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
12.	15,30	1,90	$\alpha$ -Terpineol	$\alpha$ -Τερπινεόλη
13.	21,93	4,11	Eugenol	Ευγενόλη
14.	44,11	1,27	(E)-1-(6,10-Dimethylundec-5-en-2-yl)-4-methylbenzene	-



Εικόνα 21: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (D<sub>5</sub>- 2<sup>η</sup> επανάληψη)

Πίνακας 8: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (2<sup>η</sup> επανάληψη)

Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,11	8,95	2- Hexenal, (E)-	2- Εξενάλη, (E)-
2.	4,37	3,28	1-Hexanol	1-Εξανόλη
3.	7,12	33,11	1-Octen-3-ol	1-Οκτεν-3-όλη
4.	8,10	1,68	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
5.	9,22	1,95	Benzeneacetaldehyde	Βενζενακεταλδεϋδη
6.	11,39	2,52	Linalool	Λιναλοόλη
7.	13,05	2,06	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol,6,6-dimethyl-2-methylene-,[1S-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )]-	Δικυκλο[3.1.1]επτan-3-ολη,6,6-διμεθυλ-2-μεθυλενιο-,[1S-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )]-
8.	13,25	2,51	<i>trans</i> -Verbenol	<i>trans</i> -Βερμπενόλη
9.	13,43	1,92	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
10.	14,23	2,74	<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	<i>p</i> -Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
11.	15,15	1,29	Methyl salicylate	Σαλικυλικό μεθύλιο
12.	15,29	2	$\alpha$ -Terpineol	$\alpha$ -Τερπινεόλη
13.	15,79	1,01	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-	Δικυκλο[3.1.1]επτ-3-εν-2-όνη, 4,6,6-τριμεθυλ-, (1S)-
14.	17,10	1,21	Cyclohexanone	Κυκλοεξανόνη
15.	21,93	2,94	Eugenol	Ευγενόλη
16.	44,11	1,32	(E)-1-(6,10-Dimethylundec-5-en-2-yl)-4-methylbenzene	-



Εικόνα 22: Χρωματογράφημα αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (D<sub>6</sub>- 3<sup>η</sup> επανάληψη)

Πίνακας 9: Χημικές ενώσεις του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (3<sup>η</sup> επανάληψη)

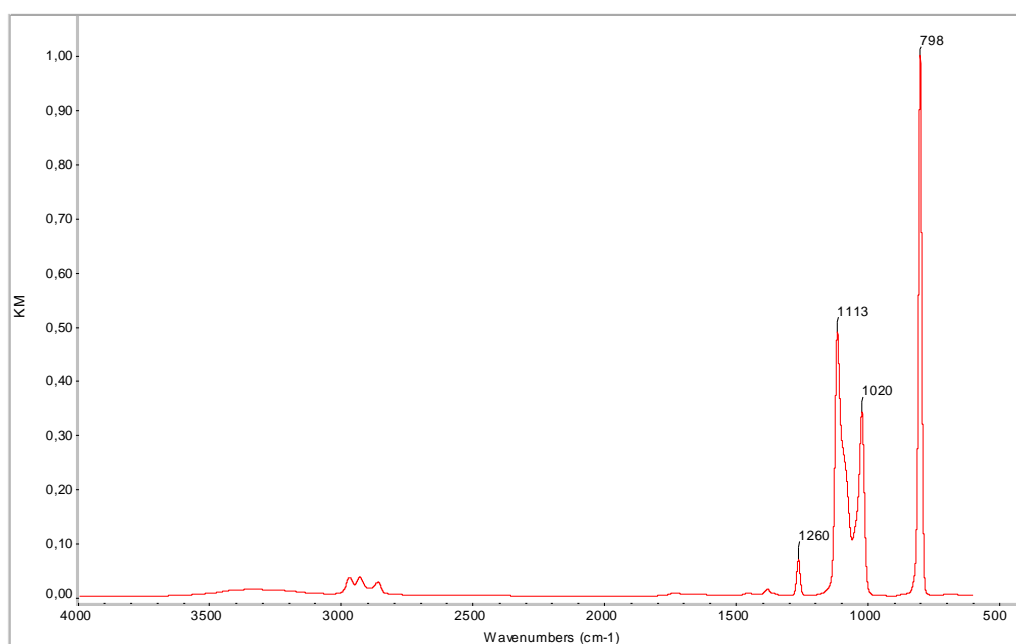
Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ποσοστό %	Λατινική Ονομασία	Ελληνική ονομασία
1.	4,10	8,37	2- Hexenal, (E)-	2- Εξενάλη, (E)-
2.	4,37	3,43	1-Hexanol	1-Εξανόλη
3.	5,91	1,07	(IR)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	(IR)-2,6,6-Τριμεθυλδικυκλο[3.1.1]επτ-2-ενιο
4.	7,12	35,72	1-Octen-3-ol	1-Οκτεν-3-ολη
5.	8,10	1,02	2,4-Heptadienal, (E,E)	2,4-Επταδιενάλη, (E,E)
6.	9,21	1,96	Benzeneacetaldehyde	Βενζενακεταλδεϋδη
7.	11,39	4,40	Linalool	Λιναλοόλη
8.	13,05	1,98	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol,6,6-dimethyl-2-methylene-,[1S-(1a,3a,5a)]-	Δικυκλο[3.1.1]επταν-3-ολη,6,6-διμεθυλ-2-μεθυλενιο-,[1S-(1a,3a,5a)]-
9.	13,26	1,3	trans-Verbenol	trans-Βερμπενόλη
10.	13,43	2,63	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	p-Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
11.	14,29	4,36	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	p-Μενθ-1,5-διεν-8-όλη
12.	15,29	1,90	α-Terpineol	α-Τερπινεόλη
13.	17,10	1,88	Pulegone	Πουλεγόνη

14.	21,93	3,70	Eugenol	Ευγενόλη
15.	44,10	1,11	(E)-1-(6,10-Dimethylundec-5-en-2-yl)-4-methylbenzene	-
16.	48,11	3,06	1,15-Pentadecanediol	1,15-Πενταδεκαεδιόλη

### 3.1.2 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR)

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα φάσματα IR των αιθερίων ελαίων *Sideritis syriaca* (C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>) και *Sideritis scardica* (D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>, D<sub>6</sub>), καθώς και οι αποδόσεις των κορυφών όπου εμφανίζονται. (Εικόνες 24-28). Για την επεξεργασία και εμφάνιση των φασμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα OMNIC 9 Software.

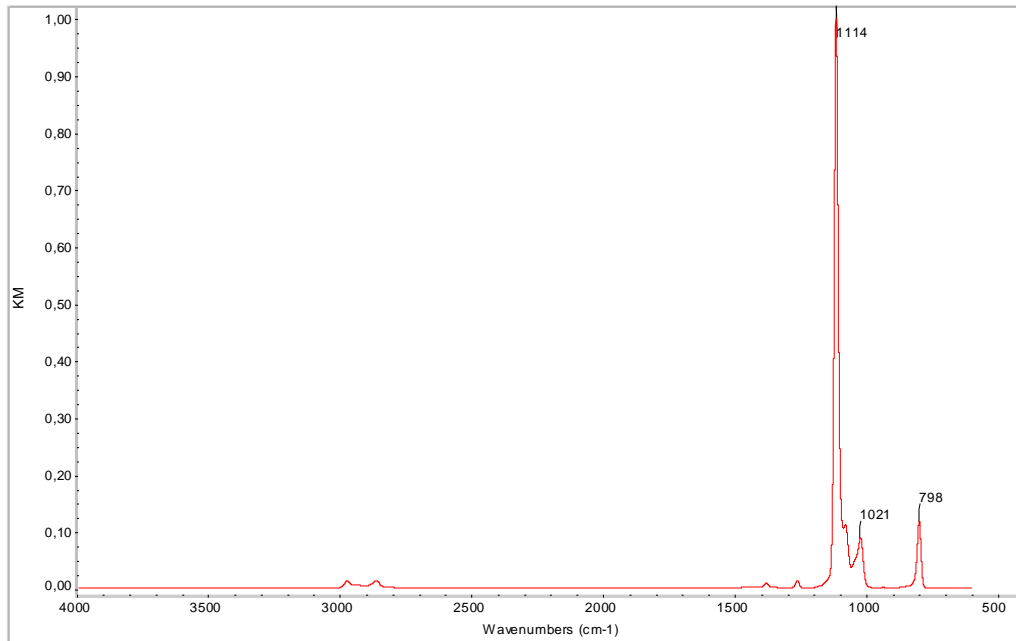
#### *Sideritis syriaca*



Εικόνα 23: C<sub>4</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (1<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis syriaca* (1<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

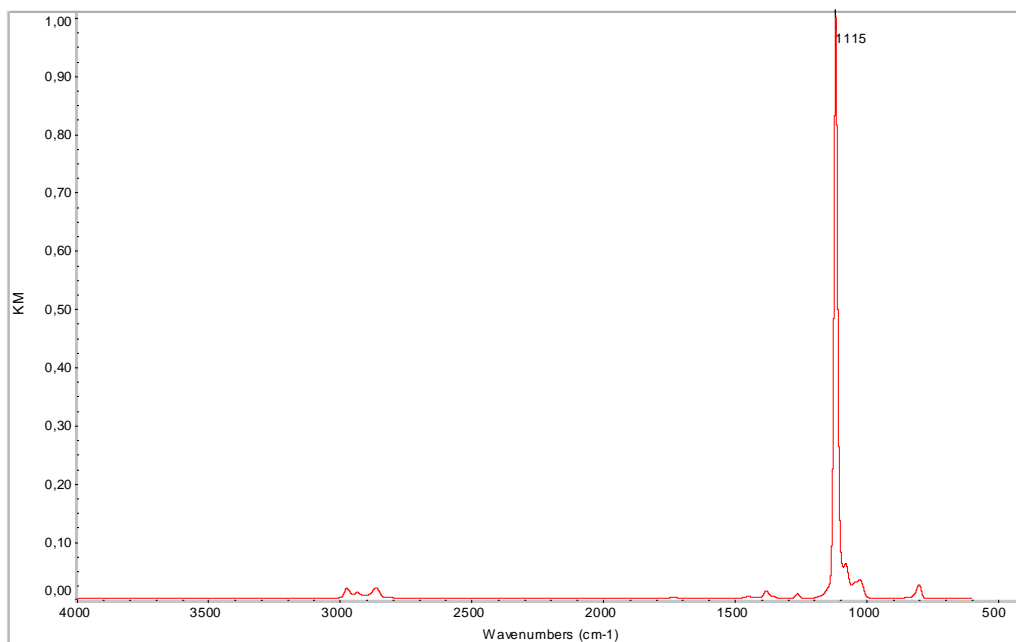
- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1113 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1020 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1260 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-C-O και C-O



**Εικόνα 24: C<sub>5</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (2<sup>η</sup> επανάληψη)**

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis syriaca* (2<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1114 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1021 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-O

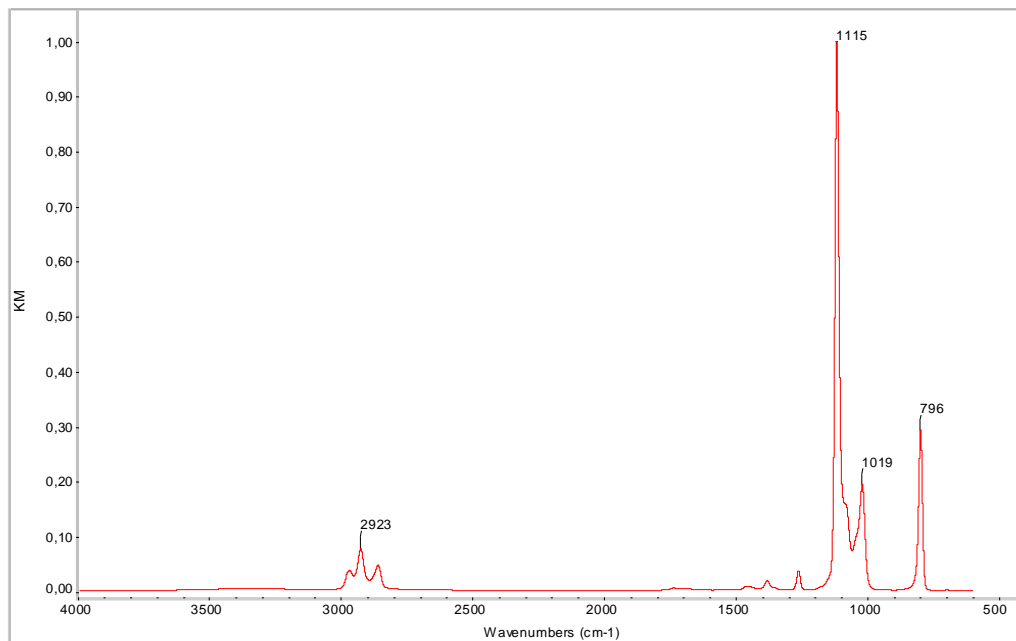


**Εικόνα 25: C<sub>6</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis syriaca* (3<sup>η</sup> επανάληψη)**

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis syriaca* (3<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1115\text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)

### *Sideritis scardica*

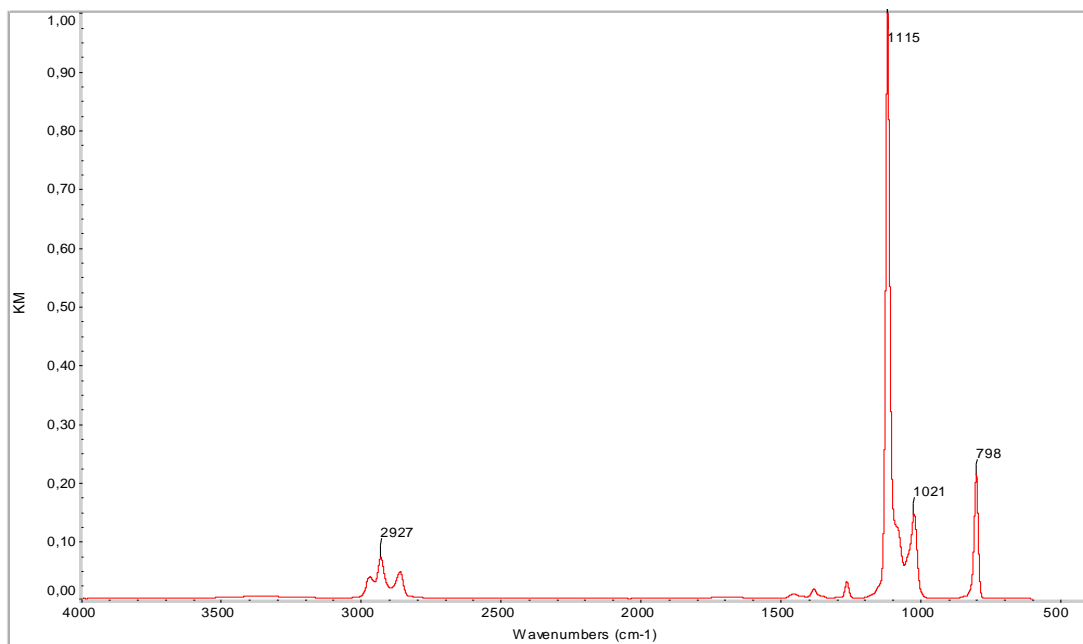


Εικόνα 26: D<sub>4</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (1<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis scardica* (1<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1115\text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1019\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 2923\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης αλειφατικών ομάδων (θεωρητικά αποδιδόμενων σε CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>)

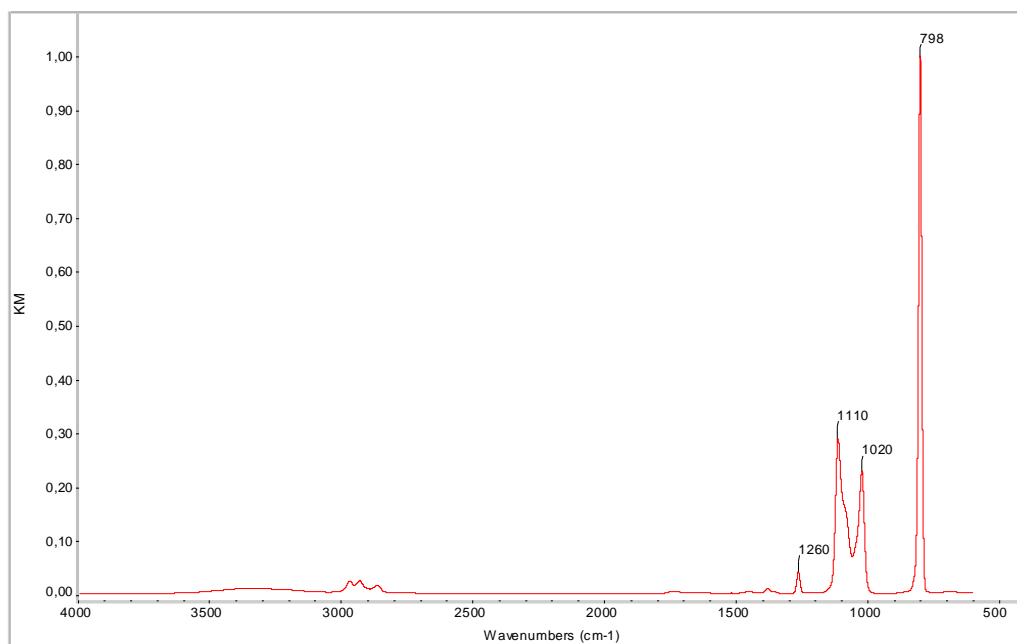




**Εικόνα 27: D<sub>5</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (2<sup>η</sup> επανάληψη)**

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis scardica* (2<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1115 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1021 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 2927 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης αλειφατικών ομάδων (θεωρητικά αποδιδόμενων σε CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>)



**Εικόνα 28: D<sub>6</sub>- Φάσμα IR του αιθερίου ελαίου *Sideritis scardica* (3<sup>η</sup> επανάληψη)**

Στο φάσμα του αιθερίου ελαίου του φυτού *Sideritis scardica* (3<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1110\text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1020\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή των  $\sim 1260\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης των εστέρων (C-O)

### 3.1.3 DPPH

Όπως προαναφέρθηκε, για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας του αιθερίου ελαίου των φυτών του γένους *Sideritis* (*syriaca* & *scardica*) εφαρμόστηκε η μέθοδος DPPH με φασματοφωτόμετρο με απορρόφηση στα 517 nm. Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις για κάθε δείγμα. Παρακάτω παρατίθενται οι απορροφήσεις για τα αιθέρια έλαια των φυτών *Sideritis syriaca* (Πίνακας 10) και των φυτών *Sideritis scardica* (Πίνακας 11).

#### *Sideritis syriaca*

$A_0 = 1,083\text{ nm}$

Πίνακας 10: Απορροφήσεις δειγμάτων αιθερίου ελαίου *S. syriaca* με DPPH

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Γ <sub>4</sub>	1,029	1,017	1,009
Γ <sub>5</sub>	1,012	1,018	1,031
Γ <sub>6</sub>	1,002	0,963	0,953

#### *Sideritis scardica*

$A_0 = 1,096\text{ nm}$

Πίνακας 11: Απορροφήσεις δειγμάτων αιθερίου ελαίου *S. scardica* με DPPH

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Δ <sub>4</sub>	1,056	1,005	0,925
Δ <sub>5</sub>	0,984	0,937	0,931
Δ <sub>6</sub>	1,024	0,985	0,981

Προκειμένου να υπολογιστεί η παρεμποδιστική δράση κάθε δείγματος, χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$I\% = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

όπου,

I% = η % παρεμπόδιση του DPPH

A<sub>0</sub> = η απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος

A = η απορρόφηση του δείγματος

Επομένως,

***Sideritis syriaca***

**Γ<sub>4</sub>**

$$I_1\% = [(1,083-1,029)/1,083] * 100 = 4,99\%$$

$$I_2\% = [(1,083-1,017)/1,083] * 100 = 6,09\%$$

$$I_3\% = [(1,083-1,009)/1,083] * 100 = 6,83\%$$

---

5,97%

**Γ<sub>5</sub>**

$$I_1\% = [(1,083-1,012)/1,083] * 100 = 6,56\%$$

$$I_2\% = [(1,083-1,018)/1,083] * 100 = 6\%$$

$$I_3\% = [(1,083-1,031)/1,083] * 100 = 5,63\%$$

---

6,06%

**Γ<sub>6</sub>**

$$I_1\% = [(1,083-1,002)/1,083] * 100 = 7,48\%$$

$$I_2\% = [(1,083-0,963)/1,083] * 100 = 11,08\%$$

$$I_3\% = [(1,083-0,953)/1,083] * 100 = 12\%$$

---

10,19%

***Sideritis scardica***

**Δ<sub>4</sub>**

$$I_1\% = [(1,096-1,056)/1,096] * 100 = 3,65\%$$

$$I_2\% = [(1,096-1,005)/1,096] * 100 = 8,3\%$$

$$I_3\% = [(1,096-0,925)/1,096] * 100 = 15,6\%$$

---

9,18%

**Δ<sub>5</sub>**

$$I_1\% = [(1,096-0,984)/1,096] * 100 = 10,22\%$$

$$I_2\% = [(1,096-0,937)/1,096] * 100 = 14,51\%$$

$$I_3\% = [(1,096-0,931)/1,096] * 100 = 15,05\%$$

---

13,26%

$\Delta_6$

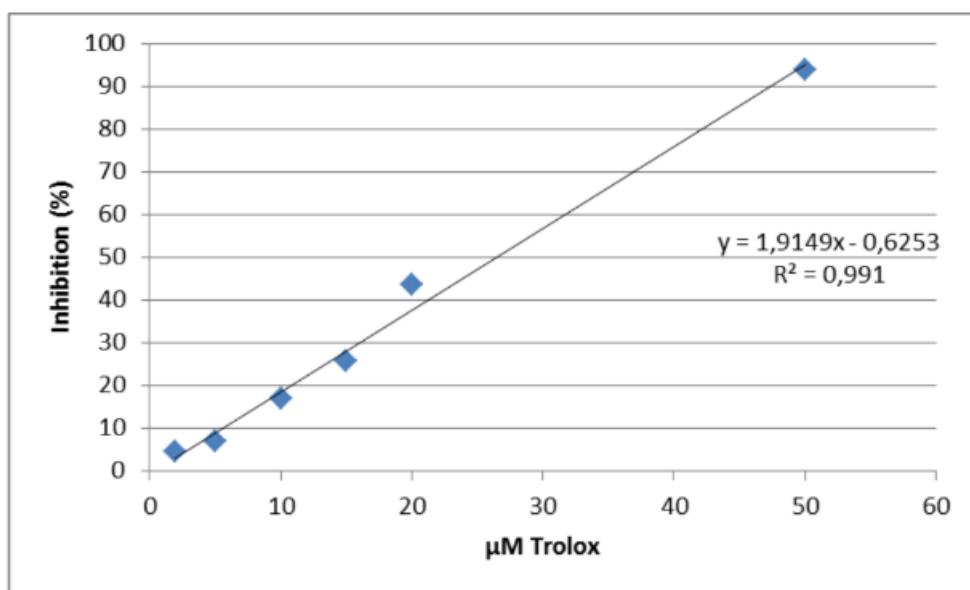
$$I_1\% = [(1,096-1,024)/1,096] * 100 = 6,57\%$$

$$I_2\% = [(1,096-0,985)/1,096] * 100 = 10,13\%$$

$$I_3\% = [(1,096-0,981)/1,096] * 100 = 10,49\%$$

9,06%

Έπειτα, για τον υπολογισμό της παρεμποδιστικής δράσης, εκφρασμένης σε Trolox, χρησιμοποιήθηκε η πρότυπη καμπύλη αναφοράς (**Εικόνα 29**)



Εικόνα 29: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς DPPH

όπου,

$y$  = I% που υπολογίστηκε για κάθε δείγμα και κάθε επανάληψη

$x$  = η παρεμποδιστική δράση (μM Trolox)

### *Sideritis syriaca*

$\Gamma_4$

$$5,97 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (5,97 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 3,45 \mu\text{M Trolox}$$

**Γ<sub>5</sub>**

$$6,06 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (6,06 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 3,49 \mu\text{M Trolox}$$

**Γ<sub>6</sub>**

$$10,19 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (10,19 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 5,65 \mu\text{M Trolox}$$

Η παρεμποδιστική δράση εκφρασμένη σε  $\mu\text{M Trolox}$  των αιθερίων ελαίων του φυτού *Sideritis syriaca* είναι 4,2 (Μ.Ο.).

### ***Sideritis scardica***

**Δ<sub>4</sub>**

$$9,18 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (9,18 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 5,12 \mu\text{M Trolox}$$

**Δ<sub>5</sub>**

$$13,26 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (13,26 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 7,25 \mu\text{M Trolox}$$

**Δ<sub>6</sub>**

$$9,06 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (9,06 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 5,06 \mu\text{M Trolox}$$

Η παρεμποδιστική δράση εκφρασμένη σε  $\mu\text{M Trolox}$  των αιθερίων ελαίων του φυτού *Sideritis scardica* είναι 5,81 (Μ.Ο.).

### **3.1.4 Folin – Ciocalteu**

Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών των αιθερίων ελαίων των φυτών του γένους *Sideritis* εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu με τη χρήση φασματοφωτόμετρου στα 725 nm. Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις για κάθε δείγμα. Παρακάτω παρατίθενται οι απορροφήσεις για τα αιθέρια έλαια των *Sideritis syriaca* και *Sideritis scardica* (Πίνακες 12,13).

### *Sideritis syriaca*

Πίνακας 12: Απορροφήσεις δειγμάτων αιθερίου ελαίου *S. syriaca* με Folin-Ciocalteu

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Γ <sub>4</sub>	0,014	0,073	0,062
Γ <sub>5</sub>	0,113	0,099	0,093
Γ <sub>6</sub>	0,103	0,219	0,221

### *Sideritis scardica*

Πίνακας 13: Απορροφήσεις δειγμάτων αιθερίου ελαίου *S. scardica* με Folin-Ciocalteu

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Δ <sub>4</sub>	0,132	0,138	0,158
Δ <sub>5</sub>	0,117	0,235	0,257
Δ <sub>6</sub>	0,174	0,246	0,252

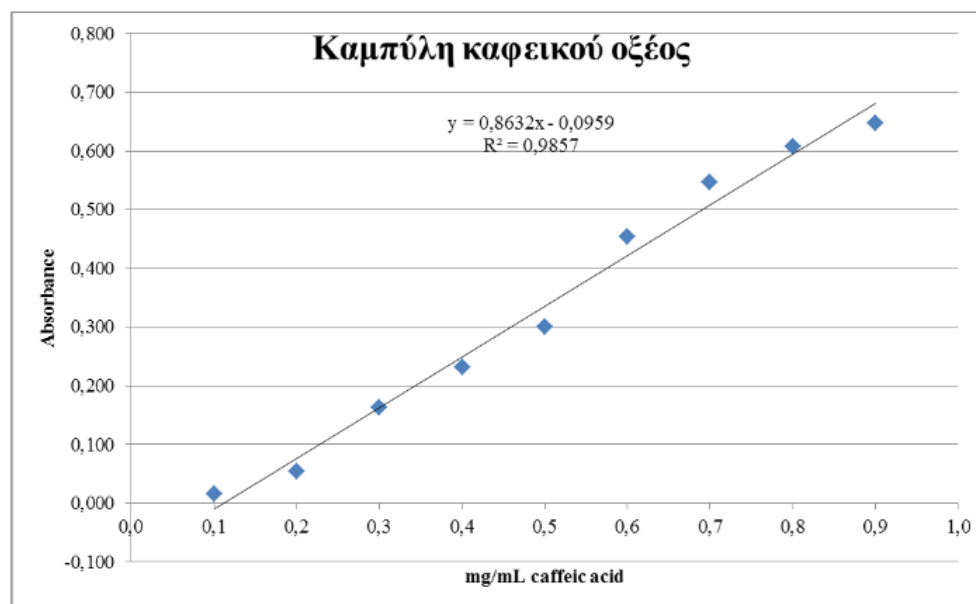
Προκειμένου, λοιπόν, να υπολογιστεί η συγκέντρωση των δειγμάτων σε φαινολικά συστατικά, χρησιμοποιήθηκε καμπύλη αναφοράς (**Εικόνα 30**) με την εξίσωση:

$$y = 0,8632x - 0,0959$$

όπου,

y= η απορρόφηση (A)

x= η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά (mg/mL καφεϊκού οξέος)



Εικόνα 30: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Folin-Ciocalteu

### ***Sideritis syriaca***

**Γ<sub>4</sub>**

$$A_1: 0,014 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,014 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,13 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,073 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,073 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,2 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,062 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,062 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,18 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,17 mg/mL καφεϊκού οξέος

**Γ<sub>5</sub>**

$$A_1: 0,013 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,013 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,24 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,099 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,099 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,23 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,093 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,093 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,22 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,23 mg/mL καφεϊκού οξέος

**Γ<sub>6</sub>**

$$A_1: 0,103 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,103 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,23 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,219 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,219 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,36 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,221 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,221 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,37 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,32 mg/mL καφεϊκού οξέος

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών στο φυτό *Sideritis syriaca* είναι 0,24 mg/mL καφεϊκού οξέος.

### ***Sideritis scardica***

$\Delta_4$

$$A_1: 0,132 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,132 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,26 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,138 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,138 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,27 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,158 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,158 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,29 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,27 mg/mL καφεϊκού οξέος

$\Delta_5$

$$A_1: 0,117 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,117 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,24 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,235 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,235 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,38 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$



$$A_3: 0,257 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,257 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,4 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,34 mg/mL καφεϊκού οξέος

$\Delta_6$

$$A_1: 0,174 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,174 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,31 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,246 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,246 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,4 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,252 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,252 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,4 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,37 mg/mL καφεϊκού οξέος

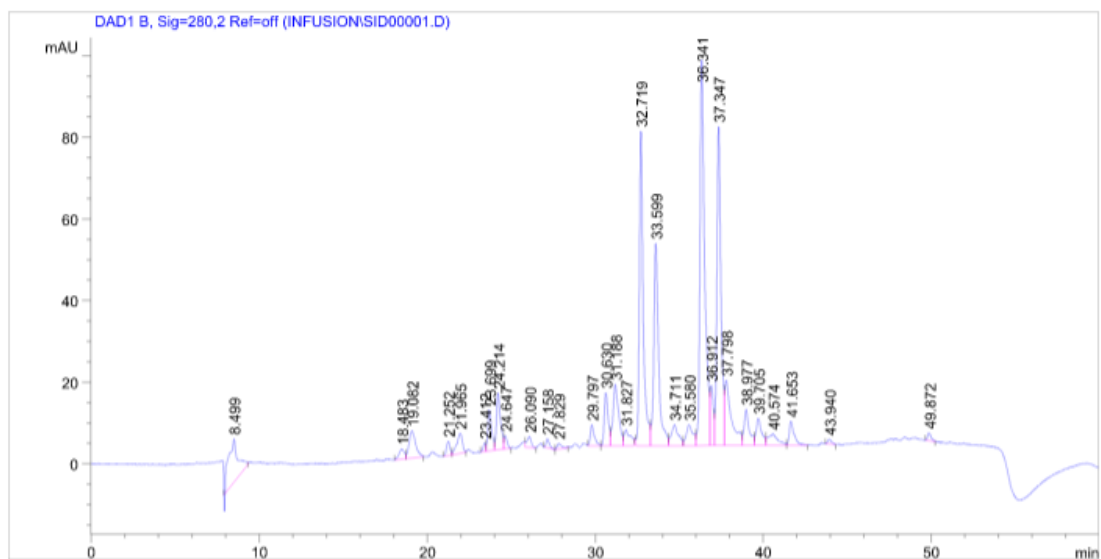
H συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών στο φυτό *Sideritis scardica* είναι 0,37 mg/mL καφεϊκού οξέος.

## 3.2 Υδρομεθανολικά Εκχυλίσματα

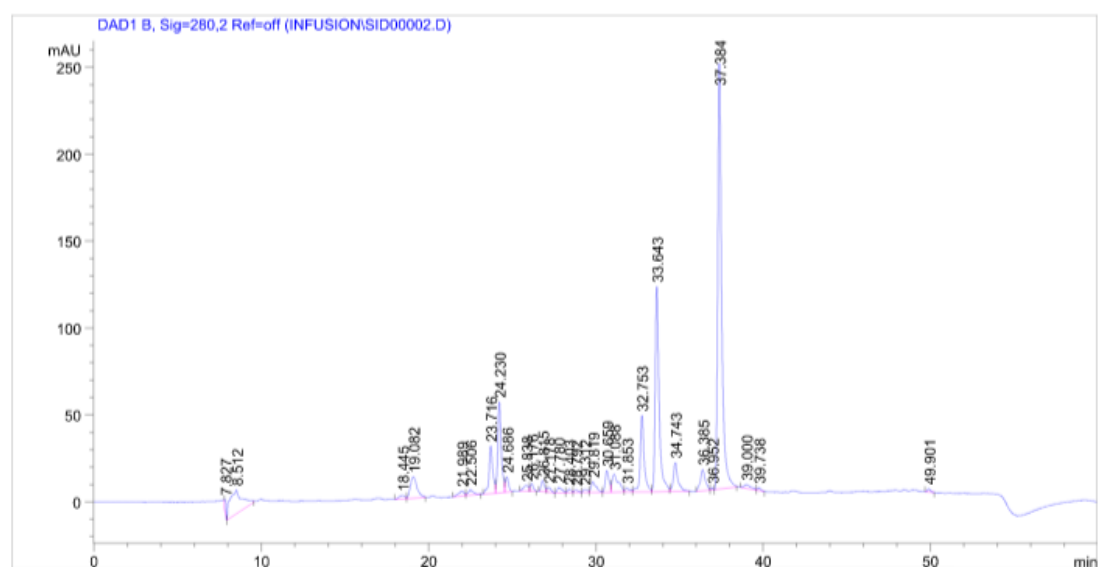
### 3.2.1 HPLC

Στα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα, προκειμένου να εντοπιστούν οι φαινολικές ενώσεις, πραγματοποιήθηκε Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Ανάλυσης (HPLC), συγκρίνοντας, έτσι, τους χρόνους συγκράτησης που εμφανίστηκαν με τους χρόνους συγκράτησης των πρότυπων ενώσεων.

Ακολουθούν τα χρωματογραφήματα των δειγμάτων που λήφθηκαν τόσο από το φυτό *Sideritis syriaca* όσο και από το *Sideritis scardica* (Εικόνες 31,32).



Εικόνα 31: Χρωματογράφημα υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *Sideritis syriaca*



Εικόνα 32: Χρωματογράφημα υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *Sideritis scardica*

Παρακάτω, εμφανίζονται οι ενώσεις που εμφανίστηκαν στα χρωματογραφήματα (Πίνακες 14, 15).

Πίνακας 14: Φαινολικές ενώσεις υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis syriaca*

Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ένωση (Λατινική ονομασία)	Ένωση (Ελληνική ονομασία)
1.	19.08	Epigallocatechin gallate	Γαλλική επιγαλλοκατεχίνη
2.	21.25	Epicatechin	Επικατεχίνη
3.	23.41	Caffeic acid	Καφεϊκό οξύ
4.	23.69	Epicatechin gallate	Γαλλική επικατεχίνη
5.	24.21	Chicoric acid	Κιχωρικό οξύ
6.	27.82	<i>p</i> -coumaric acid	<i>π</i> -κουμαρικό οξύ
7.	29.79	Luteolin-7- <i>o</i> -glucoside	Λουτεολίνη-7- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
8.	31.18	Rosmarinic acid	Ροσμαρινικό οξύ
9.	31.82	Apigenin-7- <i>o</i> -glucoside	Απιγενίνη-7- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
10.	32.71	Kaempferol-3- <i>o</i> -glucoside	Καμφερόλη-3- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
11.	33.59	Eriodictyol	Εριοδικτυόλη
12.	36.34	Quercetin	Κερκετίνη
13.	36.91	Naringenin	Ναριγενίνη
14.	37.34	Luteolin	Λουτεολίνη
15.	40.57	Apigenin	Απιγενίνη

Πίνακας 15: Φαινολικές ενώσεις υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis scardica*

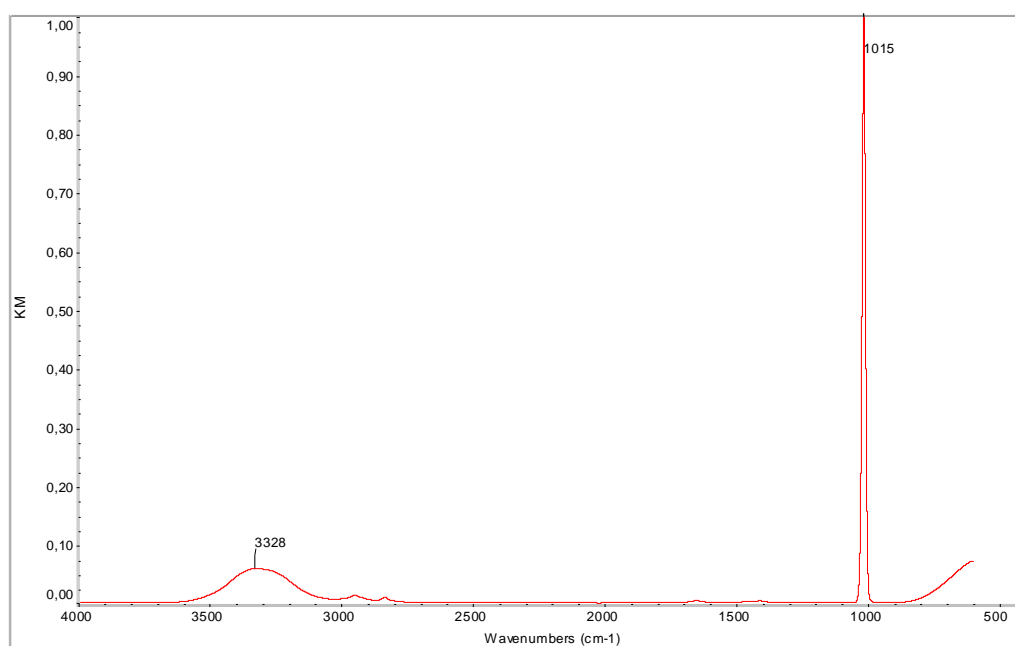
Nr.	Χρόνος Συγκράτησης (min)	Ένωση (Λατινική ονομασία)	Ένωση (Ελληνική ονομασία)
1.	19.08	Epigallocatechin gallate	Γαλλική επιγαλλοκατεχίνη
2.	21.98	Epicatechin	Επικατεχίνη
3.	22.50	Vanillic acid	Βανιλλικό οξύ
4.	23.71	Epicatechin gallate	Γαλλική επικατεχίνη
5.	24.23	Chicoric acid	Κιχωρικό οξύ
6.	25.84	Quercetin-3,4-di- <i>o</i> -glucoside	Κερκετίνη-3,4- <i>δι</i> - <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
7.	29.81	Luteolin-7- <i>o</i> -glucoside	Λουτεολίνη-7- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
8.	31.08	Rosmarinic acid	Ροσμαρινικό οξύ
9.	31.85	Apigenin-7- <i>o</i> -glucoside	Απιγενίνη-7- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
10.	32.75	Kaempferol-3- <i>o</i> -glucoside	Καμφερόλη-3- <i>ο</i> -γλυκοσίδιο
11.	33.64	Eriodictyol	Εριοδικτυόλη
12.	36.38	Quercetin	Κερκετίνη
13.	37.38	Luteolin	Ναριγενίνη

### 3.2.2 FT-IR

Ακολουθως, παρατίθενται τα φάσματα IR των υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων *S.Syriaca* (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) και *S. Scardica* (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>), καθώς και οι αποδόσεις των κορυφών όπου εμφανίζονται (Εικόνες 33-37).

Για την επεξεργασία και την εμφάνιση των φασμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα OMNIC 9 Software.

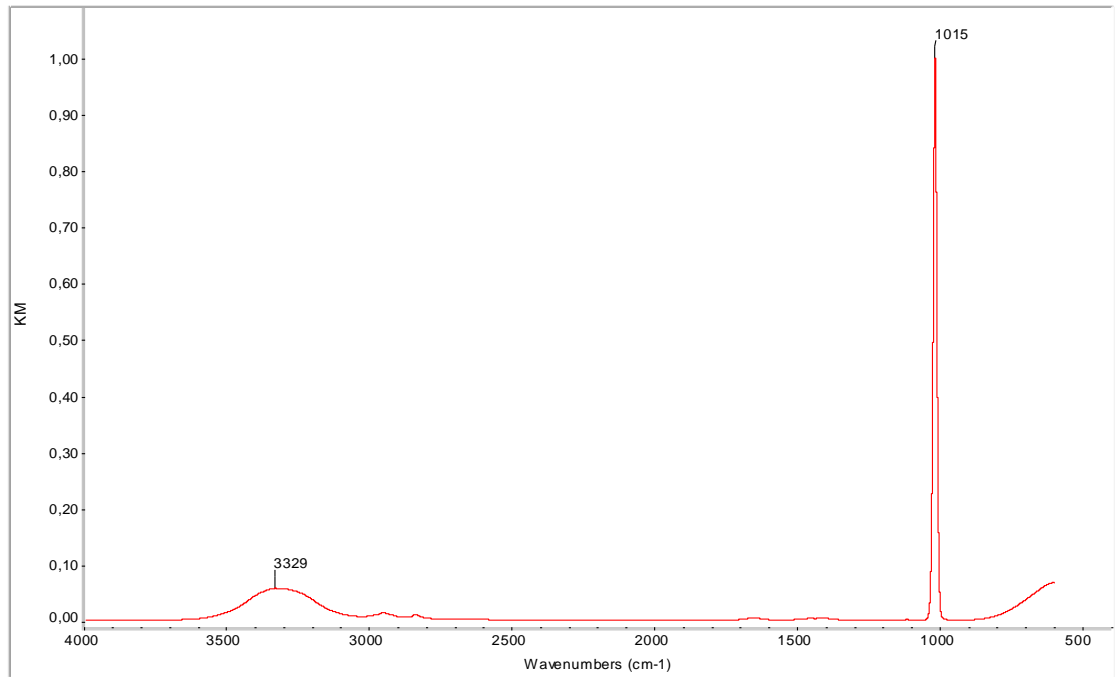
#### *Sideritis syriaca*



Εικόνα 33: C<sub>1</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis syriaca* (1<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis syriaca* (1<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

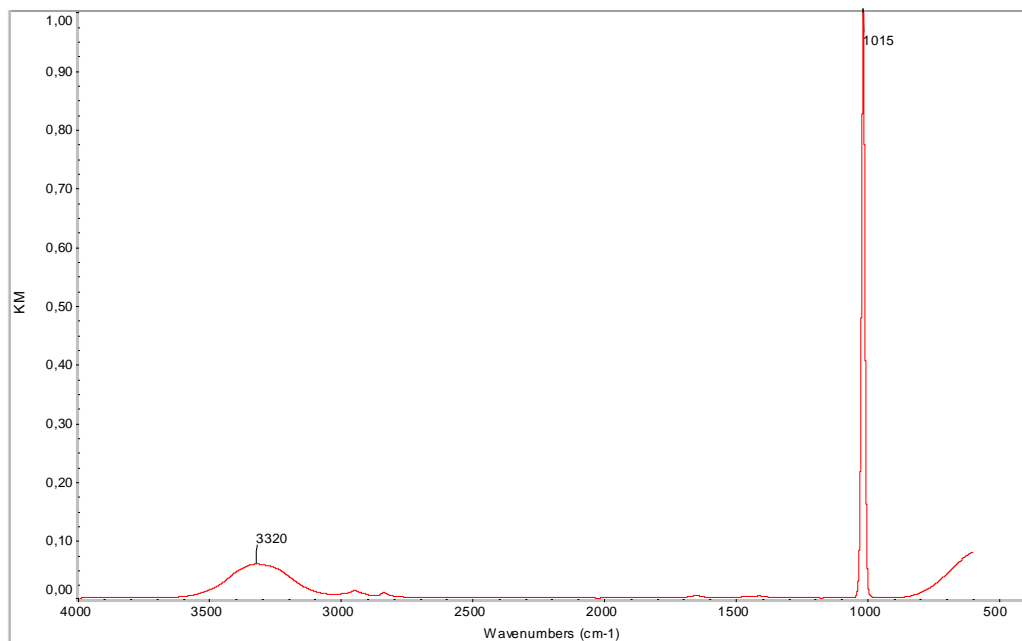
- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1015 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3328 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH).



Εικόνα 34: C<sub>2</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis syriaca* (2<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis syriaca* (2<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1015 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3329 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH)

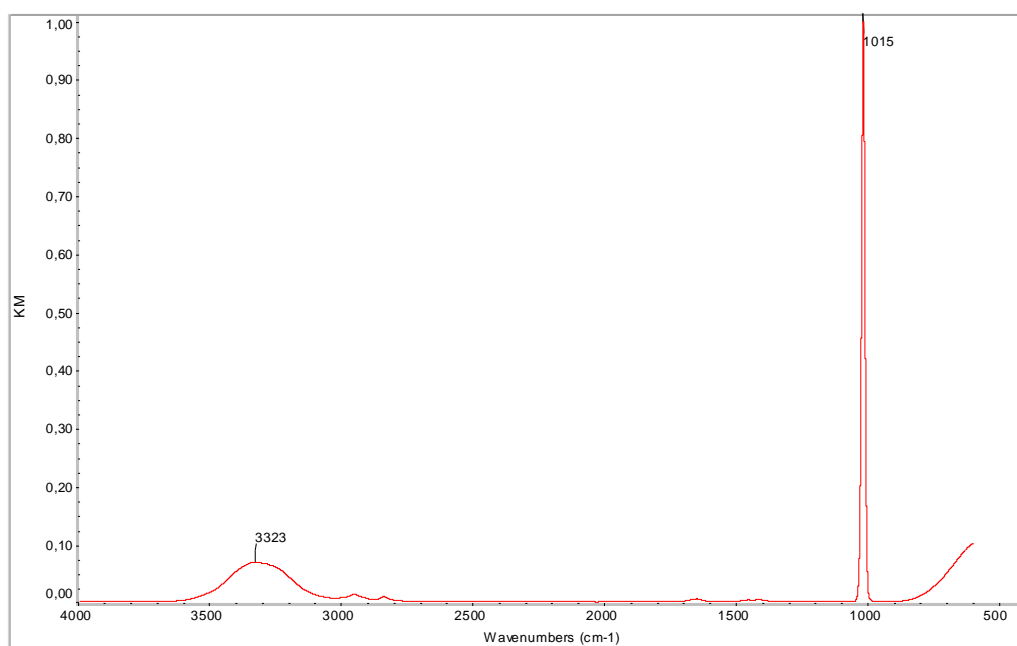


Εικόνα 35: C<sub>3</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis syriaca* (3<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis syriaca* (3<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1015\text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3320\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH)

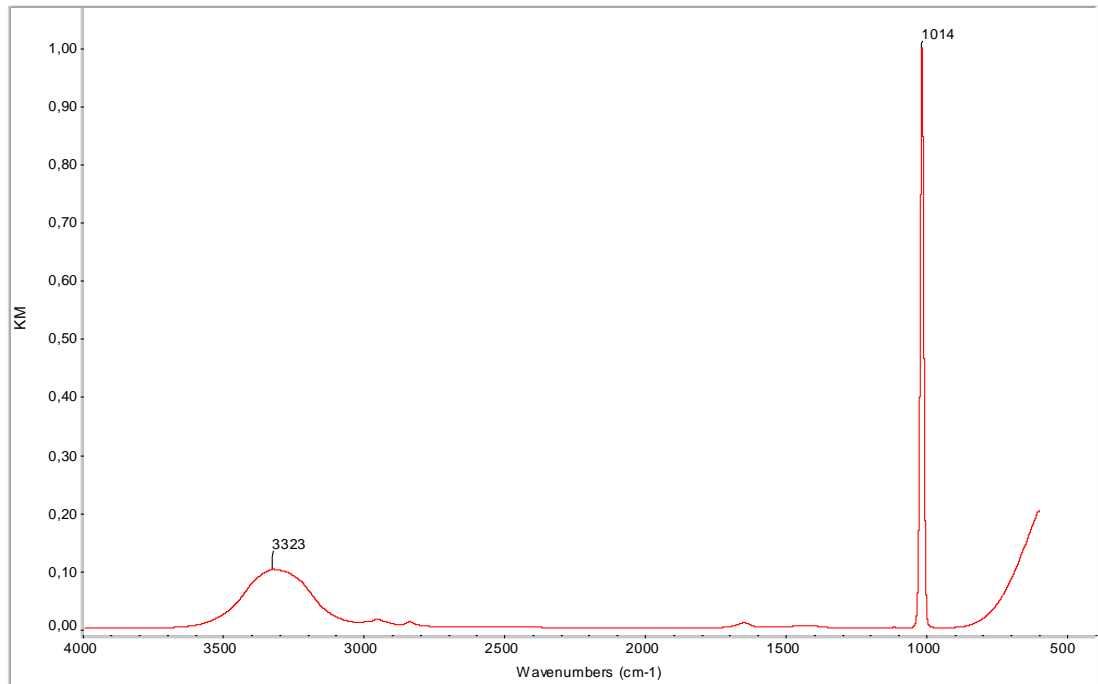
### ***Sideritis scardica***



**Εικόνα 36: D<sub>1</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis scardica* (1<sup>η</sup> επανάληψη)**

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis scardica* (1<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

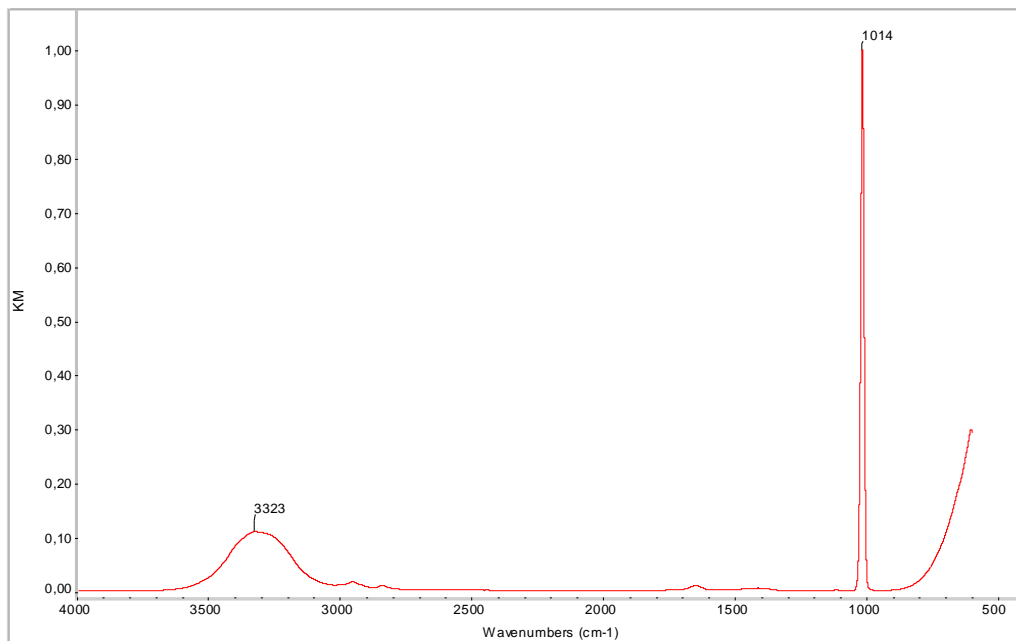
- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1015\text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3323\text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH)



Εικόνα 37: D<sub>2</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis scardica* (2<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis scardica* (2<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1014 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3323 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH)



Εικόνα 37: D<sub>3</sub>- Φάσμα IR υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του *Sideritis scardica* (3<sup>η</sup> επανάληψη)

Στο φάσμα του υδρομεθανολικού εκχυλίσματος του φυτού *Sideritis scardica* (3<sup>η</sup> επανάληψη) παρατηρείται:

- Έντονη κι ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή  $\sim 1014 \text{ cm}^{-1}$ , όπου έχουμε δόνηση τάσης C-O
- Κορυφή στην περιοχή  $\sim 3323 \text{ cm}^{-1}$ , με δόνηση τάσης υδροξυλίου (OH)

### 3.2.3 DPPH

Για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας των υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων των φυτών του γένους *Sideritis* (*syriaca* & *scardica*) εφαρμόστηκε η μέθοδος DPPH με φασματοφωτόμετρο με απορρόφηση στα 517 nm. Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις για κάθε δείγμα. Παρακάτω παρατίθενται οι απορροφήσεις για τα αιθέρια έλαια των φυτών *Sideritis syriaca* (Πίνακας 16) και των φυτών *Sideritis scardica* (Πίνακας 17).

#### *Sideritis syriaca*

$A_0 = 1,158 \text{ nm}$

Πίνακας 16: Απορροφήσεις δειγμάτων υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *S. syriaca* με DPPH

	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$\Gamma_1$	0,617	0,570	0,581
$\Gamma_2$	0,663	0,599	1,583
$\Gamma_3$	0,859	0,792	0,787

#### *Sideritis scardica*

$A_0 = 1,149 \text{ nm}$

Πίνακας 17: Απορροφήσεις δειγμάτων υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *S. scardica* με DPPH

	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$\Delta_4$	1,033	1,061	0,090
$\Delta_5$	1,916	1,004	0,990
$\Delta_6$	1,229	0,919	1,125

Προκειμένου να υπολογιστεί η παρεμποδιστική δράση κάθε δείγματος, χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$I\% = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

όπου,

I% = η % παρεμπόδιση του DPPH

$A_0$  = η απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος

A = η απορρόφηση του δείγματος

Επομένως,



***Sideritis syriaca***

$\Gamma_1$

$$l_1\% = [(1,158-0,617)/1,158] * 100 = 46,71\%$$

$$l_2\% = [(1,158-0,570)/1,158] * 100 = 50,78\%$$

$$l_3\% = [(1,158-0,581)/1,158] * 100 = 49,83\%$$

---

49,11%

$\Gamma_2$

$$l_1\% = [(1,158-0,663)/1,158] * 100 = 42,75\%$$

$$l_2\% = [(1,158-0,599)/1,158] * 100 = 48,27\%$$

$$l_3\% = [(1,158-0,583)/1,158] * 100 = 49,65\%$$

---

46,89%

$\Gamma_3$

$$l_1\% = [(1,158-0,859)/1,158] * 100 = 25,82\%$$

$$l_2\% = [(1,158-0,792)/1,158] * 100 = 31,61\%$$

$$l_3\% = [(1,158-0,787)/1,158] * 100 = 32,04\%$$

---

29,83%

***Sideritis scardica***

$\Delta_1$

$$l_1\% = [(1,149-1,033)/1,149] * 100 = 10,1\%$$

$$l_2\% = [(1,149-1,061)/1,149] * 100 = 7,65\%$$

$$l_3\% = [(1,149-1,090)/1,149] * 100 = 5,14\%$$

---

7,63%

$\Delta_2$

$$l_1\% = [(1,149-0,916)/1,149] * 100 = 20,28\%$$

$$l_2\% = [(1,149-1,004)/1,149] * 100 = 12,62\%$$

$$l_3\% = [(1,149-0,990)/1,149] * 100 = 13,84\%$$

---

15,58%

$\Delta_3$

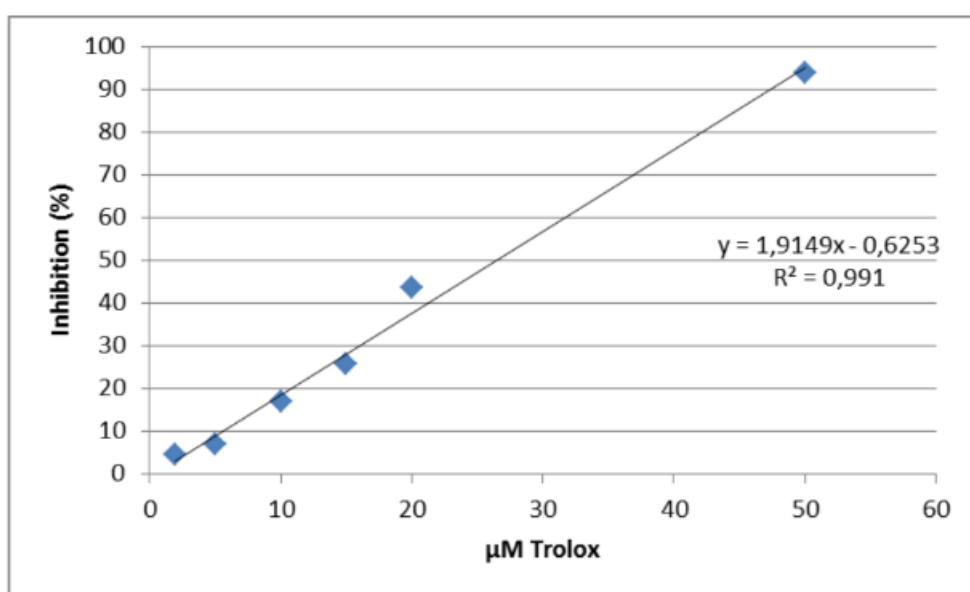
$$I_1\% = [(1,149 - 0,229) / 1,149] * 100 = 80,07\%$$

$$I_2\% = [(1,149 - 0,919) / 1,149] * 100 = 20,02\%$$

$$I_3\% = [(1,149 - 1,125) / 1,149] * 100 = 2,09\%$$

34,06%

Έπειτα, για τον υπολογισμό της παρεμποδιστικής δράσης, εκφρασμένης σε Trolox, χρησιμοποιήθηκε η πρότυπη καμπύλη αναφοράς (**Εικόνα 38**)



Εικόνα 38: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς DPPH

όπου,

$y$  = I% που υπολογίστηκε για κάθε δείγμα και κάθε επανάληψη

$x$  = η παρεμποδιστική δράση (μM Trolox)

### *Sideritis syriaca*

$\Gamma_1$

$$49,11 = 1,9149x - 0,6253$$

$$x = (49,11 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 25,97 \mu\text{M Trolox}$$

$\Gamma_2$

$$46,89 = 1,9149x - 0,6253$$
$$x = (46,89 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 24,81 \mu\text{M Trolox}$$

$\Gamma_3$

$$29,83 = 1,9149x - 0,6253$$
$$x = (29,83 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 15,9 \mu\text{M Trolox}$$

Η παρεμποδιστική δράση εκφρασμένη σε  $\mu\text{M Trolox}$  των υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων του φυτού *Sideritis syriaca* είναι 22,23.

### ***Sideritis scardica***

$\Delta_1$

$$7,63 = 1,9149x - 0,6253$$
$$x = (7,63 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 4,31 \mu\text{M Trolox}$$

$\Delta_2$

$$15,58 = 1,9149x - 0,6253$$
$$x = (15,58 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 8,46 \mu\text{M Trolox}$$

$\Delta_6$

$$34,06 = 1,9149x - 0,6253$$
$$x = (34,06 + 0,6253) / 1,9149$$

$$x = 8,46 \mu\text{M Trolox}$$

Η παρεμποδιστική δράση εκφρασμένη σε  $\mu\text{M Trolox}$  των αιθερίων ελαίων του φυτού *Sideritis scardica* είναι  $\sim 10,29$ .

### **3.2.4 Folin – Ciocalteu**

Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών των υδρομεθανολικών συστατικών των φυτών του γένους *Sideritis* εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin- Ciocalteu με τη χρήση φασματοφωτόμετρου στα 725 nm. Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επαναλήψεις για

κάθε δείγμα. Παρακάτω παρατίθενται οι απορροφήσεις για τα αιθέρια έλαια των *Sideritis syriaca* και *Sideritis scardica* (Πίνακες 18-19).

### *Sideritis syriaca*

Πίνακας 18: Απορροφήσεις δειγμάτων υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *S. syriaca* με Folin-Ciocalteu

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Γ <sub>1</sub>	0,375	0,400	0,454
Γ <sub>2</sub>	0,444	0,540	0,591
Γ <sub>3</sub>	0,546	0,562	0,665

### *Sideritis scardica*

Πίνακας 19: Απορροφήσεις δειγμάτων υδρομεθανολικού εκχυλίσματος *S. scardica* με Folin-Ciocalteu

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Δ <sub>4</sub>	0,112	0,109	0,121
Δ <sub>5</sub>	0,269	0,283	0,310
Δ <sub>6</sub>	0,238	0,305	0,314

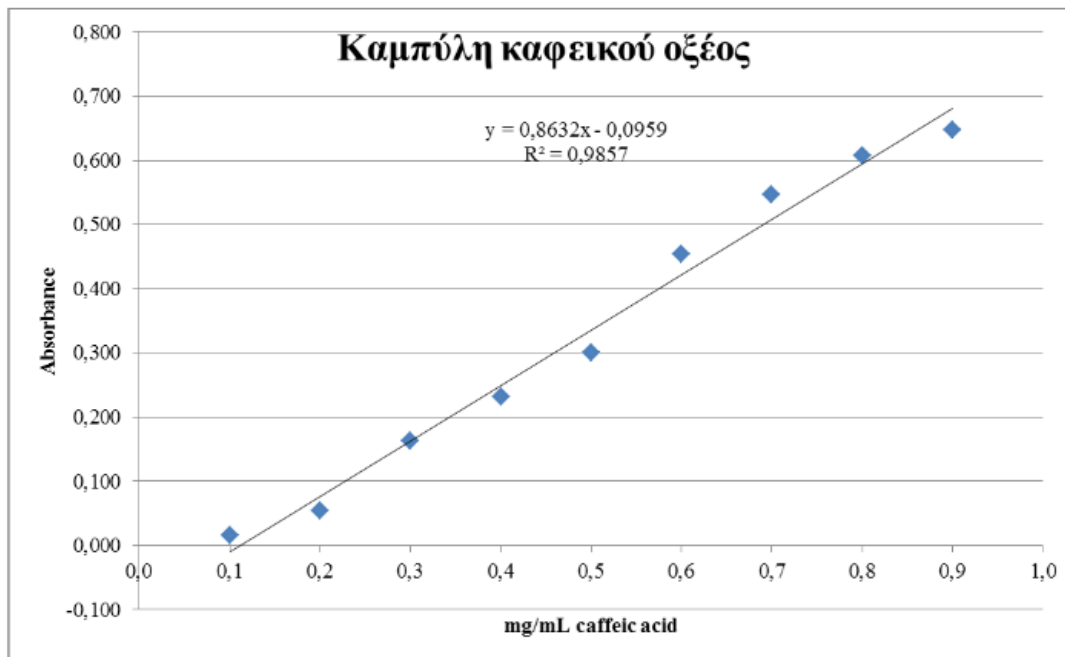
Προκειμένου, λοιπόν, να υπολογιστεί η συγκέντρωση των δειγμάτων σε φαινολικά συστατικά, χρησιμοποιήθηκε καμπύλη αναφοράς (Εικόνα 39) με την εξίσωση:

$$y = 0,8632x - 0,0959$$

όπου,

y= η απορρόφηση (A)

x= η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά (mg/mL καφεϊκού οξέος)



Εικόνα 39: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Folin-Ciocalteu

### *Sideritis syriaca*

Γ<sub>1</sub>

$$A_1: 0,375 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,375 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,55 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,400 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,400 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,57 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,454 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,454 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,63 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,58 mg/mL καφεϊκού οξέος

Γ<sub>2</sub>

$$A_1: 0,444 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,444 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,63 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,540 = 0,8632x - 0,0959$$
$$x = (0,540 + 0,0959) / 0,8632$$
$$x = 0,74 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,591 = 0,8632x - 0,0959$$
$$x = (0,591 + 0,0959) / 0,8632$$
$$x = 0,8 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,72 mg/mL καφεϊκού οξέος

**Γ<sub>3</sub>**

$$A_1: 0,546 = 0,8632x - 0,0959$$
$$x = (0,546 + 0,0959) / 0,8632$$
$$x = 0,74 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_2: 0,562 = 0,8632x - 0,0959$$
$$x = (0,562 + 0,0959) / 0,8632$$
$$x = 0,76 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,665 = 0,8632x - 0,0959$$
$$x = (0,665 + 0,0959) / 0,8632$$
$$x = 0,88 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,79 mg/mL καφεϊκού οξέος

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών στο φυτό *Sideritis syriaca* είναι 0,7 mg/mL καφεϊκού οξέος.

***Sideritis scardica***

**$\Delta_1$**

**$A_1$** :  $0,112 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,112 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,24 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$A_2$** :  $0,109 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,109 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,24 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$A_3$** :  $0,121 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,121 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,25 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

---

M.O. =  $0,24 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$\Delta_2$**

**$A_1$** :  $0,269 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,269 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,42 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$A_2$** :  $0,283 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,283 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,43 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$A_3$** :  $0,310 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,310 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,47 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

---

M.O. =  $0,44 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

**$\Delta_3$**

**$A_1$** :  $0,238 = 0,8632x - 0,0959$

$x = (0,238 + 0,0959) / 0,8632$

$x = 0,38 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$

$$A_2: 0,305 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,305 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,46 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

$$A_3: 0,314 = 0,8632x - 0,0959$$

$$x = (0,314 + 0,0959) / 0,8632$$

$$x = 0,4 \text{ mg/mL καφεϊκού οξέος}$$

---

M.O. = 0,43 mg/mL καφεϊκού οξέος

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών στο φυτό *Sideritis scardica* είναι 0,43 mg/mL καφεϊκού οξέος.



## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1 Αέρια Χρωματογραφία – Φασματοφωτομετρία Μαζών (GC – MS)

Στην Αέρια Χρωματογραφία – Φασματοφωτομετρία Μαζών έγινε ταυτοποίηση πτητικών ουσιών.

Σχετικά με το *Sideritis scardica*, οι Kloukina et al. (2019) στη μελέτη τους πάνω στο είδος, και συγκεκριμένα, σε αέρια τμήματα φυτικού υλικού προερχόμενου από διαφορετικές περιοχές της Κοζάνης, παρουσίασαν ως κύρια συστατικά το  $\alpha$ -πινένιο (από 8,2% έως 17,8%), το  $\beta$ -πινένιο (από 12,8% έως 13,1%), το *cis*- $\beta$ -καρυοφυλλένιο (από 7,6% έως 7,9%), το *D*-γερμακρένιο (από 2,9% έως 7,7%) και το δικυκλογερμακρένιο (από 6,6% έως 7,1%) (Πίνακας 20).

Πίνακας 20: Χημική συγκέντρωση των αιθερίων ελαίων του φυτού *Sideritis scardica* (Kloukina et al., 2019)

Compound	KI	RI*	Composition (%)	
			SS_M	SS_X
$\alpha$ -thujene	924	924	0.4	0.2
$\alpha$ -pinene	932	930	8.2	17.8
verbenene	961	960	-	0.2
$\beta$ -pinene	974	970	12.8	13.1
myrcene	988	982	0.6	0.7
$\alpha$ -phellandrene	1002	997	0.5	-
$\delta$ -3-carene	1002	1003	0.5	-
<i>p</i> -cymene	1020	1016	0.4	0.1
limonene	1024	1019	3.4	2.7
<i>trans</i> - $\beta$ -ocimene	1032	1028	-	2.3
<i>cis</i> - $\beta$ -ocimene	1044	1038	0.4	0.4
$\gamma$ -terpinene	1054	1048	0.2	1.2
$\alpha$ -terpinolene	1086	1082	0.3	0.3
linalool	1095	1090	0.4	0.3
nonanal	1100	1095	0.8	0.7
$\alpha$ -campholenal	1122	1115	0.2	0.7
<i>trans</i> -pinocarveol	1135	1132	0.5	0.3
<i>trans</i> verbenol	1140	1138	0.3	0.4
pinocarvone	1160	1160	0.5	0.7
myrtenal	1195	1189	0.6	1.0
bornyl acetate	1284	1284	0.2	0.2
$\delta$ -elemene	1335	1333	-	0.2
eugenol	1356	1353	-	0.3
$\alpha$ -copaene	1374	1368	2.2	1.1
$\beta$ -bourbonene	1387	1384	0.6	0.4
$\beta$ -elemene	1389	1385	0.4	-
<i>cis</i> - $\beta$ -caryophyllene	1408	1401	7.9	7.6
$\alpha$ -humulene	1452	1448	0.2	0.3
geranyl acetone	1453	1450	-	0.2
<i>trans</i> - $\beta$ -farnesene	1454	1456	-	1.6
<i>cis</i> - $\beta$ -farnesene	1440	1440	1.5	-
germacrene D	1484	1480	7.7	2.9
$\beta$ -ionone	1487	1485	0.3	0.5
bicyclgermacrene	1500	1499	6.6	7.1

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι κυρίαρχες ομάδες στα φυτά *Sideritis scardica* είναι οι Μονοτερπενικοί και Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες (Πίνακας 21).

Πίνακας 21: Χημικές ομάδες συστατικών αιθερίων ελαίων *Sideritis scardica* (Kloukina et al., 2019)

Group Components	SR_M	SR_P	SS_M	SS_X
Monoterpene hydrocarbons	-	45.4	27.7	39.0
Oxygenated monoterpenes	-	3.4	3.5	4.6
Sesquiterpene hydrocarbons	46.9	32.9	32.9	23.9
Oxygenated sesquiterpenes	11.5	2.7	13.0	8.7
Diterpenes	1.9	2.7	1.4	11.2
Oxygenated diterpenes	0.6	-	-	-
Hydrocarbons	4.6	-	0.7	2.2
Oxygenated hydrocarbons	22.5	8.9	5.9	6.3

SR\_M: *S. raeseri* from Metamorfofis Kozani; SR\_P: *S. raeseri* from Polirraxo Kozani;  
 SS\_M: *S. scardica* from Metamorfofis Kozani; SS\_X: *S. scardica* from Chromio Kozani

Ομοίως, συμβαίνει και στη μελέτη του ίδιου είδους (*S. scardica*) των Todorova et al., (2013) κατά την οποία μελετάται το φυτικό υλικό από διαφορετικές περιοχές της Βουλγαρίας. Έτσι, και πάλι πρωταγωνιστούν οι Μονοτερπενικοί και Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες. Για την ακρίβεια, σε υψηλότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται το β-πινένιο, το α-πινένιο και το D-γερμακρένιο, καθώς και η 1-οκτεν-3-όλη (Πίνακας 22).

Πίνακας 22: Χημικά συστατικά & χημικές ομάδες των αιθερίων ελαίων του *S. scardica* (Todorova et al., 2013)

RI*	Compounds	S	VT	Bg	V	GD	Rm	Tg	J	Tsh
932	$\alpha$ -Pinene	4.6	6.2	9.4	8.9	14.6	4.9	18.6	14.6	11.7
959	Benzaldehyde	t	0.2	t	t	0.6	t	t	t	0.6
970	Sabinene	t	1.0	2.5	t	t	1.7	t	t	1.4
976	$\beta$ -Pinene	18.4	19.4	24.4	24.8	6.9	4.5	33.2	37.5	32.0
980	1-Octen-3-ol	0.4	1.7	3.7	4.9	10.2	6.8	t	t	2.4
990	Myrcene	0.6	0.7	0.9	0.6	t	t	1.1	0.9	1.2
1026	Limonene	2.4	2.5	5.1	1.9	1.7	5.4	3.4	3.6	6.0
1040	Phenylacet- aldehyde	1.1	2.3	0.7	0.9	2.0	1.5	1.9	0.7	t
1061	Octen-1-ol (2E)	0.5	0.5	0.5	t	t	1.4	0.8	0.6	t
1088	Terpinolene	0.5	0.4	0.5	t	t	t	0.5	0.4	0.5
1101	Nonanal	t	0.5	t	t	t	1.3	t	1.1	t
1110	Phenylethyl alcohol	0.7	2.6	2.2	0.7	0.8	3.1	1.8	0.6	1.3
1137	<i>E</i> -Pinocarveol	1.7	0.6	t	4.9	2.9	4.7	0.9	0.5	t
1141	<i>E</i> -Verbenol	1.0	0.4	t	2.2	t	4.6	0.6	t	t
1163	Pinocarvone	1.2	0.5	t	3.8	t	1.5	0.9	t	t
1194	Myrtenal	1.1	0.3	t	3.7	t	2.3	0.7	t	t
1196	Myrtenol	0.5	0.2	t	2.4	t	1.2	0.6	0.3	t
1206	Verbenone	t	0.2	t	1.1	1.7	1.1	0.5	0.2	t
1358	Eugenol	t	1.5	0.5	t	7.8	3.4	t	t	t
1376	$\alpha$ -Copaene	2.1	2.6	t	2.2	t	2.1	1.6	1.2	1.9
1390	$\beta$ -Elemene	0.6	0.5	t	t	t	t	t	0.6	t

1419	$\beta$ -Caryophyllene	4.1	0.6	t	t	3.2	2.1	t	0.6	0.5
1456	<i>E</i> - $\beta$ -Farnesene	11.0	6.9	12.8	2.7	1.3	2.1	4.5	4.1	5.2
1482	Germacrene D	16.1	11.9	8.2	3.6	0.8	3.8	4.1	5.4	4.2
1500	Bicyclogermacrene	2.1	2.4	3.0	0.8	2.0	2.0	1.0	1.2	4.0
1508	$\beta$ -Bisabolene	1.1	2.5	0.4	1.2	t	6.3	1.3	0.8	0.8
1525	$\delta$ -Cadinene	2.6	3.2	0.4	1.9	t	2.9	2.4	1.8	3.1
1578	Spathulenol	t	0.5	4.0	t	t	t	t	t	t
1585	Caryophyllene oxide	0.7	0.6	t	t	t	t	0.9	t	t
1762	Benzylbenzoate	0.8	1.9	1.4	0.5	3.0	2.3	1.2	1.1	t
1845	Hexahydrofarnesyl acetone	1.0	t	t	t	t	1.8	t	t	t
1857	Phenylethyl benzoate	0.5	0.4	0.8	0.7	t	t	t	t	0.4
1897	2-Heptadecanone	0.6	0.7	0.7	0.8	t	1.8	t	t	t
1980	M = 272	3.1	4.2	5.4	4.3	7.1	2.1	1.7	2.4	1.6
2237	7 $\alpha$ -Hydroxy- manool	0.2	t	t	t	5.0	2.9	t	t	1.4
2269	Sandaracopi- maradiene-3 $\beta$ -ol	0.8	t	t	t	1.8	1.1	t	0.8	t
2325	M = 288	0.9	0.7	t	0.2	2.7	0.7	t	0.4	1.5
2349	M = 288	0.8	0.5	t	0.4	4.4	1.5	t	t	1.5
	Monoterpene hydrocarbons	26.5	29.8	42.3	36.2	23.2	16.5	56.8	57.0	52.3
	Oxygenated monoterpenes	5.5	2.2	t	18.1	4.6	15.4	4.2	1.0	t
	Sesquiterpene hydrocarbons	39.7	30.6	24.8	12.4	7.3	21.3	14.9	15.7	19.7
	Oxygenated sesquiterpenes	1.7	1.1	4.0	t	t	1.8	0.9	t	t
	Diterpenoids	5.8	5.4	5.4	4.9	21.0	8.3	1.7	3.6	6.0
	Aromatic compounds	3.1	8.7	5.6	2.8	14.2	10.3	4.9	2.4	2.3
	Aliphatic compounds	1.5	3.4	4.9	5.7	10.2	11.3	0.8	1.7	2.4
	Total	83.8	81.2	87.5	80.1	80.5	84.9	84.2	81.4	82.7

Συγκριτικά με τα δείγματα που μελετήθηκαν για την εν λόγω εργασία, παρατηρήθηκαν αρκετές διαφορές, καθώς, κύριο συστατικό στην ανάλυση των αιθερίων ελαίων του φυτού *Sideritis scardica*, προερχόμενο από την Κρήτη, ήταν η 1-οκτεν-3-όλη σε αρκετά σημαντικό ποσοστό της τάξης 33,11% έως 37,11%. Ακολούθησε, σταθερά, η 2-εξανόλη με ποσοστά 8,37% έως 10,67% και στη συνέχεια, η Λιναλοόλη (2,52% έως 4,40%) και η Ευγενόλη (2,63% έως 4,11%), ενώ τα συστατικά που παρατηρήθηκαν στις προαναφερθείσες μελέτες είχαν μηδαμικά ποσοστά με το  $\alpha$ -πινένιο μόνο, να ξεπερνάει το 1%.

Παρατηρούνται, λοιπόν, σημαντικές διαφορές στη χημική σύσταση των δειγμάτων *Sideritis*. Αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται σε φυσιογεωγραφικές συνθήκες όπως είναι το υψόμετρο (Κοζάνη, Βουλγαρία – βόρειες περιοχές, Κρήτη – νότια περιοχή), όπου τα

συστατικά του εκάστοτε φυτικού υλικού εμφανίζουν σημαντικές διαφορές στις συνθήκες καλλιέργειας των φυτών και κατά την παραλαβή του ελαίου αλλά και στην απόδοσή του, καθώς η διαφορά σε αυτή, στη δική μας μελέτη σε σχέση με τις παραπάνω ήταν μεγάλη.

Αναφορικά με την απόδοση σε αιθέριο έλαιο ήταν περίπου της τάξης του 0,15% για τους Kloukina et al. (2019) και 0,2% για τους Todoroona et al. (2013). Στην εν λόγω μελέτη ήταν αμελητέο της τάξης του 0,02%.

#### 4.2 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Ανάλυσης (HPLC)

Όπως διαπιστώθηκε, στα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα των φυτικών υλικών *S.syriaca* και *S.scardica*, τα ποιοτικά συστατικά που ανιχνεύτηκαν μετά από την ανάλυση HPLC ήταν παρόμοια και για τα δύο είδη. Στη μελέτη των Kara et al. (2014) που έγινε πάνω σε είδη του γένους *Sideritis* και συγκεκριμένα πάνω σε αποξηραμένα φύλλα, άνθη και σπόρους, εντοπίστηκαν αρκετά κοινά φαινολικά συστατικά (**Πίνακας 23**). Για την ακρίβεια, εντοπίστηκε καφεϊκό οξύ σε όλες τις δοκιμές τόσο για φύλλα όσο και για άνθη και σε μεγάλα ποσοστά. Στη δική μας μελέτη εντοπίστηκε μόνο στο φυτικό υλικό του *Sideritis syriaca*, καθώς από το φυτικό υλικό του *Sideritis scardica* απουσίαζε. Όσον αφορά το Βανιλλικό οξύ, οι Kara et al. (2014), το εντοπίζουν μόνο στο σπόρο, ενώ στην περίπτωση μας εντοπίζεται και στα φύλλα και άνθη του *Sideritis scardica*. Ένα άλλο κοινό συστατικό που εντοπίστηκε είναι το π-κουμαρικό οξύ, εντοπισμένο σε όλες τις δοκιμές, τόσο στα φύλλα όσο και στα άνθη και στους σπόρους των Kara et al. (2014), και στη δική μας μελέτη εντοπίζεται, αλλά μόνο στο φυτό *Sideritis syriaca*. Δεν εντοπίστηκε στο *Sideritis scardica*. Η Κερκετίνη, παρόλο που εντοπίστηκε και στα δύο φυτικά υλικά που μελετήσαμε, δεν εμφανίζεται πουθενά στη μελέτη των Kara et al. (2014). Η Απιγενίνη και η Καμφερόλη, καθώς και οι γλυκοζίτες τους εντοπίζονται τόσο στη μια όσο και στην άλλη μελέτη.

**Πίνακας 23: Φαινολικά συστατικά στα εκχυλίσματα των φυτών *Sideritis* με HPLC (Kara et al., 2014)**

Compounds	60°C								
	Flower <sup>a</sup>			Leaf <sup>a</sup>			Seed <sup>a</sup>		
	5 min	10 min	30 min	5 min	10 min	30 min	5 min	10 min	30 min
Protocatechuic acid	128.36	207.58	172.60	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
<i>p</i> -OH benzoic acid	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Catechin	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	171.01	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Chlorogenic acid	200.45	316.78	280.63	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Vanillic acid	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	190.5	201.86	205.92
Caffeic acid	477.62	558.67	1044.72	92.95	144.34	393.43	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
<i>p</i> -coumaric acid	126.35	234.31	398.11	97.39	150.36	176.29	10.25	11.26	115.78
Ferulic acid	12.38	67.49	106.14	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Rutin	302.28	608.34	988.66	133.53	197.11	850.29	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	225.62
Quercetin	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Apigenin	ND <sup>b</sup>	808.91	908.03	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Kaempferol	1113.36	1207.20	1965.04	ND <sup>b</sup>	1672.29	939.43	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
Isorhamnetin	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>

Τα παραπάνω αποτελέσματα και των δύο μελετών, αποδεικνύουν ότι η φαινολική σύνθεση των εκχυλισμάτων του *Sideritis* μεταβάλλεται ανάλογα με τις διαφορετικές θερμοκρασίες (30 °C στην παρούσα μελέτη έναντι 60 °C των Kara et al., 2014), τους χρόνους αλλά και το μέρος του φυτικού υλικού που θα εξεταστεί. Παρά τις διαφορές, όμως, υπάρχουν κοινά συστατικά σε όλα, τα οποία θα έλεγε κανείς ότι αποτελούν κύρια βάση στη γενική αντιοξειδωτική δραστηριότητα του φυτού και ωφέλιμο θα ήταν να χρησιμοποιείται ένα μίγμα όλων των μερών όταν σκοπός είναι η φαρμακευτική του χρήση.

#### 4.3 Φασματοσκοπία Υπερύθρων Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR)

Για τη συγκεκριμένη τεχνική δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα προκειμένου να μπορέσει να γίνει κάποιος χαρακτηρισμός χημειοτύπου ή είδους, καθώς δεν υπάρχει κάποια αντίστοιχη βιβλιογραφία και επίσης, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα δύο είδη που μελετήθηκαν.

#### 4.4 DPPH/ Folin- Ciocalteu

Οι Irakli et al. (2018) μελέτησαν την αντιοξειδωτική ικανότητα και το Ολικό Φαινολικό Περιεχόμενο (TPC) εγχυμάτων του *Sideritis scardica* από διάφορα μέρη του φυτού, όπως στελέχη, φύλλα, άνθη κτλ.

Όσον αφορά την αντιοξειδωτική ικανότητα που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο DPPH σε διαφορετικούς χρόνους και θερμοκρασίες, τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg ισοδύναμα Trolox (TE) ανά g ξηρού φυτικού βάρους (mg TE/ g ξ.β.). Αναφορικά με τα εγχύματα ανθών, οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 15,56 mg TE/g (min) και 23,37 mg TE/g (max) και των φύλλων μεταξύ 25,30 mg TE/g και 47,22 mg TE/g. Όπως παρατηρούμε, λοιπόν, τα εγχύματα των φύλλων είχαν την υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα από τα αντίστοιχα των ανθών.

Στα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα του δικού μας πειράματος για το *Sideritis scardica* εντοπίστηκαν τιμές της τάξης του 10,29 μM Trolox, ενώ για το *Sideritis syriaca* 22,23 μM Trolox, γεγονός που καθιστά το δεύτερο πιο αντιοξειδωτικό. Συγκριτικά με τη μελέτη που αναλύθηκε παραπάνω, παρατηρούμε, κυρίως, στατιστικά σημαντικές διαφορές με το *Sideritis scardica*, καθώς αυτό που μελετήθηκε από εμάς είναι λιγότερο αντιοξειδωτικό, παρόλα αυτά, οφείλουμε να λάβουμε υπόψιν το γεγονός ότι στο πείραμά μας άνθη και φύλλα μελετήθηκαν μαζί και όχι ξεχωριστά, και ότι οι συνθήκες ανάλυσης (θερμοκρασίες, χρόνοι), μελέτης, ακόμα και τα εγχύματα της μίας μελέτης από την άλλη ήταν διαφορετικά (ύπαρξη και μη αλκοόλης). Ωστόσο, θα έλεγε κανείς ότι στατιστικά οι διαφορές δεν ήταν τόσο μεγάλες και ότι υπάρχει μια σεβαστή αντιοξειδωτική ικανότητα.

Όσον αφορά το TPC, στη μελέτη των Irakli et al., (2018) εκτιμήθηκε ως mg ισοδύναμα GA (GAE)/ g ξηρού φυτικού υλικού. Συγκεκριμένα, στα άνθη οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 16,23 mg GAE/g (min) και 25,46 mg GAE/g (max) και στα φύλλα μεταξύ 24,60 mg GAE/g (min) και 45,33 mg GAE/g (max). Και εδώ, παρατηρείται, όπως είναι λογικό και από προηγουμένως (με την αντιοξειδωτική ικανότητα), μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά στα φύλλα του *Sideritis scardica*.

Οι Tunalier et al., (2014) μελέτησαν τα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα διαφόρων ειδών του γένους *Sideritis*, ανάμεσα σε αυτά και το *Sideritis scardica* (**Πίνακας 24**). Το TPC που βρέθηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu είναι, καθώς φαίνεται, εκφρασμένο σε mg GAE/g με πρώτο το *S. scardica* να κυμαίνεται στα 402,5 mg GAE/g εκχυλίσματος.

**Πίνακας 24: Ολικό Φαινολικό Περιεχόμενο υδρομεθανολικών εκχυλισμάτων του φυτού *Sideritis scardica* (Tunalier et al., 2004)**

Species	Collection sites	Yields, %	Total phenol (mgGAE/gextract)	HPLC qualitative data, %		
				benzoates	hydroxy-cinnamates	flavonoids
<i>S. amasiaca</i> Bornm.* (A)	A5: Corum	21.5	389.9±0.6 <sup>a</sup>	-	41.9	36.2
<i>S. argyrea</i> P. H. Davis* (B)	C4: Antalya	31.2	262.8±7.4	-	46.0	14.8
<i>S. armeniaca</i> Bornm.* (C)	A7: Giresun	24.2	310.3±0.9	1.7	21.7	58.0
<i>S. bilgerana</i> P. H. Davis* (D)	C4: Icel	21.0	306.2±2.5	-	12.9	55.8
<i>S. brevidens</i> P. H. Davis* (E)	C4: Icel	18.0	272.4±7.9	-	37.6	10.9
<i>S. caesarea</i> H. Duman, Aytac & Baser* (F)	B6: Kayseri	22.4	264.4±5.5	-	19.2	58.4
<i>S. cilicica</i> Boiss. et Bal.* (G)	C5: Adana	23.8	382.1±4.5	0.6	12.8	50.8
<i>S. dichotoma</i> Huter* (H)	A2: Kutahya	18.2	193.5±7.1	0.5	4.4	69.9
<i>S. erythrantha</i> Boiss. & Heldr. var. <i>cedretorum</i> * (I)	C4: Antalya	23.2	206.7±7.2	-	26.8	41.7
<i>S. erythrantha</i> Boiss. & Heldr. var. <i>erythrantha</i> * (J)	C3: Antalya	20.6	252.8±4.2	-	21.1	26.6
<i>S. galatica</i> Bornm.* (K)	A4: Ankara	25.3	232.1±4.3	0.3	8.9	60.5
<i>S. germanicopolitana</i> Bornm. ssp. <i>germanicopolitana</i> * (L)	A4: Cankiri	27.9	304.7±5.8	2.9	22.9	55.0
<i>S. germanicopolitana</i> ssp. <i>viridis</i> Hauskn. ex Bornm.* (M)	A4: Kastamonu	23.8	389.1±5.3	-	32.5	48.5
<i>S. gulendamiae</i> H. Duman & Karaveliogullari* (N)	B3: Eskisehir	23.4	321.5±4.9	-	16.3	63.7
<i>S. hololeuca</i> Boiss. & Gueter.* (O)	C4: Icel	15.8	234.5±9.3	-	17.7	46.9
<i>S. huber-morathii</i> gueter & Burdet* (P)	C6: Hatay	18.4	321.1±0.5	-	5.9	71.6
<i>S. libanotica</i> Labill. ssp. <i>linearis</i> (Bentham) Bornm.* (Q)	C4: Karaman	23.4	265.2±7.0	-	17.2	37.8
<i>S. libanotica</i> Labill. ssp. <i>kurdica</i> (Bornm.) Hub.-Mor.* (R)	C7: Mardin	26.0	288.3±1.0	-	14.9	43.3
<i>S. niveotomentosa</i> Hub.-Mor.* (S)	C4: Icel	17.8	252.8±4.2	-	41.9	32.6
<i>S. ozturkii</i> Aytac & Aksoy* (T)	C3: Konya	27.0	265.5±1.1	-	18.2	55.2
<i>S. phlomoides</i> Boiss. et Bal.* (U)	B5: Kayseri	25.3	325.2±3.2	0.6	29.9	53.8
<i>S. phrygia</i> Bornm.* (V)	B4: Afyon	26.2	328.9±4.9	-	26.6	51.3
<i>S. scardica</i> Griseb. ssp. <i>scardica</i> (W)	A1: Kirklareli	27.0	402.5±2.5	0.2	11.9	53.4
<i>S. serratifolia</i> Hub.-Mor.* (X)	B4: Konya	25.2	353.3±3.4	-	24.7	57.4
<i>S. taurica</i> Stephan ex Willd. (Y)	A4: Karabuk	27.5	328.3±8.8	0.4	29.4	38.1
<i>S. vulcanica</i> Hub.-Mor.* (Z)	B7: Elazig	27.7	191.6±0.9	0.6	17.5	49.2
<i>S. vuralii</i> H. Duman & Baser* (ZT)	C4: Icel	16.8	198.6±6.3	-	16.4	54.9

Στη δική μας περίπτωση, τα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα εκφράστηκαν σε καφεϊκό οξύ και οι τιμές κυμάνθηκαν, περίπου, σε 0,7 mg/mL καφεϊκού οξέος στο *S. syriaca* και 0,43 mg/mL καφεϊκού οξέος στο *S. scardica*. Ως φαίνεται, η περιεκτικότητά τους σε Ολικά Φαινολικά είναι αρκετά χαμηλή, όμως, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση με την παραπάνω μελέτη, καθώς είναι εκφρασμένα σε διαφορετικά ισοδύναμα.

Σε άλλη μελέτη, που πραγματοποιήθηκε από τους Deveci et al. (2019), μελετήθηκε η αντιοξειδωτική δράση και το ολικό φαινολικό περιεχόμενο των αιθερίων ελαίων δύο διαφορετικών ειδών *Sideritis* (*albiflora* και *leptoclada*).

Όσον αφορά την αντιοξειδωτική δράση, υπολογίστηκε με τη μέθοδο DPPH, μέσω της γραφικής παράστασης των ποσοστών αντιοξειδωτικής δράσης 50% απορρόφησης ριζών έναντι των συγκεντρώσεων του δείγματος (μg/mL). Για την ακρίβεια, οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 17,9±0,9 μg/mL και 28,3±0,1 μg/mL με σχετικά υψηλή δραστηριότητα απορρόφησης ριζών.

Στη δική μας περίπτωση, τα αιθέρια έλαια των φυτικών ειδών *Sideritis* που αναλύθηκαν (*scardica* και *syriaca*) υπολογίστηκαν με τιμές εκφρασμένες σε Trolox, οι οποίες ήταν 5,81 μM Trolox και 4,2 μM Trolox, αντίστοιχα.

Στην ίδια μελέτη (Deveci et al., 2019), το Ολικό Φαινολικό Περιεχόμενο που βρέθηκε για τα δύο είδη *Sideritis* εκφράστηκε σε ισοδύναμα Πυροκατεχόλης (μg Pes/mg ξηρού βάρους) και συγκεκριμένα, οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 32,5±0,5 και 41,5±0,8 μg PEs/mg ξηρού βάρους, που όπως διαπιστώθηκε και από τους συγγραφείς, οι συγκεντρώσεις ήταν υψηλές σε φαινολικά συστατικά.

Στη δική μας μελέτη, από την άλλη, όπως παρατηρήθηκε στα υδρομεθανολικά εκχυλίσματα, έτσι και στα αιθέρια έλαια των δύο ειδών *Sideritis*, το Ολικό Φαινολικό Περιεχόμενο ήταν εξαιρετικά χαμηλό της τάξης του 0,24 mg/mL καφεϊκού οξέος (για *S. syriaca*) και 0,37 mg/mL καφεϊκού οξέος (για *S. scardica*), αντίστοιχα.

Οπότε, αντιλαμβανόμαστε ότι τόσο η αντιοξειδωτική δράση όσο και το Ολικό Φαινολικό Περιεχόμενο των αιθερίων ελαίων των φυτών που μελετήθηκαν ήταν χαμηλά σε αντίθεση με των αντίστοιχων μελετών.

Εν κατακλείδι, θα έλεγε κανείς ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία τόσο στο ποιοτικό όσο και στο ποσοτικό περιεχόμενο των φυτών του γένους *Sideritis*. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές αλλά και κάποιες ομοιότητες με τις υπόλοιπες αντίστοιχες μελέτες και επιβεβαιώνεται, έτσι, η πολυπλοκότητα αυτού του φυτού, η οποία, ενδεχομένως να οφείλεται στην τάση του για υβριδισμό, γεγονός που μπορεί να μεταλλάσσει τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, αλλά και στις διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας, επεξεργασίας και ανάλυσης του φυτού. Χρειάζεται, λοιπόν, περαιτέρω μελέτη και έρευνα για το εν λόγω φυτικό γένος και υπό ποιες συνθήκες μπορεί να αποδώσει το μέγιστο δυνατό, ώστε να αποτελεί έναν αξιόλογο σύμμαχο του ανθρώπινου οργανισμού.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

- Alcaraz M., & Tordera M. (1988). Studies on the gastric anti-ulcer activity of hypolaetin-8-glucoside. *Phytotherapy Research*, pp. 85-88.
- Aligiannis N., Kalpoutzakis E., Chinou I.B., Mitakou S., Gikas E. and Tsarbopoulos A. (2001). Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of Five Taxa of *Sideritis* from Greece. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 49(2): 811-815.
- Aneva I., Zhelev P., Kozuharova E., Danova K., Nabavi S.F., Behzad S. (2019). Genus *Sideritis*, section *Empedoclia* in southeastern Europe and Turkey - studies in ethnopharmacology and recent progress of biological activities. *Daru.*;27(1):407-421.
- Bas E., Recio M.-C., Giner R., Máñez S., Cerdá-Nicolás, M., & Rios J.-L. (2006). Anti-Inflammatory Activity of 5- O -Demethylnobiletin, a Polymethoxyflavone Isolated from *Sideritis tragoriganum*. *Planta Medica*, pp. 136-142.
- Baser K.H.C.; Kirimer, N.; Tümen, G. (1997). Essential oil of *Sideritis scardica* Griseb subsp. *scardica*. *J. Essent. Oil Res.*, 9, 205–207.
- Bojovic D., Jankovic S., Potpara Z. and Tadic V. (2011). Summary of the Phytochemical Research Performed to date *Sideritis* species. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*.12(3):109-122.
- Chen L.Y., Cheng C.W. and Liang J.Y. (2015). Effect of esterification condensation on the Folin-Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. *Food Chemistry*. Vol.170.
- Chinou I. and Kroes B. (2016). Assessment report on *Sideritis scardica* Griseb; *Sideritis clandestine* (Bory & Chaub) Hayek; *Sideritis raeseri* Boiss & Heldr; *Sideritis syriaca* L., herba. European Medicines Agency (EMA). Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC).
- Deveci E, Tel-Çayan G, Usluer Ö, Emin Duru M. (2019). Chemical Composition, Antioxidant, Anticholinesterase and Anti-Tyrosinase Activities of Essential Oils of Two *Sideritis* Species from Turkey. *Iranian Journal of Pharmaceutic Research*. Spring;18(2):903-913
- Devika M. (2021) An Overview of Medicinal and Aromatic Plants. *Medicinal Aromatic Plants* (Los Angeles) 10: 387
- European Union herbal monograph on *Sideritis scardica* Griseb.; *Sideritis clandestine* (Bory & Chaub.) Hayek; *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr.; *Sideritis syriaca* L., herba EMA/HMPC/39453/2015
- Font Quer P. 2000. *Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado*. Barcelona: Ediciones Península;
- Gonzales- Burgos E., Carretero M.E. & Gomez-Serranillos M.P. (2011). *Sideritis* spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities – A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 135, 209-225.
- Gurumurthy B.R., RameshK.P., Dinesh B. (2017). Structural Analysis of Merino Wool, Pashmina and Angora Fibers Using Analytical Instruments Like Scanning Electron Microscope And Infra-Red Spectroscopy. *International Journal of Engineering Technology Science and Research* 2394-3386, pp.67-74.



- Güvenç A., Houghton P.J., Duman S., Coşkun M. & Şahin P. (2005) Antioxidant Activity Studies on Selected *Sideritis*. Species Native to Turkey, *Pharmaceutical Biology*, 43:2, 173-177.
- Irakli, M.; Tsifodimou, K.; Sarrou, E.; Chatzopoulou, P. (2018). Optimization infusions conditions for improving phenolic content and antioxidant activity in *Sideritis scardica* tea using response surface methodology. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants.*, 8, 67–74.
- Kalivas, A., Ganopoulos, I., Xanthopoulou, A., Chatzopoulou, P., Tsaftaris, A., & Madesis, P. (2014). DNA barcode ITS2 coupled with high resolution melting (HRM) analysis for taxonomic identification of *Sideritis* species growing in Greece. *Molecular Biology Reports*, 41(8), 5147–5155.
- Kara M., Sahin H., Turumtay H., Dinc S. and Gumuscu A. (2014). The Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Tea with different Parts of *Sideritis condensate* at Different Steeping Conditions. *Journal of Food and Nutrition Research*; 2(5):258-262.
- Kirimer, N., Baser, K. H. C., Demirci, B., & Duman, H. (2004). Essential Oils of *Sideritis* Species of Turkey Belonging to the Section Empedoclia. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(1), 19–23.
- Kloukina, C.; Tomou, E.M.; Skaltsa, H. Essential oil composition of two Greek cultivated *Sideritis* spp. *Nat. Volatiles Essent. Oils* (2019), 6, 16–23.
- Kloukina<sup>a</sup> C., Tomou E.M., Krigas N., Sarropoulou V., Madesis P., Maloupa E., Skaltsa H. (2020). Non-polar secondary metabolites and essential oil of ex situ propagated and cultivated *Sideritis syriaca* L. subsp. *syriaca* (Lamiaceae) with consolidated identity (DNA Barcoding): towards a potential new industrial crop. *Industrial Crops and Products*. v.158 pp. 112957
- Knorle R. (2012). Extracts of *Sideritis scardica* as triple monoamine reuptake inhibitors. *Journal Neural Transm.* 119(12), 1477-82.
- Kostadinova E., Alipieva K., Stefova M., Valentinova-Antonova D., Evstatieva L., Stefkov G., Bankova V. (2008). Influence of cultivation on the chemical composition and antimicrobial activity of *Sideritis* spp. *Pharmacognosy Magazine*, pp. 102-106.
- Koutsos T. and Chatzopoulou P. (2009) “*Sideritis* species in Greece: the current situation” in “Report of a Working Group on Medicinal and Aromatic Plants”, European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Editor E. Lipman, Bioversity International, pg. 112-114.
- Logoglu E., Arslan S., Oktemer A. and Sakoyan I. (2006). Biological activities of some natural compounds from *Sideritis siphylea* Boiss. *Phytotherapy Research*; 20(4):294-297.
- Lough W.I. and Wainer I.W. (1996). High performance liquid chromatography: fundamental principles and practice. London: Blackie Academic & Professional.
- Meyer V.R. (1993). Practical high performance liquid chromatography. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Moroney M., Alcaraz M., Forder R., Carey F., & Hault, J. (1988). Selectivity of neutrophil 5-lipoxygenase and cyclo-oxygenase inhibition by an anti-inflammatory flavonoid glycoside and related aglycone flavonoids. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, pp. 787-792.
- Papanikolaou, K., Kokkini, S. (1982). A Taxonomic Revision of *Sideritis* L. Section Empedoclia (Rafin.) Bentham (Labiatae) in Greece. In: Margaris, N., Koedam, A., Vokou, D. (eds) *Aromatic Plants. World Crops: Production, Utilization, and Description*, vol 7. Springer, Dordrecht.
- Petreska, J., Stefkov, G., Kulevanova, S., Alipieva, K., Bankova, V., & Stefova, M. (2011). Phenolic Compounds of Mountain Tea from the Balkans: LC/DAD/ESI/MSn Profile and Content. *Natural Product Communications*, 6(1), 1934578X1100600.

Stanoeva, J.P.; Stefova, M.; Stefkov, G.; Kulevanova, S.; Alipieva, K.; Bankova, V.; Ina Aneva, I.; Evstatieva, L.N. (2015). Chemotaxonomic contribution to the *Sideritis* species dilemma on the Balkans. *Biochem. Syst. Ecol.*, 61, 477–487.

Todorova M., Trendafilova A., Evstatieva L., Antonova D. (2013). Volatile components in *Sideritis scardica* Griseb. Cultivar. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*.66(4);507-512.

Todorova, M.; Trendafilova, A. (2014). *Sideritis scardica* Griseb., an endemic species of Balkan peninsula: Traditional uses, cultivation, chemical composition, biological activity. *J. Ethnopharmacol.* 152, 256–265.

Tunalier, Z., Kosar, M., Ozturk, N., Baser, K. H. C., Duman, H., & Kirimer, N. (2004). Antioxidant Properties and Phenolic Composition of *Sideritis* Species. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(3), 206–210.

Vassilevska-Ivanova R., Shtereva L., Stancheva I., Geneva M., and Hristozkova M. (2016). Determination of the antioxidant capacity of *Sideritis scardica* Specimens collected at different regions in Bulgaria. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*; 69(10):1307-1314.

Żyżelewicz, D., Kulbat-Warycha, K., Oracz, J., & Żyżelewicz, K. (2020). Polyphenols and Other Bioactive Compounds of *Sideritis* Plants and Their Potential Biological Activity. *Molecules*, 25(16), 3763.

### **Ελληνική**

Ανάσης, Ε. (1976). Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδος. Αθήνα: Μακρή.

Γαβριέλη, Χ. (1999). Φυσικοχημική και φαρμακολογική μελέτη του φυτού *Sideritis raeseri* ssp. *raeseri* «Τσάι του βουνού». Θεσσαλονίκη: Ελληνική Εταιρεία Εθνοφαρμακολογίας.

Γεννάδιος, Π. (1959). Φυτολογικόν Λεξικόν. Αθήνα: ΜΟΣΧΟΥ ΧΡ. ΓΚΙΟΥΡΔΑ.

Γκολιάρης, Α. (1995). Γενετική μελέτη στο ελληνικό τσάι του βουνού (*Sideritis* L.). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Διδακτορική Διατριβή.

Γρηγοράτος Ι. 2002. Αρωματική και Φαρμακευτική Χλωρίδα της Ελλάδας: ένας εθνικός αναξιοποίητος πλούτος/ Προοπτικές – Κίνητρα. *ΑΓΡΟbusiness* 3/2002: 52-57.

Κατσιώτης, Σ., & Χατζοπούλου, Π. (2016). Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια Παραγωγή, επεξεργασία, μεταποίηση, αξιοποίηση, διεθνείς αγορές, αρωματοθεραπεία, αρωματοποιία. Θεσσαλονίκη: Κυριακίδη.

Κουτσός, Θ. (2006). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Θεσσαλονίκη: Ζήτη.

Φοίτος Δ., Κωνσταντινίδης Θ., Καμάρη Γ. (Επ. Εκδ.), (2009). Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων και Απειλούμενων Ειδών της Ελλάδας, Τόμος Δεύτερος (E-Z), Ελληνική Βοτανική Εταιρεία, Πάτρα.