



«ΛΑΕΡΤΗΣ»

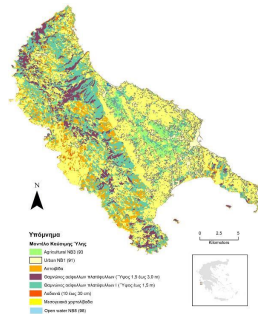
(Υποέργο 2)

«Καινοτόμο Επιχειρησιακό Σύστημα Διαχείρισης Φυσικών Κινδύνων στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων / Τρέχουσες Μετεωρολογικές Συνθήκες, Κλιματική Μεταβλητότητα και Εκτίμηση Κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς στα Επτάνησα, MIS 5010951»

Υπό –Παραδοτέο (Συμπληρωματικό) 2.1.4

“Η μεταπυρική συμπεριφορά των ειδών *Cistus spp.* (Λαδανιά) και η αξιολόγηση του Μοντέλου Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) για το νησί της Ζακύνθου”.

Μελέτη/Τεχνική Αναφορά



ΖΑΚΥΝΘΟΣ 2022



ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μιλτιάδης Αθανασίου (Ph.D.): Ειδικός Επιστήμονας, Συνεργάτης Ιονίου Πανεπιστημίου
Αριστοτέλης Μαρτίνης (Ph.D): Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος
Γαβριήλ Ξανθόπουλος (Ph.D): Ερευνητής Α' ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (Ινστιτούτο δασικών Ερευνών)

Βιβλιογραφική αναφορά

Αθανασίου, Μ. Μαρτίνης Α, Γ. Ξανθόπουλος. 2021. Αναγνώριση και αντιστοίχιση τύπων καύσιμης ύλης και δημιουργία νέων μοντέλων καύσιμης ύλης (MKY). Παραδοτέο 2.1.4 του έργου «Λαέρτης». Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Κέρκυρα.

It can be cited as:

Athanasiou, M. Martinis, A., G. Xanthopoulos. 2021. Description of forest fuels in Ionian islands. Deliverable 2.1.4 of the project "Laertis". Ionian University, Corfu.



Πίνακας περιεχομένων

Υπό –Παραδοτέο (Συμπληρωματικό) 2.1.4	1
Μελέτη/Τεχνική Αναφορά.....	1
ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
Βιβλιογραφική αναφορά.....	2
It can be cited as:.....	2
1. Εισαγωγή.....	5
2. Μεσογειακά οικοσυστήματα.....	5
2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....	5
2.2 Το μεσογειακό κλίμα.....	6
2.3 Κλίμα και μετεωρολογικά στοιχεία.....	7
3. Μεσογειακή βλάστηση.....	11
3.1 Μεσογειακά οικοσυστήματα και πυρκαγιές	12
3.2 Μεταπυρική Συμπεριφορά των Δασικών Οικοσυστημάτων Μεσογειακού Κλιματικού Τύπου.	13
3.3 Η φυσική διαδοχή της βλάστησης μετά τη φωτιά.....	14
3.4 Προσαρμοστικές Στρατηγικές μεσογειακών Ειδών	15
3.5 Ιδιότητες είδους <i>Cistus sp</i> (Λαδανιά).....	18
4. Οικολογικά μοντέλα	19
4.1 Μοντέλο Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) για τη λαδανιά.....	20
5. Περιοχή μελέτης.....	22
5.1 Χλωρίδα.....	23
6. Μεθοδολογία.....	26
6.1 Μεθοδολογικά Εργαλεία Έρευνας.....	27
6.2 Περιοχές δειγματοληψίας.....	27
7. Η Βιοποικιλότητα στις περιοχές έρευνας.....	32
8. Καταγραφή αναγέννησης.....	33
9. Μ.Κ.Υ. <i>Cistus spp</i>	34
10. Παρακολούθηση της δυναμικής εξέλιξης των <i>Cistus spp</i> για την αξιολόγηση του Μ.Κ.Υ.	41
Πίν_2 Καταγραφή δεδομένων πεδίου σε νέα plots	42
Συνέχεια πίν_2	43



11. Αποτελέσματα	46
12. Συμπεράσματα.....	53
13. Βιβλιογραφία	62
Ξενόγλωσση	62
Ελληνική	63
14. Παραρτήματα	66





1. Εισαγωγή

Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά μιας δασικής πυρκαγιάς συνιστούν τη «συμπεριφορά» της και καθορίζουν τη χωρική της εξάπλωση. Ο ρυθμός εξάπλωσης (ROS, m/min, km/h ή m/sec) είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά και σύμφωνα με τη διεθνή και εθνική βιβλιογραφία μπορεί να εκτιμηθεί για τις περιπτώσεις πυρκαγιών επιφανείας κυρίως, με βάση τα διάφορα μοντέλα πρόβλεψης, (Rothermel (1972); Andrews (2009,2014); Athanasiou and Xanthopoulos (2014); Αθανασίου 2015).

Στην παρούσα εργασία/αναφορά, η οποία υλοποιείται στο πλαίσιο του ΠΕ 2.1.4 του έργου ΕΣΠΑ 2014 - 2020, ΠΕΠ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ: «ΛΑΕΡΤΗΣ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ / ΤΡΕΧΟΥΣΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΕΠΤΑΝΗΣΑ, (ΥΠΟΕΡΓΟ 2) MIS 5010951» και κωδικό ΕΛΚΕ 80383, στόχος είναι η μελέτη της μεταπυρικής οικολογίας του πυρόφιλου είδους *Cistus spp* και η αξιολόγησή του, τόσο για τη συμπεριφορά του μετά την πυρκαγιά, όσο και την εκτίμηση της ζωντανής και νεκρής βιομάζας, η οποία παίζει καθοριστικό ρόλο στην ένταση και εξέλιξη μιας πυρκαγιάς.

Η μελέτη αφορά στην διερεύνηση της μεταπυρικής συμπεριφοράς του είδους, έξι (6) με δέκα (10) έτη περίπου μετά την πυρκαγιά και η αξιολόγηση του Μ.Κ.Υ για τα είδη *Cistus spp* (λαδανιά) το οποίο έχει δημιουργήσει η ομάδα του έργου απότέλουμένη από: Μιλτιάδη Αθανασίου, Αριστοτέλη Μαρτίνης και Γαβριήλ Ξανθόπουλο, για την περιοχή της Ζακύνθου.

2. Μεσογειακά οικοσυστήματα

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Τα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα απαντώνται σε 5 περιοχές του κόσμου. Είναι συγκεντρωμένα μεταξύ των 30° και 40° βόρεια ή νότια του ισημερινού, (Di Castri F., 1981) και χαρακτηρίζονται από ξηρά καλοκαίρια και υγρούς, ήπιους χειμώνες (Hobbs R., 1995). Πιο συγκεκριμένα, στις πέντε περιοχές, δηλαδή στη Μεσογειακή λεκάνη, στην Καλιφόρνια, στη Χιλή, στη Νότια Αφρική και στη νοτιοδυτική και νότια Αυστραλία υπάρχουν έντονες εποχιακές διακυμάνσεις σε πολλούς φυσικούς πόρους, με σημαντικότερο από αυτούς την υγρασία. Στις περιοχές αυτές το νερό είναι άφθονο κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αλλά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μετατρέπεται για τους περισσότερους οργανισμούς σε περιοριστικό παράγοντα. (Καζάκου Ε., 2001). Η φυσική βλάστηση που κυριαρχεί σε αυτές τις περιοχές αποτελείται από αείφυλλα σκληρόφυλλα μικρά δέντρα ή θάμνους. Τα χαρακτηριστικά της βλάστησης είναι παρόμοια, ακόμα και αν οι περιοχές που αναπτύσσεται βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις. Η Μεσογειακή βλάστηση είναι πλούσια με υψηλό δείκτη ενδημικότητας, διότι η μεσογειακή λεκάνη παρουσιάζει μια



ασυνήθιστη γεωλογική και τοπογραφική ποικιλία λόγω της γεωγραφικής της θέσης, της σύνθετης γεωλογικής ιστορίας των κλιματικών της συνθηκών καθώς αποτελείται από ψηλά βουνά, χερσονήσους και ένα από τα μεγαλύτερα αρχιπελάγη του κόσμου. (Blonden J. και Aronson J., 1995). Η ποικιλία αυτή συνδυαζόμενη με το ιδιαίτερο κλίμα και τα θρεπτικά συστατικά συνθέτουν τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το φυσικό τοπίο γύρω από τη μεσόγειο. Η παρέμβαση του ανθρώπου όμως, στην εν λόγω περιοχή χρονολογείται 6 με 8 χιλιάδες χρόνια πίσω σύμφωνα με τον Le Houerou H.N., 1979 και φτάνει μέχρι τις μέρες μας με αποτέλεσμα να έχει προκαλέσει μεταβολές και προσαρμογές στη βλάστηση, ώστε να θεωρείται σήμερα ότι έχει αποκτήσει ανθρωπογενή δομή. Σε καμία άλλη περιοχή του κόσμου δεν έχει σημειωθεί παρόμοιος παραλληλισμός του οικοσυστήματος με τα ανθρώπινα κοινωνικά συστήματα και ειδικά για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, της γεωργίας και η παρουσία πυρκαγιών με μεγάλη πλέον συχνότητα, φαίνεται πως έχουν τελικά διαμορφώσει το μεσογειακό τοπίο. χαρακτηριστικό που ευνοείται από την ιδιαίτερη γεωμορφολογία των νησιωτικό χώρο, τις χερσονήσους, τις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες, τη σύσταση των πετρωμάτων και την ιστορία της περιοχής, η οποία ανάγεται στα βάθη πολλών αιώνων. (Orshan G., 1983).

2.2 Το μεσογειακό κλίμα

Το βασικό χαρακτηριστικό των μεσογειακού κλίματος είναι οι εναλλαγές των ήπιων υγρών χειμώνων με τα ζεστά άνυδρα καλοκαίρια, παρουσιάζουν δηλαδή δι-εποχικότητα. (Orshan G., 1983). Είναι ένα σύστημα το οποίο κινείται μεταξύ του εύκρατου και του ξηρού τύπου κλίματος (Di Castri F., Goodall D.W, Specht L.R, 1981). Το μεγαλύτερο μέρος των ετήσιων βροχοπτώσεων σημειώνεται το χειμώνα, ενώ κατά τους θερινούς μήνες σημειώνεται μεγάλη ξηρασία, με εξαίρεση τις θερινές καταιγίδες. Οι πυρκαγιές είναι ένα επίσης χαρακτηριστικό φαινόμενο του μεσογειακού κλίματος, λόγω της παρατεταμένης καλοκαιρινής ξηρασίας.

Σύμφωνα με τον Αμερικανό κλιματολόγο (Aschmann H., 1973) ορίζονται τρία βασικά κριτήρια κατά τα οποία το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί μεσογειακό:

- για τις παράκτιες περιοχές το ποσό βροχόπτωσης θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 275-900 mm, ενώ για τις θερμότερες ηπειρωτικές περιοχές το κατώτατο όριο είναι 350 mm.
- μεταξύ των μηνών Νοεμβρίου-Απριλίου στο Β.ημισφαίριο και Μαΐου-Οκτωβρίου στο Ν.ημισφαίριο θα πρέπει να έχει σημειωθεί το 65 % των ετήσιων βροχοπτώσεων.
- κατά τη χειμερινή περίοδο θα πρέπει να υπάρχει ένας μήνας κατά τον οποίο η μέση θερμοκρασία να είναι μικρότερη από 15°C, ενώ η διάρκεια της περιόδου όπου η θερμοκρασία φτάνει τους 0°C δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 3% της συνολικής διάρκειας της χειμερινής περιόδου.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι στα εν λόγω οικοσυστήματα κατά τη θερμή εποχή υπάρχει μια περίοδος ξηρασίας, στην οποία η βλάστηση χρειάζεται περισσότερο νερό από αυτό που δέχεται. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι περιοχές στις οποίες το κλίμα



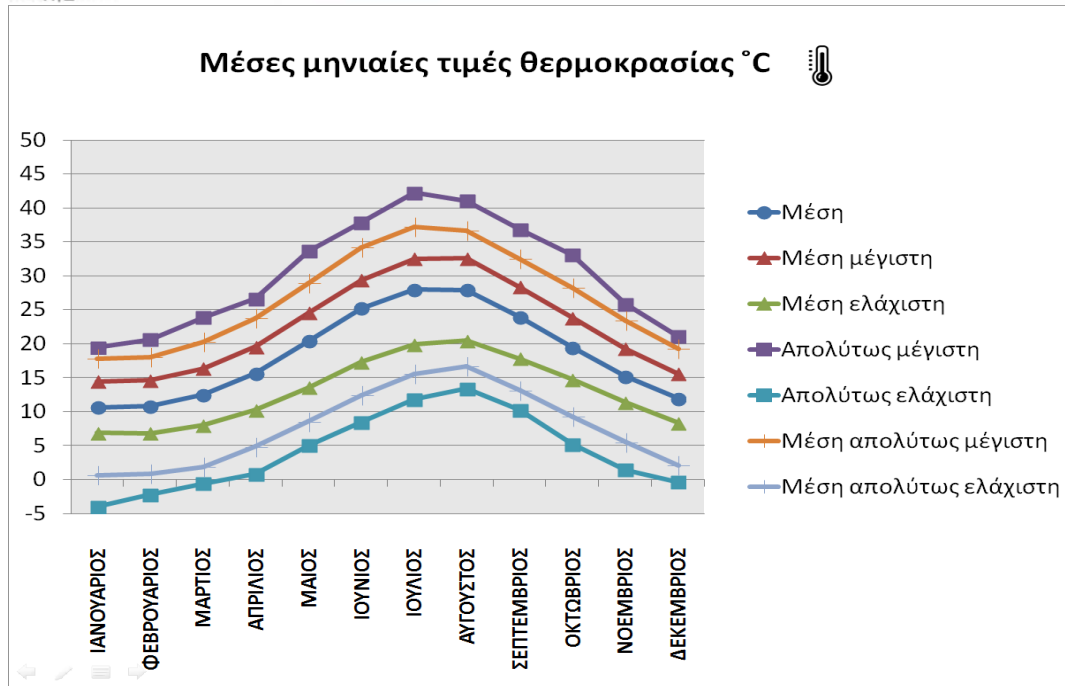
είναι μεσογειακό, ενώ είναι μεταξύ τους γεωγραφικά απομονωμένες, παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά.

2.3 Κλίμα και μετεωρολογικά στοιχεία

Η Ζάκυνθος ανήκει στη κλιματική ζώνη Α της Ελλάδος και το κλίμα της είναι ιδιαίτερα ήπιο, θαλάσσιο-μεσογειακό και υγρό. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας για τη περίοδο 1982 έως 2018 η θερμοκρασία κατά τον ψυχρότερο μήνα, τον Ιανουάριο, παρουσιάζει μέση τιμή 10,61°C και κατά τον θερμότερο, τον Ιούλιο 27,97°C. Οι χειμώνες είναι γενικά ήπιοι, τα καλοκαίρια δροσερά και οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από απόλυτη μέγιστη κατά τον μήνα Ιούλιο 42,20°C έως την απόλυτη ελάχιστη κατά τον μήνα Ιανουάριο στους -4,00°C. Η μέση σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται στο 72,66%. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής υπολογίζεται στις 87 ημέρες.

Η νέφωση με μέση ετήσια τιμή 3,2 είναι από τις πιο μικρές της χώρας, ενώ η ηλιοφάνεια με 160 αίθριες ημέρες και 30 νεφοσκεπείς έρχεται δεύτερη, μετά τα Δωδεκάνησα. Από τον Οκτώβριο έως και τον Φεβρουάριο οι καταιγίδες και το χαλάζι είναι συχνά φαινόμενα με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 1,150 χιλιοστά, φαινόμενο που οφείλεται στις κινούμενες από τα δυτικά προς τα ανατολικά νεφώσεις και των συχνών υγρών ανέμων του νότιου τομέα. Η χιονόπτωση είναι σπάνια και όταν συμβαίνει δεν διατηρείται περισσότερο από 1-2 ημέρες. Τους θερινούς μήνες, ιδιαίτερα από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο επικρατούν οι βορειοδυτικοί άνεμοι, ενώ κατά τη ψυχρή περίοδο οι νοτιοδυτικοί.

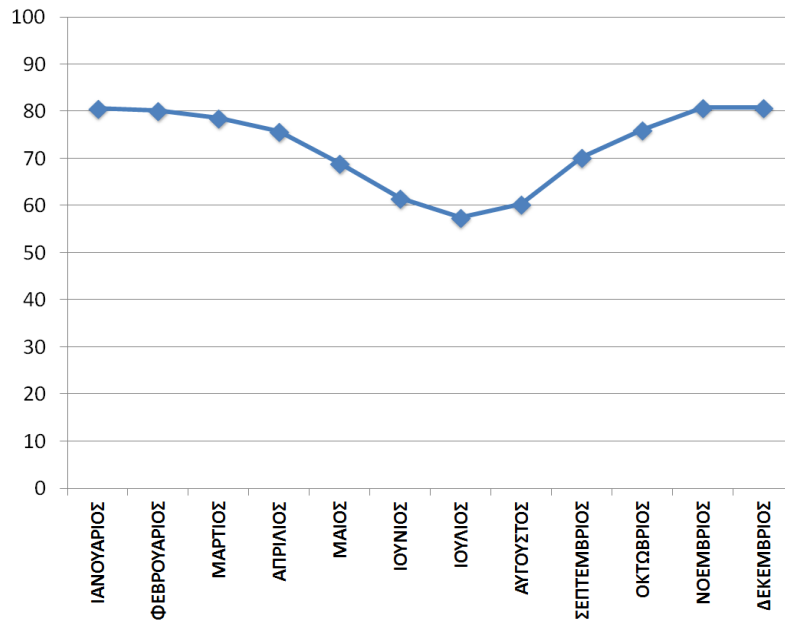
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται τα δεδομένα της εθνικής μετεωρολογικής υπηρεσίας σε μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ηλιοφάνειας, νέφωσης και ύψος βροχόπτωσης. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο 36 ετών και λήφθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό με, όνομα σταθμού: ΖΑΚΥΝΘΟΣ, κωδικός σταθμού: 16719, γεωγραφικό μήκος σταθμού 20.89 και γεωγραφικό πλάτος σταθμού 37.74.



Ετήσιες τιμές θερμοκρασίας

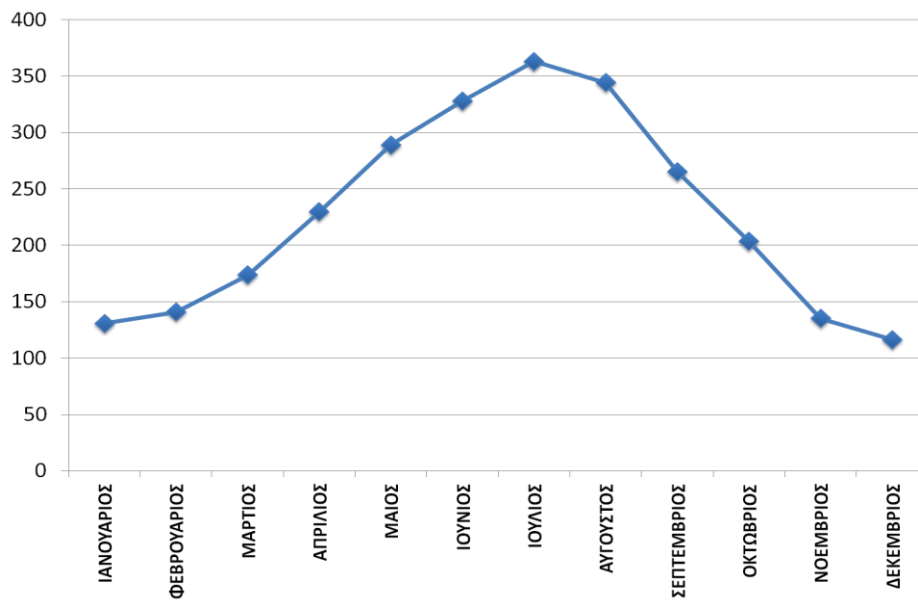
- Μέση θερμοκρασία: 18,43°C
- Μέση μέγιστη θερμοκρασία: 22,54°C
- Μέση ελάχιστη θερμοκρασία: 12,93°C
- Απολύτως μέγιστη θερμοκρασία: 42,20°C
- Απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία: -4,00°C
- Μέση απολύτως μέγιστη θερμοκρασία: 26,63°C
- Μέση απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία: 7,60°C

Μέση σχετική υγρασία %



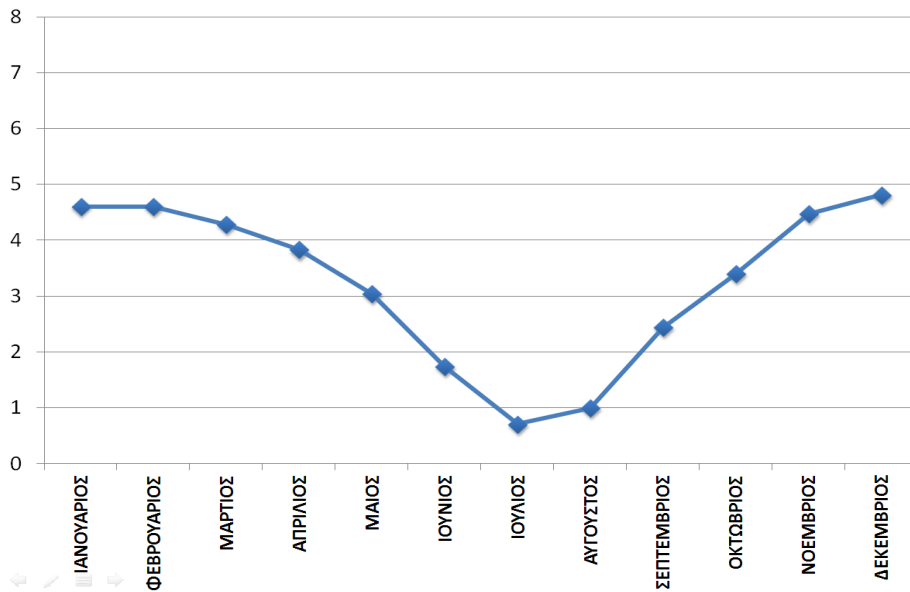
Μέσα ποσοστά σχετικής υγρασίας για κάθε μήνα.

Μέση ηλιοφάνεια σε μηνιαίες ώρες



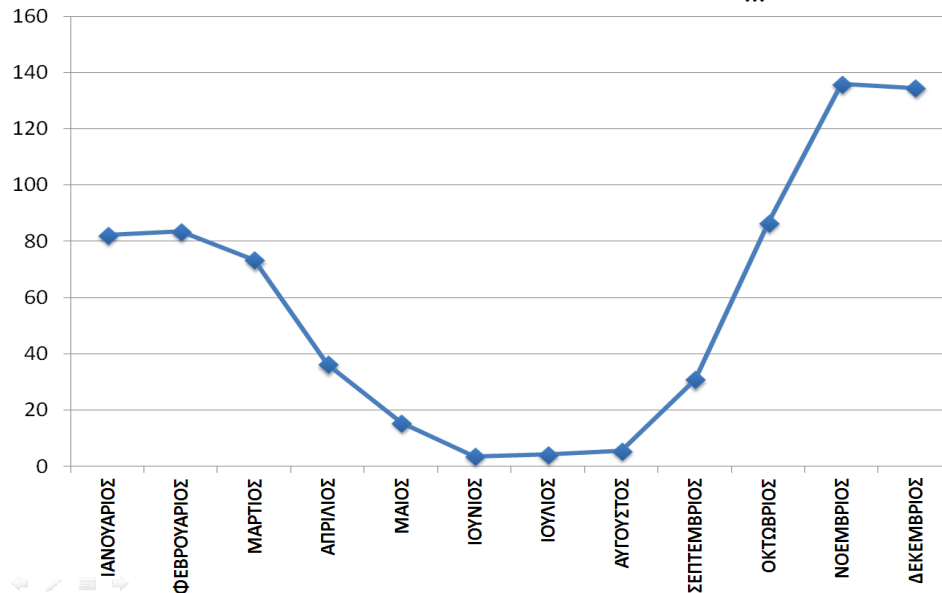
Μέσες ώρες ηλιοφάνειας για κάθε μήνα.

Μέση νέφωση σε οκτάβαθμη κλίμακα ☁



Μέσες τιμές νέφωσης για κάθε μήνα

Μέσο μηνιαίο ύψος σε χιλιοστά (mm) ☔



Μέσες τιμές ύψους βροχόπτωσης για κάθε μήνα.



3. Μεσογειακή βλάστηση

Η βλάστηση στις Μεσογειακές περιοχές, συγκριτικά με αυτή της Ευρώπης, είναι πολύ πλούσια, και λόγω του τεμαχισμού της γης σε μικρότερα νησιά και χερσονήσους ο βαθμός ενδημικότητας των ειδών είναι αρκετά υψηλός. Έτσι, κατά μήκος της μεσογειακής λεκάνης εμφανίζονται περίπου 25.000 είδη αγγειόσπερμων και γυμνόσπερμων, καθώς και περισσότερα από 100 κοινά είδη δέντρων, ενώ σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% τα μεσογειακά είδη είναι ενδημικά. (Quezel P., 1981, Blondel J. και Aronson J., 1995)

Η τυπική βλάστηση των Μεσογειακών οικοσυστημάτων αποτελείται από αειφύλλα, σκληρόφυλλους θάμνους, μικρά δέντρα και ετήσια φυτά και οι δυο κυριότεροι τύποι βλάστησης που επικρατούν στο οικοσύστημα είναι η μακία βλάστηση και τα φρύγανα. Χαρακτηριστικά είδη της μακίας βλάστησης μεταξύ άλλων είναι: ο σχοίνος (*pistacia lentiscus*), το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), το φυλλίκι (*Phillyrea latifolia*) και η ελιά (*Olea europea*), ενώ τα φρύγανα χαρακτηρίζονται από την αστίβη (*Sarcopoterium spinosum*), τη λαδανία (*Cistus creticus, salvifolius, parviflora*), το θυμάρι (*Thymous capitatus*) και άλλα.

Κατά μήκος της Μεσογειακής λεκάνης συναντάμε πολλά είδη τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες μεσογειακού τύπου κλίματος όπως η ελιά (*Olea europea*), η αριά (*Quercus ilex*), το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*) και διάφορα άλλα είδη. Τα είδη αυτά μπορούν να επιβιώσουν στο ξηρό, θερμό καλοκαίρι και τον υγρό χειμώνα του μεσογειακού κλίματος, έχουν όμως μικρή αντοχή σε θερμοκρασίες χαμηλότερες κατά μέσο όρο των 3°C. (Blamey L. και Grey-Wilson C., 1993). Αναπτύσσονται κυρίως την άνοιξη και έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και την ξηρασία, περιορίζοντας το ύψος τους και την πυκνότητα τους. Η αειφυλλία εξυπηρετεί την εξοικονόμηση υγρασίας, ο εποχιακός διμορφισμός, η δημιουργία δερματοδών φύλλων, το κλείσιμο των στομάτων, τα αγκάθια στον κορμό και στα φύλλα και η έκκριση αιθέριων ελαίων και, σε πολλές περιπτώσεις, δηλητηριωδών ουσιών που αποτρέπουν τη βόσκηση από άγρια ή κτηνοτροφικά ζώα είναι μερικοί από τους μηχανισμούς και τις στρατηγικές που ανέπτυξαν τα είδη της μεσογειακής βλάστησης ώστε να επιβιώσουν. ((Di Castri F., Goodall D.W, Specht L.R, 1981). Η θερινή ξηρασία όμως είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα που έχουν να αντιμετωπίσουν τα



περισσότερα φυτικά είδη που αναπτύσσονται στις Μεσογειακές περιοχές. Η πίεση που τους ασκείται από την έλλειψη νερού και τις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και άλλοι παράγοντες όπως οι πυρκαγιές, οδήγησαν τη βλάστηση να ελαχιστοποιήσει τη δραστηριότητα της κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

3.1 Μεσογειακά οικοσυστήματα και πυρκαγιές

Με τον όρο δασική πυρκαγιά εννοούμε την ανεξέλεγκτη φωτιά, η οποία προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση σε δασικά οικοσυστήματα. Έτσι, εκλύονται μεγάλα ποσά θερμότητας με αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του υλικού που καίγεται. Το φαινόμενο αυτό, το οποίο αποτελεί σχεδόν αναπότρεπτο γεγονός για τα μεσογειακά οικοσυστήματα, καταστρέφει κάθε χρόνο εκατομμύρια εκτάρια δασικών περιοχών, καθώς και εκτάσεις με άλλου τύπου βλάστηση, σε όλο τον πλανήτη και κυρίως στις περιοχές με μεσογειακό κλιματικό τύπο.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο πλήττει πολλές χώρες του μεσογειακού κλιματικού τύπου, όπου το καλοκαίρι παρατηρείται μεγάλη περίοδος ανομβρίας και υψηλές θερμοκρασίες. Οι μεγάλες πυρκαγιές προκαλούν ανεπανόρθωτες ζημιές κυρίως στα οικοσυστήματα. Με τον όρο πυρκαγιά εννοούμε την ανεξέλεγκτη φωτιά, η οποία προκαλείται από –μη ελεγχόμενη- καύση με το οξυγόνο. Έτσι, εκλύονται μεγάλα ποσά θερμότητας και φωτός με αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του υλικού που καίγεται. Το φαινόμενο αυτό καταστρέφει κάθε χρόνο εκατομμύρια εκτάρια δασικών περιοχών, καθώς και εκτάσεις με άλλου τύπου βλάστηση, σε παγκόσμια κλίμακα.

Είναι γνωστό ότι στις περιοχές της μεσογείου η συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών είναι αυξημένη. Χαρακτηριστικά, στα πευκοδάση φυσιολογικά η φωτιά εκδηλώνεται κάθε 80 με 100 χρόνια, ενώ στους θαμνότοπους κάθε 20 με 30 χρόνια. Τα αίτια της έναρξης και εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς είναι κυρίως ανθρωπογενή σε ποσοστό >95%, ενώ ένα μικρό ποσοστό περίπου 5% οφείλεται σε φυσικά αίτια και κυρίως σε κεραυνούς. Δηλαδή από τις 10.000 περίπου πυρκαγιές που εκδηλώνονται κάθε χρόνο στη χώρα μας, λιγότερες από 500 οφείλονται σε φυσικά αίτια. Οι κεραυνοί αφενός και η συσσώρευση της βιομάζας και γενικά καύσιμης ύλης αφετέρου, σε συνδυασμό με τις υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες και την ανομβρία αρκούν για να ξεκινήσει η φωτιά (Αριανούτσου - Φραγγιατάκη Μ., Καζάνης Δ., 2012).



Οι ανθρώπινες δραστηριότητες στις πυκνοκατοικημένες περιοχές αποτελούν σημαντική αιτία έναρξης μιας πυρκαγιάς και παράγοντα ερημοποίησης μιας περιοχής. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν αυξήσεις σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό και τον τρόπο εμφάνισής τους σε διάφορα μέρη του πλανήτη. Η πυρκαγιά αποτελεί βέβαια ένα οικολογικό φαινόμενο, που καθορίζει το σχήμα, τη δομή και την ποικιλομορφία του τοπίου, στο βαθμό όμως που μια πυρκαγιά είναι απαραίτητη για την αναγέννηση των οικοσυστημάτων. Όταν όμως έχουμε πυρκαγιές σε οικοσυστήματα που δεν έχουν αναπτύξει στρατηγικές προσαρμογής, τότε έχουμε υποβάθμιση μετά την πυρκαγιά. Επίσης υποβάθμιση και ερημοποίηση έχουμε και σε οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου βλάστησης, όταν οι πυρκαγιές είναι επαναλαμβανόμενες και ακολουθεί νέα πυρκαγιά πριν το οικοσύστημα, με τη δυναμική του επανακάμψει και αποκατασταθεί. Τότε απαιτούνται δράσεις αποκατάστασης, πριν να έχουμε άμεσες αρνητικές συνέπειες και επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, στη διάβρωση των εδαφών, στην εμφάνιση πλημμυρών, φαινόμενα που οδηγούν στην ερημοποίηση.

Οι συνέπειες του είναι καταστροφικές μιας και οι πυρκαγιές είναι ο βασικότερος λόγος για τον οποίο παρατηρείται μεταβολή της δομής και της κατανομής των φυσικών διαπλάσεων της μεσογειακής ζώνης. Επηρεάζει άμεσα τη βλάστηση, το έδαφος, την βραδέως μετακινούμενη πανίδα. Προκαλεί επίσης και μεγάλη οικονομική ζημία στις τοπικές κοινωνίες και στην εθνική οικονομία ευρύτερα.

Με το πέρας των ετών, παρατηρούνται όλο και περισσότερες ανεξέλεγκτες δασικές πυρκαγιές λόγω της αλλαγής του κλίματος, της αύξησης της βιομάζας αλλά και την κακή έως ανύπαρκτη δασική διαχείριση (Τσαγκάρη Κ., Καρέτσος Γ., Προύτσος Ν., 2011).

3.2 Μεταπυρική Συμπεριφορά των Δασικών Οικοσυστημάτων Μεσογειακού Κλιματικού Τύπου.

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα κυρίως την άνυδρη θερινή περίοδο, η οποία έχει μεγάλη διάρκεια και χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μηχανισμών επιβίωσης των ειδών που ευδοκιμούν σε αυτά. Πιο συγκεκριμένα, η έντονη απουσία νερού σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες αποξηραίνουν ταχύτατα την ποώδη βλάστηση καθώς και τμήματα των δέντρων. Έτσι, ξερά φύλλα και κλαδιά



απορρίπτονται στο έδαφος και σε συνδυασμό με την επίσης αποξηραμένη βλάστηση στον υπόροφο των συστάδων δημιουργείται ένα ιδιαίτερα εύφλεκτο στρώμα στην επιφάνεια του εδάφους. Αρκετά από αυτά τα είδη παράγουν ουσίες ιδιαίτερα εύφλεκτες όπως τα αιθέρια έλαια και οι ρητίνες, με αποτέλεσμα όλες οι παραπάνω συνθήκες σε συνδυασμό να μπορούν να υποστηρίξουν την έναρξη και την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Η εξέλιξη των μεσογειακών οικοσυστημάτων έχει επέλθει από την περιοδική δράση της φωτιάς σε αυτά. Σε όλες τις περιοχές του κόσμου με μεσογειακού τύπου κλίμα υπάρχουν ιστορικές αποδείξεις για τη δράση της φωτιάς, καθώς επίσης υπάρχουν αναφορές που ανάγουν τη δράση της φωτιάς στη μεσογειακή λεκάνη μετά το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου. (Αριανούτσου-Φραγκιατάκη Μ., 2011).

Έτσι, η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στα οικοσυστήματα μπορεί να είναι δυσμενής ή ευνοϊκή ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, όπως προαναφέρθηκε, η φωτιά αποτελεί σπουδαίο παράγοντα της οικολογικής εξέλιξης τους. Έτσι, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες μπορεί να εκδηλωθεί μια πυρκαγιά, καθώς και η επίδρασή της στα οικοσυστήματα, δεν είναι πάντα αρνητική. Η μορφή της, η ένταση της, η σύνθεση της βλάστησης, η συχνότητα επανάληψης καθώς και η επίδραση άλλων μεταπυρικών παραγόντων όπως η βόσκηση, επηρεάζουν άμεσα το αποτέλεσμα της στο οικοσύστημα. Αυτού του είδους οι φυσικές πυρκαγιές εκδηλώνονται κάθε περίπου 100 με 200 χρόνια με κύρια αίτια τους κεραυνούς. (Τσαγκάρη Κ., Καρέτσος Γ., Προύτσος Ν., 2011) Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η ανανέωση του οικοσυστήματος καθώς η δράση της πυρκαγιάς σε αυτή την περίπτωση είναι αναστρέψιμη.

3.3 Η φυσική διαδοχή της βλάστησης μετά τη φωτιά

Όπως έχει προαναφερθεί, ζωή δεν χάνεται μετά τη φωτιά. Όμως, η σύνθεσή της και η συνολική εικόνα της ζωής μέσα στο δάσος αλλάζει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στις περιπτώσεις όπου δεν επεμβαίνει ο άνθρωπος ή άλλος καθοριστικός παράγοντας (π.χ αλλαγές κλίματος κ.α), η βλάστηση τείνει να επανέλθει σε ένα στάδιο πολύ κοντά στο προηγούμενο. Ο χρόνος που απαιτείται για αυτές τις διαδικασίες αλλά και οι χαρακτηριστικές ενδιάμεσες φάσεις εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Όσο πιο ώριμη και πολύπλοκη σύνθεση εμφανίζει η βλάστηση πριν τη φωτιά, τόσο αργή είναι και η επαναφορά της. Αντίθετα, στις



περιοχές με χαμηλή βλάστηση(π.χ φρυγανότοποι), ο ρυθμός με τον οποίο επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση είναι πολύ μεγάλος με αποτέλεσμα η διαδικασία αυτή να ονομάζεται “αυτοδιαδοχή”.

Όσα φυτά κατάφεραν να σώσουν τους αναπαραγωγικούς τους μηχανισμούς κοντά στην επιφάνεια του καμένου εδάφους ή μέσα σε αυτό (θάμνοι, γεώφυτα και δέντρα που πρεμνοβλαστάνουν) καταφέρνουν να επανεμφανιστούν σε μικρό χρονικό διάστημα. Τα αρτίφυτρα φυτών έχουν την ικανότητα οι σπόροι τους να επιβιώνουν από τη φωτιά και τα ανεμόχωρα φυτά μεταφέρουν τους σπόρους τους με τη βοήθεια του ανέμου.

Το πρώτο στάδιο βλάστησης που επικρατεί είναι ποώδης και θαμνώδης όπου με το πέρασ του χρόνου σταδιακά γίνεται πυκνότερη και ψηλότερη. Ο χρόνος που χρειάζεται ένα καμένο δάσος για να επανέλθει σε ένα ώριμο δασογενές περιβάλλον εξαρτάται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το έδαφος, το ανάγλυφο, το κλίμα, η χλωρίδα, ο ανθρώπινος παράγοντας κ.α. (Απλαδά Ε., Γεωργιάδης Ν., Δεδάκη Μ., Κουταβά Ν., Λατσούδης Π., Μαραγκού Π., Σβορώνου Ε., Συμβουλίδου Μ., Τζηρίτης Η., & Χριστόπουλος Χ., 2007)

3.4 Προσαρμοστικές Στρατηγικές μεσογειακών Ειδών

Τα μεσογειακά είδη έχουν προσαρμοστεί στις συνθήκες κλιματικές συνθήκες του μεσογειακού τύπου κλίματος, δημιουργώντας μηχανισμούς προκειμένου να επιβιώσουν. Εξ' άλλου ονομάζονται και πυρόφυτα ή πυροφιλα είδη και διακρίνονται σε ενεργητικά και παθητικά. Τα ενεργητικά πυρόφυτα ενεργοποιούν το μηχανισμό αναπαραγωγής αμέσως μετά τη φωτιά. Ο μηχανισμός αυτός οδηγεί στη φυσική αναγέννηση είτε μέσω της βλαστικής οδού (ριζοβλάστηση και πρεμνοβλάστηση), είτε μέσω των σπόρων που προστατεύονται κατά τη διάρκεια της φωτιάς, για να ελευθερωθούν αμέσως μετά και να προκαλέσουν αναγέννηση στη καμένη περιοχή. Τα παθητικά πυρόφυτα εμφανίζουν αντοχή στις φλόγες και τις υψηλές θερμοκρασίες της φωτιάς, ως αποτέλεσμα ποικίλων μηχανισμών (φυσικοχημικών, μηχανικών κ.α.) (Whelan R., 1995, Bond W.J. και van Wilgen B.W., 1996, Arianoutsou M., 1999).

Ορισμένα από τα μεσογειακά είδη διαχέουν στο έδαφος ουσίες που είναι ανασταλτικές για τη βλάστηση των σπόρων ή την αύξηση του ριζικού συστήματος των φυτών. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αλληλοπάθεια. Οι αλληλοπαθητικές ενώσεις που παράγονται καταστέλλουν στους οργανισμούς την αύξηση, τη



φωτοσύνθεση, την εξατμισοδιαπνοή, την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και νερού και άλλες λειτουργίες. Με αυτό τον τρόπο είναι δύσκολη η αναγέννηση από σπόρους μέσα στα δάση αείφυλλων πλατύφυλλων θάμνων.

Αυτό συμβαίνει με τα δέντρα και τους θάμνους που αναγεννώνται μόνο με σπόρους, όπως για παράδειγμα τα θερμόβια πεύκα (χαλέπιος και τραχεία πεύκη), τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά είδη της μεσογειακής βλάστησης. Ο κίνδυνος να εκτοπιστούν τα είδη από μία περιοχή είναι μεγάλος εάν δεν υπάρξει μείωση της αλληλοπάθειας στο έδαφος. Η φωτιά αναστέλλει τέτοιες διαδικασίες και διευκολύνει την ανάπτυξη και συμβίωση περισσότερων ειδών, γεγονός που εξηγεί τη σημαντικότητα της οικολογικής σχέσης μεταξύ δασικών πυρκαγιών και μεσογειακών οικοσυστημάτων. (Arianoutsou M.,1999).

Τα είδη *Cistus spp.* είναι από τα χαρακτηριστικότερα είδη πυρόφιλων φυτών της θερμομεσογειακής ζώνης βλάστησης. Αυτό συμβαίνει επειδή έχει την ιδιότητα να ευνοείται το φύτρωμα των σπερμάτων της και να αναβλαστάνουν, αμέσως μετά την πυρκαγιά. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει λόγω της αδιάβροχης μεμβράνης που καλύπτει τα σπέρματα της και όταν αυτή εκτίθεται στις υψηλές θερμοκρασίες της πυρκαγιάς, διαρρηγνύεται, με αποτέλεσμα να απορροφά νερό, και έτσι επιτυγχάνεται το φύτρωμα του σπόρου. Χωρίς τη φωτιά, η καταστροφή αυτής της μεμβράνης γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς και πραγματοποιείται μόνο από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Μεταπυρική Οικολογία και Συμπεριφορά των Ειδών *Cistus spp.*

Η λαδανιά (*Cistus spp.*) είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά γένη της Μεσογειακής βλάστησης. Ανήκει στα ανθοφόρα φυτά της οικογένειας *Cistaceae* (κιστοειδή), με κυριότερα γένη τα *Cistus creticus* (κίστος ο κρητικός), *Cistus incanus* (κίστος ο εριώδης) και *Cistus salvifolious* (λευκός κίστος), *Cistus parviflorus* (κίστος ο μικρανθής) και διαχωρίζεται σε 25 είδη (Stephien A.,2018). Οι κοινές ελληνικές του ονομασίες είναι: κίστος, κουνούκλα, λάδανος, αλάδανος, κιστάρι, αγκίσαρος, μειτζίνα, ήμερο κιστάρι και ασκίστες, ενώ στα αγγλικά ονομάζεται rock rose. (Τσίρκας Κ., 2015, Γκιούλου Ρ.,2016).

Πρόκειται για αυτοφυείς, πολυετείς, χαμηλούς και φρυγανώδεις θάμνους, οι οποίοι απαντώνται σε όλη τη Μεσόγειο, σε χώρες όπως η Πορτογαλία και το Μαρόκο, μεταξύ άλλων, καθώς και στη Μέση Ανατολή, στις Κανάριες Νήσους, και



στην Κύπρο (Stepien A.,2018). Στην Ελλάδα φύτεται κυρίως στην Κρήτη, καθώς και σε άλλες περιοχές οι οποίες εξυπηρετούν τις συνθήκες που απαιτούνται για να αναπτυχθεί. Το φυτό αυτό, ευδοκίμει σε οικοτόπους με δύσκολες κλιματικές και εδαφολογικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, η λαδανιά φύτεται σε περιοχές που εμφανίζουν μεγάλη ξηρασία, σε πετρώδη εδάφη και σε διάκενα δασών και συχνά καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις που ονομάζονται κιστώνες. Συναντάται ακόμη σε ημιορεινές περιοχές δροσερές και ξηρές, σε ασβεστώδη εδάφη συνήθως φτωχά και ξηρικά(Τσίρκας Κ., 2015, Γκιούλου Ρ., 2016).

Τα φύλλα του κίστου είναι ελαφρώς τραχείας επιφάνειας, κυματοειδούς μορφής, αιθαλή και αντίρροπα. Επιπλέον, παίρνουν διαφορετική μορφή ανάλογα με την εποχή, και έτσι η επιφάνεια τους μειώνεται το καλοκαίρι και φτάνει τα 2mm, ενώ αυξάνεται το χειμώνα και φτάνει έως και 6mm, προκειμένου το φυτό να επιβιώσει σε υψηλές θερμοκρασίες (εποχιακός διμορφισμός).(Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη Μ., Καζάνης Δ.,2012, Ατσαλάκης Ε.,2016).

Η λαδανιά είναι γνωστή για το λάδανο που παράγει. Τους θερινούς μήνες, τα φύλλα και οι βλαστοί του φυτού εκκρίνουν μια ρητινώδη ουσία, το αλάδανο ή λάβδανο η οποία προσδίδει στο φυτό φαρμακευτικές ιδιότητες, μεταξύ άλλων (Guzman B.,2009, Stepien A.,2018). Ωστόσο, η απόρριψη φύλλων τη θερινή ξηρή περίοδο μπορεί να φτάσει και σε ποσοστό 100%.Η αναβλάστηση του φυτού, γίνεται αντιληπτή περίπου ένα μήνα μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Το άνθος είναι εφήμερο και το μπουμπούκι διεγείρεται από το πρωινό φως, τα πέταλα ανοίγουν και μέχρι το επόμενο πρωί απορρίπτονται. Η περίοδος ανθοφορίας τους ξεκινάει την άνοιξη και διαρκεί έως και την αρχή του καλοκαιριού. Όπως παρατηρείται στην εικόνα 1, τα άνθη του αποτελούνται από πέντε πέταλα και είναι άσπρα ή ροζ, ενώ συχνά εμφανίζουν μια ερυθρή κηλίδα στη βάση κάθε πετάλου, ενώ περιέχουν στίγματα πλούσια σε γύρη (Guzman B,2009, Stepien A.,2018, Ατσαλάκης Ε.,2016).

Η λαδανιά θεωρείται ένα από τα χαρακτηριστικότερα είδη πυρόφυτων. Αυτό συμβαίνει επειδή έχει την ιδιότητα να διεγείρεται το φύτρωμα των σπερμάτων της και να αναβλαστάνουν, αμέσως μετά την πυρκαγιά. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει λόγω της αδιάβροχης μεμβράνης που καλύπτει τα σπέρματα της, και όταν αυτή εκτίθεται στις υψηλές θερμοκρασίες της πυρκαγιάς, διαρρηγνύεται, με αποτέλεσμα να απορροφά νερό, και έτσι επιτυγχάνεται το φύτρωμα του σπόρου.

Χωρίς τη φωτιά, η καταστροφή αυτής της μεμβράνης γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς και πραγματοποιείται μόνο από τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Έτσι, προκύπτει ότι η λαδανιά είναι ένα από τα είδη που φυτρώνουν πρώτα στις καμένες εκτάσεις, αμέσως μετά την παρουσία των πρώτων φθινοπωρινών βροχών. Συχνά παρατηρούνται εκτάσεις που καλύπτονται αποκλειστικά από λαδανιές, γεγονός το οποίο προδίδει την πρόσφατη καταστροφή της περιοχής από πυρκαγιές. (Αριανούτσου Μ., Καζάνης Δ., 2012)

3.5 Ιδιότητες είδους *Cistus sp* (Λαδανιά)



Τα είδη *Cistus* παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς εμφανίζουν σημαντικές φαρμακολογικές και θεραπευτικές ιδιότητες (Stepien A, 2018). Πιο συγκεκριμένα, το φυτό *Ψistus* χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των φλεγμονών, των μυκητιάσεων, των αλλεργιών, των ιών και γενικότερα των διάφορων μικροβίων, καθώς τα αιθέρια έλαια του φυτού περιέχουν υδρογονάνθρακες μεγάλου μοριακού βάρους, καρβονυλικές ενώσεις, τερπένια και οξυγονωμένα τερπένια, λιπαρά οξέα και φαινολικές ενώσεις (Ατσαλάκης Ε., 2016). Επιπλέον, το *cistus* έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες από οποιοδήποτε άλλο είδος φυτού στην Ευρώπη και εμφανίζει εκπληκτική ικανότητα όσον αφορά την καταστροφή των ελευθέρων ριζών, με αποτέλεσμα να έχει υψηλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Οι πολυφαινολικές ενώσεις του φυτού, θεωρούνται δυνητικοί θεραπευτικοί παράγοντες σε ένα ευρύ φάσμα ασθενειών, όπως η υπέρταση, ο διαβήτης και η νόσος του *Alzheimer*, μεταξύ άλλων (Stepien, 2018, Ατσαλάκης Ε., 2016).



Η εργασία αφορά στη μελέτη της μεταπυρικής συμπεριφοράς των ειδών *Cistus spp* και η αξιολόγηση του Μ.Κ.Υ. στη Ζάκυνθο.

4. Οικολογικά μοντέλα

Ως Μ.Κ.Υ. ορίζεται το σύνολο των τιμών των παραμέτρων της καύσιμης ύλης (Πίνακας 1) που απαιτούνται ως δεδομένα για τη χρησιμοποίηση του μαθηματικού μοντέλου διάδοσης της φωτιάς (Rothermel 1972). Καύσιμη ύλη είναι όλο το ζωντανό ή νεκρό οργανικό βλαστητικό υλικό που μπορεί να καεί (Pyne et al. 1996) και βρίσκεται είτε στο έδαφος (χούμος, φυλλοτάπητας, νεκρές βελόνες, νεκρά κλαδιά, νεκροί κορμοί, πρέμνα, χόρτα, θάμνοι και νεαρά δενδρύλλια) είτε πάνω σε ιστάμενα ζωντανά ή νεκρά δέντρα ή σε θάμνους ύψους > 3 μέτρων (κλαδιά, βελόνες, φύλλωμα, αναρριχώμενα φυτά, βρύα).

Η ανάγκη για ορθολογική διαχείριση των μεσογειακών οικοσυστημάτων στην εποχή μας είναι πλέον άμεση. Τα οικολογικά μοντέλα δημιουργούνται με στόχο την πρόβλεψη και παρακολούθηση της δυναμικής της βλάστησης στις περιβαλλοντικές μεταβολές όπως κλιματική αλλαγή, μεταβολές της χρήσης γης, ξηρασία, πυρκαγιές κ.ο.κ. Επίσης στοχεύουν στη δημιουργία σημαντικών εργαλείων για τη διαχείριση των οικολογικών συστημάτων τόσο ως προς το επίπεδο της πρόβλεψης των επιπτώσεων, όσο και ως προς τις εναλλακτικές μεθόδους αποκατάστασης. Η βάση των μοντέλων που αφορούν τη διαχείριση δασικών πυρκαγιών είναι οι πληροφορίες των μηχανισμών αναγέννησης των φυτών, αλλά και οι στρατηγικές που σχηματίζουν οι βιοκοινότητες τους.

Η κατανόηση της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών και η πρόβλεψή τους αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την καλή διαχείρισή τους, όσον αφορά την αντιμετώπισή αυτών (σχεδιασμό της αντιμετώπισης, εκπαίδευση προσωπικού) αλλά και για τη γενικότερη πρόληψή τους (διαχείριση δασικής καύσιμης ύλης, εκτίμηση κινδύνου, προδιαγεγραμμένη καύση) (Xanthopoulos G., 1990).

Κατά τα τελευταία έτη παρουσιάζεται στην Ελλάδα, με αρκετή καθυστέρηση σε σχέση με άλλες χώρες, σημαντικό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών ως προς την αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Στις τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνεται η αξιοποίηση μοντέλων πρόβλεψης συμπεριφοράς της φωτιάς, συνήθως ενσωματωμένων σε συστήματα λογισμικού σε ηλεκτρονικό υπολογιστή,



που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στο πλαίσιο ενεργειών της πρόληψης και του προκατασταλτικού σχεδιασμού, όσο και σε υποστήριξη της αντιμετώπισης των πυρκαγιών. Τα μοντέλα αυτά κατά φυσικά απαιτούν δεδομένα σχετικά με τις ιδιότητες των δασικών καυσίμων στην περιοχή όπου γίνεται η εφαρμογή τους.

Το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο σήμερα μοντέλο πρόβλεψης συμπεριφοράς της φωτιάς είναι το ημι-εμπειρικό μοντέλο του Rothermel (Rothermel 1972).

Σε αυτό βασίσθηκαν τα νομογράμματα πρόβλεψης συμπεριφοράς της φωτιάς του Albin (Albin 1976), το πρωτόπορο για την εποχή του σύστημα πρόβλεψης της συμπεριφοράς πυρκαγιών με H/Y που ονομάστηκε BEHAVE (Burgan R. και Rothermel R., 1984, Andrews M., 1986, Andrews P. και Bradshaw L., Chase, 1990 1989), το οποίο χρησιμοποιείται και σήμερα στην εξελιγμένη του έκδοση BehavePlus (Andrews P., et al., 2003), το σύγχρονο σύστημα προσομοίωσης της εξάπλωσης των πυρκαγιών στο χώρο που ονομάζεται FARSITE (Finney M., 1998), καθώς και πολλά άλλα παρόμοια συστήματα.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του μοντέλου του Rothermel (1972), στο οποίο κατά ένα μεγάλο μέρος οφείλεται η μεγάλη αποδοχή και εξάπλωσή του, είναι η δυνατότητα χρήσης του σε οποιονδήποτε τύπο δασικής καύσιμης ύλης μέχρι ύψος 2 μέτρων, περιλαμβανομένων θαμνότοπων και λιβαδικών εκτάσεων. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ως δεδομένα για την πρόβλεψη της ταχύτητας διάδοσης της πυρκαγιάς: α) την ταχύτητα του ανέμου, β) την κλίση του εδάφους, γ) την υγρασία της καύσιμης ύλης και δ) μία περιγραφή της καύσιμης ύλης που στην ορολογία του αποκαλείται «μοντέλο καύσιμης ύλης». Όσο αντιπροσωπευτικότερη είναι αυτή η περιγραφή τόσο ακριβέστερη μπορεί να είναι και η πρόβλεψη.

4.1 Μοντέλο Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) για τη λαδανιά

Η παρούσα εργασία αφορά στην περαιτέρω διερεύνηση της μεταπυρικής συμπεριφοράς των ειδών *Cistus spp* στη Ζάκυνθο και η αξιολόγηση του Μ.Κ.Υ. λαδανιάς που έχει δημιουργηθεί από την ομάδα εργασίας: Αθανασίου Μιλτιάδης, Ξανθόπουλος Γαβριήλ, Μαρτίνης Αριστοτέλης, Φούκης Θεόδωρος, Γαϊτάνη Σταυρούλα - Δημιουργία Μοντέλου Καύσιμης Ύλης για τη Λαδανία (*Cistus spp*), με στόχο την πρόβλεψη της συμπεριφοράς μιας δασικής πυρκαγιάς σε φρυγανικό οικοσύστημα, όπου κυριαρχεί το είδος *Cistus*. Το Μοντέλου Καύσιμης Ύλης



(M.K.Y.), λειτουργεί ως δεδομένο εισόδου για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών μέσω ειδικού λογισμικού (BehavePlus, FARSITE, κλπ.).

Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών στο παρελθόν γινόταν κυρίως με την εμπειρία των διαχειριστών της, και βασιζόταν σε μια γενική εκτίμηση. Σημαντικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς της φωτιάς όπως η ταχύτητα εξάπλωσής (ROS, km/h), η έντασή της (I, kW/m) και το μήκος της φλόγας (FL, m) οπτικοποιεί και αποδίδει με παραστατικό τρόπο τα επίπεδα της έντασης της φωτιάς (I) (Rothermel 199), και μπορεί να αξιοποιηθεί σε λογισμικό ηλεκτρονικού υπολογιστή ως εργαλείο στο πλαίσιο της πρόληψης και καταστολής της.

Το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο μοντέλο διεθνώς, είναι το μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της ταχύτητας εξάπλωσης δασικής πυρκαγιάς του Rothermel (1972). Το μοντέλο αυτό, το οποίο αφορά την εξάπλωση πυρκαγιών επιφανείας, έχει ενσωματωθεί σε συστήματα πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους, με πιο γνωστό το BehavePlus (Andrews P., et al. 2003 2005) της Δασικής Υπηρεσίας των ΗΠΑ καθώς και σε συστήματα χωρικής προσομοίωσης της εξάπλωσής τους, όπως τα FARSITE (Finney M., 1998), FlamMap (Finney M., 2006), FLogA (Μπόγδος Ν. και Μανωλάκος Η., 2012 2013) κ.α.

Η πρόταση για αξιοποίηση της ανωτέρω δυνατότητας πρόβλεψης συμπεριφοράς των πυρκαγιών έχει γίνει στη χώρα μας από το 1990 (Xanthopoulos G., 1990). Σημαντική προϋπόθεση για το σκοπό αυτό αποτελεί η ύπαρξη μοντέλων καύσιμης ύλης, και για το λόγο αυτό στη χώρα μας έχουν δημιουργηθεί αρκετά μοντέλα (Δημητρακόπουλος Α.Π., Mateeva V., Ξανθόπουλος Γ., 2001, Dimitrakopoulos A.P., 2002, Ξανθόπουλος Γ., Δόσης, Σ., Καρπή, Α., Παναγιωτίδου, Ε., Σουφλής, Δ, 2009). Σχετικά πρόσφατα έχει γίνει και δοκιμή αυτών των μοντέλων στην πράξη, με βάση παρατηρήσεις σε σημαντικές δασικές πυρκαγιές, και όπου χρειάστηκε προτάθηκαν κάποιες προσαρμογές (π.χ. Αθανασίου Μ. και Ξανθόπουλος Γ., 2014, Αθανασίου Μ., 2015). Ωστόσο, τα υπάρχοντα μοντέλα δεν καλύπτουν όλα τα σημαντικά δασικά οικοσυστήματα. Ένα από αυτά τα οικοσυστήματα είναι εκείνα της λαδανιάς (*Cistus spp.*). Οι λαδανιές είναι φρυγανικά είδη υποχρεωτικώς σπέρμοαναγεννώμενα, που ευνοούνται για την αναπαραγωγή τους από την εμφάνιση πυρκαγιάς (Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη Μ., και Καζάνης Δ., 2012).



Τα διαθέσιμα μοντέλα καύσιμης ύλης που καλύπτουν την φρυγανική βλάστηση στην Ελλάδα σήμερα (Δημητρακόπουλος Α.Π., Mateeva V., Ξανθόπουλος Γ., 2001, Dimitrakopoulos A.P., 2002) αφορούν κυρίως τους τύπους της αστοιβίδας (*Sarcopoterium spinosum*) και της ασφάκας (*Phlomis fruticosa*). Η οπτική εικόνα των δύο αυτών τύπων φρυγάνων είναι πολύ διαφορετική από την εικόνα που παρουσιάζουν οι περιοχές, οι οποίες καλύπτονται από λαδανιές. Η διαφορετική εικόνα και η διαφορετική σύνθεση ειδών, δεν συνεπάγεται αναγκαστικά την ανάγκη για διαφορετικό μοντέλο καύσιμης ύλης για τον τύπο βλάστησης «λαδανιά», όμως αυτό οφείλει να εξετασθεί. Επίσης, με δεδομένο ότι η λαδανιά, ιδίως σε περιοχές της δυτικής Ελλάδας όπως τα νησιά του Ιονίου, φθάνει σε αρκετά μεγάλες διαστάσεις, αποτελεί ερωτηματικό αν ένα μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς πυρκαγιάς για όλες τις ενδεχόμενες καταστάσεις αυτού του τύπου βλάστησης.

Η παρούσα εργασία είναι το πρώτο βήμα για την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων, την περιγραφή του τύπου βλάστησης της λαδανιάς και την δημιουργία των κατάλληλων Μ.Κ.Υ., τα οποία, θα μπορούν στη συνέχεια να αξιοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου στο BehavePlus (Andrews, et al. 2003) για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς πυρκαγιών επιφανείας σε φρυγανότοπους όπου κυριαρχεί η λαδανιά. (Αθανασίου Μ., Ξανθόπουλος Γ., Μαρτίνης Α., Φούκης Θ., Γαϊτάνη Σ., 2017).

5. Περιοχή μελέτης

Η έκτασή του νησιού είναι 406 τ.χλμ, με συνολικό μήκος ακτών περί τα 150 χλμ. Απέχει 10 ναυτικά μίλια από τις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου και 8,5 ναυτικά μίλια από την Κεφαλονιά. Γενικά το νησί χαρακτηρίζεται σχετικά ορεινό, με χαμηλούς πυκνόφυτους λόφους και κάμπους ανάμεσά τους, οι οποίοι θεωρούνται ιδιαίτερα εύφοροι.

Μορφολογικά, το δυτικό μέρος του είναι πιο κακοτράχαλο και άγριο με απότομες βραχώδεις ακτές, σχηματίζοντας έτσι πολλές σπηλιές και μικρούς όρμους. Το ανατολικό μέρος του νησιού είναι κατά κύριο λόγο πεδινό. Στη Ζάκυνθο υπάρχουν αρκετά σπήλαια όπως: η Γαλάζια σπηλιά, η Μαύρη Σπηλιά, η Δρακοσπηλιά, του Χαγιώτη, η Μέλισσα, του Γεράσιμου, του Κεριού, του Δαμιανού.



Υπάρχουν επίσης αρκετοί υγρότοποι με σημαντικότερους: τη λίμνη Κεριού, την αλυκή Κατασταρίου, την εκβολή ρύακα Κατασταρίου, τον Αλικανά, την εκβολή Λαγανά και τις εκβολές του Αγίου Χαραλάμπη.

Ο μεγαλύτερος ορεινός όγκος του νησιού ονομάζεται Βραχίονας και βρίσκεται στα κεντρικά με υψόμετρο 758 μέτρα. Μερικά ακόμα σημαντικά υψώματα είναι: η Κακή Ράχη με υψόμετρο 680 μέτρα, το Μεγάλο Βουνό με υψόμετρο 606 μέτρα, ο Αθέρας με υψόμετρο 583 μέτρα, ο Σκοπός με υψόμετρο 483 μέτρα. Μικρότερα νησάκια όπου ανήκουν στη Ζάκυνθο είναι: το Μαραθωνήσι, το Πελούζο, το Κορακονήσι, ο Άγιος Ιωάννης, ο Άγιος Ανδρέας, ο Άγιος Νικόλαος, το Μικρό Νησί. Στα νότια, σε απόσταση 25 ναυτικών μιλίων βρίσκονται και οι νήσοι Στροφάδες όπου ανήκουν επίσης στη Ζάκυνθο, και λίγα μίλια νοτιότερα στη μέση σχεδόν του Ιονίου βρίσκεται το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου με μέγιστο βάθος τα 5.267 μέτρα, γνωστό και ως «Φρέαρ των Οινουσών». (Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου).

5.1 Χλωρίδα

Η Ζάκυνθος είναι ένα καταπράσινο νησί, κυρίως λόγω του κλίματος της και των ισχυρών και συχνών βροχοπτώσεων που σχηματίζονται σε αυτή για ένα μεγάλο μέρος του έτους. Όσον αφορά τις βιοκλιματικές ζώνες, η Ζάκυνθος ανήκει στην ευμεσογειακή βιοκλιματική ζώνη *Quercetalia Ilicis*. Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, ξηρά και θερμά καλοκαίρια και έχει τρεις φυτοκοινωνιολογικούς σχηματισμούς:

α) Τη χαμηλή φρυγανώδη και θαμνώδη βλάστηση με κυρίαρχα είδη: το *cistus* (λαδανιά) και *tosarcopoterium spinosum* (αστοιβή), που έχουν προσαρμοστεί στις ακραίες εδαφικές συνθήκες και στη φωτιά. Τα είδη αυτής της βλάστησης παρουσιάζουν εποχικό διμορφισμό, έχοντας διαφορετικές μορφές στα φύλλα τους. Τα θερινά φύλλα είναι μικρά και σαρκώδη, βελτιώνοντας έτσι την πυρανθεκτικότητα τους αλλά και τις απώλειες υγρασίας από τις υψηλές θερμοκρασίες. Χαρακτηριστικά φρυγανικά και προσαρμοστικά στη φωτιά είδη είναι το *cistus*, του οποίου το σπέρμα του βλαστάνει με τη βοήθεια της φωτιάς, και το φρύγανο *Anthylis hermanniae* (Ανθυλλίς του Χέρμαν, αλγοθύμαρο) που συναντάται σε οικοτόπους με έντονη αναγέννηση *Pinus halepensis* (χαλέπιος πεύκη). Γενικά τα φρυγανικά οικοσυστήματα αποτελούν ένα στάδιο εξέλιξης της βλάστησης του μεσογειακού οικοσυστήματος, το οποίο προηγείται των αείφυλλων σκληρόφυλλων ειδών και



εξαπλώνεται σε καμμένες εκτάσεις ή μετά από κάποια καταστροφή της περιοχής από υπερβόσκηση ή ελεγχόμενες πυρκαγιές αγροτικών και κτηνοτροφικών εκτάσεων. Οι συνθήκες αυτές ευνοούν την εξάπλωση και διατήρηση των φρυγάνων. Το βαθύ ριζικό τους σύστημα, καλύπτει τις ανάγκες τους σε νερό ενώ ταυτόχρονα συγκρατούν το έδαφος προστατεύοντας το από τη διάβρωση ακόμη και σε ακραίες συνθήκες. Μορφολογικά τα φρύγανα δεν ξεπερνούν το 1 μέτρο σε ύψος και περιλαμβάνουν νανώδεις θάμνους, μεγάλο αριθμό αρωματικών φυτών και θεραπευτικών βοτάνων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ένα μεγάλο μέρος του νησιού τόσο στα ορεινά όσο και στα πεδινά καλύπτεται από ελαιώνες.

β) Τη θαμνώδη μακία βλάστηση με ύψος φυτών 1 έως 2 μέτρα και 100% εδαφοκάλυψη. Πρόκειται για υποβαθμισμένη βλάστηση και επικρατούν τα είδη *Juniperus phoenicea* (κέδρος), *Arbutus unedo* (κουμαριά), *Cupressus sempervirens* (κυπαρίσσι) και *Pinus halepensis* (χαλέπιος πεύκη). Η μακία βλάστηση επικρατεί σε λοφώδεις πλαγιές και ρέματα.

γ) Τη δενδρώδη βλάστηση που αποτελείται κυρίως από πευκοδάση, τα τελευταία 30 χρόνια όμως, έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό μετά από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές.

Τα πευκοδάση όντας υποβαθμισμένα έχουν ύψος μέχρι 8 μέτρα και ηλικία 50 με 60 έτη. Πευκοδάση *Pinus halepensis* συναντώνται: στις Βολίμες, στο μοναστήρι Αγίου Γεωργίου, στον Άγιο Νικόλαο, στον Άγιο Λέοντα, στο Πόρτο Βρώμη και διασκορπισμένες εκτάσεις από το χωριό Καμπί έως την Έξω Χώρα, το Κερί, τη Λούχα, το Γύρι και λίγα εναπομείναντα δάση στο Βραχιώνα, τα οποία τείνουν προς εξαφάνιση λόγω των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στα κάθετα βράχια του νησιού συχνά φυτρώνουν σπάνια είδη τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς πολλά από αυτά είναι ενδημικά (Αριανούτσου Μ. 1999, Αριανούτσου Μ. Καζάνης Δ. 2012).

Πιο συγκεκριμένα, στη Ζάκυνθο φύονται πέντε στενότοπα ενδημικά είδη:

<i>Limonium zacinthium</i>	Λιμόνιο το ζακυνθινό
<i>Limonium phitosianum</i>	Λιμόνιο του Φοίτου*
<i>Asperula naufraga</i>	Ασπερούλα

Micromeria browiczii Μικρομέρια

Πίνακας 3: Στενοτόπα ενδημικά είδη στη Ζάκυνθο
(Πηγή:greekflora.gr)

Από τα ενδημικά είδη όλων των Ιονίων νήσων, στη Ζάκυνθο συναντώνται τα παρακάτω, μεταξύ άλλων:

<i>Paeonia Corsica</i>	Παιώνια
<i>Veronica panormitana</i>	Βερόνικα
<i>Muscari parviflorum</i>	Μούσκαρι
<i>Muscari tenuiflorum</i>	Μούσκαρι το λεπτανθές
<i>Centaurea sonchifoli</i>	Κεντάυρια

Πίνακας 4: Ενδημικά είδη στη Ζάκυνθο (Πηγή:greekflora.gr)



Εικόνα 7: *Limonium zacynthium*
(Πηγή:greekflora.gr)



Εικόνα 8: *Paeonia corsica*
(Πηγή:greekflora.gr)

Σε αυτό το σημείο, ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στις orchideές που φύονται στο νησί. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν 60 είδη orchιδέων και ευδοκιμούν σε διαφορές περιοχές όπως το Βασιλικό και ο Άγιος Λέοντας. Το στενοενδημικό είδος *Serapias ionica* (Σεράπια του Ιονίου) χαρακτηρίζεται ως σχεδόν απειλούμενο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μερικά από τα είδη που συναντώνται στη Ζάκυνθο (Martinis et al. 2017).

<i>Anacamptis laxiflora</i>	Ανακάμπτης η αραιανθής
<i>Anacamptis morio</i>	Ανακάμπτης ο μωρός
<i>Anacamptis palustris</i>	Ανακάμπτης ο ελοχαρής
<i>Dactylorhiza romana</i>	Δακτυλόριζα της Ρώμης

<i>Limodorum abortivum</i>	Λιμόδωρο το εκτρωτικό
<i>Neotinea lactea</i>	Νεοτίνα η γαλατόχρους
<i>Orchis anthropophora</i>	Όρχις η ανθρωποφόρος
<i>Orchis pauciflora</i>	Ορχιδέα η ολιγανθής
<i>Serapias cordigera</i>	Σεράπιας η καρδιοφόρος
<i>Serapias ionica</i>	Σεράπιας του Ιονίου

Πίνακας 5: Ορχιδέες στη Ζάκυνθο (πηγή: Spatial analysis of orchids diversity unveils hot-spots: The case of Zante Island, Greece, Aristotelis Martinis, Evgenia Chaideftou, Charikleia Minotou, Konstantinos Poirazidis)



Εικόνα 9: *Serapias ionica*



Εικόνα 10: *Limodorum abortivum*

6. Μεθοδολογία

Στην παρούσα εργασία ελήφθησαν υπόψη τα αποτελέσματα προηγούμενων εργασιών για τη μελέτη της λαδανιάς (Αθανασίου κ.α., 2017), και ακολούθησε ως ένα πυρόφιλο/μεταπυρικό είδος που εγκαθίσταται μετά την πυρκαγιά, λόγω των «στρατηγικών» προσαρμογής που έχουν αναπτύξει πολλά από τα μεσογειακά φρυγανικά οικοσυστήματα, στρατηγικές αποφυγής (avoidance) στρατηγικές αντοχής (resistance) τα οποία πλήττονται συχνά από πυρκαγιές.



6.1 Μεθοδολογικά Εργαλεία Έρευνας

Τα κύρια και συμπληρωματικά εργαλεία, καθώς και τα φορητά και εργαστηριακά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεκπεραίωση του ερευνητικού μέρους της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζονται στους πίνακες 13 και 14 που ακολουθούν.

Κύρια Εργαλεία	Συμπληρωματικά Εργαλεία	Όργανα
Πυξίδα	Φωτογραφική Μηχανή	Παχύμετρο
Μετροταινία 50m	Σακούλες Μεταφοράς	Go-no-go Παχύμετρο
Σταδία 2m	Αεροστεγή Δοχεία	Ζυγαριά Ακριβείας
Δίχρωμη Ταινία	Αποθήκευσης	0.1g
Frame Εμβαδού 1 m ²	Μικρό Τραπεζάκι	Ψηφιακό Θερμόμετρο- Ανεμόμετρο-Υγρόμετρο
Φτυάρι	Μικροί πάσσαλοι	
Κλαδευτήρι		
Μέτρο 2m		

Όργανα	Συμπληρωματικά Εργαλεία
Ηλεκτρονικός Ζυγός	Πυρίμαχα Γάντια
Φούρνος Ξήρασης	

Εκτός από τα μεθοδολογικά εργαλεία και τα όργανα που αναφέρονται και ήταν μείζονος σημασίας για τη διαδικασία της δειγματοληψίας και των εργαστηριακών μετρήσεων, απαραίτητος ήταν επίσης, και ο κατάλληλος ρουχισμός, ο οποίος αποτελούνταν από μακρύ παντελόνι και μπλούζα, καπέλο και κλειστά παπούτσια, καθώς η δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κάτω από υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, προαιρετικά, κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στο πεδίο, υπήρχε διαθέσιμος εξοπλισμός πυρασφάλειας.

6.2 Περιοχές δειγματοληψίας

Το κριτήριο επιλογής των δειγματοληπτικών επιφανειών, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, ήταν περιοχές με φρυγανώδη-μακία βλάστηση, που είχαν καταστραφεί



από πυρκαγιές τα τελευταία επτά με δέκα έτη. Κυρίαρχο είδος σε αυτές ήταν το *cistus spp.*, με θάμνους και άλλα χαρακτηριστικά φρυγανικά είδη να συμπληρώνουν τη βλάστηση. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται στο Δυτικό-Νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού σε μεγάλη απόσταση από οικισμούς, και ανήκουν στο δίκτυο NATURA 2000. Το γεωλογικό υπόβαθρο είναι κυρίως ασβεστολιθικό, με αβαθείς εδαφικές συνθήκες, χαμηλή έως μηδενική ένταση βόσκησης και μικρή παρουσία χούμου.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις εποχές του χρόνου, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη. Κατά τις ανοιξιάτικες μετρήσεις, με την ευρύτερη περιοχή να βρίσκεται σε πλήρη άνθιση, έγινε παρατήρηση και καταγραφή της αναγέννησης της μεταπυρικής βλάστησης, σε εκτάσεις που είχαν καεί το προηγούμενο έτος (2016) οι οποίες όμως δεν ανήκουν στο δίκτυο NATURA 2000.

Έγινε εντοπισμός των περιοχών λήψης των δεδομένων στο πεδίο και οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις τρεις εποχές (Καλοκαίρι, Φθινόπωρο και Άνοιξη).

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 10 τυχαίες επιφάνειες, των τριών plots του ενός m² και ακολούθησαν μετρήσεις σε κάθε τετράγωνο οι οποίες αφορούσαν τη βιομάζα, την κάλυψη και το ύψος της λαδανιάς (*Cistus*). Οι μετρήσεις έγιναν με τη χρήση ξύλινου πλαισίου 1X1 τμ.



Καταγραφή δεδομένων σε κάθε plot και ρισμός της βλάστησης



Οι προαναφερθείσες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να υπολογιστεί ο μέσος όρος και στη συνέχεια το ποσοστό της κάλυψης του ξηροφυλλοτάπητα. Έπειτα, η φυλλοστρωμή συλλέχθηκε και ζυγίστηκε. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για τη μέτρηση του χούμου, με εξαίρεση το κομμάτι τις οπτικής εκτίμησης της σύνθεσής του.

Οι μετρήσεις βάρους της ζωντανής και νεκρής βιομάζας πραγματοποιήθηκαν στο πεδίο με τη βοήθεια φορητού ζυγού, ακριβείας 0.1g. Μετά το πέρας των μετρήσεων,



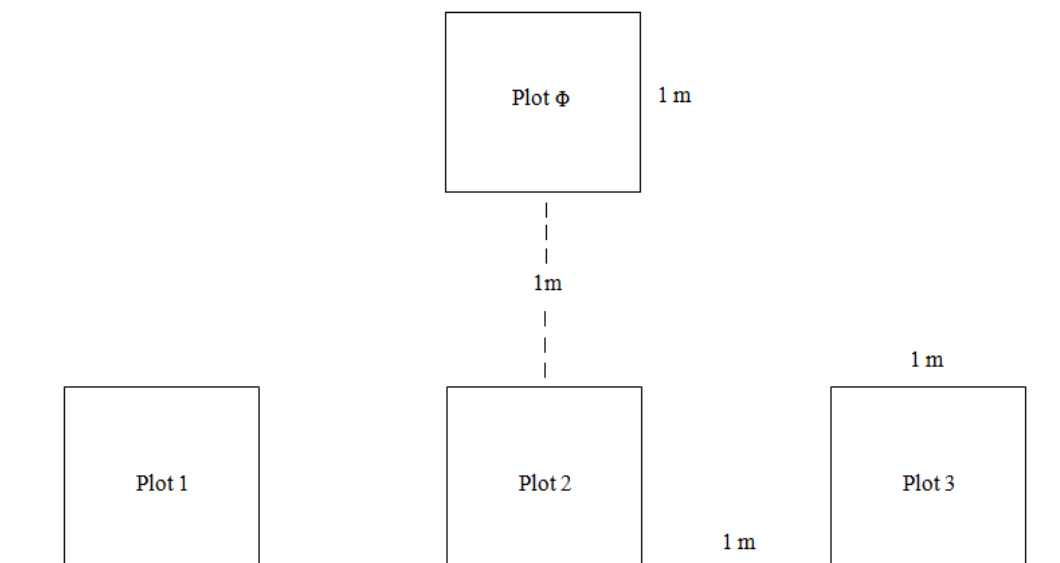
από την κάθε σακούλα κρατήθηκε και αποθηκεύτηκε σε μεταλλικά, αριθμημένα, ζυγισμένα και αεροστεγή κουτιά, ένα μέρος της βιομάζας, ενώ οτιδήποτε απέμεινε επιστράφηκε στο πεδίο. Από κάθε σακούλα κρατήθηκαν δύο δείγματα. Τα μεταλλικά κουτιά που περιείχαν τα δείγματα της ζωντανής και νεκρής βιομάζας μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, προκειμένου να προσδιοριστεί το ξηρό βάρος τους.

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, ακολούθησε «καταστροφικός θερισμός» της ζωντανής βιομάζας του κάθε τετραγώνου. Επίσης μετρήθηκε και η νεκρή βιομάζα, η οποία μετά τις μετρήσεις επιστρέφεται στην επιφάνεια λήψης. Οι μετρήσεις έγιναν με ειδικά παχύμετρα, και η βιομάζα μετρήθηκε και πάρθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα για την ξήρανση και την εκτίμηση της ξηρής βιομάζας.

Επαναληπτικές δειγματοληψίες

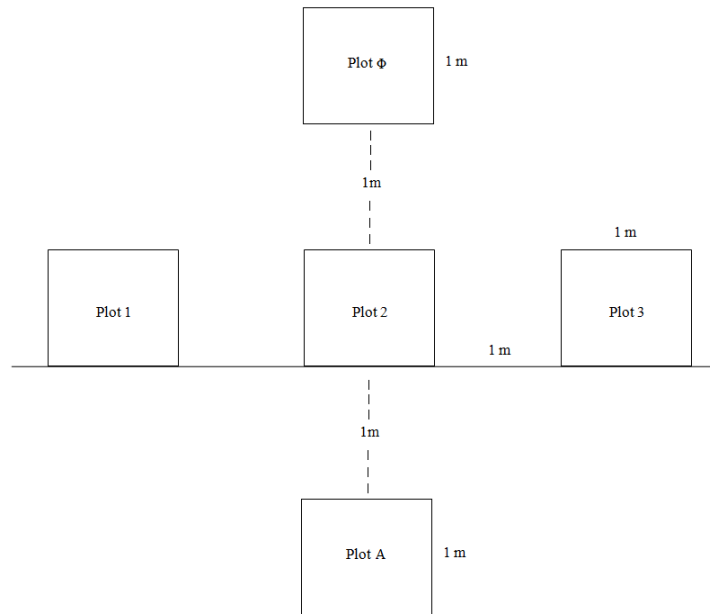
Έχοντας συλλέξει και καταγράψει τα στοιχεία από τις καλοκαιρινές μετρήσεις όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η διαδικασία πραγματοποιήθηκε ξανά το φθινόπωρο και την άνοιξη, προκειμένου να υπάρχουν συγκριτικά δεδομένα που αφορούν τη συμπεριφορά του φυτού κατά τη διάρκεια του έτους.

Κατά τις επαναληπτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο του φθινοπώρου, πιο συγκεκριμένα το μήνα Νοέμβριο, χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία επιλέγοντας όμως μόνο ένα plot (Φ) για κάθε ΣΔ, σε απόσταση 1m δεξιά του plot 2 (εικόνα).



Επαναληπτική μέτρηση με τη χρήση ενός μόνο επιπλέον τετραγώνου δεξιά του plot 2

Ομοίως, κατά τις ανοιξιάτικες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το μήνα Απρίλιο, επιλέχθηκε επίσης 1 plot για κάθε ΣΔ με το plot (A) να απέχει 1m αριστερά από το plot 2 (εικόνα 31).



Εικόνα : Επαναληπτική μέτρηση με τη χρήση ενός μόνο επιπλέον τετραγώνου αριστερά του plot 2





7. Η Βιοποικιλότητα στις περιοχές έρευνας

Στις περιοχές που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες βρέθηκαν τα παρακάτω είδη:

<u>Λατινική Ονομασία</u>	<u>Ελληνική ονομασία</u>
<i>Cistus salvifolius</i>	Ασπροκουνουκλιά, αγριοφασκομηλιά, άγρια αλιφασκιά, βούκισο
<i>Cistus creticus subsp. Creticus L.</i>	Αλαδανιά, λαδανιά, αγκίσσαρος, κιστάρι, ατζίκαρος, αλυταριά, ήμερη κουνούκλα, κουνουκλιά, λουβιδιά
<i>Cistus parviflorus</i>	Λαδανιά η βραχυανθής, κιστάρι
<i>Coridothymus capitatus</i>	Κεφαλωτό Θυμάρι, αγριοθύμαρο
<i>Anthyllis hermanniae</i>	αλογοθύμαρο, σμυρνιά/σμύρος, ασμυριά
<i>Pistacia lentiscus</i>	Σχίνος
<i>Phillyrea latifolia</i>	Φυλλίκι, φελλύκι, φύλλυκος, αγλαντζινιά, γλαντζινιά, θιλύκι
<i>Pinus halepensis</i>	Πεύκη η χαλέπιος, πεύκο
<i>Erica sp</i>	Ρείκι
<i>Olea europaea</i>	Ελιά, Λιόδεντρο, Μεσόκαρπη, Λιανοληά
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	Αφάνα, Αστοιβίδα
<i>Erica arborea</i>	Ερείκη δενδρώδης, ρείκι
<i>Smilax aspera L.</i>	Σμίλαξ η τραχεία, αρκουδόβατος, αρκόβατος
<i>Calicotome villosa</i>	Ασπάλαθος, αλυκοτόμη η εριότριχος, καλυκοτόμη η χνουδωτή, σπαλάχτρι, σπαλάθρι, ασφάλαθος
<i>Ceratonia siliqua</i>	Χαρουπιά, ξυλοκερατιά
<i>Cytinus hypocistis</i>	Κύτινος, λύκος της λαδανιάς
<i>Lactarius saguifluus</i>	Λακτάριος ο αιμοραγών, λαδανίτες

Είδη μεταπτυρικής βλάστησης που βρέθηκαν στις περιοχές δειγματοληψίας

Τα παραπάνω είδη είναι τα πρώτα που εμφανίζονται μετά την πυρκαγιά.



8. Καταγραφή αναγέννησης

Θέλοντας να αποκτήσουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφοράς της λαδανιάς και σε ό,τι αφορά την αναγέννηση, επιλέχθηκαν προς καταγραφή τρεις περιοχές καμένες μόλις το προηγούμενο έτος (2016). Οι περιοχές αυτές βρίσκονταν κοντά στις περιοχές δειγματοληψίας όπως φαίνεται στο χάρτη 2.

Μέσω αυτής της διαδικασίας, επιβεβαιώθηκε η θεωρία που λέει ότι η λαδανιά είναι πυρόφυτο και ο σπόρος της διαρρηγνύεται με τη φωτιά και βλαστάνει με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, αφού μετρήθηκαν σε 1τ.μ:

- FIRE1>150 νέα φυτάρια λαδανιάς
- FIRE2>400 νέα φυτάρια λαδανιάς
- FIRE3>250 νέα φυτάρια λαδανιάς

Αντίθετα, σε περιοχές που είχε προηγηθεί καταστροφική δειγματοληψία, η παρουσία νέων φυταρίων ήταν σχεδόν ανύπαρκτη/.



9. M.K.Y. *Cistus spp*

Στους παρακάτω πίνακες παραθέτουμε τα δεδομένα των 10 SC (30 plots 1X1 m²), τα οποία καταγράφηκαν στο πεδίο το έτος 2017 και 2018. Στα δεδομένα αυτά συμπεριλαμβάνονται λεπτομερή στοιχεία όπως: Η πρώτη κλάση της ζωντανής βλάστησης περιελάμβανε το φύλλωμα και τους κλαδίσκους διαμέτρου έως 0,63 cm, η δεύτερη κλάση τα κλαδιά διαμέτρου από 0,64 μέχρι 2,54 cm ενώ, λόγω του τύπου της βλάστησης, απουσίαζε η τρίτη κλάση δηλαδή τα κλαδιά διαμέτρου από 2,54 μέχρι 7,62 cm. Ακολουθούσε ζύγιση ανά κατηγορία με φορητό ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας 0,1 g. Μετά την απομάκρυνση της ζωντανής καύσιμης ύλης από τη Δ.Ε. ακολουθούσε η συλλογή των κατηγοριών της νεκρής ξυλώδους καύσιμης ύλης, και στη συνέχεια η ζύγισή τους. Η πρώτη κλάση της νεκρής βλάστησης περιελάμβανε τα καύσιμα της 1 ώρας (1-hr), δηλαδή (κλαδίσκους διαμέτρου έως 0,63 cm, φυλλοστρωμή (ξηροφυλλοτάπητα) και χόρτα (στις λίγες περιπτώσεις όπου αυτά υπήρχαν). Η δεύτερη κλάση περιελάμβανε τα νεκρά ξυλώδη καύσιμα των 10 ωρών (10-hr) (διαμέτρου 0,64-2,54 cm) και η τρίτη κλάση τα καύσιμα των 100 ωρών (100-hr) (2,54-7,62 cm). Η τελευταία αυτή κλάση βρέθηκε σε μία μόνο Δ.Ε. και ήταν ένα κλαδί φιλυρέας (*Phillyrea latifolia*).

Η ζύγιση της καύσιμης ύλης στο πεδίο αφορούσε προφανώς μετρήσεις υγρού βάρους. Για να γίνει η απαραίτητη αναγωγή σε βάρος ξερής καύσιμης ύλης, κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας συλλέγονταν 2 δείγματα για κάθε κατηγορία καύσιμης ύλης, τα οποία τοποθετούνταν σε κουτιά με κάλυμμα για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας στο εργαστήριο. Αρχικά ζυγίζονταν στο πεδίο (υγρό βάρος), ακολουθούσε ξήρανση σε κλίβανο στους 105 °C για 48 ώρες και μέτρηση του ξηρού βάρους (g) για τον υπολογισμό της υγρασίας των δειγμάτων. Με βάση τον μέσο όρο των δύο μετρήσεων υγρασίας γινόταν η αναγωγή των μετρήσεων υγρού βάρους του πεδίου σε τιμές ξηρού βάρους. Με βάση τον αναλυτικό πίνακα των μετρήσεων δημιουργήθηκε το M.K.Y λαδανιάς στη Ζάκυνθο (Αθανασίου Μιλτιάδης, Ξανθόπουλος Γαβριήλ, Μαρτίνης Αριστοτέλης, Φούκης Θεόδωρος, Γαϊτάνη Σταυρούλα).



Μετρήσεις δεδομένων σε plot στο πεδίο



Πίνακας_1 Δεδομένα πεδίου για το Μ.Κ.Υ. Λαδανιάς

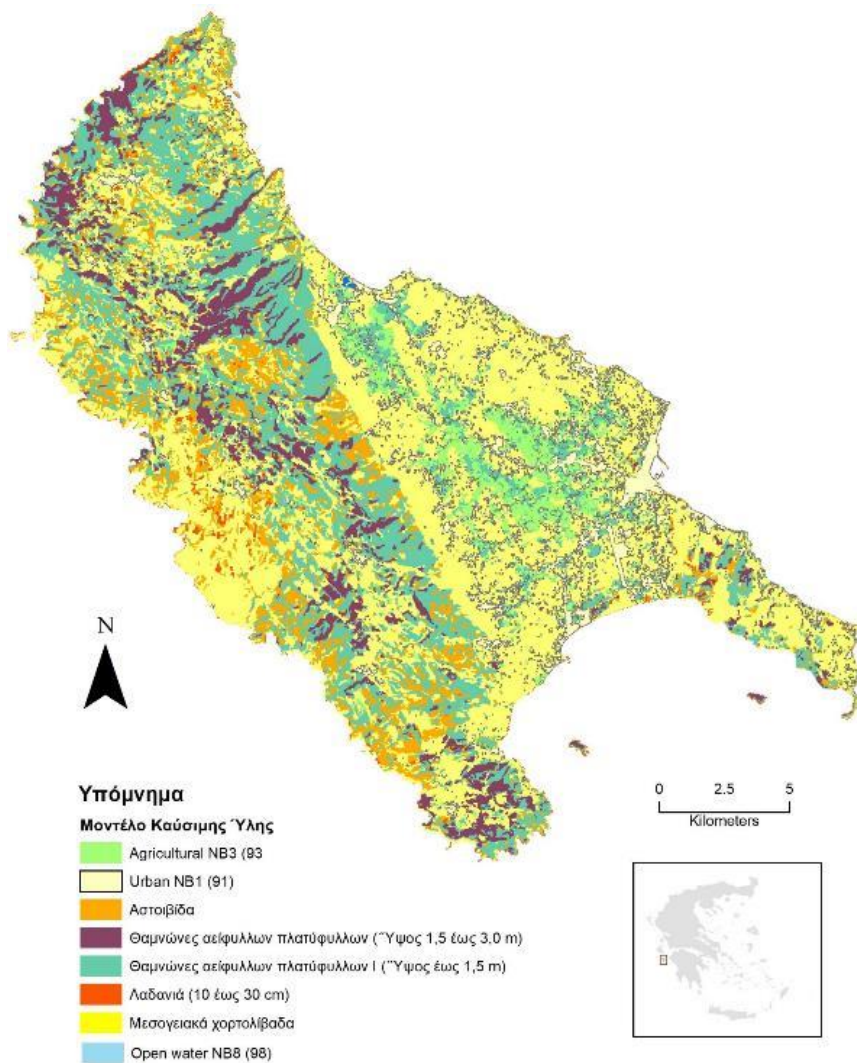
SC	Long.	Lat.	Season	Th	RH	WS	H	VC	Xiro varos/ha_ Plot_1	Xiro varos/ha_ Plot_2	Xiro varos/ha_ Plot_3	Ton/SC/Se as	Stroma fyllon/cm	LC %	GrC %	Gr_H/c m
SC_1	20.70444	37.73752	1	31.8	53.3	5.1	24.6	82.6	6.88	4.68	3.4	4.99	0.7	61	0	0
SC_1			2	23	51	3	24	88	8.06	8	7.4	7.82	0.5	50	0	0
SC_2			3	24.6	49	2	40.3	96	16.85	13.2	12	14.02	1.4	96	5	5
SC_2	20.71704	37.75358	1	28.3	51.6	13.6	10.1	69.3	2.37	2.48	5.88	3.58	0.5	46	30	5.5
SC_2			2	21	47	5	8.3	32	6.3	6.2	6.1	6.20	0.3	12	0	0
SC_2			3	21	40	5	21	72	4.46	4.8	5.4	4.89	0.4	25	5	40
SC_3	20.66312	37.8087	1	30	47.6	6.6	26.7	62.6	10.62	14.6	13.5	12.91	1.2	67	23.3	10
SC_3			2	25	52	3	35.3	92	19.52	17.5	16.7	17.91	1.4	87	5	20
SC_3			3	21.5	44	3	42	100	19.34	12	12.5	14.61	1.1	75	30	18
SC_4	20.65624	37.79825	1	26	70	14	18.1	73.3	10.64	4.07	8.52	7.74	1.1	79	5	9
SC_4			2	26.6	46	0	22	80	7.3	5.8	8.2	7.10	1.2	60	10	22
SC_4			3	27	26	2	21.2	92	12.29	9.8	10.1	10.73	0.8	87	20	0
SC_5	20.71007	37.73674	1	29.8	52	2.6	27.5	84	14.83	9.19	8.65	10.89	1.3	71	7	7
SC_5			2	23	40	2	17.7	88	6.3	6.8	7.5	6.87	1.4	64	10	10
SC_5			3	27	36	3	40	96	14.92	13	12.8	13.57	0.9	62	0	0
SC_6	20.70601	37.73594	1	30.3	54.3	16.3	16.4	82.6	8.97	6.69	7.27	7.64	1.1	75	0	0
SC_6			2	21	56	5	13.2	80	6.46	7.2	6.9	6.85	1	75	25	15



Συνέχεια πίν_1

SC_6			3	22.5	50	3	9.24	64	5.7	7	5.4	6.03	0.6	50	0	0
SC_7	20.65632	3779731	1	28	74	6	27.6	85.3	2.37	4.94	15.56	7.62	1.2	79	0	0
SC_7			2	27	36	3	28.5	84	13.94	9	8.7	10.55	0.9	87	0	0
SC_7			3	33	38	5	33	100	14.2	12	13.5	13.23	0.5	75	0	0
SC_8	20.65682	37.79785	1	30.6	48.3	5.6	27.7	96	3.4	15.56	8.55	9.17	0.9	83	3.4	4
SC_8			2	21.2	53	3	23.5	88	13.77	16	11.2	13.66	0.5	87	5	6
SC_8			3	32	20	5	12.5	84	7.02	9.4	8.1	8.17	0.5	75	0	0
SC_9	20.66142	37.79852	1	29.6	56.6	5.6	21	77.3	5.39	5.7	5.57	5.55	0.6	75	1.6	6
SC_9			2	20	54	1	23.1	96	9.95	9	8.7	9.22	0.8	75	5	10
SC_9			3	28	28	6	28.5	99	9.54	9	9.3	9.28	0.8	50	0	6.3
SC_10	20.71073	37.75754	1	29.3	33	6	12.4	66.6	4.09	4.15	1.65	3.30	0.8	62	7	6
SC_10			2	23.6	36	0	9.64	64	7.77	6.5	6.2	6.82	0.8	37	5	8
SC_10			3	30	34	3	16.9	80	8	7.5	6.9	7.47	1	75	0	6
									9.38	8.73	8.74	8.95				

Χάρτης Μ.Κ.Υ. της Ζακύνθου (Αθανασίου Μ., Μαρτίνης Α., Ξανθόπουλος Γ.).



V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,2	0,3	0,7	2,1	5,5
10 (2)	3,1	1,8	1,9	2,3	3,7	7,1
25 (4)	7,7	4	4,1	4,5	5,9	9,3
45 (6)	13,8	6,8	6,9	7,3	8,7	12,1
70 (8)	21,4	10,2	10,3	10,7	12,1	15,5



Τυπικός μεσογειακός φρυγανότοπος με κυρίαρχα είδη τα *Cistus spp*





Εντοπισμός επιφάνειας, καταγραφή δεδομένων, θερισμός βλάστησης





10. Παρακολούθηση της δυναμικής εξέλιξης των *Cistus spp* για την αξιολόγηση του Μ.Κ.Υ.

Για τη διερεύνηση της δυναμικής και της ανάπτυξης του είδους *Cistus*, ώστε να γνωρίζουμε την αποτελεσματικότητα του Μ.Κ.Υ. για περιοχές οι οποίες έχουν πληγεί από πυρκαγιές πριν πέντε (5) με δέκα (10) χρόνια, ακολουθήσαμε τον παρακάτω σχεδιασμό.

Στην περιοχή μελέτης για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ., εγκαταστήσαμε νέες δειγματοληπτικές επιφάνειες 1 m² σε κοντινή απόσταση από τις ήδη μελετημένες επιφάνειες για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ. στόχος μας η σύγκριση των δεδομένων που είχαμε συλλέξει για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ. λαδανιάς, με τα επικαιροποιημένα δεδομένα. Έτσι θα είχαμε μια πλήρη εικόνα για τη συμπεριφορά του φρυγανικού είδους και μια εκτίμηση για τη αύξηση ή όχι της βιομάζας, κάτι που μας δίνει τη δυνατότητα αξιολόγησης του Μοντέλου.

Η εγκατάσταση των πειραματικών επιφανειών έγινε σε κοντινή απόσταση με τις προηγούμενες ΠΕ για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ. Η συλλογή δεδομένων άρχισε την Άνοιξη του 2021 και συμπληρώθηκαν πρωτόκολλα σε ηλεκτρονική μορφή (GIS για Tablet) τα δεδομένα είκοσι επιπλέον νέων ΠΕ 1 m². Η δειγματοληψία επαναλήφθηκε κατά τον ίδιο τρόπο το καλοκαίρι στις ίδιες περιοχές, 1 m² ακριβώς δυτικά (270°), εφαιπτόμενη της πρώτης επιφάνειας από την οποία είχαν συλλογή των ίδιων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για το Μ.Κ.Υ. δεδομένα Άνοιξης. Τέλος, το Φθινόπωρο του 2021 έγινε λήψη δεδομένων από 1 m², ανατολικά της πρώτης επιφάνειας (90°). Συνολικά μελετήθηκαν 90 νέα plots για την αξιολόγηση του μοντέλου.

Παρακάτω παραθέτουμε σε πίνακες τα δεδομένα των νέων δειγματοληπτικών επιφανειών. Αφού καταγράψαμε τις συντεταγμένες (long., lat.), μετρήσαμε: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, ύψος ειδών, κάλυψη βλάστησης, πάχος φυλλοστρωμνής, πάχος χούμου, % πώδης βλάστηση, ύψος πώδους βλάστησης (πίν.

Πίν_2 Καταγραφή δεδομένων πεδίου σε νέα plots

SC	Long.	Lat.	Season	Th	RH	WS	H	VC	Ton/PE/Se as	Stroma fyllon/cm	LC %	GrC %	Gr_H/cm
SC_11	20.71732	37.75462	1	25	45	4	10	70	5.40	1.2	92	6	5
SC_11			2	27	47	2	8	43	4.25	0.9	48	7	9
SC_11			3	28	49	2	21	58	6.10	1	67	5	10
SC_12	20.71755	37.55521	1	32	53	6.3	15	83	18.20	1.3	46	7	8
SC_12			2	26	46	1	17	90	11.70	1.4	72	7	7
SC_12			3	27	38	6	19	100	12.20	1.2	66	4	11
SC_13	20.71108	37.74478	1	34	45	4.2	17	63	6.70	1.2	83	12	9
SC_13			2	27	52	2	21	72	5.30	1	55	11	10
SC_13			3	28	55	9	18	83	7.30	1	64	8	13
SC_14	20.90243	37.73726	1	31	56	5.2	27	76	8.70	1.3	45	13	6
SC_14			2	29	53	3.2	18.1	68	7.20	1.3	80	12	9
SC_14			3	23	55	12	36.5	85	11.50	1.2	66	7	15
SC_15	20.92243	37.73666	1	30	45	7	27	78	4.60	0.7	56	5.5	8
SC_15			2	28	51	2	24	82	5.10	0.8	63	6	8
SC_15			3	23	53	12	28	74	12.80	1.4	79	8	12
SC_16	20.70856	37.73532	1	29	38	9.1	27	92	7.90	0.5	71	9	8
SC_16			2	26	41	0	32	86	7.10	0.6	66	8	10
SC_16			3	23	44	15	24	88	12.30	0.5	46	9	14
SC_17	20.70833	37.73458	1	28	62	12.1	9	68.5	8.40	0.9	65	6	7
SC_17			2	20.7	56	4.1	23	72.4	7.80	1	68	6	12
SC_17			3	21.3	31	10	28	81.5	7.70	0.6	62	8	10
SC_18	20.70683	37.76665	1	30.3	54.3	11.3	16.9	82.6	8.88	1	67	7	11
SC_18			2	21	56	4.2	13.2	80	7.90	1	87	8	11
SC_18			3	22.5	50	7	9.24	64	13.80	1.2	62	4	11



Συνέχεια πίν_2

SC_18	20.70683	37.76665	1	30.3	54.3	11.3	16.9	82.6	8.88	1	67	7	11
SC_18			2	21	56	4.2	13.2	80	7.90	1	87	8	11
SC_18			3	22.5	50	7	9.24	64	13.80	1.2	62	4	11
SC_19	20.70771	37.73446	1	30.3	44.5	6	19.4	86.4	7.40	1.2	81	10	11
SC_19			2	21	57	4	16.2	83	6.90	1.3	80	9	13
SC_19			3	22.5	53	4	11.3	67.8	5.40	0.3	81	5	14
SC_20	20.70609	37.73608	1	33	38	6.1	30.4	80.5	7.60	0.9	70	10	12
SC_20			2	26	45	1.5	27	87	8.50	1	72	11	14
SC_20			3	24	52	4	20	62	8.20	0.5	68	11	14
SC_21	20.70434	37.73834	1	32	32	5.2	36	83	12.40	0.4	62	11	7
SC_21			2	26	45	3	32	72	11.90	0.5	69	11	9
SC_21			3	24	49	2	34	65	12.80	0.4	72	8	9
SC_22	20.68891	37.74203	1	36	34	3.1	31	64	11.80	0.7	32	7	8
SC_22			2	25	32	6.1	28	68	9.40	0.7	42	8	8
SC_22			3	23	52	6	29	72	11.20	0.7	58	7	8
SC_23	20.90244	37.74708	1	28	38	1	34	91	9.50	1.5	56	8	10
SC_23			2	26	39	5.6	26	93	8.20	1.4	59	8	11
SC_23			3	27	57	2	22	85	10.40	0.6	64	9	13
SC_24	20.70446	37.75093	1	29	52	0	28	90	9.10	1.3	80	7	10
SC_24			2	26	32	7.2	26	87	7.20	1.3	86	9	12
SC_24			3	22	49	2	27	92	12.80	1	64	9	12



SC_25	20.70523	37.7666	1	28	34	3.4	18	68	7.30	0.2	56	8	14
SC_25			2	29	33	6	14	72	6.70	0.5	87	8	9
SC_25			3	22	53	2	19.5	75	7.40	0.3	76	5	10



Συνέχεια πίν_2

SC_26	20.71034	37.75517	1	29	35	4.2	34	84	8.80	0.3	78	9	14
SC_26			2	29	42	4.8	28	92	8.20	0.4	79	10	13
SC_26			3	23	56	5	24	78	12.80	0.5	77	8	18
SC_27	20.71042	37.75732	1	32	48	4.2	26	0	9.70	1.1	82	15	9
SC_27			2	26	45	5.3	24	62	14.00	1.2	84	13	10
SC_27			3	25	56	6	24	61	11.70	1	78	10	13
SC_28	20.71079	37.75844	1	31	45	5.1	90	64	6.70	1.2	61	13	9
SC_28			2	25	37	7	84	66	5.10	1.2	65	12	10
SC_28			3	21	51	6	89	73	7.50	1.1	90	10	12
SC_29	20.66112	37.79144	1	28	46	10	24	82	11.10	10.3	40	10	14
SC_29			2	24	48	11	18	84	8.60	0.2	25	9	12
SC_29			3	22	54	11	15	80	8.30	0	28	12	15
SC_30	20.65571	37.79912	1	33	49	5.5	17	65	8.70	0.6	32	28	18
			2	29	53	3.1	22	58	9.40	0.5	36	14	12
			3	24	57	3.2	23	63	10.20	1	27	35	13
9.03													

11. Αποτελέσματα

Προκειμένου να αξιολογήσουμε αφενός τη μεταπτυρική συμπεριφορά του πυρόφιλου είδους *Cistus sp.* και παράλληλα να διερευνήσουμε την αποτελεσματικότητα του Μ.Κ.Υ. μετά την πάροδο 10 και πλέον ετών από την πυρκαγιά, προχωρήσαμε στη σύγκριση των παλαιότερων δεδομένων με νέα δεδομένα που ελήφθησαν από γειτονικούς οικοτόπους φρυγανικών οικοσυστημάτων, με κυρίαρχο είδος τα *Cistus spp* (λαδανιές).

Η συλλογή δεδομένων έγινε με την ίδια μεθοδολογία, με τη διαφορά ότι δεν ακολούθησε καταστροφική δειγματοληψία μετά τις μετρήσεις που αφορούν στη βιομάζα. Η επιστημονική ομάδα απεδέχθη ότι δεν θα υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ υγρού και ξηρού βάρους από τις μετρήσεις για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ. λαδανιάς. Επιπλέον επισημαίνεται ότι οι νέες μετρήσεις έγιναν περίπου στις ίδιες ημερομηνίες, για να μειώσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων.

Η ανάλυση των δεδομένων μας δίνει ιδιαίτερα σημαντικά στοιχεία για την εξέλιξη των φρυγανικών οικοσυστημάτων της Ζακύνθου και του Ιονίου ευρύτερα και ιδιαίτερα για τα οικοσυστήματα με κυριαρχία των ειδών *Cistus spp*. Μέσα από τα νέα δεδομένα για την δυναμική των φρυγανικών οικοσυστημάτων, δίνεται η δυνατότητα για ορθολογική διαχείριση των φρυγανικών οικοσυστημάτων, καθώς και πρόβλεψη της εξέλιξης μιας πιθανής πυρκαγιάς. Όταν γνωρίζουμε τη δυναμική της βλάστησης στις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες και μεταβολές, μπορούμε να ανταποκριθούμε αποτελεσματικότερα για την προστασία των οικοσυστημάτων. Η χρησιμότητα των οικολογικών μοντέλων εξαρτάται από την ακρίβεια και ορθότητα της επιστημονικής γνώσης και την επιστημονική πληροφορία που αφορά στους μηχανισμούς αναγέννησης, τις στρατηγικές προσαρμογής και την συμπεριφορά των ειδών.

Ένα από συμπεράσματα της παρούσας εργασίας είναι ότι οι καμένες εκτάσεις ακολουθούν μια πορεία αυτοδιαδοχής, η οποία αρχικά φαίνεται πολύ διαφορετική από την άκαφτη περιοχή. Η εγκατάσταση των φωτόφιλων και πυρόφιλων ειδών είναι ταχεία και η αποκατάσταση των φυτοκοινοτήτων που υπήρχαν πριν τη φωτιά φαίνεται να γίνεται με γοργούς ρυθμούς. Φωτόφιλα είδη τα οποία βρίσκονταν σε κατάσταση μεθοριμαντικού ληθάργου, εμφανίζονται στην καμένη έκταση, στην οποία καταγράφεται σε πολλές περιπτώσεις μια πλούσια χλωριδική ποικιλότητα.



Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την ομάδα του τμήματος Περιβάλλοντος του Ιονίου Πανεπιστημίου σε περιοχές που είχαν πρόσφατα καεί από πυρκαγιά, βρέθηκαν πολλά φωτόφιλα είδη όπως τα είδη *Cistus spp* και πολλά (>56) διαφορετικά είδη της οικογένειας *Orchidaceae* (Ορχεοειδή).

Όταν το οικοσύστημα σταδιακά ωριμάζει, η δομή της βλάστησης γίνεται πιο σύνθετη, η βιομάζα αυξάνεται σταδιακά και από την κυριαρχία των ποωδών περνά στα ξυλώδη είδη. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση πολλών ειδών ορχεοειδών σε καμένες περιοχές (χαρακτηριστικά φωτόφιλα είδη), ο αριθμός των οποίων μειώνεται σταδιακά. Με την σταδιακή επαναφορά του οικοσυστήματος στην προηγούμενη κατάσταση.

Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε όχι μόνο τις στρατηγικές προσαρμογές των μεσογειακών ειδών, αλλά και πως αυτά επηρεάζονται από την πυρκαγιά και κυρίως από τις επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, οι οποίες αποτελούν ένα από τα κύρια αίτια της υποβάθμισης των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Τα φρύγανα νεκρώνονται από την πυρκαγιά, όμως αναγεννώνται με τη φύτευση των σπερμάτων, η οποία ευνοείται από την πυρκαγιά. Πρέπει όμως να υπάρχει ένα ικανό διάστημα μεταξύ των πυρκαγιών, ώστε να ωριμάζουν τα αρτίβλαστρα και να παράγουν νέα σπέρματα. Ειδικά για τη λαδανιά απαιτούνται τουλάχιστον 2-3 χρόνια για να ωριμάσουν αναπαραγωγικά, ενώ στην *Pinus halepensis* διάστημα αυτό δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 10 – 12 έτη.

Στην παρούσα εργασία επιβεβαιώνεται η σταδιακή αποκατάσταση του οικοσυστήματος και η επανεγκατάσταση νέων φρυγανικών ειδών και θάμνων, κάτι που αυξάνει τη βιομάζα στους οικοτόπους. Η μέση ξηρή βιομάζα που μετρήθηκε στις καμένες εκτάσεις το 2017 για τη δημιουργία του ΜΚΥ ήταν περίπου 8.97 tn/ha, ενώ στις μετρήσεις του 2021,22, πέντε χρόνια περίπου αργότερα, σε διπλανά plots, η ξηρή βιομάζα εκτιμάται σε 9.5 tn/ha, με βάση τα νέα δεδομένα, χωρίς τον καταστροφικό θερισμό και τις μετρήσεις υγρής και ξηρής βιομάζας. Εκτιμήσαμε την ξηρή βιομάζα με βάση τη στατιστική επεξεργασία των νέων δεδομένων και τη σύγκριση με τα παλαιότερα δεδομένα του Μ.Κ.Υ (Σταθερά+β₁(X₁)+β₂(X₂)). Η εκτίμηση στηρίχτηκε στο μέσο ύψος και στη μέση κάλυψη% της βλάστησης σε κάθε plot. Η αύξηση κατά 0.5 tn/ha τεκμηριώνεται, εκτός από τις στατιστικές αναλύσεις και από τη σταδιακή αποκατάσταση του οικοσυστήματος, με την παρουσία ξυλωδών

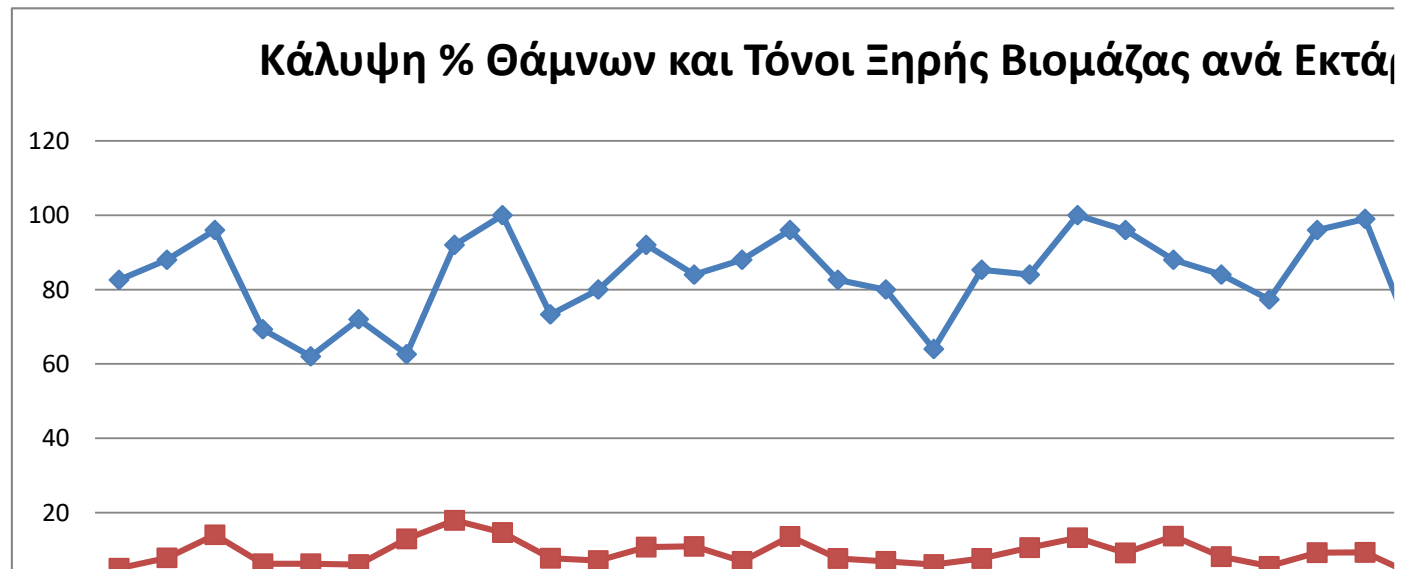


μεσογειακών θάμνων με μεγαλύτερα ποσοστά βιομάζας. Οι καθαρά φρυγανικές περιοχές με κυριαρχία των ειδών *Cistus spp*, *Corydothymus capitatus*, *Genista acanthoclada*, *Satureja thymbra*, *Helichrysum cicutum*, *Anthyllis hermanniae*, *Olea europea*, *sarcopoterium spinosum*, *Calicotome vilosa* κλπ, στις οποίες δεν παρατηρείται σημαντική αλλαγή στην παρουσία των μεσογειακών ειδών και στη δομή του οικοσυστήματος, οι διαφορές στην ξηρή βιομάζα είναι σχεδόν μηδενικές.

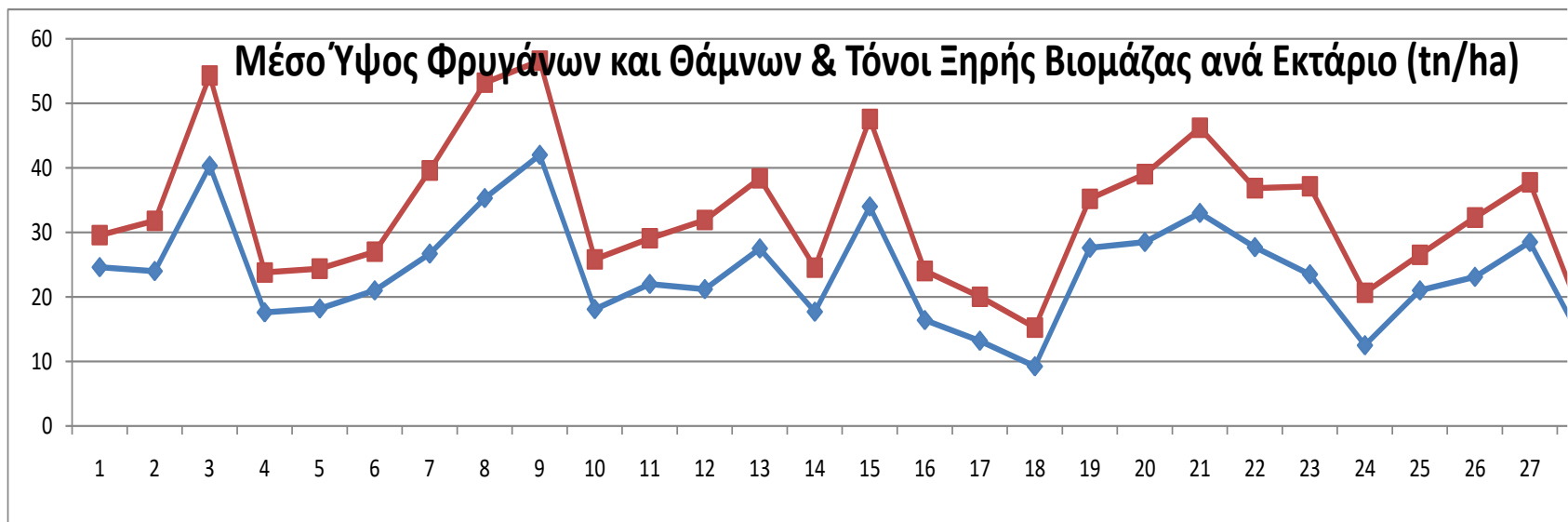
Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας εξάγεται το συμπέρασμα ότι το Μ.Κ.Υ. των ειδών *Cistus spp* και των άλλων καθαρά φρυγανικών ειδών που συνθέτουν τα φρυγανικά οικοσυστήματα της Ζακύνθου, με κυρίαρχη τη λαδανιά, παρουσιάζει την ίδια αποτελεσματικότητα μετά την πάροδο πλέον της δεκαετίας από την πυρκαγιά και της πενταετίας από την λήψη των πρώτων δεδομένων.

Σε περιοχές με παρουσία της *Pinus halepensis*, καταγράφεται έντονη εμφάνιση της ειδών χαλεπίου >2 μέτρων, κάτι που αλλάζει τη σύνθεση της βλάστησης και επηρεάζει την συμπεριφορά σε περίπτωση πυρκαγιά (ΠΕ_12, ΠΕ23). Επίσης στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουμε και σε κάποιες περιπτώσεις που παρατηρείται κυριαρχία θαμνωδών ειδών και υποχώρηση της λαδανιάς. Επισημαίνεται ότι η λαδανιά ως έντονα πυρόφιλο και φωτόφιλο είδος δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τους μεσογειακούς θάμνους με αποτέλεσμα την υποχώρησή του. Έχει ήδη αναφερθεί ότι η φύτευση του σπόρου της λαδανιάς εννοείται από την πυρκαγιά.

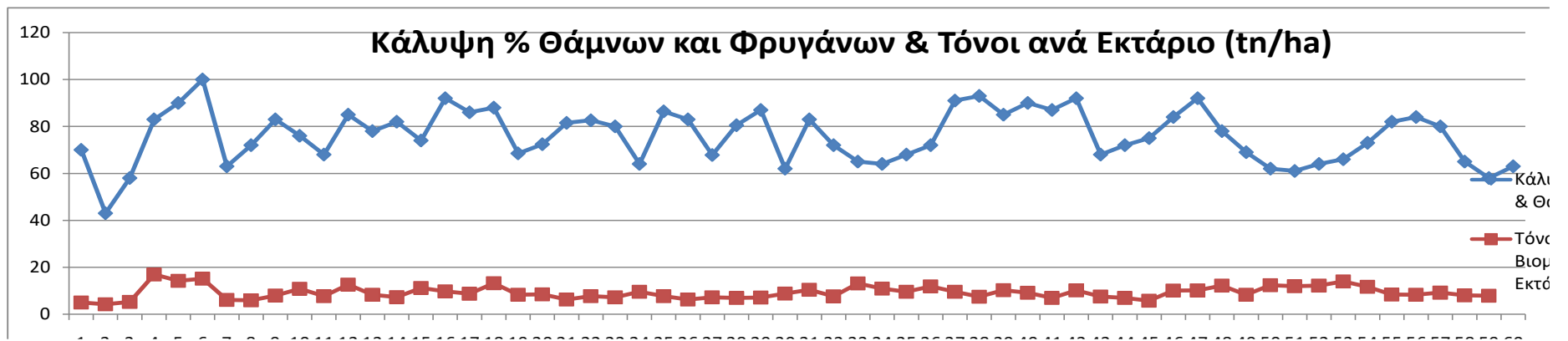
Η παρούσα εργασία δίνει χρήσιμα συμπεράσματα για τη συμπεριφορά και αποκατάσταση των φρυγανικών οικοσυστημάτων της Ζακύνθου και μπορεί να αποτελέσει τη βάση για περαιτέρω έρευνα για την πρόληψη των πυρκαγιών αφενός και για τη μεταπυρική συμπεριφορά των οικοσυστημάτων φρυγάνων και μακίας βλάστησης, τα οποία κυριαρχούν πλέον στο νησί της Ζακύνθου.



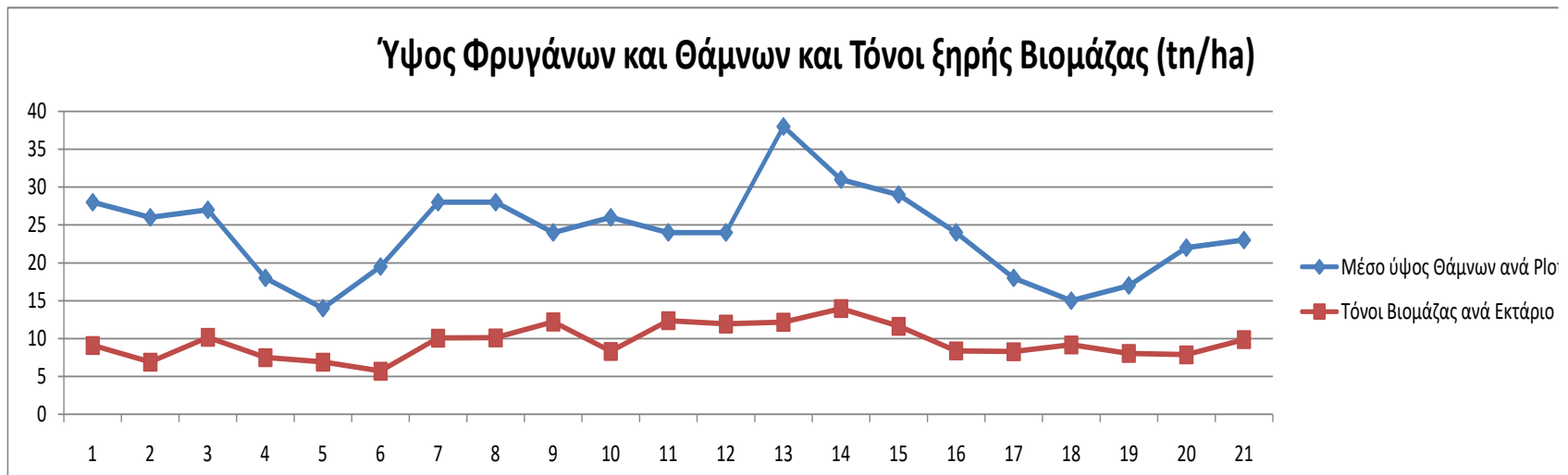
Διάγραμμα_1: κάλυψη % θάμνων και ξηρό βάρος ανά εκτάριο (tn/ha)



Διάγραμμα_2: Μέσο ύψος φρυγάνων και θάμνων και ξηρό βάρος εκτάριο (tn/ha)



Διάγραμμα_1: κάλυψη % θάμνων και ξηρό βάρος ανά εκτάριο (tn/ha)



Διάγραμμα_4: Μέσο ύψος φρυγάνων και θάμνων και ξηρό βάρος εκτάριο (tn/ha)

12. Συμπεράσματα

Παρότι τα δασικά οικοσυστήματα γίνονται ολοένα και πιο σημαντικά στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας, οι απειλές που δέχονται λόγω των πυρκαγιών, τείνουν να τα καταστήσουν ένα από τα κρισιμότερα προβλήματα των ημερών.

Εφόσον, τόσο η αντιμετώπιση όσο και η κατάσβεση των πυρκαγιών δεν έχουν εξελιχθεί, πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στην πρόληψη και την κατάσβεση μιας πιθανής πυρκαγιάς από τη στιγμή που θα ξεκινήσει, γνωρίζοντας όμως ήδη τις περιοχές με μεγαλύτερη πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς σε αυτές.

Έχοντας μελετήσει τις περιοχές που καλύπτονται από φρύγανα με μεγάλη παρουσία λαδανιάς σε αυτά, προκύπτει ότι όσοι ασχολούνται με την διαχείριση των πυρκαγιών πρέπει να λαμβάνουν σοβαρότερα υπόψη τις περιοχές αυτές. Επειδή η λαδανιά είναι πυρόφυτο και έντονα φωτόφιλο είδος με μεγάλη περιεκτικότητα σε ρητίνες και αιθέρια έλαια, διατηρεί πολύ μεγάλες θερμοκρασίες και αυξάνει την ένταση και τη δυναμική της φλόγας.

Έτσι, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον προσδιορισμό της υγρασίας των δειγμάτων που λήφθηκαν, έδειξαν ότι το καλοκαίρι η περιεχόμενη υγρασία του φυτού έχει τιμή τουλάχιστον 50% λιγότερη από τις άλλες 2 εποχές, γεγονός που αν συνδυαστεί με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή αυτή δηλαδή υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλές τιμές υγρασίας της ατμόσφαιρας ευνοούν μια πιθανή έναρξη και εξάπλωση πυρκαγιάς.

Πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή της Ζακύνθου που τα τελευταία χρόνια πλήττεται έντονα από μεγάλες και επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, εμποδίζεται η ανάπτυξη του δάσους που προϋπήρχε. Αυτό είναι αναμενόμενο αποτέλεσμα μιας και είναι γνωστό ότι ο σπόρος της λαδανιάς ενεργοποιείται με τη φωτιά και βλαστάνει με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Όπως διαπιστώθηκε στο πεδίο, σε περιοχές που είχαν καεί το προηγούμενο έτος, έγινε καταγραφή της αναγέννησης και μετρήθηκαν έως και 400 ρίζες λαδανιάς σε 1τ.μ.

Έτσι, σε περιοχές που προϋπήρχε ψηλή δενδρώδης βλάστηση (π.χ. πευκόδασος), έχει επικρατήσει μια υποβαθμισμένη χαμηλή φρυγανώδης βλάστηση (π.χ. θυμαρί, ασπάλαθος, σχίνος κλπ) με κυρίαρχο είδος τη λαδανιά, είδη τα οποία είναι ιδιαίτερα εύφλεκτα.

Λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές κλιματολογικές και τοπογραφικές συνθήκες της κάθε περιοχής, μιας και η συγκεκριμένη έρευνα αφορά το Βορειοδυτικό κομμάτι του νησιού της Ζακύνθου, κρίνεται αναγκαίο να εξεταστούν περισσότερες περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά κλίματος και βλάστησης προκειμένου να δημιουργηθεί ένα πιο αξιόπιστο μοντέλο καύσιμης ύλης για το συγκεκριμένο είδος. Στόχος της δημιουργίας ενός αξιόπιστου μοντέλου για τη λαδανιά είναι να αποτελέσει εργαλείο για την πρόβλεψη και την κατάσβεση των πυρκαγιών και να συγκριθεί με άλλα αντίστοιχα μοντέλα καύσιμης ύλης που αφορούν άλλα είδη, ώστε να υπάρχουν συγκριτικά δεδομένα για την καλύτερη κατανόηση της επικινδυνότητας του κάθε είδους

Τέλος, προτείνεται η χαρτογράφηση των περιοχών που καλύπτονται από φρύγανα μέσω της τηλεπισκόπησης, για να προσδιοριστούν ευκολότερα οι περιοχές. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, να μπορέσει να συνεχιστεί και τελικά να εφαρμοστεί το μοντέλο καύσιμης ύλης για τη λαδανιά ή και άλλα σημαντικά μοντέλα, τα οποία θα



οδηγήσουν στην πρόληψη και αντιμετώπιση των πυρκαγιών, ώστε να προστατευτεί η βιοποικιλότητα που τα τελευταία χρόνια καταστρέφεται με ταχείς ρυθμούς.



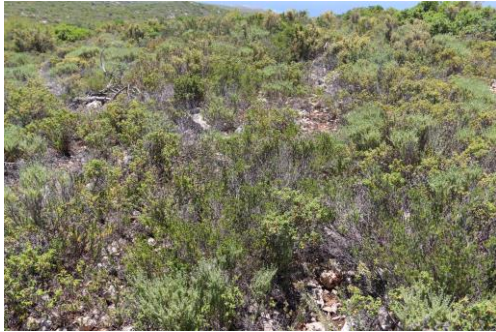
Καταστάσεις βλάστησης που περιγράφονται από το Μ.Κ.Υ.

Πυκνή βλάστηση με λαδανιά ύψος από 10 έως 30 cm (Μ.Κ.Υ. λαδανιάς)



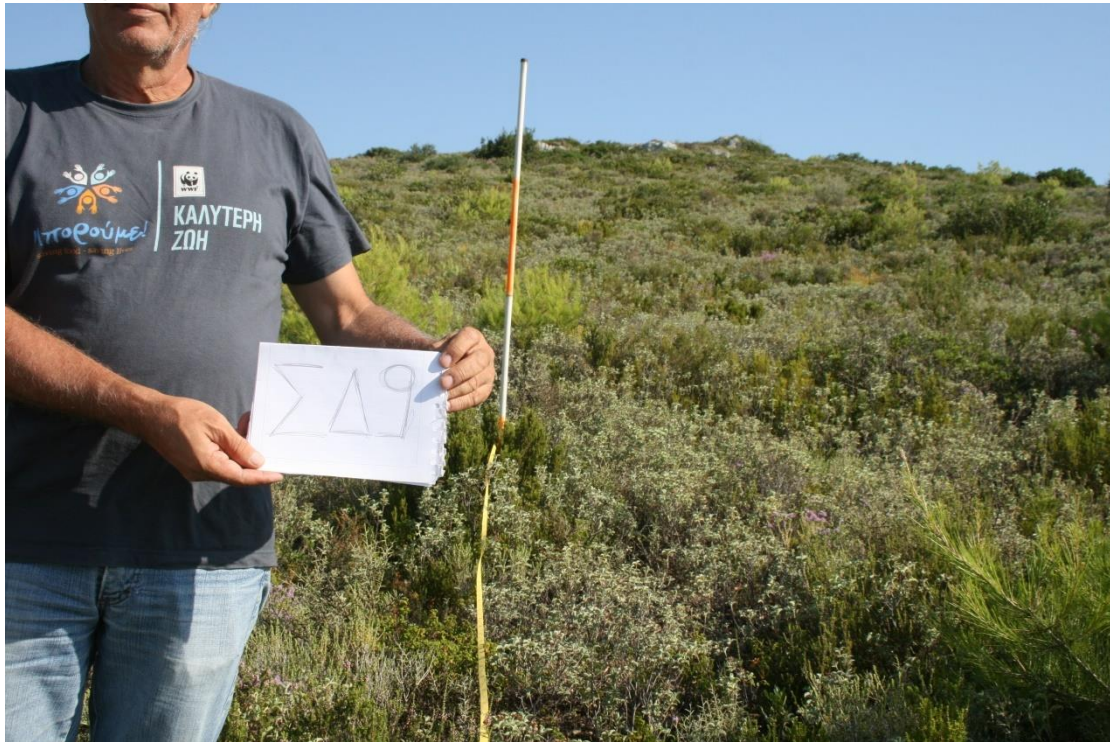


Παρακολούθηση της κατάστασης των φρυγανικών οικοτόπων (λαδανιάς) στη Ζάκυνθο 10-15 περίπου έτη μετά την πυρκαγιά (5 έτη μετά τη λήψη των δεδομένων για τη δημιουργία του Μ.Κ.Υ.















13. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Albini, F.A. 1976. Estimating wildfire behavior and effects. Gen. Tech. Rep. INT-30. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 92 p.
- Anderson, H. E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. USDA For. Serv., Research Note RM - 354. 4 pp.
- Andrews, P. L. 1986. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system BURN subsystem, Part 1. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. INT 194. 130 p.
- Andrews, P. L. 2009. BehavePlus fire modeling system, version 5.0: Variables. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-213WWW Revised. Fort Collins, CO: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 111 p. http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr213.pdf.
- Andrews, P.L. 2012. Modeling wind adjustment factor and midflame wind speed for Rothermel's surface fire spread model. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-266. Fort Collins, CO: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 39 p.
- Andrews, P. L. 2014. Current status and future needs of the BehavePlus Fire Modeling System. *International Journal of Wildland Fire* 23(1):21-33.
- Athanasίου, M., and G. Xanthopoulos. 2014. Wildfires in Mediterranean shrubs and grasslands, in Greece: In situ fire behaviour observations versus predictions. pp. 488-499. In proceedings of the 7th International Conference on Forest Fire Research on "Advances in Forest Fire Research", November 17-20, 2014. Coimbra, Portugal. Viegas D. X., (editor). ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. 1919 p.
- Cocke, A. E., Fule, P. Z., Crouse, J. E., 2005. Comparison of burn severity assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data. *International Journal of Wildland Fire*, 14(2), 189-198.
- Dimitrakopoulos, A. P., G. Xanthopoulos, and V. Mateeva. 1999. Statistical classification of mediterranean fuel types in Greece. pp. 125-131. In proceedings of the International Symposium on "Forest Fires: Needs and Innovations". November 18-19, 1999, Athens, Greece. Published by CINAR S.A., Athens, Greece, under the auspices of the European Commission DG XII. 419 p.
- Dimitrakopoulos, A. P. 2002. Mediterranean fuel models and potential fire behaviour in Greece, *International Journal of Wildland Fire* 11(2) 127 – 130.
- Guzman B., Vargas P., «*Unexpected synchronous differentiation in Mediterranean and Canarian Cistus (Cistaceae)*», 2009
- Metlen, K., Perchemlides, K. 2020. Fuel model photo series: Ashland Forest Resiliency All Lands Restoration. 10.13140/RG.2.2.24347.90403.
- Mildrexler, D. J., Zhao, M., Heinsch, F. A., Running S. W. 2007. A new satellite-based methodology for continental-scale disturbance detection. *Ecological Applications*, 17(1), 235-250.
- Pyne, S.J., Andrews P.L., Laven. R.D. 1996. Introduction to Wildland Fire, 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.



- Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R., Kerr, Y. H., Sorooshian, S. 1994. A modified soil adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 48(2), 119-126.
- Reed, B. C., Brown, J. F., VanderZee, D., Loveland, T.R., Merchant, J. W., Ohlen, D. O. 1994. Measuring phenological variability from satellite imagery. *Journal of Vegetation Science*, 5(5), 703-714.
- Rothermel, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 40 p.
- Rothermel, R.C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. Gen. Tech. Rep. INT-143. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 161 p.
- Scott, J. E. and R. E. Burgan. 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. 72 p.
- Sprenger, C., 1915. "Dendrologische Mitteilungen aus Leukas", *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, vol. 24-26, 1915-1917, p. 1-33.
- Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127-150. doi:10.1016/0034-4257(79)90013-0.
- Xu, H. 2006. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033.

Ελληνική

- Αθανασίου Μ., 2013. Μελέτη και επιχειρησιακό σχέδιο για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ζάκυνθο, Έργο Interreg IV "NAT-PRO" – MIS: 902052, Τ.Ε.Ι. Ιονίων Νήσων, 153 σελ.
- Αθανασίου Μ. και Γ. Ξανθόπουλος. 2015. Δασικές πυρκαγιές σε Μεσογειακούς θαμνώνες, φρύγανα και χορτολίβαδα στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς πυρκαγιάς με τις προβλέψεις του BehavePlus. Σελ. 175-183. Στα πρακτικά του 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 4-7 Οκτωβρίου 2015, Αργοστόλι, Κεφαλονιά. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία & Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου. 979 σελ.
- Αθανασίου Μ. 2015. Συμβολή στην επιλογή της καλύτερης μεθόδου πρόβλεψης της συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών για την Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 408 σελ.
- Αθανασίου Μ., Ξανθόπουλος Γ., Μαρτίνης Α., Φούκης Θ. και Γαϊτάνη Σ. 2017. Δημιουργία Μοντέλου Καύσιμης Ύλης για τη λαδανιά (*Cistus* spp.) στην Ελλάδα. Σελ. 698-705. Στα πρακτικά του 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου & International Workshop, 8-11 Οκτωβρίου 2017, Έδεσσα Πέλλας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 1742 σελ.
- Αθανασίου Μ. 2019. Πυρκαγιές κόμης σε Μεσογειακά πευκοδάση στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς με τις προβλέψεις του CFIS και μια εμπειρική



- προσέγγιση της πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους. Σελ. 279-292. Στα πρακτικά του 19ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 29 Σεπτεμβρίου - 2 Οκτωβρίου 2019, Λιτόχωρο Πιερίας, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 675 σελ.
- Αθανασίου Μ. 2021. Αξιοποίηση εμπειρικού και ημι-εμπειρικού μοντέλου για την πρόβλεψη του ρυθμού εξάπλωσης πυρκαγιών επιφανείας σε Μεσογειακά χορτολιβάδα. Σελ.-..... Στα πρακτικά (υπό έκδοση) του 10ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου με θέμα: «Βοσκήσιμες γαίες: Ένας αναξιοποίητος φυσικός πόρος και οι προκλήσεις της νέας ΚΑΠ (2021 – 2027)». Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. σελ.
- Απλαδά Ε., Γεωργιάδης Ν., Δεδάκη Μ., Κουταβά Ν., Λατσούδης Π., Μαραγκού Π., Σβορώνου Ε., Συμβουλίδου Μ., Τζηρίτης Η., & Χριστόπουλος Χ., «Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για τις Προστατευόμενες Περιοχές, το Παράδειγμα της Πάρνηθας», WWF Ελλάς, Αθήνα, 2007.
- Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Μ., Καζάνης, Δ., «Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας», σελ.103-116
- Αριανούτσου-Φραγκιατάκη Μ., «Δείκτες μεταπυρικής φυσικής αναγέννησης στα Μεσογειακά οικοσυστήματα», Τμήμα Βιολογίας: Τομέας Οικολογίας-Ταξινόμησης, Ε.Κ.Π.Α., από πρακτικά συνεδρίου «Αποκατάσταση καμμένων εκτασεων», Αθήνα, 2001
- Αριανούτσου - Φαραγγιτάκη Μ. και Καζάνης Δ., 2012 «Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας», σελ. 103, 2012, 2012. Από «Το Δάσος – Μία ολοκληρωμένη προσέγγιση», επιμέλεια: Παπαγεωργίου Α., Καρέτσος Γ., Κατσαδωράκης Γ., WWF Ελλάς
- Ατσαλάκης Ε., «Απομόνωση και ταυτοποίηση φυσικών προϊόντων,χημική μελέτη γύρης *Cistus cretius* L., βιολογικές δράσεις», μεταπτυχιακή εργασία, ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ,ΤΜΗΜΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ,ΤΟΜΕΑΣ ΦΑΡΜΑΚΟΓΝΩΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΑΘΗΝΑ 2016
- Γκιούλου Ρ., «250 Βότανα και οι θεραπευτικές τους ιδιότητες», Εκδόσεις Μαλλιάρη, 2016
- Δημητρακόπουλος, Α.Π., V. Mateeva, και Γ. Ξανθόπουλος. 2001. Μοντέλα καύσιμης ύλης Μεσογειακών Τύπων βλάστησης της Ελλάδος. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα ΓΕΩΤΕΕ. Σειρά VI, Τόμος 12(3): 192-206.
- Κεφάλας Γ. 2020. Χωροχρονική ανάλυση και Μοντελοποίηση των Αλλαγών του Τοπίου και οι Επιδράσεις των Φυσικών & Ανθρωπογενών Παραγόντων σε αυτό. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. 220 σελ.
- Ξανθόπουλος Γ., «Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση», WWF Ελλάς, Αθήνα, 2009.
- Ξανθόπουλος Γ., Σ. Δόσης, Α. Καρπή, Ε. Παναγιωτίδου, και Δ. Σουφλής. 2009. Αντιπροσωπευτικά μοντέλα δασικής καύσιμης ύλης για την περιφέρεια της Αττικής: Δημιουργία και λογισμικό αξιοποίησης. Σελ. 615-626. Στα πρακτικά του 14ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 1-4 Νοεμβρίου 2009, Πάτρα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. 1101 σελ.



- Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ., Καούκης, Κ., Μάντακας, Γ., Σολωμού, Α., Καρέτσος Γ., & Τσαγκάρη, Κ. (2019). Περιγραφή δασικής καύσιμης ύλης στα Κύθηρα. Παραδοτέο 1.α του έργου «Καινοτόμα δράση για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα με την κινητοποίηση και συνεργασία του πληθυσμού, πιλοτικά σε τρεις οικισμούς». Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ"/Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων και Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης. Αθήνα, 55 σελ.
- Ροντογιάννης Π. Γ., 1980. Ιστορία της Νήσου Λευκάδος, τ. Α', Έταιρεία Λευκαδικών Μελετών, Αθήνα (ανάπτυξη 2005), σελ. 8.
- Σκούρου Π., «Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών εκπροσώπων του γένους *Cistus* σε μεταπτυρικά στάδια διαδοχής δασών *Pinus Halepensis* της Αττικής», Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 2003
- Τρίγκου Β. 2006 Σημαντικοί βιότοποι και φυτά της νήσου Λευκάδας: Προτάσεις για την προστασία των βιοτόπων και της αυτοφυούς χλωρίδας (μεταπτυχιακή εργασία), Τμήμα Βοτανικής Πανεπιστημίου Πατρών,.
- Τσαγκάρη Κ., Καρέτσος Γ., Προύτσος Ν., «Δασικές Πυρκαγιές Νήσων Αιγαίου 1983-2005», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, ΕΘ.Ι.ΑΓ., WWF, Αθήνα, 2011.
- Τσίρκας Κ., «Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, καλλιεργούμενα για οικιακή, θεραπευτική και ανθοκομική χρήση», πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ, 2015.



14. Παραρτήματα

Ημερομηνία _____, Προσωπικό _____

ΦΟΡΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ

Περιοχή δειγματοληψίας (όνομα) _____

Δειγματοληπτική επιφάνεια (ΣΔ) _____ Συντεταγμένες κέντρου ΣΔ: X=_____ m, Y=_____ m

Plot 3 Ωρα _____ Θερμοκρασία: _____(°C) Σχετική Υγρασία (%): _____, Ταχύτητα Ανέμου: _____(km/h),
Διεύθυνση Ανέμου _____

Κυρίαρχο είδος (ποσοστό) _____

Λοιπά είδη (ποσοστά) _____

Εδαφικές συνθήκες _____ Γεωλογικό υπόβαθρο _____ Κλίση (%): _____ Έκθεση _____
Έτος τελευταίας πυρκαγιάς _____ (δηλαδή φωτιά πριν από _____ χρόνια) Συχνότητα πυρκαγιάς : _____ φορές
στα τελευταία _____ χρόνια Ένταση βόσκησης _____

Μετρήσεις ύψους θάμνων στις 25 θέσεις (cm): _____, _____, _____, _____, _____,
_____, _____, _____, _____, _____, _____,
_____, _____, _____, _____, _____, _____,
_____, _____, _____, _____, _____, _____

Μέσο ύψος θάμνων (cm) _____ Κάλυψη _____ στα 25 (ήτοι _____ %)

Μετρήσεις βάθους (cm) φυλλοστρωμνής στις 8 θέσεις του 0,5x0,5 ή του 1x1 m (διαγράψτε ανάλογα) :
Πρώτη διαγώνιος (cm) _____ (5 ή 30), _____ (25 ή 60), _____ (45 ή 90), _____ (65 ή 120)
Δεύτερη διαγώνιος (cm) _____ (5 ή 30), _____ (25 ή 60), _____ (45 ή 90), _____ (65 ή 120)
Μέσο βάθος φυλλοστρωμνής (cm) _____ Κάλυψη φυλλοστρωμνής _____ στα 8 (ήτοι _____ %)

ΟΠΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ κάλυψης φυλλοστρωμνής : _____ %
Εκτίμηση ΣΥΣΤΑΣΗΣ (%) της υπάρχουσας φυλλοστρωμνής : _____ φύλλα, _____ βελόνες _____ κλαράκια

Ξηρά χόρτα : Εκτίμηση κάλυψης (%) _____ και ύψους (cm) _____

Χούμος : Βάθος _____ cm και κάλυψη _____ %

Μετρήσεις συνολικού υγρού βάρους ανά κλάση

Ζωντανά έως 6,4 mm: _____ kgr
Ζωντανά από 6,4 έως 25,6 mm: _____ kgr
Νεκρά 1 hr: _____ kgr
Νεκρά 10 hr: _____ kgr
Νεκρά 100 hr: _____ kgr

Ωρα δειγματοληψίας νεκρών δασικών καυσίμων _____

Θερμοκρασία: _____(°C) Σχετική Υγρασία (%): _____, Ταχύτητα Ανέμου: _____(km/h)



Εργαστηριακά αποτελέσματα μετρήσεων υγρού και ξηρού βάρους

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέσες τιμές για τα υγρά (W) και ξηρά (D) βάρη από τα δείγματα των 10 ΣΔ που αποξηράνθηκαν στο εργαστήριο σε g/m^2 , για κάθε κλάση, ανά εποχή.

- WZ1(υγρό βάρος για την κατηγορία Ζωντανά 1)
- WZ2(υγρό βάρος για την κατηγορία Ζωντανά 2)
- WN1(υγρό βάρος για την κατηγορία Νεκρά 1)
- WN2(υγρό βάρος για την κατηγορία Νεκρά 2)
- DZ1(ξηρό βάρος για την κατηγορία Ζωντανά 1)
- DZ2(ξηρό βάρος για την κατηγορία Ζωντανά 2)
- DN1(ξηρό βάρος για την κατηγορία Νεκρά 1)
- DN2 (ξηρό βάρος για την κατηγορία Νεκρά 2)

Το πρώτο γράμμα στο συμβολισμό των τιμών του πίνακα διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή (Κ,Φ,Α).

	KWZ1	KWZ2	KWN1	KWN2	-	KDZ1	KDZ2	KDN1	KDN2	-
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (g/m^2)	45.90	66.40	33.50	26.03	-	25.30	42.73	30.03	23.72	-
	ΦWZ1	ΦWZ2	ΦWN1	ΦWN2	ΦWMU SH	ΦDZ1	ΦDZ2	ΦDN1	ΦDN 2	ΦDM USH
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ (g/m^2)	63.51	73.5	38.18	25.11	51.25	24.6	37.70	21.61	14.48	4.79
	AWZ1	AWZ2	AWN1	AWN2	-	ADZ1	ADZ2	ADN1	ADN2	-
ΑΝΟΙΞΗ (g/m^2)	59.98	86.32	42.89	27.67	-	24.64	48.06	29.26	17.63	-

Πίνακας 22: Τιμές υγρών και ξηρών βαρών από τα 10 ΣΔ σε g/m^2 , για κάθε κλάση, ανά εποχή

- Μεταξύ των τριών εποχών για την κατηγορία Ζωντανά1 (Z1), το υγρό βάρος (W) παρουσιάζει μέγιστη τιμή το φθινόπωρο και ελάχιστη το καλοκαίρι.
Για την κατηγορία Ζωντανά2(Z2), η μέγιστη τιμή του υγρού βάρους φαίνεται να είναι την άνοιξη, ενώ η ελάχιστη παραμένει το καλοκαίρι.
Για τα Νεκρά1 (N1) το υγρό βάρος εμφανίζει μέγιστη τιμή επίσης την άνοιξη και ελάχιστη το καλοκαίρι.
Στην κατηγορία Νεκρά2 (N2) το υγρό βάρος έχει μέγιστη τιμή την άνοιξη και ελάχιστη το φθινόπωρο με το καλοκαίρι να έχει ελάχιστη διαφορά μόλις $0.92 g/m^2$.
- Σε ό,τι αφορά το ξηρό βάρος (D) στα Z1 παρατηρείται μικρή διαφορά μεταξύ των τιμών του καλοκαιριού με το φθινόπωρο ($0,7 g/m^2$) ενώ την άνοιξη η τιμή είναι ίδια.
Για τα Z2 η άνοιξη εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή και το φθινόπωρο τη μικρότερη.
Τα N1 παρουσιάζουν μέγιστη τιμή το καλοκαίρι και ελάχιστη ξανά το φθινόπωρο.
Για τα N2 η ελάχιστη τιμή ανήκει στο φθινόπωρο και η μέγιστη στο καλοκαίρι

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τιμές της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων ανά κλάση σε g/m^2 , για κάθε εποχή.



	KWZ1-KDZ1	KWZ2-KDZ2	KWN1-KDN1	KWN2-KDN2	
Περιεχόμενη υγρασία (g/m²)	20.6	23.67	3.47	2.31	
	ΦWZ1-FDZ1	ΦWZ2-FDZ2	ΦWN1-FDN1	ΦWN2-FDN2	ΦWMUSH-ΦDMUSH
Περιεχόμενη υγρασία (g/m²)	38.91	35.8	16.57	10.63	46.46
	AWZ1-ADZ1	AWZ2-ADZ2	AWN1-ADN1	AWN2-ADN2	
Περιεχόμενη υγρασία (g/m²)	35.52	38.26	13.63	10.04	

Πίνακας 22: Τιμές της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων ανα κλάση σε g/m²,για κάθε εποχή.

- Μεταξύ των τριών εποχών η περιεχόμενη υγρασία που προέκυψε μετά την ξήρανση των δειγμάτων, για τα Z1 έχει μεγαλύτερη τιμή το φθινόπωρο(38.91 g/m²) με την άνοιξη(35.52 g/m²) να έχει μικρή διαφορά και το καλοκαίρι να παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή(20.6 g/m²).

Για τα Z2 η μεγαλύτερη τιμή ανήκει στην άνοιξη (38.26 g/m²) και η μικρότερη στο καλοκαίρι (23.67 g/m²), με το φθινόπωρο να έχει μικρή διαφορά απο την άνοιξη(35.8 g/m²).

- Τα N1 παρουσιάζουν την ελάχιστη τιμή το καλοκαίρι (3.47 g/m²) γεγονός που αποδεικνύει ότι είναι εξαιρετικά εύφλεκτα,με την άνοιξη(13.63 g/m²) και το φθινόπωρο (16.57 g/m²), να έχουν μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Τα N2 παρουσιάζουν επίσης την ελάχιστη τιμή το καλοκαίρι (2.31 g/m²), με την άνοιξη (10.04 g/m²) και το φθινόπωρο (10.63 g/m²) να έχουν ελάχιστη διαφορά μεταξύ τους.