



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Μεταπτυχιακή εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης  
και δυναμική της βλάστηση στην περιοχή Βαρυμπόμπης Αττικής



**Ιωάννης Ν. Ντεγιάννης**

Επιβλέπων καθηγητής:

Παπαδόπουλος Ανδρέας, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ  
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Μεταπυρική εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης  
και δυναμική της βλάστηση στην περιοχή Βαρυμπόμπης Αττικής

Post-fire evolution of natural regeneration of Aleppo pine  
and vegetation dynamic in the area of Varympompi Attica.

**Ιωάννης Ν. Ντεγιάννης**

Εξεταστική Επιτροπή:

Παπαδόπουλος Ανδρέας, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Φωτιάδης Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Ζιάνης Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

## Μεταπυρική εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης και δυναμική της βλάστηση στην περιοχή Βαρυμπόμπης Αττικής

ΠΜΣ Οικολογία & Διαχείριση Περιβάλλοντος  
Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος  
Εργαστήριο Δενδροχρονολογίας

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης και της δυναμικής της βλάστησης 2 χρόνια μετά τη δασική πυρκαγιά στη Βαρυμπόμπη. Η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκη διερευνήθηκε με βάση μια τυχαία δειγματοληψία που κάλυπτε όλη την καμένη περιοχή και διαφορετικές χρήσεις γης. Παράλληλα στις ίδιες θέσεις απογράφηκε η ξυλώδης βλάστηση με τη μέθοδο του Braun-Blanquet και μελετήθηκε η δυναμική της. Η έρευνα έδειξε ότι η πυκνότητα της φυσικής αναγέννησης των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων χαλεπίου πεύκης είναι κατά μέσο όρο για όλη την περιοχή μελέτης 3,58 φυτάρια/m<sup>2</sup>. Ανάλογα με τον τύπο εδαφοκάλυψης και τη μορφή της βλάστησης, η μεγαλύτερη πυκνότητα αναγέννησης παρουσιάζεται εκεί όπου προηγουμένα υπήρχε πευκοδάσος ή μεικτό δάσος. Το μέσο ύψος φυταρίων είναι κατά μέσο όρο για όλη την περιοχή μελέτης 22,26 cm, ενώ το μεγαλύτερο ύψος φυταρίων παρατηρήθηκε στις θέσεις όπου προϋπήρχε μεικτό δάσος, ενώ το μικρότερο στις ασυνεχείς αστικές και γεωργικές εκτάσεις. Η πυκνότητα της αναγέννησης είναι μεγαλύτερη στις θέσεις με μέτρια ένταση καύσης. Η διερεύνηση της ξυλώδους βλάστησης έδειξε ότι, σε ό,τι αφορά τη δυναμική της βλάστησης κυρίαρχο είδος είναι η χαλέπιος πεύκη και ακολουθεί το πουρνάρι και σε μικρότερο βαθμό η κουμαριά και άλλα αείφυλλα πλατύφυλλα είδη.

**Επιστημονική περιοχή:** Δασική οικολογία

**Λέξεις-κλειδιά:** Φυσική αναγέννηση, *Pinus halepensis*, δασικές πυρκαγιές, τύπος εδαφοκάλυψης, σφοδρότητα καύσης πυρκαγιάς.

## **Post-fire evolution of natural regeneration of Aleppo pine and vegetation dynamic in the area of Varympompi Attica**

*MSc Ecology & Environmental Management  
Department of Forestry & Natural Environment Management  
Lab Dendrochronology*

### **ABSTRACT**

The present study aims to investigate the natural regeneration of the Aleppo pine and the vegetation dynamic 2 years after the forest fire in Varympompi - Attica. The natural regeneration of Aleppo pine was investigated based on a random sampling covering the entire burned area and different land uses. At the same time, in the same locations, woody vegetation was inventoried using the Braun-Blanquet method and its dynamic were studied. The research showed that the density of the natural regeneration of saplings and young plants of Aleppo pine is on average for the entire study area 3.58 plants/m<sup>2</sup>. Depending on the type of land cover and the form of the vegetation, the highest density of regeneration occurs where there was previously pine forest or mixed forest. The average plant height is on average for the entire study area 22.26 cm, while the highest plant height was observed in the sites where there was mixed forest, while the smallest in the discontinuous urban and agricultural areas. The density of regeneration is higher in the sites with moderate burning intensity. The investigation of the woody vegetation showed that in terms of the dynamics of the vegetation, the dominant species is *Pinus halepensis*, followed by the *Quercus coccifera* and, to a lesser extent, *Arbutus unedo* and other evergreen broad-leaved species.

**Scientific area:** Forest ecology

**Key words:** Natural regeneration, *Pinus halepensis*, forest fires, soil cover, fire burning intensity

Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες, κλπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

**Ο συγγραφέας**

**Ιωάννης Ντεγιάννης**

## ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Σ.Ε. του Π.Μ.Σ. του Τμήματος Δασολογίας και Δ.Φ.Π. του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, σύμφωνα με το νομό και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του Π.Μ.Σ. «Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος».

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

1. Παπαδόπουλος Ανδρέας (Επιβλέπων)
2. Φωτιάδης Γεώργιος (Μέλος)
3. Ζιάνης Δημήτριος (Μέλος)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Δασολογίας και Δ.Φ.Π. του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέως.

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

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Δασολογίας κ. Παπαδόπουλο για την βοήθεια του στην εύρεση του θέματος, την παροχή βιβλιογραφίας, την καθοδήγηση και τις υποδείξεις - διορθώσεις για την σύνταξη της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κ. Φωτιάδη Γεώργιο και κ. Ζιάνη Δημήτριο για την συνεισφορά τους στην αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής μου αλλά και τους καθηγητές κ. Παλαιολόγου Παλαιολόγο για την πολύτιμη βοήθεια του και τις συμβουλές του σε θέματα δασικών πυρκαγιών.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω εγκαρδίως όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου διατριβής και ιδιαίτερος τον Θεό που με βοήθησε να φτάσω ως εδώ.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή υλοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Οικολογία & Διαχείριση Περιβάλλοντος» του Τμήματος Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Επιστημών των Φυτών, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου μου ανατέθηκε από τον κ. Παπαδόπουλο Ανδρέα, Καθηγητή του ΓΠΑ, για τη διερεύνηση της φυσικής αναγέννησης της *Pinus halepensis* και γενικότερα της δυναμικής της βλάστησης μετά από τα δύο χρόνια της καταστροφικής πυρκαγιάς στην περιοχή της Βαρυμπόμπης στην Αττική.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ .....	<b>iv</b>
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	<b>v</b>
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	<b>vi</b>
ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΑΧΥΓΡΑΦΙΩΝ.....	<b>viii</b>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	<b>ix</b>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	<b>ix</b>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	<b>x</b>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ .....	<b>x</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
1.1. ΓΕΝΙΚΑ – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	1
1.2.    ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	5
1.2.1.    ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ .....	5
1.2.2.    ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ .....	8
1.2.3.    ΧΑΛΕΠΙΟΣ ΠΕΥΚΗ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ .....	15
1.3.    ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	20
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	<b>23</b>
2.1.    ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	23
2.2.    ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	24
2.3.    ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	27
2.4.    ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	27
2.5.    ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ .....	28
<b>3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>29</b>
3.1.    ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ .....	29
3.2.    ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ .....	33
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	<b>35</b>
4.1.    ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ.....	35
4.2.    ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ .....	41
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>44</b>
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	<b>46</b>
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	<b>58</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΑΧΥΓΡΑΦΙΩΝ**

m <sup>2</sup>	τετραγωνικά μέτρα
m	μέτρα
Δ.Δ.	Δημοτικό Διαμέρισμα
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Ένωση
cm	Εκατοστό
Π.Μ.Σ.	Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Υψομ.	υψόμετρο
τ. χλμ.	τετραγωνικά χιλιόμετρα
Ha	Εκτάρια
Εικ.	Εικόνα
Διαγρ.	Διάγραμμα
φωτ.	Φωτογραφία

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Φωτογραφία 1.1 : Δένδρο με σημάδια ρητίνευσης στην περιοχή μελέτης.....	3
Φωτογραφία 1.2 : Κώνοι με γόνιμα σπέρματα στην κόμη καμένων δένδρων.....	16
Φωτογραφία 1.3: Φυσική αναγέννηση χαλεπίου πεύκης στην περιοχή μελέτης.. ..	17
Φωτογραφία 1.4 : Ανάπτυξη υποβλάστησης σε καμένη συστάδα χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή μελέτης.....	18
Φωτογραφία 1.5 : Άποψη των δασών χαλεπίου πεύκης στο λεκανοπέδιο της Αττικής.....	22
Φωτογραφία 2.1: Γενική άποψη της περιοχή μελέτης.....	24
Φωτογραφία 2.2: Γενική άποψη της βλάστησης στην περιοχή μελέτης... ..	28
Φωτογραφία 3.1: Δειγματοληψία της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης στην περιοχή μελέτης (μέτρηση αριθμού αρτιφύτων και νεαρών φυταρίων στα αριστερά και του ύψους φυταρίων δεξιά... ..	32
Φωτογραφία 3.2: Διενέργεια φυτοληψίας στην περιοχή μελέτης με τη μέθοδο Braun – Blanquet .... ..	34

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. Έκταση δασών χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα ανά Νομό (Υπουργείο Γεωργίας, 1992).....	7
Πίνακας 1.2 : Ποσοστό (%) της έκτασης δασών χαλεπίου πεύκης κατά Νομό (Υπουργείο Γεωργίας, 1992).....	8
Πίνακας 3.1: Τοπογραφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των 25 θέσεων δειγματοληψίας. ....	30
Πίνακας 3.2 : Τύπος κάλυψης του εδάφους με βάση δεδομένα του Corine 2018, και σφοδρότητα καύσης σύμφωνα με γεωχωρικά δεδομένα του Corpernicus των 25 θέσεων δειγματοληψίας .....	31
Πίνακας 4.1 : Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του αριθμού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τύπο εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.. ..	36
Πίνακας 4.2 : Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του ύψους των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τύπο εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας. ....	39
Πίνακας 4.3 : Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του αριθμού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων και της σφοδρότητας καύσης της δασικής πυρκαγιάς (γεωχωρικά δεδομένα Corpernicus) στην περιοχή έρευνας.....	40
Πίνακας 4.4. Δειγματοληψίες βλάστησης στην περιοχή μελέτης και πληθοκάλυψη των ξυλωδών ειδών.....	42

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1 : Τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής του Μ/Σ Τατοίου. ....	25
Διάγραμμα 2.2: Οι μέσες μηνιαίες μέγιστες, μέσες μηνιαίες και μέσες μηνιαίες ελάχιστες θερμοκρασίες .....	25
Διάγραμμα 2.3: Ομβροθερμικό διάγραμμα των Bangouls και Gaussen (το μήκος της κοινής περιοχής των καμπυλών δείχνει τη διάρκεια σε μήνες ενώ το πλάτος την ένταση της ξηρασίας).....	26
Διάγραμμα 2.4 : Βιοκλιματικό διάγραμμα του Emberger με ομαλοποιημένα τα όρια των βιοκλιματικών ορόφων ..	26
Διάγραμμα 4.1: μέσος αριθμό αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τ.μ. σε διάφορους τύπους εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.....	35
Διάγραμμα 4.2 : μέσο ύψος αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων. σε διάφορους τύπους εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας. ....	38
Διάγραμμα 4.3 : μέσος αριθμός αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τ.μ. ανάλογα με τη σφοδρότητα καύσης (γεωχωρικά δεδομένα Copernicus) στην περιοχή έρευνας... ..	40
Διάγραμμα 4.4 : Η εξέλιξη της βλάστησης σε δάσος χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά (Le Houerou 1981, προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα).....	42

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1.1 : εξάπλωση της χαλεπίου πεύκης στη Μεσόγειο (πηγή: EUFORGEN) .....	5
Χάρτης 1.2 : Εξάπλωση της χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα ( Δασκαλάκου 1996).....	7
Χάρτης 2.1: Περιοχή μελέτης (Παλαιολόγου 2023).....	23
Χάρτης 3.1: Περιοχή μελέτης με την ένταση της σφοδρότητας καύσης και τις θέσεις δειγματοληψίας (Υπόβαθρο χάρτη από Παλαιολόγου 2023).....	29

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. ΓΕΝΙΚΑ – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η φωτιά θεωρείται βασικός οικολογικός παράγοντας που συνόδευε για χιλιετίες το Μεσογειακό κλίμα και τα οικοσυστήματα, επηρεάζοντας την εξέλιξη της Μεσογειακής χλωρίδας και τη διαμόρφωση των τοπίων (Naveh, 1971). Τα μεσογειακά κράτη είναι παραδοσιακά πιο ευάλωτα στις πυρκαγιές, αλλά τα στοιχεία δείχνουν ότι τα τελευταία έτη το φαινόμενο επηρεάζει και πολλές άλλες χώρες με μη μεσογειακό κλίμα.

Τα οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου αναπτύσσονται σε κλίματα με ξηρά και θερμά καλοκαίρια και μέτρια υγρούς και ήπιους χειμώνες. Στην Ελλάδα, το 90% της καμένης έκτασης κάθε χρόνο αφορά Μεσογειακά οικοσυστήματα και συγκεκριμένα 24% σε πευκοδάση και 66% σε φρύγανα και μακί (Agiannoutsou and Ne'eman, 2000). Οι φυτοκοινωνίες των μεσογειακών οικοσυστημάτων χαρακτηρίζονται ως πυρότυποι ή καταληκτικές καταστάσεις μετά από φωτιά, λόγω της συχνής δράσης της πυρκαγιάς (Ντάφης 1987). Η σύνθεση της βλάστησης παίζει σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά της φωτιάς και στην ικανότητα αναγέννησης της βλάστησης (De Luis et al., 2007). Η εκδήλωση και η ένταση μιας πυρκαγιάς εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες και το είδος καυσίμου. Συγκεκριμένα, η καύσιμη ύλη επηρεάζει την ένταση της φωτιάς και την ταχύτητα διάδοσης της. Σοβαρές φυσικές καταστροφές συμβαίνουν κάθε χρόνο στα δασικά οικοσυστήματα της Μεσογείου και της χώρας μας και σχετίζονται με πυρκαγιές.

Ταυτόχρονα, ο άνθρωπος έχει επιδράσει τόσο έντονα διαχρονικά, ώστε σήμερα συζητούμε για ένα ανθρωπογενές διαμορφωμένο μεσογειακό περιβάλλον (Naveh and Kutiel 1990, Bottema et al. 1990). Οι πρώτες ενέργειες εκμετάλλευσης των δασών αναπτύχθηκαν κυρίως στην κατεύθυνση της διαχείρισης των δασών (Carlowitz, 1713). Πολύ αργότερα, εισήχθη για πρώτη φορά ο όρος «αιιφορική διαχείριση καρπώσεων» (Μουλόπουλος 1938, Ντάφης 1986). Βέβαια αυτά δεν ισχύουν, τουλάχιστον τις τελευταίες δεκαετίες, για τα δάση θερμόβιων κωνοφόρων της χώρας μας και όχι μόνο, καθώς αυτά είναι συχνά εκτός διαχείρισης. Το πρόβλημα της έλλειψης διαχείρισης και της συσσώρευσης δασικής βιομάζας εμφανίζεται κάθε

χρόνο μετά τις καταστρεπτικές πυρκαγιές που παρουσιάζονται κάθε χρόνο, όλο και δριμύτερες, τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Μετά τις καταστροφές ακολουθούν οι προβληματισμοί για την εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων στις καμένες περιοχές και βέβαια το ερώτημα της αποκατάστασης της βλάστησης με φυσική αναγέννηση ή με αναδάσωση των καμένων περιοχών.

Στην Ελλάδα, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που οδηγεί μοιραία στις δασικές πυρκαγιές είναι η έλλειψη διαχείρισης των δασών χαλεπίου αλλά και της τραχείας πεύκης. Όπως αναφέρει η Μελετιάδου (2022), η μη συστηματική καλλιέργεια των δασών αυτών έχει ως αποτέλεσμα τα δάση χαλεπίου πεύκης να χαρακτηρίζονται από πρόωρο γήρας, να παρουσιάζουν ευαισθησία σε προσβολές από μύκητες και έντομα, να απειλούνται από τις δασικές πυρκαγιές και να παρουσιάζουν μονοτονία από αισθητικής άποψης, και από οικολογικής άποψης να χαρακτηρίζονται ως ασταθή οικοσυστήματα.

Κάθε χρόνο επαναλαμβανόμενες δασικές πυρκαγιές σε δάση χαλεπίου πεύκης κατακαίνε πολύ μεγάλες εκτάσεις, δυστυχώς και με ανθρώπινες απώλειες και μεγάλες υλικές ζημιές. Η οικολογική καταστροφή στην Ελλάδα από τις πυρκαγιές του 2021, ιδίως τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, είναι άνευ προηγουμένου. Υπολογίζεται ότι κάηκαν πάνω από 1.200.000 στρέμματα δάσους, ξεπερνώντας ακόμη και τις καταστροφές του 2007, όταν είχαν καεί περίπου 900.000 στρέμματα. Σε σχέση με τον μέσο όρο της περιόδου 2002-2020, σημειώθηκε αύξηση 336% των καμένων εκτάσεων στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία του Αστεροσκοπείου Αθηνών. Τα τελευταία 12 χρόνια, μέχρι τις 7 Αυγούστου 2021, εκδηλώνονταν στην ΕΕ κατά μέσο όρο 473 φωτιές που κατέστρεφαν συνολικά 148.256 εκτάρια γης. Το ίδιο διάστημα το 2021, τα περιστατικά αυξήθηκαν στα 1.210 και οι καμένες περιοχές έφτασαν σχεδόν τα 287.960 εκτάρια. Αυτά τα στοιχεία δημοσιοποιήθηκαν μετά την ανακοίνωση του Copernicus ότι ο Ιούλιος του 2021 ήταν ο δεύτερος θερμότερος που έχει καταγραφεί στην Ευρώπη και τρίτος θερμότερος παγκοσμίως, με τη μέση θερμοκρασία στην Ευρώπη να είναι 1,4 βαθμούς Κελσίου πάνω από το μέσο επίπεδο της περιόδου 1991-2020.

Σύμφωνα με τον Παλαιολόγου (2023), η συνεχώς αυξανόμενη συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών μεγάλης κλίμακας (>100.000 στρέμματα) στην Ελλάδα αποτελεί ένα ανησυχητικό θέμα για τις υπηρεσίες πολιτικής προστασίας και προστασίας της

φύσης. Μετά το 2021, όπου στην Εύβοια εκδηλώθηκε η πρώτη μέγα-πυρκαγιά της Ελλάδος, η χώρα μας εισήλθε σε μία νέα εποχή που σηματοδοτεί ότι οι παλιοί τρόποι αντιμετώπισης και καταστολής τους δεν είναι πλέον επαρκείς. Αυτό επιβεβαιώθηκε και το 2023 με την πυρκαγιά στον Έβρο που έκαψε 800.000 στρ. περίπου. Στην Αττική, με βάση τα στοιχεία από την Υπηρεσία Ταχείας Χαρτογράφησης Copernicus και το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο για Δασικές Πυρκαγιές (EFFIS), από το 2017 μέχρι το 2023, 12 μεγάλες πυρκαγιές έχουν κάψει περισσότερα από 600.000 στρέμματα.

Το μεγάλο αυτό πρόβλημα δεν αντιμετωπίζεται μόνο με κατασταλτικά μέτρα, αλλά και με την πρόληψη η οποία ξεκινά από τη διαχείριση των δασικών αυτών οικοσυστημάτων και την επαναφορά των παραδοσιακών χρήσεων αυτών των πευκοδασών, δηλ. της ρητίνευσης (Φωτ. 1.1), της βόσκησης και άλλων αγροδασοπονικών δραστηριοτήτων που ελάμβαναν χώρα στα δάση αυτά.



Φωτογραφία 1.1 : Δένδρο με σημάδια ρητίνευσης στην περιοχή μελέτης.

Δεδομένου ότι τα προβλήματα αυτά των δασικών πυρκαγιών στα θερμόβια κωνοφόρα θα συνεχισθούν και θα αυξάνουν στο μέλλον λόγω της κλιματικής αλλαγής, επιμέρους ερωτήματα που προκύπτουν στους δασολόγους που εμπλέκονται στη διαχείριση των δασικών αυτών οικοσυστημάτων είναι όπως αναφέρει και η Ραδόγλου (2001):

- πόσο γρήγορη είναι η αποκατάσταση του οικοσυστήματος και του τοπίου,
- η φυσική αναγέννηση οδηγεί σε ανάλογα οικοσυστήματα μετά την πυρκαγιά,
- πόσο μεγάλος είναι ο κίνδυνος διάβρωσης και για πόσο διάστημα,
- ποιος είναι ο επιθυμητός αριθμός φυταρίων για να εξασφαλισθεί η μελλοντική μορφή του δάσους,
- τι πρέπει να γίνει αν τα πρώτα χρόνια η αναγέννηση δεν είναι ικανοποιητική,
- μπορεί να υποβοηθηθεί η φυσική αναγέννηση
- η αντιμετώπιση είναι ίδια αν πρόκειται για φυσική αναγέννηση ή αναδασώσεις.

Τα ίδια αυτά ερωτήματα τίθενται και για την μελετώμενη περιοχή της Βαρυμπόμπης με τα δάση χαλεπίου πεύκης, η οποία κάηκε τον Αύγουστο του 2021.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης στην καμένη περιοχή της Βαρυμπόμπης και της μεταπυρικής εξέλιξης της βλάστησης, δύο έτη μετά την καταστροφική πυρκαγιά του 2021, ώστε να διαπιστωθεί αν η φυσική αναγέννηση είναι επαρκής και αν απαιτούνται δράσεις αναδάσωσης και σε πιο βαθμό. Παράλληλα διερευνώνται οι οικολογικοί παράγοντες στην περιοχή σε σχέση με τις συνθήκες που διαμορφώνει το μεταπυρικό περιβάλλον και η κλιματική αλλαγή.

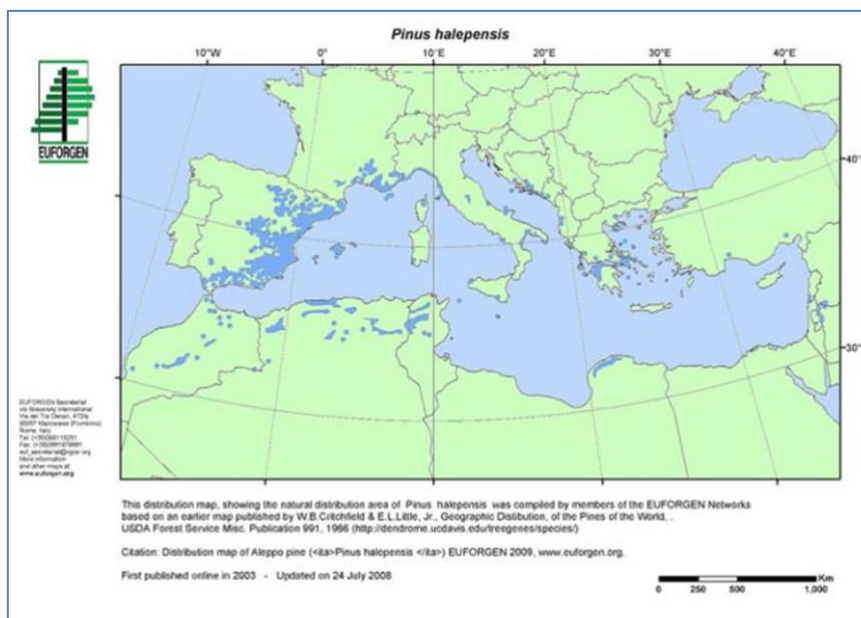
Στο πρώτο Κεφάλαιο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της εξάπλωσης και οικολογίας της χαλεπίου πεύκης και σε σχέση με τις δασικές πυρκαγιές. Ακολουθεί στο δεύτερο κεφάλαιο η περιγραφή της περιοχής μελέτης και στο τρίτο η μεθοδολογία έρευνας. Στο τέταρτο η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας και η συζήτηση τους και τέλος τα συμπεράσματα.



## 1.2. ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### 1.2.1. ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ

Τα δάση χαλεπίου (*Pinus halepensis*) και τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) καλύπτουν περισσότερα από 7 εκατομμύρια εκτάρια, χαμηλού έως μέσου υψομέτρου, γύρω από τη Μεσόγειο και παίζουν σημαντικό οικολογικό και οικονομικό ρόλο στην περιοχή. Η χαλέπιος πεύκη είναι το κυρίαρχο είδος στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου, εξαπλώνεται από τη χώρα μας έως την Ιβηρική Χερσόνησο (Χάρτης 1.1). Σύμφωνα με τον Quézel (2000), καταλαμβάνει στη λεκάνη της Μεσογείου έκταση μεγαλύτερη από 3,5 εκατομμύρια εκτάρια. Τη μεγαλύτερη αφθονία εμφανίζει στη δυτική περιοχή της Μεσογείου (κυρίως στην ανατολική Ισπανία, τη νοτιοανατολική Γαλλία και τη βόρεια Αλγερία) από ό,τι στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου (Quézel 2000, Fisher 2001). Πιο συγκεκριμένα σε μεγάλη έκταση εμφανίζεται στις παράκτιες περιοχές της Καταλονίας και της Ανδαλουσίας της Ισπανίας. Στη Γαλλία εμφανίζεται λιγότερο στο ανατολικό τμήμα της κοιλάδας του Ροδανού και στην περιοχή της Προβηγκίας. Συναντάται ακόμη σε περιοχές έξω από τα όρια εξάπλωσης της, όπου εισήχθη από τον άνθρωπο, όπως στις παράκτιες περιοχές της Συρίας και του Λιβάνου, του Ισραήλ και της Ιορδανίας (Ντάφης 1987).



Χάρτης 1.1: εξάπλωση της χαλεπίου πεύκης στη Μεσόγειο (πηγή: EUFORGEN).

Η χαλέπιος πεύκη είναι ίσως το πιο χαρακτηριστικό είδος των θερμών και ξηρών δασών της Μεσογείου. Στην εκτεταμένη εξάπλωση που παρουσιάζει δημιουργεί διάφορες προελεύσεις ανάλογα με το τοπικό κλίμα, το πέτρωμα, το υπερθαλάσσιο

ύψος και άλλους παράγοντες (Ντάφης 1987). Συχνά δημιουργεί υβρίδια με την τραχεία πεύκη (Panetsos 1986) λόγω της εισαγωγής της, συχνά με τις αναδασώσεις, της μιας πεύκης στο εύρος εξάπλωσης της άλλης.

Στη χώρα μας είναι ένα από τα θερμόβια κωνοφόρα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αποτελεί το 26% των ελληνικών κωνοφόρων δασών (Υπουργείο Γεωργίας, 1992). Είναι στενά συνδεδεμένη με το ελληνικό μεσογειακό καλοκαίρι, καθώς συναντάται συχνά κοντά στη θάλασσα, αποτελώντας βασικό στοιχείο των παράκτιων τοπίων σε περιοχές όπως η Χαλκιδική, Ήπειρος, Στερεά Ελλάδα, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Μαγνησία (Βόλος, Πήλιο), Αττική, Πελοπόννησος (Κόρινθος, Ηλεία, Αχαΐα, Αργολίδα), τα νησιά του Ιονίου (Επτάνησα) και ορισμένα νησιά του Αιγαίου όπως οι Βόρειες Σποράδες (Σκόπελος), η Εύβοια, η Σκύρος και η Σαλαμίνα (Αθανασιάδης 1986α, Κοράκης 2019). Η κατανομή αυτών των δασών στον ελλαδικό χώρο απεικονίζεται στο Σχήμα 1.3 (Δασκαλάκου 1996). Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται στην παράκτια ζώνη, αποτελώντας βασικό στοιχείο των παράκτιων τοπίων. Πιο ειδικά, η χαλέπιος πεύκη συναντάται σε υψόμετρο από 0 έως 800 m στην ηπειρωτική Ελλάδα, την Εύβοια, τις Σποράδες και τα Ιόνια νησιά και τοπικά έως και 1000 σε μίξη με άλλα είδη (Paradopoulos et al. 2003). Στα βόρεια και ανατολικά (Θράκη, Θάσος και νησιά του ανατολικού Αιγαίου) και στην Κρήτη, η χαλέπιος πεύκη αντικαθίσταται από την τραχεία πεύκη.

Με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Απογραφής Δασών της Ελλάδας (Υπουργείο Γεωργίας 1992), η συνολική έκταση που καλύπτεται από πευκοδάση χαλεπίου πεύκης στη χώρα μας είναι 371.984 στρέμματα, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 8,72% της συνολικής δασικής έκτασης. Πιο αναλυτικά φαίνεται η κατανομή των πευκοδασών σε έκταση και ποσοστό επί τις εκατό ανά νομό, αντίστοιχα στους πίνακες 1.1 και 1.2.



Χάρτης 1.2 : Εξάπλωση της χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα, η καμπύλη γραμμή ξεχωρίζει το εύρος εξάπλωσης της χαλεπίου (αριστερά) και τραχειάς πεύκης (δεξιά)  
(πηγή: Δασκαλάκου, 1996)

Πίνακας 1.1 : Έκταση δασών χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα ανά Νομό  
(πηγή: Υπουργείο Γεωργίας, 1992)

ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΔΑΣΩΝ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ (ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΔΑΣΩΝ (ha)
Αν. Αττικής	30640	80481
Δυτ. Αττικής	28761	62948
Πειραιώς	6146	21157
Βοιωτίας	11095	133228
Εύβοιας	89346	222461
Φθιώτιδος	14168	299254
Φωκίδος	426	189674
Αργολίδος	3371	98410
Αρκαδίας	7678	244958
Αχαΐας	22069	172170
Ηλείας	35968	90600
Κορινθίας	40143	125647
Λακωνίας	1242	175042
Μεσσηνίας	1820	111520
Ζακύνθου	6042	21043
Κέρκυρας	2916	13751
Κεφαλληνίας	5835	61881
Λευκάδος	208	10417
Ιωαννίνων	152	329791
Λαρίσης	152	195292
Μαγνησίας	9131	149934
Τρικάλων	229	177605
Δράμας	838	264448
Θεσσαλονίκης	2634	131385
Καστοριάς	229	79256
Κοζάνης	106	137004
Πιερίας	457	77145
Σερρών	1676	169951
Χαλκιδικής	46710	202049
Αγίου Όρους	2634	34373
<b>Σύνολο</b>	<b>371 884</b>	<b>4 278 666</b>

Πίνακας 1.2 : Ποσοστό (%) της έκτασης δασών χαλεπίου πεύκης κατά Νομό  
(πηγή: Υπουργείο Γεωργίας, 1992).

ΝΟΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ % ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ
Ευβοίας	15.74
Απικής	11.54
Χαλκιδικής	8.23
Κορινθίας	7.07
Ηλείας	6.34
Αχαΐας	3.89
Φθιώτιδος	4.73
Βοιωτίας	8.33
Μαγνησίας	6.09
Θεσσαλονίκης	2.00
Κεφαλληνίας	9.43
Λοιποί Νομοί	16.61
<b>Σύνολο</b>	<b>100</b>

### 1.2.2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ

Η χαλέπιος πεύκη σύμφωνα με τον Αθανασιάδη (1986) είναι ένα φωτόφιλο, θερμόβιο και ολιγαρκές είδος με μεγάλη προσαρμοστική ικανότητα που συναντάται σε διάφορους τύπους εδαφών, από βαθιά έως άγονα ξηρά και αβαθή εδάφη και σε διάφορους τύπους μητρικών πετρωμάτων, όπως μάργες και μαλακούς ή σκληρούς ασβεστόλιθους με ρωγμές. Επιπρόσθετα, παρουσιάζει εξαιρετική ανάπτυξη σε σερπεντινικά πετρώματα. Πιο συχνά εμφανίζεται σε μαργαϊκά υποστρώματα με ασβεστολιθικά και ρηχά εδάφη (βάθος <60 cm) (Quezel 2000, Schiller 1982). Εντάσσεται στα ευμεσογειακά δασικά οικοσυστήματα τα οποία εκτείνονται σε ένα σημαντικό εύρος υψομέτρων, από το επίπεδο της θάλασσας έως τα 1000 m. Μπορεί επίσης να βρεθεί σε υψόμετρο άνω των 2000 m. Στη μεσογειακή λεκάνη, η χαλέπιος πεύκη εμφανίζεται στο θερμομεσογειακό και μεσομεσογειακό όροφο μεταξύ 0-600 m υψόμετρο στη βόρεια μεσογειακή περιοχή και μεταξύ 0-1400 m στη νότια μεσογειακή περιοχή και σε κάποιες περιοχές εισέρχεται και στον ανώτερο μεσογειακό όροφο όπου φθάνει σε μεγαλύτερα υψόμετρα, όπως στο κεντρικό μέρος του όρους Άτλας στη Β. Αφρική, όπου φθάνει σημειακά έως τα 2600 m (Quezel 1980, 1986).

Στο εύρος εξάπλωσης του στη Μεσόγειο, η χαλέπιος πεύκη συναντάται σε περιοχές με ετήσιο ύψος βροχής από 100 έως 2500 mm περίπου, με μέση ετήσια θερμοκρασία από 5 έως 18 °C περίπου, μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα από -3 έως 10 °C και με περίοδο καλοκαιρινής ξηρασίας που μπορεί να διαρκεί από 1 μήνα έως περισσότερους από 6 μήνες (Quezel 1974). Συναντάται πιο συχνά σε ξηρές περιοχές με χαμηλά επίπεδα βροχόπτωσης (350-700 mm ετησίως), που χαρακτηρίζονται από μια παρατεταμένη ξηρή περίοδο (3-7 μήνες) που καλύπτει το καλοκαίρι και συχνά επεκτείνεται στα τέλη της άνοιξης και του φθινοπώρου.

Σε ότι αφορά το βιοκλίμα, σύμφωνα με τους (Quezel 1980) συναντάται στους παρακάτω τύπους βιοκλίματος:

- βιοκλίμα ξηρό με χειμώνα κρύο, δροσερό και ήπιο,
- βιοκλίμα ημίξηρο με χειμώνα κρύο, δροσερό, ήπιο και ζεστό,
- βιοκλίμα υπόυγρο με χειμώνα κρύο, δροσερό, ήπιο και ζεστό και
- βιοκλίμα υγρό με χειμώνα δροσερό και ήπιο.

Οι απαιτήσεις του είδους σε θερμοκρασία και βροχοπτώσεις περιορίζουν γενικά την εξάπλωσή του σε υπο-υγρές περιοχές της Μεσογείου. Υπό το πρίσμα των προβλέψεων για παγκόσμια ξήρανση και αύξηση της θερμοκρασίας για την περιοχή αυτή, υπάρχει κάποια ανησυχία σχετικά με τη φυσιολογική ικανότητα της χαλεπίου πεύκης να παραμείνει σε μεγάλες αναδασώσεις στο μέλλον (Oliveras et al. 2003, Maestre and Cortina 2004). Η ικανότητα αυτή εξαρτάται κυρίως από τις υδραυλικές ιδιότητες του είδους, οι οποίες έχουν ήδη συγκεντρώσει την προσοχή πολλών ερευνητικών προγραμμάτων στις μεσογειακές χώρες. Σε απόκριση σε επαγόμενη ξηρασία, τα φυτάρια των ιταλικών οικοτύπων χαλεπίου πεύκης που προέρχονται από πιο ξηροθερμικά ενδιαιτήματα παρουσίασαν αυξημένους ρυθμούς στοματικής αγωγιμότητας (gs) και διαπνοής (T) σε σύγκριση με οικοτύπους από πιο μεσογειακά ενδιαιτήματα (Tognetti et al., 1997). Μια μεταγενέστερη δοκιμή (Calamassi et al., 2001) σε νεότερα φυτάρια ευρωπαϊκών οικοτύπων επιβεβαίωσε αυτή την παρατήρηση και επιπλέον έδειξε ότι οι "ξηροθερμικοί" οικοτύποι παρουσίασαν στρατηγικές που χαρακτηρίζουν τα ανθεκτικά στην ξηρασία είδη. Μια άλλη μελέτη (Royo et al., 2001) επικεντρώθηκε στις συσχετίσεις μεταξύ των υδραυλικών

χαρακτηριστικών και της λειτουργίας των δέντρων. Έδειξε ότι οι παράμετροι ανάπτυξης (π.χ. ύψος, διάμετρος) των νεαρών δενδρυλλίων σε θερμοκήπιο ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητες στο καθεστώς άρδευσης. Ωστόσο, μετά τη μεταφύτευση τους στον αγρό, οι παρατηρούμενες διαφορές μειώθηκαν και έγιναν ασήμαντες, υποδεικνύοντας ότι η υδραυλική συμπεριφορά της χαλεπίου πεύκης είναι ιδιαίτερα πλαστική. Μια αξιολόγηση της ευπάθειας σε εμβολισμό του ξυλώματος, σε συνδυασμό με μετρήσεις στο πεδίο του υδατικού δυναμικού των φύλλων, οδήγησε στην πρόβλεψη υψηλών τιμών (>75%) εμβολισμού του ξυλώματος σε συνθήκες ξηρασίας (Oliveras et al. 2003). Ωστόσο, οι συγγραφείς κατέληξαν σε ένα διαφορετικό συμπέρασμα σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες (Calamassi et al. 2001, Atzmon et al. 2004), ότι δηλαδή η χαλέπιος πεύκη είναι ένα είδος που αποφεύγει την ξηρασία.

Ειδικότερα, θεωρείται ισοϋδρικό είδος που αποφεύγει την ξηρασία με εξαιρετικά αποτελεσματικό στοματικό έλεγχο της απώλειας νερού μέσω των φύλλων (Baquedano et al. 2008). Αυτό συνεπάγεται ταχεία αξιοποίηση του εδαφικού νερού όταν αυτό είναι διαθέσιμο και όταν η εδαφική υγρασία είναι περιορισμένη, η ταχεία σύγκλιση των στομάτων μειώνει την πρόσληψη άνθρακα, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού και αποφεύγει την υδραυλική αστοχία όταν η εδαφική υγρασία είναι περιοριστική (Ferrio et al. 2003, Klein et al. 2011).

Το είδος επιδεικνύει αξιοσημείωτη φαινοτυπική πλαστικότητα και σημαντική οικοτυπική παραλλακτικότητα σε όλο το φυσικό εύρος εξάπλωσής του. Αυτό αποδεικνύεται από ποικίλες μεταβολές σε ανατομικά, φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη χρήση του νερού και την ανοχή στις πυρκαγιές. Σε αυτά περιλαμβάνονται η αποδοτικότητα χρήσης νερού και άλλοι παράγοντες, όπως το πάχος του φλοιού και η ηλικία ωρίμανσης. Η γενετική ανάλυση υποδεικνύει ότι οι πληθυσμοί χαλεπίου πεύκης στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου παρουσιάζουν μεγαλύτερη γενετική διακριτικότητα και ποικιλομορφία από εκείνους της δυτικής Μεσογείου, δηλαδή της Ισπανίας και της Βόρειας Αφρικής (Quézel 2000). Στο εύρος εξάπλωσης της στην Ελλάδα, η χαλέπιος πεύκη βρίσκεται σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση που κυμαίνεται από 364 έως 1097 mm, μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχροτέρου μήνα (m) μεταξύ 3,3 και 7,1 °C, θερμοκτικό εύρος (M-m) μεταξύ 22,8 και 30,2 °C, διάρκεια της περιόδου ξηρασίας μεταξύ 3,5 και 6 μηνών και

τύπο βιοκλίματος από ημίξηρο έως υγρό (Paradopoulos et al. 2003). Σε ότι αφορά τις ζώνες βλάστησης, το είδος αυτό απαντάται στην Ελλάδα στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης της *Quercetalia ilicis*. Πιο συγκεκριμένα, ευδοκιμεί στην υποζώνη *Oleo-Ceratonion* και ιδιαίτερα στην περιοχή ανάπτυξης *Oleo lentiscetum*. Επιπλέον, είναι άφθονο στην υποζώνη *Quercion ilicis*, ιδιαίτερα στην *Adrachno-Quercetum ilicis*, όπου βιώνει βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης στη χώρα μας (Ντάφης 1987).

Τα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά και η δυναμική των πυρκαγιών επηρεάζουν σημαντικά την οικολογία της χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα. Η ανάπτυξη της χαλεπίου πεύκης συνδέεται θετικά με τις χειμερινές και εαρινές βροχοπτώσεις, αλλά αρνητικά με τις εαρινές θερμοκρασίες (Paradopoulos et al. 2001). Τα κλιματικά αυτά στοιχεία που καθορίζουν την ανάπτυξη της χαλεπίου πεύκης, επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή, δημιουργώντας συνθήκες stress λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της έντονης και παρατεταμένης ξηρασίας, που οδηγούν σε νεκρώσεις δένδρων χαλεπίου πεύκης (Παπαδάκης 2023). Λόγω των συχνών πυρκαγιών στις περιοχές που αναπτύσσεται η χαλέπιος πεύκη, τα δάση της παρουσιάζουν εμφανή χαρακτηριστικά από την ιστορία τους με τη φωτιά, όπως:

- Το φαινόμενο της βραδυχωρίας ή όψιμης βιωσιμότητας των σπερμάτων (serotiny),
- Η σύντομη νεανική τους περίοδος,
- Η σύντομη διάρκεια ζωής,
- Η αυξημένη ικανότητα μεταφοράς σπερμάτων από τον άνεμο (Fyllas et al. 2008).

Τα δάση χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα είναι συνήθως πολυώροφα, με πλούσιο υπόροφο από αειφύλλα πλατύφυλλα είδη, όπως π.χ. πουρνάρι, σχίνος, ρείκι, λαδανιές κ.λπ., τα οποία είναι εύφλεκτα (Ντάφης 1987, Καπράλος 1987, Σμύρης 1987, Ελευθεριάδης 1987, Σπανός 1992, Skordilis and Thanos 1995, Gkanatsas et al. 1999, Smiris et al. 1999). Το είδος αυτό σχηματίζει ακανόνιστα δάση (Σπανός 1992) που δημιουργούνται από εκτεταμένες πυρκαγιές και φυσική αναγέννηση, όσο και κηπευτοειδείς ανομήλικες συστάδες που έχουν δημιουργηθεί μέσω επιλεκτικής υλοτόμησης ή συνδυασμού πυρκαγιών και υπερβόσκησης (Ντάφης 1987). Η υποκηπευτή δομή σε αυτό το είδος πεύκου είναι λιγότερο κοινή. Για παράδειγμα,

στην Κασσάνδρα κυριαρχούν οι ομήλικες συστάδες που δημιουργήθηκαν μετά από πυρκαγιά (Tsitsoni et al. 1997, Tsitsoni and Karagiannakidou 2000), αλλά υπάρχουν και ακανόνιστες υποκηπευτές (υποκηπευτοειδείς) συστάδες που σχηματίστηκαν μετά από ακανόνιστες υλοτομίες σε συνδυασμό με βόσκηση και έρπουσες πυρκαγιές (Τσιτσώνη 1991). Στην περιοχή της Βόρειας Χαλκιδικής, σύμφωνα με τους Παπαϊωάννου και συν. (2001), υπάρχουν ανομήλικες συστάδες χαλεπίου πεύκης, ενώ στην Εύβοια, ο Γκατζογιάννης (1987) σημειώνει ότι η χαλέπιος πεύκη σχηματίζει ομήλικες συστάδες στο Προκόπι και τη Δαφνούσα, ενώ στο όρος Τελέθριο του Δήμου Ιστιαίας στη Βόρεια Εύβοια, η δομή είναι υποκηπευτή σε μικρές ομάδες και συνεδρίες, ενώ τέλος στην Πελοπόννησο (Σμύρης 1987), στο δάσος Στροφυλιάς, αποτελείται κυρίως από ομήλικες συστάδες πεύκης που έχουν αναδυθεί μετά από πυρκαγιές, αν και υπάρχουν και ακανόνιστοι σχηματισμοί. Σε περιοχές όπου η υλοτομία ήταν άναρχη, σε συνδυασμό με βόσκηση και εξάπλωση πυρκαγιών, έχουν προκύψει κηπευτές συστάδες (Σμύρης 1987). Γενικότερα τα δάση χαλεπίου πεύκης της Ελλάδας έχουν μια ακανόνιστη διφυή μορφή, με έναν σπερμοφυή ανώροφο και έναν πυκνό πρεμνοφυή υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων όπως αναφέρουν ο Ελευθεριάδης (1987) για την Κασσάνδρα και ο Καπράλος (1987) για την Εύβοια.

Σε ότι αφορά τώρα την αύξηση και εξέλιξη των δασών χαλεπίου πεύκης στη λεκάνη της Μεσογείου στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής αυτό χρήζει ακόμη διερεύνησης. Γενικότερα όπως έχει αναφερθεί η λεκάνη της Μεσογείου είναι ένα θερμό σημείο (hot spot) σε ότι αφορά την κλιματική αλλαγή, όπου οι τάσεις εμφάνισης ξηρασίας έχουν ενταθεί από τη δεκαετία του 1980, με αρνητικό αντίκτυπο στην αύξηση και παραγωγικότητα των δασών (Giorgi and Lionello 2007). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η ξηρασία δεν επηρεάζει τους πληθυσμούς δέντρων του ίδιου είδους με τον ίδιο τρόπο, λόγω της ύπαρξης γεωγραφικών προτύπων προσαρμογής (Dorado-Liñán et al. 2019).

Το κλίμα της λεκάνης της Μεσογείου διακρίνεται από μια μετάβαση από ξηρές και ημίξηρες συνθήκες στις νότιες και χαμηλού υψομέτρου περιοχές προς πιο ηπειρωτικές ή εύκρατες συνθήκες στις βόρειες και υψηλού υψομέτρου περιοχές (Χορλακή 2002). Οι περιοχές με περισσότερο ηπειρωτικές συνθήκες παρουσιάζουν συνήθως μειωμένα επίπεδα βροχόπτωσης σε σχέση με τις περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο από τις θαλάσσιες καταιγίδες. Αυτή η γεωγραφική



ποικιλομορφία στην ξηρότητα ή την ηπειρωτικότητα επηρεάζει επίσης τις αντιδράσεις της ανάπτυξης των δένδρων στην αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, τα περιφερειακά καθεστώτα βροχόπτωσης παρουσιάζουν μια διαμήκη διαβάθμιση, με υψηλότερα επίπεδα βροχόπτωσης κατά τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες στα δυτικά και κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου στα ανατολικά (Camarero 2011). Αυτή η διαβάθμιση της υγρασίας έχει συνδεθεί με διακυμάνσεις της παραγωγικότητας των δασών, οι οποίες έχουν περιγραφεί ως δίπολο ανάπτυξης των δέντρων από ανατολή προς δύση σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου. Αυτό θεωρείται ότι σχετίζεται με μια σειρά ατμοσφαιρικών προτύπων (Seim et al. 2014, Dorado-Liñán et al. 2017, Sangüesa-Barreda et al. 2019).

Ωστόσο, οι τοπικοί παράγοντες ασκούν επίσης επίδραση στην ανάπτυξη των δέντρων και μπορεί να οδηγήσουν σε αποσύνδεση των περιφερειακών προτύπων κυκλοφορίας από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, όπως έχει αναφερθεί σε περιοχές της ανατολικής Μεσογείου (Touchan et al. 2005). Συνεπώς, είναι απαραίτητο να ληφθούν λεπτομερέστεροι βιογεωγραφικοί χαρακτηρισμοί των αντιδράσεων των δασών στο μεσογειακό κλίμα σε περιφερειακή και τοπική κλίμακα. Οι αναλύσεις των σχέσεων κλίματος-αύξησης σε ευρείες γεωγραφικές και κλιματικές περιοχές θα βοηθούσαν στον προσδιορισμό της ευπάθειας των πληθυσμών ή των προελεύσεων των δένδρων στις επιπτώσεις της ξηρασίας που σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η ποικιλομορφία των κλιματικών και γενικότερα οικολογικών συνθηκών στη λεκάνη της Μεσογείου θα μπορούσε να διευκολύνει την πλαστικότητα της ανάπτυξης ως απάντηση στο κλίμα των ευρέως διαδεδομένων ειδών δένδρων, όπως η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis* Mill.). Το είδος αυτό πεύκης είναι ένα από τα μεσογειακά είδη δένδρων που επιδεικνύουν μεγαλύτερη ανοχή στις συνθήκες καλοκαιρινής ξηρασίας (Ribas et al. 2006, De Luis et al. 2013, Gazol et al. 2017, Del Río et al. 2014]. Όπως αναφέρουν οι προηγούμενοι συγγραφείς, προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός ευαισθησίας, σε ότι αφορά την κατά πλάτος αύξησης της χαλεπίου πεύκης, ως απάντηση στην αύξηση της θερμοκρασίας και της έλλειψης νερού, είναι απαραίτητο να διεξαχθούν ευρείες αξιολογήσεις σε όλο το εύρος εξάπλωσης του είδους. Οι αξιολογήσεις αυτές πρέπει να εξετάζουν ρητά τις σχέσεις μεταξύ κλίματος και αύξησης σε διαφορετικές γεωγραφικές κλίμακες, καθώς και τις συνδέσεις τους

με τα πρότυπα ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Οι προαναφερθείσες αναλύσεις των σχέσεων κλίματος-αύξης σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή παρέχουν ένα χωρικό ανάλογο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απόκτηση γνώσης και την πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη της χαλεπίου πεύκης θα ανταποκριθεί στην αύξηση της θερμοκρασίας ενόψει της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, η δημιουργία συσχετίσεων με τα πρότυπα ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας μεγάλης κλίμακας διευκολύνει την πληρέστερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το περιφερειακό κλίμα επηρεάζει την παραγωγικότητα των δασών (Camarero 2011). Η διακριτή γεωγραφική επίδραση των ατμοσφαιρικών μοτίβων διαμορφώνει διαφορετικά εποχιακά καθεστώτα βροχόπτωσης στις δυτικές και ανατολικές περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου, τα οποία με τη σειρά τους εξηγούν το δίπολο ανατολής-δύσης της ανάπτυξης των δέντρων (Seim et al. 2015, Sangüesa-Barreda et al. 2019). Η ανταπόκριση της ανάπτυξης των δέντρων στο κλίμα σε ένα ευρύ φάσμα γεωγραφικών και κλιματικών διαβαθμίσεων μπορεί να χαρακτηριστεί επαρκώς με τη χρήση μοντέλων κατά πλάτους αύξης (Vaganov et al. 2006, Touchan et al. 2012, Sánchez-Salguero et al. 2016, 2017, Hernández-Alonso et al. 2023). Επιπλέον, αυτά τα μοντέλα αύξης βασίζονται στην ενδοετήσια ανάπτυξη του ξυλώματος (ξυλογένεση), η οποία είναι ιδιαίτερα ευμετάβλητη στη χαλέπιο πεύκη (Gindel 1967, Serre-Bachet 1976, Liphshitz et al. 1984, Lev-Yadun 2000, Nicault et al. 2001, De Luis et al. 2007, Camarero et al. 2009, Pacheco et al. 2018). Με βάση τις προηγούμενες αναφορές, η δραστηριότητα και η ανάπτυξη του καμβίου τείνουν να επιβραδύνονται ή ακόμη και να σταματούν κατά τη διάρκεια θερμών, ξηρών καλοκαιριών. Επιπλέον, η διαδικασία αυτή σταματάει πάντα κατά τη διάρκεια της περιόδου αδράνειας του ψυχρού χειμώνα.

Η ποσοτικοποίηση των αποκρίσεων της ανάπτυξης στα κλιματικά και ατμοσφαιρικά πρότυπα επιτρέπει την αξιολόγηση της προσαρμογής των δένδρων στις κλιματικές συνθήκες και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ευπάθεια των πληθυσμών τους στην αύξηση της θερμοκρασίας. Υπήρξε η υπόθεση ότι η χαλέπιος πεύκη θα παρουσίαζε μια πλαστική απόκριση στην ανάπτυξη της σε σχέση με την υγρασία της αυξητικής περιόδου, η οποία εξαρτάται από την τοποθεσία και περιορίζεται από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που διαμορφώνονται από τα πρότυπα της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας (Tolwinski-Ward et al. 2011).

### 1.2.3. ΧΑΛΕΠΙΟΣ ΠΕΥΚΗ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis* Mill.) είναι ένα είδος δέντρου που ταιριάζει στους πυρίμαχους βιότοπους της λεκάνης της Μεσογείου, όπου η συχνότητα, η σφοδρότητα και η διάρκεια των δασικών πυρκαγιών έχουν αυξηθεί, με αποτέλεσμα την επέκταση των μη διαχειριζόμενων πυρκαγιών στα πευκοδάση. (Moya et al., 2008a,b). Μετά τις πυρκαγιές, η χαλέπιος πεύκη, του παρουσιάζει μια ισχυρή ικανότητα φυσικής αναγέννησης, σχηματίζει συχνά πυκνές συστάδες που αυξάνουν τον κίνδυνο επακόλουθων πυρκαγιών (Prévosto 2012, Rodríguez-García et al., 2022). Επιπλέον, οι χαρακτηριστικές ιδιότητες της κόμης της πεύκης, όπως το χαμηλό ύψος βάσης και η πυκνότητα, επηρεάζουν την ευκολία ανάφλεξης και την εξάπλωση των πυρκαγιών. Από την άλλη πλευρά οι πυρκαγιές οδηγούν σε οπισθοδρόμηση του δάσους και δημιουργούν μια νέα δομή και δυναμική ανάλογα με τις κλιματεδαφικές συνθήκες και την κατάσταση της προϋπάρχουσας βλάστησης (Barbero et al. 1987).

Αυτά τα αντικρουόμενα ευρήματα υποδηλώνουν ότι, ενώ η φωτιά παίζει ρόλο στη δομική ανάπτυξη της χαλεπίου πεύκης, δεν είναι ο μόνος παράγοντας εξάπλωσής της, καθώς βιοτικά χαρακτηριστικά και εξωγενείς παράγοντες, όπως η παρουσία μεταφορέων σπόρων, παίζουν επίσης ρόλο (Barbero et al., 1987). Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης του συγκεκριμένου είδους αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς στην κόμη, ακόμα και υπό μέτριες συνθήκες, γεγονός που είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για το σχεδιασμό και τη διαχείριση των πυρκαγιών (Mitsoroulos and Dimitrakoroulos, 2007). Επιπλέον, οι χαρακτηριστικές ιδιότητες της κόμης της πεύκης, όπως το χαμηλό ύψος βάσης και η πυκνότητα, επηρεάζουν την ευκολία ανάφλεξης και την εξάπλωση των πυρκαγιών. Η χαλέπιος πεύκη είναι το κυρίαρχο είδος κωνοφόρων στα ελληνικά δάση και έχει προσαρμοστεί στη φωτιά, με την τράπεζα σπόρων της να συμβάλλει στην αναζωογόνηση μετά από πυρκαγιά. Η δυναμική των πληθυσμών της χαλεπίου πεύκης μετά την πυρκαγιά καθορίζει τη μετέπειτα σύνθεση, επηρεάζοντας τη δομή και την ποικιλότητα των φυτοκοινωνιών (Fournier et al., 2012).

Η χαλέπιος πεύκη είναι είδος καλά προσαρμοσμένο στη φωτιά, με την αναγέννησή της να επιτυγχάνεται αποκλειστικά μέσω σπόρων που αποθηκεύονται, όπως αναφέρουν οι Daskalakou and Thanos (1996), στο έδαφος και στην κόμη, διαδικασία

που έχει μεγάλη σημασία στη μεταπυρική αναγέννηση του είδους. Η αποθήκευση αυτή καθιστά τις τράπεζες σπόρων ζωτικής σημασίας για την ανθεκτικότητά του είδους στη φωτιά. Μάλιστα κάθε χρόνο ένα ποσοστό 40-80 % των κώνων παραμένουν κλειστοί δημιουργώντας μια ισχυρή τράπεζα σπόρων στην κόμη (Daskalaku and Thanos 1996). Όπως αναφέρουν οι ίδιοι συγγραφείς ώριμοι βιώσιμοι σπόροι μπορεί να παραμείνουν επάνω στην κόμη για 3 χρόνια τουλάχιστον, δημιουργώντας ένα σημαντικό απόθεμα (Φωτ.1.2). Αντίθετα η τράπεζα σπόρων που δημιουργείται στο έδαφος είναι μικρής διάρκειας αλλά μεγάλης αφθονίας μετά την πυρκαγιά, καθώς μετά την πυρκαγιά και την καταστροφή του υπορόφου, οι κώνοι της χαλεπίου πεύκης ανοίγουν λόγω της φωτιάς και απελευθερώνουν σπόρους που διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα.



Φωτογραφία 1.2 : Κώνοι με γόνιμα σπέρματα στην κόμη καμένων δένδρων.

Η φύτευση των σπόρων γίνεται με τις πρώτες βροχές στη διάρκεια της Φθινοπωρινής-χειμερινής περιόδου που ακολουθεί την πυρκαγιά (Φωτ. 1.3). Το πρώτο έτος, αλλά και στη συνέχεια, παρατηρείται νέκρωση ενός ποσοστού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων που είναι σημαντικό. Σύμφωνα με τους Daskalaku and Thanos (2004), η δυναμική της νέκρωσης των αρτιφύτρων υπολογίζεται σε 20-50 % του συνόλου. Το μέγιστο των νεκρώσεων παρατηρείται την πρώτη χρονιά από την πυρκαγιά αμέσως μετά την εγκατάσταση της αναγέννησης, το

χειμώνα και κατά τη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου του Καλοκαιριού. Σε άλλη ανάλογη έρευνα στο Ισραήλ (Mendel et al. 1997), το ποσοστό νέκρωσης εξαιτίας της ξηρασίας και του ανταγωνισμού μεταξύ των αρτιφύτρων χαλεπίου πεύκης αλλά και άλλων ειδών υπολογίσθηκε σε 23 %. Σε αυτή την έρευνα εξετάστηκε και η θνησιμότητα των φυταρίων χαλεπίου πεύκης που οφείλεται σε παθογόνα, ιδιαίτερα του φλοιοφάγου εντόμου *Matsucoccus josephi*. Τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής και των ακραίων καιρικών φαινομένων η θνησιμότητα των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων αναμένεται να αυξηθεί.



Φωτογραφία 1.3: Φυσική αναγέννηση χαλεπίου πεύκης στην περιοχή μελέτης.

Ταυτόχρονα με την αναγέννηση της πεύκης, παρατηρείται και η αναβλάστηση των αείφυλλων θάμνων (Φωτ. 1.4). Η χαλέπιος πεύκη ως φωτόφιλο είδος συγκροτεί δάση όπου υπάρχει υπόροφος από αείφυλλα πλατύφυλλα είδη όπως η αγριελιά, ο σχίνος, το πουρνάρι η κουμαριά και άλλα είδη. Τα αρτίφυτρα και νεαρά φυτάρια παρουσιάζουν έντονο ανταγωνισμό μεταξύ τους και με τον υπόροφο και τα πρεμνοβλαστήματα και πρόσκοπα είδη που αναπτύσσονται μετά την πυρκαγιά. Τα πρώτα πέντε χρόνια μετά την πυρκαγιά, τα αείφυλλα κυριαρχούν και η νεαρή

βλάστηση της πεύκης δεν είναι εμφανής. Περίπου οκτώ χρόνια μετά την πυρκαγιά, τα νεαρά πεύκα ξεπερνούν τον υπόροφο των αείφυλλων θάμνων (Καϊλίδης 1981).



Φωτογραφία 1.4 : Ανάπτυξη υποβλάστησης σε καμένη συστάδα χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή μελέτης

Σημαντικό ρόλο στην αναγέννηση μετά την πυρκαγιά έχουν και οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, ιδιαίτερα όταν το διάστημα μεταξύ των διαδοχικών πυρκαγιών είναι μικρότερο από 20 χρόνια, αλλά και η εποχή των πυρκαγιών (Tessler et al. 2014). Η χαλέπιος πεύκη καρποφορεί συνήθως κατ'έτος από το 7-10 έτος, δίνοντας κώνους με μικρό αριθμό φυτρώσιμων σπερμάτων, ενώ από το 20 έτος και μετά δίνει γόνιμους σπόρους (Αθανασιάδης 1986). Επομένως, όταν έχουμε επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές σε μικρά διαστήματα υπάρχει πρόβλημα με τους σπορείς και την αποθήκευση σπόρων, όμως πιθανώς να διαφοροποιούνται οι πηγές παροχής σπόρων. Οι Tessler et al. (2014) αναφέρουν ότι, μετά από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές σε μικρά διαστήματα, είναι πιθανό να υπάρχουν περισσότερες πηγές για την παρουσία σπόρων στο χώρο.

Γενικότερα, η φυσική αναγέννηση και εξέλιξη των δασών της χαλεπίου πεύκης φαίνεται εξασφαλισμένη μετά από ένα επεισόδιο πυρκαγιάς εφόσον υπάρχουν σπορείς. Το πρόβλημα προκύπτει όταν επαναλαμβάνονται πυρκαγιές σε σύντομα διαστήματα περιορίζουν τους σπορείς, καθώς τα νεαρά δενδρύλλια δεν έχουν επαρκείς ώριμους κώνους για φυσική σπορά των καμένων εκτάσεων, εκτός αν υπάρχει πλαγιοσπορά από γειτονικά άκαυτα πεύκα. Σε αυτή την περίπτωση, το δάσος της χαλεπίου πεύκης μπορεί να χαθεί οριστικά και να μετατραπεί σε θαμνώνα αείφυλλων πλατύφυλλων (Καϊλίδης 1981). Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε θέσεις όπου επλήγησαν από πυρκαγιές τα προηγούμενα 10-15 χρόνια, καθώς τα δένδρα δεν πρόλαβαν να καρποφορήσουν (οπότε δεν υπάρχουν σπέρματα για την επίτευξη φυσικής αναγέννησης). Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των θέσεων αυτών ώστε να καταγράφεται και να αξιολογείται η πορεία της φυσικής αναγέννησης.

Η μεταπυρική αναγέννηση και εξέλιξη της βλάστησης επηρεάζεται ακόμη από τοπογραφικούς παράγοντες όπως η κλίση της πλαγιάς και η έκθεση της περιοχής. Στις βόρειες εκθέσεις η ανάκτηση της αναγέννησης γίνεται ευκολότερα από ότι στις νότιες, λόγω των μικρότερων θερμοκρασιών και της μεγαλύτερης εδαφικής υγρασίας που εμφανίζουν, παράγοντες που με τη σειρά τους επηρεάζουν τον τύπο βλάστησης. Επιπλέον, οι κλίσεις των πλαγιών, επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή που μπορεί να απομακρύνει τα σπέρματα από μια πλαγιά και να τα μεταφέρει σε χαμηλότερα επίπεδα (Tsitsoni 1997). Σύμφωνα με την Τσιτσώνη (1991), η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης, παρουσιάζεται ικανοποιητική σε εκτάσεις με κλίση 0-50 % που καλύπτονταν από ώριμες συστάδες. Υπό ανάλογες συνθήκες, το μεγαλύτερο μέρος αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων εμφανίζεται στο κάτω μέρος των πλαγιών.

Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της φυσικής αναγέννησης παίζει η κάλυψη με βλάστηση. Σύμφωνα με τους Daskalakou and Thanos (1994, 2004), όταν τα αρτίφυτρα καλύπτονται από βλάστηση αείφυλλων πλατύφυλλων, αυτά έχουν καλύτερη επιτυχία από εκείνα που είναι εκτεθειμένα. Ακόμη, σημασία έχει και η προϋπάρχουσα της πυρκαγιάς βλάστηση. Σύμφωνα με τους Gkanatsas et al (2004) και Tsakalidimi et al (2004) σημαντικό ρόλο παίζει η κάλυψη των δένδρων, η κάλυψη των θάμνων και το ύψος των θάμνων πριν την πυρκαγιά. Από έρευνα που έγινε στην Σιθωνία Χαλκιδικής (Gkanatsas et al 2004) σε δάσος χαλεπίου πεύκης με υπόροφο

αιψύλλων πλατυφύλλων, διαπιστώθηκε ότι οι πλατύφυλλοι θάμνοι μετά την πυρκαγιά αναπτύχτηκαν γρήγορα τα δέκα πρώτα χρόνια. Αντίθετα, η χαλέπιος πεύκη με χαμηλή πυκνότητα πριν τη φωτιά, παρουσίασε μια αναγέννηση που δεν ήταν ισχυρή.

Συνοψίζοντας, η σχέση της χαλεπίου πεύκης με τη φωτιά είναι πολύπλοκη. Περιλαμβάνει τις βιολογικές προσαρμογές της για την αναγέννηση μετά τη φωτιά, την επίδραση των συνθηκών πριν από τη φωτιά και το ρόλο της στη διαμόρφωση του οικοσυστήματος μετά τη διαταραχή. Η αποτελεσματική διαχείριση μετά την πυρκαγιά και η κατανόηση της οικολογίας της χαλεπίου πεύκης είναι απαραίτητες για τον μετριασμό των κινδύνων πυρκαγιάς και την προώθηση της ανθεκτικότητας του οικοσυστήματος (Moya et al., 2008b, Rodríguez-García et al., 2022).

### **1.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, η Αττική, βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Στερεάς Ελλάδας, από την οποία χωρίζεται από μια αλυσίδα βουνών που εκτείνεται από τον Κορινθιακό κόλπο μέχρι τον Ευβοϊκό κόλπο, ενώ από τις υπόλοιπες πλευρές περιβάλλεται από θάλασσα. Το ανάγλυφο της περιοχής είναι έντονο, με απότομες ανυψώσεις βουνών που ξεπερνούν τα 1.000 μέτρα και χαρακτηρίζονται από συχνές εναλλαγές χαραδρώσεων και ανυψώσεων, κυρίως λόγω των σκληρών ασβεστολίθων. Από τα δυτικά (Κορινθιακός κόλπος) προς τα ανατολικά (Ευβοϊκός κόλπος), υπάρχουν τα εξής βουνά: μέρος των Γερανείων, Κιθαιρώνας, Πάστρα, Πάρνηθα, Μαυροβούνιο. Αυτά τα βουνά είναι σχεδόν συνεχόμενα με μικρά οροπέδια και κατεβαίνουν απότομα στη θάλασσα. Από το βορρά προς το νότο, συναντάμε τα βουνά Πατέρας, Πεντελικό, Υμηττός, Αιγάλεω και Πάνειον, ανάμεσα στα οποία σχηματίζονται οι πεδιάδες της Αττικής από δυτικά προς ανατολικά: των Μεγάρων, του Θριάσιου Πεδίου, του Λεκανοπεδίου Αθηνών και της πεδιάδας των Μεσογείων. Τα υψηλότερα βουνά είναι ο Κιθαιρώνας με ύψος 1.480 μέτρα και η Πάρνηθα με 1.413 μέτρα, όπου συναντάται η Κεφαλληνιακή Ελάτη, ενώ στα υπόλοιπα βουνά κυριαρχούν η χαλέπιος πεύκη και τα αείφυλλα πλατύφυλλα.

Τα βουνά της Αττικής αποτελούνται κυρίως από διάφορους τύπους και ηλικίας ασβεστόλιθους. Σχιστόλιθος εμφανίζεται σε περιορισμένες περιοχές στα Γεράνεια,



την Πάρνηθα και την νότια οροσειρά του Πανείου Όρους. Το Μαυροβούνι αποτελείται από μεταμορφικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα μαζί με μάρμαρα και χωρίζεται από την Πάρνηθα με τριτογενείς αποθέσεις, ενώ η Πεντέλη και ο Υμηττός αποτελούνται από μεταμορφικούς ασβεστόλιθους και κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Σε συνοπτική μορφή, τα κύρια πετρώματα που απαντώνται είναι: σκληροί ασβεστόλιθοι (44,16%), τριτογενείς αποθέσεις (27,25%), σχιστόλιθοι (9,5%), αλλούβια (11,12%) και κολούβια (5,13%).

Η Αττική, λόγω της γεωγραφικής της θέσης και του τοπογραφικού ανάγλυφου, παρουσιάζει διάφορους τύπους Μεσογειακού βιοκλίματος. Με βάση τον ξηροθερμικό δείκτη (X) των βιολογικά ξηρών ημερών (Μαυρομάτης 1980) εμφανίζει τέσσερις τύπους μεσογειακού κλίματος: έντονα θερμομεσογειακό ( $150 < X < 125$ ), ασθενές θερμομεσογειακό ( $125 < X < 100$ ), έντονο μεσομεσογειακό ( $100 > X > 75$ ) και τέλος ασθενές μεσομεσογειακό ( $75 > X > 40$ ).

Βάσει της γεωμορφολογίας, του γεωλογικού υποβάθρου, του εδάφους, του βιοκλίματος και της βλάστησης, ο Μαυρομάτης (1978, 1980), μέσω συστηματικής δειγματοληψίας 70 δοκιμαστικών επιφανειών, διέκρινε στην Αττική 12 οικολογικές μονάδες, οι οποίες περιγράφονται χονδρικά ως εξής: Μονάδες 1-4: έντονο θερμομεσογειακό κλίμα, μονάδες 5-6: ασθενές θερμομεσογειακό κλίμα, μονάδες 7-8: έντονο μεσομεσογειακό κλίμα και μονάδες 9-12: ασθενές μεσομεσογειακό κλίμα. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν διάφορους τύπους ασβεστούχων, ερυθρών και ρενζικών εδαφών με pH από 6 έως 8.

Η ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία υπήρξε έντονη στην Αττική από αρχαιοτάτων χρόνων, αλλοίωσε σημαντικά την αρχική βλάστηση, οδηγώντας σε κυριαρχία της δευτερογενούς διάπλασης της χαλεπίου πεύκης (Φωτ. 1.5) και δευτερευόντως των φρυγάνων σε πολύ υποβαθμισμένα εδάφη. Η χαλέπιος πεύκη, ως φωτόφιλο και ελαφρόσπορο είδος, ευνοήθηκε από την καταστροφή της αρχικής βλάστησης και επεκτάθηκε από τις παραλιακές περιοχές έως την ορεινή ζώνη της ελάτης, με την οποία συχνά συνυπάρχει. Είναι αξιοσημείωτο ότι από τις 12 οικολογικές ομάδες που έχουν διακριθεί, η χαλέπιος πεύκη συναντάται και αναπτύσσεται στις ομάδες 1-11, ενώ η ομάδα 12 αφορά την ελάτη.

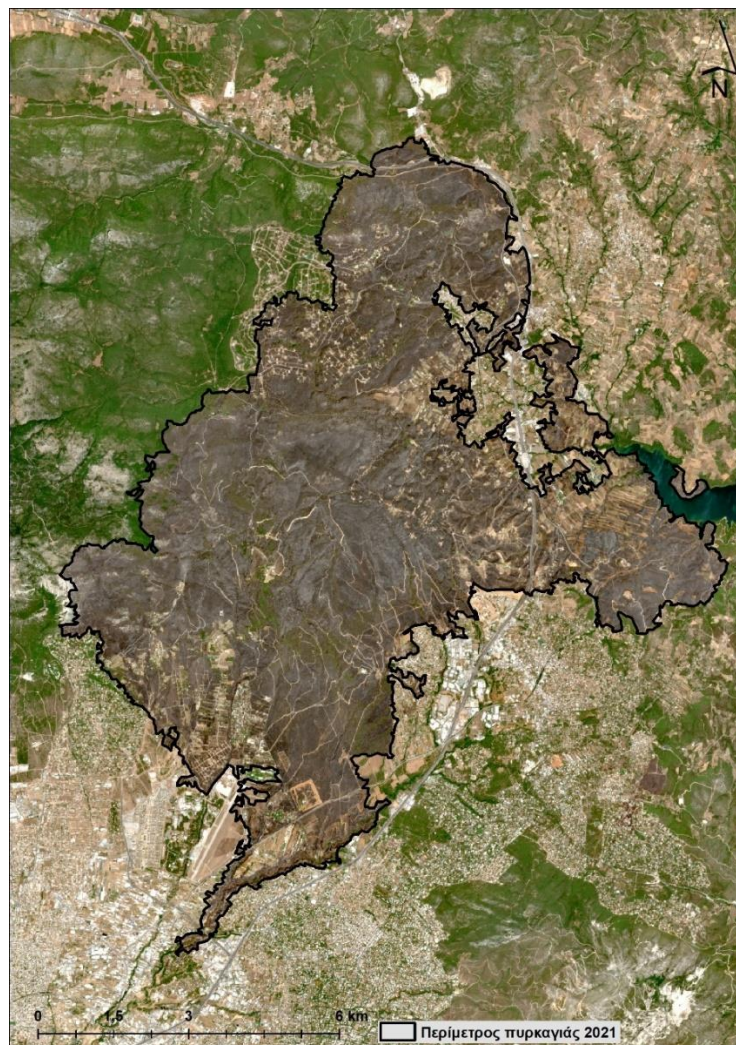


Φωτογραφία 1.5 : Άποψη των δασών χαλεπίου πεύκης στο λεκανοπέδιο της Αττικής.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στη Β. πλευρά της Αττικής και είναι η καμένη έκταση από τη δασική πυρκαγιά του Αυγούστου 2021 στη Βαρυμπόμπη (Χαρτ. 2.1). Εκτείνεται από την περιοχή των Θρακομακεδόνων έως το Καπανδρίτι. Η καμένη έκταση είναι 8.365 ha και περιλαμβάνει δάση, δασικές και αγροτικές εκτάσεις - αστικές περιοχές όπως προέκυψε από την επεξεργασία της εικόνας και την αποτύπωση της καμένης επιφάνειας από τον Παλαιολόγου (2023) με βάση δεδομένα της Υπηρεσίας Copernicus από δορυφορικές εικόνες Sentinel 2A, στα πλαίσια του έργου Βαρυμπόμπη Reset.



Χάρτης 2.1: Περιοχή μελέτης (Παλαιολόγου 2023).

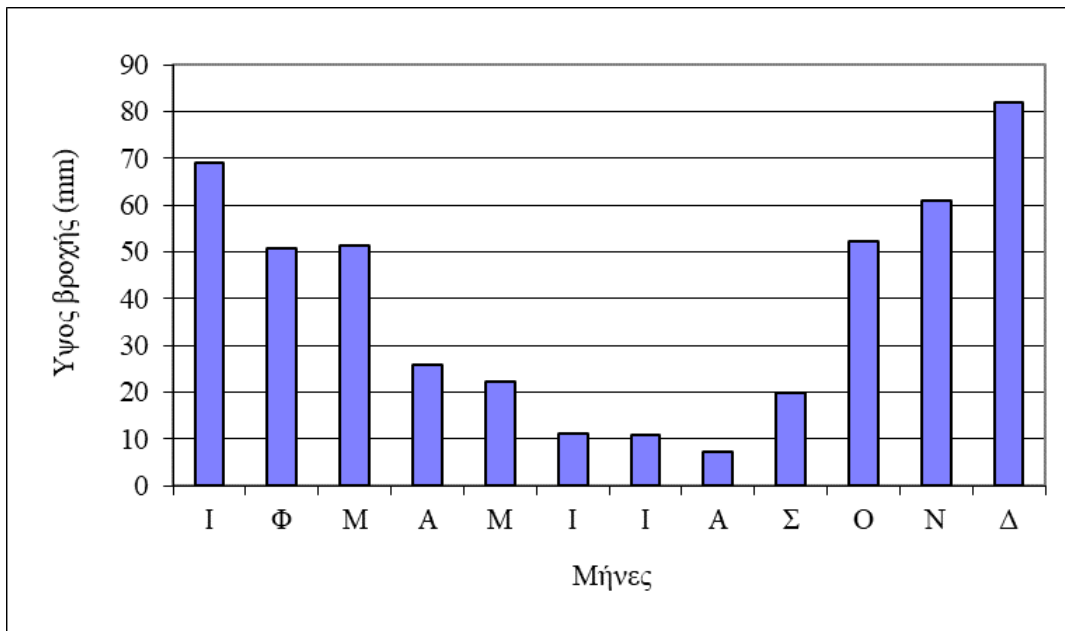


Φωτογραφία 2.1: Γενική άποψη της περιοχή μελέτης.

## 2.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

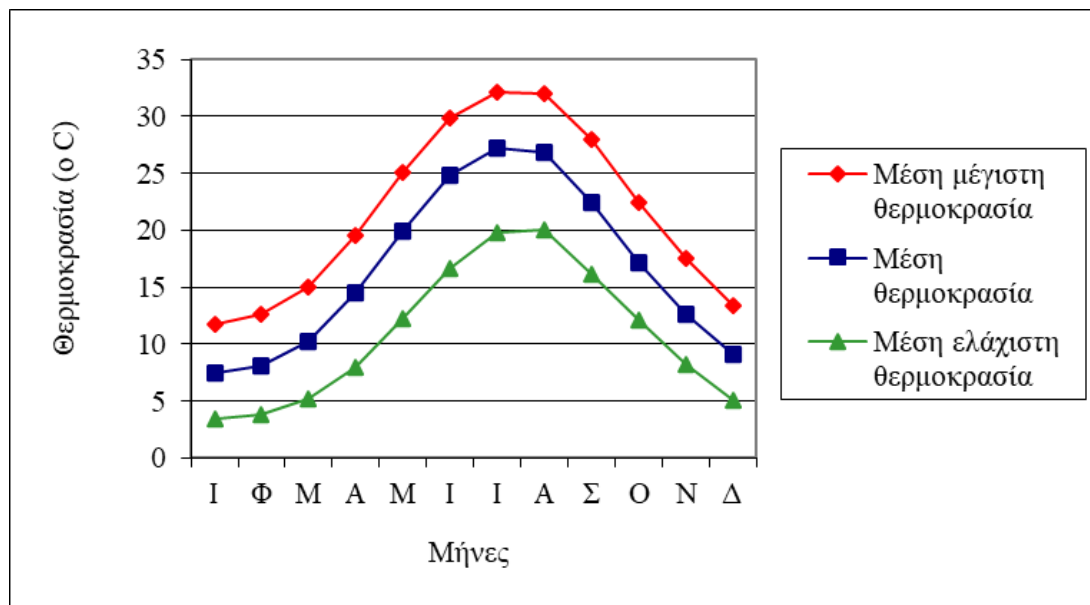
Για την περιγραφή του κλίματος στην περιοχή μελέτης, ελήφθησαν υπόψη κλιματικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Τατοΐου (Δεκέλεια) (Γ.Π. 38,10, Γ.Μ. 23,78, Υψομ. 225 m) που χορηγήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματικών παραγόντων της περιόδου 1956-2023 του Μ/Σ Τατοΐου και συγκεκριμένα η βροχόπτωση, και θερμοκρασία (μέση, μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη).

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην περιοχή είναι 463,17 mm, με μέγιστη βροχόπτωση το μήνα Δεκέμβριο και ελάχιστη το μήνα Αύγουστο (Διάγρ. 2.1). Η πιο βροχερή εποχή είναι ο χειμώνας (Χ), ακολουθεί το Φθινόπωρο (Φ), μετά η Άνοιξη (Α) και τέλος το Καλοκαίρι (Κ), σειρά που αντιστοιχεί σε βροχομετρική δίαιτα του τύπου της Ανατολικής Μεσογείου. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών βροχής είναι 81,47 ημέρες, χιονιού 5,51 ημέρες και συνολικά ομίχλης, δροσιάς και πάχνης 4,91 ημέρες. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 63,21 %, με μέγιστη τιμή το μήνα Δεκέμβριο και ελάχιστη το μήνα Ιούλιο.



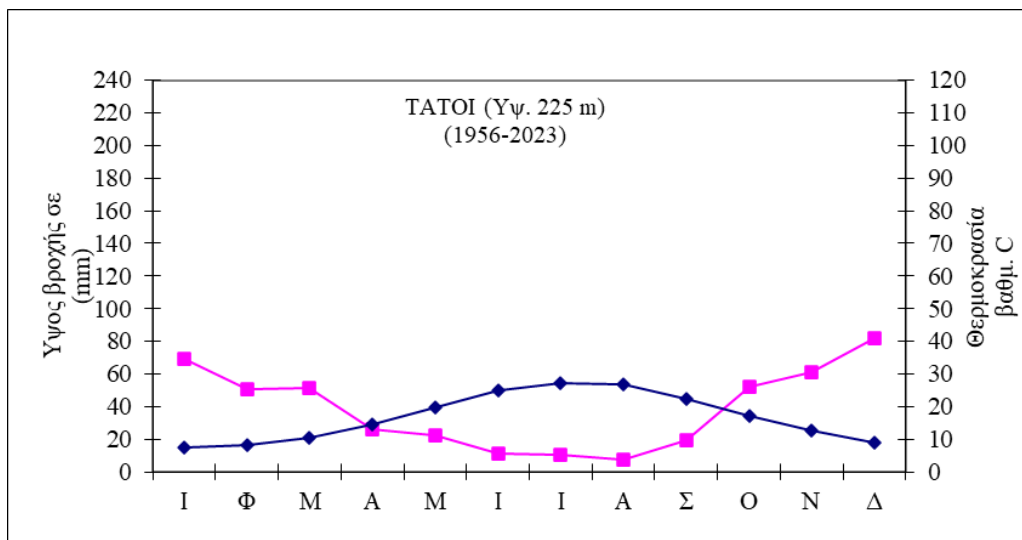
Διάγραμμα 2.1 : Τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής του Μ/Σ Τατοΐου.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 17,4 °C, η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Μ), παρατηρείται τον Ιούλιο και είναι 32,11 °C και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (μ), παρατηρείται τον Ιανουάριο και είναι 3,43 °C. (Διάγρ. 2.2) Το θερμοκρασιακό εύρος (Μ-μ) υπολογίζεται σε 28,68 °C.

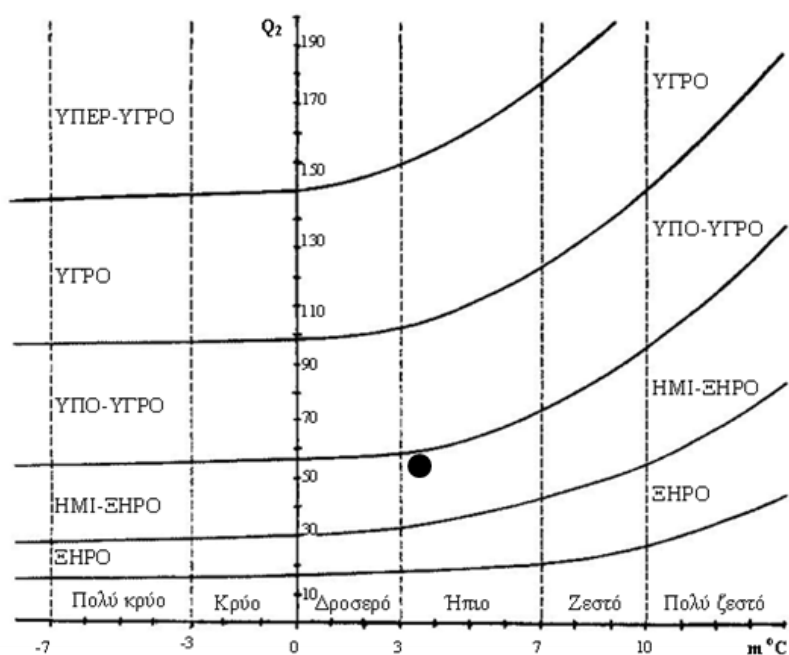


Διάγραμμα 2.2 : Οι μέσες μηνιαίες μέγιστες, μέσες μηνιαίες και μέσες μηνιαίες ελάχιστες θερμοκρασίες.

Η περίοδος ξηρασίας με βάση το ομβροθερμικό διάγραμμα των Bangouls και Gausse διαρκεί έξι μήνες, από τον Απρίλιο έως και το Σεπτέμβριο και είναι έντονη (Διάγρ. 2.3), ενώ ο τύπος του μεσογειακού βιοκλίματος, με βάση το βιοκλιματικό διάγραμμα του Emberger με ομαλοποιημένα όρια τα όρια των βιοκλιματικών ορόφων (Παπαδόπουλος, 2023), είναι ημίξηρος με ήπιο χειμώνα (Διάγρ. 2.4).



Διάγραμμα 2.3: Ομβροθερμικό διάγραμμα των Bangouls και Gausse (το μήκος της κοινής περιοχής των καμπυλών δείχνει τη διάρκεια σε μήνες ενώ το πλάτος την ένταση της ξηρασίας).



Διάγραμμα 2.4 : Βιοκλιματικό διάγραμμα του Emberger με ομαλοποιημένα τα όρια των βιοκλιματικών ορόφων.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, το κλίμα είναι μεσογειακό με χαρακτήρα έντονο θερμομεσογειακό, με ξηρό και θερμό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα και βροχοπτώσεις τη χειμερινή περίοδο.

### 2.3. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Σύμφωνα με τον Παλαιολόγου (2023), το ήμισυ περίπου της περιοχής μελέτης έχει ήπιες κλίσεις (μικρότερη από 5°), το 30% κλίσεις μεταξύ 5-12°, το 15,5% κλίσεις μεταξύ 12-21° και το 6% κλίσεις μεγαλύτερες από 21°. Σε ότι αφορά την υψομετρία της περιοχής μελέτης, το 45% βρίσκεται σε υπερθαλάσσιο ύψος μικρότερο των 350 m, το 25% μεταξύ 350-500 m και το 20% σε υψόμετρο μεταξύ 500-700 μέτρων, κυρίως στο δυτικό τμήμα της καμένης έκτασης, ενώ μεγαλύτερα υψόμετρα κυριαρχούν στους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και της Πεντέλης.

### 2.4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η περιοχή μελέτης και ευρύτερα η Πάρνηθα γεωτεκτονικά ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και απαρτίζεται από αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς (Χαϊτόγλου και Λυκούδη, 2020). Αναλυτικότερα, οι αλπικοί σχηματισμοί συνίστανται κυρίως από αργιλοψαμμιτικά πετρώματα με εναλλαγές ασβεστολίθων (Λιθανθρακοφόρο - Πέρμιο), αρκόζες, αργιλικούς σχιστόλιθους (κατώτερο έως μέσο Τριαδικό), φυλλίτες με ενστρώσεις κρκαλολατυπογών, ασβεστολίθων και δολομιτών, ασβεστόλιθους, δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους (ανώτερο Τριαδικό και μέσου έως κατώτερου Ιουρασικού), οφιόλιθους, ασβεστόλιθους του Κρητιδικού, σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα και φλύσχη. Οι μεταλπικοί σχηματισμοί αποτελούνται κυρίως από νεογενείς μάργες, άργιλους και ψαμμίτες, κώνους κορημάτων (Πλειστόκαινο), αλλουβιακές προσχώσεις (Ολόκαινο) και στις ασβεστολιθικές περιοχές κώνους κορημάτων και πλευρικά κορήματα.

Ως προς τις εδαφικές συνθήκες, τα εδάφη χαρακτηρίζονται κυρίως ως αβαθή και κατατάσσονται ως εξής (Χαϊτόγλου και Λυκούδη, 2020):

1. Σκελετικά εδάφη. Ευδοκιμούν φυτικά είδη της ξηροθερμικής οικολογικής ομάδας, όπως: *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Spartium Junceum*, *Thymelaea hirsuta*, *Juniperus oxycedrus*.
2. Ερυθρά εδάφη κυρίως πάνω σε ασβεστόλιθο

3. Ορφνά εδάφη σε προσχώσεις

4. Ορφνά εδάφη αποπλυμένα

Τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως αργιλώδη και λιγότερο ως αργιλοπηλώδη και αμμοαργιλοπηλώδη. Οι κυρίαρχοι εδαφικοί τύποι είναι Regosol, Luvisol, Agrisol και Rhaeozem.

## 2.5. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Η βλάστηση της περιοχής σύμφωνα με τον Αθανασιάδη (1986) ανήκει στην Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης και σύμφωνα με τον Μαυρομάτη (1978) υπάγεται στο μεγαλύτερο μέρος στις θερμομεσογειακές διαπλάσεις (Oleo-Ceratonio) της Ανατολικής Μεσογείου και κατά θέσεις ιδίως στα ρέματα στις μεσομεσογειακές διαπλάσεις αριάς (*Quercion ilicis*), τύπος βαλκανικός και της Ανατολικής Μεσογείου (Φωτ. 2.2.). Επομένως τα κατάλληλα είδη για αναδάσωση στη συγκεκριμένη περιοχή είναι θερμόβια είδη που αντέχουν σε μεγάλη και έντονη ξηρασία, όπως η ελιά, η χαρουπιά, η χαλέπιος πεύκη και τα φρύγανα και στις καλύτερες θέσεις η αριά (*Quercus ilex*) η χνοώδης δρύς και η ήμερη βαλανιδιά (*Quercus ithaburensis* subsp. *macrolepis*).



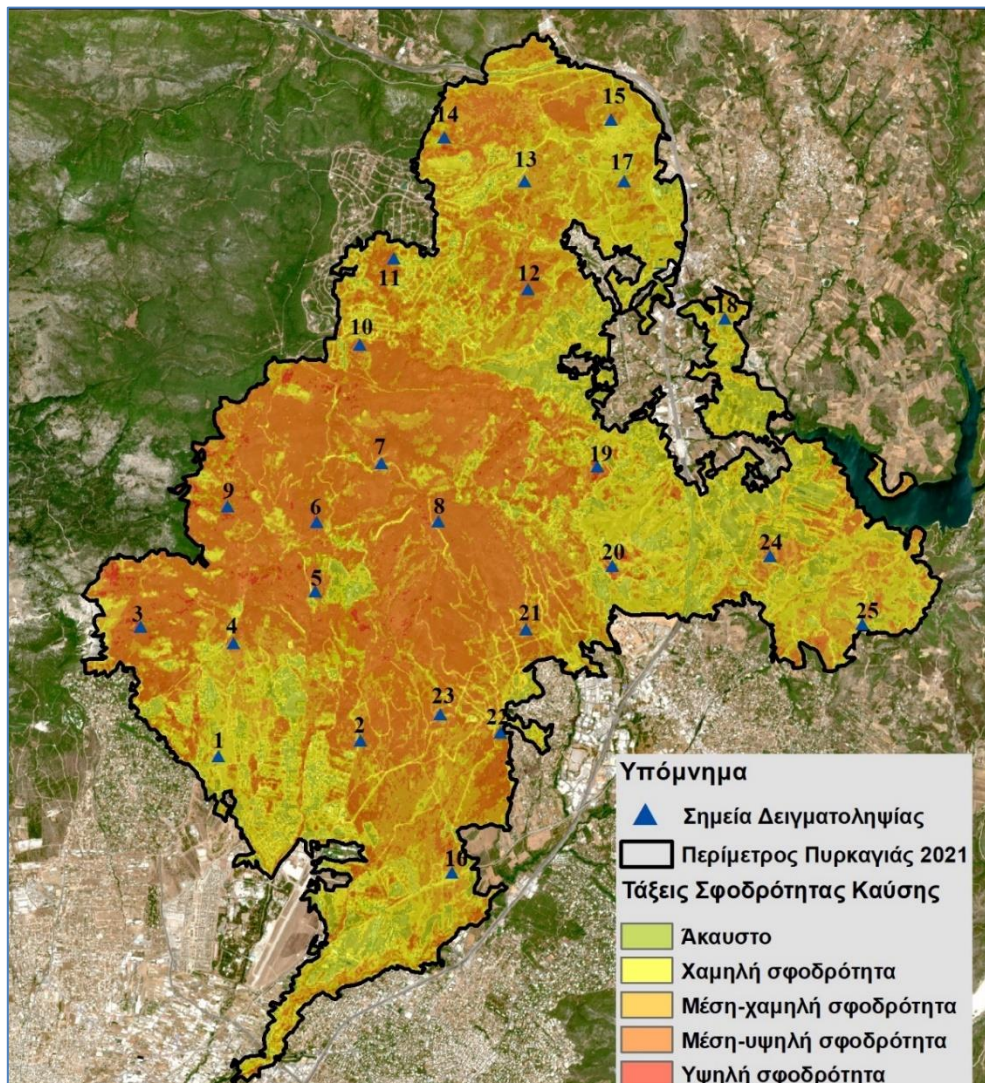
Φωτογραφία 2.2. Γενική άποψη της βλάστησης στην περιοχή μελέτης.



### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ

Για την έρευνα της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης, δυο χρόνια μετά την πυρκαγιά, επιλέχθηκαν τυχαία 25 επιφάνειες 100 τ.μ. (λωρίδες 1x100 m) που κάλυπταν όλο το εύρος της καμένης περιοχής. Στο χάρτη 3.1 φαίνονται οι θέσεις δειγματοληψίας, καθώς και ο βαθμός σφοδρότητας καύσης, όπως εκτιμήθηκε και χατρογραφήθηκε από τον Παλαιολόγου (2023). Σύμφωνα με τον προηγούμενο συγγραφέα ο χάρτης σφοδρότητας καύσης υπολογίστηκε με τον δείκτη dNBR που εφαρμόστηκε σε δορυφορικές εικόνες Sentinel 2A και αναφέρεται σε εκτεταμένη αξιολόγηση.



Χάρτης 3.1 : Περιοχή μελέτης με την ένταση της σφοδρότητας καύσης και τις θέσεις δειγματοληψίας (Υπόβαθρο χάρτη από Παλαιολόγου 2023).

Στις επιφάνειες αυτές καταγράφηκαν το υψόμετρο, η κλίση, η έκθεση και το πέτρωμα (Πίνακας 3.1), ενώ από διαθέσιμα γεωχωρικά δεδομένα καταγράφηκαν η μορφή κάλυψης του εδάφους που επικρατούσαν πριν την πυρκαγιά, σύμφωνα με το Corine 2018 και η σφοδρότητα καύσης σύμφωνα με γεωχωρικά δεδομένα του Corernicus, σε κάθε θέση δειγματοληψίας (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.1: Τοπογραφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των 25 θέσεων δειγματοληψίας.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΚΛΙΣΗ (%)	ΕΚΘΕΣΗ	ΘΕΣΗ	ΠΕΤΡΩΜΑ
1	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	328	5	ΒΑ 52 <sup>0</sup>	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
2	ΛΕΩΝΙΔΑΣ-ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ	344	15	Β 1 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
3	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	556	10	Β 20 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
4	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	480	5	ΒΔ 331 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
5	ΚΟΝΤΑ ΠΛΑΤΑΝΟΔΑΣΟΣ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	462	10	ΒΔ 336 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
6	ΟΜΙΛΟΣ ΦΙΛΩΝ ΔΑΣΟΥΣ	584	20	ΝΔ 234 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
7	ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	620	10	ΒΔ 307 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
8	ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	594	8	ΝΑ 155 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
9	ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ ΚΥΡΑ	618	10	Δ 248 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
10	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	581	10	Ν 178 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
11	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	565	8	Δ 268 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
12	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	491	5	ΝΔ 225 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
13	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	543	13	ΒΔ 295 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
14	ΛΙΜΝΗ ΜΠΕΛΕΤΣΙ-ΚΟΡΥΦΗ-ΔΕΞΑΜΕΝΗ	759	15	ΝΑ 134 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
15	Ι.Μ. ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΑΛΑΚΑΣΑ	377	15	Δ 262 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
16	ΚΟΝΤΑ ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ	281	0	ΒΔ 303 <sup>0</sup>	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
17	ΚΙΟΥΡΚΑ- ΑΦΙΔΝΕΣ	335	5	ΒΔ 305 <sup>0</sup>	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
18	ΗΡΑΚΛΕΙΔΕΙΣ	272	10	ΒΑ 36 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
19	Ι.Μ. ΜΥΡΤΙΔΙΩΤΙΣΣΗΣ ΑΦΙΔΝΩΝ	411	25	Δ 249 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
20	ΚΟΝΤΑ ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ	440	20	Δ 255 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
21	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	451	10	Δ 253 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
22	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	370	12	Ν 186 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
23	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	407	15	ΒΑ 38 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
24	ΠΕΥΚΟΦΥΤΟ	331	10	ΒΑ 25 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ
25	ΛΕΩΦ. ΜΑΡΑΘΩΝΑ	366	12	Β 0 <sup>0</sup>	ΠΛΑΓΙΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ

Πίνακας 3.2 : Τύπος κάλυψης του εδάφους με βάση δεδομένα του Corine 2018, και σφοδρότητα καύσης σύμφωνα με γεωχωρικά δεδομένα του Corernicus των 25 θέσεων δειγματοληψίας

ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΛΥΨΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ CORINE 2018	ΣΦΟΔΡΟΤΗΤΑ ΚΑΥΣΗΣ
1	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
2	ΛΕΩΝΙΔΑΣ-ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
3	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	ΔΑΣΟΣ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ	ΥΨΗΛΗ
4	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
5	ΚΟΝΤΑ ΠΛΑΤΑΝΟΔΑΣΟΣ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	ΥΨΗΛΗ
6	ΟΜΙΛΟΣ ΦΙΛΩΝ ΔΑΣΟΥΣ	ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	ΥΨΗΛΗ
7	ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΥΨΗΛΗ
8	ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΥΨΗΛΗ
9	ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ ΚΥΡΑ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΜΕΤΡΙΑ ΧΑΜΗΛΗ
10	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΥΨΗΛΗ
11	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΥΨΗΛΗ
12	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	ΜΕΤΡΙΑ ΧΑΜΗΛΗ
13	ΙΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ ΑΣΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΥΨΗΛΗ
14	ΛΙΜΝΗ ΜΠΕΛΕΤΣΙ-ΚΟΡΥΦΗ-ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ ΑΣΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΜΕΤΡΙΑ ΥΨΗΛΗ
15	Ι.Μ. ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΑΛΑΚΑΣΑ	ΑΕΙΦΥΛΛΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ	ΥΨΗΛΗ
16	ΚΟΝΤΑ ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
17	ΚΙΟΥΡΚΑ- ΑΦΙΔΝΕΣ	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	ΥΨΗΛΗ
18	ΗΡΑΚΛΕΙΔΕΙΣ	ΑΕΙΦΥΛΛΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ	ΥΨΗΛΗ
19	Ι.Μ. ΜΥΡΤΙΔΙΩΤΙΣΣΗΣ ΑΦΙΔΝΩΝ	ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	ΥΨΗΛΗ
20	ΚΟΝΤΑ ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
21	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΥΨΗΛΗ
22	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΨΗΛΗ
23	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΜΕΙΚΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΜΕΤΡΙΑ ΥΨΗΛΗ
24	ΠΕΥΚΟΦΥΤΟ	ΔΑΣΟΣ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	ΥΨΗΛΗ
25	ΛΕΩΦ. ΜΑΡΑΘΩΝΑ	ΠΡΟΔΑΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΜΕΤΡΙΑ ΧΑΜΗΛΗ

Σε κάθε θέση, κατά μήκος της γραμμής των 100 m, ελήφθησαν τέσσερις δειγματοληπτικές επιφάνειες του 1 m<sup>2</sup> με τη βοήθεια τετράγωνου μεταλλικού πλαισίου, και σε απόσταση η μια από την άλλη 25 m κατά μήκος της γραμμής. Συνολικά ελήφθησαν 100 δειγματοληπτικές επιφάνειες. Σε αυτές μετρήθηκε ο αριθμός των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων της χαλεπίου πεύκης, καθώς και το

ύψος τους (Φωτ. 3.1). Μετρήθηκε επίσης η παρουσία αρτιφύτρων φυλλοβόλων δρυών (χνοώδους και ήμερης βαλανιδιάς). Η πρώτη επιφάνεια σε κάθε γραμμή λαμβάνονταν κοντά στο κράσπεδο του δάσους ή σε εναπομείναντα άκαυτα δένδρα εφόσον υπήρχαν.



Φωτογραφία 3.1. Δειγματοληψία της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης στην περιοχή μελέτης (μέτρηση αριθμού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων στα αριστερά και του ύψους φυταρίων δεξιά).

### 3.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Σε κάθε θέση έγινε δειγματοληψία της βλάστησης ανά 50 μέτρα κατά μήκος και δεξιά/αριστερά της γραμμής των 100 m, με τη βοήθεια ενός τετράγωνου σιδερένιου πλαισίου του 1 m<sup>2</sup> (Φωτ. 3.2). Συνολικά ελήφθησαν 50 δοκιμαστικές επιφάνειες από το σύνολο της περιοχής μελέτης. Η μεθοδολογία της καταγραφής της βλάστησης έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο Braun – Blanquet (Αθανασιάδης 1986β), λαμβάνοντας υπόψη την πληθοκάλυψη και την κοινωνικότητα, όπως παρακάτω:

#### πληθοκάλυψη

r= πολύ σπάνιο (1-2 άτομα), κάλυψη μικρής επιφάνειας

+= σπάνιο (λίγα άτομα)

1= κάλυψη λιγότερο από 5 % ή λίγα άτομα με χαμηλή κάλυψη

2= κάλυψη 5-25 %

3= κάλυψη 25-50 %

4= κάλυψη 50-75 %

5= κάλυψη >75 %

#### κοινωνικότητα

1= είδη που αυξάνουν μεμονωμένα

2= είδη που αυξάνουν σε ομάδες ή θυσάνους

3= είδη που αυξάνουν σε μικρές κηλίδες

4= είδη που αυξάνουν σε μικρές ομάδες

5= είδη που αυξάνουν σε μεγάλες αποικίες



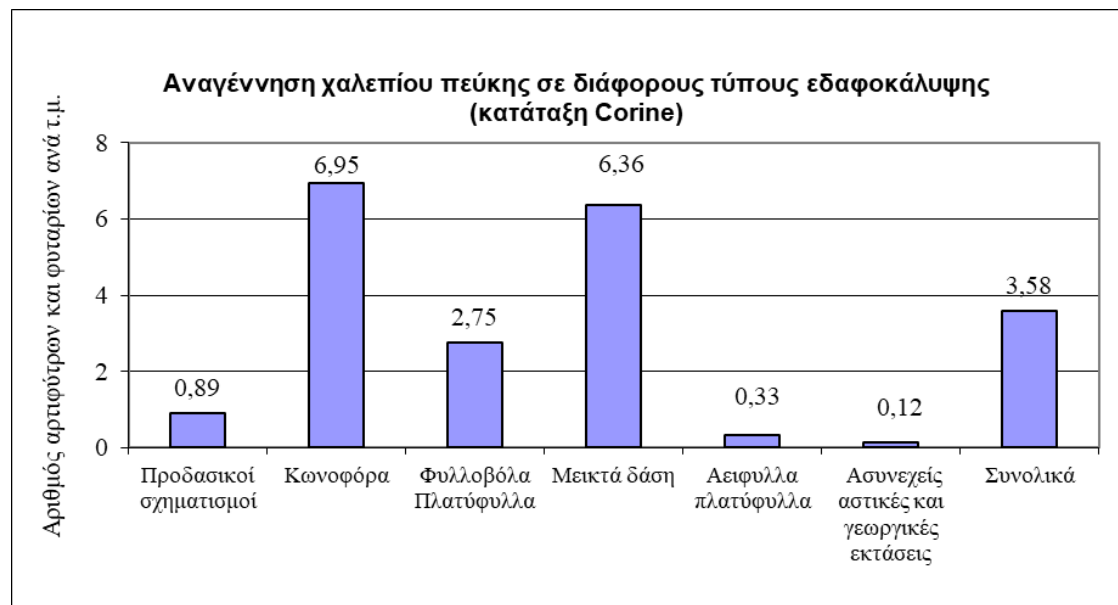
Φωτογραφία 3.2. Διενέργεια φυτοληψίας στην περιοχή μελέτης με τη μέθοδο Braun – Blanquet.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 24.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ

Με βάση τα δεδομένα του συνόλου των δειγματοληπτικών επιφανειών, χωρίς τη διάκριση των διαφόρων μορφών εδαφοκάλυψης, η αναγέννηση δυο χρόνια μετά τις πυρκαγιές παρουσιάζει κατά μέσο όρο 3,58 αρτίφυτρα και νεαρά φυτάρια ανά  $m^2$  (Διάγρ. 5). Πιο αναλυτικά για κάθε, προηγούμενη της πυρκαγιάς, μορφή εδαφοκάλυψης όπως αυτή περιγράφεται στην κατάταξη Corine 2018, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο  $\alpha=0,05$  σε ότι αφορά το μέσο αριθμό φυταρίων ανά τετραγωνικό μέτρο στην κατηγορία των κωνοφόρων και μεικτών δασών σε σχέση με τις άλλους τύπους εδαφοκάλυψης. Η πυκνότητα της αναγέννησης είναι κατά μέσο όρο 0,89 αρτίφυτρα και νεαρά φυτάρια ανά  $m^2$  στους προδασικούς σχηματισμούς, 6,95 φυτάρια ανά  $m^2$  στα κωνοφόρα (συστάδες χαλεπίου πεύκης) με μεγάλη τυπική απόκλιση, 2,75 φυτάρια ανά  $m^2$  στις συστάδες φυλλοβόλων πλατύφυλλων, 6,36 φυτάρια ανά  $m^2$  σε μεικτές συστάδες με μεγάλη τυπική απόκλιση και 0,33 και 0,12 φυτάρια ανά  $m^2$  αντίστοιχα στα αείφυλλα πλατύφυλλα και τις ασυνεχείς αστικές και γεωργικές εκτάσεις (Διάγρ. 4.1, Πίν. 4.1).



Διάγραμμα 4.1: Μέσος αριθμός αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά  $m^2$  σε διάφορους τύπους εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.

Πίνακας 4.1: Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του αριθμού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τύπο εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.

Τύπος εδαφοκάλυψης	Πλήθος δοκιμαστικών επιφανειών	Μ.Ο. αριθμού φυταρίων /m <sup>2</sup>	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Προδασικοί σχηματισμοί	28	0,89	1,45	0,27	0,00	5,00
Κωνοφόρα	20	6,95	13,26	2,97	0,00	51,00
Φυλλοβόλα Πλατύφυλλα	4	2,75	2,22	1,11	1,00	6,00
Μεικτά δάση	28	6,36	9,94	1,88	0,00	40,00
Αείφυλλα πλατύφυλλα	12	0,33	0,49	0,14	0,00	1,00
Ασυνεχείς αστικές και γεωργικές εκτάσεις	8	0,12	0,35	0,12	0,00	1,00
Συνολικά	100	3,58	8,38	0,84	0,00	51,00

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης στην περιοχή μελέτης, δύο χρόνια μετά την πυρκαγιά είναι κατά γενική εκτίμηση πολύ ικανοποιητική. Μάλιστα εκεί όπου υπήρχαν προηγούμενα ώριμες συστάδες χαλεπίου πεύκης σε αμιγή ή μεικτή μορφή η αναγέννηση είναι πολύ μεγαλύτερη.

Σε άλλες περιοχές με δάση χαλεπίου πεύκης της Μεσογείου, οι Elvira et al. (2021), για την Ανατολική Ισπανία, αναφέρουν μια πυκνότητα της αναγέννησης μετά από φωτιά που κυμαίνεται από 7-48.882 φυτάρια/ha, με μια μέση τιμή 4.324 φυτάρια/ha (sd=9370). Σύμφωνα με τους Prevosto et al. 2012 πειράματα ελέγχου της αναγέννησης χαλεπίου πεύκης στη νοτιοανατολική Γαλλία, που εξέταζαν διαφορετικούς χειρισμούς του υπορόφου και κατεργασίας του εδάφους έδειξαν μεταξύ άλλων ότι η μέση πυκνότητα φυταρίων, 6-9 χρόνια μετά την πυρκαγιά, ήταν 0,57-1,06 φυτάρια/m<sup>2</sup>, τιμή συγκρίσιμη με αυτές που βρέθηκαν σε συνθήκες μετά την πυρκαγιά, αν και με μικρότερο εύρος. Στην περίπτωση της αναγέννησης μετά από ελεγχόμενη πυρκαγιά υψηλής έντασης, η πυκνότητα της αναγέννησης ήταν 2,35 πεύκα/m<sup>2</sup>.

Ρόλο στην πυκνότητα της αναγέννησης φαίνεται να παίζει και η συχνότητα των πυρκαγιών. Σύμφωνα με τους Tessler et al. (2014), η πυκνότητα της αναγέννησης είναι αντιστρόφως ανάλογη του αριθμού των πυρκαγιών. Σε συστάδες χαλεπίου πεύκης που κάηκαν μια φορά η πυκνότητα των φυταρίων ήταν 1,2 φυτάρια /m<sup>2</sup>, ενώ σε αυτά που κάηκαν δυο και τρεις φορές η πυκνότητα ήταν αντίστοιχα 0,25 και 0,39



φυτάρια/ m<sup>2</sup>. Ενώ στις μη καμένες συστάδες χαλεπίου πεύκης (μάρτυρας) ήταν 0,46 φυτάρια /m<sup>2</sup>.

Η εξέταση της παρουσίας κρασπέδων με ζωντανή βλάστηση ή με μεμονωμένα ζωντανά δένδρα σε κοντινή απόσταση από τις επιφάνειες δειγματοληψίας έδειξε ότι δεν υπήρχε κάποια διαφοροποίηση σε σχέση με άλλες επιφάνειες που ήταν μακριά από τέτοιες νησίδες ζωντανής βλάστησης με χαλέπιο πεύκη. Σύμφωνα με τους Ne'eman and Izhaki (2006), 2 χρόνια μετά από πυρκαγιά, η πυκνότητα δενδρυλλίων της χαλεπίου πεύκης ήταν 56% υψηλότερη στη μακρινή ζώνη από ότι στην κοντινή ζώνη, αλλά το μέγεθος των φυταρίων ήταν παρόμοιο. Ωστόσο, στην τοποθεσία 20 χρόνια μετά την πυρκαγιά, οι πυκνότητες ήταν παρόμοιες και στις δύο ζώνες, αλλά το μέγεθος ήταν μεγαλύτερο κατά 89% στην κοντινή ζώνη. Επομένως οι παραπάνω ερευνητές καταλήγουν ότι η δημιουργία πληθυσμού μετά τη φωτιά φαίνεται να κορυφώνεται κοντά στα καμένα πεύκα και όχι σε απόσταση από αυτά,

Ένα σημαντικό ερώτημα που δημιουργείται είναι για το ποια είναι η βέλτιστη πυκνότητα φυταρίων στη μεταπυρική διαχείριση της αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης. Σύμφωνα με τους Moya et al. (2008a) οι βέλτιστες στρατηγικές διαχείρισης για τα πευκοδάση της χαλεπίου πεύκης είναι η διατήρηση μιας τελικής πυκνότητας 1600 δέντρων/ha 5 χρόνια μετά την πυρκαγιά (με κλάδεμα μετά από 5 χρόνια) σε καλή ποιότητα τόπου, ή 800 δέντρα/ ha με κλάδεμα μετά από 10 χρόνια. Σε κακή ποιότητα τόπου, η καλύτερη μέθοδος ήταν η απουσία επεξεργασίας ή το αραίωμα σε 1600 δέντρα/ ha 5 χρόνια μετά τη φωτιά, με κλάδεμα μετά από άλλα 5 χρόνια. Αυτή η πολιτική διαχείρισης μπορεί να αποφέρει οφέλη στις αναπαραγωγικές διαδικασίες της χαλεπίου πεύκης μετά την αναγέννηση της από πυρκαγιά, καθώς συντομεύει τη νεανική φάση και προωθεί μεγαλύτερη ποσότητα κλειστών κώνων που αποθηκεύονται στην κόμη, αυξάνοντας έτσι την τράπεζα σπόρων της κόμης και μειώνοντας τον κίνδυνο ανωριμότητας. Βέβαια, σε κάθε περίπτωση οι δασοκομικές επεμβάσεις, θα πρέπει να εφαρμόζονται λαμβάνοντας υπόψη το υδατικό ισοζύγιο μετά την πυρκαγιά, για να μεγιστοποιηθεί η ανάπτυξη και η παραγωγή κώνων στις συστάδες χαλεπίου πεύκης (Alfaro-Sánchez 2015). Συμπερασματικά, σύμφωνα με τους Moya et al. (2008a) μια πολιτική βέλτιστης διαχείρισης, βελτιώνει τις διαδικασίες ανάπτυξης και αναπαραγωγής, συντομεύει τη νεανική φάση, επιταχύνει

την ώριμη ηλικία και αυξάνει την τράπεζα σπόρων της κόμης, μειώνει τον κίνδυνο ανωριμότητας και βελτιώνει την ανθεκτικότητα μετά την πυρκαγιά.

Σε ότι αφορά το ύψος των φυταρίων αυτό είναι κατά μέσο όρο 22,26 cm για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών. Για κάθε προηγούμενη της πυρκαγιάς, μορφή εδαφοκάλυψης, όπως αυτή περιγράφεται στην κατάταξη Corine 2018, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο  $\alpha=0,05$  σε ότι αφορά το μέσο ύψος φυταρίων μεταξύ των μεικτών δασών με τις άλλες μορφές εδαφοκάλυψης. Το ύψος των φυταρίων είναι κατά μέσο όρο 19,72 cm στους προδασικούς σχηματισμούς, 16,81 cm στα κωνοφόρα (συστάδες χαλεπίου πεύκης), 20,72 cm στις συστάδες Φυλλοβόλων πλατύφυλλων, 29,10 cm σε μεικτές συστάδες και 12,66 cm και 3,12 cm αντίστοιχα στα αείφυλλα πλατύφυλλα και τις ασυνεχείς αστικές και γεωργικές εκτάσεις (Διάγραμμα 4.2, Πίνακας 4.2).



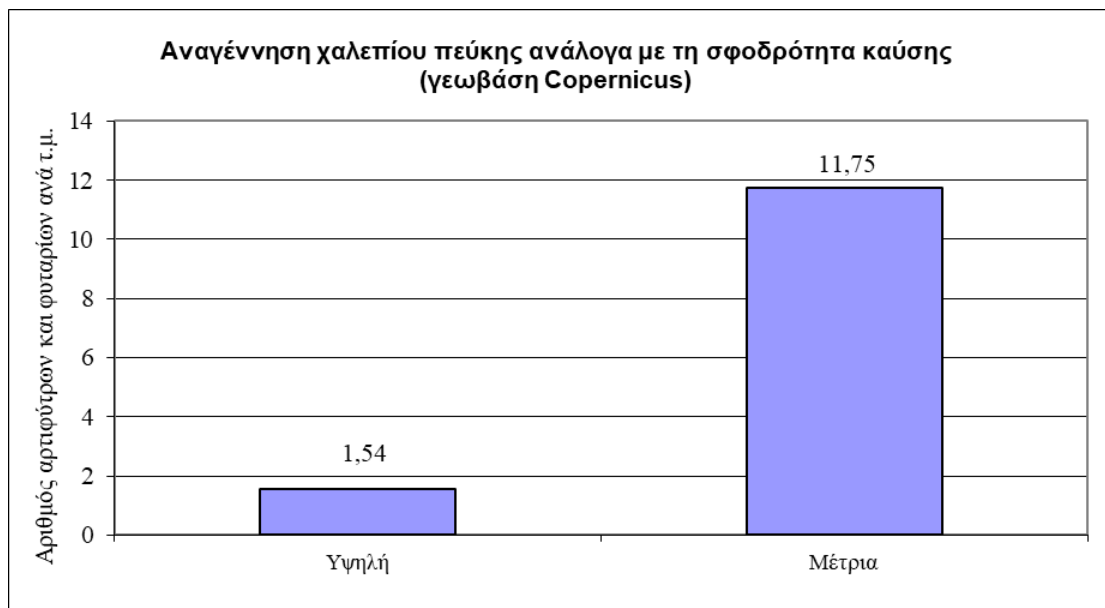
Διάγραμμα 4.2 : Μέσο ύψος αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων. σε διάφορους τύπους εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.

Πίνακας 4.2 : Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του ύψους των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τύπο εδαφοκάλυψης (κατάταξη Corine 2018) στην περιοχή έρευνας.

Τύπος εδαφοκάλυψης	Πλήθος παρατηρήσεων	Μ.Ο. ύψους φυταρίων (cm)	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Προδασικοί σχηματισμοί	43	19,7209	23,35271	3,56125	0,00	90,00
Κωνοφόρα	149	16,8121	11,41559	0,93520	0,00	58,00
Φυλλοβόλα Πλατύφυλλα	11	20,7727	4,54072	1,36908	15,00	30,00
Μεικτά δάση	176	29,1080	16,78349	1,26510	,00	105,00
Αείφυλλα πλατύφυλλα	12	12,6667	24,63306	7,11095	0,00	84,00
Ασυνεχείς αστικές και γεωργικές εκτάσεις	8	3,1250	8,83883	3,12500	0,00	25,00
Συνολικά	399	22,2594	17,06659	,85440	0,00	105,00

Τα μεγαλύτερα ύψη φυταρίων παρατηρούνται στα μεικτά δάση και ακολουθούν τα δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων, ενώ τα μικρότερα στις ασυνεχείς αστικές και γεωργικές θέσεις. Αυτό ερμηνεύεται από την παρουσία καλύτερων ποιοτήτων τόπου και καλύτερων συνθηκών εδαφικής υγρασίας, κάτι που υποδηλώνεται από την παρουσία πλατυφύλλων ειδών. Σύμφωνα με τους Alfaro-Sánchez (2015), ένα πιο θετικό ισοζύγιο νερού βελτιώνει την αναγέννηση μετά την πυρκαγιά ενισχύοντας την ανάπτυξη και την παραγωγή κώνων.

Η εξέταση του βαθμού της αναγέννησης σε σχέση με τη σφοδρότητα καύσης της πυρκαγιάς έδειξε ότι η αναγέννηση στις θέσεις δειγματοληψίας με μέτρια χαμηλή σφοδρότητα ήταν 11 αρτίφυτρα και νεαρά φυτάρια ανά  $m^2$  πολύ μεγαλύτερη ( $\alpha=0,05$ ) σε σχέση με τις θέσεις με υψηλή σφοδρότητα καύσης που ήταν 1,5 αρτίφυτρα και νεαρά φυτάρια ανά  $m^2$  (Διάγρ. 4.3).



Διάγραμμα 4.3 : μέσος αριθμός αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων ανά τ.μ. ανάλογα με τη σφοδρότητα καύσης (γεωχωρικά δεδομένα Copernicus) στην περιοχή έρευνας.

Σύμφωνα με τους Gonzalez-De Vega et al. 2016), πειράματα στη ΝΑ Ιβηρική Χερσόνησο έδειξαν ότι τύποι μεσογειακής βλάστησης που κάηκαν με χαμηλή ή μέτρια ένταση φωτιάς καλύφθηκαν με φυσική αναγέννηση χαλεπίου πεύκης, σε αντίθεση με περιοχές όπου η ένταση της φωτιάς ήταν μεγάλη οι οποίες καλύφθηκαν από θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων.

Πίνακας 4.3 : Περιγραφική στατιστική από τη σύγκριση του αριθμού αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων και της σφοδρότητας καύσης της δασικής πυρκαγιάς (γεωχωρικά δεδομένα Copernicus) στην περιοχή έρευνας.

Σφοδρότητα καύσης	Πλήθος δοκιμαστικών επιφανειών	Μ.Ο. αριθμού φυταρίων /m <sup>2</sup>	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Min	Max
Υψηλή	80	1,54	2,31	0,26	0,00	12,00
Μέτρια	20	11,75	16,01	3,58	0,00	51,00

Η εξέταση της σχέσης της πυκνότητας της αναγέννησης με τους τοπογραφικούς παράγοντες (υψόμετρο, κλίση, έκθεση) δεν έδωσε κάποια αποτελέσματα παρόλο που από τη βιβλιογραφία (Τσιτσώνη 1991) αναφέρονται σημαντικές σχέσεις.

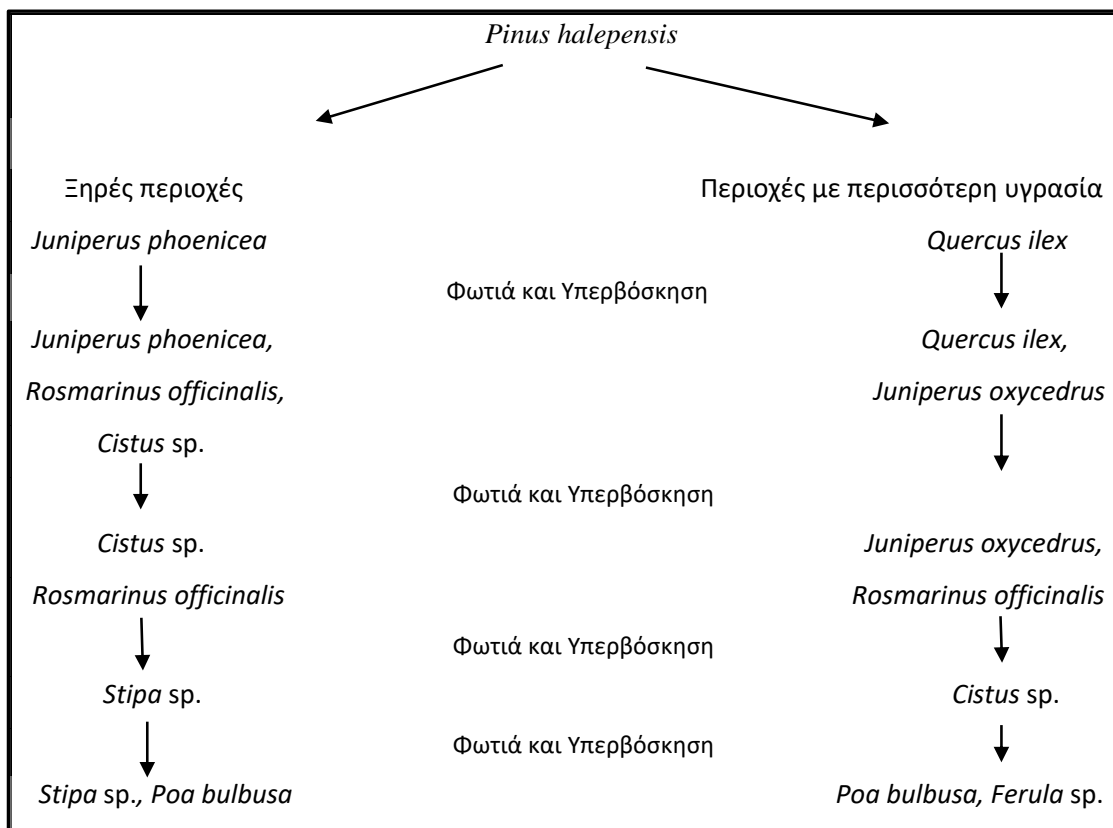
#### 4.2. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Η εξέλιξη της βλάστησης μετά από πυρκαγιά εξαρτάται από το οικοσύστημα που υπήρχε. Το κοινό χαρακτηριστικό σχεδόν σε όλα τα μεσογειακά οικοσυστήματα είναι η άμεση εγκατάσταση στη διαταραγμένη περιοχή από το ποώδες *Avena sterilis* καθώς όπως αναφέρει ο Naveh (1975), η καλύτερη θερμοκρασία για το άνοιγμα των καρπών είναι 105 °C. Στην περιοχή έρευνας κυριαρχούσε η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*), όπως και άλλα ξυλώδη, κατά κύριο λόγο αείφυλλα πλατύφυλλα, είδη όπως τα *Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Arbutus andrachne*, *Pistacia lentiscus* καθώς και κάποια φυλλοβόλα, όπως τα *Quercus rubescens*, *Cercis siliquastrum* και *Pyrus spinosa*.

Ο ρόλος της πυρκαγιάς στα μεσογειακά οικοσυστήματα είναι αρκετά πολύπλοκος και σύνθετος. Τα φυτά σε αυτή τη ζώνη έχουν εξελικτικά αποκτήσει τρόπους αντιμετώπισης των πυρκαγιών (Καϊλίδης 1990, Τσιτσώνη 1991). Τα ενεργητικά πυρόφυτα έχουν μηχανισμούς αξιοποίησης της φωτιάς. Στην περιοχή έρευνας, φαίνεται ότι τα ενεργητικά πυρόφυτα είναι αυτά που κυριαρχούν. Έτσι, μετά την πυρκαγιά, φαίνεται ότι τα είδη αυτά έχουν λίγο ή πολύ αναγέννηση (Πίνακας 4.4). Συγκεκριμένα, σε 23 από τις 50 δειγματοληπτικές επιφάνειες έχει μέτρια έως και ικανοποιητική κάλυψη από την αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης. Μάλιστα σε 4 επιφάνειες φαίνεται ότι η κάλυψη της επιφάνειας ξεπερνάει το 50%. Το συγκεκριμένο είδος πεύκης με τη βοήθεια της πυρκαγιάς διασκορπίζουν τους σπόρους τους (Margaris 1981). Αυτό εξηγεί τη μεγάλη εξάπλωση της *Pinus halepensis* και της *Pinus brutia* στις μεσογειακές περιοχές σε σχέση με τα σκληρόφυλλα πλατύφυλλα (Naveh 1975, Le Houerou 1981). Όταν όμως οι πυρκαγιές είναι πιο συχνές και τα φυτά δεν προλαβαίνουν να καρποφορήσουν δυσκολεύει η δυνατότητα ανασυγκρότησης της συστάδας (Τσιτσώνη 1991), όπως φαίνεται σχηματικά και στο Διάγραμμα 4.4.

Πίνακας 4.4. Δειγματοληψίες βλάστησης στην περιοχή μελέτης και πληθοκάλυψη των ξυλωδών ειδών.

Είδος	1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2																																		
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β					
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	2	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2													3	4	4	4	3				
<i>Quercus pubescens</i>			2											2								2													
<i>Quercus coccifera</i>	3								1					1							2	2													
<i>Arbutus unedo</i>																																			
<i>Arbutus andrachne</i>																																			
<i>Pistacia lentiscus</i>																																			
<i>Cercis siliquastrum</i>																																			
<i>Pistacia terebinthus</i>																																			
<i>Pyrus spinosa</i>																																			



Διάγραμμα 4.4. Η εξέλιξη της βλάστησης σε δάσος χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά (Le Houeou 1981, προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα)

Από την άλλη στις 27 από τις 50 επιφάνειες δεν υπάρχει καθόλου κάλυψη από χαλέπιο πεύκη. Το επόμενο είδος που φαίνεται να έχει καλή αναγέννηση είναι το *Quercus coccifera*. Φαίνεται δηλαδή ότι, το πεύκο έχει τη μεγαλύτερη αναγέννηση από όλα τα άλλα είδη, ακόμα και από τα αείφυλλα πλατύφυλλα, όπως αναφέρεται γενικά για την περιοχή της Μεσογείου από τους Naveh (1975) και Le Houerou (1981). Σε 2 από τις επιφάνειες κυριαρχεί η γλιστροκουμαριά, ενώ σε άλλες 12 υπάρχει παρουσία και αναγέννηση από αείφυλλα πλατύφυλλα (*Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*). Πρόκειται επίσης για ενεργητικά πυρόφυτα είδη, όπου η αναγέννησή τους γίνεται από τα αναβλαστικά κέντρα τους που βρίσκονται κοντά ή κάτω από το έδαφος. Η αναγέννησή τους μετά την πυρκαγιά γίνεται είτε με τη βοήθεια των πρέμνων τους είτε από τις ρίζες τους. Τα ερικοειδή ανακάμπτουν πολύ γρήγορα μετά την πυρκαγιά και ιδιαίτερα το *Arbutus unedo* που έχει μεγάλη ανταγωνιστική ικανότητα (Naveh 1975, Le Houerou 1981).

Σε 3 επιφάνειες υπάρχει αποκλειστική αναγέννηση από το φυλλοβόλο πλατύφυλλο *Quercus rubescens*, το οποίο απαντάται σε αναγέννηση και με κάποια αείφυλλα πλατύφυλλα. Η παρουσία του, είναι ένδειξη ότι στην περιοχή μπορούν να κυριαρχήσουν και θερμόφιλα φυλλοβόλα δάση, βέβαια σε κάποιες πιο ευνοϊκές θέσεις.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χαλέπιος πεύκης είναι ένα πυρόφιλο είδος με άριστη προσαρμογή στις δασικές πυρκαγιές. Ιδιαίτερα στον θερμομεσογειακό και μεσομεσογειακό όροφο βλάστησης, όταν υπάρχουν σπορείς μετά την πυρκαγιά, η φυσική αναγέννηση είναι δεδομένη. Αυτό προκύπτει και από την παρούσα έρευνα. Δύο χρόνια μετά τη δασική πυρκαγιά στην περιοχή μελέτης η πυκνότητα της φυσικής αναγέννησης των αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων της χαλεπίου πεύκης είναι κατά μέσο όρο για όλη την περιοχή μελέτης πολύ ικανοποιητική. Η μεγαλύτερη πυκνότητα αναγέννησης παρουσιάζεται εκεί όπου υπάρχουν σπορείς και η ποιότητα τόπου είναι καλή, όπως έδειξε η έρευνα ότι συμβαίνει σε θέσεις όπου υπήρχε πευκοδάσος και μεικτό δάσος. Επίσης εκεί όπου είχαμε μέτρια ένταση καύσης. Σε ότι αφορά την ανάπτυξη των φυταρίων, όπως είναι λογικό, εκεί όπου οι εδαφικές συνθήκες και η εδαφική υγρασία είναι καλές τα φυτάρια χαλεπίου πεύκης παρουσιάζουν και την καλύτερη ανάπτυξη.

Στην περιοχή μελέτης δεν απαιτούνται αναδασωτικές παρεμβάσεις για τη χαλέπιο πεύκη τουλάχιστο όπως φαίνεται από τα δεδομένα των δυο πρώτων ετών, δεδομένης όμως της θνησιμότητας αρτιφύτρων και νεαρών φυταρίων λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της έντονης και παρατεταμένης ξηρασίας στην περιοχή αφήνεται μια επιφύλαξη για κάποιες θέσεις όπου οι σπορείς μπορεί να είναι περιορισμένοι. Στα πλαίσια του σχεδιασμού της μεταπυρικής βλάστησης θα μπορούσαν να εισαχθούν, με τεχνητή αναδάσωση μόνο σε κάποιες επιλεγμένες θέσεις, πλατύφυλλα είδη για τη βελτίωση της δομής του δάσους και τη δημιουργία μεικτών συστάδων που είναι πιο ανθεκτικές στις δασικές πυρκαγιές αλλά και σε προσβολές από παθογόνα και πιο ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή. Τέτοια είδη μπορεί να είναι η ήμερη βαλανιδιά που υπάρχει ήδη σε υπολειμματική μορφή στην περιοχή μελέτης και σε καλύτερες ποιότητες τόπου η χνοώδης δρυς.

Σε ότι αφορά τη δυναμική της ξυλώδους βλάστησης κυρίαρχο είδος είναι η χαλέπιος πεύκη λόγω της οικολογίας της και προσαρμογής της στις δασικές πυρκαγιές και ακολουθεί το πουρνάρι και σε μικρότερο βαθμό η κουμαριά και άλλα αείφυλλα πλατύφυλλα είδη που έχουν τη δυνατότητα άμεσης αναγέννησης τους με πρεμνοβλαστήματα. Τα στοιχεία της έρευνας αυτής μπορεί να αποτελέσουν ένα



χρήσιμο οδηγό για το σχεδιασμό της μεταπτυχιακής αναγέννησης και την ορθολογική διαχείριση των πευκοδασών που είναι απόλυτη ανάγκη για την προστασία και αξιοποίηση των πυρόπληκτων αυτών δασικών οικοσυστημάτων της χώρας μας και της λεκάνης της Μεσογείου.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alfaro-Sánchez R., A E , Camarero J.J., López-Serrano F.R., Sánchez-Salguero R., C D , Moya D., De Las Heras J. (2014). Positive coupling between growth and reproduction in young post-fire Aleppo pines depends on climate and site conditions. *Journal of the International Association of Wildland Fire*, Vol 24 (4),

Arianoutsou M., G., Ne'eman (2000). Post-fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the East Mediterranean basin, In *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*, Eds G. Ne'eman, L.Trabaud, Leiden, The Netherlands Backhuys Publishers, 269-280.

Atzmon, N., Moshe, Y. and Schiller, G. (2004). Ecophysiological response to severe drought in *Pinus halepensis* Mill. trees of two provenances. *Plant Ecology*, 171(1/2), pp. 15–22. <https://doi.org/10.1023/b:vege.0000029371.44518.38>.

Baquedano, F.J., Valladares, F. and Castillo, F.J. (2008) Phenotypic plasticity blurs ecotypic divergence in the response of *Quercus coccifera* and *Pinus halepensis* to water stress. *European Journal of Forest Research*, 127(6), pp. 495–506. <https://doi.org/10.1007/s10342-008-0232-8>.

Barbero M., Bonin G., Loisel R., Miglioretti F., Quezel P. (1987). Impact of forest fires on structure and architecture of Mediterranean ecosystems. *Ecologia Mediterranea* Tom. XIII, Fasc. 4, 39-50.

Bottema, S., Entjes-Nieborg G., Van Zeist W. (1990). Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape. Balkema, Rotterdam. Symposium proceedings, Groningen, Netherlands, 30 p.

Calamassi, R. et al. (2001). Resistance to water stress in seedlings of eight European provenances of *Pinus halepensis* Mill. *Annals of Forest Science*, 58(6), pp. 663–672. <https://doi.org/10.1051/forest:2001153>.

Camarero, J.J., Olano, J.M. and Parras, A. (2009). Plastic bimodal xylogenesis in conifers from continental Mediterranean climates. *New Phytologist*, 185(2), pp. 471–480. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03073.x>.

Carlowitz, H.C. (1713). *Sylvicultura oeconomica Or Housekeeping Message and Naturma Big Instruction for Wild Tree Breeding*. J. F. Braun, Leibzig

Daskalakou E.N., Thanos C.A. (1994) Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks. In: Viegas D.X. (ed.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research, Coimbra 21-24 November 1994, Portugal, Vol. II*. pp. 1079-1088

Daskalakou, E., Thanos C. (1996). Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks, *International Journal of Wildland Fire* 6: 59-66.

Daskalakou, E., Thanos C. (2004). Postfire regeneration of Aleppo pine-the temporal pattern of seedling recruitment. *Plant Ecology*, 171: 81-89, 2004.

De Luis, M., Gričar, J., Čufar, K., Raventós, R. (2007). Seasonal dynamics of wood formation in *Pinus halepensis* from dry and semi-arid ecosystems in Spain. *IAWA J.* 2007, 28, 389–404.

De Luis, M. et al. (2013). Plasticity in Dendroclimatic Response across the Distribution Range of Aleppo Pine (*Pinus halepensis*). *PloS One*, 8(12), p. e83550. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083550>.

Del Río, M. et al. (2014). Aleppo pine vulnerability to climate stress is independent of site productivity of forest stands in southeastern Spain. *Trees*, 28(4), pp. 1209–1224. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1031-0>.

Dorado-Liñán, I., Zorita, E., Martínez-Sancho, E., Gea-Izquierdo, G., Di Filippo, A., Gutiérrez, E., Levanic, T., Piovesan, G., Vacchiano, G., Zang, C., Zlatanov, T., & Menzel, A. (2017). Large-scale atmospheric circulation enhances the Mediterranean East-West tree growth contrast at rear-edge deciduous forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 239, 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.029>

Dorado-Liñán, I. et al. (2019). Geographical adaptation prevails over species-specific determinism in trees' vulnerability to climate change at Mediterranean rear-edge forests. *Global Change Biology*, 25(4), pp. 1296–1314. <https://doi.org/10.1111/gcb.14544>.

Elvira N.J., Lloret F., Jaime L., Margalef-Marrase J., Pérez Navarro M.A., Batllori E. (2021). Species climatic niche explains post-fire regeneration of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) under compounded effects of fire and drought in east Spain. *Science of The Total Environment*, Vol. 798, 149308.

Ferrio, J.P. et al. (2003). 13C and tree-ring width reflect different drought responses in *Quercus ilex* and *Pinus halepensis*. *Oecologia*, 137(4), pp. 512–518. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1372-7>.

Fisher, R.F. (2001). Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. *Forest Ecology and Management*, 154(1–2), p. 347. [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(00\)00635-6](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(00)00635-6).

Fournier P. (2012). Post-fire dynamics and spatial heterogeneity of woody debris associated with *Pinus halepensis* in an oak-pine Mediterranean ecosystem *Ecoscience* 19 (4), 356-363.

Fyllas, N., Dimitrakopoulos P., Troumbis A. (2008). Regeneration dynamics of a mixed Mediterranean pine forest in the absence of fire. *Forest Ecology and Management* 256, 1552-1559.

Gkanatsas, P., Smiris, P., Maris, F. (1999). Biomass of Understory Species of *Pinus halepensis* Forests in Peninsula of Kassandra – Chalkidiki, North Greece. *Journal of Balkan Ecology* 2(2):58-65.

Gkanatsas P., Zagas T., Tsakalimi M., Tsitsoni T. (2004). Postfire regeneration dynamics in a Mediterranean type ecosystem in Sithonia, northern Greece: ten years after the fire. *Proceedings 10th MEDECOS Conference*. Rhodes, 2004.

Gazol, A. et al. (2017). Aleppo pine forests from across Spain show drought-induced growth decline and partial recovery. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, pp. 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.08.014>.

Gindel, I. (1967). Cambial activity as a function of the intensity of transpiration in *Pinus halepensis* Mill. Proc. XVI IUFRO Congr. München 1967, 4, 188–206.

Giorgi, F. and Lionello, P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63(2–3), pp. 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.09.005>.

Gonzalez-De Vega S., De las Heras J., Moya D.. (2016). Resilience of Mediterranean terrestrial ecosystems and fire severity in semiarid area: Response of Aleppo pine forest in the short, mid and long term. *Science of The Total Environment*, Vol, 573, 1171-1177

Hernández-Alonso, H., Madrigal-González, J. and Silla, F. (2023). The ecological scale mediates whether trees experience drought legacies in radial growth,' *Forest Ecosystems/Forest Ecosystems*, 10, p. 100112. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2023.100112>.

Klein, T., Cohen, S. and Yakir, D. (2011). Hydraulic adjustments underlying drought resistance of *Pinus halepensis*. *Tree Physiology*, 31(6), pp. 637–648. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpr047>.

Le Houerou, H.N. (1981). Impact of Man and His Animals on Mediterranean Vegetation. *Ecosystems of the world. Mediterranean-Type Ecosystems*. Elsevier Scientific Co., Amsterdam, 479-517.

Lev-Yadun S. (2000). Cellular patterns in dicotyledonous woods: their regulation. In: *Cell & molecular biology of wood formation*. Eds. Savidge R, Barnett J, Napier R. pp. 315-324. BIOS Scientific Publishers Ltd., Oxford.

Liphschitz, N.; Lev-Yadun, S.; Rosen, E.; Waisel, Y. (1984). The annual rhythm of activity of the lateral meristems (cambium and phellogen) in *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinea* L. *IAWA Bull.* 5, 263–274.

Maestre, F.T., Cortina, J. (2004). Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas. *Forest Ecology and Management*, 198(1–3), pp. 303–317. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.040>.

Margaris N. (1981). Components of Productivity of Mediterranean- Climate Regions: Proceedings of the International Symposium on Photosynthesis, Primary Production and Biomass Utilization in Mediterranean-type Ecosystems, Held in Kassandra, Greece, September 13-15, 1980.

Mendel, Z., Assael, F., Saphir N., Zehavi A., Nestel D., Schiller G. (1997). Seedling Mortality in Regeneration of Aleppo Pine Following Fire and Attack by the Scale Insect *Matsucoccus josephi*. *International Journal of Wildland Fire* 7(4) 327-333.

Mitsopoulos D., Dimitrakopoulos A. (2007). Canopy fuel characteristics and potential crown fire behavior in Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) forests. *Annals of Forest Science* 64, 287-299.

Moya D., De las Heras J., López-Serrano F.R., Leone V. (2008a). Optimal intensity and age of management in young Aleppo pine stands for post-fire resilience. *Forest Ecology and Management* Vol. 255, Issues 8–9, 3270-3280.

Moya D., De las Heras J., López-Serrano F. R., Leone V. (2008b). A Post-fire Management Model To Improve Aleppo Pine Forest Resilience. WIT Press, 10.2495/FIVA080311

Naveh, Z. (1971) The conservation of Ecological diversity of Mediterranean ecosystems through ecological management. In Duffey E. and Watt A.S. (eds): The scientific management of animal and plant communities for conservation. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London and Edinburg

Naveh Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the mediterranean region. *Vegetatio* Vol 29, 199-208.

Naveh, Z., Kutiel P. (1990). Changes in the Mediterranean vegetation of Israel in response to human habitation and land use. In Woodwell GM (ed), *The Earth in Transition. Patterns and Processes of Biotic Improverishment*. Cambridge University Press, New York

Ne'eman G., Izhaki I. (2006). Stability of pre- and post-fire spatial structure of pine trees in Aleppo pine forest. *Ecography* Vol, 21, Iss. 5, 535-542

Nicault, A. et al. (2001). Observations sur la mise en place du cerne chez le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) : confrontation entre les mesures de croissance radiale, de densité et les facteurs climatiques. *Annals of Forest Science*, 58(7), pp. 769–784. <https://doi.org/10.1051/forest:2001162>.

Oliveras I. Martínez-Vilalta J. Jimenez-Ortiz T. Lledó M.J. Escarré A. Piñol J. (2003). Hydraulic properties of *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* and *Tetraclinis articulata* in a dune ecosystem of Eastern Spain. *Plant Ecol.* 169:131–141.

Pacheco, A. et al. (2018). Disentangling the climate-driven bimodal growth pattern in coastal and continental Mediterranean pine stands. *Science of the Total Environment*, 615, pp. 1518–1526. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.133>.

Panetsos K. (1986). Genetics and breeding in group *halepensis*. *Forêt médit.*, 8 : 5-12.

Papadopoulos A., Tessier A., Serre-Bachet F. (2001). Tree ring to climate relationships of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Greece . *Ecologia mediterranea*

Papadopoulos, A., Barbero M., Quezel P. (2003). Caractérisation climatique et bioclimatique de l'aire de répartition du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Grèce; l'action du climat sur la dynamique de ses populations. *Ecologia Mediterranea* Tom. 29, fascicule 1, 27-37.

Prévosto B., Amandier L., Quesney Th., de Boisgelin, Ripert Ch. (2012). Regenerating mature Aleppo pine stands in fire-free conditions: Site preparation treatments matter. *Forest Ecology and Management*. Vol. 282, 70-77. IBM SP

Quezel, P. (1974). Les forêts du pourtour méditerranéen. UNESCO, Prog. homme et biosphère, 53 p.

Quezel P. (1980). Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In: Pesson, *Actualités d'Ecologie Forestière*, Bordas Edit. Paris : 205-256.

Quezel P. (1986). Les pins du group "Halepensis". *Ecologie, végétation, écophysiologie*. In : *Options méditerranéennes, C.I.H.E.A.M. I. Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture mediterraneenne*: 11-23.

Quezel P. (2000). Taxonomy and biogeography of Mediterranean pine species. In: Ne'eman G. and Trabaud L (eds.), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 1-12.

Ribas Matamoros, M. (2006). Dendroecología de *Pinus halepensis* Mill. en Este de la Península Ibérica e Islas Baleares: Sensibilidad y grado de adaptación a las condiciones climáticas. [https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35321/17/09.MRM\\_9de11.pdf](https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35321/17/09.MRM_9de11.pdf).

Rodríguez-García et al. (2022). Predicting natural hyperdense regeneration after wildfires in *Pinus halepensis* (Mill.) forests using prefire site factors, forest structure and fire severity.

Royo A., Gil L., Pardos J.A. (2001). Effect of water stress conditioning on morphology, physiology and field performance of *Pinus halepensis* Mill. Seedlings. New For. 21, 127–140

Sánchez-Salguero, R. et al. (2016). Assessing forest vulnerability to climate warming using a process-based model of tree growth: bad prospects for rear-edges. Global Change Biology, 23(7), pp. 2705–2719. <https://doi.org/10.1111/gcb.13541>.

Sánchez-Salguero R., Camarero J.J., Carrer M., Gutiérrez E., Alla A.Q., Andreu-Hayles L., Hevia A., Koutavas A., Martínez-Sancho E., Nola P., Papadopoulos A., Pasho E., Toromani E., Carreira J.A., Linares J.C. (2017). Climate extremes and predicted warming threaten Mediterranean Holocene firs forest refugia. PNAS vol. 114 no 47

Sangüesa-Barreda, G. et al. (2019). Droughts and climate warming desynchronize Black pine growth across the Mediterranean Basin. Science of the Total Environment, 697, p. 133989. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133989>.

Schiller, G. (1982). Significance of bedrock as a site factor for Aleppo pine. Forest Ecology and Management, 4(3), pp. 213–223. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(82\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0378-1127(82)90001-9).



Seim, A. et al. (2014). Climate sensitivity of Mediterranean pine growth reveals distinct east-west dipole. *International Journal of Climatology*, 35(9), pp. 2503–2513. <https://doi.org/10.1002/joc.4137>.

Serre-Bachet, F. (1976). Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep. *Acta Oecol./Oecol. Plant.* 11, 143–171.

Skordilis A., Thanos, C. (1995). Seed stratification and germination strategy in the Mediterranean pines *Pinus brutia* and *P. Halepensis*. *Seed Science Research* 5:151-160.

Smiris, P., Maris F., Vitoris K., Stamou N., Kalambokidis K. (1999). Aboveground biomass of *Pinus halepensis* Mill forests in the Kassandra peninsula-Chalkidiki. In: Stamou N., Fotiou S., Kalabokidis K., (eds.), *GR-Forest Fires: Improvement of the efficiency of the prevention and suppression system in Greece. Final Report.* Thessaloniki, Greece. pp.103-120.

SPSS Statistics, Version 24.

Tessler N., Wittenberg A., Provizor E., Greenbaum N. (2014). The influence of short-interval recurrent forest fires on the abundance of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) on Mount Carmel, Israel. *Forest Ecology and Management*, Vol. 324, 109-116.

Tognetti, R., Michelozzi, M. and Giovannelli, A. (1997). Geographical variation in water relations, hydraulic architecture and terpene composition of Aleppo pine seedlings from Italian provinces. *Tree Physiology*, 17(4), pp. 241–250. <https://doi.org/10.1093/treephys/17.4.241>.

Tolwinski-Ward, S.E. et al. (2010). An efficient forward model of the climate controls on interannual variation in tree-ring width. *Climate Dynamics*, 36(11–12), pp. 2419–2439. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0945-5>.

Touchan, R. et al. (2005). Reconstructions of spring/summer precipitation for the Eastern Mediterranean from tree-ring widths and its connection to large-scale atmospheric circulation. *Climate Dynamics*, 25(1), pp. 75–98. <https://doi.org/10.1007/s00382-005-0016-5>.

Touchan, R. et al. (2010). Spatiotemporal drought variability in northwestern Africa over the last nine centuries. *Climate Dynamics*, 37(1–2), pp. 237–252. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0804-4>.

Touchan, R. et al. (2012). Process based model sheds light on climate sensitivity of Mediterranean tree-ring width. *Biogeosciences*, 9(3), pp. 965–972. <https://doi.org/10.5194/bg-9-965-2012>.

Tsakalimi, M., T., Tsitsoni, T., Zagas & P., Ganatsas (2004). Aleppo pine (*Pinus halepensis*) natural regeneration, without fire, in the Cassandra Peninsula, northern Greece, proceedings, 10th MEDECOS conference. Rhodes, 2004.

Tsitsoni T., Karagiannakidou V. (2000). Site quality and stand structure in *Pinus halepensis* forests of North Greece. *Forestry* 73(1):51-64

Tsitsoni, T. (1997) Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* forests of Cassandra Peninsula (North Greece). *Forest Ecology and Management*, 92: 199-208.

Tsitsoni T., Karamanolis D., Stamatelos G., Gkanatsas P. (1997). Evaluation of structure in *Pinus halepensis* Mill. stands in North Greece. *Silva Gandavensis* 62:110-116.

Vaganov, E.A., Hughes, M.K. and Shashkin, A.V. (2006). Growth dynamics of conifer tree rings: Images of Past and Future Environments. Springer Science & Business Media.

Xoplaki, E. (2002). Climate Variability over the Mediterranean. Ph.D. Thesis, University of Bern, Bern, Switzerland.

Αθανασιάδης Ν. (1986α). Δασική Βοτανική: Δένδρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδος, Μέρος ΙΙ. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούδη, Θεσσαλονίκη.

Αθανασιάδης Ν. (1986β). Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. σελ. 109.

Γκατζογιάννης Σ. (1987). Συνδυασμένη παραγωγή και συστηματική διαχείριση των δασών χαλεπίου πεύκης. In: Πρακτικά Συνεδρίου, «Δάση χαλεπίου και τραχείας

πέυκης: οικολογία, διαχείριση, αξιοποίηση». Χαλκίδα 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 247-281.

Δασκαλάκου Ε. (1996). Οικοφυσιολογία της μεταπυρικής αναγέννησης της χαλεπίου πέυκης (*Pinus halepensis*). Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Αθήνα. σελ.180.

Ελευθεριάδης Ν. (1987). Διαχείριση των δασών χαλεπίου και τραχείας πέυκης. In: Πρακτικά Συνεδρίου, «Δάση χαλεπίου και τραχείας πέυκης: οικολογία, διαχείριση, αξιοποίηση». Χαλκίδα 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 169-188.

Καϊλίδης, Δ. (1990). Δασικές πυρκαγιές (3<sup>η</sup> έκδοση). Εκδ. Γιαχούδη – Γιαπούδη, 510 σελ.

Καϊλίδης, Δ. (1981). Υλωρική, πρώτο μέρος. Δασικές πυρκαγιές, δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη.

Καπράλος Η. (1987). Τα δάση χαλεπίου πέυκης Νομού Ευβοίας. In: Πρακτικά Συνεδρίου, «Δάση χαλεπίου και τραχείας πέυκης: οικολογία, διαχείριση, αξιοποίηση». Χαλκίδα 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 101-108.

Κοράκης, Γ. (2019). Δασική Βοτανική Δέντρα και Θάμνοι Αυτοφοή στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Αθανασίου Αλτιντζή.

Μελετιάδου, Γ. (2022). Η συμβολή της μελέτης της μεταπυρικής κατάστασης των καμένων δάσων στην ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων οικολογικής αποκατάστασης τους. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, 149 σελ.

Μαυρομμάτης, Γ. (1978). Χάρτης βλάστησης της Ελλάδος. Υπουργείο Γεωργία, ΙΔΕΑ.

Μαυρομμάτης, Γ. (1980). Το βιοκλίμα της Ελλάδος, σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως, βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα, Τομ. 1 Παράρτημα, Ι.Δ.Ε.Α., σελ. 63.

Μουλόπουλος, Χ. (1938) Μαθήματα Δασοκομικής, Πρώτο μέρος. Θεωρητική Δασοκομική ή Δασική Οικολογία. Θεσσαλονίκη.

Ντάφης, Σ. (1986). Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Ντάφης, Σ. (1987). Οικολογία των δασών Χαλεπίου και Τραχείας πεύκης. In: Πρακτικά Συνεδρίου, «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης: οικολογία, διαχείριση, αξιοποίηση». Χαλκίδα 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 1987, 17-25.

Παλαιολόγου, Π. (2023). Στοχαστικές προσομοιώσεις πυρκαγιών με τον αλγόριθμο Minimum Travel Time για την εκτίμηση του κινδύνου εξάπλωσης μελλοντικών πυρκαγιών εντός των καμένων εκτάσεων που επλήγησαν από την πυρκαγιά της Βαρυμπόμπης που εκδηλώθηκε την 3η Αυγούστου 2021, με παράλληλη χαρτογράφηση και κατανόηση των προτύπων διάδοσης τους στην περιοχή και του κινδύνου που αυτές αποτελούν σε γειτονικούς οικισμούς. Έργο: Βαρυμπόμπη Reset. Παραδοτέο έργου, Μάρτιος 2023.

Παπαδάκης Ι. (2023). Σχέσεις – επιδράσεις του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής στα δάση χαλεπίου πεύκης της Πεντέλης: Έρευνα νεκρώσεων δένδρων στην περιοχή. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Δασολογία και Δ.Φ.Π. ΓΠΑ, ΜΠΣ Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος, 87 σελ.

Παπαδόπουλος, Α. (2023). Κλιματική αλλαγή και μεσογειακά οικοσυστήματα (σημειώσεις). Καρπενήσι: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα: Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμια Αθηνών.

Παπαϊωάννου Α., Σεϊλόπουλος Δ. (2001). Έδαφος και αναγέννηση συστάδων χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill) οκτώ χρόνια μετά από την πυρκαγιά. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Κοζάνη, 17-20 Οκτωβρίου 2000, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. σελ.235-243.

Ραδόγλου, Κ. (2001). Αποτελεσματικότητα της φυσικής αναγέννησης στην αποκατάσταση οικοσυστημάτων Μεσογειακών πεύκων μετά από πυρκαγιά. Πρακτικά Συνεδρίου: Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων, Αθήνα, 121-134

Σμύρης Π. (1987). Ανάλυση δομής των συστάδων της χαλεπίου πεύκης στο δάσος της Στροφυλιάς. In: Πρακτικά Συνεδρίου, «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης: οικολογία, διαχείριση, αξιοποίηση». Χαλκίδα 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 26-42.

Σπανός Ι. (1992). Ανάλυση δομής και Αναγέννηση τραχείας πεύκης Θάσου. Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, 179 σελ.

Τσιτσώνη Θ. (1991). Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλεπίου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη, 144 σελ..

Υπουργείο Γεωργίας (1992). Αποτελέσματα πρώτης εθνικής απογραφή δασών. Υπουργείο Γεωργίας, 134 σελ.

Χαϊτόγλου Π., Λυκούδη Α. (2020). Σχέδιο αντιπυρικής προστασίας Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

#### 1. ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ 1

Στη συγκεκριμένη θέση δεν υπάρχει αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη αναγέννηση του πουρναριού, αλλά και δύο ειδών κουμαριάς (κουμαριά και γλυστροκουμαριά). Λοιπά είδη: θυμάρι, λαδανιά, κυκλάμινα και άρκευθος κ.α.. Παρόλα αυτά, κοντά στη θέση δειγματοληψίας παρατηρήθηκε μικρή αναγέννηση χαλεπίου πεύκης.



## 2. ΛΕΩΝΙΔΑΣ-ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ

Υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης, κουμαριάς και πουρναριού. Στη θέση που έγινε η μέτρηση, έχουν κοπεί τα περισσότερα δένδρα χαλεπίου πεύκης που είχαν καεί. Τέλος, παρατηρήθηκε να είχε γίνει κάποιου είδους δενδροφύτευση στη θέση για άγνωστο λόγο.



## 3. ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ 2

Υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Στη θέση έχει γίνει μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης. Υπάρχει επίσης σημαντική αναγέννηση από κουμαριές, πουρνάρια και σχίνο.



#### 4. ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ-ΤΑΤΟΪ

Παρατηρήθηκε μεγάλη αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης μετά από τα 100m της επιφάνειας μέτρησης. Στην περιοχή αυτή έχει γίνει κοπή των περισσότερων καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης. Επίσης υπήρχαν πολλά άτομα κουμαριάς και πουρναριού που ξεπερνούσαν το 1 m σε ύψος. Τέλος παρατηρήθηκαν πολλά ξερά χόρτα και ειδικότερα στην Δ.Ε. 3 αρκετά νεαρά ξερά πεύκα.



#### 5. ΚΟΝΤΑ ΠΛΑΤΑΝΟΔΑΣΟΣ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ

Υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης, Στο ψηλότερο σημείο της μέτρησης υπάρχουν περισσότερα άτομα χαλεπίου πεύκης από ότι στις χαμηλότερες μετρήσεις. Στην περιοχή αυτή έχει γίνει μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης. Είδη που παρατηρήθηκαν: πουρνάρι , κουμαριά και πεύκα.





## 6. ΟΜΙΛΟΣ ΦΙΛΩΝ ΔΑΣΟΥΣ

Υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Παρατηρήθηκαν αρκετά νεαρά φυτάρια χαλεπίου πεύκης κοντά στον κορμό των καμένων δένδρων. Στη συγκεκριμένη θέση παρατηρήθηκε μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης, αρκετά λιγότερες κουμαριές και πουρνάρια στο ίδιο ποσοστό με τις προηγούμενες θέσεις.



## 7. ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ 1

Υπάρχει λίγη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Στην θέση έχει γίνει σε μεγάλο βαθμό κοπή καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης. Υπάρχουν πολλοί πυλώνες της ΔΕΗ στην περιοχή τους οποίους έχουν καθαρίσει από τη βλάστηση στη βάση τους. Είδη που παρατηρήθηκαν: κουμαριά και τρία είδη δρυός. Επίσης στη συγκεκριμένη δειγματοληπτική επιφάνεια παρατηρήθηκε ότι η βλάστηση είναι πιο πυκνή από τις προηγούμενες θέσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι εθεάθη αρσενικό ελάφι πολύ κοντά στην επιφάνεια μέτρησης.



## 8. ΕΛΑΦΙ ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗΣ 2

Στη θέση υπάρχει σημαντικό ποσοστό αναγέννησης χαλεπίου πεύκης, αλλά και κουμαριάς (2 είδη), δρυός και κουτσουπιάς. Στη συγκεκριμένη επιφάνεια παρατηρήθηκε μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης ειδικότερα κοντά στο δασικό δρόμο. Εδώ παρατηρήθηκε ένα από τα υψηλότερα νεαρά δένδρα χαλεπίου πεύκης του 1,05 cm.



### 9. ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ ΚΥΡΑ

Υπάρχει πυκνή αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Παρατηρήθηκαν 4 είδη δρυός και γλιστροκουμαριές. Έχει γίνει κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης μόνο όσα βρίσκονταν κοντά στο δασικό δρόμο.







#### 10. ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ 1

Παρατηρήθηκαν λίγα νεαρά φυτάρια χαλεπίου πεύκης. Στη θέση υπάρχουν επίσης 3 είδη δρυός, 2 είδη κουμαριάς και αρκετή λαδανιά. Δεν έχει γίνει κοπή των καμένων δένδρων.



## 11. ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ 2

Παρατηρήθηκε λίγη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης, Στη θέση έγινε μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης ειδικότερα κοντά στο δρόμο. Άλλα είδη που παρατηρήθηκαν: δρυς, πουρνάρια, γλυστροκουμαριές και 6 δένδρα χαλεπίου πεύκης. Υπήρχαν αρκετά ξυλοφάγα έντομα και πυκνή βλάστηση.



## 12. ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ 3

Υπάρχει πολύ πυκνή αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης στη συγκεκριμένη θέση. Παρατηρήθηκαν 5 μεμονωμένα ζωντανά δένδρα χαλεπίου πεύκης. Δεν έχει γίνει κοπή των καμένων δένδρων. Υπάρχουν πληροφορίες από τους κατοίκους της συγκεκριμένης περιοχής ότι πέφτουν συνεχώς καμένα δένδρα μόνα τους για αυτό χρειάζεται να υλοτομηθούν. Παρουσία μυκήτων.





### 13. ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ 4

Στη συγκεκριμένη επιφάνεια παρατηρήθηκε πολύ λίγη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Δεν έχει γίνει κοπή των καμένων δένδρων. Άλλα είδη που παρατηρήθηκαν: πουρνάρι, σχίνος και λαδανιά.



#### 14. ΛΙΜΝΗ ΜΠΕΛΕΤΣΙ-ΚΟΡΥΦΗ-ΔΕΞΑΜΕΝΗ

Στη συγκεκριμένη επιφάνεια παρατηρήθηκε ελάχιστη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Στη βραχώδη αυτή επιφάνεια, παρατηρήθηκαν πολλά πεύκα καμένα αλλά όχι κομμένα, λίγα νεαρά πεύκα και πουρνάρια, 2 δένδρα τα οποία σώθηκαν από τη φωτιά.



#### 15. Ι.Μ. ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΑΛΑΚΑΣΑ

Στη συγκεκριμένη επιφάνεια παρατηρήθηκε ελάχιστη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Στη θέση έγινε μερική κοπή των καμένων δένδρων χαλεπίου πεύκης. Είδη που παρατηρήθηκαν: πουρνάρι, δρυς, σχίνος και λίγα νεαρά πεύκα. Τέλος η δειγματοληπτική επιφάνεια απείχε 300 m από το κράσπεδο.



## 16. ΚΟΝΤΑ ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ

Δεν υπάρχει αναγέννηση. Παρατηρήθηκαν μόνο κουμαριές, 2 είδη δρυός και. Επίσης έχει γίνει μερική κοπή των καμένων δένδρων.



## 17. ΚΙΟΥΡΚΑ-ΑΦΙΔΝΕΣ

Στη συγκεκριμένη επιφάνεια παρατηρήθηκε ελάχιστη αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Παρατηρήθηκαν είδη όπως πουρνάρι, σχίνος, αλλά και άκαυτα πεύκα από 50cm – 1,20 cm εκτός της δειγματοληπτικής επιφάνειας. Έχει γίνει μερική έως και καθόλου κοπή των καμένων δένδρων.



### 18. ΗΡΑΚΛΕΙΔΕΙΣ

Στη συγκεκριμένη θέση δεν υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Άλλα είδη: σχίνος (αρκετός), δρυς, πουρνάρι (αρκετό), άγριες ελιές, καθόλου νεαρά πεύκα και κανένα καμένο κομμένο δένδρο.



### 19. Ι.Μ.ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΜΥΡΤΙΩΤΙΣΗΣ – ΑΦΙΔΝΑΙ

Στη συγκεκριμένη θέση δεν υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Όλα τα καμένα πεύκα έχουν κοπεί. Παρατηρήθηκαν 1 άτομο πεύκη και 1 άτομο δρυς. Πολύ πυκνή υποβλάστηση.



## 20. ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ

Στη συγκεκριμένη θέση δεν υπάρχει αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. στην επιφάνεια μέτρησης. Επίσης, παρατηρήθηκαν πολλά μικρά δένδρα χαλεπίου, και 2 δένδρα μεγάλης ηλικίας και σχίνος,. Έγινε κοπή σε 2-3 δένδρα μόνο διότι δεν είχε κάψει ψηλά δένδρα (πεύκα).



## 21. ΚΡΥΟΝΕΡΙ 1

Υπάρχει μέτρια αναγέννηση. Δεν είχε γίνει κοπή καμένων δένδρων, όμως είχαν πέσει πολλά δένδρα από τον αέρα και πολλά ήταν προσβεβλημένα από ξύλοφάγα έντομα. Άλλα είδη: κουμαριές, πουρνάρι, κυκλάμινα και θυμάρι.



## 22. ΚΡΥΟΝΕΡΙ 2

Υπάρχει μέτρια αναγέννηση. Παρατηρήθηκε μερική κοπή καμένων δένδρων, πολλά πεύκα είχαν πέσει από τον αέρα και υπήρχε αναγέννηση στο σημείο αυτό. Άλλα είδη: σχίνος, πουρνάρι και 2 είδη κουμαριές.





### 23. ΚΡΥΟΝΕΡΙ

Υπάρχει πάρα πολύ πυκνή αναγέννηση χαλεπίου πεύκης. Παρατηρήθηκαν λίγα καμένα δένδρα, μερική κοπή καμένων δένδρων και πεύκο 1,04cm (νεαρό). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκαν είδη όπως κουμαριά,, σχίνος και πάρα πολλά πεύκα (νεαρά).



#### 24. ΠΕΥΚΟΦΥΤΟ

Παρατηρήθηκε αρκετή αναγέννηση χαλεπίου πεύκης και πολύ πυκνή βλάστηση. Αρκετά κομμένα καμένα πεύκα και πολλά νεαρά πεύκα 15-40cm. Επιπλέον είδη που παρατηρήθηκαν ήταν πουρνάρι και σχίνος.



## 25. ΛΕΩΦ.ΜΑΡΑΘΩΝΑ

Στη θέση δεν υπάρχει αναγέννηση. Δεν είχε γίνει κοπή δένδρων στο σημείο αυτό διότι δεν υπήρχαν πολλά δένδρα. Παρατηρήθηκαν, επίσης ελάχιστα πεύκα, αρκετά πουρνάρια, λίγες άγριες ελιές και κανένα νεαρό πεύκο.

