

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΠΜΣ 'ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ & ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ'**



**«Μελέτη της φυσικής αναγέννησης των ειδών  
*Pinus brutia* και *Pistacia lentiscus* μετά από πυρκαγιά  
στην περιοχή της Χαραμίδας»**

**Κρομούδας Λευτέρης Α.Μ. 144Μ/207006**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δημητρακόπουλος Παναγιώτης**

**ΜΥΤΙΛΗΝΗ  
Ιανουάριος 2009**

## **Ευχαριστίες**

Στον επιβλέποντα καθηγητή, Παναγιώτη Δημητρακόπουλο, καταρχήν για το γεγονός ότι μου ανέθεσε τη συγκεκριμένη εργασία, για τη σημαντική του βοήθεια ως προς τη διεκπεραίωση της, καθώς και για την έμπρακτη ψυχολογική στήριξη, όταν αυτό χρειάστηκε.

Στο Νίκο Φύλλα, που με βοήθησε σε κρίσιμα σημεία της στατιστικής επεξεργασίας και στις πρώτες επαφές μου με τις μετρήσεις πεδίου.

Τέλος, σε όλους και όλες που με έκαναν να νιώσω άνετα στη διαμονή μου στο νησί της Λέσβου.

## Περιεχόμενα :

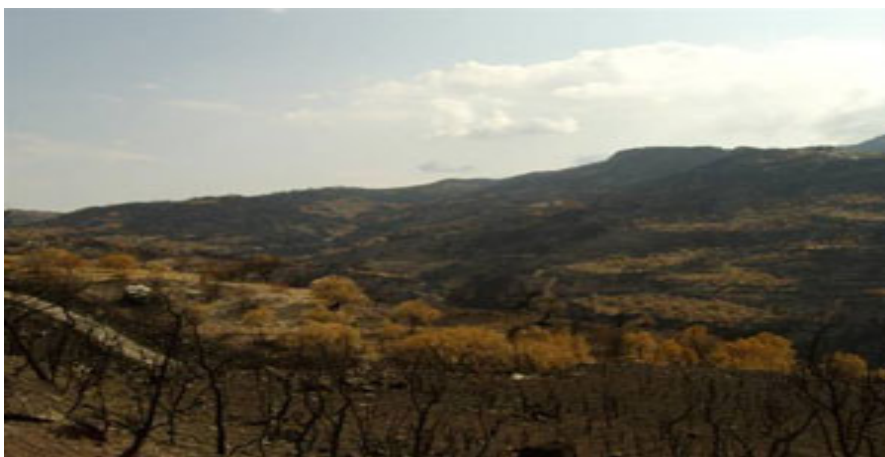
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2.	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ&ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΕΥΚΗΣ.....	6
2.1	Στρατηγικές.....	6
2.2	Απόκριση των ειδών στη φωτιά (Fire Life histories).....	9
2.3	Παράγοντες.....	11
2.3.1	Φως.....	12
2.3.2	Θερμοκρασία.....	16
2.3.3	Ξηρασία.....	21
2.3.4	Τοπογραφία.....	23
2.3.5	Εδαφικοί παράγοντες (Έδαφος).....	26
2.3.6	Φωτιά.....	28
3.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	31
3.1	Γενικά για το <i>Pinus brutia</i> .....	31
3.2	Ταξινόμηση και βιογεωγραφία των μεσογειακών πεύκων ( <i>Pinus brutia</i> ).....	32
3.2.1	Γεωγραφική κατανομή.....	33
3.2.2	Βιογεωγραφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά.....	34
3.2.3	Σημασία για τη διαδοχή βλάστησης.....	35
3.3	Οικοφυσιολογία της φύτευσης σπερμάτων του <i>P.brutia</i> .....	35
3.3.1	Μορφολογία σπερμάτων.....	36
3.3.2	Φυσιολογία της φύτευσης σπερμάτων.....	36
3.3.3	Οικολογία της φύτευσης των σπερμάτων.....	39
3.4	Οικοφυσιολογία του <i>Pinus brutia</i> .....	41
3.4.1	Κατανομή και οικολογία.....	41
3.4.2	Οικοφυσιολογία.....	42
3.5	Αναγέννηση μετά από πυρκαγιά στα δάση με <i>Pinus brutia</i> .....	43
3.5.1	Γενικά.....	43
3.5.2	Προσαρμογές και μηχανισμοί στην επανεγκαθίδρυση των καμένων δασών <i>Pinus brutia</i> .....	43
3.5.3	Μεταπυρική φύτευση και εμφάνιση των αρτιβλάστων.....	45
3.5.4	Μεταπυρική αύξηση των πληθυσμών δενδρυλλίων πεύκων.....	45
3.5.5	Επιβίωση και θνησιμότητα - κλίμα, χώμα και ανταγωνισμός.....	46
3.5.6	Συγκεντρωτικά για το <i>Pinus brutia</i> .....	48
3.6	Γενικά για το <i>Pistacia lentiscus</i> .....	49
3.6.1	Βοτανικοί χαρακτήρες του φυτού.....	49
3.6.2	Μορφολογικοί χαρακτήρες του φυτού.....	50
3.6.3	Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις Μαστιχοχώρων.....	52
4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ.....	53
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	56
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	66
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε μια προσπάθεια μελέτης της εξέλιξης της φυσικής αναγέννησης των ειδών *Pinus brutia* (τραχεία πεύκη) και *Pistacia lentiscus* (σχίνος) ως συνάρτηση του χρονικού διαστήματος από την τελευταία εκδήλωση πυρκαγιάς. Η τραχεία πεύκη αποτελεί ένα από τα πιο χαρακτηριστικά είδη της μεσογειακής δασικής βλάστησης, ενώ ο σχίνος ένα από τα κύρια στοιχεία της Μακκίας βλάστησης στην κατώτερη ζώνη των παραμεσόγειων περιοχών. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων πεδίου, παρατηρήθηκε πως πραγματοποιήθηκε από φορείς του νησιού, αναδάσωση, σε μεγάλο κομμάτι της μετρούμενης έκτασης, κάτι που γεννά αυτόματα πρόσθετα ερωτήματα, στα οποία η συγκεκριμένη εργασία, θα προσπαθήσει ως ένα βαθμό να πάρει θέση.

Το μέτρο της εξέλιξης της φυσικής αναγέννησης αποτελεί η πυκνότητα αναγέννησης των συγκεκριμένων ειδών, αλλά και η ανάπτυξη τους ως προς το ύψος(και για τα δύο είδη) και ως προς την κορυφή (crown)(για το *Pistacia lentiscus*). Το γεγονός πως πραγματοποιήθηκε αναδάσωση, στην περιοχή που βρίσκονταν οι δειγματοληπτικές επιφάνειες, ίσως να αποτελεί άλλο ένα παράγοντα μελέτης, ο οποίος επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα τη φυσική αναγέννηση.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Χαραμίδα του Δημοτικού Διαμερίσματος Λουτρών, στο νοτιοανατολικό τμήμα της Λέσβου, στο οποίο η φωτιά που συνέβη στις 20 Ιουλίου 2006 κατέκαυσε 20.000 στρέμματα πευκοδάσους, 22.000 ελαιόδεντρα και 5 σπίτια. Επιλέχθηκαν 40 δειγματοληπτικές επιφάνειες (plots) διαστάσεων 10\*10 m, από τις οποίες οι μισές βρίσκονται από το κάτω μέρος και οι άλλες μισές από το πάνω μέρος του δρόμου. Στις 20 δειγματοληπτικές επιφάνειες της άνωθεν μεριάς παρατηρήθηκε ότι πραγματοποιήθηκε αναδάσωση με το είδος *Pinus brutia*. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες ήταν συνολικού μήκους 40\*50 m για κάθε πλευρά σε σχέση με το δρόμο. Από αυτές οι 4 είναι κάθετες και οι 5 είναι παράλληλες με την κλίση της εκάστοτε πλαγιάς.



**Εικόνα 1.1 :** Καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Χαραμίδας

Η φωτιά αποτελεί έναν οικολογικό παράγοντα, που ανάλογα με τη μορφή που αναπτύσσεται (έρπουσα ή επικόρυφη), την έντασή της, τη συχνότητα εμφάνισής της, αλλά και την αλληλεπίδραση της με άλλους παράγοντες, όπως η βόσκηση, μπορεί να αποδειχθεί επιβλαβής ή και ωφέλιμη. Ένα δασικό οικοσύστημα στο οποίο εφαρμόζονται ελάχιστες ή μηδαμινές διαχειριστικές τεχνικές, μπορεί να ωφεληθεί από μία φωτιά, εφόσον προκληθεί από φυσικά φαινόμενα. Η φωτιά είναι ο παράγοντας που θα κινητοποιήσει τους μηχανισμούς της φυσικής αναγέννησης.

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η επίδραση ορισμένων παραγόντων στην πυκνότητα αναγέννησης της τραχείας πεύκης και του σχίνου. Αυτοί είναι : η τοποθεσία, η πυρκαγιά, η πρακτική της αναδάσωσης, αλλά και η συμμεταβολή τους.

Στόχος είναι να διερευνηθούν τα πρότυπα αναγέννησης δύο χαρακτηριστικών εκπροσώπων των λειτουργικών τύπων των πυροεπαγώμενων σπερμοβλαστητικών (fire seeders-obligate seeders) και υποχρεωτικά αναβλαστητικών ειδών (obligate resprouters), στους οποίους ανήκουν η τραχεία πεύκη και ο σχίνος, αντίστοιχα. Στο βλαστητικό πολλαπλασιασμό ο κίνδυνος θνησιμότητας του απογόνου είναι μειωμένος, κι αυτό οφείλεται στην παρατεταμένη προσκόλληση του απογόνου στο μητρικό φυτό, αλλά και στην εξασφάλιση των απαραίτητων θρεπτικών, κάτι που καθιστά αυτή τη στρατηγική αναγέννησης αρκετά επιτυχή. Η

σπουδαιότητα της αναπαραγωγής με σπέρματα έγκειται στο γεγονός ότι η γενοτυπική ποικιλότητα των σπερμοφυτών φυτών προετοιμάζει τους πληθυσμούς και τα είδη για τη φυσική επιλογή. Σε αντίθεση με το σχετικά μικρό αριθμό παραβλαστημάτων που προέρχονται από ένα «μητρικό» άτομο, τα σπέρματα, είναι συνήθως πολυάριθμα (Grime, 2001).

## 2. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ & ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΕΥΚΗΣ

### 2.1 Στρατηγικές

Υπάρχουν δύο βασικές στρατηγικές διατήρησης των πληθυσμών όσον αφορά στην αναγέννηση των διαφόρων ειδών φυτών. Αναλύονται παρακάτω, με βάση στοιχεία από τη βιβλιογραφία.

#### *A) Εγγενής αναπαραγωγή – Αναπαραγωγή με σπέρματα (Seeders)*

Δύο τρόποι υπάρχουν για να επιτευχθεί αναπαραγωγή με σπέρματα : **α) Άμεσα μετά την πυρκαγιά με τη φύτευση των σπερμάτων και β) με τη δημιουργία «τράπεζας σπερμάτων» στην κόμη ενός φυτού.** Στη δεύτερη περίπτωση, οι κώνοι τα προστατεύουν από την πυρκαγιά, και απελευθερώνονται μετά το πέρας της. Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται **πυρανθεκτικότητα**, παρουσιάζεται στα δάση πεύκης και ποικίλλει ως προς το χρονικό διάστημα που θα παραμείνουν κλειστοί οι κώνοι, αλλά και ως προς τον τρόπο εκδήλωσης, ανάλογα με το είδος. Έτσι, το χρονικό διάστημα μπορεί να είναι από 1 έως και 30 χρόνια. Αντίστοιχα για τον τρόπο εκδήλωσης, υπάρχουν σε μερικά είδη κηρώδεις ουσίες και ρητίνη, που περιβάλλουν τον κώνο, και τα σπέρματα μπορούν να ελευθερωθούν μόνο όταν οι κηρώδεις ουσίες λιώσουν από τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται από την φωτιά. Τέλος, η φωτιά είναι απαραίτητη για την απελευθέρωση των σπερμάτων.

Η απελευθέρωση των σπερμάτων θα σημάνει αυτόματα και τη δημιουργία νέων ατόμων. Υπάρχουν είδη, των οποίων τα σπέρματα «ανοίγουν» το πρώτο έτος μετά την πυρκαγιά, τα οποία και ονομάζονται **υποχρεωτικά σπερμοβλαστητικά (obligate seeders).**

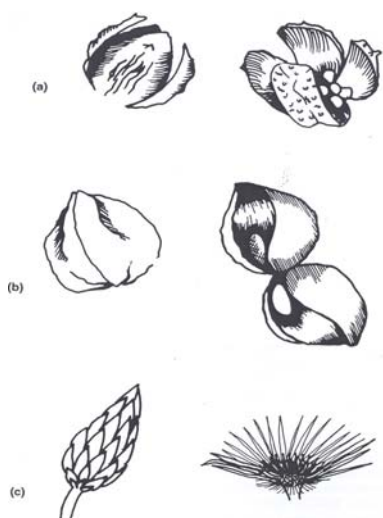
Σπάνια πληθυσμοί μπορούν διασπαρθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Το πιθανότερο είναι η διασπορά των σπερμάτων να πραγματοποιηθεί σε μικρές αποστάσεις και οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται είναι το μέγεθος

τους, η ταχύτητα του ανέμου, το ύψος από το οποίο αποδεδμεύονται, η ύπαρξη γειτονικών φυτών κ.α

Σε αντίθεση με τον σχετικά μικρό αριθμό παραβλαστημάτων που προέρχονται από ένα «μητρικό» άτομο, τα σπέρματα, είναι συνήθως πολυάριθμα, ανεξάρτητα και παρουσιάζουν ανοχές στις καταπονήσεις. Οι συγκεκριμένες ιδιότητες είναι σημαντικές για τον ταχύ πολλαπλασιασμό, τη διασπορά και το λήθαργο των σπερμάτων αντίστοιχα (Grime, 2001).

Μερικά από τα είδη που χρησιμοποιούν ως στρατηγική διατήρησης και αύξησης των πληθυσμών τους την αναπαραγωγή μέσω σπερμάτων είναι το *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. nigra*.

**Σχήμα 2.1:** Παραδείγματα πυρανθεκτικών αναπαραγωγικών συστημάτων. Αριστερά φαίνεται η συμπεριφορά πριν την πυρκαγιά και στα δεξιά μετά την πυρκαγιά (Πηγή: William J. Bond and Brian W. Van Wilgen 1996).



### B) Αγενής αναπαραγωγή – Αναπαραγωγή με παραβλαστήματα (Sprouting)

Το είδος αυτό της αναπαραγωγής, μπορεί να επιτευχθεί είτε πάνω είτε κάτω από το έδαφος. Από τους επιδερμικούς οφθαλμούς του φυτού, εάν το κάμβιο δεν έχει υποστεί ζημιά, εκβλαστάνουν καινούριοι βλαστοί, τα παραβλαστήματα, τα οποία στη συνέχεια θα εξελιχθούν σε νέο φυτό. Η



ικανότητα παραγωγής νέων βλαστών από οφθαλμούς που βρίσκονται κάτω από το έδαφος, είναι πολύ διαδεδομένη προσαρμογή των ξυλωδών αγγειόσπερμων, ως απόκριση στις διαφορετικού τύπου διαταραχές. Η ικανότητα των φυτών να παραβλαστώνουν ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, το μέγεθος και τη δριμύτητα της φωτιάς.

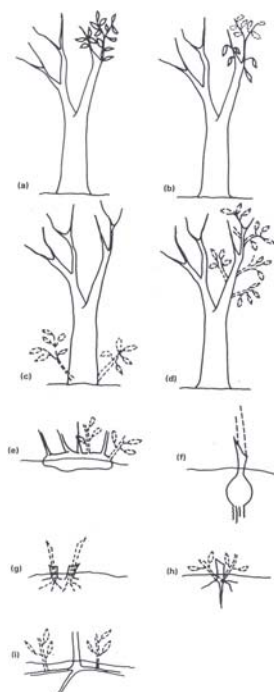
Το κυριότερο χαρακτηριστικό του βλαστητικού πολλαπλασιασμού είναι ο μειωμένος κίνδυνος θνησιμότητας του απογόνου. Αυτό συμβαίνει λόγω της παρατεταμένης προσκόλλησης του απογόνου στο μητρικό φυτό και την εξασφάλιση των απαραίτητων θρεπτικών σε επαρκείς ποσότητες ώστε να διατηρείται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης. Εξαιτίας του χαμηλού κινδύνου θνησιμότητας, αυτή η στρατηγική αναγέννησης είναι επιτυχής σε τύπους βλάστησης των οποίων η αναγέννηση με σπέρματα εμποδίζεται, λόγω πυκνής βλάστησης ή σκίασης. Επίσης, η δημιουργία παραβλαστημάτων είναι κοινή στρατηγική και σε συνθήκες όπου θαμνώδης βλάστηση είναι εκτεθειμένη σε περιοδικές καταστροφές από φωτιά ή άλλου τύπου διαταραχές, όπως η βόσκηση (Grime, 2001).

Τα παραβλαστητικά είδη για να επιβιώσουν μετά από μια καταστροφή διατηρούν αποθέματα έτσι ώστε να υποστηρίξουν την επαναδημιουργία των παραβλαστημάτων και την ανάπτυξη τους. Η κατανομή των πόρων, έτσι ώστε ένα μέρος τους να αποθηκεύεται, έχει κόστος για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους. Έτσι, παράγουν γενικά λιγότερα σπέρματα, έχουν μικρότερες τράπεζες σπερμάτων, πιο αργούς ρυθμούς ανάπτυξης και ωρίμανσης και σχεδόν πάντα παράγουν λιγότερα αρτίβλαστα, τα οποία έχουν χαμηλότερα ποσοστά επιβίωσης απ' ό,τι τα σπερμοφυή είδη (Bond and Midgley, 2001).

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη βλαστητική αναπαραγωγή είναι η επιβίωση του μητρικού ατόμου καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του απογόνου (Grime, 2001).

Μερικά είδη που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο είναι τα *Quercus. coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus andrachne* και *Arbutus unedo*.

**Σχήμα 2.2:** Συμπεριφορά παραβλαστημάτων πάνω και κάτω από το έδαφος (Πηγή: William J. Bond and Brian W. Van Wilgen 1996).



## **2.2 Απόκριση των ειδών στη φωτιά (Fire Life histories)**

Η απόκριση των ειδών στη φωτιά μετριέται σε σχέση με τη διάρκεια ζωής, τη συχνότητα αναπαραγωγής, δημιουργώντας κατηγορίες παραγωγής όπως είναι οι ετήσιες. Όπου η φωτιά είναι σημαντική, είναι χρήσιμο να αντικαθιστούμε τη μονάδα του χρόνου, από χρόνια σε διαστήματα πυρκαγιάς, που αντιπροσωπεύουν το χρόνο που χρειάζεται για να περάσουμε από τη μία γενεά στην άλλη. Τα μη παραβλαστώντα είδη αντικαθίστανται μετά από κάθε φωτιά με νέα γενιά αρτιβλάστων, έτσι ώστε οι γενεές να μην επικαλύπτονται.

Έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες ταξινόμησης των ειδών με βάση την απόκρισή τους στη φωτιά (fire life-history). Η ευρέως χρησιμοποιούμενη ταξινόμηση του Gill (1981a) παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1. Αυτή η ταξινόμηση δίνει έμφαση στον τρόπο επιβίωσης των ειδών μετά τη φωτιά (παραβλαστώντα / ή μη) και στη φύση και τη θέση των αναπαραγωγικών ιστών (σπέρματα / οφθαλμοί, επάνω από το έδαφος / κάτω από το έδαφος)

**Πίνακας 2.1:** Ταξινόμηση των ειδών φυτών σε σχέση με την απόκρισή τους στη φωτιά (Πηγή: William J. Bond and Brian W. Van Wilgen 1996).

- 
- A Annuals, pauciennials (life history not linked to fire)
  - B Fire ephemerals (appear soon after fire, short life-span and usually dead before next fire, depend on fire for regeneration)
  - C Non-sprouting (reproductively mature plants with 100% leaf scorch die)
    - (a) Seed stored on plant (serotinous)
    - (b) Seed stored in soil
    - (c) No seed storage (dependent on dispersal)
  - D Sprouting (reproductively mature plants with 100% leaf scorch survive)
    - (a) Buds below ground
      - (i) root suckers or horizontal rhizomes
      - (ii) basal stem sprouts or vertical rhizomes
    - (b) Buds above ground
      - (i) epicormic buds
      - (ii) undamaged active pre-fire buds
- 

Σε περίπτωση φωτιάς, συνηθίζεται να εξετάζεται ανεξάρτητα η επιβίωση και η αναπαραγωγή. Για το λόγο αυτό, έχουν σχηματιστεί 4 σημαντικές κατηγορίες αποκρίσεων των ειδών στη φωτιά (fire life-histories), βασισμένες στη "διχοτομία" μεταξύ ανάκτησης/μη ανάκτησης διαμέσου της φωτιάς (fire-recruiting/ non-fire-recruiting) και παραβλάστησης/μη παραβλάστησης (sprouting/ non-sprouting), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.2.

**Πίνακας 2.2:** Απόκριση των ειδών στη φωτιά (fire life history) βασισμένη στη επιβίωση των φυτών και τα αποτελέσματα της φωτιάς στην ανάκτηση των αρτιβλάστων (Πηγή: William J. Bond and Brian W. Van Wilgen 1996).

<i>Recruitment</i>	<i>Vegetative response</i>	
	<i>Survive fire by sprouting</i>	<i>Killed by fire, non-sprouters</i>
Stimulated by fire	Fire-recruiting sprouters	Fire-recruiting non-sprouters
Not stimulated by fire	Non-fire-recruiting sprouters	Non-fire-recruiting non-sprouters

Παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ως προς την απόκριση των πληθυσμών των ειδών στην πυρκαγιά. Οι αναλογίες των φυτικών κοινοτήτων των τεσσάρων ομάδων που εμφανίζονται είναι

διαφορετικές, καθώς συστάθηκαν κάτω από διαφορετικές εξελικτικές πιέσεις. Επίσης εμφανίζονται σε διαφορετικά στάδια της μεταπυρικής διαδοχής.

Η επικράτηση των διαφορετικών χαρακτηριστικών ζωής αλλάζουν από μια γεωγραφική περιοχή σε άλλη και αυτός είναι ένας λόγος για τον οποίο είναι τόσο δύσκολο να γίνουν γενικεύσεις για το ρόλο της πυρκαγιάς στα οικοσυστήματα.

### **2.3 Παράγοντες**

Στη μελέτη των οικοσυστημάτων πρέπει οπωσδήποτε να εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες.

Οι **περιβαλλοντικοί παράγοντες** χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

(α) **Κλιματικοί παράγοντες:** Περιλαμβάνουν τις κύριες κλιματικές παραμέτρους που είναι το φως, η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα του νερού και ο άνεμος.

(β) **Εδαφικοί παράγοντες:** Είναι χαρακτηριστικά του εδάφους όπως το περιεχόμενο σε θρεπτικά, η οξύτητα και η υγρασία.

(γ) **Τοπογραφικοί παράγοντες:** Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει χαρακτηριστικά του ανάγλυφου του εδάφους, όπως η γωνία κλίσης του εδάφους, ο προσανατολισμός της επιφάνειάς του και το υψόμετρο.

(δ) **Βιοτικοί παράγοντες:** Είναι όλες οι αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα ανάμεσα στους ζώντες οργανισμούς, όπως ο ανταγωνισμός, η βόσκηση και η σκίαση.

Στην πράξη, οι παράγοντες που ανήκουν στις τέσσερις παραπάνω ομάδες είναι τόσο αλληλένδετοι μεταξύ τους, ώστε είναι εξαιρετικά δύσκολο να απομονώσουμε την επίδραση που ασκεί ο καθένας ξεχωριστά. Η ανάπτυξη του εδάφους, για παράδειγμα, επηρεάζεται και από την τοπογραφία αλλά και από το κλίμα. Με παρόμοιο τρόπο το κλίμα και το έδαφος καθορίζοντας τα

είδη που εγκαθίστανται σε δεδομένη περιοχή, επηρεάζουν έντονα το μόρφωμα των βιοτικών ελέγχων που ασκούνται στο οικοσύστημα.

Στους περιβαλλοντικούς παράγοντες περιλαμβάνονται τόσο βιοτικού όσο και αβιοτικού τύπου ρυθμιστικοί παράγοντες. Τα βασικά, ωστόσο, χαρακτηριστικά κάθε οικοσυστήματος προσδιορίζονται από τα αβιοτικά του στοιχεία. Οι αβιοτικοί παράγοντες ασκούν ουσιαστικό έλεγχο στο οικοσύστημα ως σύνολο. Ο ρόλος, ωστόσο, των βιοτικών παραμέτρων παραμένει σημαντικός καθώς επηρεάζουν την κατανομή και την λειτουργία των ειδών. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται πώς ο καθένας από τους παραπάνω παράγοντες επιδρούν στην επιτυχή εγκατάσταση νέων ατόμων.

### 2.3.1. Φως

Το φως είναι περιβαλλοντικός παράγοντας ζωτικής σημασίας, αφού αποτελεί την πρωταρχική πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα. Η δομή και η λειτουργία των οικοσυστημάτων καθορίζονται κατά μεγάλο μέρος από την ποσότητα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Το φως σε περίσσεια, μπορεί να αποτελέσει ένα περιοριστικό παράγοντα. Ο υπερφωτισμός μπορεί να προκαλέσει βλάβες ακόμα και να καταστρέψει τους ζωντανούς ιστούς. Παρόλο που η επίδραση του φωτός συνδέεται πολλές φορές με τις επιδράσεις άλλων παραγόντων, όπως της θερμοκρασίας και της υγρασίας, τα ιδιαίτερα αποτελέσματά του συχνά αποτελούν τους σημαντικότερους ρυθμιστές στο περιβάλλον.

Τόσο η σύνθεση όσο και η ένταση του φωτός μεταβάλλονται ανάλογα με την ώρα της ημέρας, την εποχή του έτους, το γεωγραφικό πλάτος, το υπερθαλάσσιο ύψος και τις καιρικές συνθήκες. Με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους μειώνεται το ετήσιο άθροισμα της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ με την αύξηση του υπερθαλάσσιου ύψους αυξάνεται η ένταση της ακτινοβολίας του άμεσου φωτός και μεταβάλλεται η ένταση και η σύνθεση του διάχυτου φωτός. Το διάχυτο φως έχει ιδιαίτερη σημασία για τα είδη που ζουν κάτω από την κομοστέγη και ανέρχεται στο 1/3 μέχρι και 1/8

του ολικού φωτός. Επίσης, οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά την ένταση και τη σύνθεση του φωτός. Έτσι, για το συνολικό άθροισμα της ακτινοβολίας που φτάνει σ' έναν τόπο, παίζει σημαντικό ρόλο η ηλιοφάνεια του τόπου (Ντάφης, 1986).

#### Απαιτήσεις σε φως των διάφορων δασοπονικών ειδών

Οι απαιτήσεις σε φως των διαφόρων δασοπονικών ειδών προκειμένου να βλαστήσουν και να αναπτυχθούν εξαρτώνται από το είδος, αλλά και από την προέλευση, και την ηλικία του κάθε είδους, όπως επίσης και από τον ανταγωνισμό που υπάρχει με τα παρακείμενα είδη. Γενικά, τα διάφορα δασοπονικά είδη, αυξάνονται με την ηλικία και την αύξηση του ανταγωνισμού. Ως μέτρο εκτίμησης των απαιτήσεων σε φως, χρησιμοποιείται η ελάχιστη φωτοαπόλαυση που λαμβάνεται είτε ως απόλυτη, είτε ως σχετική τιμή.

Ως φωτοαπόλαυση, ορίζεται η ποσότητα του φωτός, που προσπίπτει στα όργανα του φυτού. Σχετική φωτοαπόλαυση καλείται ο λόγος του φωτός που δέχεται το φυτό σε σχέση με το απόλυτο ή υπαίθριο φως. Το ποσό του φωτός, κάτω από το οποίο διαμορφώνονται ακόμα φύλλα καλείται ελάχιστη φωτοαπόλαυση. Η σχέση της ελάχιστης φωτοαπόλαυσης με το ολικό υπαίθριο φως ονομάζεται ελάχιστη σχετική φωτοαπόλαυση. Σχεδόν όλες οι κατατάξεις των ειδών, ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε φως, που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, βασίζονται κυρίως σε μετρήσεις της ελάχιστης σχετικής φωτοαπόλαυσης, όπως η κατάταξη του Wiesner (1907) στον Πίνακα 2.3.

**Πίνακας 2.3:** Ελάχιστη σχετική φωτοαπόλαυση διάφορων δασοπονικών ειδών (Πηγή: Σπύρος Αθ. Ντάφης 1986).

Δασοπονικό είδος	Ελάχιστη σχετική φωτοαπόλαυση	Παρατηρήσεις
λάρικα	1/5	δένδρο ελεύθερο
φράξος	1/6	ομάδα δένδρων
σημύδα	1/7-1/9	ελεύθερο δένδρο
δασική πεύκη	1/9-1/11	» »
μαύρη πεύκη	1/11	μικρή φωτεινή συστάδα
μαύρη λεύκη	1/11	ελεύθερο δένδρο
τρέμουσα λεύκη	1/15	» »
ποδιακοφόρος δρυς	1/26	κλειστή ομάδα
ερυθρελάτη	1/28-1/36	» »
πεδινή σφένδαμνος	1/43	ελεύθερο δένδρο
πλατανοειδής σφένδαμνος	1/55	κλειστή συστάδα
γαύρος	1/58	» »
δασική οξυά	1/60	» »
δασική οξυά	1/85	ελεύθερο δένδρο
φτελιά	1/58-1/80	» »
ιπποκαστανιά	1/83	» »
πυξάρι	1/108	» »

### Ηλιόφυτα, Σκιοφύτα, Ημισκιοφύτα

Τα φυτά που είναι προσαρμοσμένα σε υψηλές εντάσεις ηλιακού φωτός έχουν υψηλά σημεία αναπλήρωσης και ονομάζονται ηλιόφυτα. Οι χημικές δραστηριότητες του σώματός τους είναι έντονες και γι' αυτό καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων κατά την διάρκεια της αναπνοής. Τέτοια είδη είναι: λάρικα, σημύδα, δασική πεύκη, χαλέπιος πεύκη, τραχεία πεύκη (*P. brutia*), κουκουναριά, κυπαρίσσι, ψευδακακία, χνοώδης δρυς. Τα παραπάνω είδη δεν δημιουργούν σκιοφύλλα σε προχωρημένη ηλικία, φέρουν αραιό φύλλωμα και γι' αυτό δεν επιφέρουν ισχυρή σκίαση.

Τα φυτά που είναι προσαρμοσμένα σε χαμηλές εντάσεις ηλιακού φωτός έχουν χαμηλά σημεία αναπλήρωσης και χαρακτηρίζονται ως σκιοφύτα. Ο μεταβολισμός τους είναι αργός και έτσι η αναπνοή γίνεται με βραδείς ρυθμούς. Τέτοια είδη είναι: οξυά, ελάτη, ίταμος. Τα είδη αυτά δημιουργούν τυπικά σκιοφύλλα, ακόμα και σε μεγάλη ηλικία, φέρουν σχετικά πυκνό φύλλωμα και ασκούν ισχυρή σκίαση.

Ορισμένα φυτικά είδη διαθέτουν χαρακτηριστικά σκιοφύτων, όταν βρίσκονται σε νεαρή ηλικία, ενώ μεγαλώνοντας αναπτύσσουν χαρακτηριστικά

ηλιοφύτων. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τα είδη των δέντρων που τα αρτίβλαστα τους πρέπει να αναπτυχθούν στη σκιά του δασικού υποστρώματος. Από τη στιγμή που το νεαρό δέντρο ωριμάσει, μπορεί να εκμεταλλευτεί την υψηλή ένταση του φωτός που προσπίπτει στην κόμη. Τέτοια είδη είναι: απόδισκος δρυς, μαύρη πεύκη, είδη σφενδάμου, καστανιά.

### Επίδραση του δάσους στο φως

Το δάσος, με την κομοστέγη του, επιδρά τόσο στην ένταση όσο και στην σύνθεση του φωτός και δημιουργεί ένα ιδιαίτερο φωτοκλίμα διαφορετικό από εκείνο του υπαίθριου περιβάλλοντος. Η επίδραση αυτή εξαρτάται από το δασοπονικό είδος, τη δομή των συστάδων και το ύψος των δέντρων. Στο δάσος, ακόμα και κάτω από δέντρα που αυξάνουν μόνα τους η ένταση του φωτός, κάτω από αίθριο ουρανό, μειώνεται στο μισό ή ακόμα περισσότερο, σε σχέση με την ένταση του φωτός σε αντίστοιχο υπαίθριο περιβάλλον. Η μείωση αυτή, για παράδειγμα, φθάνει στα γέρικα άτομα της δασικής πεύκης το 50%.

Εκτός όμως από την ποσοτική μεταβολή, το φως που εισέρχεται στο εσωτερικό των συστάδων υφίσταται και ποιοτική μεταβολή της σύνθεσης του. Τα φύλλα προσροφούν περισσότερο τα ερυθρά μήκη κύματος και λιγότερο τα πράσινα και υπέρυθρα μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Τα ερυθρά μήκη κύματος που φτάνουν στην κομοστέγη από την ηλιακή ακτινοβολία είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από τα υπέρυθρα μήκη κύματος, αλλά κάτω από την κομοστέγη η ένταση της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη λόγω της επιλεκτικής απορρόφησης ακτινοβολίας από τα φύλλα (Jordan, 1969). Η μεταβολή της σύνθεσης εξαρτάται από το είδος, το στάδιο εξέλιξης και την μορφή των φύλλων, την εποχή του έτους και τη σύνθεση του υπαίθριου φωτός (Ντάφης, 1986).

Σημαντικό ρόλο στο ενδοσυσταδικό φωτοκλίμα παίζουν και οι κηλίδες φωτός. Ως κηλίδες φωτός χαρακτηρίζονται οι δέσμες φωτός που διαπερνούν τα κενά της κομοστέγης και φτάνουν μέχρι το έδαφος στο οποίο δημιουργούν



φωτεινές κηλίδες. Οι κηλίδες αυτές μετακινούνται συνέχεια ακολουθώντας την κίνηση του ήλιου. Το μικρό χρονικό διάστημα για το οποίο προσπίπτει η κηλίδα σε μια επιφάνεια είναι αρκετό ώστε να ερεθίσει τα φυτά για αφομοίωση.

Το φως είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αναγέννηση. Χάριν της ακτινοβολίας, οι "τράπεζες σπερμάτων" στις κόμες, μπορούν να απελευθερώσουν τα σπέρματα, έτσι ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της αναγέννησης (σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία). Υπό την επίδραση του φωτός τα μικρά δενδρύλλια φωτοσυνθέτουν και μπορούν να περάσουν στη φάση που θα γίνουν δέντρα.

### 2.3.2 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία δρα ως περιβαλλοντικός παράγοντας και άμεσα και έμμεσα. Έχει άμεσες συνέπειες σε όλες σχεδόν τις λειτουργίες των φυτών. Η θερμοκρασία δρα, επίσης, έμμεσα επηρεάζοντας τις συνθήκες των άλλων παραγόντων και ιδιαίτερα της παροχής νερού. Η θερμοκρασία καθορίζει το ρυθμό εξάτμισης και ως εκ τούτου όχι μόνο την αποτελεσματικότητα των βροχοπτώσεων, αλλά και το ρυθμό απώλειας της υγρασίας από τους οργανισμούς.

Είναι συχνά δύσκολο να απομονώσουμε την επίδραση της θερμοκρασίας ως περιβαλλοντικού παράγοντα. Η φωτεινή ενέργεια, για παράδειγμα, μπορεί να μετατραπεί σε θερμική όταν οι φωτεινές ακτίνες απορροφηθούν από την ύλη. Επιπλέον, η θερμοκρασία επιδρά συχνά σε συνδυασμό με το φως και το νερό και οι παράγοντες αυτοί μαζί, ελέγχουν την λειτουργία των οργανισμών.

Αν και είναι σχετικά εύκολο να μετρήσουμε τις θερμοκρασίες στο περιβάλλον, είναι όμως δύσκολο, να ορίσουμε ποιες θερμοκρασίες είναι οι πιο σημαντικές. Σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορούμε να ξέρουμε εάν μεγαλύτερη σημασία έχει η μέγιστη, η ελάχιστη ή η μέση θερμοκρασία.

### Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας

(α) Λίγες είναι οι περιοχές στη Γη όπου οι θερμοκρασίες είναι συνεχώς πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές και δεν επιτρέπουν την ύπαρξη ζωής. Οι θερμοκρασίες παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στο χώρο και στο χρόνο. Οι μεγάλης κλίμακας διακυμάνσεις στο χώρο παρατηρούνται με τη μεταβολή του γεωγραφικού πλάτους. Πάνω σε αυτή τη μεταβλητότητα, υπάρχουν τοπικές διακυμάνσεις που οφείλονται στην τοπογραφία και στην απόσταση από τη θάλασσα. Στο βόρειο ημισφαίριο, για παράδειγμα, οι πλαγιές με νότιο προσανατολισμό είναι πιο ζεστές από εκείνες που ο προσανατολισμός τους είναι βόρειος.

(β) Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας παρατηρούνται, όμως, και μέσα στα ίδια τα οικοσυστήματα, ιδιαίτερα στα δάση και στα υδατικά περιβάλλοντα. Σημαντικές διαφορές στη θερμοκρασία μπορούν να παρατηρηθούν ανάμεσα στη κομοστέγη του δάσους και στην επιφάνεια του εδάφους.

Οι μεταβολές της θερμοκρασίας μέσα στο χρόνο, παρατηρούνται σε ετήσια βάση και σε 24ωρη. Όλες οι παραπάνω διακυμάνσεις επηρεάζουν την κατανομή και τη λειτουργία των οργανισμών.

### Αθροιστική θερμότητα-θερμοκρασία (Ημεροβαθμοί)

Η αυξητική περίοδος είναι η περίοδος κατά την οποία ικανοποιούνται όλες οι περιβαλλοντικές συνθήκες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη. Η θερμοκρασία θεωρείται ως ένας από τους πιο κρίσιμους παράγοντες για τον καθορισμό της διάρκειας της αυξητικής περιόδου, ιδιαίτερα στα μεσαία και στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Για τον καθορισμό της αυξητικής περιόδου σε μία συγκεκριμένη περιοχή, συχνά χρησιμοποιούνται οι μέσες ετήσιες ή μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα.

Η αύξηση σε ύψος επηρεάζεται κυρίως από τις ανοιξιότικες θερμοκρασίες. Η ιδανική θερμοκρασία είναι περίπου 30°C με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει

αρκετή υγρασία. Το καλοκαίρι είναι η περίοδος που σχηματίζεται το ξύλο. Επειδή η παραγωγή ξύλου προκύπτει από το ισοζύγιο αφομοίωση – αναπνοή, θερμές μέρες και σχετικά ψυχρές νύχτες ασκούν την ευνοϊκότερη επίδραση. Στην ωρίμανση των καρπών επιδρούν ευνοϊκά εξισορροπημένες μέτριες θερμοκρασίες τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η αυξητική περίοδος ορίζεται ως η περίοδος κατά την οποία οι θερμοκρασίες βρίσκονται υψηλότερα από ένα συγκεκριμένο κατώφλι, που απαιτείται για την ανάπτυξη. Τα κατώφλια που χρησιμοποιούνται ποικίλουν από τους 0°C ως τους 10°C. Πολύ συχνά, όμως, η θερμοκρασία των 6°C θεωρείται ως όριο, αφού αποτελεί την ελάχιστη θερμοκρασία που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργειών των εύκρατων περιοχών.

Η έννοια κατώφλι θερμοκρασίας παρέχει ένα μέτρο για τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, αλλά δεν προσδιορίζει την ποσότητα της προσλαμβανόμενης θερμότητας. Η μέτρηση της ποσότητας της προσλαμβανόμενης θερμότητας, επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό των αθροιστικών θερμοκρασιών που δίνουν μια ένδειξη της ποιότητας της θερμότητας ή της αποδοτικότητας της αυξητικής περιόδου. Οι αθροιστικές θερμοκρασίες υπολογίζονται αθροίζοντας τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες, “ημεροβαθμοί”, (growing degree days) οι οποίες είναι μεγαλύτερες από μια ελάχιστη θερμοκρασία που η τιμή της έχει εκ των προτέρων επιλεγεί. Οι αθροιστικές θερμοκρασίες υπολογίζονται βάσει της εξίσωσης:

$$dd = \sum_{t_1}^{t_2} (T - T_{thres}) [^{\circ}Cdays]$$

Τα σημεία  $t_1$  και  $t_2$  είναι τα χρονικά σημεία της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, ενώ η τιμή  $T_{thres}$  αποτελεί το κατώτατο θερμοκρασιακό όριο που επιτρέπει την ανάπτυξη του φυτικού οργανισμού.

Στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, οι μικρής διάρκειας και ψυχρότερες αυξητικές περίοδοι εξισορροπούνται μερικώς από την μεγαλύτερη διάρκεια των ημερών. Στις περιπτώσεις αυτές είναι χρήσιμο να θεωρείται το φως της ημέρας ως περιβαλλοντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της αυξητικής

περιόδου. Πολλαπλασιάζοντας τους ημεροβαθμούς με τη μέση διάρκεια του ημερήσιου φωτός έχουμε μια μέθοδο μέτρησης των φωτοθερμικών μονάδων της περιόδου (Emberlin, 1996).

Τα όρια της εξάπλωσης των ειδών καθορίζονται κατά ένα μεγάλο βαθμό από τις ακραίες θερμοκρασίες. Ωστόσο, η εξάπλωση ενός είδους δεν εξαρτάται μόνο από τις θερμοκρασιακές του απαιτήσεις, αλλά και από την υγρασία και το κλίμα στο σύνολο του (Ντάφης, 1986).

Σε πολλά μοντέλα προσομοίωσης το ελάχιστο όριο ημεροβαθμών χρησιμοποιείται ως φίλτρο που ενεργοποιεί ή όχι τις λειτουργίες αναγέννησης.

### Το εύρος των θερμοκρασιών που μπορούν να αντέξουν τα φυτά

Η πλειοψηφία των μορφών της ζωής που υπάρχουν στη βιόσφαιρα λειτουργεί σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 0°C έως 50°C. Μέσα σε αυτό το εύρος το κάθε είδος παρουσιάζει τις ελάχιστες, τις μέγιστες και τις βέλτιστες από άποψη θερμοκρασίας απαιτήσεις για τις μεταβολικές του δραστηριότητες. Αυτές οι συγκεκριμένες απαιτήσεις όσον αφορά στη θερμοκρασία είναι γνωστές ως πρωτεύουσες θερμοκρασίες.

Ανάλογα με τις θερμοκρασιακές απαιτήσεις τα είδη διακρίνονται σε ψυχρόβια (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*), λιγότερο ψυχρόβια (*Pinus nigra*, *Abies alba*, *Quercus cerris*), λιγότερο θερμόβια (*Quercus robur*, *Quercus pubescens*, *Castanea sativa*) και θερμόβια (*Pinus brutia*, *Quercus ithaburensis*, *Pinus halepensis*) (Ντάφης, 1986).

Πέρα από την απόλυτη θερμοαπόλαυση, η οποία εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα, σημαντικό ρόλο παίζουν το άθροισμα των θερμοκρασιών πάνω από μια ορισμένη οριακή τιμή, οι θερμοκρασίες των βλαστητικών οργάνων που προκύπτουν από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και ιδιαίτερα οι ακραίες θερμοκρασίες. Στην επίδραση της θερμοκρασίας διακρίνονται τρεις οριακές τιμές: μια ελάχιστη (0-5°C), μια άριστη (20-30°C) και μια μέγιστη (40-50°C). Οι οριακές αυτές τιμές εξαρτώνται από την συνεπίδραση και άλλων παραγόντων του περιβάλλοντος και ποικίλλουν

ανάλογα με το είδος και τις διάφορες λειτουργίες του φυτού (Ντάφης,1986). Οι διακυμάνσεις στην θερμοκρασία επιδρούν στην βλάστηση των σπερμάτων πολλών ειδών (Bazzaz, 1979).

Η θερμοκρασία του σώματος ενός φυτού είναι συνήθως σχεδόν ίση με αυτήν του περιβάλλοντος, καθώς παρατηρείται μια σταθερή αλλαγή θερμότητας μεταξύ του σώματος του φυτού και του αέρα.

Το εύρος των θερμοκρασιών που μπορούν να ανεχτούν τα φυτά ποικίλει σημαντικά. Για παράδειγμα, τα αειθαλή κωνοφόρα μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασίες μέχρι περίπου  $-30^{\circ}\text{C}$ . Γενικά, τα υδρόβια φυτά παρουσιάζουν στενότερα εύρη ανοχής από τα χερσαία φυτά. Για όλα τα είδη φυτών, τα ακριβή εύρη ανοχής τους ποικίλουν ανάλογα με παράγοντες όπως η ηλικία του φυτού, το υδατικό του ισοζύγιο και η εποχή του χρόνου.

#### *Βλάβες που προκαλούνται στα φυτά εξαιτίας του υπερβολικού κρύου*

Η ανάπτυξη των περισσότερων φυτών σταματάει σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των  $6^{\circ}\text{C}$ . Περαιτέρω ελάττωση στη θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές. Οι πρωτεΐνες συμπυκνώνονται και δεν διαλύονται στο κυτταρικό υγρό καθιστώντας τα ένζυμα ανενεργά. Εάν η θερμοκρασία κατέβει μέχρι το σημείο πήξης, το νερό των κυττάρων αντλείται έξω από αυτά και σχηματίζεται πάγος ανάμεσα στα κύτταρα του φυτού. Με αυτό τον τρόπο προκαλείται αφυδάτωση. Εάν η πήξη είναι γρήγορη τότε μπορεί να σχηματιστούν κρύσταλλοι πάγου ακόμα και μέσα στα κύτταρα. Το μέγεθος των κρυστάλλων είναι μεγάλο συγκριτικά με αυτό των κυττάρων. Οι κρύσταλλοι με το σχηματισμό τους τρυπούν την κυτταρική μεμβράνη, πράγμα που οδηγεί το κύτταρο στο θάνατο. Το φαινόμενο αυτό, προκαλεί τις καφέ περιοχές στα φυτά, χαρακτηριστικές της βλάβης που προκαλεί η παγωνιά.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν, επίσης, να δράσουν έμμεσα αναστέλλοντας τη λειτουργία των φυτών. Οι ρίζες είναι λιγότερο διαπερατές όταν η θερμοκρασία τους είναι χαμηλή και έτσι δεν μπορούν να απορροφήσουν νερό. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μία

«φυσιολογική ξηρασία» η οποία παρατηρείται όταν υπάρχει νερό που, όμως, δεν μπορεί να απορροφηθεί από το φυτό, επειδή η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή.

Μια πειραματική εργασία για την αντίσταση των φύλλων, των οφθαλμών και των βλαστών των αειθαλών σκληρόφυλλων στο κρύο έγινε από τον Larcher και τους συνεργάτες του τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Μερικά από τα αποτελέσματα που λήφθηκαν συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα. Τα νούμερα που δίνονται είναι αυτά που προκάλεσαν 50% “ζημία”(Ντάφης,1986).

**Πίνακας 2.4:** Αντίσταση των φύλλων, των οφθαλμών και των βλαστών των αειθαλών σκληρόφυλλων στο κρύο (Πηγή: Saint – Maximin 1981)

Species	Leaves	Leaf buds	Stem cambium	Stem xylem
Nerium oleander	-8 °C	-12 °C	-14 °C	-15 °C
Olea europaea	-12 °C	-13 °C	-20 °C	-18 °C
Quercus coccifera	-12 °C	-13 °C	-21 °C	-22 °C
Arbutus unedo	-12 °C	-17 °C	-18 °C	-16 °C
Pistacia lentiscus	-14 °C	-14 °C	-20 °C	-17 °C

Η θερμοκρασία είναι, επίσης, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αναγέννηση. Σε μια συγκεκριμένη για κάθε είδος θερμοκρασία, «ιδανική» θερμοκρασία, οι “τράπεζες σπέρματος” μπορούν να απελευθερώσουν τους σπόρους έτσι ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της αναγέννησης (σε συνδυασμό με το φως). Οι πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες οδηγούν το φυτό στη ξήρανση και το “θάνατο”. Οι ιδανικές θερμοκρασίες βοηθούν στην ανάπτυξη του δενδρυλλίου.

### 2.3.3 Ξηρασία

Στη Μεσογειακή ζώνη η εξάπλωση των ειδών καθορίζεται σημαντικά από τα αποθέματα νερού και την δριμύτητα της ξηρασίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Pigott and Pigott, 1993).

Το νερό αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες αύξησης των φυτικών ειδών και βασική πηγή πρόσληψης νερού είναι το έδαφος. Ο

παράγοντας νερό είναι σημαντικότερος από τη θερμότητα γιατί επιδρά πολύ δραστικότερα και άμεσα πάνω στα φυτά. Μικρές διακυμάνσεις στην τροφοδότηση των φυτών με νερό μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές συνέπειες και να αλλάξουν την μορφή της βλάστησης, ακόμα και σ' ένα μικρό χώρο. Πέρα από την άμεση επίδραση στην αύξηση, η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό επηρεάζει και άλλους σημαντικούς παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως τη θερμοκρασία του εδάφους, τον αερισμό του, την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών κ.α. (Ντάφης,1986).

Τα είδη μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε υγρασία σε τέσσερις κατηγορίες. Τα υγρόφυτα είδη, τα οποία απαιτούν υγρά έως κάθυγρα εδάφη και στα οποία ανήκουν τα *Betula*, *Salix* κ.ά.. Τα μεσουγρόφυτα είδη, τα οποία απαιτούν υγρό έως νωπό έδαφος και στα οποία ανήκουν τα *Ulmus*, *Taxus*, *Fraxinus excelsior*, *Q. pedunculiflora* κ.α. Τα μεσόφυτα, τα οποία απαιτούν νωπό έως μετρίως νωπό έδαφος και στα οποία ανήκουν τα *Picea abies*, *Fagus sp.*, *Castanea sativa* κ.α. Τα μεσοξηρόφυτα, τα οποία απαιτούν μετρίως νωπό έδαφος, αντέχουν όμως και σε μετρίως ξηρό έδαφος και στα οποία ανήκουν τα *Quercus ilex*, *Abies cephalonica*, *Fraxinus ornus* κ.α. και τα ξηρόφυτα, τα οποία αντέχουν σε ξηρά εδάφη και στα οποία ανήκουν τα *Pinus nigra*, *P.brutia*, *P.halepensis*, *P.sylvestris*, *P.pinea*, *Cupressus sempervirens* κ.α. (Ντάφης,1986).

Πολύ συχνά οι θερμοκρασίες που παίζουν τον πιο κρίσιμο ρόλο για τα φυτά είναι οι μέγιστες θερμοκρασίες που αυτά μπορούν να αντέξουν και όχι οι ελάχιστες. Η θερμοκρασία των φυτών συνήθως μειώνεται λόγω απώλειας νερού από τα σώματά τους. Όταν δεν υπάρχει αρκετό νερό η πίεση ελαττώνεται, το περιεχόμενο του κυττάρου συρρικνώνεται και το κύτταρο πλασμολύεται. Συνεπώς, βλάβες εξαιτίας της υπερβολικής θερμότητας παρατηρούνται όταν το διαθέσιμο για την ελάττωση της θερμοκρασίας νερό είναι ανεπαρκές. Στις περισσότερες περιπτώσεις η βλάβη που επιφέρουν οι υψηλές θερμοκρασίες συνδέεται με τη βλάβη που προκαλεί η έλλειψη του νερού (δηλαδή τα φυτά μαραίνονται). Κάτω από αυτές τις συνθήκες τα ένζυμα καθίστανται ανενεργά και ο μεταβολισμός του φυτού επιβραδύνεται.

Αρνητικά ισοζυγία ύδατος οδηγούν σε συνθήκες ξηρασίας, η οποία αποτελεί παράγοντα καταπόνησης (stress). Η ξηρασία μπορεί να συμβεί για διάφορους λόγους όπως ξηρότητα εδάφους, αυξημένη εξάτμιση, οσμωτική δέσμευση του νερού σε αλατούχα εδάφη καθώς και από συνθήκες παγετού στο έδαφος.

Εάν ένα χερσαίο περιβάλλον είναι υπερβολικά υγρό τότε το έδαφος καθίσταται κορεσμένο. Το κυριότερο πρόβλημα που ανακύπτει τότε είναι ο ανεπαρκής αερισμός του εδάφους. Οι ρίζες δεν έχουν αρκετό οξυγόνο για την αναπνοή και το έδαφος καθίστανται όξινο. Εάν οι ποσότητες νερού είναι ανεπαρκείς για τις απαιτήσεις του φυτού, τα κύτταρα γίνονται άτονα. Για να ελαττωθεί περαιτέρω η απώλεια του φυτού τα στόματα κλείνουν. Η κατάσταση αυτή της έλλειψης νερού, γνωστή ως αρχόμενη πλασμόλυση, ενδέχεται να συνεχιστεί για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα περισσότερα φυτά υφίστανται μερική αφυδάτωση κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν γίνεται η διαπνοή, η ισορροπία, όμως, του νερού αποκαθίστανται κατά την διάρκεια της νύχτας.

Η ξηρασία επηρεάζει άμεσα την αναγέννηση, αφού λειτουργεί ανασταλτικά στην διασπορά των σπερμάτων και την ανάπτυξη των νεαρών αρτιβλάστων. Κατά την διάρκεια της ξηρασίας το έδαφος στερείται από θρεπτικά, με αποτέλεσμα μετά την πυρκαγιά τα εδάφη να είναι αδύνατον να υποστηρίξουν τα νέα άτομα που θα εγκατασταθούν.

#### 2.3.4 Τοπογραφία

Είναι γνωστό ότι με την αύξηση του υψομέτρου οι βιοκοινότητες αλλάζουν και το ανάγλυφο του εδάφους τροποποιεί τους κλιματικούς παράγοντες. Τα βασικά αποτελέσματα της μεταβολής του υψομέτρου ενισχύονται από τυπικές διακυμάνσεις στην κλίση του εδάφους και στον προσανατολισμό της επιφάνειας και παράγουν ένα μωσαϊκό οικοσυστημάτων που σχετίζεται άμεσα με την τοπογραφική διαμόρφωση.



### Οι σημαντικότερες επιδράσεις του υψομέτρου

Η τοπογραφία μπορεί να είναι από μόνη της ικανή να προκαλέσει σημαντικές μεταβολές στη θερμοκρασία και την υγρασία ανάλογα με το ύψος πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Οι θερμοκρασίες συνήθως ελαττώνονται με την αύξηση του υψομέτρου σε ένα ρυθμό περίπου  $0.65^{\circ}\text{C}$  ανά 100 μέτρα, ρυθμός ελαφρώς χαμηλότερος από τη θεωρητική τιμή της ξηρής αδιαβατικής θερμοβαθμίδας, που είναι  $1^{\circ}\text{C}$  ανά 100 μέτρα.

Η αύξηση του υψομέτρου συχνά συνδυάζεται με αυξημένη έκθεση και ισχυρότερους ανέμους, που σε συνδυασμό με την ελάττωση της θερμοκρασίας επηρεάζουν την υγρασία. Η παρουσία ορεινών όγκων προκαλεί ορογραφική βροχόπτωση και έτσι τα οικοσυστήματα στα μεγάλα υψόμετρα συχνά δέχονται περισσότερα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα από αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα. Οι βασικές αυτές τροποποιήσεις των κλιματικών παραγόντων προκαλούν ζώνωση των οικοσυστημάτων ανάλογα με το υψόμετρο.

Εκτός από τις μείζονες μεταβολές στους κλιματικούς παράγοντες, το υψόμετρο τροποποιεί, επίσης, και την ποιότητα του φωτός. Η έντονη υπεριώδης ακτινοβολία που δέχονται τα μεγάλα υψόμετρα επιβραδύνει τους ρυθμούς ανάπτυξης των φυτών. Οι ποικίλες αυτές κλιματικές τροποποιήσεις λειτουργούν ως σημαντικότεροι φραγμοί στη μετανάστευση και στη διασπορά των φυτών και των ζώων.

Το υψόμετρο επηρεάζει πολύ την αναγέννηση, αφού με την αύξησή του μειώνεται η αναγέννηση. Όσο αυξάνεται το υψόμετρο τόσο μειώνεται η θερμοκρασία, η υγρασία και αυξάνονται τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα καθιστώντας πιο ξηρά τα εδάφη, δυσχεραίνοντας την αναγέννηση (Ντάφης, 1986).

### Προσανατολισμός

Ο προσανατολισμός μιας πλαγιάς είναι σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην

επιφάνεια. Αποκτά ιδιαίτερη σημασία στα μεσαία και στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, όπου το ύψος του ηλίου είναι χαμηλό ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Σε ορεινές περιοχές που χαρακτηρίζονται από ψυχρότερο και υγρότερο κλίμα τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά όπως η κλίση και ο προσανατολισμός, επιδρούν σημαντικά στην πρόσληψη του νερού (Pigott and Pigott, 1993).

Στις νότιες πλαγιές η θερμοκρασία του εδάφους είναι μεγαλύτερη, η εξάτμιση και η διακύμανση της θερμοκρασίας εντονότερη, ενώ όσο ισχυρότερη είναι η κλίση τόσο περισσότερο θερμαίνεται το έδαφος και εντείνεται η εξατμισοδιαπνοή των φυτών. Αντίθετα, στις βόρειες πλαγιές οι διακυμάνσεις στην θερμοκρασία είναι πιο ομοιόμορφες, η εξάτμιση του εδάφους είναι μικρότερη και η διαπνοή των φυτών πιο χαλαρή ενώ όσο ισχυρότερη είναι η κλίση τόσο ψυχρότερο και υγρότερο γίνεται το έδαφος (Ντάφης, 1986).

Οι πλαγιές που βλέπουν προς τον ήλιο είναι θερμότερες και μπορούν να υποστηρίξουν περισσότερη βιομάζα από εκείνες που βρίσκονται διαρκώς στη σκιά. Σε τοπική κλίμακα παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στην εξάπλωση των ειδών ανάμεσα σε πλαγιές με αντίθετους προσανατολισμούς. Γενικά, οι πιο ζεστές και υγρές πλαγιές υποστηρίζουν χλωρίδα μεγαλύτερης ποικιλότητας. Σε μεγάλη κλίμακα οι διακυμάνσεις στον προσανατολισμό των πλαγιών τροποποιούν την υψομετρική ζώνωση των τύπων της βλάστησης.

Γενικά οι βόρειες πλαγιές είναι πιο υγρές ενώ οι νότιες πιο ξηρές με αποτέλεσμα οι βόρειες πλαγιές να υποστηρίζουν υψηλότερα ποσοστά αναγέννησης.

### Η γωνία κλίσης

Η γωνία κλίσης επηρεάζει την απορροή και τη σταθερότητα της επιφάνειας. Σε γενικές γραμμές, οι πιο απότομες πλαγιές υποστηρίζουν κοινότητες που αντέχουν σε ξηρές συνθήκες. Στις ορεινές περιοχές οι απότομες πλαγιές συχνά συνδυάζονται με ασταθείς εναποθέσεις όπως είναι οι λιθώνες. Οι συχνές μετακινήσεις των επιφανειακών υλικών προς τα κάτω, παρεμποδίζουν την

ανάπτυξη κλειστών κοινοτήτων, διατηρώντας έτσι το οικοσύστημα στα πρώιμα στάδια της διαδοχής.

Ανάλογα με την κλίση τα εδάφη διακρίνονται σε: οριζόντια ή με πολύ ήπια κλίση 0 – 10%, εδάφη με ήπια κλίση 11 – 20%, εδάφη με μέτρια κλίση 21 – 35%, εδάφη με ισχυρή κλίση 36 – 50%, εδάφη με πολύ ισχυρή κλίση 51 – 75%, εδάφη με απότομη κλίση 76 – 100% και απόκρημνα με κλίση 100% και πάνω.

Σε εδάφη με ισχυρή κλίση, το νερό απορρέει γρηγορότερα από ότι σε αντίστοιχα εδάφη με ηπιότερη κλίση, με αποτέλεσμα την εντονότερη έκπλυση και διάβρωσή τους. Γι' αυτό τα δάση που αναπτύσσονται σε εδάφη με πολύ ισχυρή κλίση χαρακτηρίζονται ως προστατευτικά και υφίστανται ιδιαίτερο χειρισμό.

Η γωνία κλίσης επηρεάζει άμεσα την αναγέννηση, αφού όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση τόσο μικρότερη είναι η αναγέννηση. Οι περιοχές με μεγάλη κλίση έχουν λιγότερα θρεπτικά, μεγαλύτερη επιφάνεια βρίσκεται σε σκιά, με αποτέλεσμα η αναγέννηση να είναι μικρότερη όσο μεγαλώνει η κλίση της πλαγιάς (Ντάφης,1986).

### 2.3.5 ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ (ΕΔΑΦΟΣ)

Οι εδαφικοί παράγοντες είναι οι περιβαλλοντικοί εκείνοι ρυθμιστές που εξαρτώνται από το έδαφος. Το έδαφος μπορεί να οριστεί ως το άνω αποσαθρωμένο στρώμα του φλοιού της Γης που έχει διαμορφωθεί από τα φυτά. Ο ορισμός αυτός δίνει έμφαση στη στενή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο έδαφος και στους οργανισμούς καθώς και οι δύο επηρεάζονται από το κλίμα και την τοπογραφία. Είναι πράγματι εξαιρετικά δύσκολο να απομονώσουμε την επίδραση των εδαφικών παραγόντων τη στιγμή που όλοι οι παράγοντες της βιοκατοικίας διαπλέκονται τόσο έντονα μεταξύ τους. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι το έδαφος ασκεί τη μέγιστη επίδραση εκεί που όλοι οι υπόλοιποι περιβαλλοντικοί παράγοντες αποκτούν ακραίες τιμές (όπως, για παράδειγμα, στα πολύ θερμά κλίματα, στις πολύ ξηρές περιοχές ή στις απότομες πλαγιές).

Το έδαφος αποτελεί ένα σύνθετο τμήμα του οικοσυστήματος και κατοικείται από ένα ευρύ φάσμα οργανισμών. Η μελέτη των εδαφών είναι γνωστή ως εδαφολογία.

### Το έδαφος ως διάμεσο για την ανάπτυξη των φυτών

Το έδαφος πρέπει να προσφέρει στα φυτά τις εξής τέσσερις υπηρεσίες.

(α) Στήριξη για τις ρίζες. Τα φυτά πρέπει να στηρίζονται στερεά στο έδαφος για να αντέχουν στους ισχυρούς ανέμους.

(β) Παροχή νερού. Τα περισσότερα χερσαία φυτά απορροφούν νερό με τις ρίζες τους. Πρέπει, συνεπώς, το έδαφος να παρέχει επαρκείς, αλλά όχι υπερβολικές ποσότητες νερού.

(γ) Παροχή θρεπτικών. Τα εδάφη περιέχουν ανόργανα και οργανικά θρεπτικά που συσσωρεύονται εκεί μέσω της αποσάθρωσης και της αποδόμησης.

(δ) Παροχή αέρα. Τα εδάφη πρέπει να αερίζονται επαρκώς για να μπορούν να αναπνέουν οι ρίζες και οι αποδομητές οργανισμοί.

Οι διαφορές στην παροχή αυτών των απαιτήσεων μπορεί να οδηγήσουν σε περιορισμούς στη λειτουργία και στην εξάπλωση των οργανισμών και να επηρεάσουν ως εκ τούτου τη δομή ολόκληρων οικοσυστημάτων. Τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών στοιχεία που έχει ένα έδαφος εξαρτώνται από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του.

Το έδαφος παρέχει στα φυτικά είδη τα απαραίτητα θρεπτικά για την ανάπτυξη και επιβίωση τους. Διαφορετικά είδη έχουν και διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά του εδάφους. Πολύ απαιτητικά χαρακτηρίζονται τα είδη *Ulmus glabra*, *Populus alba*, *Quercus robur*, απαιτητικά τα είδη *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Castanea sativa*, μετρίως απαιτητικά τα είδη *Quercus frainetto*, *Caprinus orientalis*, *Pinus peuce* και ολιγαρκή τα είδη *Betula pendula*, *Quercus pubescens*, *Pinus brutia*, *P.nigra*, *P.halepensis*, *P.sylvestris* (Ντάφης,1986).

### Βάθος εδάφους

Το βάθος του εδάφους παίζει καθοριστικό ρόλο για τη δασοκομία και είναι σχετικά εύκολος ο προσδιορισμός του. Κατά τον Wilde σε περιοχές με μεγάλες περιόδους ξηρασίας για να διατηρηθεί δάσος, πρέπει το έδαφος να έχει ένα βάθος τουλάχιστον 15 – 25 cm. Ο Κωτούλας (1965) βρήκε, σε εδάφη που εδράζονται σε οριζόντια στρώση, ως οριακό βάθος ευδοκίμησης του *P.brutia* τα 25cm. Αβαθή, ανώριμα εδάφη έχουν, κάτω από τις ίδιες κλιματικές συνθήκες, μια τόσο μικρή ποσότητα νερού, ώστε μόνο θαμνώνες μπορούν να ευδοκιμήσουν πάνω σ' αυτά.

Πιο συγκεκριμένα το φυσιολογικό βάθος του εδάφους, εκείνο δηλαδή στο οποίο μπορούν να διεισδύσουν οι ρίζες των φυτών, μπορεί να περιοριστεί με την επίδραση δυσμενών φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων τόσο πολύ, ώστε το στρώμα του εδάφους που διασχίζεται από τις ρίζες να παραμένει πολύ μικρό. Αντίθετα, σε φαινομενικά αβαθή ορεινά εδάφη οι σχισμές και οι ρωγμές των πετρωμάτων αυξάνουν το φυσιολογικό βάθος εδάφους και μπορούν να αναπτυχθούν σ' αυτά συστάδες με σχετικά υψηλή παραγωγική ικανότητα (Ντάφης, 1986).

Μετά την πυρκαγιά τα εδάφη είναι πλούσια σε θρεπτικά και αυτό τα καθιστά σημαντικό ρυθμιστή της αναγέννησης, αφού το έδαφος είναι αυτό που θα υποδεχθεί τα σπέρματα μετά την πυρκαγιά και θα παρέχει τα θρεπτικά στα μικρά δενδρύλλια για να αναπτυχθούν. Ακόμα παρέχει νερό και στήριξη στις ρίζες των αρτιβλάστων.

### 2.3.6 Φωτιά

Η πυρκαγιά είναι ένας σημαντικός οικολογικός παράγοντας. Η επίδρασή της, όπως συμβαίνει με όλους τους οικολογικούς παράγοντες, μπορεί να είναι ευνοϊκή ή δυσμενής ανάλογα με τη μορφή της, την έντασή της, τη συχνότητα εμφάνισής της, τη σύνθεση σε είδη των κοινοτήτων στις οποίες εμφανίζεται και την συνεπίδρασή της με άλλους παράγοντες όπως η βόσκηση (Βέργος 2000).

Από την άλλη πλευρά διάφοροι επιστήμονες θεωρούν ότι οι πυρκαγιές θεωρούνται πρωταρχικής σημασίας εχθρός των δασικών οικοσυστημάτων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για κλιματικά περιβάλλοντα ξηροθερμικά όπως είναι και το δικό μας (Αβτζής, 2000).

Έτσι σε ώριμα για υλοτομία δάση οι πυρκαγιές είτε καταστρέφουν το ξύλο ολοκληρωτικά είτε προκαλούν υποβάθμιση των παραγόμενων προϊόντων. Ταυτόχρονα σε τέτοιες περιπτώσεις πυρκαγιών τα υπολείμματα των υλοτομιών είναι πολλαπλάσια των κανονικών, δημιουργώντας έτσι πρόσθετο κίνδυνο προσβολών από έντομα και μύκητες.

Στην ίδια περίπτωση, πυρκαγιές δηλαδή ώριμων για υλοτομία δασών, προκαλούν καταστροφή των κώνων και των σπόρων τους επηρεάζοντας έτσι αρνητικά την δυνατότητα φυσικής αναγέννησης. Εξαιρέση αποτελούν τα δάση τραχείας και χαλεπίου πεύκης.

Από οικολογικής πλευράς, οι πυρκαγιές των δασών διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: **τις έρπουσες και τις επικόρυφες.**

Η έρπουσα πυρκαγιά κατακαίει μόνο τη βλάστηση του υπορόφου χωρίς να επηρεάζει τα δέντρα. Η έρπουσα πυρκαγιά με τη μορφή του «ελεγχόμενου» ή «προδιαγραμμένου πυρός» έχει καταστεί σήμερα σε πολλές χώρες ένα όργανο διαχείρισης δασών και βοσκοτόπων. Όμως παρά το ότι είναι «ελεγχόμενη», εύκολα μπορεί να ξεφύγει από τον έλεγχο και να γίνει ανεξέλεγκτη. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι ύστερα από μία πυρκαγιά ελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες ανόργανων θρεπτικών, τα οποία κάνουν προσωρινά το έδαφος γονιμότερο. Όμως ένα μεγάλο ποσοστό των συστατικών αυτών εκπλύνονται και απομακρύνονται από το οικοσύστημα με αποτέλεσμα την υποβάθμιση, σε μακροχρόνια βάση, της γονιμότητας του εδάφους.

Η επικόρυφη πυρκαγιά είναι η πιο καταστρεπτική. Ενώ η έρπουσα καταστρέφει μόνο τον υπορόφο, η επικόρυφη πυρκαγιά καταστρέφει ολόκληρο το οικοσύστημα.

Φυσικά και οι δυο επιφέρουν σημαντικές διαταραχές στο οικοσύστημα δάσος, γιατί δεν καταστρέφουν μόνο την βλάστηση, αλλά αλλοιώνουν την σύνθεση και την πυκνότητα των πληθυσμών της ζωοκοινότητας. Πολλοί

μικροοργανισμοί, αλλά και μικρά ζώα, που ζουν στο έδαφος και στους ανώτερους εδαφικούς ορίζοντες, καταστρέφονται ή μειώνονται αισθητά, με αποτέλεσμα να χρειάζονται αρκετά χρόνια μετά τη φωτιά για να αποκατασταθεί η βιολογική δραστηριότητα και η δυναμική αυτών των οικοσυστημάτων (Βέργος 2000).

Στα πυρόφιλα οικοσυστήματα η πυρκαγιά, εφ' όσον εμφανίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, βοηθάει στην ανανέωση και επέκταση των πυρόφιλων ειδών. Καταστρεπτική γίνεται η πυρκαγιά όταν επαναλαμβάνεται συχνά και κυρίως, όταν μετά την πυρκαγιά ακολουθεί βόσκηση.

Η φωτιά είναι ο παράγοντας που δίνει το "έναυσμα" για την αναγέννηση αφού μετά την πυρκαγιά τίθενται σε "λειτουργία" οι μηχανισμοί αναγέννησης. Η φωτιά είναι αυτή που ανάλογα με την ένταση, τη συχνότητα εμφάνισης της και την μορφή της (έρπουσα ή επικόρυφη) θα καθορίσει το βαθμό αναγέννησης του συστήματος.

### 3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ

#### 3.1 Γενικά για το *Pinus brutia*

Τα πεύκα (γένος *Pinus*), οι δρύες (γένος *Quercus*) και όλα τα είδη των *Ericaceae* (ρείκια, κουμαριές, καλούνα κ.λ.π.) καθώς και τα *Cistus* (λαδανιές) είναι τυπικά «πυρόφυτα» ή «πυρόφιλα» είδη, ή πιο σωστά «πυράντοχα», καθώς επιδεικνύουν μεγάλη προσαρμοστικότητα ως προς τις συνθήκες που δημιουργεί η πυρκαγιά. Τα σπέρματα των πεύκων και των ειδών *Cistus* (λαδανιές) φαίνεται ότι φυτρώνουν ευκολότερα όταν υποστούν ένα θερμικό σοκ. Οι κώνοι σε πολλά είδη πεύκου δεν ανοίγουν παρά μόνο αφού θερμανθούν στους 70°C – 80°C. Τα σπέρματά τους πέφτοντας σε γυμνό, μετά την πυρκαγιά, έδαφος, φυτρώνουν και τα αρτίβλαστά τους αυξάνονται λόγω της έλλειψης ανταγωνισμού. Εδώ φαίνεται ότι κρύβεται το μυστικό των πυρόφιλων ειδών. Πρόκειται για είδη με μικρή ανταγωνιστική ικανότητα των νεαρών ατόμων τους και τα οποία έχουν αναπτύξει μηχανισμούς έναντι της πυρκαγιάς, με συνέπεια να ωφελούνται από τις ευνοϊκές γι' αυτά συνθήκες που δημιουργούνται μετά την πυρκαγιά. Δηλαδή η πυρκαγιά επιδρά έμμεσα και όχι άμεσα.



**Εικόνα 3.1 :** Νεαρό άτομο του είδους *Pinus brutia*



Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το *P.brutia*, ένα τυπικό πυρόφιλο είδος. Το *P.brutia*, όπως και όλα τα πεύκα, είναι είδος με μικρή ανταγωνιστική ικανότητα τουλάχιστον σε νεαρή ηλικία (Thanos C.A. and Doussi M., 2000). Έτσι ο πυκνός υποόροφος από διάφορα αείφυλλα πλατύφυλλα που δημιουργείται στις ηλικιωμένες συστάδες του, εμποδίζει την φυσική του αναγέννηση. Παράλληλα το *P.brutia* διατηρεί ένα μέρος από τους κώνους, που παράγει κάθε χρόνο, κλειστούς για 5-10 χρόνια αλλά με βιώσιμα σπέρματα. Με την πυρκαγιά καταστρέφεται η βλάστηση του υποορόφου, οι κλειστοί κώνοι ανοίγουν και τα σπέρματα πέφτουν στο γυμνό έδαφος. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι κώνοι δεν ανοίγουν κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς αλλά 24 - 48 ώρες μετά το σβήσιμό της, όταν οι θερμοκρασίες του εδάφους έχουν επανέλθει στα φυσιολογικά επίπεδα (Thanos C.A. and Doussi M. 2000). Επίσης δεν φυτρώνουν με την πρώτη βροχή αλλά μόνο το φθινόπωρο και αφού προηγηθεί βροχή ύψους 20 – 30 mm, που σημαίνει ότι έχει διαποτιστεί το έδαφος με τόσο νερό που να μπορεί να εξασφαλίσει την αύξηση των αρτιβλάστων. Έτσι το *P.brutia* όχι μόνο αναγεννάται εύκολα ύστερα από μία πυρκαγιά, αλλά επωφελείται από τις συνθήκες που δημιουργεί η πυρκαγιά για να επεκταθεί.

### **3.2 Ταξινόμηση και βιογεωγραφία των μεσογειακών πεύκων (*Pinus brutia*)**

Πεύκα που ανήκουν στα είδη *halepensis* / *brutia* είναι από τα κύρια χαρακτηριστικά είδη της δασικής βλάστησης που απαντάται στη λεκάνη της Μεσογείου και ειδικά στις θερμό- και μέσο- Μεσογειακές ζώνες, με χαρακτηριστικές χώρες εμφάνισης την Ελλάδα, την Κύπρο και τις χώρες της Εγγύς Ανατολής. Αποτελούν περισσότερο από 25% των δασικών εκτάσεων της Βόρειας Αφρικής και περίπου 50% της Μεσογειακής Ανατολίας, διαμορφώνοντας ένα σημαντικό οικονομικό και οικολογικό προτέρημα, όχι μόνο σε αυτές τις περιοχές, αλλά και στη νότια Γαλλία, την ανατολική Ισπανία και τη νότια Ελλάδα.

### 3.2.1 Γεωγραφική κατανομή

Τα *Pinus halepensis* και *P. brutia* είναι δύο από τα σημαντικότερα είδη δέντρων στη λεκάνη της Μεσογείου, και από την άποψη των εκτάσεων που καλύπτουν και εξ' αιτίας της οικολογικής και οικονομικής αξίας τους. Αυτά τα πεύκα καλύπτουν περίπου 7,5 εκατομμύρια εκτάρια (Quezel 1985), και είναι συχνά τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα τοπίων στις δασικές περιοχές.

Το είδος *brutia* είναι το πιο διαδεδομένο, καλύπτοντας σχεδόν 4 εκατομμύρια εκτάρια, συνήθως στη μεσογειακή Ανατολία. Στην Ελλάδα, εμφανίζεται από τη χερσόνησο της Άθως μέχρι τα τουρκικά παράλια και επίσης στο νησί Θάσος και σε εκείνα του ανατολικού Αιγαίου (Σάμος, Χίος, Μυτιλήνη, Ρόδος, κ.τ.λ.). Είναι επίσης άφθονο στην Κρήτη (Zohary and Orshan 1966, Barbero and Quezel 1980). Στη νοτιοδυτική Ανατολία διαμορφώνει τα απέραντα δάση από τη θάλασσα του Μαρμαρά μέχρι το Αμάνους (Quezel 1985, Akman et al., 1978), αλλά σχεδόν απουσιάζει από το οροπέδιο της Ανατολίας. Εντούτοις, επανεμφανίζεται, στα βουνά του Πόντου, σπάνια στην ακτή "Sinop" αλλά συχνότερα στις εσωτερικές κοιλάδες στη νότια πλευρά του Σακαράγια, Γιεσίλ Ιρμάκ (Quezel et al. 1980). Είναι διαδεδομένο στο νησί της Κύπρου και διαμορφώνει επίσης μεγάλες εκτάσεις στην παράκτια Συρία, ειδικά στο Μπάερ-Μπασίτ και στα βουνά του Λιβάνου (Abi-Saleh et al. 1976).

Η κατανομή του είδους τα τελευταία χρόνια έχει μεταβληθεί, εξαιτίας των εκτεταμένων αναδασώσεων, που συμβαίνουν κυρίως σε χώρες, όπου τα φυσικά υβρίδια του είδους *brutia* είναι συχνά. Οι χώρες αυτές είναι η Ελλάδα, η Ιταλία, η Γαλλία και το Μαρόκο και οι αναδασώσεις συμβαίνουν με εντατικούς ρυθμούς από το τέλος του 19ου αιώνα.

### 3.2.2 Βιογεωγραφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά

#### Εδαφικά και γεωμορφολογικά κριτήρια :

Είναι μη απαιτητικά είδη που μπορούν να προσαρμοστούν στους περισσότερους εδαφολογικούς τύπους και των οποίων οι διαφορές στη συμπεριφορά συσχετίζονται γενικά με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των δυτικών και ανατολικών περιοχών της Μεσογείου.

Το *P.brutia* αποικίζει την ανατολική Μεσόγειο, στον αργιλώδη ασβεστόλιθο και ειδικά τα σχισμένα χώματα όπου έχει τη μέγιστη ανάπτυξή του ειδικά στην Κρήτη (Barbero and Quezel 1980), στην Ανατολία (Akman et al. 1978) στη Συρία και το Λίβανο. Εντούτοις, αυξάνεται επίσης ευρέως στο συμπαγή ασβεστόλιθο, σε μια μεγαλύτερη έκταση από το *halpensis*, ειδικά κατά μήκος όλων των μεσογειακών πλευρών των βουνών του Ταύρου (Quezel and Pamukcuoglu 1973). Περιδοδίτης, δολερίτης, σεπεντίτης, και γαυρίτης, που είναι σχεδόν απόντα από τη δυτική Μεσόγειο, είναι ένας ευνοϊκός βιότοπος για αυτό το είδος, ειδικά δυτικά και ανατολικά του Ταύρου (Akman et al. 1978), στην Κύπρο (Barbero and Quezel 1980) και επίσης στο Μπάερ- Μπασίτ στη βόρεια Συρία.

#### Υψομετρικές απαιτήσεις :

Το *P.brutia* κατανέμεται ευρέως γύρω από τη Μεσόγειο, από τη στάθμη της θάλασσας ως τα μεγάλα υψόμετρα (Quezel 1974, Ozenda 1974). Το *P.brutia* είναι επίσης χαρακτηριστικό είδος στις θέρμο- και μέσο- Μεσογειακές ζώνες, ειδικά στην Ελλάδα, Κύπρο και στις χώρες της Εγγύς Ανατολής. Στην Τουρκία, εντούτοις, αν και εμφανίζεται σε αφθονία σε αυτές τις δύο ζώνες, αυξάνεται συνήθως μέχρι 1800-2000m και διαμορφώνει θαμνώδη υπέρ-Μεσογειακά δάση, ειδικά στη νότια πλευρά του Ταύρου και έρχεται σε άμεση επαφή με τις κοινότητες του *Pinus nigra ssp. pallasiana* και *Cedrus libani* (Akman et al. 1978).

### Βιοκλιματικές απαιτήσεις :

Η ταξινόμηση της λεκάνης της Μεσογείου στους βιοκλιματικούς τύπους όπως προτείνεται από τους Emberger (1939), Daget (1977), Nahal (1962), Le Houerou (1969) και Quezel (1985) έχει οδηγήσει στον καθορισμό των τύπων βλάστησης που είναι βασισμένοι κυρίως στην ποσότητα βροχοπτώσεων. Ομοίως το μήκος της θερινής ξηρασίας, ένας σημαντικός παράγοντας στο μεσογειακό κλίμα, μπορεί να αξιολογηθεί διαγραμματικά για κάθε βιοκλιματικό τύπο. Οι απαιτήσεις του *P.brutia*, αν και παρόμοιες με του *P.halepensis* εμφανίζουν διαφοροποιήσεις. Έχει πιο ακριβείς απαιτήσεις από το *P.halepensis* από την άποψη των βροχοπτώσεων, απουσιάζει από το ξηρό βιόκλιμα, αλλά είναι διαδεδομένο στην υγρή ζώνη (Quezel και Barbero 1992).

### 3.2.3 Σημασία για τη διαδοχή βλάστησης

Το πεύκο (*P.brutia*, *P.halepensis*) θεωρείται από πολλούς συγγραφείς ως πρόδρομο δάσος (pioneer), το οποίο θα αντικατασταθεί από είδη δρυός *Quercus spp.* Στη Βορειοδυτική Μεσόγειο και στις μέσο- και υπερ-Μεσογειακές υψομετρικές ζώνες υπάρχουν πολλά παραδείγματα σταδιακής μετάβασης από δάση *P.halepensis* σε δάση που κυριαρχούνται από *Quercus ilex* ή τοπικά σε βαθύτερα εδάφη από *Quercus pubescens*. Το ίδιο δεν ισχύει και για δάση *P.brutia* (της Ανατολικής Μεσογείου), γιατί αυτό το είδος πεύκου, έχει την τάση να σχηματίζει σταθερές κοινότητες. Στις θερμό- και μέσο-Μεσογειακές ζώνες το μοτίβο διαδοχής είναι θεωρητικά το ίδιο. Παρ' όλα αυτά, η χαμηλή αφθονία ειδών που ανήκουν στο γένος *Quercus*, έχει οδηγήσει στον σχηματισμό κοινοτήτων κλίμαξ (climax) (Quezel, 2000).

### **3.3 Οικοφυσιολογία της φύτευσης σπερμάτων του *P.brutia***

Τα ανατολικά Μεσογειακά πεύκα (*P. brutia*) είναι υποχρεωτικά παραβλαστικά είδη, επομένως, η αναγέννηση αυτών των ειδών εξαρτάται συνολικά από τη ανάκτηση των αρτιβλάστων τους ιδιαίτερα στους μεταπυρικούς όρους (Thanos 1999). Κάθε έτος, τα ώριμα δέντρα πεύκων

παράγουν τους απαιτούμενους αριθμούς σπερμάτων, ένα μεγάλο μέρος των οποίων παραμένει μέσα στους κώνους τους (τράπεζα σπερμάτων θόλων) και διατηρεί τη βιωσιμότητά τους για τις μεγάλες περιόδους (Cucui et al. 1996, Daskalaku και Thanos 1996). Ο χαρακτήρας του κώνου στο *P.brutia* (Daskalaku and Thanos 1996), παρέχει μια διπλή στρατηγική αναγέννησης. Εκτός από τη μαζική μεταπυρική βλάστηση, τα σπέρματά τους μπορούν να εκμεταλλευτούν και να αποικίσουν τις ανοικτές και διαταραγμένες περιοχές ουσιαστικά κάθε έτος.

### 3.3.1 Μορφολογία σπερμάτων

Αρχικά, το μέσο βάρος των σπερμάτων είναι σημαντικά μεγαλύτερο στο *P.brutia* απ' ό τι στο *P.halepensis*. Ο Nahal (1983) αναφέρει ένα μεικτό μέσο βάρος σπερμάτων 50 mg για το *P.brutia* σε αντιδιαστολή με 15-20 mg για το *P. halepensis*. Το βάρος σπερμάτων ποικίλει μεταξύ των τοποθεσιών και των υψομέτρων. Το βάρος σπερμάτων μπορεί να συσχετιστεί θετικά με το μέγεθος δέντρων και κώνων. Έχουμε πιο μεγάλα σπέρματα και μεγαλύτερο μέγεθος εμβρύου στο *P.brutia* απ' ό τι στα άλλα πεύκα (π.χ *P.halepensis*). Τέλος, ο χρωματισμός των σπερμάτων είναι ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό γνώρισμα. Ο Saracino et al. (1997) ανίχνευσαν μέσα στους κλειστούς κώνους μια λεπτή σκοτεινή σκόνη που καλύπτει τα σπέρματα εξωτερικά. Η σκόνη παραμένει στα σπέρματα όταν απελευθερώνονται μετά από μια πυρκαγιά. Επομένως, αυτός ο σκοτεινός χρωματισμός μπορεί να θεωρηθεί μια προσαρμογή που μειώνει τον κίνδυνο τροφής των σπερμάτων των πεύκων *brutia* από τα σποροφάγα πουλιά στο καλυμμένο με τέφρα χώμα.

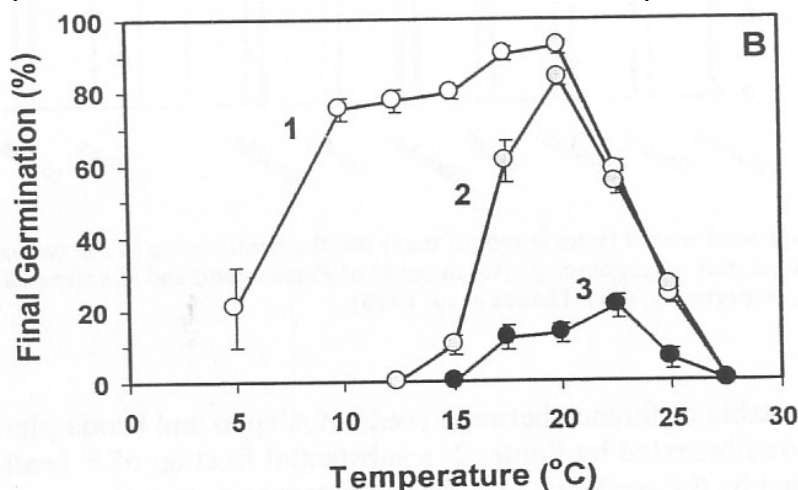
### 3.3.2 Φυσιολογία της φύτευσης σπερμάτων

#### Εύρος θερμοκρασίας της βλάστησης :

Σε μια εκτενή έρευνα για τα σπέρματα του *P.brutia* από 50 διαφορετικές τοποθεσίες στην Τουρκία, ο Sefik (1965) καθόρισε μια μέση ικανότητα φύτευσης της τάξης του 78% σε 20°C. Ένα βέλτιστο εύρος

θερμοκρασίας (15-20°C) έχει παρατηρηθεί επανειλημμένα για τα σπέρματα του *P. brutia*. (Sefik 1965, Isik 1986, Thanos και Skordilis 1987, Skordilis 1992). Το παρακάτω γράφημα επεξηγεί την ικανότητα φύτευσης σε τρεις αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες εξάπλωσης του *P. brutia*.

**Γράφημα 3.1:** Λασιθί (ανατολική Κρήτη), 2: Νησί Θάσος (Αιγαίο), και 3: Σουφλί (βόρεια Ελλάδα) (Από Thanos et al. 1995 και Skordilis και Thanos 1995).



#### Ποσοστό φύτευσης :

Το *P. brutia* έχει ένα αργό ρυθμό αναγέννησης. Ο γενικός μέσος όρος T50 (χρόνος που απαιτείται για 50% της τελικής βλάστησης) έχει τιμές 12, 9.5 και 10 ημέρες στις βέλτιστες θερμοκρασίες: 15, 18 και 21°C, αντίστοιχα. Μεταξύ των 13 πεύκων που ανήκουν στην ομάδα των μεσογειακών πεύκων (σύμφωνα με Miron 1967 και Klaus 1989), το *P. halepensis* και το *P. brutia* τοποθετούνται στην ομάδα "μεσογειακών πεύκων ακτών και νησιών" (μαζί με το *P. canariensis*, το *P. pinea* και το *P. pinaster*)

#### Η επίδραση του φωτός στη φύτευση :

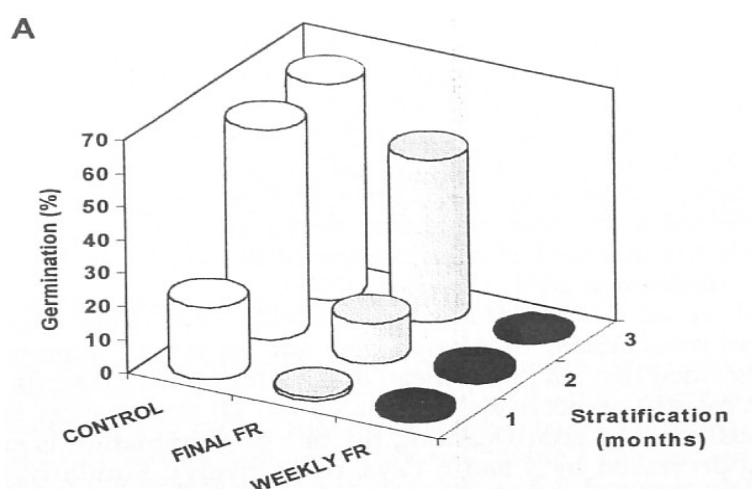
Ο ρόλος του φωτός και της μεσολάβησης του συστήματος φωτοδεκτών φυτοχρώματος έχει μελετηθεί αρκετά στα σπέρματα πεύκων (Toole, 1973). Εντούτοις, και παρά την καλά γνωστή φωτόφιλη φύση των ειδών (Trabaud 1995), μέχρι σήμερα μόνο τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από τον Shafiq (1979a) και τον Calamassi (1982) είχαν δείξει έναν γενικό

επαγωγικό ρόλο του φωτός στη φύτευση σπερμάτων του *P. brutia*. Σε διάφορες λεπτομερείς μελέτες για το συγκεκριμένο θέμα, ερευνήθηκε η φυσιολογική και οικολογική σημασία του φωτός (Thanos και Skordilis 1987, Skordilis 1992, Skordilis και Thanos 1995, Thanos et al. 1995). Διαπιστώθηκε ότι το συνεχές κόκκινο (Red) ή ημερήσιο άσπρο φως προωθεί πάντα το ποσοστό φύτευσης και μερικές φορές στο μέγιστο ποσοστό. Το συνεχές ή μη συνεχές (διαλείπον) φως που απέχει από το κόκκινο (Far Red) όχι μόνο εμποδίζει τη φύτευση, αλλά και προκαλεί έναν δευτεροβάθμιο λήθαργο.

#### Λήθαργος και στρωματοποίηση :

Σπέρματα *P. brutia* από διαφορετικές τοποθεσίες παρουσιάζουν ποικίλους βαθμούς ληθάργου. Επιπλέον, ο Isik (1986) έχει δείξει ότι μεταξύ έξι πληθυσμών από διαφορετικά υψόμετρα (νότια Τουρκία), φύτευσαν πιο αργά και είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά φύτευσης. Σε μια άλλη περίπτωση με σπέρματα από τρεις ελληνικές τοποθεσίες σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στο βαθμό ληθάργου. Η στρωματοποίηση (1-3 μήνες) οδήγησε σε μια ιδιαίτερη προώθηση της φύτευσης σπερμάτων *P. brutia* (σχεδιάγραμμα παρακάτω).

**Γράφημα 3.2:** Τελική βλάστηση των σπερμάτων *P. brutia* (προέλευση Σουφλι) σε 15°C στο σκοτάδι. (Από Skordilis και Thanos 1995).



Οι Shafiq και Omer (1969) διαπίστωσαν ότι η στρωματοποίηση στην άμμο για 45 ημέρες σε 4°C αύξησε αρκετά την ικανότητα φύτευσης των σπερμάτων του *P. brutia*. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και ο Falusi (1982). Αν και ο λήθαργος που παρατηρείται στα σπέρματα πεύκων *brutia* ανήκει προφανώς στον εμβρυϊκό τύπο, μπορεί να υπάρξει κάποια αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον του σπόρου. Ο Shafiq (1970/71) μεταχειρίστηκε τους σπόρους *P. brutia* με πυκνό θειϊκό οξύ και παρατήρησε μια μείωση της σποροϊκανότητας (προφανώς ως αποτέλεσμα της ζημίας εμβρύων), ενώ μηχανική επεξεργασία του εξωτερικού περιβλήματος των σπερμάτων οδήγησε σε αύξηση της φύτευσης στους 25°C (Shafiq 1979b).

#### Πίεση υγρασίας, pH και ανασταλτικοί παράγοντες :

Η βλάστηση και στα δύο είδη καταστέλλεται βαθμιαία με τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις των οσμωτικών λειτουργιών (υγρασία ή υδραυλική πίεση). Εντούτοις, τα στοιχεία που συλλέγονται είναι πολύ μεταβλητά όχι μόνο μεταξύ των τοποθεσιών αλλά και μεταξύ των ερευνητών (Calamassi et al. το 1980, Falusi και Calamassi το 1982, Falusi et Al το 1983, Thanos και Skordilis το 1987, Skordilis το 1992, Henig-Sever et Al το 1996). Ο Ne'eman et al. (1993) και Henig-Sever et al. (1996) μελέτησαν το ρόλο της τέφρας και του pH στη φύτευση σπερμάτων του πεύκου *brutia* και βρήκαν μια ιδιαίτερη καταστολή στις τιμές 9-10, παρόμοιες με εκείνους που αντιμετωπίστηκαν υπό τους μεταπυρικούς όρους στις αλκαλικές τέφρες. Ο Henig-Sever et al. (2000) διαπίστωσε ότι αυτή η παρεμπόδιση μπορεί να επηρεαστεί από μια αύξηση της φύτευσης σπερμάτων που παρουσιάζεται από τα ιόντα νιτρικών αλάτων και αμμωνίου (που εμφανίζονται στο χώμα ενός πρόσφατα καμένου δάσους).

#### 3.3.3 Οικολογία της φύτευσης των σπερμάτων

Στο *P. brutia*, οι δοκιμές βλάστησης έδειξαν ότι τα σπέρματα που παραμένουν στους κλειστούς κώνους, έχουν την υψηλότερη φύτευση (Eler 1990). Ο Selik (1958) ανέφερε ότι ακόμη και οι εννιάχρονοι κώνοι περιέχουν



βιώσιμα σπέρματα. Το ποσοστό φύτευσης των σπερμάτων μειώθηκε σημαντικά όταν οι "γυμνοί" σπόροι εκτέθηκαν σε υψηλές θερμοκρασίες από 70-90°C (Neyisci 1988). Η ικανότητα επιβίωσης των αρτιβλάστων και η αύξηση του *P. brutia* μειώθηκαν αφότου είχαν εκτεθεί τα σπέρματα στις θερμοκρασίες που υπερέβαιναν τους 90°C (Hanley και Fenner 1998). Με θερμική προγενέστερη επεξεργασία πάνω από 110°C, παρατηρήθηκε επίσης μια γρήγορη μείωση στη φύτευση. Αφ' ετέρου, όταν αφέθηκαν τα σπέρματα μέσα στους κώνους που θερμάνθηκαν σε 125°C, παρέμειναν βιώσιμα (Cengiz 1993).

Επειδή η φύτευση των σπερμάτων των πεύκων στο πεδίο πραγματοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε μεταπυρικούς χρόνους, το μεγαλύτερο μέρος των διαθέσιμων πληροφοριών προκύπτουν από τις μελέτες των καμένων περιοχών (Thanos 1999). Η φύτευση των σπερμάτων των πεύκων και η εμφάνιση αρτιβλάστων πραγματοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά κατά τη διάρκεια της πρώτης υγρής μεταπυρικής εποχής. Πιο συγκεκριμένα, η βλάστησή τους λαμβάνει χώρα την περίοδο μεταξύ των μηνών Οκτωβρίου - Ιανουαρίου, πολύ μετά από την έναρξη της υγρής εποχής, όπως παρουσιάζεται και από τις μελέτες πεδίου (Daskalaku 1996) και εργαστηρίων (Thanos και Skordilis, 1987 & Skordilis και Thanos 1995). Κατά τη διάρκεια της δεύτερης βροχερής μεταπυρικής περιόδου κανένα πρόσθετο αρτίβλαστο δεν παρατηρείται. Στο *P. brutia*, αυτό το πρότυπο μπορεί να τροποποιηθεί σε ορισμένες περιοχές με βαρύτερους χειμώνες. Το πρότυπο εμφάνισης αρτιβλάστων μετατοπίζεται στα τέλη του χειμώνα ή στις αρχές των μηνών της άνοιξης, για να αποφευχθεί η επίδραση του παγετού στα αρτίβλαστα (Skordilis και Thanos 1995). Κατά συνέπεια, οι διαφορές που παρατηρούνται στη συμπεριφορά φύτευσης μεταξύ των διαφορετικής προέλευσης πεύκων *P. brutia* μπορούν να αποδοθούν σε μια μεταβλητή οικοφυσιολογική στρατηγική όσον αφορά το χρόνο εμφάνισης και εγκατάστασης των αρτιβλάστων. Σύμφωνα με τις παραλλαγές αυτής της στρατηγικής, η φύτευση σπερμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε κατά τη διάρκεια της άνοιξης (στις περιοχές με τα σχετικά κρύα και υγρά κλίματα) είτε το

φθινόπωρο ή τις αρχές του χειμώνα (στις νότιες, ήπιες και ξηρές περιοχές) είτε και στις δύο περιόδους.

Ο Eron (1987) ανέφερε ότι η βλάστηση του *P. brutia* αρχίζει γενικά το Νοέμβριο στα χαμηλότερα υψόμετρα (250-300 μ), το Φεβρουάριο στα ενδιάμεσα υψόμετρα (350-650 μ) και τον Απρίλιο στα υψηλότερα (700-800 μ). Ο Ozdemir (1977) διαπίστωσε ότι η βλάστηση του *P. brutia* στην περιοχή Αντάλια αρχίζει στα μέσα Ιανουαρίου και στα μέσα Μαρτίου στα χαμηλότερα και υψηλότερα υψόμετρα, αντίστοιχα. Σε δύο άλλες περιπτώσεις, ένα αρχικό μικρό μέρος του πληθυσμού φύτρωσε κατά τη διάρκεια των χειμωνιάτικων μηνών, από Νοέμβριο μέχρι Φεβρουάριο και μια "έκρηξη" της φύτευσης εμφανίστηκε το Μάρτιο και τον Απρίλιο (Thanos et Al 1989, Eler και Senergin 1990).

Τα πειράματα υπό τους καθημερινούς εναλλασσόμενους όρους του φωτός και της θερμοκρασίας που μοιάζουν με τους φυσικούς όρους οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η φύτευση των σπερμάτων στο πεδίο είναι εφικτή καθ' όλη τη διάρκεια της βροχερής περιόδου του μεσογειακού τύπου κλίματος και ευνοείται έντονα στις ανοικτές, ηλιόλουστες περιοχές (Daskalaku και Thanos 1996).

### **3.4 Οικοφυσιολογία του *P. brutia***

#### **3.4.1 Κατανομή και οικολογία**

Το *Pinus brutia* έχει πιο περιορισμένη κατανομή από αυτή του *P. halepensis*. Εκτείνεται στη βορειοανατολική Μεσόγειο, από την Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου και τη βορειοανατολική Ελλάδα, στο νότιο Λίβανο, συμπεριλαμβανομένου του δυτικού και νότιου (δηλ., μεσογειακού) μέρους της Ανατολίας, της Κύπρου και της Συρίας. Απομονωμένοι πληθυσμοί εμφανίζονται κατά μήκος της σειράς βουνών που οριοθετεί τις ακτές της Μαύρης Θάλασσας καθώς και στο βόρειο Ιράκ. Αυτό το είδος πεύκων εμφανίζεται από τη στάθμη της θάλασσας μέχρι σε υψόμετρο μεγαλύτερο από τα 1500 m. (Miron 1967).

Σύμφωνα με τον Zohary (1973), το *P.brutia*, όπως και το *P.halepensis*, “κατέχουν ένα μάλλον ευρύ φάσμα των οικολογικών απαιτήσεων” και είναι ένα είδος με χαρακτηριστικά εισβολέα.

Όπως πολλά άλλα είδη πεύκων, και το *P.halepensis* και το *P.brutia* αυξάνονται σε μια ευρεία ποικιλία εδαφολογικών τύπων, οι οποίοι είναι τα προϊόντα διάβρωσης του σχιστόλιθου, του σερπενίτη, του ψαμμίτη και του δολομίτη (Isasa 1954, Gandullo 1972, Horvat et Al 1974, Zohary 1962, Laban, 1972). Πολλή έμφαση έχει δοθεί στη σημαντικότητα της θέσης αυτών των δύο ειδών πεύκων, τα οποία αυξάνονται υπό τους διάφορους οικολογικούς όρους, δηλ., ποικίλους τύπους στρώματος βράχου και χώματος, αλλά κυρίως στις πολύ ασβεστούχες περιοχές (Orpenheimer 1933). Στις περιοχές με ικανοποιητική διαθεσιμότητα ύδατος, η ανεπάρκεια θρεπτικών εμφανίζεται στα πολύ ασβεστούχα και πετρώδη εδάφη με χαμηλά ποσά οργανικής ουσίας (φυτόχωμα). Οι μετρήσεις πεδίου του ύψους των δέντρων και των εργαστηριακών αναλύσεων της χημικής σύνθεσης πευκοβελόνων έχουν δείξει σημαντικούς συσχετισμούς μεταξύ των ποσών διαφόρων θρεπτικών, κυρίως αζώτου, καλίου, φωσφόρου και μαγνησίου, και των ποσοστών αύξησης των πεύκων *halepensis* και *brutia*.

### 3.4.2 Οικοφυσιολογία

Ο Orpenheimer (1967) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα δέντρα ανθίστανται στη ξηρασία με τους εξής τρόπους: (1) δομές που περιορίζουν την απώλεια ύδατος από τα φύλλα τους, όπως η παχιά επιδερμίδα, βυθισμένα στόματα που περιορίζονται συχνά σε αριθμό (*P.halepensis*), και τα ινώδη υποδερμικά στρώματα, (2) υψηλή οσμωτική δυνατότητα αναρρόφησης που επιτρέπει τη χρήση του εδαφικού ύδατος, απρόσιτη στα μη-ανθεκτικά σχετικά είδη και (3) διείσδυση των ριζών στα βαθιά εδαφικά στρώματα, σχισμές των βράχων ή των μαλακών βράχων που αποθηκεύουν την υγρασία κατά τη διάρκεια των βροχερών περιόδων και την απελευθερώνουν στις ξηρές περιόδους. Οι ρίζες του *P.brutia* είναι πιο ευαίσθητες από αυτή την άποψη από εκείνες του *P.halepensis*.

Η ακόλουθη, κάπως υποθετική σειρά ανθεκτικότητας, προτάθηκε για τα πεύκα: *P. radiata* < *P. ponderosa* < *P. coulteri* < *P. jeffryi* < *P. brutia* < *P. pinea* < *P. halepensis*. Αυτή η σειρά της αντίστασης στην ξηρασία, δηλ., ότι το *P. halepensis* είναι ανθεκτικότερο από το *P. brutia* επιβεβαιώθηκε επίσης από τον Waisel (1959), που ερεύνησε τη δυνατότητα διαφόρων ειδών να ανθίστανται στην ξηρασία.

### **3.5 Αναγέννηση μετά από πυρκαγιά στα δάση με *Pinus brutia***

#### 3.5.1 Γενικά

Το *Pinus brutia* (τραχεία πεύκη) είναι το πιο κοινό είδος πεύκων της ανατολικής Μεσογείου. Τα είδη δεν παραβλαστάνουν καθόλου, και μια τυπική μεσογειακή πυρκαγιά αφανίζει συνήθως ολόκληρο τον πληθυσμό πεύκων. Επομένως, η αναγέννηση του είδους, και των δασικών οικοσυστημάτων που συνθέτουν, εξαρτάται συνολικά από τη μεταπυρική αναγέννηση (Nahal 1983, Eron 1987, Thanos 1999). Οι μορφολογικές και φυσιολογικές προσαρμογές που επιτρέπουν στα είδη να αναπαράγονται και να επιζούν μετά από τις πυρκαγιές, καθώς και οι εξελικτικές πιέσεις που έχουν επιλεγεί για αυτές τις προσαρμογές έχουν εξεταστεί από διάφορους ερευνητές.

#### 3.5.2 Προσαρμογές και μηχανισμοί στην επανεγκαθίδρυση των καμένων δασών *Pinus brutia*

Η φυσική αναγέννηση του *P. brutia* ευνοείται από διάφορες προσαρμογές στην πυρκαγιά, που επιδεικνύονται σε ολόκληρη τη σειρά της αναπαραγωγικής βιολογίας των ειδών. Αυτές οι προσαρμογές θα αντιμετωπιστούν υπό τους ακόλουθους τίτλους: κώνοι και αρτίβλαστα.

### Κώννοι :

Διάφορα είδη πεύκων είναι ευρέως γνωστά για την παραγωγή των πυρανθεκτικών κώννων (Miron 1967). Τέτοια είδη είναι και το *P.halepensis* και το *P.brutia* (Daskalakou και Thanos 1996). Σε αυτά τα είδη τα σπέρματα είναι ήδη ώριμα από τα τέλη της άνοιξης, αλλά οι κώννοι ανοίγουν βαθμιαία μόνο κατά τη διάρκεια του τέλους του καλοκαιριού και του φθινοπώρου (Selik 1958, Ozdemir 1977, Eler 1990). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι ένα ποσοστό των κώννων παραμένει κλειστό για μήνες ή ακόμα και για χρόνια (Sefik 1965, Neyisci 1993). Ένα εντυπωσιακό ποσοστό σπερμάτων παραμένει στην κόμη των δέντρων ως απόθεμα έναντι μιας καταστροφικής πυρκαγιάς.

Κατά τη διάρκεια του θερινού ηλιοστάσιου, όταν πραγματοποιούνται οι περισσότερες από τις ιδιαίτερα καταστρεπτικές πυρκαγιές, ένα μεγάλο μέρος των κώννων του *P. brutia* είναι είτε εντελώς είτε μερικώς κλειστό. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται από την πυρκαγιά, οι κώννοι εκρήγνυνται και ανοίγουν και μια μεγάλης κλίμακας διασπορά σπερμάτων λαμβάνει χώρα. Η ανθεκτικότητα των κώννων και των σπερμάτων *P. brutia* στη θερμότητα των πυρκαγιών είναι ζωτικής σημασίας. Ένα μεγάλο μέρος των σπερμάτων των πεύκων μπορεί να επιζήσει της πυρκαγιάς.

### Αρτίβλαστα :

Όσον αφορά στα πρώτα ηλικιακά στάδια των νέων ατόμων η αργή υπέργεια αύξηση (ακόμη και υπό τους εργαστηριακούς όρους) αντισταθμίζεται, με μια πολύ εντυπωσιακή αύξηση των ριζών. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί προσαρμοστικός μηχανισμός για την επιτυχή εγκατάσταση αρτιβλάστων, σε συνθήκες ανεπάρκειας ύδατος που είναι τυπικές στο μεσογειακό κλίμα. Είναι ενδεικτικό ότι το μέσο μήκος ρίζας στα 5-6 μηνών αρτίβλαστα είναι 50-65cm. Κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου αύξησης, η αύξηση βλαστών είναι αργή, ενώ το μήκος ρίζας είναι 5-10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του βλαστού. Μετά από την πρώτη περίοδο, η αύξηση βλαστών φαίνεται να επιταχύνεται (Boydak 1993). Η αναγέννηση στα μεσογειακά είδη πεύκων δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την πυρκαγιά. Τα είδη αυτά εγκαθίστανται σε περιοχές με μια γενικά λιγοστή φυτική κάλυψη και ιδιαίτερα

σε περιοχές όπου η παρουσία ανταγωνιστικών ειδών δεν είναι έντονη. Επομένως, στην περίπτωση των πυρκαγιών, η ηλιόφιλη φύση των ειδών εκμεταλλεύεται το "άνοιγμα" των βιότοπων που παράγονται από την πυρκαγιά μέσω μίας μεγάλης κλίμακας επαναποίκησης (Thanos 1999).

Μια σημαντική παράμετρος της ικανότητας μεταπυρικής αναγέννησης ενός δάσους πεύκων, ειδικά σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου η συχνότητα πυρκαγιάς είναι σχετικά υψηλή, είναι η χρονική διάρκεια των ατόμων των πεύκων που διαβιούν ως ανήλικα. Με άλλα λόγια, είναι μεγάλης σπουδαιότητας να γνωρίζουμε πότε τα νεαρά πεύκα, που είναι το αποτέλεσμα μίας μεταπυρικής ανάκτησης, μπαίνουν στο αναπαραγωγικό στάδιο και παράγουν τους πρώτους κώνους τους. Οι κώνοι περιέχουν τα σπέρματα και παράγονται σε ικανοποιητικούς αριθμούς, ώστε να εξασφαλίσουν, σε μια μεγάλη έκταση, την αναγέννηση των ειδών και του δάσους, σε περίπτωση μελλοντικής πυρκαγιάς.

### 3.5.3 Μεταπυρική φύτευση και εμφάνιση των αρτιβλάστων

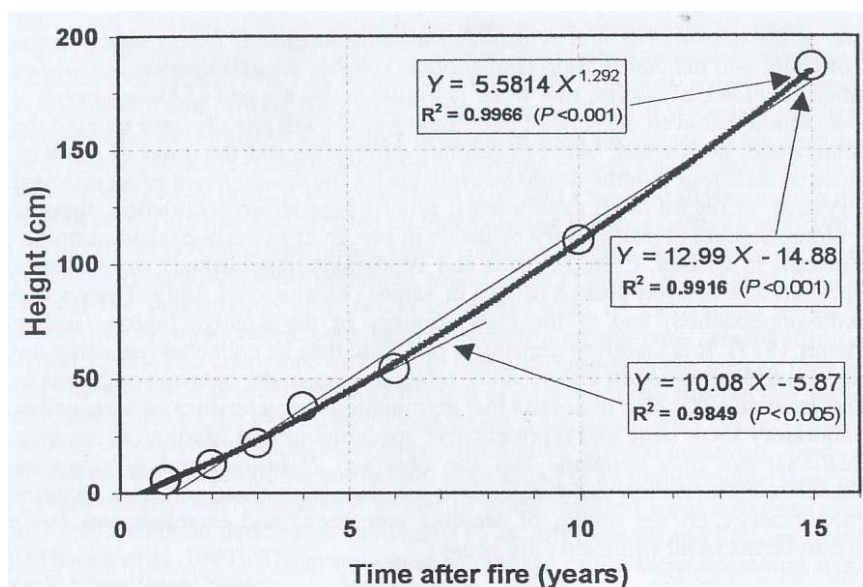
Η φύτευση αν είναι εφικτή καθ' όλη τη διάρκεια της βροχερής περιόδου του μεσογειακού τύπου κλίματος, γίνεται σε μικρότερο ποσοστό στις πιο χαμηλές θερμοκρασίες (Thanos και Skordilis 1987). Οι παρατηρήσεις πεδίου όσον αφορά στη φύτευση των σπερμάτων έδειξαν τα εξής: ένα αρχικό μικρό μέρος φυτρώνει κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, από Νοέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό φύτευσης παρουσιάζεται το Μάρτιο και τον Απρίλιο (Thanos et Al 1989, Eler και Senergin 1990).

### 3.5.4 Μεταπυρική αύξηση των πληθυσμών δενδρυλλίων πεύκων

Η κύρια περίοδος αύξησης διαρκεί από τα τέλη του χειμώνα μέχρι το τέλος της άνοιξης ή του πρώιμου καλοκαιριού όταν και οι θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές και η εδαφική υγρασία είναι επαρκής. Σε μια περίοδο αύξησης, η μελέτη των επιστημών μεταπυρικής αύξησης έχει δείξει ότι το ύψος ακολουθεί μια χαρακτηριστική σιγμοειδή καμπύλη. Η ετήσια αύξηση του

ύψους των αρτιβλάστων πεύκων (αφού ληφθούν υπόψη κάποια στοιχεία όπως οι διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και η θέση αναγέννησης) φαίνεται να ακολουθεί μια γραμμική πορεία σε διάφορες περιπτώσεις για τα 10 πρώτα μεταπυρικά έτη (Thanos και Marcou 1993, Spanos et al. 2000). Το παρακάτω σχέδιο επεξηγεί τη μεταπυρική αύξηση των δενδρυλλίων του *P.brutia* στο δάσος αναπαραγωγής της Σάμου, που κήκε το 1983. Από τις δύο καμπύλες που παρουσιάζονται είναι σαφές ότι παρατηρείται μια αύξηση μεταξύ των ηλικιών 6 και 10 ετών (αυτό συμπίπτει με την αρχή της λήξης της νεανικότητας).

**Γράφημα 3.3:** Μεταπυρική αύξηση των δενδρυλλίων *P. brutia* στη Σάμο, που κήκε το 1983. (Από Thanos et al. (1989), Thanos και Marcou (1991,1993 και αδημοσίευτα στοιχεία).

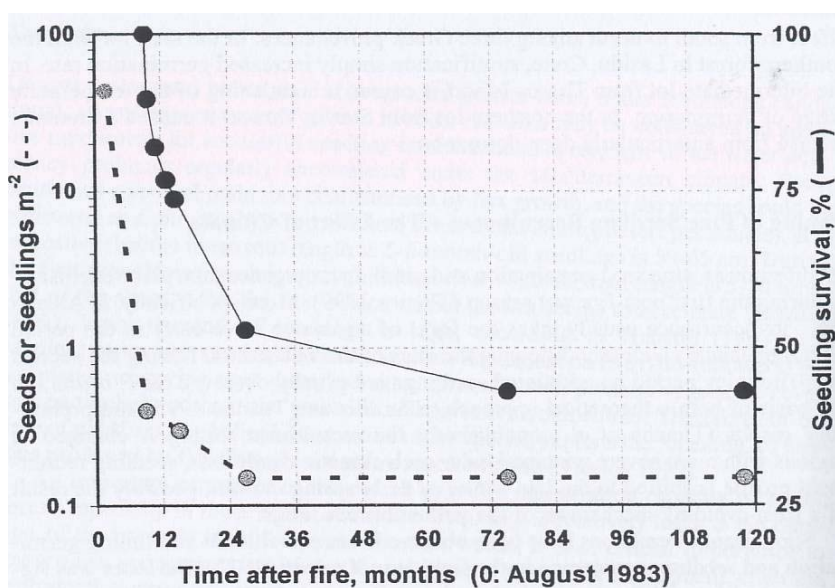


### 3.5.5 Επιβίωση και θνησιμότητα - κλίμα, χώμα και ανταγωνισμός

Ο χρόνος που χρειάζεται για να “νεκρωθούν” τα αρτίβλαστα πεύκων, φαίνεται να ακολουθεί μια αρνητικά ασυμπτωτική καμπύλη, σε ένα διάστημα 2-4 έτη μετά από την πυρκαγιά, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχέδιο (Thanos και Marcou 1993). Ακόμα διαπιστώθηκε ότι το πρώτο καλοκαίρι μετά την πυρκαγιά είναι η κρίσιμότερη περίοδος για την επιβίωση των αρτιβλάστων στο *P.brutia* (π.χ., Thanos et Al 1989). Μια άλλη κρίσιμη εποχή είναι η

πρώτη περίοδος βροχών, αμέσως μετά από την πυρκαγιά, όταν πραγματοποιούνται: η βλάστηση, η πρόωρη ανάπτυξη και η εγκατάσταση αρτιβλάστων.

**Γράφημα 3.4:** Σπέρματα πεύκων στο έδαφος (Οκτώβριος 1983) και πυκνότητα αρτιβλάστων για τη δεκαετή μεγάλη μεταπυρική περίοδο (ζωγραφισμένη με κουκίδες γραμμή). Η επιβίωση των αρτιβλάστων που εγκαταστάθηκαν ήδη μετά από την πρώτη περίοδο βροχών είναι διευκρινισμένη στη συνεχή γραμμή (δηλ., 100% της επιβίωσης αντιστοιχεί στον πληθυσμό αρτιβλάστων τον Μάιο του 1984). (Από Thanos et al. (1989), Thanos και Marcou (1991, 1993 και αδημοσίευτα στοιχεία)).



Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό γνώρισμα για τα μονοετή κ διετή αρτίβλαστα του *P.brutia* είναι η προφανής ανοχή τους στη βόσκηση. Στην περίπτωση των πυρκαγιών της Σάμου, ένα μάλλον μεγάλο μέρος των αρτιβλάστων βρέθηκε βοσκημένο. Η επιβίωση και η αποκατάσταση των βοσκημένων αρτιβλάστων επιτεύχθηκε (σε έναν άγνωστο βαθμό) με την αύξηση ενός ή δύο πλευρικών μίσχων που είχαν μια αρνητική επίπτωση στη μορφή αρτιβλάστων και δέντρων (Thanos et al. 1989). Εντούτοις παρά την έλλειψη βασικών στοιχείων, ο κυριότερος λόγος της θνησιμότητας των αρτιβλάστων, θεωρείται η θερινή ξηρασία. Σχεδόν όλα τα αρτίβλαστα που δεν επιζούν βρίσκονται συνήθως ξηρά αλλά άθικτα (Spanos 1994, Spanos et Al 2000).



### 3.5.6 Συγκεντρωτικά για το *Pinus brutia*

Η φυσική αναγέννηση του *P.brutia* ολοκληρώνεται αποκλειστικά από τα σπέρματα και ενισχύεται από διάφορες προσαρμογές στην πυρκαγιά. (1) Οι κώνοι είναι πυρανθεκτικοί, κατά συνέπεια τα περισσότερα σπέρματα επιζούν μέσα στους κώνους και διαδίδονται από τον αέρα αμέσως μετά από την πυρκαγιά. (2) Τα σπέρματα μπορούν να βλαστήσουν καθ' όλη τη διάρκεια της υγρής περιόδου. (3) Η ηλιόφιλη φύση και η φύτευση σπερμάτων και η εγκατάσταση αρτιβλάστων ενισχύεται με το άνοιγμα των βιοτόπων μετά από την πυρκαγιά. (4) Τα αρτίβλαστα παρουσιάζουν ιδιαίτερη ανοχή στην ξηρασία και μόλις εγκατασταθούν, η πιθανότητα επιβίωσής τους είναι αρκετά υψηλή. Η μέση πυκνότητα των αρτιβλάστων πεύκων που μετρείται σε διάφορες περιπτώσεις είναι αρκετά υψηλή, ώστε να εγγυάται την πλήρη αποκατάσταση των περισσότερων καμένων περιοχών. (5) Η εντυπωσιακά σύντομη νεανική φάση που οδηγεί σε μια πρόωρη παραγωγή κώνων και σπόρου εξασφαλίζει, σε μια μεγάλη έκταση, την αναγέννηση σε περιπτώσεις όπου η συχνότητα πυρκαγιάς είναι σχετικά υψηλή. Φυσικά, υπάρχουν διάφορες εξαιρετικές περιπτώσεις όπου η μεταπυρική αναγέννηση δεν είναι επαρκής, όπως στις απότομες κλίσεις ή τα φτωχά εδάφη, που επηρεάζονται από τη διάβρωση. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στη μη αποκατάσταση του δάσους πεύκων είναι: η βόσκηση, οι συνεχείς πυρκαγιές και η ανθρώπινη "διαχείριση".

### **3.6 Γενικά για το *Pistacia lentiscus***

Το είδος *Pistacia lentiscus* ονομάζεται σχίνος, ανήκει στο γένος *Pistacia*, και εμφανίζει αρκετές παραλλαγές όσον αφορά στην ονομασία του. Παραδείγματα αποτελούν οι ονομασίες σκίνος, σκινάρι, πιξάρι (Μπελλές, 2006). Είναι ένας από τους πιο γνωστούς θάμνους παγκοσμίως, λόγω του προϊόντος που παράγεται, της μαστίχας. Φύεται μόνο στο νότιο τμήμα της Χίου, στη νοητή γραμμή Θυμιανά-Λιθί.(Διεθνές Συμπόσιο, 1997)



**Εικόνα 3.2 :** Άτομο του είδους *Pistacia lentiscus*

#### **3.6.1 Βοτανικοί χαρακτήρες του φυτού**

Στο γένος *Pistacia* ανήκουν θάμνοι ή δένδρα, φυλλοβόλα και αειθαλή, όπως ο σχίνος, που περιέχει χυμό ρυτινώδη, μαστιχώδη, πλούσιο σε τερεβινθίνη και ανήκει στην οικογένεια Anacardiaceae. Αποτελεί κύριο στοιχείο της Μακκίας βλάστησης στην κατώτερη ζώνη των παραμεσόγειων περιοχών (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, 1995). Χαρακτηριστικά του σχίνου, που βοηθούν στη συστηματική του κατάταξη, αποτελούν τα εξής :

Βασίλειο	Φυτό
Διαίρεση	Σπερματόφυτο
Υποδιαίρεση	Αγγειόσπερμα
Κλάση	Magnoliatae
Τάξη	Sapindales
Οικογένεια	Anacardiaceae
Γένος	Pistacia
Είδος	lentiscus

### 3.6.2. Μορφολογικοί χαρακτήρες του φυτού

Είναι φυτό δίοικο, δηλαδή τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη απαντώνται με μορφή μικρών και πυκνών ταξιανθιών σε διαφορετικά άτομα-φυτά (Μπελλές, 2006). Είναι θάμνος βραδείας ανάπτυξης, αειθαλής, μακρόβιος και έχει χαρακτηριστικό άρωμα. Αναπτύσσεται με βραδείς ρυθμούς, βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη μετά το πέρας σαράντα με πενήντα χρόνων, ενώ μετά τα εβδομήντα χρόνια, αρχίζει η παρακμή του. Βέβαια, έχουν αναφερθεί και σχίνοι ηλικίας άνω των εκατό ετών, έως και διακοσίων (Πέρικος, 1995).

Το ύψος του μπορεί να φθάσει έως και τα πέντε μέτρα, συνηθέστερα όμως κυμαίνεται στα δύο με τρία μέτρα (Μπελλές, 2006). Ο κορμός δεν είναι ευθύς και έχει χρώμα σταχτί στα νεαρά άτομα, ενώ στα ηλικιωμένα δένδρα σταχτόμαυρο, με ακανόνιστες πλάκες (ρυτίνες-ρυκνίδες), παρόμοιες με αυτές του πεύκου, που δεν ξεκολλούν εύκολα από τον κορμό.

Ο φλοιός είναι σχετικά μαλακός, και στα νεαρά άτομα, αλλά και τους κλάδους νεαρής ηλικίας, είναι λείος, ελαφρώς γυαλιστερός με ροδοπράσινο χρώμα. Στα ηλικιωμένα δένδρα ο φλοιός καθίσταται ρικνός, μελανοερυθρωπός (Σαββίδης, 2000).

Έχει κόμη σφαιρική, μάλλον κανονική, ενώ το ριζικό σύστημα είναι ισχυρό, πηγαίνει επιπόλαια και μπορεί να φθάσει σε βάθος μέχρι τρία μέτρα, ενώ το μήκος μπορεί να φθάσει και τα είκοσι μέτρα. Τα φύλλα του είναι σύνθετα με τρία-τέσσερα ζεύγη φυλλαρίων, πότε αζυγώς και πότε ζυγώς, πτερωτά σε σκούρο πράσινο χρώμα (Μπελλές, 2006). Τα φυλλάρια είναι

επιμήκη και σκληρά με λεία εφυμενίδα, εξαιτίας παχέως κηρώδους υποστρώματος (Σαββίδης, 2000).



**Εικόνα 3.3 :** Σχεδιαστική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών του είδους *Pistacia lentiscus*

Τα άνθη φέρονται σε διετές ξύλο σε σταχυοφόρους βότρεις. Ο ανθικός τύπος είναι  $K_5\Sigma_0A_5\Gamma_0$ , κάτι που σημαίνει πως στα αρσενικά δένδρα κάθε άνθος αποτελείται από πέντε σέπαλα και πέντε στήμονες. Στα θηλυκά δένδρα κάθε άνθος αποτελείται από τρία, τέσσερα σέπαλα και τον ύπερο. Ο ύπερος αποτελείται από την ωθήκη και τρεις στύλους με στίγματα (με ανθικό τύπο  $K_{3-4}\Sigma_0A_0\Gamma_3$ ). Στην αρχή της άνθησης, τα άνθη έχουν ανοιχτό κίτρινο χρώμα, που μετέπειτα γίνεται πιο σκούρο. Οι μασχάλιαις ή επάκριες ταξιανθίες εμφανίζονται στα μέσα Μαρτίου και η άνθηση ολοκληρώνεται κατά τις αρχές Απριλίου (Πέρικος, 1995).

Ο καρπός είναι μικρή δρύπη(3-4mm), σφαιρική, σχεδόν ξερή. Έχει χρώμα ερυθρό που μαυρίζει κατά την ωρίμανση, κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου (Βασιλάκης, 1989). Το φυτό που καλλιεργείται είναι

αρσενικό(καρπόσχινος) και δίνει την καλύτερης ποιότητας μαστίχα, σε σχέση με το θηλυκό φυτό, που συναντάται σπάνια (Μπελλές, 2006).

### 3.6.3. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις Μαστιχοχώρων

Ο σχίνος συναντάται στη φύση ως δασικός θάμνος και ευδοκμεί σε ορεινές, άγονες και πετρώδεις περιοχές. Τα εδάφη που χρειάζεται πρέπει να είναι στραγγερά, να μη νεροκρατούν, ασβεστολιθικά(20-50%  $\text{CaCO}_3$ ), πυριτικά και ηφαιστειογενή.

Σε συνθήκες περίσσειας υγρασίας υποφέρει, και σε εδάφη που έχουν κακό αερισμό και στράγγιση δεν μπορεί να επιβιώσει για πολλά χρόνια. Οι απαιτήσεις του σε νερό είναι κανονικές, ενώ αν υποστεί συνθήκες παρατεταμένης ξηρασίας, πέφτει η απόδοσή του. Ιδανικό κλίμα αποτελεί το εύκρατο, κάτι που στη Χίο υπάρχει, καθώς παρουσιάζονται ήπιοι χειμώνες με μέτριες θερμοκρασίες, σπάνιες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αλλά και μεγάλη ηλιοφάνεια σε όλη τη διάρκεια του έτους. Σε περίπτωση παγετού, το φυτό «καίγεται», καθώς είναι πολύ ευαίσθητο σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας.(Βασιλάκης, 1989)

Σε περίπτωση καύσωνα, παρουσιάζονται προβλήματα κατά την έκκριση της μαστίχας, με συνέπεια να παρουσιάζεται μειωμένη παραγωγή. Ευνοϊκή συνθήκη θεωρείται η ύπαρξη βόρειων ανέμων, καθώς μέσα σε 10-15 μέρες μετά την εκροή μαστίχας, επιταχύνουν το πήξιμο της. Υγροί, νότιοι άνεμοι επιταχύνουν την έκκριση της, αλλά καθυστερούν το πήξιμό της. Κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, και συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του στεγνώματος, οι βροχοπτώσεις είναι επιβλαβείς. Βέβαια, οι ζημιές εξαρτώνται από την ένταση και τη διάρκεια των βροχοπτώσεων και από το στάδιο της παραγωγής.

#### 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή Χαραμίδα (Χ 39°01'08.07", Υ 26°34' 15.57") κατά τη διάρκεια του Ιουλίου, καθώς και της πρώτης εβδομάδας του Αυγούστου. Η συγκεκριμένη περιοχή υπέστη τις συνέπειες της μεγάλης πυρκαγιάς του 2006, κι αυτός είναι ο λόγος που επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης αρχικά για την πραγματοποίηση μετρήσεων στα πλαίσια της πτυχιακής διατριβής μεταπτυχιακής φοιτήτριας το έτος 2007. Η παρούσα εργασία αποτελεί κατά κάποιο τρόπο το συνδετικό κρίκο, προσπαθώντας αντίστοιχα να απαντήσει στα ερωτήματα που τίθενται, καθώς και να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα, με βάση την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και την αλλαγή παραγόντων, όπως η τεχνητή αναδάσωση.

Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες οριοθετήθηκαν εκατέρωθεν του δρόμου, με βάση αυτές του έτους 2007. Βασική διαφορά των δειγματοληπτικών επιφανειών αποτελεί πως στο πάνω μέρος του δρόμου η ηλικία και η πυκνότητα των συστάδων *Pinus brutia* ήταν μικρότερη από αυτές της κάτω πλευράς πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς. Στην περιοχή μετρήσεων παρατηρήθηκαν επίσης επιπλέον φυτικά είδη, κυρίως *Cistus*, αλλά και είδη της οικογένειας *Asteraceae* και ψυχανθή (*Fabaceae*). Η πυκνή κάλυψη που παρατηρείται έχει ως συνέπεια τον ανταγωνισμό των αρτιβλάστων πεύκων με τα πολυάριθμα σπορόφυτα *Cistus*. Σημαντικό ρόλο επίσης παίζει η διαθεσιμότητα του νερού από τις βροχοπτώσεις, παράγοντας που μπορεί να εξελιχθεί σε περιοριστικό, σε συνθήκες ξηρασίας, καθώς τα αρτίβλαστα δεν μπορούν να αντέξουν.



**Εικόνα 4.1 :** Παράδειγμα δειγματοληπτικής επιφάνειας οριοθετημένο με λευκή ταινία

Η πάνω επιφάνεια είχε πιο αραιά βλάστηση σε σχέση με την κάτω, κάτι που αποτελεί κι ένα από τους παράγοντες μελέτης. Έτσι, η μελέτη επαναλήφθηκε στις δειγματοληπτικές επιφάνειες που είχαν οριοθετηθεί κατά το έτος 2007, δηλαδή είκοσι από την πάνω μεριά και είκοσι από την κάτω πλευρά του δρόμου. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες έχουν διαστάσεις 10x10m και τέσσερις από αυτές είναι κάθετες, ενώ πέντε από αυτές παράλληλες με την κλίση της εκάστοτε πλαγιάς.

Τα είδη που παρατηρήθηκαν κυρίως στην περιοχή μελέτης ήταν το *Pinus brutia* και το *Pistacia lentiscus*. Μετρήθηκε το ύψος τους, ενώ ταυτόχρονα καταμετρήθηκε ο αριθμός των ατόμων που παρουσιάζονταν σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια.



**Εικόνα 4.2 :** Μέτρηση ύψους ατόμου *Pinus brutia*

Μετρήθηκαν επίσης η περίμετρος του φυλλώματος για τα άτομα που ξεπερνούσαν τα 130 cm σε ύψος, καθώς και την κορυφή (crown) για τα άτομα του είδους *Pistacia lentiscus*, στοιχείο που καταχωρήθηκε αρχαικά και δεν λήφθηκε υπ' όψη όσον αφορά στη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων.

Έγινε προσπάθεια να βρεθούν όλα τα άτομα που είχαν χαρακτηριστεί ως ζωντανά το 2007 και να τοποθετηθεί εκ νέου καρτελάκι με στοιχεία που επιδεικνύουν τον αριθμό της δειγματοληπτικής επιφάνειας, αλλά και του συγκεκριμένου ατόμου.

Στην περιοχή από την επάνω πλευρά του δρόμου, παρατηρήθηκε πως πραγματοποιήθηκε αναδάσωση με το είδος *Pinus brutia*. Στην πορεία των μετρήσεων, επίσης παρατηρήθηκε ο τρόπος ποτίσματος των φυτεμένων πεύκων. Καταμετρήθηκαν και τα αναδασωμένα άτομα και αποφασίστηκε να γίνει μια πρώτη προσπάθεια σύγκρισης της αναδάσωσης με τη φυσική αναγέννηση.



## **5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε έγινε με σκοπό τον καθορισμό της σημαντικότητας συγκεκριμένων παραγόντων που εξετάστηκαν. Χρησιμοποιήθηκαν στατιστικά προγράμματα, με δυνατότητα ανάλυσης των πρωτογενών δεδομένων που ελήφθησαν από το πεδίο μετρήσεων. Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι παράγοντες οι οποίοι μελετώνται έχουν να κάνουν με την τοποθεσία, την πυρκαγιά, την πρακτική της αναδάσωσης, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο οι παραπάνω παράγοντες αλληλεπιδρούν. Στις παραγράφους που ακολουθούν εξετάζονται ξεχωριστά οι παράγοντες, σε αντιστοιχία με τα ερωτήματα που τέθηκαν για να πραγματοποιηθεί με σαφήνεια η στατιστική επεξεργασία, αλλά και για να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα.

### **1. Διαφορά αναγέννησης ανάμεσα στις δειγματοληπτικές επιφάνειες που βρίσκονται από την πάνω και την κάτω πλευρά του δρόμου**

Ο σκοπός της σύγκρισης μεταξύ των δειγματοληπτικών επιφανειών που βρίσκονται από την επάνω μεριά και αυτών που βρίσκονται από την κάτω μεριά του δρόμου σχετίζεται με την πιθανή διαφοροποίησή τους λόγω διαφορετικής ιστορίας των συστάδων. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες της πάνω πλευράς του δρόμου υποστηρίζουν πολύ ανοικτές κοινότητες, με σποραδικές εμφανίσεις ατόμων κυρίως μικρού ύψους (<1m). Δηλαδή λίγα άτομα τα οποία έφτασαν στη φάση παραγωγής αναγεννητικού υλικού. Οι κάτω δειγματοληπτικές επιφάνειες σε αντίθεση είχαν πολλά ψηλά άτομα και λογικά πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα αναγεννητικού υλικού.

Προκειμένου να συγκρίνουμε διαφορές στη μέση πυκνότητα αναγέννησης μεταξύ των πάνω και των κάτω δειγματοληπτικών επιφανειών, ελέγχουμε αρχικά αν οι πυκνότητες ακολουθούν κανονική κατανομή.

Χρησιμοποιώντας τον έλεγχο Shapiro Wilk test παρατηρούμε ότι τα δεδομένα πυκνότητας της αναγέννησης και για τα δύο είδη δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή (Πίνακας 5.1)

**Πίνακας 5.1 :** Έλεγχος κανονικότητας για τις πυκνότητες των *Pinus brutia* και *Pistacia lentiscus*

Είδος	W	p-value
<i>Pinus brutia</i>	0.6725	<0.001
<i>Pistacia lentiscus</i>	0.7295	<0.001

Χρησιμοποιούμε μη παραμετρικό έλεγχο και για τις δυο περιπτώσεις και συγκεκριμένα τον μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis.

Για το είδος *Pinus brutia* εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στην πυκνότητα αναγέννησης μεταξύ των πάνω και των κάτω δειγματοληπτικών επιφανειών: (Kruskal-Wallis chi-squared = 13.3522, df = 1, p-value <0.001), κάτι που σημαίνει πως αναγεννάται πιο δυναμικά στις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την κάτω πλευρά του δρόμου.

Αντίθετα για το είδος *Pistacia lentiscus* δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά: (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.403, df = 1, p-value = **0.5255**,  $p > 0.05$ ).

Για το έτος 2008 τοποθετούνται σε πίνακα οι μέσες τιμές του ύψους και του αριθμού ατόμων για κάθε είδος και για κάθε τοποθεσία ανάλογα με την πλευρά του δρόμου. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες της κάτω πλευράς του δρόμου υποστήριζαν περίπου διπλάσιο μέσο αριθμό ατόμων, σε σχέση με τις αντίστοιχες της πάνω πλευράς για το έτος 2007, χωρίς σημαντική διαφοροποίηση ως προς το ύψος τους. (Πίνακας 5.2 & 5.3, Γράφημα 5.1)

**Πίνακας 5.2 :** Μέσος όρος ύψους και αριθμού ατόμων για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την κάτω πλευρά του δρόμου για το 2008

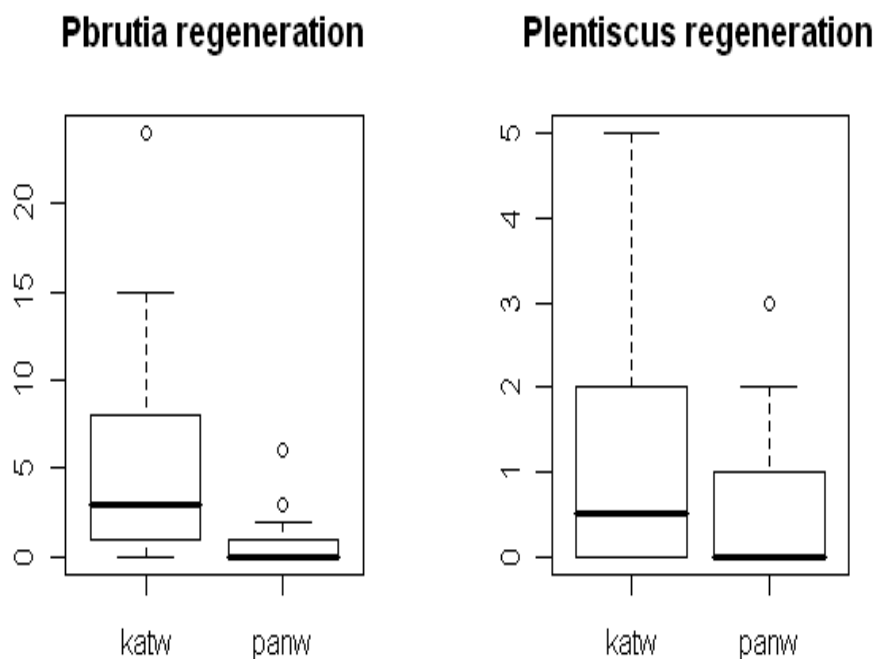
	<i>Pinus brutia</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<b>Ύψος(m)</b>	0.112	0.696
<b>Αριθμός ατόμων</b>	5.65	1.25

Αντίστοιχα για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου θα έχουμε :

**Πίνακας 5.3 :** Μέσος όρος ύψους και αριθμού ατόμων για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου για το 2008

	<i>Pinus brutia</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<b>Ύψος(m)</b>	0.395	0.79
<b>Αριθμός ατόμων</b>	0.7	0.75

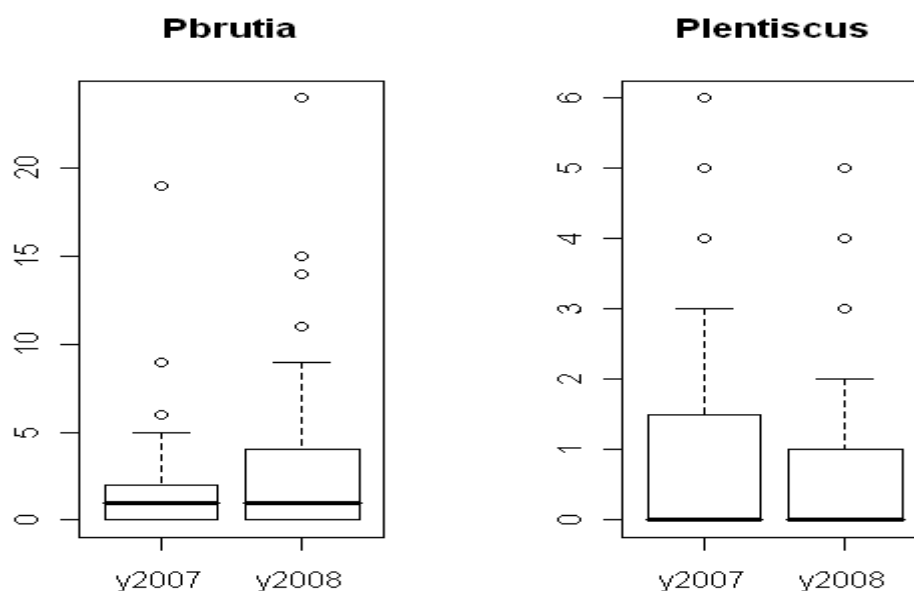
**Γράφημα 5.1 :** Σύγκριση πυκνότητας αναγέννησης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για κάθε είδος ανάλογα με θέση των δειγματοληπτικών επιφανειών ως προς το δρόμο



## 2. Διαφορά αναγέννησης ανάμεσα στα έτη 2007 και 2008

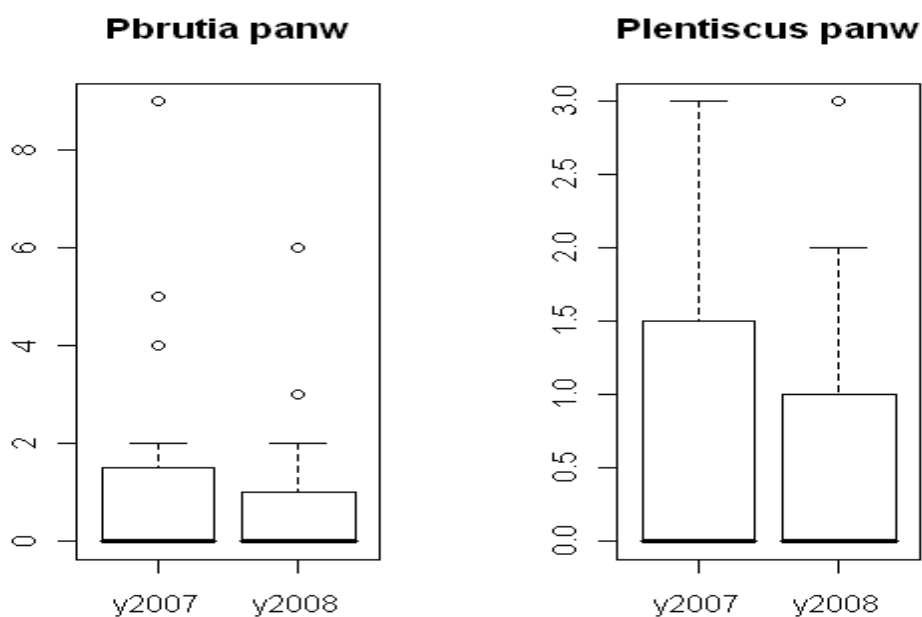
Ο μη παραμετρικός έλεγχος έδειξε πως δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών ούτε για το *Pinus brutia* (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.0046, df = 1, **p-value = 0.3162 > 0,05**), αλλά ούτε και για το *Pistacia lentiscus* (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0018, df = 1, **p-value = 0.9664 > 0,05**) (Γράφημα 5.2)

**Γράφημα 5.2 :** Πυκνότητα αναγέννησης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών για κάθε είδος ανάλογα με την χρονιά



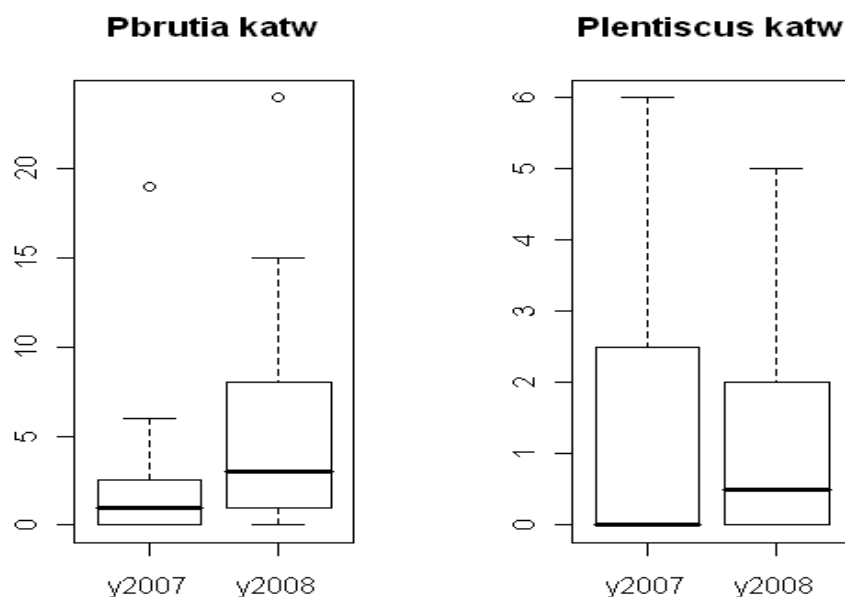
Ο μη παραμετρικός έλεγχος για τα δεδομένα των πάνω δειγματοληπτικών επιφανειών έδειξε πως δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ετών ούτε για το *Pinus brutia* (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.2385, df = 1, **p-value = 0.6253 > 0,05**), αλλά ούτε και για το *Pistacia lentiscus* (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0109, df = 1, **p-value = 0.9167 > 0,05**), κάτι που αποτυπώνεται στο γράφημα 5.3

**Γράφημα 5.3 :** Πυκνότητα αναγέννησης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες που βρίσκονται από την πάνω μεριά του δρόμου για κάθε είδος ανάλογα με την χρονιά



Ο μη παραμετρικός έλεγχος για τα δεδομένα των κάτω δειγματοληπτικών επιφανειών έδειξε πως παρουσιάζεται διαφορά μεταξύ των δύο ετών, και συγκεκριμένα παρουσιάζονται περισσότερα άτομα τη δεύτερη χρονιά, για το *Pinus brutia* (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.2385, df = 1, **p-value = 0.6253 > 0,05**), ενώ για το *Pistacia lentiscus* δεν παρουσιάζεται διαφορά μεταξύ των δύο ετών (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0078, df = 1, **p-value = 0.9295 > 0,05**), κάτι που αποτυπώνεται στο γράφημα 5.4

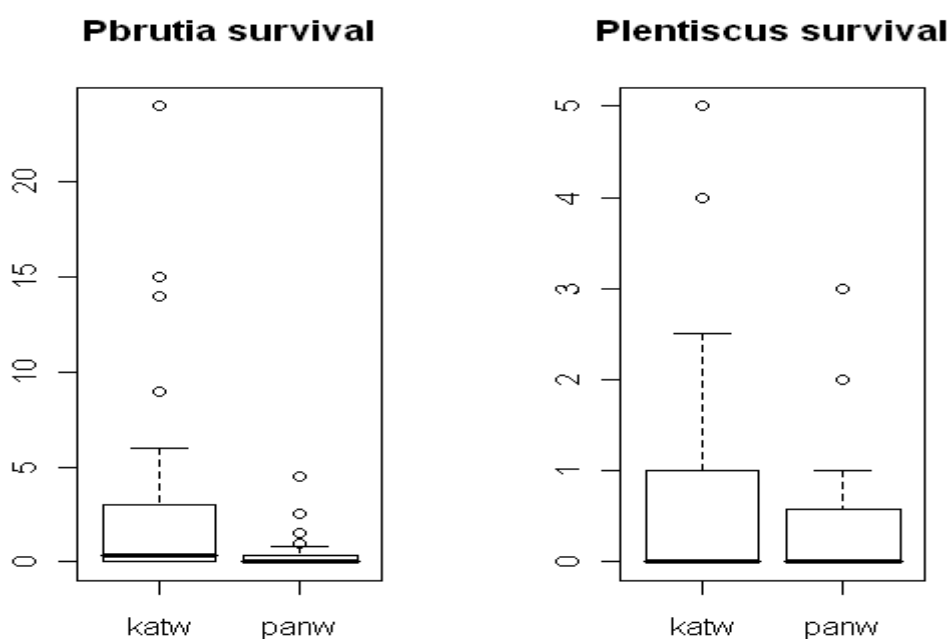
**Γράφημα 5.4 :** Πυκνότητα αναγέννησης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την κάτω πλευρά του δρόμου για κάθε είδος ανάλογα με την χρονιά



Υπολογίζουμε το λόγο των ζώντων ατόμων που κατεγράφησαν τις δύο χρονιές και έχουμε μια εικόνα για τη μέση θνησιμότητα ανά συστάδα και χρονιά.

Συγκρίνουμε τους λόγους ανά τοποθεσία (συνολικά και για τις δυο χρονιές) και για το *Pinus brutia* φαίνεται πως η τοποθεσία παίζει σημαντικό ρόλο ως προς τη θνησιμότητα, με το συγκεκριμένο είδος να παρουσιάζει μεγαλύτερη θνησιμότητα στις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου (Kruskal-Wallis chi-squared = 13.5104, df = 1, p-value **<0.001**), ενώ για το *Pistacia lentiscus* δεν παρουσιάζεται κάποια διαφορά μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών επιφανειών (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.0275, df = 1, p-value = **0.3107 > 0.05**) (γράφημα 5.5)

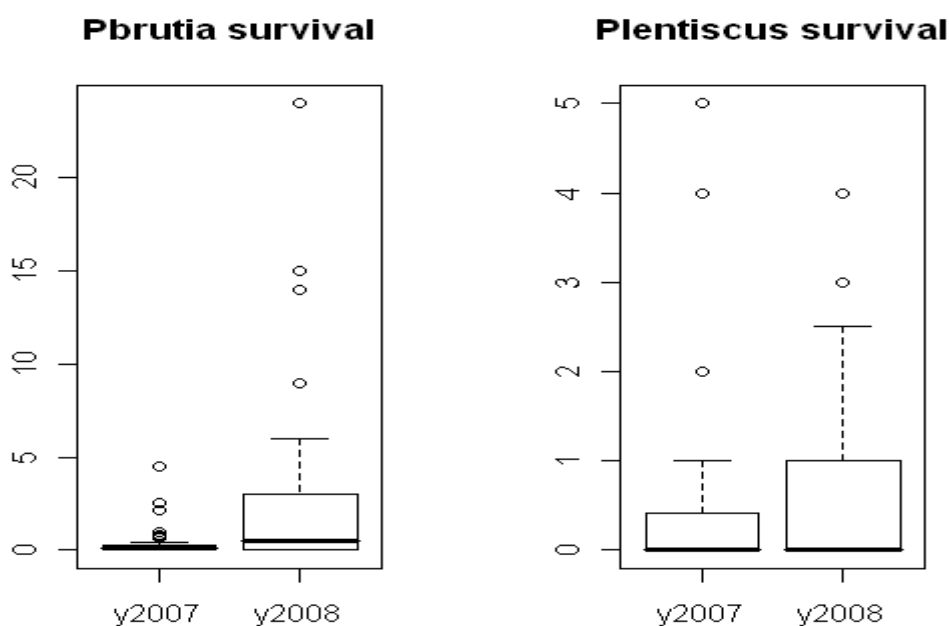
**Γράφημα 5.5 :** Σύγκριση ποσοστού επιβίωσης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για κάθε είδος ανάλογα με την τοποθεσία εμφάνισης του και για τις δύο χρονιές.



Στη συνέχεια συγκρίνουμε τους λόγους των ατόμων που επιβίωσαν με τα νεκρά άτομα ανά χρονιά, συνολικά και για τις δύο τοποθεσίες.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος για το *Pinus brutia* (Kruskal-Wallis chi-squared = 4.1745, df = 1, p-value = **0.04104 < 0.05**) και για το *Pistacia lentiscus* (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.2165, df = 1, p-value = **0.2701 > 0.05**), δείχνουν πως τη δεύτερη χρονιά έχουμε γενικά υψηλότερη πυκνότητα αναγέννησης.(γράφημα 5.6)

**Γράφημα 5.6 :** Πυκνότητα αναγέννησης (άτομα/100m<sup>2</sup>) για όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες ανά είδος ανάλογα με την χρονιά

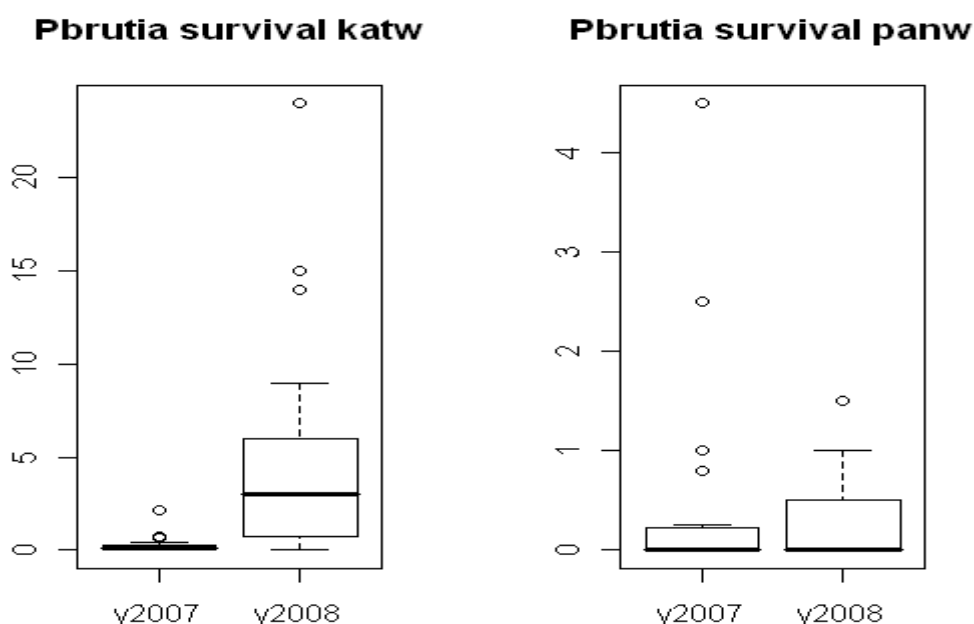


Στη συνέχεια θα γίνει σύγκριση μεταξύ των δύο ετών, μόνο για τα *Pinus brutia*, αρχικά στις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την κάτω, και έπειτα, στις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την επάνω μεριά του δρόμου.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος δείχνει πως οι συστάδες της κάτω πλευράς του δρόμου έχουν υψηλότερη συνολική επιβίωση (Kruskal-Wallis chi-squared = 12.0021, df = 1, p-value <0.001). Για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου δεν παρουσιάζεται κάποια διαφορά (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0677, df = 1, p-value = 0.7948 > 0,05)(γράφημα 5.7)



**Γράφημα 5.7 :** Σύγκριση επιβίωσης ανά τοποθεσία για το *Pinus brutia* ανάλογα με την χρονιά

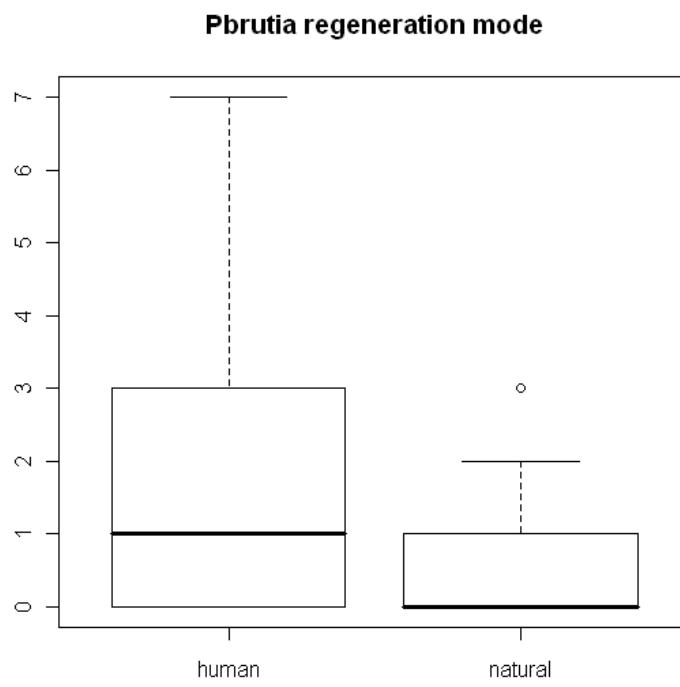


### **3. Σύγκριση της αναδάσωσης με τη φυσική αναγέννηση μόνο για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου**

Στο συγκεκριμένο ερώτημα θα υπολογίσουμε τη διαφορά των επιζώντων ατόμων μεταξύ των δύο ετών. Ο υπολογισμός αυτός θα γίνει και για τη φυσική αναγέννηση (Pbrutia alive 07- Pbrutia alive 08, εκτός των ατόμων από τις αναδασώσεις), αλλά και για την αναδάσωση (πόσα άτομα που φυτεύτηκαν παρέμειναν ζωντανά ως το τέλος του έτους 2008).

Στον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε για την κανονικότητα των μεταβλητών, η μεταβλητή που αφορά τη φυσική αναγέννηση δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή (**p-value = 0,014 < 0,05**), ενώ αντίθετα για την αναδάσωση ακολουθεί την κανονική κατανομή (**p-value = 0,162 > 0,05**). Ο αριθμός των επιζώντων ατόμων δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ φυσικής αναγέννησης και αναδάσωσης (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.4533, df = 1, p-value = **0.06312**) (Γράφημα 5.8)

**Γράφημα 5.8 :** Σύγκριση φυσικής-τεχνητής αναδάσωσης(άτομα/100m<sup>2</sup>) για το *Pinus brutia*



## **6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία είχε ως στόχο μελέτης την αναγέννηση της πεύκης *Pinus brutia* και του σχίνου *Pistacia lentiscus* μετά από επικόρυφη πυρκαγιά που υπέστη η περιοχή της Χαραμίδας. Η εργασία επικεντρώθηκε στους παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα της αναγέννησης, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στον παράγοντα τοποθεσία, αλλά και συγκρίνοντας τα δεδομένα δύο διαδοχικών ετών (2007 και 2008) μετά την εμφάνιση πυρκαγιάς. Παράλληλα, για τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από την πάνω πλευρά του δρόμου, θέση που επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί τεχνητή αναδάσωση, έγινε προσπάθεια να εξαχθούν τα πρώτα χρήσιμα συμπεράσματα από τη σύγκριση φυσικής αναγέννησης και αναδάσωσης.

**(1)** Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για να μελετηθεί η διαφορά αναγέννησης μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών επιφανειών (πάνω-κάτω πλευρά του δρόμου) φαίνεται ότι η τοποθεσία ασκεί μεγάλη επίδραση στην αναγέννηση των πεύκων: Ο πληθυσμός του *Pinus brutia* είναι μεγαλύτερος στην κάτω πλευρά του δρόμου σε σχέση με την πάνω πλευρά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στις επιφάνειες της κάτω πλευράς του δρόμου, τα *P.brutia* βρίσκονταν σε μεγαλύτερη ηλικία και σε μεγαλύτερη πυκνότητα σε σχέση με την πάνω πλευρά πριν την φωτιά, καθώς και στο ότι η κλίση του εδάφους είναι μικρότερη σε αυτές.

Η άνω πλευρά έχει καλυφτεί κυρίως από είδη *Cistus* και συμπληρωματικά από είδη της οικογένειας *Asteraceae* και *Fabaceae* που διαμορφώνουν μια πυκνή κάλυψη. Συνεπώς, παρατηρείται έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των αρτιβλάστων πεύκης με τα πολυάριθμα σπορόφυτα *Cistus*.

Από την στατιστική ανάλυση με τα δεδομένα που προκύπτουν μετά τη φωτιά καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός της *Pistacia lentiscus* δεν επηρεάζεται από την τοποθεσία των δειγματοληπτικών επιφανειών. Αυτό

οφείλεται στο ότι το *Pistacia lentiscus* παραμένει στο τοπίο που προϋπήρχε, σύμφωνα με την οικολογία του είδους και δεν αφανίζεται εξαιτίας της πυρκαγιάς.

**(2)** Για το *Pinus brutia* εμφανίζεται υψηλότερη πυκνότητα αναγέννησης στο σύνολο των επιφανειών τη δεύτερη χρονιά, σε σχέση με την πρώτη, κυρίως λόγω των υψηλότερων τιμών πυκνότητας αναγέννησης των επιφανειών της κάτω πλευράς του δρόμου. Επιπρόσθετα, οι επιφάνειες της κάτω πλευράς του δρόμου εμφάνισαν υψηλότερη συνολική επιβίωση ατόμων πεύκης τη δεύτερη χρονιά (2008). Επομένως, πάλι επιβεβαιώνεται ότι οι επιφάνειες της κάτω πλευράς αποτελούν ευνοϊκότερες περιοχές αναγέννησης.

**(3)** Η στατιστική επεξεργασία έδειξε πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των ατόμων που έχουν επιβιώσει μεταξύ των φυσικά αναγεννηθέντων ατόμων και των ατόμων που έχουν φυτευτεί. Παρόλα αυτά για το συγκεκριμένο ζήτημα, απαιτείται περαιτέρω έρευνα και κατά τα επόμενα έτη για πιο σαφή συμπεράσματα.

Σημαντικό στοιχείο για τη συγκεκριμένη ανάλυση αποτελεί ο τρόπος ποτίσματος των φυτεμένων πεύκων, που πραγματοποιόταν με μικρό τρακτέρ, το οποίο όμως διέσχιζε τις δειγματοληπτικές επιφάνειες, με γνώμονα τη θέση των φυτεμένων ατόμων, και όχι τη θέση των φυσικά αναγεννηθέντων ατόμων, τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις δεν φαίνονταν, καθώς για κάποια από αυτά το ύψος δεν ξεπερνούσε τα 5 εκ.

Επίσης σημαντικό στοιχείο φαίνεται να είναι κι αυτό του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτεμένων πεύκων με τα φυσικά αναγεννηθέντα άτομα (πεύκα και σχίνους). Μια πρώτη μέτρηση και ανάλυση έγινε, αλλά θα πρέπει να συνεχιστεί, καθώς είναι πολύ κρίσιμο να αποφασιστεί ποια είναι η μέθοδος η οποία θα βοηθήσει ένα δάσος να επανέλθει από μία καταστροφική πυρκαγιά.

## **7. Βιβλιογραφία**

**Αβτζής, 2000.** Σημειώσεις Δασοπροστασία ΙΙ. ΤΕΙ Δράμας, Τμήμα Διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος

**Βασιλάκης, Τ. 1989.** Διερεύνηση της μαστιχοκαλλιέργειας στην γεωργική ανάπτυξη του νομού Χίου. Διπλωματική εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

**Βέργος, Στ. 2000.** Σημειώσεις Δασικής Οικολογίας. ΤΕΙ Καρδίτσας, Τμήμα Διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος

**Διεθνές Συμπόσιο, 3-5 Οκτωβρίου 1997.** Η μαστίχα της Χίου παράδοση και σύγχρονες πρακτικές. Υπουργείο Αιγαίου

**Μπελλές, Χρ. 2006.** Το Νησί Μαστίχα. Εκδόσεις Ελληνικά γράμματα, Αθήνα

**Ντάφης, Σπ. 1986.** Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Παχούδη-Παπούλη, Θεσσαλονίκη

**Πέρικος, Ι. 1995.** Η μαστίχα της Χίου. 3<sup>η</sup> Έκδοση, Χίος

**Σαββίδης, Θ. 2000.** Το μαστιχόδενδρο της Χίου. Εκδόσεις Αδελφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη

**Arianoutsou, M. 2002.** Ecological indicators of post-fire resilience in *Pinus halepensis* forests. Από: Ne'eman, G. and Trabaud, L., Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher.

**Arianoutsou, M. and Ne'eman, G. 2000.** Post-fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the East Mediterranean Basin. Από: Ne'eman, G. and Trabaud, L., Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher, pp. 269-289.

**Bazzaz, F. A. 1979.** The Physiological Ecology of Plant Succesion. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol.10, 351-371.

**Bond, W. J. and Midgley, J. J. 2001.** Ecology of spouting in woody plants: the persistence niche. Trends in Ecology and Evolution, Vol.16, No.1, 45-51.

**Boydak, M. 2004.** Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. - a review. Plant Ecology 171: 153-163

**Emberlin, J. C. 1996.** Εισαγωγή στην Οικολογία. Εκδόσεις τυπωθήτω.

- Grime, P. J. 2001.** Plant strategies, Vegetation processes and Ecosystem properties. Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.
- Jordan, F. C. 1969.** Derivation of Leaf-Area Index from Quality of Light on the Forest Floor. *Ecology*, Vol.50, No.4, 663-666.
- Ne'eman, G. and Trabaud, L. 2000.** Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher
- Pigott, C. D., Pigott, S. 1993.** Water as a determinant of the distribution of trees at the boundary of the Mediterranean zone. *Journal of Ecology*, 81, 557-566.
- Quezel, P. 2000.** Taxonomy and Biogeography of Mediterranean Pines (*P.halepensis* and *P.brutia*) Από: Ne'eman, G. and Trabaud, L., Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher, pp. 1-12.
- Saint – Maximin, 1981.** Ecologia mediterranea (revue d'écologie terrestre et limnique) Définition et localisation des écosystèmes méditerranéens terrestres.
- Thanos C.A. and Daskalakou E.N. 2000.** Reproduction in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. Από: Ne'eman, G. and Trabaud, L., Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher, pp.79-90
- Thanos, C. A. and Doussi, M. 2000.** Post-fire regeneration of *Pinus brutia* forests. Από: Ne'eman, G. and Trabaud, L., Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P.brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher, pp. 291-301.
- Thanos, C. A., Marcou, S., Christodoulakis, D. and Yannitsaros, A., 1989.** Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island (Greece). *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum* 10: 79-94.
- Thanos C.A., Marcou S. 1991.** Post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island: 6 years later. *Acta Oecologica* 12: 633-642
- Willian J. Bond and Brian W. Van Wilgen. (1996).** Fire and Plants. Chapman & Hall.