



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΜΣ: Καλλιέργειες υπό Κάλυψη – Υδροπονία

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ: «Διερεύνηση της αξιοποίησης αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών της Ελλάδας στην ανθοκομία για την αύξηση της βιοποικιλότητας στους χώρους πρασίνου»

Ελπίδα Κυριακίδου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Αγγελική Παρασκευοπούλου

ΙΟΥΝΙΟΣ 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή/της φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο/η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο/Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κατάλογος πινάκων.....	5
Κατάλογος εικόνων/διαγραμμάτων.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT	7
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	8
1.1 Παρουσίαση του θέματος	8
1.2 Σημαντικότητα και πρωτοτυπία.....	9
1.3 Στόχοι και δομή μελέτης.....	10
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο.....	12
2.1 Αυτοφυή και Ενδημικά είδη της ελληνικής χλωρίδας.....	12
2.1.1 Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα και στο πλαίσιο της Μεσογείου	12
2.2.2 Χαρακτηριστικά και φυσιολογικοί μηχανισμοί των Μεσογειακών ειδών	25
2.1.3 Η προστασία της βιοποικιλότητας στην ελληνική χλωρίδα	28
2.2 Συστήματα υπό κάλυψη και Υδροπονία στον πολλαπλασιασμό των αυτοφυών ειδών	30
2.2.1 Προκλήσεις για τη βιώσιμη εμπορική ανθοκομία στην Ελλάδα	30
2.2.2 Περιβάλλοντα ελέγχου μικροκλίματος για τον πολλαπλασιασμό αυτοφυών ειδών.....	31
2.2.3 Φυτικοχημικές ιδιότητες Υποστρωμάτων σε εκτός εδάφους καλλιέργεια	36
2.3 Αστική ανθοκομία, αρχιτεκτονική τοπίου και Βιοποικιλότητα	39
2.3.1 Σημασία και στόχοι της αστικής ανθοκομίας	39
2.3.2 Η σημασία των υποστρωμάτων για τις «πράσινες στέγες»	42
2.3.3 Οικολογικές συνέργειες και αστικά δίκτυα επικοινωνιών	43
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία έρευνας.....	45
3.1 Η μέθοδος της Συστηματικής Ανασκόπησης	45
3.2 Θεματικές και στόχοι της έρευνας.....	47
3.3 Στρατηγική Αναζήτησης και Επιλογή Βάσεων Δεδομένων	48

3.4 Καθορισμός Λέξεων-Κλειδιών και Συνδυασμών (Keyword Formulation)	49
3.5 Κριτήρια Επιλογής και Αποκλεισμού.....	49
3.6 Διαδικασία Φιλτραρίσματος και Διαγράμματος Ροής.....	51
3.7 Εξαγωγή δεδομένων και κατηγοριοποίηση	53
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα έρευνας	56
4.1 Εφαρμογή του διαγράμματος ροής και επιλεγμένες μελέτες	56
4.2 Αυτοφυή είδη, πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού και συνθήκες ανθοκομίας.....	57
4.3 Συστήματα υδροπονίας, αστικοί χώροι πρασίνου και βιοποικιλότητα	69
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα και Συζήτηση	81
5.1 Συζήτηση	81
5.1.1 Υδροπονική καλλιέργεια και evidence-based καλές πρακτικές	81
5.1.2 Η σημασία της επιλογής κατάλληλων ειδών	82
5.1.3 Βιοποικιλότητα, φυτικές κοινότητες και λογική των φυσικών λύσεων (NbS)	84
5.2 Περιορισμοί της έρευνας	85
5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	86
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα.....	88
Βιβλιογραφικές Αναφορές	91

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 – Επιλεγμένα αυτοφυή και ενδημικά φυτά της Ελλάδος (Πηγές δεδομένων: (Thanos & Doussi, 1995; Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016; Tassoula, Papafotiou & Fouskaki, 2017; Krigas et al. 2022; Panagiotidou et al., 2024, greekflora.gr).....	15
Πίνακας 2 – Στάδια επιλογής ερευνών.....	52
Πίνακας 3 – Κατηγορίες εξαγωγής δεδομένων για τα επιλεγμένα άρθρα	54
Πίνακας 4 – Τρόποι πολλαπλασιασμού και συνθήκες για αυτοφυή είδη των εργασιών της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (από το 1996 έως το 2026) με λέξεις κλειδιά: πολλαπλασιασμός, συνθήκες, μικροκλίμα, ενδημικά, αυτοφυή. (Maloupa et al., 2008, Bertsouklis et al., 2023, Chatzilazarou et al., 2023, Kanellou et al., 2024, Lykokanellos et al., 2025, Kamperi et al., 2026)	59
Πίνακας 5 – Αστικοί χώροι πρασίνου και βιοποικιλότητα σύμφωνα με τις εργασίες της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (από το 1996 έως το 2026) με λέξεις κλειδιά: εκτεταμένα πράσινα δώματα, αστικοί πράσινοι χώροι, αστική βιοποικιλότητα (Maloupa & Krigas, 2008, Papafotiou et al., 2013, Tassoula et al., 2017, Papafotiou et al. 2022, Varela-Stasinopoulou et al., 2023, Marouli et al., 2022, Paraskevopoulou et al., 2023, Martini & Papafotiou, 2025, Solomou, 2026).....	69

Κατάλογος εικόνων/διαγραμμάτων

Εικόνα 1 – Χάρτης της βλάστησης στον ελλαδικό χώρο και γύρω περιοχές (Πηγή: Ntinou & Valamoti, 2025).....	14
Εικόνα 2 – Διάγραμμα που εξηγεί τη διαδικασία ληθάργου των σπόρων (Πηγή Εικόνας: byjus.com/biology).....	27
Εικόνα 3 – Βαλκανικός Κήπος Κρουσσιών στο Κιλκίς (Πηγή Εικόνας: kilkis.org).....	29
Εικόνα 4 – Τρόπος λειτουργίας του συστήματος VPD (έλλειμμα πίεσης υδρατμών/ Vapor Pressure Deficit, Πηγή: emeraldharvest.co).....	33
Εικόνα 5 – Καλλιέργεια με χρήση φωτοεκλεκτικών δικτύων σκίασης (Πηγή: israelagri.com).....	35
Εικόνα 6 – Καλλιέργεια με χρήση φωτοεκλεκτικών δικτύων σκίασης (τρόπος λειτουργίας, Πηγή: Champaneri & Patel, 2021)	35
Εικόνα 7 – Urban Meadow («αστικός λειμών») στο Πανεπιστήμιο του Yale (Πηγή: news.yale.edu)	40
Εικόνα 8 – Στρώματα των εκτεταμένου τύπου πράσινων δωματίων (Πηγή: Green Roof Service LLC)	43
Εικόνα 9 – Διάγραμμα ροής για μία μέση συστηματική ανασκόπηση (Πηγή: biorender.com).....	46

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών της Ελλάδας, με σκοπό την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στους χώρους αστικού πρασίνου. Μέσω των επιστημονικών βάσεων δεδομένων Scopus, Web of Science και Google Scholar για τη χρονική περίοδο 1996–2026, πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση στα δεδομένα 15 εμπειρικών μελετών με κριτές. Μέσα από την ανάλυση, αναλύονται αρκετά από τα στάδια της παραγωγής και της ενσωμάτωσης των φυτικών ειδών, ενώ γίνεται αναφορά σε τεχνικές εγγενούς και αγενούς πολλαπλασιασμού, καθώς και μεθόδους εκτός εδάφους καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι, ενώ ο εγγενής πολλαπλασιασμός αντιμετωπίζει περιορισμούς λόγω του βαθέως φυσιολογικού λήθαργου των σπόρων, τα πρωτόκολλα αγενούς αναπαραγωγής με τη χρήση εξωγενών αυξινών (όπως το IBA) και ο *in vitro* μικροπολλαπλασιασμός προσφέρουν εξαιρετικά αξιόπιστες, ομοιόμορφες και κλιμακώσιμες αποδόσεις παραγωγής. Επιπλέον, η μελέτη αξιολογεί τη συμπεριφορά αυτών των εγχώριων taxa σε απαιτητικές αστικές δομές, όπως τα εκτεταμένα πράσινα δώματα. Τα τεκμηριωμένα ευρήματα αποδεικνύουν ότι η αντικατάσταση της παραδοσιακής τύρφης από εναλλακτικά υλικά, όπως εγχώριο κομπόστ στεμφύλων σε αβαθή υποστρώματα (7.5–15 cm), υποστηρίζει την άριστη εγκατάσταση των φυτών και την ανθεκτικότητα στην ξηρασία. Συμπερασματικά, ο σχεδιασμός τεχνητών φυτικών κοινοτήτων με τη χρήση προσαρμοστικών μεσογειακών ξηροφύτων και αλοφύτων ευνοεί τις λειτουργικές οικολογικές συνέργειες, διασφαλίζει τα αστικά δίκτυα επικοινωνιών και δύναται να περιορίσει τη δαπάνη υδάτινων πόρων, δίνοντας ισχυρά εχέγγυα αστικής βιοασφάλειας στα ελληνικά αστικά κέντρα.

Λέξεις-Κλειδιά: αυτοφυή φυτά, ενδημικά φυτά, Ελλάδα, Μεσόγειος, αστικοί χώροι πρασίνου, βιοποικιλότητα, υδροπονία.

ABSTRACT

The topic of this study is the urban integration of native and endemic Greek plant species to enhance biodiversity within urban green spaces. Utilizing a systematic review methodology based on the Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases (1996–2026), the research synthesizes data from 15 peer-reviewed empirical studies. The analysis evaluates the production chain "from greenhouse to urban landscape," comparing seed germination, propagation, and soilless cultivation techniques. Results indicate that while sexual propagation faces limitations due to deep physiological seed dormancy, vegetative cutting protocols using exogenous auxins (such as IBA) and in vitro micropropagation offer highly reliable, uniform, and scalable production yields. Furthermore, the study evaluates the performance of these native taxa within demanding urban structures like extensive green roofs. Evidence-based findings demonstrate that substituting traditional peat with locally sourced grape-marc compost in shallow substrates (7.5–15 cm) supports excellent plant establishment and drought tolerance. Ultimately, designing synthetic plant communities utilizing highly adaptive Mediterranean xerophytes and halophytes fosters functional ecological synergies, secures urban pollinator networks, and prevents ecological homogenization while maintaining strict urban biosecurity.

Key-Words: native plants, endemic plants, Greece, Mediterranean, Urban green spaces, Biodiversity, Hydroponics

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

«Η αξία της βιοποικιλότητας έγκειται στο ότι καθιστά τα οικοσυστήματά μας πιο ανθεκτικά, γεγονός που αποτελεί προϋπόθεση για σταθερές κοινωνίες· η αλόγιστη καταστροφή της είναι σαν να βάζουμε φωτιά στην ίδια μας τη σωσίβια λέμβο».

Johan Rockström, ειδικός σε ζητήματα αειφορίας

1.1 Παρουσίαση του θέματος

Ο εξαστισμός της σύγχρονης ζωής έχει συχνά προκαλέσει ραγδαίες μεταβολές και στο πεδίο της βιοποικιλότητας, αντικαθιστώντας τα φυσικά οικοσυστήματα με συμπαγείς τεχνητές δομές. Όπως σημειώνουν ειδικοί του πεδίου της αειφορίας, η απώλεια της βιοποικιλότητας πλήττει άμεσα την ανθεκτικότητα των συστημάτων που υποστηρίζουν την ίδια την ανθρώπινη ζωή. Στο πλαίσιο αυτό, οι χώροι πρασίνου εντός του αστικού ιστού (urban green spaces) δεν αποτελούν πλέον μια απλή διακοσμητική ή αρχιτεκτονική πολυτέλεια, αλλά ορίζονται ως ζωτικής σημασίας περιβαλλοντικές υποδομές. Οι χώροι αυτοί περιλαμβάνουν δημόσια πάρκα, αστικούς λειμώνες, πράσινες στέγες και κάθετες φυτεύσεις, οι οποίες λειτουργούν ως αστικά καταφύγια άγριας ζωής και ρυθμιστές του μικροκλίματος (Turner et al., 2004; Marouli et al., 2022).

Κεντρικό άξονα για τη διατήρηση της σταθερότητας αυτών των τεχνητών οικοσυστημάτων αποτελεί η βιοποικιλότητα (biodiversity). Βάσει του πιο αποδεκτού ορισμού της στη σχετική βιβλιογραφία και τις αναφορές των διεθνών οργανισμών, η βιοποικιλότητα περιλαμβάνει την ποικιλία των ζώντων οργανισμών από κάθε πηγή, ενσωματώνοντας την ποικιλότητα εντός των ειδών (γενετική), μεταξύ των ειδών και των

ίδιων των οικοσυστημάτων (Convention on Biological Diversity, 1992; Hooper et al., 2005).

Ωστόσο, η παραδοσιακή αστική ανθοκομία βασίζεται συχνά σε ξενικά ή χωροκατακτητικά φυτικά είδη, τα οποία απαιτούν υψηλές εισροές (εντατική άρδευση, λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και προσφέρουν ελάχιστη οικολογική αξία στην τοπική πανίδα. Στην παρούσα εργασία, προτείνεται μία διαφορετική οδός, μέσω της διερεύνησης και αξιοποίησης των αυτοφυών (native) και ενδημικών (endemic) φυτικών ειδών της Ελλάδας. Ως αυτοφυή ορίζονται τα είδη που αναπτύσσονται φυσικά σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, έχοντας εναρμονιστεί πλήρως με το τοπικό κλίμα (Dimopoulos et al., 2013). Ως ενδημικά νοούνται τα είδη με ακόμη πιο περιορισμένη γεωγραφική εξάπλωση, τα οποία απαντώνται αποκλειστικά εντός των συνόρων μιας συγκεκριμένης περιοχής ή χώρας και πουθενά αλλού στον πλανήτη (Dimopoulos et al., 2016).

1.2 Σημαντικότητα και πρωτοτυπία

Η σημαντικότητα της παρούσας μελέτης έγκειται στο γεγονός ότι η Ελλάδα αποτελεί ένα από τα κορυφαία hotspots βιοποικιλότητας στην Ευρώπη, διαθέτοντας περισσότερα από 7.000 διακριτά taxa και ένα εντυπωσιακό ποσοστό εθνικού ενδημισμού που αγγίζει το 22% (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016). Τα φυτά αυτά, όπως τα είδη των γενών *Salvia*, *Origanum*, *Helichrysum* και *Thymus*, διαθέτουν εξελικτικές προσαρμογές που τα καθιστούν εξαιρετικά ανθεκτικά στην παρατεταμένη θερινή ξηρασία και την έντονη ηλιακή ακτινοβολία (Varela-Stasinopoulou et al., 2023; Krigas et al., 2022). Η ένταξή τους στην αρχιτεκτονική τοπίου μπορεί να μειώσει δραστικά το αποτύπωμα νερού των πόλεων και να υποστηρίξει εγχώρια δίκτυα επικονιαστών

(άγριες μέλισσες, πεταλούδες), αποτρέποντας την «οικολογική ομογενοποίηση» των αστικών κέντρων (McKinney, 2006; Solomou, 2026).

Η πρωτοτυπία της εργασίας εστιάζει και στο γεγονός ότι ενώνει κατά μία έννοια το πεδίο της αρχιτεκτονικής τοπίου / πράσινης αρχιτεκτονικής και της εξειδικευμένης αγρονομικής τεχνολογίας (καλλιέργειες υπό κάλυψη και υδροπονία). Ενώ η αξία της ελληνικής χλωρίδας είναι ιδιαίτερα αναγνωρισμένη στο θεωρητικό επίπεδο, η μαζική εισαγωγή της στην εμπορική αξιοποίηση δεν παρουσιάζει αντίστοιχη δυναμική. Η εργασία αυτή εξετάζει τα φυτά όχι απλώς ως σχεδιαστικά στοιχεία στο αστικό πράσινο, αλλά ως προϊόντα μιας ολοκληρωμένης, ελεγχόμενης παραγωγικής αλυσίδας (production chain) (Maloupa et al., 2008a). Πιο συγκεκριμένα, στόχος της ανάλυσης αυτής είναι και το να διαπιστωθεί πώς οι τεχνολογίες των σύγχρονων θερμοκηπίων (διαχείριση VPD, bottom heating) και των εκτός εδάφους καλλιεργειών σε πορώδη υποστρώματα (περλίτης, ελαφρόπετρα) μπορούν να κάμψουν τον βαθύ φυσικό λήθαργο των άγριων σπόρων και να μεγιστοποιήσουν τη ριζοβολία των μοσχευμάτων (Papafotiou et al., 2013; Tassoula et al., 2017). Αυτή η ολιστική προσέγγιση προσφέρει μια εφαρμόσιμη και εμπορικά βιώσιμη λύση για τη μαζική παραγωγή ανθεκτικού φυτικού υλικού, που θα μπορέσει να βελτιώσει τη βιοποικιλότητα των αστικών χώρων, χωρίς καμία επιβάρυνση για τους φυσικούς πληθυσμούς (Krigas et al., 2022).

1.3 Στόχοι και δομή μελέτης

Βασικός **στόχος** της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική διερεύνηση, καταγραφή και αξιολόγηση των επιστημονικών δεδομένων που αφορούν τη βέλτιστη διαχείριση των αυτοφυών και ενδημικών ειδών της Ελλάδας, με σκοπό την επιτυχή ενσωμάτωσή τους στην αστική ανθοκομία. Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας αφορούν

τους εξής τρεις άξονες, με έμφαση στον τρίτο άξονα, που αφορά την ενσωμάτωση στο αστικό τοπίο και τη βιοποικιλότητα:

1. Η χαρτογράφηση των καταλληλότερων ελληνικών taxa (μοντέλων-φυτών) για τον σχεδιασμό χώρων πρασίνου με βάση τα βοτανικά και οικοφυσιολογικά τους χαρακτηριστικά.
2. Η ανάλυση των βέλτιστων τεχνολογικών μεθόδων (υδρονέφωση, ρύθμιση θρεπτικών διαλυμάτων, φυσικές ιδιότητες υποστρωμάτων) για τον πολλαπλασιασμό και την καλλιέργειά τους εκτός εδάφους.
3. **Η αξιολόγηση των μεθόδων εγκατάστασής τους σε απαιτητικές αστικές δομές (όπως εκτεταμένα πράσινα δώματα) και η ποσοτική/ποιοτική καταγραφή της συνεισφοράς τους στην ενίσχυση της αστικής βιοποικιλότητας.**

Αναφορικά με τη **δομή**, η παρούσα μελέτη οργανώνεται σε έξι κύρια κεφάλαια. Μετά το παρόν εισαγωγικό κεφάλαιο (Κεφάλαιο 1), ακολουθεί το Θεωρητικό Υπόβαθρο (Κεφάλαιο 2), το οποίο αναλύει τη φυσιολογία της ελληνικής χλωρίδας, τις τεχνολογίες ελέγχου μικροκλίματος στα θερμοκήπια, τη δυναμική των υδροπονικών υποστρωμάτων και τις οικολογικές συνέργειες των φυτών στην πόλη. Το Κεφάλαιο 3 περιγράφει τη Μεθοδολογία της Συστηματικής Ανασκόπησης που υιοθετήθηκε για τη συγκεκριμένη μελέτη, η οποία βασίστηκε αφενός στη θεωρητική πλαισίωση της συγκεκριμένης μεθόδου, και αφετέρου στο πρωτόκολλο των Paraskevoudou & Kamperi (2018). Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται τα «Αποτελέσματα και Συζήτηση», όπου ταξινομούνται και αναλύονται κριτικά τα ευρήματα της βιβλιογραφικής διαλογής. Στο Κεφάλαιο 5 διατυπώνονται η συζήτηση, τα αποτελέσματα, οι περιορισμοί και οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα ενώ, στο κεφάλαιο 6 παρατίθενται τα τελικά συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Αυτοφυή και Ενδημικά είδη της ελληνικής χλωρίδας

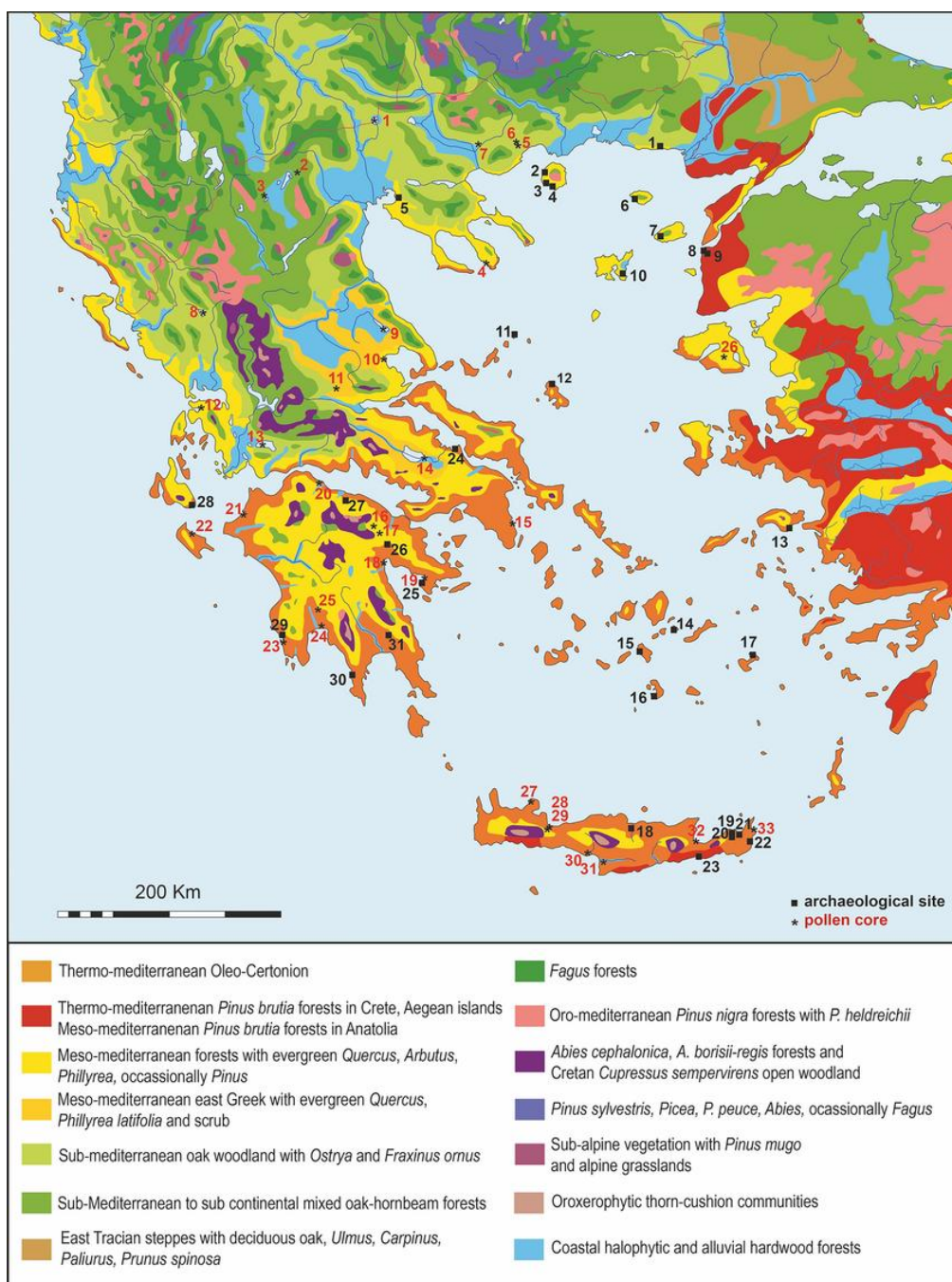
2.1.1 Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα και στο πλαίσιο της Μεσογείου

Η λεκάνη της Μεσογείου αναγνωρίζεται παγκοσμίως ως ένα από τα πιο σημαντικά hotspots βιοποικιλότητας, φιλοξενώντας περισσότερα από 25.000 αυτοφυή φυτικά είδη, εκ των οποίων περισσότερα από τα μισά είναι αυστηρώς ενδημικά της περιοχής (Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Στο συγκεκριμένο φυτο-γεωγραφικό πλαίσιο, η Ελλάδα παρουσιάζει έναν εξαιρετικό βαθμό πλούτου αναφορικά με τη χλωρίδα, αλλά και έναν υψηλό βαθμό ενδημισμού, ο οποίος είναι δυσανάλογα υψηλός σε σχέση με τη γεωγραφική της έκταση (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016). Οι σύγχρονες βάσεις δεδομένων αναφορικά με τη χλωρίδα της χώρας τεκμηριώνουν ότι η εγχώρια αυτοφυής αγγειώδης χλωρίδα περιλαμβάνει περίπου 6.760 έως περισσότερα από 7.000 διακριτά φυτικά taxa, συμπεριλαμβανομένων τόσο των ειδών όσο και των υποειδών (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016).

Σημαντικό σε αυτό το πλαίσιο είναι να αναφερθεί ότι ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό της ελληνικής χλωρίδας είναι το εξαιρετικά υψηλό ποσοστό ενδημισμού της. Όπως αναφέρουν οι σχετικές δημοσιεύσεις, περίπου 1.435 έως 1.461 taxa (που αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 22% της συνολικής χλωριδικής σύνθεσης) ταξινομούνται ως αποκλειστικά ενδημικά της Ελλάδας, γεγονός που σημαίνει ότι δεν απαντώνται φυσικά σε κανένα άλλο μέρος του πλανήτη (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016). Οι εξελικτικοί μηχανισμοί που οδηγούν σε αυτή την υψηλή α- και β- ποικιλότητα¹, καθώς και

¹ Η ποικιλότητα άλφα (alpha) αναφέρεται στη μέση ποικιλομορφία ή πλούτο ειδών εντός ενός συγκεκριμένου τοπικού οικοτόπου ή τοποθεσίας, ενώ η ποικιλότητα βήτα (beta) μετρά τη διακύμανση στη σύνθεση των ειδών ή τον ρυθμό ανανέωσης των ειδών σε διαφορετικά

στην πυκνή συγκέντρωση στενότοπων, αλλά και τοπικών ενδημικών φυτών, σχετίζονται σαφώς με την παλαιογεωγραφική ιστορία της χώρας, την περιβαλλοντική ετερογένεια και την τοπογραφική πολυπλοκότητα (Krigas et al., 2022).



ενδιατήματα ή διακριτές γεωγραφικές τοποθεσίες εντός μιας ευρύτερης περιοχής (βλ. Whittaker 1960).

Εικόνα 1 – Χάρτης της βλάστησης στον ελλαδικό χώρο και γύρω περιοχές (Πηγή: Ntinou & Valamoti, 2025).

Η Ελλάδα λειτουργεί ως ένα κατεξοχήν «σταυροδρόμι» βιοποικιλότητας, όπου συγκλίνουν διαφορετικές χλωριδικές περιοχές, δηλαδή, γεωγραφικές ενότητες με ιδιαίτερα φυτο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά, οι οποίες ορίζονται από την παρουσία συγκεκριμένων ειδών φυτών, ενδημικών ή μη (Krigas et al., 2022). Η θέση αυτή επέτρεψε ιστορικές μεταναστεύσεις φυτών και τη μετέπειτα εξελικτική τους απομόνωση (Krigas et al., 2022). Ο συνεχής γεωλογικός κατακερματισμός του αρχιπελάγους του Αιγαίου, σε συνδυασμό με την παρουσία υψηλών, απομονωμένων ορεινών όγκων που λειτουργούν ως χερσαία «οικολογικά νησιά», διευκόλυνε την έντονη αλλοπάτρια ειδογένεση (Krigas et al., 2022). Κατά συνέπεια, εξειδικευμένοι βιότοποι, όπως οι αλπικές ζώνες υψηλού υψομέτρου, οι ασβεστολιθικοί γκρεμοί και οι απομονωμένες κατακόρυφες βραχώδεις επιφάνειες, υποστηρίζουν εξαιρετικά προσαρμοσμένες χασμοφυτικές κοινότητες με ιδιαίτερα περιορισμένη ενδημική εξάπλωση (Krigas et al., 2022).

Από συστηματική και λειτουργική άποψη, η ελληνική ενδημική και αυτοφυής χλωρίδα κυριαρχείται από συγκεκριμένες βοτανικές οικογένειες και φυτικές μορφές (Maloupa et al., 2008a). Οικογένειες όπως τα Lamiaceae (Χειλανθή), τα Asteraceae (Σύνθετα) και τα Fabaceae (Ψυχανθή) αντιπροσωπεύονται σε ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό (Maloupa et al., 2008a). Η οικογένεια Lamiaceae, ειδικότερα, εμφανίζει υψηλό πλούτο ειδών και περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα υψηλής αξίας φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών (ΦΑΦ) — συμπεριλαμβανομένων των γενών *Sideritis*, *Origanum*, *Salvia*, *Thymbra* και *Thymus* — τα οποία αποτελούν σημαντικό ποσοστό των αυτοφυών και ενδημικών ειδών που μελετώνται για τη διατήρηση και την εμπορική τους αξιοποίηση (Maloupa et al., 2008a). Στον Πίνακα 1, εμπεριέχονται μια σειρά από αυτοφυή και ενδημικά φυτά της

Ελλάδος. Πρόκειται για έναν σαφώς ενδεικτικό κατάλογο, ο οποίος περιλαμβάνει αρκετές δημοφιλείς μεσογειακές βοτανικές οικογένειες και σημαντικά είδη της ελληνικής υπαίθρου.

Πίνακας 1 – Επιλεγμένα αυτοφυή και ενδημικά φυτά της Ελλάδος (Πηγές δεδομένων: (Thanos & Doussi, 1995; Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016; Tassoula, Papafotiou & Fouskaki, 2017; Krigas et al. 2022; Panagiotidou et al., 2024, greekflora.gr)

Βοτανική Οικογένεια	Φυτικό Taxon και κοινή ονομασία	Φυτική Βιομορφή Μορφολογικά Στοιχεία	Φυσικό & Ενδιαίτημα Βιότοπος	Κύρια Μέθοδος / Πολλαπλασιασμού στο Θερμοκήπιο
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia fruticosa</i> Mill. (ελληνική φασκομηλιά)	Πολυετής αρωματικός θάμνος (chamaephyte) με όρθια ανάπτυξη (50–87 cm) και γκρίζο-πράσινα ανάγλυφα φύλλα.	Φρύγανα, μακί βλάστηση και ηλιόλουστες, ξηρές ασβεστολιθικές πλαγιές χαμηλού υψομέτρου.	Αγενής πολλαπλασιασμός με φυλλοφόρα μοσχεύματα μαλακού/ημιξυλώδο υς ξύλου. Χρήση σκόνης IBA 0.5% w/w ή εμβάπτιση σε διάλυμα IBA 1000– 2000 mg/L για 5 δευτερόλεπτα. Τοποθέτηση σε

				υπόστρωμα τύρφης-περλίτη (1:1 v/v) για 2 - 4 εβδομάδες και κατόπιν μεταφορά σε ημισκιερό πάγκο για άλλες 4-6 εβδομάδες.
<i>Lamiaceae</i>	<i>Origanum dictamnus</i> L. (δίκταμος Κρήτης ή Έρωντας)	Χασμοφυτικό πολυετές χαμαίφυτο με χαμηλή/έρπουσα ανάπτυξη και χαρακτηριστικά πυκνά, λευκά-χνουδωτά φύλλα.	Αποκλειστικά σε σχισμές βράχων, φαράγγια και απότομους ασβεστολιθικούς γκρεμούς της Κρήτης.	Αγενής πολλαπλασιασμός με κορυφαία φυλλοφόρα μοσχεύματα μαλακού ξύλου (μήκους 5–8 εκ.) υπό υδρονέφρωση ή in vitro μικροπολλαπλασιασμός με χρήση κομβικών εκφύτων (shoot nodal explants) σε βασικό θρεπτικό υπόστρωμα MS, εμπλουτισμένο με 2.2 μM BA και 0.25 μM IBA για

			ταυτόχρονη έκπτυξη βλαστών και ριζοβολία σε έναν κύκλο 30 ημερών.
<i>Lamiaceae</i>	<i>Sideritis scardica</i> Griseb. (Σιδερίτης ο) με πυκνά Σκαρδικός, κοινώς «τσάι του βουνού»)	Πολυετής έρπουσα πόα (hemicryptophyte) με πυκνά χνουδωτά, λογχοειδή φύλλα και κιτρινοπράσινους στάχεις.	Αλπικές και υποαλπικές ζώνες, σε ασβεστολιθικά πετρώματα και ορεινά λιβάδια άνω των 1000μ. Εγγενής με σπόρους σε ελαφρύ αμμώδες υπόστρωμα, με επιφανειακή σπορά (απαιτεί φως), σταθερή υγρασία και θερμοκρασία 18°C–20°C (βλάστηση σε 1–3 εβδομάδες) (προτιμάται η ψυχρή στρωμάτωση σε υγρό περλίτη ή τύρφη στους 4°C, σε συνθήκες σκότους, για χρονικό διάστημα 4 έως 8 εβδομάδων για ομοιόμορφη φύτευση), ή αγενής

				με ριζώματα και μοσχεύματα βάσης.
Lamiaceae	<i>Clinopodium vulgare</i> L. (κλινόποδιο το κοινό ή άγριος βασιλικός)	Πολυετής όρθια πόα με ελαφρώς χνουδωτούς βλαστούς και πυκνές σφαιρικές ταξιανθίες ρόδινου χρώματος.	Δασικά ξέφωτα, θαμνώνες και άκρες δρόμων σε ημισκιερές ή ηλιόλουστες θέσεις.	Εύκολος εγγενής πολλαπλασιασμός με σπόρο την άνοιξη, σε θερμοκρασία 15°C– 20°C με επιφανειακή σπορά και απαλή κάλυψη, με τη βλάστηση να ολοκληρώνεται σε 2–3 εβδομάδες υπό συνθήκες επαρκούς φωτισμού, ή με διαίρεση ριζών το φθινόπωρο.
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> L. (αγριολεβάντα)	Πολυετής, πολύκλαδος αρωματικός θάμνος με στενά γραμμοειδή φύλλα και εντυπωσιακά	Ξηρά λιβάδια, φρύγανα και ανοιχτά πευκοδάση σε πυριτικά ή όξινα εδάφη.	Αγενής πολλαπλασιασμός με ημιξυλώδη μοσχεύματα στα τέλη του καλοκαιριού με υψηλή ριζοβολία.

Fabaceae

	σκούρα πορφυρά άνθη με βράκτια στην κορυφή.		
<i>Ebenus cretica</i> L. (Έβενος ο κρητικός)	Πολυετής, συμπαγής θάμνος (chamaephyte) με εντυπωσιακές κυλινδρικές ταξιανθίες ροζ- πορφυρού χρώματος.	Άγονες, βραχύδεις πλαγιές και παραθαλάσσιοι ασβεστολιθικοί γκρεμοί της Νοτίου Ελλάδας.	Εγγενής πολλαπλασιασμός με σπόρους οι οποίοι βλαστάνουν άριστα σε θερμοκρασίες 15°C–25°C το φθινόπωρο ή την άνοιξη. Απαιτεί μηχανική ή χημική χαραγή του σκληρού κελύφους ή εμβάπτιση σε πυκνό θεικό οξύ H ₂ SO ₄ για 20–30 λεπτά, ακολουθούμενη από έκπλυση και εμβάπτιση σε νερό θερμοκρασίας δωματίου για 12–24 ώρες ώστε να

				διογκωθεί ο σπόρος πριν τη σπορά).
<i>Asteraceae</i>	<i>Helichrysum orientale</i> (L.) Vaill., Ελίχρυσο της Ανατολής	Πολυετές ξηροφυτικό είδος με αργυρόχρωμο εριώδες φύλλωμα και συμπαγείς, λαμπερές κίτρινες ταξιανθίες.	Ξηροί, πλήρως εκτεθειμένοι βράχοι και παραθαλάσσια οικοσυστήματα με ελάχιστη οργανική ουσία.	Αγενής πολλαπλασιασμός με κορυφαία μοσχεύματα μαλακού ξύλου σε ελαφρά, πορώδη υποστρώματα εκτός εδάφους.
<i>Asteraceae</i>	<i>Achillea holosericea</i> Sm. (αχιλλεία)	Πολυετής όρθια πόα, καλυμμένη με πυκνό μεταξένιο λευκό χνούδι, φέρει σύνθετα κίτρινα άνθη σε σκιάδια.	Βραχώδεις ορεινές πλαγιές και λιβάδια της ηπειρωτικής Ελλάδας σε μεγάλα υψόμετρα.	Εγγενής με σπόρους σε θερμοκρασία 18°C–22°C, με επιφανειακή σπορά σε καλά αποστραγιζόμενο υπόστρωμα (τύρφη με άμμο/περλίτη), υπό συνθήκες φωτός. Η βλάστηση εμφανίζεται γρήγορα σε 7–14 ημέρες χωρίς ιδιαίτερο

				λήθαργο, και αγενής με διαίρεση των φυτών.
<i>Amarantha ceae</i>	<i>Atriplex halimus</i> L. (άτριπλεξ ή αλιμιά)	Αλόφυτο, εξαιρετικά ανθεκτικός και πολύκλαδος ξύλωσης θάμνος με αργυρόχρωμα, λεπιδωτά φύλλα.	Παράκτιες ζώνες, αμμοθίνες και εδάφη με υψηλή αλατότητα ή επιρροή από θαλάσσια σταγονίδια.	Αγενής πολλαπλασιασμός με ημιξυλώδη μοσχεύματα βλαστού, εμφανίζει άριστη προσαρμογή σε υδροπονικά συστήματα με εφαρμογές υδρολίπανσης.
<i>Plumbagin aceae</i>	<i>Limonium narbonense</i> L. (τοπικό παράκτιο ενδημικό)	Πολυετές αλόφυτο με φύλλα σε ροζέτα και εξαιρετικά διακλαδισμένες, κομψές ταξιανθίες ιώδους/μπλε χρώματος.	Αλυκές, παραθαλάσσιοι βάλτοι και αμμώδεις ακτές με πολύ υψηλή συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου.	Εγγενής πολλαπλασιασμός με σπόρους σε σταθερή θερμοκρασία 20°C– 22°C. Οι σπόροι τοποθετούνται επιφανειακά σε υπόστρωμα με καλή αποστράγγιση και χαμηλή αρχική

				αλατότητα (για διευκόλυνση της πρώτης φάσης imbibition), με τη βλάστηση να επιτυγχάνεται σε 10–15 ημέρες. Παρουσιάζει εξαιρετική ανοχή σε κλειστά υδροπονικά συστήματα με υψηλή αλατότητα.
<i>Campanula ceae</i>	<i>Campanula versicolor</i> Andrews (καμπανούλα)	Πολυετής ποώδης χασμοφυτικός οργανισμός με όμορφες όρθιες ταξιανθίες και κυανοειδή άνθη σε σχήμα καμπάνας.	Σχισμές βράχων, παλαιοί πέτρινοι τοίχοι και ασβεστολιθικά μικροενδιαιτήματα από τα πεδινά έως τα ορεινά.	Εγγενής πολλαπλασιασμός με σπόρους σε σταθερή θερμοκρασία 18°C. Οι σπόροι σπέρνονται αποκλειστικά επιφανειακά (surface sow) καθώς έχουν πολύ μικρό βάρος (10-200 µg) και το φως είναι απόλυτα

				απαραίτητο για τη βλάστησή τους, η οποία διαρκεί 2–4 εβδομάδες υπό ελεγχόμενη υδρονέφρωση.
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene conglomeratica</i> Melzh. (σπάνιο ορεινό τοπικό ενδημικό)	Πολυετές, θυσανόμορφο χασμόφυτο που σχηματίζει πυκνούς, συμπαγείς θυσάνους με μικρά λευκά άνθη.	Κατακόρυφοι κροκαλοπαγείς ασβεστολιθικοί γκρεμοί σε μεγάλο υψόμετρο (περιοχή Χελμού-Βουραϊκού).	Εξειδικευμένος in vitro μικροπολλαπλασιασμός με χρήση κομβικών εκφύτων λόγω χαμηλής φυσικής βιωσιμότητας των σπόρων. Αρχική εγκατάσταση εκφύτων σε θρεπτικό υπόστρωμα MS στο μισό της συγκέντρωσης (half-strength MS). Για την προώθηση του πολλαπλασιασμού των βλαστών

				χρησιμοποιείται υπόστρωμα εμπλουτισμένο με 1.0 mg/L BA και 0.2 mg/L NAA (ναφθαλινοξικό οξύ). Για τη ριζοβολία χρησιμοποιείται υπόστρωμα Rugini Olive Medium στο μισό (OM/2) με προσθήκη 0.5 mg/L IBA.
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Dianthus fruticosus</i> L. (Διάνθος ο Θαμνώδης)	Ενδημικό χασμόφυτο με πολλούς βλαστούς και σαρκώδη φύλλα. Σχηματίζει «μαξιλάρια» διαμέτρου 20 – 100 εκ. και ύψους 20 εκ. και φέρει άνθη με	Αυτοφυές στην περιοχή των Νοτίων και Δυτικών Κυκλάδων.	<i>In vitro</i> μικροπολλαπλασιασμός, εγγενής και αγενής πολλαπλασιασμός.

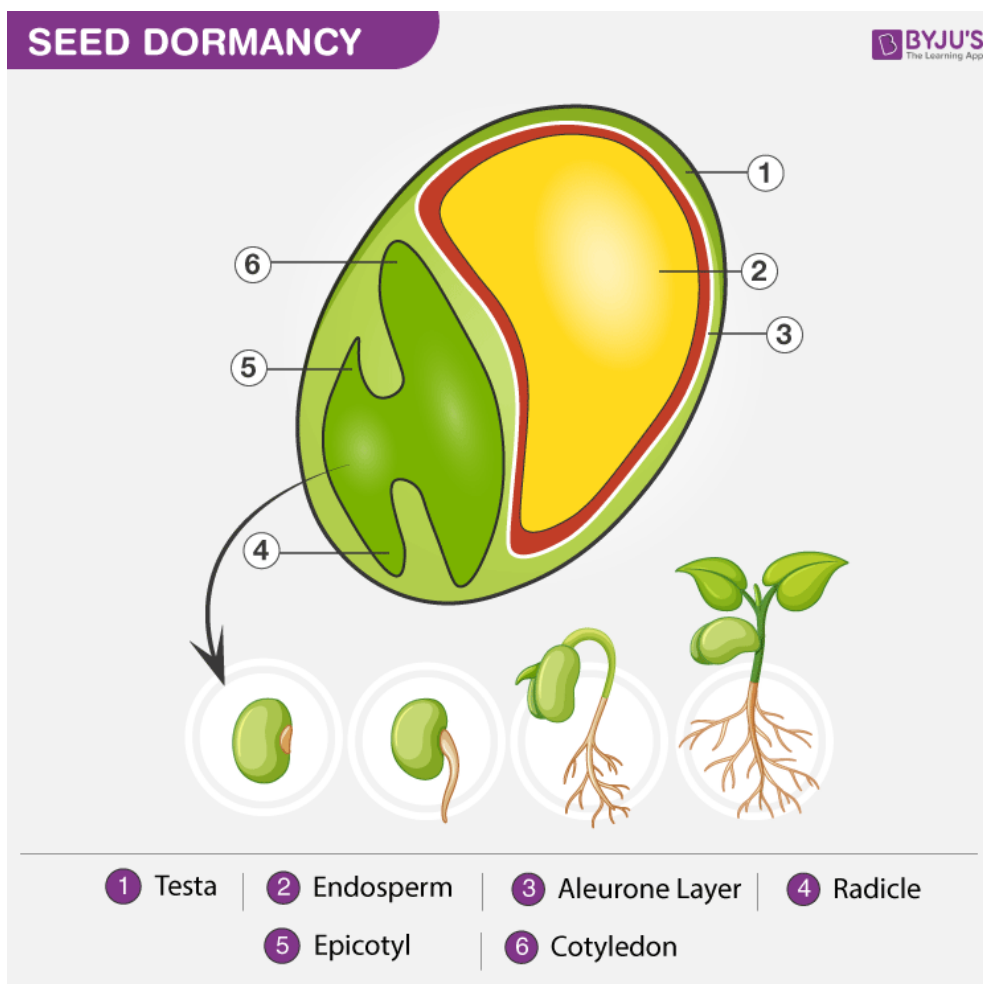
		αχνορόδινο – ιώδες χρώμα.		
Crassulaceae	<i>Sedum amplexicaule</i> L.	Μικρό χυμώδες παχύφυτο, πολυετές χαμαίφυτο με κυλινδρικά φύλλα και χρυσοκίτρινα άνθη, προσαρμοσμένο σε ακραία ξηρασία.	Ξηρές, βραχώδεις περιοχές, σχισμές βράχων και αβαθή εδάφη από τη χαμηλή έως την ορεινή ζώνη.	Εξαιρετικά εύκολος αγενής πολλαπλασιασμός με τεμαχισμό βλαστών ή ριζοβολία φύλλων απευθείας σε περλίτη.

2.2.2 Χαρακτηριστικά και φυσιολογικοί μηχανισμοί των Μεσογειακών ειδών

Όσον αφορά τις οικολογικές προσαρμογές και τις βιομορφές, ενώ τα μονοετή φυτά (θερόφυτα) κυριαρχούν στα διαταραγμένα μεσογειακά οικοσυστήματα χαμηλού υψομέτρου (με άλλα λόγια, τις περιοχές που υφίστανται προκλήσεις λόγω ανθρωπογενούς παρέμβασης ή φυσικής καταστροφής, π.χ. πυρκαγιές, υπερβόσκηση) προκειμένου να αποφύγουν τη θερινή ξηρασία, τα ενδημικά και αυτοφυή πολυετή φυτικά είδη αποτελούν κατά κύριο λόγο ημικρυπτόφυτα και χαμαίφυτα (Krigas et al., 2022; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Αυτά τα πολυετή, χαμηλής ανάπτυξης, ξυλώδη ή ποώδη φυτά διαθέτουν μορφοανατομικές και αρχιτεκτονικές προσαρμογές, όπως χαμηλή ή έρπουσα συνήθεια ανάπτυξης (ανάπτυξη σε οριζόντια διάταξη με «άπλωμα» των βλαστών στην επιφάνεια του εδάφους ή «κρέμασμα» αυτών προς τα κάτω), συμπαγείς θυσάνους και επιφανειακό

ριζικό σύστημα, που τα καθιστούν εξαιρετικά ανθεκτικά σε έντονες καταπονήσεις του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της παρατεταμένης καλοκαιρινής ξηρασίας, της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας, των ισχυρών ριπών ανέμου και των φτωχών σε θρεπτικά συστατικά υποστρωμάτων (Krigas et al., 2022; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Αυτά τα μοναδικά χαρακτηριστικά ανταποκρίνονται επακριβώς στις απαιτήσεις επιβίωσης που απαιτούνται για την παροχή βιώσιμης φυτικής κάλυψης με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση σε στρεσογόνα αστικά περιβάλλοντα, όπως τα εκτεταμένου τύπου πράσινα δώματα που αξιοποιούνται στην «πράσινη» αρχιτεκτονική.

Επιπλέον, τα αυτοφυή και ενδημικά είδη της Ελλάδας έχουν αναπτύξει, μέσω της εξελικτικής τους προσαρμογής στο έντονα ξηροθερμικό μεσογειακό κλίμα, πολύπλοκους μηχανισμούς λήθαργου των σπόρων (seed dormancy) (Krigas et al., 2022). Ο λήθαργος αυτός αποτελεί μια οικοφυσιολογική δικλείδα ασφαλείας, η οποία εμποδίζει τη βλάστηση των σπόρων αμέσως μετά την ωρίμανσή τους κατά τους θερινούς μήνες, προστατεύοντας τα νεαρά σπορόφυτα από την ασφυκτική ζέστη και την έλλειψη νερού. Στη βιβλιογραφία (βλ. ενδεικτικά και Dimopoulos et al., 2016; Krigas et al., 2022; Varela-Stasinopoulou et al., 2023), τα είδη αυτά εμφανίζουν συχνά συνδυασμένο λήθαργο, ο οποίος αποτελείται από α) τον φυσικό λήθαργο (physical dormancy), λόγω της παρουσίας ενός εξαιρετικά σκληρού και αδιάβροχου περιβλήματος (seed coat) που εμποδίζει την απορρόφηση νερού και οξυγόνου, αλλά και β) τον φυσιολογικό λήθαργο (physiological dormancy, Εικόνα 2), ο οποίος ελέγχεται από τις εσωτερικές αναλογίες φυτοορμονών, όπως το αψισικό οξύ (ABA) και οι γιββερελλίνες (GA) (Maloupa et al., 2008a).



Εικόνα 2 – Διάγραμμα που εξηγεί τη διαδικασία ληθάργου των σπόρων (Πηγή Εικόνας:

byjus.com/biology)

Η κατανόηση αυτών των φυσιολογικών μηχανισμών είναι απαραίτητη για τη διαμόρφωση των συνθηκών στο θερμοκήπιο, η οποία θα συζητηθεί εκτενώς και στη συνέχεια. Για παράδειγμα, προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη φύτευση σε εμπορική κλίμακα, απαιτείται η εφαρμογή τεχνητών μεθόδων όπως η θερμική ή χημική χαραγή (scarification) για το σπάσιμο του σκληρού περιβλήματος, ή η ψυχρή στρωμάτωση (cold stratification) σε ελεγχόμενες θερμοκρασίες (4–5°C) υπό κάλυψη, η οποία μιμείται το πέρασμα του χειμώνα και ενεργοποιεί τη σύνθεση των γιββερελλινών, οδηγώντας στη διάσπαση του ληθάργου (Maloupa et al., 2008b; Krigas et al., 2022).

Παρά, όμως, την ανθεκτικότητα που έχουν αναπτύξει διαχρονικά στους φυσικούς παράγοντες καταπόνησης του μεσογειακού οικοσυστήματος, οι δεξαμενές αυτοφυούς και ενδημικού γενετικού υλικού της Ελλάδας αντιμετωπίζουν σημαντικές και ολοένα αυξανόμενες ανθρωπογενείς πιέσεις (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016). Παράγοντες όπως οι αλλαγές στις χρήσεις γης, οι κλιματικά καθοδηγούμενες μεταβολές στις συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης, ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων, η υπερβόσκηση, οι πυρκαγιές και η ανεξέλεγκτη συλλογή οικονομικά πολύτιμων ειδών από τη φύση, απειλούν σοβαρά τους φυσικούς πληθυσμούς (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016). Οι ποσοτικές αξιολογήσεις του κινδύνου εξαφάνισης δείχνουν ότι ένα σημαντικό μέρος της ελληνικής ενδημικής χλωρίδας είναι εξαιρετικά ευάλωτο, απαιτώντας άμεση παρέμβαση για είδη που στερούνται καθορισμένων πρωτοκόλλων πολλαπλασιασμού και διατήρησης (Dimopoulos et al., 2016; Krigas et al., 2022).

2.1.3 Η προστασία της βιοποικιλότητας στην ελληνική χλωρίδα

Προκειμένου να ανακοπεί αυτή η σταθερή μείωση και να υπάρξει συμμόρφωση με τις παγκόσμιες επιταγές για τη βιοποικιλότητα, εφαρμόζονται ολοκληρωμένες στρατηγικές διατήρησης (Krigas et al., 2022). Ενώ η επί τόπου (*in situ*) προστασία εντός των εθνικών πάρκων διασφαλίζει τις φυσικές εξελικτικές διαδικασίες, υποστηρίζεται όλο και περισσότερο από προσπάθειες εκτός τόπου (*ex situ*) διατήρησης, οι οποίες καθοδηγούνται από θεσμικούς βοτανικούς κήπους και ερευνητικούς σταθμούς, όπως ο Βαλκανικός Βοτανικός Κήπος Κρουσσιών (BBKK, Εικόνα 3). Τα προγράμματά του διεξάγουν συχνά αποστολές για τη συλλογή φυτικού υλικού, με σκοπό τη συλλογή, τη χαρτογράφηση και την καλλιέργεια άγριων γενοτύπων υπό *ex situ* συνθήκες (Dimopoulos et al., 2013; Dimopoulos et al., 2016).



Εικόνα 3 – Βαλκανικός Κήπος Κρουσσιών στο Κιλκίς (Πηγή Εικόνας: kilkis.org)

Βασικός στόχος αυτών των *ex situ* πρωτοβουλιών είναι η «εξημέρωση» (domestication), δηλαδή η μετάβαση από τη συλλογή άγριων φυτών στη συστηματική καλλιέργεια, επιλεγμένων αυτοφυών και ενδημικών ειδών με υψηλό διακοσμητικό, ανθοκομικό και αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον (Krigas et al., 2022). Η εισαγωγή αυτών των άγριων ειδών σε κάποια έννοια εμπορικής αξιοποίησης απαιτεί την ανάπτυξη ακριβών, εξειδικευμένων για κάθε είδος πρωτοκόλλων μαζικού πολλαπλασιασμού (τόσο με συμβατικό αγενή πολλαπλασιασμό όσο και με *in vitro* μικροπολλαπλασιασμό) και καλλιέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο, η εμπορική αξιοποίηση αυτών των φυτών στη βιώσιμη αστική κηποτεχνία, τις αστικές πράσινες υποδομές και την ανθοκομία δημιουργεί τις επιθυμητές συνθήκες για μία «διατήρηση μέσω της χρήσης» (conservation-through-use) (Maloupa et al., 2008a; Krigas et al., 2022). Με την εισαγωγή αυτών των ανθεκτικών στο

στρες και χαμηλών εισροών αυτοφυών φυτικών ειδών στους αστικούς χώρους, οι δημιουργοί μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την αστική βιοποικιλότητα, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το αποτύπωμα νερού και οι ανάγκες συντήρησης των συγκεκριμένων αστικών χώρων πρασίνου (Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Για τη συστηματική αξιολόγηση της ένταξης της ελληνικής χλωρίδας στη βιώσιμη ανθοκομία, τα υποψήφια είδη μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τις λειτουργικές τους μορφές, τους φυσικούς τους βιοτόπους, τις βάσεις αναφοράς του συμβατικού τους πολλαπλασιασμού και τις ειδικές χρήσεις τους στην αρχιτεκτονική τοπίου, όπως θα παρουσιαστεί και στο ερευνητικό μέρος. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο ρόλος της υδροπονίας και των συστημάτων υπό κάλυψη καλλιέργειας αναφορικά με τον πολλαπλασιασμό των αυτοφυών ειδών.

2.2 Συστήματα υπό κάλυψη και Υδροπονία στον πολλαπλασιασμό των αυτοφυών ειδών

2.2.1 Προκλήσεις για τη βιώσιμη εμπορική ανθοκομία στην Ελλάδα

Η επιτυχής ενσωμάτωση των αυτοφυών και ενδημικών φυτών της Ελλάδας στη βιώσιμη εμπορική ανθοκομία παρεμποδίζεται πρωτίστως, σύμφωνα με σχετικές δημοσιεύσεις, από την τεχνική δυσκολία απόκτησης ομοιόμορφου και υψηλής ποιότητας πολλαπλασιαστικού υλικού απευθείας από τους άγριους φυσικούς πληθυσμούς (Maloupa et al., 2008a). Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, στο φυσικό τους περιβάλλον, τα είδη αυτά έχουν εξελιχθεί κάτω από τις αντίξοες και απρόβλεπτες κλιματικές διακυμάνσεις του μεσογειακού οικοσυστήματος, αναπτύσσοντας ισχυρούς μηχανισμούς επιβίωσης (Krigas et al., 2022). Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν διακριτούς τύπους βαθιού φυσικού ή φυσιολογικού ληθάργου των σπόρων, καθώς και χαμηλά ή εξαιρετικά μεταβλητά ποσοστά ριζοβολίας κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό τους στη φύση (Krigas et al., 2022). Κατά

συνέπεια, η αποκλειστική στήριξη στην καλλιέργεια υπαίθρου ή η απευθείας συλλογή από το φυσικό περιβάλλον συχνά αποτελεί μία καταστροφική επιλογή για τη βιοποικιλότητα στο οικολογικό επίπεδο, αλλά καθίσταται και εμπορικά μη βιώσιμη στο πλαίσιο της αγοράς (Maloupa et al., 2008a).

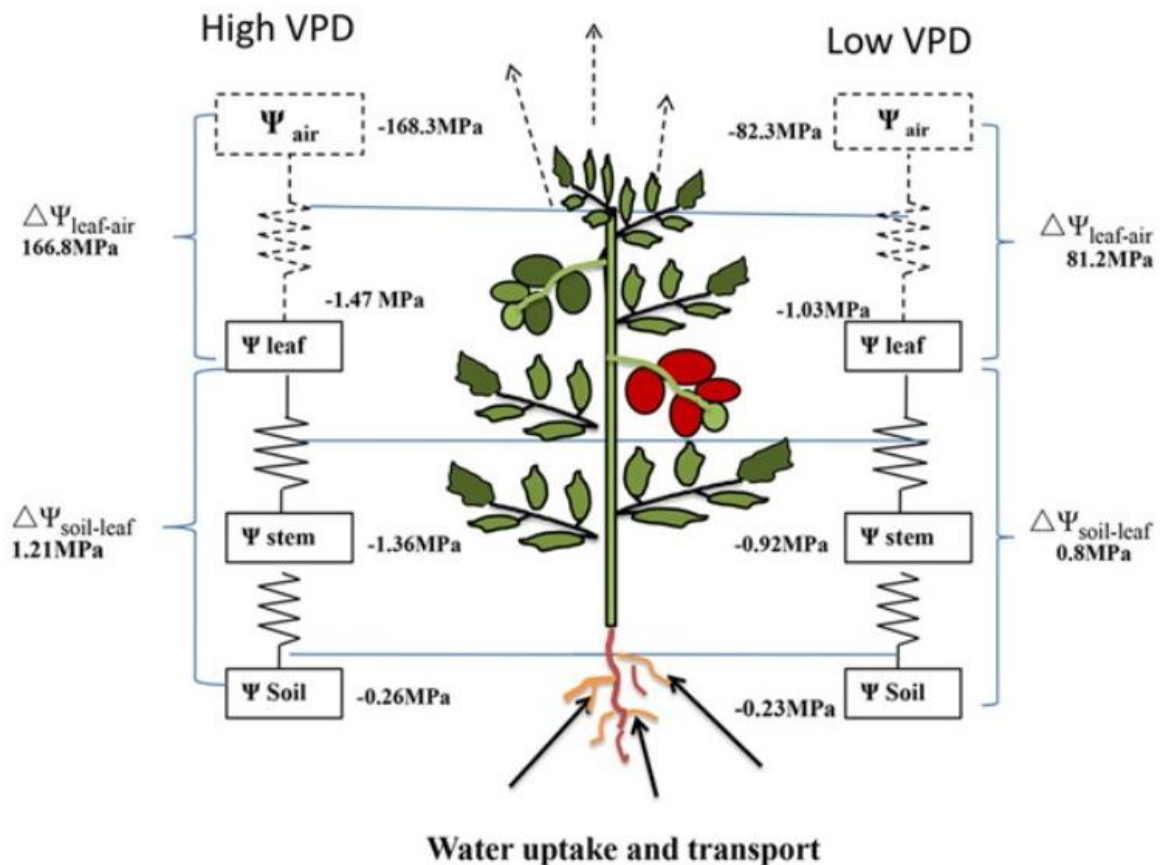
Για την υπέρβαση αυτών των φυσικών φραγμών αναπαραγωγής, η χρήση δομών προστατευμένης καλλιέργειας (όπως αυτοματοποιημένα υαλόφρακτα θερμοκήπια, πλαστικά θερμοκήπια και διχτυοκήπια σκίασης) σε συνδυασμό με σύγχρονα συστήματα υδροπονίας προσφέρει ένα αυστηρά ελεγχόμενο μικροκλίμα (Maloupa et al., 2008a; Maloupa et al., 2008b). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη βελτιστοποίηση τόσο του εγγενούς (με σπόρο) όσο και του αγενούς (με μοσχεύματα) πολλαπλασιασμού, καθιστώντας δυνατή τη μαζική παραγωγή τους (Maloupa et al., 2008a; Maloupa et al., 2008b).

2.2.2 Περιβάλλοντα ελέγχου μικροκλίματος για τον πολλαπλασιασμό αυτοφύων ειδών

Τα ελεγχόμενα περιβάλλοντα υπό κάλυψη επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση, καταγραφή και ρύθμιση των κρίσιμων περιβαλλοντικών μεταβλητών, όπως η θερμοκρασία του αέρα και του υποστρώματος, η σχετική υγρασία (RH), η φωτοπερίοδος και η ενεργός φωτοσυνθετική ακτινοβολία (PAR) (Maloupa et al., 2008a). Οι παράμετροι αυτοί είναι καθοριστικές κατά τα πρώτα, εξαιρετικά ευαίσθητα στάδια εξημέρωσης (domestication) των άγριων γενοτύπων (Maloupa et al., 2008a). Στην περίπτωση του εγγενούς (με τη χρήση σπόρου) πολλαπλασιασμού, τα θερμοκήπια παρέχουν τις απαραίτητες ελεγχόμενες θερμικές συνθήκες για την εφαρμογή εξειδικευμένων πρωτοκόλλων τεχνητής στρωμάτωσης (stratification) ή σκαριφήματος (scarification), οι οποίες απαιτούνται για τη διακοπή του ληθάργου των σπόρων, κάνοντας ουσιαστικά τον σπόρο να αντιδράσει σαν να έχει περάσει ο χειμώνας, χωρίς αυτό να έχει συμβεί στην πραγματικότητα (Krigas et al., 2022).

Αντίστοιχα, για τον αγενή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα βλαστού, η εγκατάσταση αυτοματοποιημένων συστημάτων υδρονέφωσης (mist systems) ή συστημάτων υψηλής πίεσης (fogging units) διατηρεί τη σχετική υγρασία σε επίπεδα άνω του 85–90% (Maloupa et al., 2008a; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι απώλειες νερού λόγω διαπνοής από τα μη ριζοβολημένα μοσχεύματα ξηροφυτικών ειδών, όπως η *Salvia fruticosa* και το *Origanum dictamnus*, προτού αυτά προλάβουν να αναπτύξουν τις τυχαίες ρίζες τους (Maloupa et al., 2008a; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Επιπλέον, ο πολλαπλασιασμός υπό κάλυψη διευκολύνει την ακριβή εφαρμογή εξωγενών ρυθμιστών ανάπτυξης, όπως το Ινδολο-3-βουτυρικό οξύ (IBA), το οποίο επιταχύνει θεαματικά την έναρξη της ριζοβολίας, βελτιώνει την αρχιτεκτονική του ριζικού συστήματος και εξασφαλίζει ομοιογενείς παρτίδες φυτών, οι οποίες είναι έτοιμες για μεταφύτευση (Maloupa et al., 2008a).

Η μετάβαση των αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών από το φυσικό τους ενδιαίτημα στο θερμοκήπιο απαιτεί την πλήρη κατανόηση και τον έλεγχο των παραμέτρων του μικροκλίματος, καθώς τα στάδια του εγγενούς και αγενούς πολλαπλασιασμού είναι τα πλέον ευαίσθητα στην παραγωγική αλυσίδα (Maloupa et al., 2008a). Κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα, το κύριο φυσιολογικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα ξηροφυτικά είδη της μεσογειακής χλωρίδας είναι η διατήρηση της σπαργής των κυττάρων τους (turgor pressure) πριν από την ανάπτυξη των τυχαίων ριζών (adventitious rooting) (Martini & Papafotiou, 2025). Επειδή τα μοσχεύματα στερούνται ριζικού συστήματος, η ικανότητά τους να απορροφούν νερό είναι εξαιρετικά περιορισμένη, ενώ η απώλεια υδρατμών μέσω της διαπνοής των στομάτων συνεχίζεται κανονικά.



Εικόνα 4 – Τρόπος λειτουργίας του συστήματος VPD (έλλειμμα πίεσης υδρατμών/ Vapor Pressure Deficit, Πηγή: emeraldharvest.co)

Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, η σύγχρονη τεχνολογία των θερμοκηπίων επιστρατεύει τη διαχείριση του ελλείμματος πίεσης υδρατμών (Vapor Pressure Deficit – VPD, Εικόνα 4). Το VPD ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της πίεσης των υδρατμών στο εσωτερικό του φύλλου (όταν αυτό είναι κορεσμένο σε υγρασία) και της πίεσης των υδρατμών του ατμοσφαιρικού αέρα του θερμοκηπίου. Η διατήρηση του VPD σε χαμηλά και σταθερά επίπεδα (μεταξύ 0.2 και 0.5 kPa) κατά τις πρώτες 10–15 ημέρες της ριζοβολίας επιτυγχάνεται μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων υδρονέφωσης (mist systems) ή συστημάτων ομίχλης υψηλής πίεσης (fog systems) (Maloupa et al., 2008a). Τα συστήματα ομίχλης, τα οποία παράγουν μικροσκοπικά σταγονίδια νερού (διαμέτρου

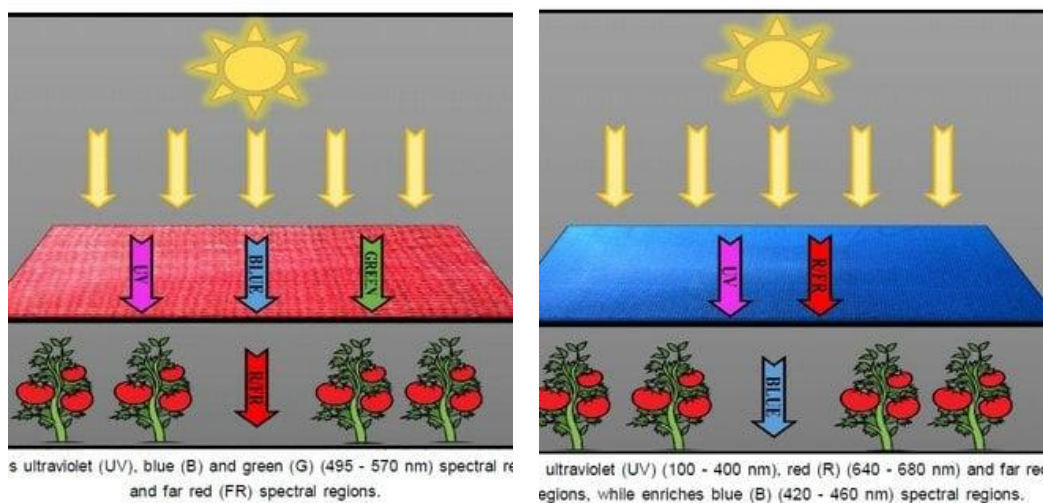
μικρότερης των 20 μm), εξατμίζονται στον αέρα πριν προλάβουν να καθιζάνουν και να διαβρέξουν υπερβολικά το φύλλωμα των φυτών, αυξάνοντας τη σχετική υγρασία (RH) στο 90–95% χωρίς να προκαλούν συνθήκες υπερβολικής υγρασίας στο υπόστρωμα, η οποία θα οδηγούσε σε σήψη (Varela-Stasinopoulou et al., 2023).

Επιπλέον, η θερμοκρασία του υποστρώματος (bottom heating) αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτάχυνση της ριζοβολίας των αυτοφυών ειδών. Η χρήση θερμαντικών καλωδίων ή σωλήνων ζεστού νερού κάτω από τους πάγκους πολλαπλασιασμού επιτρέπει τη διατήρηση της θερμοκρασίας στη ζώνη της ριζοβολίας στους 20–22°C, ακόμη και όταν η θερμοκρασία του αέρα στο θερμοκήπιο διατηρείται χαμηλότερη (15–18°C). Αυτή η θερμική διαφοροποίηση ευνοεί τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό στη βάση του μοσχεύματος και τον σχηματισμό κάλου (callus), ενώ ταυτόχρονα περιορίζει την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, εξοικονομώντας ενέργεια και υδατάνθρακες για τη ριζογένεση (Krigas et al., 2022).

Τέλος, η χρήση φωτοεκλεκτικών δικτύων σκίασης (photo-selective shading nets, Εικόνες 5 και 6) χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της έντασης και της ποιότητας του φωτός. Αν και τα μεσογειακά είδη, όπως το *Helichrysum orientale*, είναι προσαρμοσμένα σε συνθήκες υψηλής ηλιοφάνειας, τα μοσχεύματα απαιτούν προστασία από την έντονη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR) για την αποφυγή του φωτοοξειδωτικού στρες (photo-oxidative stress), καθιστώντας τα συστήματα σκίασης απαραίτητα για τη σταθεροποίηση της παραγωγής (Maloupa et al., 2008b).



Εικόνα 5 – Καλλιέργεια με χρήση φωτοεκλεκτικών δικτύων σκίασης (Πηγή: *israelagri.com*)



Εικόνα 6 – Καλλιέργεια με χρήση φωτοεκλεκτικών δικτύων σκίασης (τρόπος λειτουργίας, Πηγή: *Champaneri & Patel, 2021*)

2.2.3 Φυσικοχημικές ιδιότητες Υποστρωμάτων σε εκτός εδάφους καλλιέργεια

Η υδροπονία και οι καλλιέργειες εκτός εδάφους (soiless culture) αποτελούν μία διαδικασία με τεχνολογική εξειδίκευση, που εξαλείφει πλήρως τους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς περιορισμούς του παραδοσιακού εδάφους (Tassoula et al., 2017). Η επιτυχής ανάπτυξη των ελληνικών αυτοφυών ειδών σε υδροπονικά συστήματα και καλλιέργειες εκτός εδάφους εξαρτάται άμεσα από τη σωστή επιλογή και τη δυναμική των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του υποστρώματος (Papafotiou et al., 2013). Τα περισσότερα ενδημικά είδη της Ελλάδας, με έμφαση στα χασμόφυτα και τα ορεινά χαμαίφυτα, έχουν εξελιχθεί σε αβαθή, εξαιρετικά πορώδη, ασβεστολιθικά εδάφη με άριστη αποστράγγιση και υψηλό αερισμό (Krigas et al., 2022).

Όταν τα φυτά αυτά εισάγονται σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας εκτός εδάφους, η χρήση κοινών, βαριών εδαφικών μιγμάτων οδηγεί αναπόφευκτα σε κατακράτηση υγρασίας, ασφυξία των ριζών (root asphyxia) και ανάπτυξη μυκητολογικών προσβολών από παθογόνα του εδάφους (Tassoula et al., 2017). Ειδικότερα, τα είδη αυτά ενδέχεται να παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία σε εδαφογενή παθογόνα (όπως οι μύκητες *Pythium* και *Phytophthora* spp.), σε νηματώδεις (τύπος σκουληκιού από τη συνομοταξία των Nematoda), καθώς και σε συνθήκες κακού αερισμού και στραγγίσεως (Tassoula et al., 2017).

Η υδροπονική τεχνολογία προσφέρει δυνατότητες επίλυσης του προβλήματος αυτού, μέσω της χρήσης αδρανών, εξαιρετικά πορώδων υποστρωμάτων. Τα υποστρώματα αυτά εγγυώνται την ιδανική αναλογία αέρα και νερού στη ριζόσφαιρα, αποτρέποντας τις συνθήκες ασφυξίας των ριζικών συστημάτων και την εμφάνιση σήψης, και επιτρέποντας την ανεμπόδιση ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Papafotiou et al., 2013; Tassoula et al., 2017). Οι φυσικές ιδιότητες αυτών των τεχνητών υποστρωμάτων μπορούν να

σχεδιαστούν, αναλόγως κάθε φορά με την καλλιέργεια, με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιάζουν το ελεύθερο σε αποστράγγιση και έντονα αεριζόμενο μικροπεριβάλλον των φυσικών βραχωδών βιοτόπων, διατηρώντας ταυτόχρονα την απαραίτητη υγρασία εντός του θερμοκηπίου (Papafotiou et al., 2013).

Για τον λόγο αυτό, τα υδροπονικά υποστρώματα που επιλέγονται πρέπει να παρουσιάζουν υψηλή χωρητικότητα σε αέρα (air-filled porosity - AFP) και χαμηλή έως μέτρια ικανότητα συγκράτησης νερού (water holding capacity). Για παράδειγμα, ο γεωργικός περλίτης και η ελαφρόπετρα (pumice) αποτελούν τα ιδανικά ανόργανα υλικά για τη διαμόρφωση της δομής των υποστρωμάτων αυτών, ενώ αξιοποιούνται επίσης στο ίδιο πλαίσιο ο κοκοφοίνικας και ειδικά μίγματα ξανθής και μαύρης τύρφης (Papafotiou et al., 2013; Tassoula et al., 2017).

Ο περλίτης, συγκεκριμένα, λόγω του υψηλού του πορώδους (άνω του 90% κατ' όγκο) και της σταθερής του δομής, εξασφαλίζει ότι η ριζόσφαιρα θα παραμένει επαρκώς αεριζόμενη, διευκολύνοντας τη διάχυση του οξυγόνου προς τις ρίζες, η οποία είναι απαραίτητη για την κυτταρική αναπνοή και την ενεργή απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων (Papafotiou et al., 2013).

Από χημικής άποψης, τα αυτοφυή και ενδημικά είδη των μεσογειακών οικοσυστημάτων είναι προσαρμοσμένα σε oligotroφικά περιβάλλοντα (nutrient-poor environments). Από άποψη φυσιολογίας και θρέψης των φυτικών ειδών, η υδροπονική καλλιέργεια επιτρέπει την εφαρμογή αυτοματοποιημένων πρωτοκόλλων υδρολίπανσης, όπου η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το pH και οι αναλογίες μακροστοιχείων και μικροστοιχείων του θρεπτικού διαλύματος ρυθμίζονται με ακρίβεια ώστε να ανταποκρίνονται στις oligotroφικές απαιτήσεις των μεσογειακών ξηροφύτων (Papafotiou et al., 2013). Κατά συνέπεια, μίγματα υποστρωμάτων που περιέχουν υψηλά ποσοστά

οργανικής ουσίας, όπως η τύρφη ή το κομπόστ, πρέπει να εξισορροπούνται προσεκτικά με ανόργανα υλικά (περλίτη/ελαφρόπετρα) σε αναλογίες (π.χ. 1:1 ή 1:2 κατ' όγκο), ώστε να μην δημιουργούνται συνθήκες υπερβολικής συγκέντρωσης αλάτων στη ριζόσφαιρα (Papafotiou et al., 2013; Tassoula et al., 2017).

Παράλληλα, η ρύθμιση του pH της ριζόσφαιρας στα υδροπονικά υποστρώματα μεταξύ 6.0 και 6.5 κρίνεται ιδανική, καθώς σε αυτό το εύρος βελτιστοποιείται η απορρόφηση του φωσφόρου και των μικροστοιχείων (όπως ο σίδηρος και το μαγγάνιο), αποτρέποντας την εμφάνιση τροφοπενιών που θα υποβάθμιζαν την εμπορική και αισθητική αξία των παραγόμενων ανθοκομικών προϊόντων (Maloupa et al., 2008a).

Η σχετική επιστημονική έρευνα έχει δείξει ότι, παρόλο που είδη όπως το *Helichrysum orientale* και το *Atriplex halimus* επιβιώνουν στη φύση σε φτωχά, άνυδρα ή αλατούχα περιβάλλοντα, η ελεγχόμενη παροχή θρεπτικών στοιχείων σε ανοιχτά ή κλειστά υδροπονικά συστήματα υπό κάλυψη επιταχύνει σημαντικά τους δείκτες βλαστικής ανάπτυξης και μειώνει δραστικά τον εμπορικό κύκλο παραγωγής (Tassoula et al., 2017). Αυτός ο ταχύς, ελεγχόμενος και μη καταστροφικός κύκλος παραγωγής στο θερμοκήπιο αποτελεί μία εφαρμογή της στρατηγικής «διατήρησης μέσω της χρήσης» (conservation-through-use), όπως αυτή είναι γνωστή στη σχετική βιβλιογραφία (Sirhan et al., 2025), καθώς εξασφαλίζει μια σταθερή, ποιοτική και κλιμακώσιμη προμήθεια ανθεκτικών φυτών για την αστική ανθοκομία, χωρίς την ίδια στιγμή να επιβαρύνονται ή να υφίστανται υπέρμετρη εκμετάλλευση τα ευαίσθητα φυσικά οικοσυστήματα της χώρας.

2.3 Αστική ανθοκομία, αρχιτεκτονική τοπίου και Βιοποικιλότητα

2.3.1 Σημασία και στόχοι της αστικής ανθοκομίας

Η ραγδαία αστικοποίηση και η συνεπαγόμενη σφράγιση του εδάφους έχουν οδηγήσει σε έντονο κατακερματισμό των φυσικών ενδιαιτημάτων, υποβάθμιση των οικοσυστημικών υπηρεσιών και δραματική μείωση της βιοποικιλότητας στα αστικά κέντρα (Papafotiou et al., 2022). Στο πλαίσιο αυτό, η ολοκλήρωση της παραγωγικής διαδικασίας και του πολλαπλασιασμού των αυτοφυών και ενδημικών ειδών υπό κάλυψη και σε υδροπονικά συστήματα οδηγεί στο τελικό, κρίσιμο στάδιο της αξιοποίησής τους: την εγκατάστασή τους σε αστικούς χώρους πρασίνου (Maloupa et al., 2008a). Με αυτά τα δεδομένα, η σύγχρονη Αρχιτεκτονική Τοπίου και η Αστική Ανθοκομία στρέφονται προς τη χρήση *Λύσεων που Βασίζονται στη Φύση (Nature-Based Solutions - NBS)*, αντικαθιστώντας τα παραδοσιακά, ενεργοβόρα και εξεζητημένα ξενικά είδη με αυτόχθονες φυτικές κοινότητες (Giagnacovo et al., 2025). Η στρατηγική αυτή, γνωστή διεθνώς και ως «renaturing the city» (επαναφορά της φύσης στην πόλη), δεν έχει απλώς αισθητικό χαρακτήρα, αλλά στοχεύει στην αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας του αστικού ιστού (Marouli et al., 2022).

Ως *αστική ανθοκομία* ορίζεται η καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών, λουλουδιών και φυτών κηποτεχνίας εντός του αστικού ιστού, η οποία επηρεάζει θετικά το περιβάλλον της πόλης. Περιλαμβάνει τη φροντίδα φυτών σε μπαλκόνια, ταράτσες, ακάλυπτους χώρους, κήπους, αλλά και σε δημόσιους χώρους πρασίνου. Μία από τις πιο αποτελεσματικές και διαδεδομένες εφαρμογές αυτής της προσέγγισης αποτελεί η κατασκευή εκτεταμένου τύπου πράσινων δωμάτων (*extensive green roofs*) και η δημιουργία αστικών λειμώνων (*urban meadows*, Εικόνα 7) (Marouli et al., 2022; Papafotiou et al., 2022). Τα αστικά δώματα αποτελούν εξαιρετικά εχθρικά περιβάλλοντα

για τη βλάστηση, καθώς χαρακτηρίζονται από περιορισμένο βάθος υποστρώματος (συνήθως 8 - 15 cm), έντονη ηλιακή ακτινοβολία, υψηλές θερμοκρασίες και ισχυρές ριπές ανέμου (Varela-Stasinopoulou et al., 2023).



Εικόνα 7 – *Urban Meadow* («αστικός λειμών») στο Πανεπιστήμιο του Yale (Πηγή: news.yale.edu)

Τα μεσογειακά χαμαίφυτα, ημικρυπτόφυτα και ξηρόφυτα της ελληνικής χλωρίδας, όπως τα είδη των γενών *Salvia*, *Origanum*, *Helichrysum* και *Thymus*, παρουσιάζουν ιδανική προσαρμογή σε αυτές τις συνθήκες, επιδεικνύοντας υψηλά ποσοστά επιβίωσης και ανάπτυξης ακόμη και με ελάχιστη ή μηδενική άρδευση κατά τους θερινούς μήνες (Papafotiou et al., 2013; Papafotiou et al., 2022). Έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση τοπικών, αυτοφύων ειδών σε εκτεταμένες πράσινες στέγες εξασφαλίζει τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της φυτοκάλυψης, καθώς τα φυτά αυτά διαθέτουν την ικανότητα αυτοσποράς (*self-sowing*) και φυσικής αναπαραγωγής, ανακυκλώνοντας τον

βιολογικό τους κύκλο χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης (Varela-Stasinopoulou et al., 2023).

Πέρα από την ανθεκτικότητα στις αβιοτικές καταπονήσεις, η εισαγωγή των ελληνικών αυτοφυών ειδών στους χώρους πρασίνου επιφέρει άμεση και καταλυτική ενίσχυση της αστικής βιοποικιλότητας (Martini & Papafotiou, 2025). Τα κοινά ανθοκομικά φυτά του εμπορίου (συχνά υβρίδια ξενικής προέλευσης) ή οι ομοιόμορφες μονοκαλλιέργειες παχύφυτων (π.χ. εκτεταμένες φυτεύσεις αποκλειστικά με είδη του γένους *Sedum*) προσφέρουν περιορισμένη οικολογική αξία (Solomou, 2026). Αντίθετα, η δημιουργία τεχνητών φυτικών κοινοτήτων που μιμούνται τις φυσικές συζεύξεις των ελληνικών οικοσυστημάτων (*synergistic plant communities*) διασφαλίζει τη λειτουργική συνέχεια και τη σταθερότητα των αστικών οικοσυστημάτων (Varela-Stasinopoulou et al., 2023; Solomou, 2026).

Επιπροσθέτως, η παρατεταμένη και διαδοχική περίοδος ανθοφορίας που παρουσιάζουν τα ελληνικά *Lamiaceae* και *Asteraceae*, σε συνδυασμό με την ποικιλομορφία των χρωμάτων και των μορφολογικών τους δομών, εξασφαλίζει τη συνεχή διαθεσιμότητα floral πόρων, όπως το νέκταρ και η γύρη (Papafotiou et al., 2022; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Αυτό υποστηρίζει άμεσα τις κοινότητες των εγχώριων επικονιαστών (άγριες μέλισσες, πεταλούδες), των ωφέλιμων αρθροπόδων και των εντομοφάγων πτηνών, ενδυναμώνοντας την οικολογική ανθεκτικότητα (*ecological resilience*) της πόλης (Papafotiou et al., 2022; Giagnacovo et al., 2025). Την ίδια στιγμή, η χρήση αυτών των ειδών συμβάλλει καθοριστικά στην παροχή ευρύτερων οικοσυστημικών υπηρεσιών (Giagnacovo et al., 2025). Η πυκνή φυτοκάλυψη και η έντονη εξατμισοδιαπνοή των μεσογειακών αρωματικών θάμνων βοηθούν στη μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας των κτιρίων, συμβάλλοντας στον μετριασμό του φαινομένου

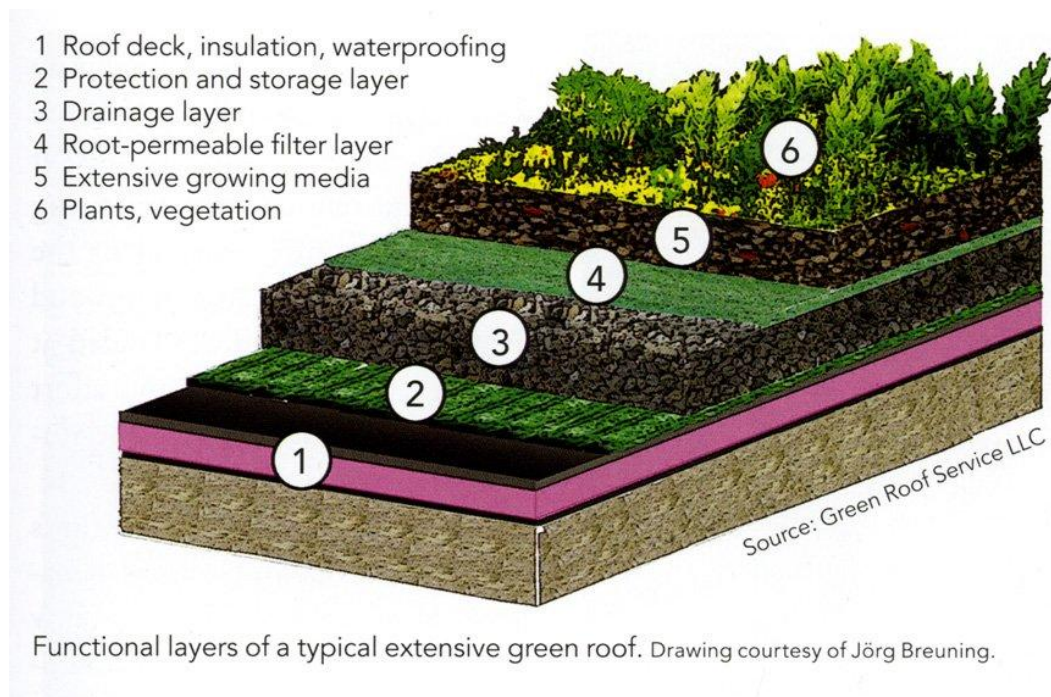
της Αστικής Θερμικής Νησίδας (*Urban Heat Island effect*) και στη συγκράτηση των όμβριων υδάτων (Marouli et al., 2022; Papafotiou et al., 2022).

Με αυτόν τον τρόπο, η μεταφορά των φυτών από το ελεγχόμενο περιβάλλον του θερμοκηπίου και της υδροπονικής εγκατάστασης στον αστικό σχεδιασμό αποτελεί μια ολοκληρωμένη περιβαλλοντική προσέγγιση, η οποία μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της αστικής υποδομής και του φυσικού τοπίου, προσφέροντας παράλληλα ιδιαίτερα απαραίτητους πνεύμονες πρασίνου σε σημεία της πόλης (Giagnacovo et al., 2025).

2.3.2 Η σημασία των υποστρωμάτων για τις «πράσινες στέγες»

Η επιτυχής μεταφορά των φυτών από το ελεγχόμενο, ιδανικό περιβάλλον της υδροπονικής εγκατάστασης και του θερμοκηπίου στις ακραίες συνθήκες ενός αστικού πράσινου δώματος εξαρτάται σε απόλυτο βαθμό από τη φυσικοχημική συμβατότητα των υποστρωμάτων (Papafotiou et al., 2013). Στις εκτεταμένου τύπου πράσινες στέγες (βλ. την Εικόνα 8), τα υποστρώματα πρέπει να είναι ελαφριά για να μην επιβαρύνουν στατικά το κτίριο, αλλά ταυτόχρονα να παρέχουν επαρκή μηχανική στήριξη, αερισμό και θρέψη (Marouli et al., 2022).

Η σύγχρονη έρευνα καταδεικνύει ότι η χρήση μιγμάτων που βασίζονται στην ελαφρόπετρα, τον περλίτη και το ώριμο κομπόστ (ή εδαφικά μίγματα με grape marc compost) εξασφαλίζει τη βέλτιστη ισορροπία (Tassoula et al., 2017; Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Εδώ εντοπίζεται και η άμεση σύνδεση με όσα έχουν αναφέρει ήδη για την υδροπονική παραγωγή.



*Εικόνα 8 – Στρώματα των εκτεταταμένου τύπου πράσινων δωματίων
(Πηγή: Green Roof Service LLC)*

Πιο συγκεκριμένα, τα φυτά που έχουν αναπαραχθεί εκτός εδάφους σε αδρανή υλικά (π.χ. περλίτη/τύρφη) αναπτύσσουν ένα εξαιρετικά ινώδες και υγιές ριζικό σύστημα, ελεύθερο από παθογόνα, το οποίο εγκλιματίζεται και εξαπλώνεται με εντυπωσιακή ταχύτητα όταν τοποθετηθεί στο παρόμοιας φιλοσοφίας, πορώδες υπόστρωμα της πράσινης στέγης (Papafotiou et al., 2013; Martini & Papafotiou, 2025). Αντίθετα, φυτά που έχουν αναπτυχθεί σε βαριά συμβατικά εδάφη υφίστανται έντονο μεταφυτευτικό σοκ και παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας λόγω της απότομης αλλαγής στη δυναμική του νερού και του αέρα της ριζόσφαιρας (Varela-Stasinopoulou et al., 2023).

2.3.3 Οικολογικές συνέργειες και αστικά δίκτυα επικονιαστών

Η χρήση αυτοφυών και ενδημικών ειδών στην αστική ανθοκομία ξεπερνά την απλή ανάγκη για ανθεκτική φυτοκάλυψη, καθώς στοχεύει στη δημιουργία λειτουργικών οικολογικών συνεργειών (ecological synergies) εντός του αστικού ιστού (Solomou, 2026).

Όταν σχεδιάζονται χώροι πρασίνου με βάση τις τεχνητές φυτικές κοινότητες (synthetic plant communities) που συνδυάζουν διαφορετικά εγχώρια είδη (π.χ. συγκαλλιέργεια *Salvia* spp., *Origanum dictamnus* και *Helichrysum orientale*), δημιουργείται ένα σταθερό μικρο-οικοσύστημα (Varela-Stasinopoulou et al., 2023). Η ποικιλομορφία στη μορφολογία των ανθέων και η διαδοχική περίοδος ανθοφορίας αυτών των ειδών καθ' όλη τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού προσφέρουν μια αδιάλειπτη πηγή τροφής (νέκταρ και γύρη) (Papafotiou et al., 2022).

Αυτό το γεγονός επιτρέπει στους χώρους αστικού πρασίνου να λειτουργήσουν ως «οικολογικοί διάδρομοι» (green corridors) και «σκαλοπάτια» (stepping stones), συνδέοντας τα περιφερειακά δάση με το κέντρο των πόλεων (Solomou, 2026). Με αυτόν τον τρόπο, υποστηρίζονται ενεργά οι πληθυσμοί των άγριων μελισσών, των συρφίδων και των λεπιδόπτερων (πεταλούδες), οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, μετατρέποντας τις πόλεις σε χώρους όπου μπορεί να φιλοξενηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό η άγρια ζωή (Giagnacovo et al., 2025; Solomou, 2026). Έχοντας πραγματοποιήσει μία εκτεταμένη αναφορά στη βιοποικιλότητα της Ελλάδας, την αυτοφυή και ενδημική βλάστηση, αλλά και τους τρόπους με τους οποίους αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί στο αστικό πεδίο ή στο εμπορικό πλαίσιο, κρίσιμο είναι να αναφερθεί στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας, το πλαίσιο της μελέτης και να περιγραφεί η μέθοδος επιλογής των εργασιών για τη συστηματική ανασκόπηση.

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία έρευνας

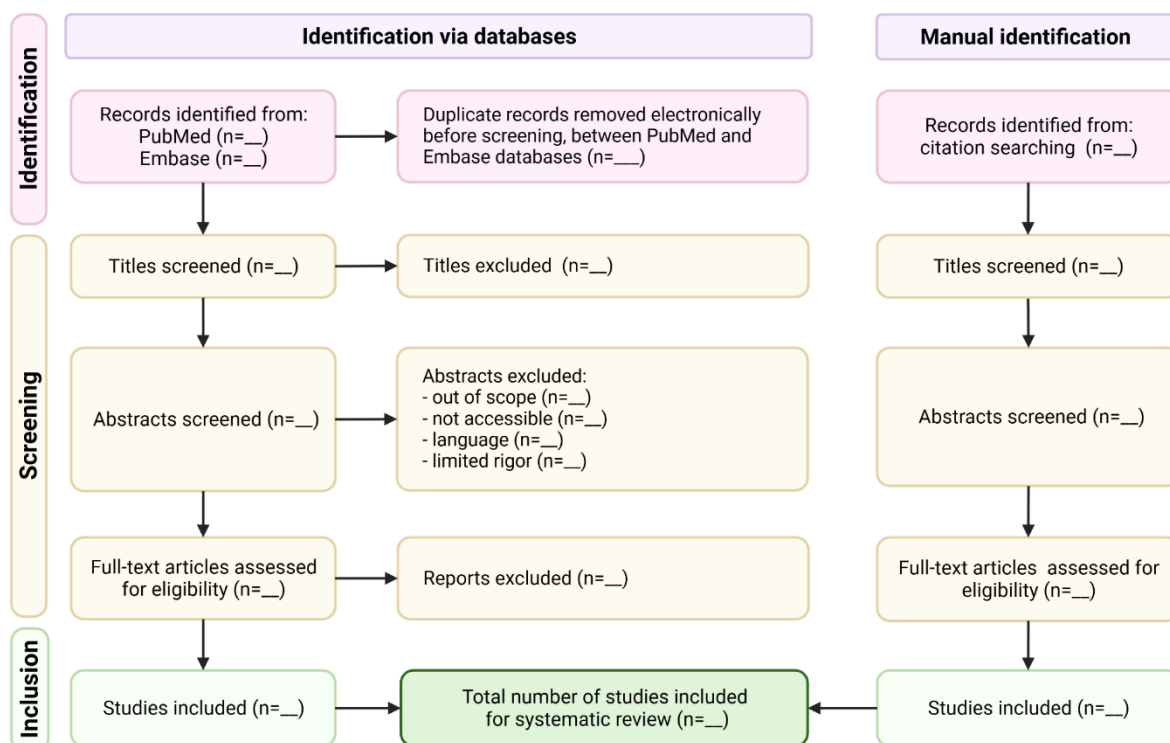
3.1 Η μέθοδος της Συστηματικής Ανασκόπησης

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, και με σκοπό την ανασκόπηση παλαιότερων ερευνών σχετικά με το θέμα της ανθοκομίας και του πώς τα αυτοφυή και ενδημικά είδη μπορούν να αξιοποιηθούν για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, στόχος ήταν να επιλεγεί μία δομημένη και συστηματοποιημένη ερευνητική προσέγγιση, και όχι απλώς μία περιγραφική βιβλιογραφική ανασκόπηση. Ως εκ τούτου, η παρούσα εργασία υιοθετεί τη μεθοδολογία της Συστηματικής Ανασκόπησης (Systematic Review), η οποία αποτελεί μία επιστημονική διαδικασία με συγκεκριμένη μεθοδολογία, και συνίσταται στα βήματα του εντοπισμού, της αξιολόγησης και της σύνθεσης του συνόλου της διαθέσιμης βιβλιογραφίας γύρω από ένα συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα. Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογία της Συστηματικής Ανασκόπησης (Εικόνα 8) είναι μία ιδιαίτερα δημοφιλής μέθοδος έρευνας σε ποικίλα επιστημονικά αντικείμενα. Τα κύρια πλεονεκτήματά της είναι ότι αποτελεί μια αυστηρή, διαφανή και συγκεκριμένη επιστημονική διαδικασία, η οποία στοχεύει στη συγκέντρωση, την κριτική αξιολόγηση και τη σύνθεση όλων των διαθέσιμων ερευνητικών δεδομένων που απαντούν σε ένα συγκεκριμένο και σαφώς ορισμένο ερευνητικό ερώτημα. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές, αφηγηματικές ανασκοπήσεις (narrative reviews) που συχνά πάσχουν από υποκειμενικότητα στην επιλογή των πηγών, η συστηματική ανασκόπηση βασίζεται σε ένα προκαθορισμένο και αυστηρά δομημένο πρωτόκολλο αναζήτησης και φιλτραρίσματος, το οποίο ελαχιστοποιεί το σφάλμα μεροληψίας (publication bias) και αποδίδει μεγάλο βαθμό επαναληψιμότητας στη μελέτη (Ahn & Kang, 2018; Brignardello-Petersen, Santesso & Guyatt, 2024).

Για τη παρούσα έρευνα, η οποία επικεντρώνεται στη διερεύνηση της αξιοποίησης αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών της Ελλάδας στην ανθοκομία για την αύξηση της

βιοποικιλότητας στους χώρους πρασίνου, η μεθοδολογία αυτή κρίνεται ως η πλέον ενδεδειγμένη. Αρχικά, υπάρχει πληθώρα μελετών για την ελληνική χλωρίδα, οι οποίες συχνά έχουν διαφορετική στόχευση και μεθοδολογία η μία από την άλλη

PRISMA flow diagram



Εικόνα 9 – Διάγραμμα ροής για μία μέση συστηματική ανασκόπηση (Πηγή: *biorender.com*)

Η συστηματική ανασκόπηση επιτρέπει να απομονωθούν και να συντεθούν τα στοιχεία που αφορούν τα πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού και τις ανθοκομικές εφαρμογές, προσφέροντας μια καθαρή εικόνα της παρούσας κατάστασης. Όπως αναδεικνύεται και στο άρθρο-οδηγό των Paraskevoudoulou & Kamperi (2018), η συστηματική χαρτογράφηση της βιβλιογραφίας αποτελεί το μοναδικό ασφαλές εργαλείο για να αναδειχθεί ποιες περιοχές ή ποια συγκεκριμένα φυτικά taxa στερούνται τεκμηριωμένων πρωτοκόλλων παραγωγής. Για παράδειγμα, μπορεί να διαπιστωθεί ότι ενώ ορισμένα πιο συχνά εμφανιζόμενα είδη έχουν μελετηθεί εκτενώς, σπάνια τοπικά ενδημικά είδη με τεράστια

ανθοκομική αξία δεν έχουν ενταχθεί ακόμη σε πειράματα υπό κάλυψη ή υδροπονίας, ανοίγοντας τον δρόμο για μελλοντική έρευνα. Έτσι, η προσέγγιση αυτή είναι δυνατόν να επιτρέψει και τον εντοπισμό ερευνητικών κενών.

Τέλος, το σημαντικότερο ίσως στοιχείο που καθιστά αυτήν την ερευνητική μέθοδο ιδιαίτερα χρήσιμη είναι ότι μπορεί να οδηγήσει σε σχεδιαστικές επιλογές που βασίζονται σε επιστημονικές αποδείξεις (evidence-based design). Πιο συγκεκριμένα, η εισαγωγή φυτών στις πόλεις με σκοπό την αύξηση της βιοποικιλότητας είναι σημαντικό να συνδυαστεί με επιστημονικές αποδείξεις, όπως για παράδειγμα, το ποια είδη επιβιώνουν αποδεδειγμένα σε αβαθή υποστρώματα και ποια υποστηρίζουν πραγματικά τα αστικά δίκτυα επικοινωνιών, με αποτέλεσμα να διατυπωθούν καλύτερες προτάσεις προς την αρχιτεκτονική τοπίου και τη διαμόρφωση των χώρων πρασίνου στο αστικό τοπίο.

3.2 Θεματικές και στόχοι της έρευνας

Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογικής προσέγγισης βασίζεται και ακολουθεί πιστά τη δομή, τις αρχές και το πρωτόκολλο αναζήτησης και φιλτραρίσματος που εφάρμοσαν οι Paraskevoudoulou & Kamperi (2018) στο επιστημονικό άρθρο *Design of hospital healing gardens linked to pre- or post-occupancy research findings*, το οποίο αποτέλεσε και οδηγό για τις μεθοδολογικές επιλογές της παρούσας μελέτης. Μέσω αυτής της δομημένης προσέγγισης, διασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή διαφάνεια, η ακαδημαϊκή αμεροληψία και η επαναληψιμότητα της συγκεκριμένης ερευνητικής πορείας, όπως αναφέρθηκε και στα θεωρητικά στοιχεία αναφορικά με τη συγκεκριμένη μέθοδο.

Στη συγκεκριμένη έρευνα, κύριος σκοπός της παρούσας μεθοδολογίας είναι η συστηματική χαρτογράφηση των διεθνών και εγχώριων επιστημονικών δεδομένων που αφορούν: α) τα βέλτιστα πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού (εγγενούς και αγενούς) των ελληνικών αυτοφυών και ενδημικών ειδών σε συστήματα υπό κάλυψη, β) τις παραγωγικές

παραμέτρους της εκτός εδάφους/υδροπονικής καλλιέργειάς τους, και ιδίως γ) τους συγκεκριμένους τρόπους και τα αποτελέσματα της μεταφύτευσης και αξιοποίησής τους σε αστικούς χώρους πρασίνου με στόχο την ενίσχυση της βιοποικιλότητας.

Αν και το κύριο αντικείμενο της εργασίας επικεντρώνεται στην αξιοποίηση των αυτοφυών ειδών για την ενίσχυση της αστικής βιοποικιλότητας, δηλαδή ουσιαστικά το στοιχείο (γ), η διερεύνηση αυτή είναι αδύνατον να διαχωριστεί από τα αρχικά στάδια της παραγωγικής αλυσίδας. Η συστηματική ανασκόπηση εξετάζει συμπληρωματικά τα πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού (α) και τις παραγωγικές παραμέτρους της εκτός εδάφους καλλιέργειας (β), καθώς αυτά αποτελούν τον μοναδικό επιστημονικό και εμπορικό δρόμο για τη μαζική, ομοιόμορφη και απαλλαγμένη από παθογόνα παραγωγή του απαραίτητου φυτικού υλικού.

3.3 Στρατηγική Αναζήτησης και Επιλογή Βάσεων Δεδομένων

Για τη συγκέντρωση των βιβλιογραφικών δεδομένων εφαρμόστηκε μια εκτεταμένη και πολυεπίπεδη στρατηγική ηλεκτρονικής αναζήτησης. Σε απόλυτη ευθυγράμμιση με τη μεθοδολογική ροή των Paraskevoudoulou & Kamperi (2018), ως κύριες ακαδημαϊκές μηχανές και βάσεις δεδομένων επιλέχθηκαν το **Scopus** και το **Web of Science**. Οι συγκεκριμένες βάσεις προσφέρουν τη μεγαλύτερη κάλυψη σε peer-reviewed επιστημονικά περιοδικά υψηλού δείκτη απήχησης (impact factor) στους τομείς των γεωπονικών επιστημών, της οικολογίας και της αρχιτεκτονικής τοπίου. Επιπλέον, λόγω της εξαιρετικής ιδιαιτερότητας του αντικειμένου, το οποίο εστιάζει στενά στην ελληνική χλωρίδα, η στρατηγική αναζήτησης επεκτάθηκε και στη βάση **Google Scholar**, καθώς και σε ψηφιακά αποθετήρια εγχώριων επιστημονικών φορέων. Το χρονικό παράθυρο της αναζήτησης ορίστηκε στα τελευταία 30 έτη (από το 1996 έως το 2026),

ακολουθώντας την αναλογική χρονική κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στο άρθρο-οδηγό για τη διασφάλιση της διαχρονικής κάλυψης της επιστημονικής εξέλιξης του κλάδου.

3.4 Καθορισμός Λέξεων-Κλειδιών και Συνδυασμών (Keyword Formulation)

Η αποτελεσματικότητα μιας συστηματικής ανασκόπησης βασίζεται στον ακριβή προσδιορισμό των όρων αναζήτησης (keywords) και στη χρήση λογικών τελεστών (Boolean operators). Στο πρωτόκολλο των Paraskevoudoulou & Kampet (2018), οι λέξεις-κλειδιά διαχωρίστηκαν σε διακριτές ομάδες (Keyword Searches) χρησιμοποιώντας εισαγωγικά "" για την αναζήτηση ακριβών φράσεων και τον τελεστή OR για τη σύνδεση συνώνυμων όρων, προτού αυτοί συνδυαστούν με τον τελεστή AND. Για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής, οι όροι αναζήτησης οργανώθηκαν σε τρεις (3) θεματικούς άξονες:

- **Ομάδα Α (Φυτικό υλικό, αυτοφυή και ενδημικά είδη):** "Greek flora" OR "Greece" OR "endemic plants" OR "native plants" OR "Mediterranean flora".
- **Ομάδα Β (Ανθοκομική τεχνολογία και πολλαπλασιασμός):** "propagation" OR "rooting" OR "seed germination" OR "hydroponics" OR "soilless culture" OR "greenhouse" OR "protected cultivation" OR "mist system".
- **Ομάδα Γ (Αστικές εφαρμογές, οικολογία και βιοποικιλότητα):** "floriculture" OR "ornamental plants" OR "urban green infrastructure" OR "biodiversity" OR "landscape architecture" OR "green roofs" OR "extensive green roofs".

3.5 Κριτήρια Επιλογής και Αποκλεισμού

Για το φιλτράρισμα του μεγάλου όγκου των αρχικών αποτελεσμάτων και τη διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων, θεσπίστηκαν αυστηρά κριτήρια επιλογής (inclusion criteria) και αποκλεισμού (exclusion criteria), ώστε να καταλήξει τελικά στο corpus των ερευνών που αξιοποιήθηκαν στο πλαίσιο της μελέτης. Τα κριτήρια

διακρίνονται σε επιλογής (θετικές προϋποθέσεις) και αποκλεισμού (αρνητικές προϋποθέσεις), όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Όλες οι έρευνες που επιλέχθηκαν έχουν δημοσιευτεί στο πλαίσιο του διαστήματος 1996 – 2026, συνεπώς οποιαδήποτε παλαιότερη έρευνα αποκλείστηκε αυτομάτως.

Ξεκινώντας από τα κριτήρια επιλογής (Inclusion Criteria), αυτά αφορούν αρχικά τον τύπο της δημοσίευσης. Οι έρευνες θα έπρεπε οπωσδήποτε να είναι δημοσιευμένες σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές (peer-reviewed journals), κεφάλαια επιστημονικών βιβλίων και πλήρη πρακτικά διεθνών ή εθνικών συνεδρίων με υψηλή ακαδημαϊκή αναγνώριση (π.χ. *Acta Horticulturae*). Δεδομένων των γλωσσών τις οποίες μπορεί να επεξεργαστεί η ερευνήτρια, επιλέχθηκαν μόνο μελέτες γραμμένες στην αγγλική ή την ελληνική γλώσσα. Τέλος, ως προς το αντικείμενο, επιλέχθηκαν μόνο μελέτες που περιλαμβάνουν σαφή πειραματικά δεδομένα, ποσοτικά αποτελέσματα και συγκεκριμένα πρωτόκολλα που αφορούν τη διακοπή του ληθάργου των σπόρων, τα ποσοστά ριζοβολίας μοσχευμάτων, τις αποδόσεις σε υδροπονικά υποστρώματα, ή τη μεταφυτευτική συμπεριφορά των ελληνικών αυτοφυών ειδών σε αστικά περιβάλλοντα. Δεν επιλέχθηκαν καθόλου έρευνες που δεν είχαν σαφή εμπειρικό χαρακτήρα, όπως βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις.

Από την άλλη πλευρά, ορίστηκαν και τα κριτήρια αποκλεισμού ως προς τις έρευνες που επιλέχθηκαν. Το πρώτο από αυτά αφορούσε σαφώς το θεματικό πεδίο (subject area exclusion). Σε απόλυτη αντιστοιχία με τη μεθοδολογία των Paraskevoudou & Kamperi (2018), αποκλείστηκαν μελέτες από πεδία όπως η ιατρική, η φαρμακολογία, η μοριακή βιολογία, η βιοχημεία και η τοξικολογία.

Πιο συγκεκριμένα, άρθρα που εξέταζαν τα ελληνικά ΦΑΦ (π.χ. *Origanum dictamnus*) αποκλειστικά για την αντιμικροβιακή τους δράση, τη χημική σύσταση του

αιθέριου ελαίου τους ή τη χρήση τους στη βιομηχανία καλλυντικών, χωρίς καμία αναφορά σε γεωπονικές ή καλλιεργητικές παραμέτρους, απορρίφθηκαν αυτόματα. Παράλληλα, απαραίτητο για την ένταξη των μελετών στην έρευνα ήταν να έχουν σαφή πειραματικό και εμπειρικό χαρακτήρα. Με άλλα λόγια, απορρίφθηκαν μελέτες που αποτελούσαν απλούς χλωριδικούς καταλόγους (flora checklists) ή γενικές περιγραφικές αναφορές χωρίς πειραματικό υπόβαθρο, στατιστική ανάλυση και συγκεκριμένα αγρονομικά δεδομένα. Τέλος, δεν εντάχθηκε καμία μελέτη σε διαφορετική γλώσσα από την ελληνική ή την αγγλική, δεδομένου ότι δεν θα μπορούσε να προσπελαστεί από την ερευνήτρια.

3.6 Διαδικασία Φιλτραρίσματος και Διαγράμματος Ροής

Η διαδικασία επιλογής της τελικής λίστας άρθρων για τη συστηματική ανασκόπηση οργανώθηκε σε τρία διαδοχικά στάδια (Πίνακας 2), ακολουθώντας τη δομή του διαγράμματος ροής (Flowchart) που αξιοποιήθηκε και από το άρθρο που χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός. Το πρώτο στάδιο αναφέρεται στον αρχικό εντοπισμό (Identification). Στο συγκεκριμένο στάδιο, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή των προκαθορισμένων συνδυασμών λέξεων-κλειδιών στις βάσεις δεδομένων και εξαγωγή των αρχικών αναφορών. Σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται η αυτόματη αφαίρεση των διπλότυπων άρθρων (duplicates) που εμφανίζονται σε περισσότερες από μία βάσεις.

Το δεύτερο στάδιο συνίσταται στον έλεγχο των τίτλων και των περιλήψεων (title/abstract screening). Όλες οι έρευνες που απέμειναν από το προηγούμενο στάδιο ελέγχθηκαν προσεκτικά ως προς τον τίτλο και την περίληψη. Τα άρθρα που δεν αναφέρονταν σε κάποιον από τους στόχους της μελέτης απορρίφθηκαν.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος του πλήρους κειμένου των μελετών (τρίτο στάδιο). Τα άρθρα που πέρασαν επιτυχώς το δεύτερο στάδιο ανακτήθηκαν στην πλήρη τους μορφή. Πραγματοποιήθηκε από την ερευνήτρια λεπτομερής ανάγνωση

ολόκληρου του κειμένου για να επιβεβαιωθεί ότι παρέχουν τα απαραίτητα ποσοτικά δεδομένα (π.χ. συγκεκριμένα ποσοστά ριζοβολίας, τύπους υποστρωμάτων κ.λπ.) που θα τροφοδοτήσουν τους τελικούς πίνακες της ανασκόπησης.

Πίνακας 2 – Στάδια επιλογής ερευνών

Στάδιο	Περιγραφή διαδικασίας	Σκοπός
1. Αρχικός Εντοπισμός (Identification)	Εφαρμόστηκαν οι προκαθορισμένοι συνδυασμοί λέξεων-κλειδιών στις επιλεγμένες επιστημονικές βάσεις δεδομένων και εξήχθησαν οι αρχικές βιβλιογραφικές αναφορές. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αυτόματος εντοπισμός και αφαίρεση διπλότυπων εγγραφών που εμφανίζονταν σε περισσότερες από μία βάσεις δεδομένων.	Δημιουργία της αρχικής δεξαμενής δυνητικά σχετικών δημοσιεύσεων. Αριθμός δημοσιεύσεων: 240, μείωση σε 175 μετά την αφαίρεση διπλών εγγραφών
2. Έλεγχος Τίτλου και Περίληψης (Title & Abstract Screening)	Οι εναπομένουσες αναφορές αξιολογήθηκαν με βάση τον τίτλο και την περίληψή τους. Αποκλείστηκαν άρθρα που δεν σχετίζονταν με το αντικείμενο της μελέτης, όπως δημοσιεύσεις εκτός του πεδίου της ανθοκομίας, των αυτοφύων φυτικών	Προκαταρκτική επιλογή των δημοσιεύσεων που παρουσιάζουν συνάφεια με τους στόχους της έρευνας. Αριθμός δημοσιεύσεων: 50 για το επόμενο στάδιο

	ειδών, των πράσινων υποδομών ή των Nature-Based Solutions (NBS).	
3. Έλεγχος Πλήρους Κειμένου (Full-Text Screening)	Τα άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια του προηγούμενου σταδίου ανακτήθηκαν και αξιολογήθηκαν στο σύνολό τους. Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής εξέταση του περιεχομένου τους, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η παροχή των απαραίτητων ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων.	Οριστική επιλογή των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση και αξιοποιήθηκαν στη σύνθεση των αποτελεσμάτων. Αριθμός δημοσιεύσεων: 15

3.7 Εξαγωγή δεδομένων και κατηγοριοποίηση

Το τελικό στάδιο της μεθοδολογικής προσέγγισης περιλαμβάνει την εξαγωγή και τη συστηματική κατηγοριοποίηση των δεδομένων από τα επιλεγμένα άρθρα της τελικής διαλογής (Πίνακας 3), ακολουθώντας τα πρότυπα οργάνωσης των Paraskevoudoulou & Kamperi (2018). Για τη διασφάλιση της ομοιογένειας και της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων, σχεδιάστηκε ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο καταγραφής (data extraction form).

Κάθε επιστημονική εργασία που βρέθηκε ότι πληρούσε τα κριτήρια επιλογής αναλύθηκε διεξοδικά, και οι πληροφορίες ταξινομούνται σε ειδικά διαμορφωμένους πίνακες σύνθεσης (synthesis tables). Οι βασικοί άξονες κατηγοριοποίησης και οι παράμετροι που εξάγονται από κάθε μελέτη οργανώνονται σε τρία επίπεδα, ανταποκρινόμενοι πλήρως στην παραγωγική αλυσίδα «από το θερμοκήπιο στον αστικό

χώρο πρασίνου». Συνεπώς, η κατηγοριοποίηση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3 – Κατηγορίες εξαγωγής δεδομένων για τα επιλεγμένα άρθρα

Κατηγορία Δεδομένων	Μεταβλητές που καταγράφηκαν	Σκοπός καταγραφής
1. Στοιχεία Ταυτότητας της Έρευνας	Συγγραφείς, έτος δημοσίευσης, τίτλος μελέτης, επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε δημοσιεύσεις Ελλήνων ερευνητών με σημαντική συνεισφορά στο αντικείμενο.	Ταυτοποίηση και βιβλιογραφική τεκμηρίωση των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση (Σύνολο 15 μελετών)
2. Βοτανικές και Αναπαραγωγικές Παράμετροι	Επιστημονικό και κοινό όνομα του φυτικού taxon, φυτική βιομορφή (π.χ. χαμαίφυτο, ημικρυπτόφυτο, χασμόφυτο), μέθοδος πολλαπλασιασμού (εγγενής, αγενής ή in vitro ιστοκαλλιέργεια), καθώς και ειδικές μεταχειρίσεις πολλαπλασιασμού (π.χ. εφαρμογή IBA, στρωμάτωση σπόρων, σκαρίφημα).	Συγκριτική αξιολόγηση των τεχνικών πολλαπλασιασμού και της καταλληλότητας των αυτοφυών και ενδημικών ειδών για καλλιέργεια υπό ελεγχόμενες συνθήκες (15 μελέτες)

3. Καλλιεργητικές και Σχεδιαστικές Παράμετροι	Τύπος υδροπονικού ή εκτός εδάφους συστήματος, σύσταση και αναλογία υποστρωμάτων (π.χ. περλίτης, ελαφρόπετρα, τύρφη, κοκοφοίνικας), παράμετροι υδρολίπανσης (EC, pH), τύπος αστικού χώρου πρασίνου εφαρμογής (π.χ. πράσινο δώμα, αστικός λειμώνας, βραχόκηπος) και καταγεγραμμένες επιδράσεις στη βιοποικιλότητα (π.χ. προσέλκυση επικονιαστών, εγκατάσταση φυτών, ποσοστά επιβίωσης).	Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των καλλιεργητικών πρακτικών και της συμβολής των αυτοφυών ειδών στη βιώσιμη αστική ανθοκομία και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας (9 μελέτες)
--	---	--

Μέσω αυτής της πολυπαραμετρικής κατηγοριοποίησης και της θέσης συγκεκριμένων μεταβλητών που αναζητήθηκαν εν συνεχεία σε όλες τις επιλεγμένες μελέτες, καθίσταται δυνατή η ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση των ευρημάτων, αλλά και η διατύπωση συνολικών κρίσεων. Τα δεδομένα αυτά θα τροφοδοτήσουν το επόμενο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων, επιτρέποντας τη διατύπωση τεκμηριωμένων συμπερασμάτων για το ποια είδη της ελληνικής χλωρίδας μπορούν να παραχθούν αποτελεσματικά υπό κάλυψη και να ενταχθούν επιτυχώς στον αστικό σχεδιασμό. Στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας (Κεφ. 4), παρουσιάζονται εκτενώς τα αποτελέσματα με βάση την ανασκόπηση των επιλεγμένων ερευνών.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα έρευνας

4.1 Εφαρμογή του διαγράμματος ροής και επιλεγμένες μελέτες

Η διαδικασία επιλογής των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση ακολούθησε διαδοχικά στάδια εντοπισμού, αξιολόγησης και τελικής επιλογής της σχετικής βιβλιογραφίας, όπως αναλύθηκε και ήδη στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων Scopus, Web of Science και Google Scholar με τη χρήση των προκαθορισμένων συνδυασμών λέξεων-κλειδιών. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψαν συνολικά 240 βιβλιογραφικές αναφορές. Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τον εντοπισμό και την αφαίρεση διπλότυπων εγγραφών. Συνολικά αφαιρέθηκαν 65 άρθρα που εμφανίζονταν σε περισσότερες από μία βάσεις δεδομένων, με αποτέλεσμα να παραμείνουν 175 μοναδικές αναφορές προς περαιτέρω αξιολόγηση.

Ακολούθησε ο έλεγχος τίτλου και περίληψης των άρθρων (title and abstract screening). Κατά το στάδιο αυτό εφαρμόστηκαν τα προκαθορισμένα κριτήρια συνάφειας με το αντικείμενο της έρευνας. Ειδικότερα, αποκλείστηκαν μελέτες που επικεντρώνονταν αποκλειστικά σε φαρμακευτικές, βιοχημικές ή ιατρικές ιδιότητες των φυτικών ειδών, όπως η αντιοξειδωτική δράση ή η χημική σύσταση αιθέριων ελαίων, χωρίς να περιλαμβάνουν γεωπονικά, ανθοκομικά ή καλλιεργητικά δεδομένα σχετικά με τον πολλαπλασιασμό, την παραγωγή ή την αξιοποίησή τους σε αστικούς χώρους πρασίνου. Με βάση τα παραπάνω κριτήρια αποκλείστηκαν 125 άρθρα, ενώ 50 μελέτες προχώρησαν στο επόμενο στάδιο αξιολόγησης.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πλήρης ανάγνωση και αξιολόγηση των 50 άρθρων (full-text screening). Κατά τον έλεγχο αυτό εξετάστηκε η ύπαρξη συγκεκριμένων και αξιοποιήσιμων ποσοτικών δεδομένων σχετικά με τον πολλαπλασιασμό, τις τεχνικές

καλλιέργειας, τα υποστρώματα ανάπτυξης, τα ποσοστά ριζοβολίας ή άλλες παραμέτρους που σχετίζονται άμεσα με τους στόχους της παρούσας μελέτης. Συνολικά 35 άρθρα αποκλείστηκαν, καθώς περιείχαν μόνο γενικές περιγραφικές πληροφορίες ή δεν παρείχαν επαρκή πρωτογενή δεδομένα για συγκριτική αξιολόγηση. Τελικά, στη συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 15 επιστημονικές δημοσιεύσεις από ερευνητές εγνωσμένης αξιοπιστίας, οι οποίες πληρούσαν όλα τα κριτήρια ένταξης και παρείχαν τα απαραίτητα δεδομένα για την ανάλυση των μεθόδων πολλαπλασιασμού, των καλλιεργητικών τεχνικών και των δυνατοτήτων αξιοποίησης των αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών της Ελλάδας στη βιώσιμη αστική ανθοκομία.

4.2 Αυτοφυή είδη, πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού και συνθήκες ανθοκομίας

Μέσα από την εξέταση των επιλεγμένων άρθρων για το πρώτο στοιχείο των ερευνητικών στόχων, αναδεικνύονται σε μεγάλο βαθμό οι διαφοροποιήσεις που υφίστανται μεταξύ του εγγενούς και του αγενούς πολλαπλασιασμού των ελληνικών αυτοφυών και ενδημικών ειδών, ενώ διαφαίνονται και οι εξειδικευμένες οικοφυσιολογικές αποκρίσεις ανά φυτικό είδος (taxon). Στον τομέα του εγγενούς πολλαπλασιασμού, η μελέτη των Kanellou et al. (2024) για το γένος *Salvia* καταδεικνύει ότι οι απαιτήσεις βλάστησης των μεσογειακών ξηροφύτων δεν συνεπάγονται απαραίτητα την αποτελεσματικότητα έντονων χημικών προεπεξεργασιών. Αντιθέτως, η εφαρμογή πυκνού θειικού οξέος (H_2SO_4) για 15 λεπτά δεν βελτίωσε τη βλάστηση, αλλά είχε ανασταλτική επίδραση στη βιωσιμότητα των σπόρων.

Κρίσιμο εύρημα αποτελεί η επίδραση της θερμοκρασίας επώασης: οι χαμηλές θερμοκρασίες (10°C και 15°C) σε συνθήκες σκότους αποτέλεσαν τον βασικό παράγοντα κάμψης του φυσιολογικού ληθάργου, με ποσοστά βλάστησης 45% για το είδος *S. pomifera* ssp. *pomifera* και 33% για το είδος *S. fruticosa* σε υπόστρωμα τύρφης περλίτη. Στα

υπόλοιπα είδη (*S. officinalis*, *S. tomentosa*, *S. ringens*), η βλάστηση παρέμεινε χαμηλή (<13%), υποδεικνύοντας πιο σύνθετους μηχανισμούς ληθάργου που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση (Kanellou et al., 2024).

Στον αντίποδα, ο αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα εμφανίζει σαφώς υψηλότερη απόδοση και ομοιομορφία παραγωγής. Οι Chatzilazarou et al. (2023), μελετώντας επιλεγμένους γενοτύπους *Salvia officinalis*, έδειξαν ότι η εφαρμογή K-IBA σε συγκέντρωση 2500 mg/L σε φθινοπωρινά μοσχεύματα οδηγεί σε ποσοστό ριζοβολίας 95.83%, με μέσο αριθμό 24.25 ριζών ανά μόσχευμα.

Η σημασία της αγενούς αναπαραγωγής για μεσογειακά χαμαίφυτα έχει επίσης τεκμηριωθεί από τους Maloupa et al. (2008), οι οποίοι ανέπτυξαν πρωτόκολλα ριζοβολίας με IBA για είδη των γενών *Thymus* και *Teucrium*. Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου παρουσίασαν υψηλά ποσοστά ριζοβολίας υπό ελεγχόμενη υδρονέφωση, διευκολύνοντας την παραγωγή ομοιόμορφου φυτικού υλικού.

Τέλος, ο in vitro μικροπολλαπλασιασμός αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για σπάνια ή ενδημικά taxa με περιορισμένη αναπαραγωγική Στη μελέτη των Kamperi et al. (2026) για το *Silene conglomeratica*, επιτεύχθηκε παραγωγή 4.17 βλαστών ανά έκφυτο με 0.5 mg/L BA, ενώ η εγκλιμάτιση ex vitro έφτασε το 87.5% σε υπόστρωμα τύρφης:περλίτη. Αντίστοιχα, οι Bertsouklis et al. (2023) για το *Cerastium candidissimum* ανέπτυξαν σταθερό πρωτόκολλο μικροπολλαπλασιασμού με 0.5 mg/L κινιτίνη, με παραγωγή 4.6 βλαστών και ποσοστό εγκλιμάτισης 100%. Τέλος, η στροφή προς συστήματα χωρίς στερεό υπόστρωμα αποτυπώνεται ανάγλυφα στη μελέτη των Lykokanellos et al. (2025), οι οποίοι μεταφέρουν την παραγωγή του δενδρολίβανου (*Salvia rosmarinus*) σε προηγμένες υδροπονικές εγκαταστάσεις. Συγκρίνοντας την αεροπονία (aeroponics) και το σύστημα επίπλευσης (float system) με την παραδοσιακή υδρονέφρωση (mist), οι

ερευνητές απέδειξαν ότι η άμεση έκθεση της ριζόσφαιρας σε θρεπτικά σταγονίδια ή σε υψηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου βελτιστοποιεί τη μορφολογία των τυχαίων ριζών. Η αεροπονική καλλιέργεια, προσφέροντας μέγιστο αερισμό, ενισχύει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των μοσχευμάτων και αποτρέπει το υδατικό στρες κατά τη φάση της ριζοβολίας, επιτρέποντας τη λήψη εύρωστων φυτών σε συντομότερο χρονικό διάστημα.

Συνολικά, τα δεδομένα από την πρώτη ομάδα άρθρων που έγιναν αντικείμενο επεξεργασίας εδώ δείχνουν ότι ο εγγενής πολλαπλασιασμός παραμένει περιοριστικός λόγω χαμηλής και μεταβλητής βλάστησης, ενώ ο αγενής και *in vitro* πολλαπλασιασμός προσφέρουν υψηλή σταθερότητα, ομοιομορφία και δυνατότητα κλιμάκωσης για εφαρμογές εμπορικής ανθοκομίας και αστικής αξιοποίησης (Πίνακας 4).

Πίνακας 4 – Τρόποι πολλαπλασιασμού και συνθήκες για αυτοφυή είδη των εργασιών της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (από το 1996 έως το 2026) με λέξεις κλειδιά: πολλαπλασιασμός, συνθήκες, μικροκλίμα, ενδημικά, αυτοφυή. (Maloupa et al., 2008, Bertsouklis et al., 2023, Chatzilazarou et al., 2023, Kanellou et al., 2024, Lykokanellos et al., 2025, Kamperi et al., 2026)

Μελέτη	Φυτικά Taxa	Τύπος Πολλαπλασια- σμού	Βέλτιστες Μεταχειρίσεις/ Συνθήκες Μικροκλίματος	Κύριο Ποσοτικό/ Ποιοτικό Εύρημα
Kanellou et al. (2024)	<i>Salvia fruticosa</i> , <i>S. officinalis</i> , <i>S. pomifera</i> ssp. <i>pomifera</i> , <i>S.</i>	Εγγενής (Σπόροι)	Επώαση σε σταθερές θερμοκρασίες 10°C και 15°C, υπό συνθήκες σκότους,	Μηδενική ανάγκη χαραγής. Μέγιστη φύτευση σε <i>S.</i>

	<i>ringens</i> , <i>S. tomentosa</i>		χωρίς προκαταρκτική μεταχείριση. Υπόστρωμα τύρφης:περλίτη 1/1.	<i>pomifera</i> (45% στους 10°C) και <i>S. fruticosa</i> (33% στους 10°C). Πολύ χαμηλή φύτρωση (<13%) στα υπόλοιπα είδη.
Kamperi et al. (2026)	<i>Silene conglomeratica</i> Melzh.	<i>In vitro</i> (Μικροπολλαπλασιασμός)	Σπόροι από το Μέγα Σπήλαιο (συλλογή Σεπτέμβριος 2022, αποθήκευση 6 μήνες στους 25 °C με 30% RH). Απολύμανση 2 σταδίων και σπορά <i>in vitro</i> σε Petri με θρεπτικό μέσο MS/2. Συνθήκες θαλάμου: 25 ± 1 °C, φωτοπερίοδος 16h φως / 8h σκοτάδι.	Επίτευξη δείκτη πολλαπλασιασμού 4.17 βλαστών ανά έκφυτο. Ριζοβολία 87.5% <i>ex vitro</i> σε υπόστρωμα τύρφης:περλίτη (1:1 v/v).

			Πολλαπλασιασμός: Χρήση κομβικών εκφύτων σε δοχεία Magenta (4 εκφύτα ανά δοχείο). Αξιολογήθηκαν τα μέσα MS, MS/2 και Rugini Olive Medium (OM). Δοκιμάστηκαν BA, KIN, 2iP (0.5 mg/L) και meta-topolin (mT 0.5 και 1.0 mg/L), καθώς και ο συνδυασμός 1.0 mg/L mT + 0.2 mg/L NAA. Για τη βελτιστοποίηση, το μέσο OM εμπλουτίστηκε με 2iP (0, 0.5 και 1.0 mg/L). Κύκλος καλλιέργειας 40 ημέρες.	
--	--	--	--	--

			Ριζοβολία & Εγκλιμάτωση: Μικροβλαστοί μήκους 1.5–2.0 cm μεταφέρθηκαν σε μέσο OM/2 (μισής ισχύος OM) χωρίς ορμόνες ή με προσθήκη 0.5 ή 1.0 mg/L IBA. Μετά την εγκλιμάτωση, μεταφυτεύτηκαν σε γλάστρες 1.1 L με υπόστρωμα τύρφη:περλίτης (1:1 v/v), με λίπανση (20- 20-20, 4.0 g/L) ανά 15 ημέρες.	
Chatzilazar ou et al. (2023)	<i>Salvia officinalis</i> L.	Αγενής (Μοσχεύματα)	Εφαρμογή Καλίου- Ινδολο-3- βουτυρικού οξέος (K-IBA) σε συγκέντρωση 2500 mg/L σε	Ριζοβολία που άγγιξε το 95.83% (έναντι 41.67% του μάρτυρα). Δραστική

			μοσχεύματα που συλλέχθηκαν το φθινόπωρο.	αύξηση του αριθμού (24.25) και του μήκους των ριζών.
Bertsouklis et al. (2023)	<i>Cerastium candidissimum</i>	<i>In vitro</i> (Μικροπολλαπλασιασμός)	Σπόροι από 3 πληθυσμούς (Παρνασσός-PS, Πάρνηθα-PR, Υμηττός-HM). Συλλογή τέλη Ιουλίου 2021, ξήρανση 15 ημέρες και αποθήκευση. Απολύμανση με 20% v/v εμπορική χλωρίνη (4.6% w/v NaOCl) για 10 λεπτά. Βλάστηση in vitro στους 15 °C και 20 °C σε υπόστρωμα MS/2 χωρίς ορμόνες και σακχαρόζη.	Επιτυχής κάμψη ληθάργου. Παραγωγή 4.6 βλαστών ανά έκφυτο με Κινετίνη. 100% επιτυχία κατά την ex vitro εγκλιμάτωση σε υπόστρωμα τύρφης: περλίτη σε αναλογία 1:2 v/v (ή καθαρό περλίτη) υπό σταδιακά μειούμενη

		Πολλαπλασιασμός: Έκφυση από κοτυληδονικούς (CN) και στελεχιαίους κόμβους (NE) μήκους 0.5–0.6 cm σε υπόστρωμα MS με 30 g/L σακχαρόζη, 8 g/L άγαρ, pH 5.7–5.8. Εξέταση BA (0.5 και 1.0 mg/L) με ή χωρίς 0.1 mg/L NAA. Συνθήκες θαλάμου: 25 °C, φωτοπερίοδος 16h φως με ένταση 37.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Διάρκεια υποκαλλιέργειας: 2 κύκλοι των 50 ημερών.	σχετική υγρασία (από 95% σε 60%) για 3 εβδομάδες.
--	--	---	--

			Ριζοβολία & Εγκλιμάτωση: Μικροβλαστοί 2.0– 2.5 cm μεταφέρθηκαν σε MS/2 χωρίς ορμόνες ή με προσθήκη IBA (0.5, 1.0, 2.0 ή 4.0 mg/L). Καταγραφή σε 30 ημέρες. Εγκλιμάτωση σε δοχεία με τύρφη:περλίτης (1:1 v/v), κάλυψη με μεμβράνη για 7 ημέρες, μεταφορά σε θερμαινόμενο πάγκο θερμοκηπίου, και τελική μεταφύτευση σε γλάστρες 500 mL με εβδομαδιαία λίπανση (20-20-20, 2 g/L).	
--	--	--	---	--

			Εμβάπτιση κομβικών εκφύτων σε 3.0% w/v αλγινικό νάτριο (MS χωρίς ασβέστιο + 30 g/L σακχαρόζη) και πολυμερισμός σε 14.7 g/L χλωριούχο ασβέστιο (CaCl₂) για 30 λεπτά. Αποθήκευση στους 4 °C στο σκοτάδι σε στερεό MS/2 (χωρίς ζάχαρη, 8 g/L άγαρ) για 0, 30 ή 60 ημέρες.	
Maloupa et al. (2008)	<i>Thymus plasonii</i>, <i>Th. longicaulis</i>, <i>Th. degenii</i>, <i>Teucrium divaricatum</i>, <i>T. polium</i>, <i>T. chamaedrys</i>	Αγενής (Μοσχεύματα μαλακού ξύλου)	Εφαρμογή εξωγενών αυξινών (IBA) σε ελαφρά υποστρώματα, μεταφύτευση σε δίσκους και μετέπειτα <i>ex situ</i> εγκατάσταση.	Άριστη ριζοβολική ικανότητα και των 6 ειδών. Ταχεία βλαστική ανάπτυξη και πλήρης

				προσαρμογή σε ξηροθερμικές συνθήκες.
Lykokanell os et al. (2025)	<i>Salvia rosmarinus</i> (Δενδρολίβα νο)	Σύστημα αεροπονίας (Aeroponics), σύστημα επίπλευσης (Float System) και κλασική υδρονέφρωση (Mist system).	Θερμοκήπιο: 25 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ (ημέρα) / 18 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ (νύχτα), RH $70 \pm$ 5%, φωτοπερίοδος 16h με LED (PPFD $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Μοσχεύματα 5–8 cm. Συνθήκες Συστημάτων: Mist: Ψεκασμός 10 s ανά 15 min (07:00– 20:00), RH ~90%, υπόστρωμα τύρφη:περλίτης:βερ μικουλίτης (1:1:1 v/v/v). Float: Διάλυμα Hoagland στο 1/2, συνεχής αερισμός,	Η αεροπονία και το float system μεταβάλλουν ριζικά την αρχιτεκτονική του ριζικού συστήματος και τη φυσιολογική απόκριση (ανταλλαγή αερίων, χλωροφύλλες), προσφέροντας ταχύτερη ριζογένεση χωρίς στατικό υπόστρωμα.

			pH 5.8 ± 0.1, EC 1.4 ± 0.2 mS/cm, RH $>85\%$. Αεροπονία: Ψεκασμός 5 s ανά 10 min στο σκοτάδι, RH $>90\%$. Πλήρες θρεπτικό διάλυμα (EC 1.70 dS/m, pH 5.6, θερμοκρασία διαλύματος 20 °C). Ορμόνες/Ρυθμιστές: Εμβάπτιση για 60 s σε επιβραδυντικά ανάπτυξης (Daminozide 1000-5000 ppm ή Paclobutrazol 1-5 ppm) και άμεση εφαρμογή στη βάση (1–1.5 cm) αυξίνης IBA 0.2% (σε σκόνη RootOn A ή σε
--	--	--	--

			μορφή gel Root!T με βιταμίνη B1).	
--	--	--	--------------------------------------	--

4.3 Συστήματα υδροπονίας, αστικοί χώροι πρασίνου και βιοποικιλότητα

Η μετάβαση των επιλεγμένων αυτοφυών και ενδημικών ειδών από το στάδιο του αρχικού πολλαπλασιασμού στη φάση της εντατικής ανάπτυξης απαιτεί τη βελτιστοποίηση των εκτός εδάφους (soilless) συνθηκών καλλιέργειας και σχετίζεται άμεσα με τους αστικούς χώρους πρασίνου που αξιοποιούν αυτά τα είδη. Η αξιοποίηση της αυτοφυούς μεσογειακής χλωρίδας σε αστικές υποδομές (πράσινα δώματα, αστικά πράσινα UGAs) απαιτεί τη βαθιά κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ της φυσικοχημικής σύστασης των υποστρωμάτων, των υδατικών περιορισμών και των οικολογικών σχέσεων των φυτικών κοινοτήτων. Στον Πίνακα 5, παρουσιάζεται η συστηματική καταγραφή και σύνθεση των πειραματικών παραμέτρων και των ποσοτικών αποτελεσμάτων των 9 επιλεγμένων μελετών για το κύριο θέμα της ανασκόπησης.

Πίνακας 5 – Αστικοί χώροι πρασίνου και βιοποικιλότητα σύμφωνα με τις εργασίες της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (από το 1996 έως το 2026) με λέξεις κλειδιά: εκτεταμένα πράσινα δώματα, αστικοί πράσινοι χώροι, αστική βιοποικιλότητα (Maloupa & Krigas, 2008, Papafotiou et al., 2013, Tassoula et al., 2017, Papafotiou et al. 2022, Varela-Stasinopoulou et al., 2023, Marouli et al., 2022, Paraskevopoulou et al., 2023, Martini & Papafotiou, 2025, Solomou, 2026)

Μελέτη & Φυτικά	Δομή & Βάθος	Στρατηγικές	Κύριο	
Έτος	Taxa	Υποστρώματος	Αρδευσης / Ποσοτικό &	
			Ποιοτικές	Ποιοτικό
			Παράμετροι	Εύρημα

Papafotiou et al. (2022)	<i>Salvia fruticosa</i> , <i>S. officinalis</i> , <i>S. pomifera</i> ssp. <i>pomifera</i> , <i>S. ringens</i> , <i>S. tomentosa</i> & υβρίδια	Κομπόστ στεμφύλων:περλίτης:ελαφρόπετρα (3:3:4 v/v) Βάθος: 10 cm.	Κανονική: κάθε 2–3 μέρες (υγρασία 16–22%). Μειωμένη: κάθε 4–5 μέρες (υγρασία 7–11%).	Τα υβρίδια <i>S. pomifera</i> × <i>S. ringens</i> και <i>S. officinalis</i> × <i>S. pomifera</i> είχαν τη μέγιστη επιβίωση. Η <i>S. fruticosa</i> είχε τη χαμηλότερη επιβίωση και 53% μείωση υπέργειας βιομάζας υπό μειωμένη άρδευση.
Martini & Papafotiou (2025)	<i>Crithmum maritimum</i> <i>Origanum dictamnus</i>	A: Κομπόστ:περλίτης:ελαφρόπετρα (3:3:4 v/v). B: Κομπόστ:περλίτης:ελ	Φυσικές συνθήκες αστικού δώματος στην Αθήνα, σύγκριση δύο παραγωγικών περιόδων.	Το βάθος των 15 cm ευνόησε όλες τις παραμέτρους ανάπτυξης. Το <i>O. dictamnus</i> απέδωσε βέλτιστα στο υπόστρωμα με

		αφρόπετρα:χώμα (3:3:2:2 v/v). Βάθος: 7.5 cm και 15 cm.		χώμα (B), ενώ το C. <i>maritimum</i> είχε παρόμοια απόκριση και στα δύο μίγματα.
Varela- Stasinopou lou et al. (2023)	3 τεχνητές κοινότητες (PC-1, PC-2, PC-3) αποτελούμεν ες από 9 taxa η καθεμία.	Τεχνητά μίγματα υποστρωμάτων. Βάθος: 8 cm και 15 cm.	Υψηλή: 20% ΕΤο. Χαμηλή: 10% ΕΤο. Εστίαση σε αλληλεπιδράσει ς κοινότητας.	Το βάθος των 15 cm βελτίωσε σημαντικά την ανάπτυξη, ανθοφορία και επιβίωση. Το καθεστώς άρδευσης δεν ήταν στατιστικά σημαντικό για 8 στα 9 είδη. 15 είδη πέτυχαν αυτοαναπαραγ ωγή.

Solomou (2026)	Αυτοφυή μεσογειακά taxa έναντι ξενικών/εισβλητικών ειδών.	Συστήματα εκτεταμένων δωμάτων, rain gardens και UGA υποδομές.	Πλαίσιο LIFE GrIn, δείκτες βιοασφάλειας, monitoring υπό συνθήκες καύσωνα/ξηρασίας.	Η βιοποικιλότητα λειτουργεί μέσω συμπληρωματικότητας, πλεονασμού και υδατικού ρεαλισμού. Ανάγκη ψηφιακών μητρώων και safe-list προμηθειών για την αποτροπή εισβολών.
Marouli et al. (2022)	<i>Sedum sediforme</i> , <i>Drosanthemum floribundum</i> , <i>Lampranthus spectabilis</i> ,	Διαφορετικά βάθη και περιεκτικότητες σε οργανική ουσία. Ανοικτό vs. Μοντελοποιημένο (Modular) σύστημα.	Πιλοτική μελέτη, στατιστική ανάλυση με multiple regression και ANOVA.	Το βάθος, ο τύπος δώματος και η οργανική ουσία δεν αποτέλεσαν από μόνοι τους σημαντικούς

	<i>Medicago arborea</i> , <i>Lavandula angustifolia</i>			προβλεπτικούς παράγοντες ανάπτυξης. Αναδεικνύεται η κρίσιμη σημασία των διαειδικών σχέσεων.
Maloupa & Krigas (2008)	Ευρύ φάσμα αυτοφυών ειδών της ελληνικής και βαλκανικής χλωρίδας.	Φυσικά και τεχνητά υποστρώματα ex situ διατήρησης (BBGK).	Εφαρμογή 8 πυλώνων πολιτικής (Only Native, DNA Barcoding, IPS First κ.λπ.).	Θεσμοθέτηση επιστημονικής βάσης για τη μετάβαση από την ex situ προστασία στην αειφόρο εμπορική αξιοποίηση της εγχώριας βιοποικιλότητας.
Paraskevo poulou et al. (2023)	<i>Arthrocnemum macrostachy</i>	Εξομοιωμένο σύστημα εκτεταμένου δώματος.	6 μεταχειρίσεις: Γλυκό ή θαλασσινό νερό, ή εναλλάξ, κάθε	Η μέγιστη ανάπτυξη επετεύχθη με γλυκό νερό

	<i>um</i> (Αλόφυτο)		4 ή 8 ημέρες (Διάρκεια: 97 ημέρες).	κάθε 4 μέρες ή εναλλάξ γλυκό/θαλασσι νό κάθε 4 μέρες. Προτείνεται η αποκλειστική άρδευση με θαλασσινό νερό κάθε 4 μέρες για μέγιστη εξοικονόμηση.
Papafotiou et al. (2013)	<i>Artemisia absinthium, Helichrysum italicum, H. orientale</i>	A: Κομπόστ στεμφύλων:χώμα:περ λίτης (2:3:5 v/v). B (Μάρτυρας): Τύρφη:χώμα:περλίτη ς (2:3:5 v/v).	Αραιή: κάθε 5 ή 7 μέρες (ρηχό/βαθύ). Κανονική: κάθε 3 ή 5 μέρες (ρηχό/βαθύ).	Το βαθύ υπόστρωμα με κομπόστ έδωσε τα βέλτιστα αποτελέσματα. Εντυπωσιακό εύρημα: το ρηχό υπόστρωμα με κομπόστ και αραιή άρδευση

		Βάθος: 7.5 cm και 15 cm.		ισοδυναμούσε ή υπερείχε του βαθιού υποστρώματος τύρφης με κανονική άρδευση.
Tassoula et al. (2017)	<i>Atriplex halimus</i> (Αλίμαρος)	A (Με χώμα): Κομπόστ:περλίτης:χώμα:ελαφρόπετρα (3:3:2:2). B (Χωρίς χώμα): Κομπόστ:περλίτης:ελαφρόπετρα (3:3:4). Βάθος: 10 cm.	Κανονική: κάθε 5 (2013) ή 4 μέρες (2014). Αραιή: κάθε 9 (2013) ή 7 μέρες (2014). Υγρασία: 17–20% vs. 5–9%.	Το υπόστρωμα με χώμα και η κανονική άρδευση ευνόησαν τη νωπή και ξηρή βιομάζα το 2013. Το 2014 η ξηρή βιομάζα ευνοήθηκε μόνο από την κανονική άρδευση. Δεν καταγράφηκε φωτοσυνθετική βλάβη· η Rleaf

				αυξήθηκε στην αραιή άρδευση.
--	--	--	--	------------------------------------

Η συνθετική αξιολόγηση των 9 μελετών, όπως φαίνεται ανωτέρω στον σχετικό πίνακα, δείχνει ότι έχει συντελεστεί μία αρκετά θεμελιώδης αλλαγή παραδείγματος (paradigm shift) στον σχεδιασμό των μεσογειακών Nature-based Solutions (NbS). Η παραδοσιακή προσέγγιση της μονοκαλλιέργειας και της απλής «διακοσμητικής» φύτευσης αντικαθίσταται από μια αυστηρή αγρονομική και οικολογική προσέγγιση, όπου η επιβίωση του φυτού, η εξοικονόμηση πόρων και η ενίσχυση της αστικής βιοποικιλότητας αποτελούν άρρηκτα συνδεδεμένες μεταβλητές.

Ένα αρκετά σημαντικό εύρημα της ανασκόπησης αφορά τη δυνατότητα πλήρους αντικατάστασης της εισαγόμενης τύρφης από εγχώρια, ανακυκλωμένα οργανικά υλικά, όπως το κομπόστ στεμφύλων (grape-marc compost). Οι μελέτες των Papafotiou et al. (2013), Tassoula et al. (2017), Papafotiou et al. (2022) και Martini & Papafotiou (2025) χρησιμοποιούν συστηματικά μίγματα κομπόστ, περλίτη και ελαφρόπετρας (3:3:4 ή 2:3:5 v/v), αποδεικνύοντας ότι το κομπόστ στεμφύλων προσφέρει ανώτερη χημική σύσταση, αυξάνοντας τα επίπεδα μακροστοιχείων (ιδιαίτερα του φωσφόρου και του καλίου). Το πιο εντυπωσιακό ποσοτικό εύρημα προέρχεται από τους Papafotiou et al. (2013), οι οποίοι κατέγραψαν ότι η χρήση ρηχού υποστρώματος (7.5 cm) ενισχυμένου με κομπόστ υπό καθεστώς αραιής άρδευσης πέτυχε παρόμοια ή και μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη στα είδη *Artemisia absinthium*, *Helichrysum italicum* και *H. orientale* σε σύγκριση με το βαθύτερο υπόστρωμα (15 cm) που βασιζόταν σε τύρφη υπό κανονική άρδευση. Αυτό αποδεικνύει ότι η διατροφική και υδροφυσική υποστήριξη του κομπόστ επιτρέπει τη δραστική μείωση του βάρους της κατασκευής και την εξοικονόμηση νερού.

Ωστόσο, το βάθος του υποστρώματος παραμένει κρίσιμος παράγοντας όταν εξετάζονται μακροχρόνιες καλλιεργητικές περιόδους ή πολύπλοκες φυτικές κοινότητες. Οι Martini & Papafotiou (2025) απέδειξαν ότι κατά τη διάρκεια μιας διετούς μελέτης των *Crithmum maritimum* και *Origanum dictamnus*, το βάθος των 15 cm ευνόησε σταθερά όλες τις μορφολογικές παραμέτρους (ύψος, διάμετρος, ξηρό βάρος). Παράλληλα, αναδείχθηκε η ανάγκη εξειδίκευσης ανά είδος. Ειδικότερα, το *O. dictamnus* ωφελήθηκε σημαντικά από την παρουσία εδαφικού κλάσματος (σε αναλογία με χώμα 3:3:2:2 v/v), παρουσιάζοντας αυξημένα ποσοστά επιβίωσης και ανθοφορίας, ενώ το *C. maritimum* επέδειξε υψηλή προσαρμοστικότητα, αναπτυσσόμενο εξίσου καλά και στο ελαφρύ υδροπονικό υπόστρωμα.

Η αξιολόγηση της αντοχής στο ξηροθερμικό μεσογειακό περιβάλλον αναλύεται μέσω των μηχανισμών προσαρμογής των φυτών. Στη μελέτη της *Salvia* από τους Papafotiou et al. (2022), η μείωση της διαθεσιμότητας νερού (υγρασία υποστρώματος 7–11% v/v) οδήγησε σε αναμενόμενη μείωση της υπέργειας και ριζικής βιομάζας, χωρίς όμως να προκαλέσει μόνιμη βλάβη στη φωτοσυνθετική συσκευή των φυτών. Η *Salvia fruticosa* αναδείχθηκε ως το πιο ευαίσθητο είδος, παρουσιάζοντας τη χαμηλότερη επιβίωση και 53% μείωση βιομάζας, γεγονός που την καθιστά οριακή επιλογή για εκτεταμένα δώματα χωρίς συστηματική άρδευση. Αντίθετα, τα υβρίδια (*S. pomifera* × *S. ringens* και *S. officinalis* × *S. pomifera*) επέδειξαν εξαιρετική υβριδική ισχύ (heterosis), διατηρώντας υψηλά ποσοστά επιβίωσης και ελάχιστη μείωση βιομάζας (3% και 13% αντίστοιχα).

Αντίστοιχη οικοφυσιολογική σταθερότητα κατέγραψαν και οι Tassoula et al. (2017) για το αλόφυτο *Atriplex halimus*. Υπό συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης (υγρασία 5–9% v/v), ο αλίμαρος αύξησε τη στοματική του αντίσταση για να περιορίσει τη

διαπνοή, προστατεύοντας πλήρως το φωτοσυνθετικό του σύστημα και επιβεβαιώνοντας την καταλληλότητά του για *soilless* εγκαταστάσεις χαμηλών εισροών. Παρομοίως, μία σημαντική υδατική καινοτομία αναδεικνύεται στη μελέτη των Paraskevoudoulou et al. (2023), όπου το αλόφυτο *Arthrocnemum macrostachyum* αξιοποιήθηκε σε εκτεταμένο δώμα με χρήση θαλασσινού νερού (έως 35 ppt αλατότητα). Η έρευνα απέδειξε ότι η εναλλαγή άρδευσης με θαλασσινό και γλυκό νερό κάθε 4 ημέρες εξασφαλίζει άριστη ανάπτυξη, ενώ η αποκλειστική χρήση θαλασσινού νερού κάθε 4 ημέρες αποτελεί μια απόλυτα βιώσιμη λύση για παραθαλάσσιες αστικές περιοχές, μετατρέποντας ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα σε αξιοποιήσιμο πόρο.

Μια από τις πιο κρίσιμες συνεισφορές της παρούσας ανασκόπησης είναι ο ρόλος των φυτικών ειδών και η επιλογή τους αναφορικά με την αξιοποίησή τους στο αστικό τοπίο, που συνδέεται και άμεσα με την έννοια της βιοποικιλότητας και της βιοασφάλειας. Η πιλοτική μελέτη των Marouli et al. (2022) μέσω αναλύσεων ANOVA και πολλαπλής παλινδρόμησης κατέδειξε ότι παράγοντες όπως το βάθος του υποστρώματος ή η οργανική ουσία δεν μπορούν από μόνοι τους να προβλέψουν την πορεία της ανάπτυξης. Το εύρημα αυτό εισάγει την ανάγκη μελέτης των διαειδικών σχέσεων και των φυτικών κοινοτήτων. Αυτή η ανάγκη, άλλωστε, διαφαίνεται και στην έρευνα των Varela-Stasinopoulou et al. (2023), όπου 3 τεχνητές κοινότητες (σχεδιασμένες με βάση τα πρότυπα της Κρήτης, της Αττικής και των Κυκλάδων) εξετάστηκαν σε ρηχά υποστρώματα. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι η συμβίωση σε κοινότητες σταθεροποιεί το μικροκλίμα του υποστρώματος, ενώ το εντυπωσιακό στοιχείο είναι ότι 15 από τα μεσογειακά είδη κατάφεραν να αυτοαναπαραχθούν, εξασφαλίζοντας τη μακροζωία και την αυτοσυντήρηση του οικοσυστήματος χωρίς την ανάγκη επαναφύτευσης.

Αυτή η οικολογική δυναμική συνδέεται άμεσα με τη στρατηγική ανάλυση της Solomou (2026), η οποία τοποθετεί τη φυτική βιοποικιλότητα στον πυρήνα της απόδοσης των Nature-based Solutions (NbS). Η Solomou εξηγεί ότι η βιοποικιλότητα λειτουργεί ως υποδομή μέσω τριών αξόνων. Ο πρώτος από αυτούς είναι η συμπληρωματικότητα χαρακτηριστικών (trait complementarity), και αναφέρεται στον συνδυασμό διαφορετικών ριζικών συστημάτων και αρχιτεκτονικής φυλλώματος. Ο συνδυασμός αυτός δύναται να μεγιστοποιεί τη σκίαση και τη συγκράτηση των όμβριων υδάτων. Ο δεύτερος άξονας είναι ο οικολογικός πλεονασμός (redundancy). Τούτο σημαίνει ότι οι συνθέσεις που αποτελούνται από πολλά διαφορετικά είδη αποτρέπουν την ολική κατάρρευση του πρασίνου σε περίπτωση προσβολής από ένα παθογόνο ή λόγω ενός ακραίου καύσωνα. Το τρίτο και ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο είναι ο λεγόμενος υδατικός ρεαλισμός (water realism). Αυτός ο άξονας αναφέρεται στο ότι η χρήση τοπικών ειδών μετατοπίζει την αισθητική των πόλεων από τον μόνιμα πράσινο, υδροβόρο χλοοτάπητα σε εποχικά μεταβαλλόμενα, ανθεκτικά τοπία.

Ταυτόχρονα, η Solomou (2026) εισάγει στη συζήτηση τη ζωτική παράμετρο της βιοασφάλειας, υπογραμμίζοντας ότι η αλόγιστη εισαγωγή εξωτικών (alien) καλλωπιστικών φυτών στις πόλεις εγκυμονεί ακραίους κινδύνους εξάπλωσης εισβλητικών ειδών (invasive alien species), προκαλώντας μακροπρόθεσμα οικολογική υποβάθμιση και τεράστιο κόστος συντήρησης. Η λύση, όπως προτείνεται μέσα από το LIFE GrIn project, είναι η δημιουργία επίσημων ψηφιακών μητρώων αστικού πρασίνου (Urban Green Infrastructure registers) και η αυστηρή χρήση "safe lists" με βάση εγχώρια είδη. Αυτή η φιλοσοφία της αποκλειστικής χρήσης και ανάδειξης της εγχώριας χλωρίδας αποτελεί άλλωστε και το ιστορικό και επιστημονικό θεμέλιο του Βαλκανικού Βοτανικού Κήπου Κρουσίων (BBGK), όπως περιγράφεται από τους Maloupa & Krigas (2008). Οι 8 θεσμοθετημένες πολιτικές του κήπου (με έμφαση στην πολιτική "Only Native Plants", την

τεκμηρίωση μέσω DNA Barcoding και την προτεραιοποίηση των Σημαντικών Φυτικών Ειδών - IPS) αποτελούν μία θεμελιώδη επιστημονική βάση, από την οποία αντλείται το υλικό για τις σύγχρονες αστικές υδροπονικές εφαρμογές στην Ελλάδα.

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα και Συζήτηση

5.1 Συζήτηση

5.1.1 Υδροπονική καλλιέργεια και *evidence-based* καλές πρακτικές

Τόσο τα αποτελέσματα των μελετών, όσο και η σχετική βιβλιογραφία αποτυπώνουν μια σαφή μετατόπιση από την παραδοσιακή ανθοκομία, που βασιζόταν στην τύρφη, προς τεχνητά σχεδιασμένα υποστρώματα υψηλής αποδοτικότητας, τα οποία βασίζονται σε τοπικά διαθέσιμα οργανικά και ανόργανα υλικά. Ειδικότερα, η συστηματική χρήση μειγμάτων κομπόστ αγροτικών υπολειμμάτων (κυρίως κομπόστ στεμφύλων σταφυλής), περλίτη και ελαφρόπετρας (Papafotiou et al., 2013; Tassoula et al., 2017; Papafotiou et al., 2022; Martini & Papafotiou, 2025) αναδεικνύει ότι η λειτουργικότητα του υποστρώματος δεν καθορίζεται μόνο από την παραδοσιακή λογική του εδαφικού βάθους, αλλά από παραμέτρους όπως ο αερισμός, η υδατοϊκανότητα και η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα οργανικά υλικά μπορούν να προσδώσουν σημαντικές ιδιότητες στα υποστρώματα, όχι απλώς υποκαθιστώντας την τύρφη, αλλά συμβάλλοντας στην ανάπτυξη των φυτικών ειδών, μέσω της ταχύτερης εγκατάστασης και αυξημένης βιομάζας. Η τάση αυτή εναρμονίζεται με τη διεθνή βιβλιογραφία για την κυκλική οικονομία στην αστική γεωπονία, όπου η χρήση τοπικών παραπροϊόντων μειώνει το αποτύπωμα άνθρακα των NbS (Grard et al., 2018).

Ιδιαίτερα κρίσιμο εύρημα αποτελεί η απόδειξη ότι τα ρηχά υποστρώματα μπορούν, υπό κατάλληλο σχεδιασμό, να υπερτερούν των βαθύτερων συμβατικών συστημάτων. Οι Papafotiou et al. (2013) καταδεικνύουν ότι υπόστρωμα βάθους 7,5 cm εμπλουτισμένο με κομπόστ, υπό συνθήκες μειωμένης άρδευσης, μπορεί να υποστηρίξει ίση ή και μεγαλύτερη ανάπτυξη βιομάζας σε μεσογειακά ξηρόφυτα σε σύγκριση με βαθύτερα (15 cm) συστήματα τύρφης υπό κανονική άρδευση. Το εύρημα αυτό ανατρέπει τη γραμμική

αντίληψη ότι η αύξηση του βάθους συνεπάγεται βελτίωση της ανάπτυξης και μετατοπίζει τον σχεδιασμό υποστρωμάτων προς μια λογική «λειτουργικής πυκνότητας» αντί γεωμετρικής επέκτασης. Παρόμοιες καταγραφές σε διεθνές επίπεδο (επιβεβαιώνουν ότι η βέλτιστη αναλογία πόρων και η στράγγιση σε ρηχά υποστρώματα αποτρέπουν την ανοξία των ριζών, ενισχύοντας τη ξηρανθεκτικότητα (VanWoert et al., 2005).

Ωστόσο, η αποδοτικότητα αυτή δεν είναι καθολική ούτε ανεξάρτητη από το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής. Οι Martini & Papafotiou (2025) καταδεικνύουν ότι σε μακροχρόνιες καλλιέργειες και σε είδη με υψηλότερες δομικές απαιτήσεις, τα μεγαλύτερα βάθη (15 cm) εξακολουθούν να προσφέρουν σταθερότερα αποτελέσματα ως προς μορφολογικές παραμέτρους και βιομάζα. Συνεπώς, ο σχεδιασμός υποστρωμάτων σε NbS δεν συνιστά πρόβλημα μονοδιάστατης βελτιστοποίησης, αλλά δυναμική εξισορρόπηση μεταξύ δομικών περιορισμών (π.χ. φορτίο των εκτεταμένων πράσινων δωματίων) και βιολογικών αναγκών, όπως έχει υπογραμμιστεί ευρύτερα για τα μεσογειακά οικοσυστήματα δωματίων (Getter & Rowe, 2006).

5.1.2 Η σημασία της επιλογής κατάλληλων ειδών

Πέρα από τον τεχνικό σχεδιασμό των υποστρωμάτων, οι μελέτες αναδεικνύουν καθοριστικό ρόλο των ειδών και των φυσιολογικών τους αποκρίσεων στην επιτυχία των *soilless* συστημάτων. Τα μεσογειακά taxa εμφανίζουν έντονη διακύμανση ως προς την αντοχή σε υδατική καταπόνηση, σύσταση υποστρώματος και διαθεσιμότητα θρεπτικών, γεγονός που καθιστά αναγκαία την εξατομικευμένη επιλογή αυτοφυών και ενδημικών ειδών. Οι Papafotiou et al. (2022) καταδεικνύουν ότι συνθήκες χαμηλής υγρασίας υποστρώματος (7–11% v/v) οδηγούν σε μείωση βιομάζας στα είδη *Salvia*, χωρίς όμως να προκαλούν μη αναστρέψιμες βλάβες στη φωτοσυνθετική λειτουργία, αλλά υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη, και φαίνεται ότι τα υβριδικά είδη παρουσιάζουν

υψηλή ανθεκτικότητα. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει ότι η γενετική σύσταση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα λειτουργικής ανθεκτικότητας σε αστικά περιβάλλοντα χαμηλών εισροών, εύρημα που συμφωνεί με τις διεθνείς καταγραφές για τη φυσιολογική αντοχή των *Lamiaceae* μέσω της ρύθμισης του υδατικού δυναμικού των φύλλων (Nogués et al., 2014).

Αντίστοιχα, οι Tassoula et al. (2017) τεκμηριώνουν την εξαιρετική φυσιολογική πλαστικότητα του αλοφύτου *Atriplex halimus*, το οποίο διατηρεί φωτοσυνθετική σταθερότητα ακόμη και υπό έντονη υδατική καταπόνηση μέσω ρύθμισης της στοματικής αγωγιμότητας. Η προσαρμογή αυτή δεν αποτελεί απλή παθητική αντοχή, αλλά ενεργό ρυθμιστικό μηχανισμό, ο οποίος μπορεί να αξιοποιηθεί στρατηγικά στον σχεδιασμό υδροπονικών συστημάτων χαμηλής κατανάλωσης πόρων. Επιπλέον, το *Arthrocnemum macrostachyum* (Paraskevopoulou et al., 2023) διευρύνει τα όρια της υδροπονικής καλλιέργειας μέσω της ανθεκτικότητάς του σε υψηλή αλατότητα και της δυνατότητας αξιοποίησης θαλασσινού νερού ως μέσου άρδευσης.

Η δυνατότητα εναλλαγής γλυκού και θαλασσινού νερού ή ακόμη και αποκλειστικής χρήσης θαλασσινού νερού σε συγκεκριμένα διαστήματα μετατρέπει την έλλειψη υδατικών πόρων από περιορισμό σε αξιοποιήσιμο οικολογικό πλεονέκτημα, ιδιαίτερα σε παράκτιες αστικές ζώνες, επιβεβαιώνοντας τη διεθνή έρευνα για τη χρήση ευρύαλων ειδών σε αστικά υδροπονικά συστήματα (Ventura & Sagi, 2013). Συνεπώς, είναι και με την ίδια τη λογική των λύσεων που βασίζονται στη φύση να αξιοποιούνται τα αυτοφυή και ενδημικά φυτά, τα οποία άλλωστε παρουσιάζουν μεγάλο πλούτο στην Ελλάδα (Dimopoulos et al., 2013; 2016) και είναι πολύ καλύτερα προσαρμοσμένα από τυχόν εισαγόμενα είδη.

5.1.3 Βιοποικιλότητα, φυτικές κοινότητες και λογική των φυσικών λύσεων (NbS)

Η σημαντικότερη μετατόπιση που αναδεικνύεται από τη σύνθεση της βιβλιογραφίας αφορά τη μετάβαση από τη μονοειδική βελτιστοποίηση προς τη λειτουργικά σύνθετη και αυτορρυθμιζόμενη δομή φυτικών κοινοτήτων. Σε αυτό το επίπεδο, η βιοποικιλότητα παύει να αποτελεί διακοσμητικό ή συμπληρωματικό στοιχείο και αναδεικνύεται σε βασική υποδομή λειτουργίας των NbS. Ειδικότερα, οι Marouli et al. (2022) καταδεικνύουν ότι αβιοτικοί παράγοντες, όπως το βάθος υποστρώματος ή η οργανική ουσία, δεν επαρκούν για την πρόβλεψη της φυτικής ανάπτυξης. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει τη σημασία των βιοτικών αλληλεπιδράσεων και της δομής των φυτικών κοινοτήτων, εισάγοντας μια πιο οικολογικά ρεαλιστική προσέγγιση στον σχεδιασμό αστικών χώρων πρασίνου με έμφαση στις λύσεις που βασίζονται στη φύση.

Μία ακόμη εμπειρική επιβεβαίωση αυτής της μετατόπισης προέρχεται από τους Varela-Stasinopoulou et al. (2023), οι οποίοι δείχνουν ότι τεχνητές φυτικές κοινότητες με μεσογειακή σύνθεση μπορούν να σταθεροποιούν το μικροκλίμα του υποστρώματος και να εμφανίζουν emergent properties, όπως η αυτοαναπαραγωγή πολλαπλών ειδών. Η ικανότητα 15 ειδών να ανανεώνουν φυσικά τους πληθυσμούς τους υποδεικνύει ότι κατάλληλα σχεδιασμένες κοινότητες μπορούν να εξελιχθούν σε ημι-αυτόνομα συστήματα μειωμένων απαιτήσεων συντήρησης και αυξημένης οικολογικής ανθεκτικότητας, γεγονός που συνάδει με τη θεωρία των οικολογικών θέσεων (ecological niches) στα αστικά οικοσυστήματα (Lundholm, 2015).

Παράλληλα, η Solomou (2026) συστηματοποιεί τη λειτουργική σημασία της βιοποικιλότητας μέσω τριών μηχανισμών, που ενισχύουν τη συνολική αποδοτικότητα του συστήματος μέσω διαφοροποίησης διαφορετικών ειδών, λειτουργούν ως μηχανισμός σταθερότητας, αποτρέποντας την κατάρρευση του συστήματος υπό περιβαλλοντικές

διαταραχές —ένα φαινόμενο γνωστό διεθνώς ως "insurance effect" (Yachi & Loreau, 1999)— και αναδιαμορφώνουν τη λογική του αστικού πρασίνου αναφορικά με τη χρήση του νερού, προκρίνοντας τη χρήση τοπικών και ξηρανθεκτικών ειδών έναντι υδροβόρων, μη ρεαλιστικών αισθητικών προτύπων. Μέσα από αυτή τη μετατόπιση στα αυτοφυή και ενδημικά είδη της Ελλάδας, αναδεικνύεται μια κρίσιμη διάσταση βιοασφάλειας. Όπως είναι γνωστό, η ανεξέλεγκτη χρήση εισαγόμενων καλλωπιστικών ειδών αυξάνει τον κίνδυνο εισβολικών ειδών με σοβαρές οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις, ενώ επιβαρύνει και τα αστικά τοπία με υπερβολικές απαιτήσεις σε νερό και πόρους. Η προτεινόμενη καλή πρακτική εδώ, δηλαδή η χρήση ψηφιακών μητρώων αστικού πρασίνου και «safe lists» εγχώριων ειδών (LIFE GrIn), συνδέει άμεσα τον σχεδιασμό NbS με κρίσιμες και απαραίτητες σε κάθε σύγχρονο κράτος πολιτικές βιοασφάλειας. Το πλαίσιο αυτό εναρμονίζεται, άλλωστε, με τις αρχές του Βαλκανικού Βοτανικού Κήπου Κρουσίων (Maloupa & Krigas, 2008), όπου η αποκλειστική χρήση εγχώριων ειδών, η τεκμηρίωση μέσω DNA barcoding και η έμφαση σε σημαντικά φυτικά taxa που αποτελούν αυτοφυή και ενδημικά της Ελλάδος, συγκροτούν ένα λειτουργικό μοντέλο σύνδεσης διατήρησης και εφαρμοσμένης αστικής οικολογίας.

5.2 Περιορισμοί της έρευνας

Παρά το γεγονός ότι εκπονήθηκε με αυστηρά επιστημονικά κριτήρια και ακολούθησε την ορθή μεθοδολογία, η παρούσα συστηματική ανασκόπηση υπόκειται σε συγκεκριμένους περιορισμούς που απορρέουν από τη φύση του διαθέσιμου ερευνητικού υλικού. Αρχικά, ιδιαίτερα για τα εκτεταμένα πράσινα δώματα, η πλειονότητα των πειραματικών μελετών καλύπτει περιορισμένο χρονικό ορίζοντα (συνήθως 1 έως 2 έτη/βλαστικές περιόδους). Συνεπώς, τα δεδομένα για τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των φυτικών ειδών στα υπό μελέτη υποστρώματα ίσως παραμένουν ως έναν βαθμό ελλιπή. Παράλληλα, η έρευνα έχει εκ φύσεως έναν γεωγραφικό περιορισμό, δεδομένου ότι τα

περισσότερα πειράματα πεδίου έχουν εκπονηθεί σε πανεπιστημιακά ιδρύματα στην περιοχή της Αττικής. Αυτό περιορίζει την άμεση γενίκευση των αποτελεσμάτων σε πόλεις με διαφορετικά μικροκλιματικά χαρακτηριστικά (π.χ. υψηλότερη υγρασία στη Δυτική Ελλάδα ή εντονότερο παγετό στη Βόρεια Ελλάδα).

Ένας ακόμη περιορισμός θα μπορούσε να είναι ότι, αν και η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει χιλιάδες αυτοφυή και ενδημικά είδη, η έρευνα επικεντρώνεται επαναλαμβανόμενα σε συγκεκριμένα, εμπορικά αναγνωρίσιμα γένη της οικογένειας *Lamiaceae* (*Salvia*, *Origanum*, *Sideritis*, *Thymus*) και άλλα σημαντικά είδη, ενώ άλλα ενδημικά ξηρόφυτα ή χασμόφυτα, παρόλο που θα ήταν ίσως το ίδιο αξιοποιήσιμα, παραμένουν ανεξερευνήτα. Εντούτοις, στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, η εργασία εκ των πραγμάτων περιορίστηκε και καθορίστηκε από την υπάρχουσα βιβλιογραφία και πειραματική έρευνα.

5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Με βάση τους περιορισμούς που συζητήθηκαν ανωτέρω, οι μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις στον τομέα αυτό δύνανται να εστιάσουν σε μια σειρά από νέους άξονες. Για παράδειγμα, θα παρουσίαζε ενδιαφέρον η διεξαγωγή πειραμάτων σε βάθος 5-10 ετών για να μελετηθεί η «γήρανση» των υποστρωμάτων και της χρήσης νέων υλικών. Παράλληλα, η έρευνα μπορεί να δώσει περισσότερη έμφαση στην ανάλυση των δικτύων των φυτών, ώστε να διαπιστωθεί, χάριν κατεξοχήν της πρακτικής εφαρμογής, ποιες ακριβώς διαειδικές σχέσεις διευκόλυνσης ή ανταγωνισμού επιτρέπουν τη μέγιστη σταθεροποίηση των κοινοτήτων στα ρηχά υποστρώματα.

Επιπροσθέτως, μετά την επιτυχή εισαγωγή του θαλασσινού νερού, είναι απαραίτητο να εξεταστεί η επίδραση άλλων εναλλακτικών πηγών νερού, όπως της άρδευσης με γκρίζα νερά (greywater), που έχει ήδη τεκμηριωθεί ερευνητικά για

διακοσμητικού τύπου φυτά. Θα είχε ενδιαφέρον η πειραματική έρευνα στην ανάπτυξη και τη φυσιολογία των αυτοφυών ειδών υπό αυτές τις συνθήκες, καθώς και την ικανότητα των υποστρωμάτων να φιλτράρουν αυτά τα νερά. Τέλος, κάθε ερευνητικό πεδίο, όπως και το συγκεκριμένο, μπορεί να αξιοποιήσει την ολοένα αυξανόμενη πρόοδο της τεχνολογίας. Ειδικότερα, θα ήταν άξιο διερεύνησης το εάν, μέσα από την ενσωμάτωση αισθητήρων IoT (Internet of Things) στα εκτός εδάφους αστικά συστήματα για τη ζωντανή παρακολούθηση του VPD, της υγρασίας του υποστρώματος και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), θα μπορούσε να διαμορφωθεί μία αυτοματοποιημένη «έξυπνη» άρδευση ακριβείας, με στόχο να ελαχιστοποιήσει τη σπατάλη υδάτινων πόρων.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση εκπονήθηκε με κεντρικό στόχο την αξιολόγηση και τη σύνθεση των σύγχρονων επιστημονικών δεδομένων που αφορούν την εκτός εδάφους καλλιέργεια και την ενσωμάτωση αυτοφυών και ενδημικών φυτικών ειδών της Ελλάδας σε αστικά συστήματα Λύσεων που Βασίζονται στη Φύση. Μέσα από την κριτική ανάλυση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας και των πειραματικών δεδομένων, επιτεύχθηκε η πλήρης χαρτογράφηση των παραγόντων που καθορίζουν την επιτυχία αυτών των συστημάτων, προσφέροντας σαφείς απαντήσεις στους ερευνητικούς στόχους που τέθηκαν εξ αρχής.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αποδεικνύουν μια ριζική και αναγκαία μετατόπιση από τα παραδοσιακά, ενεργοβόρα και περιβαλλοντικά επιβαρυντικά υποστρώματα που βασίζονται στην τύρφη, προς τεχνητά σχεδιασμένα υποστρώματα υψηλής αποδοτικότητας. Συμπεραίνεται ότι η αξιοποίηση τοπικά διαθέσιμων οργανικών παραπροϊόντων και αγροτικών υπολειμμάτων, με κυρίαρχο το κομπόστ στεμφύλων σταφυλής, σε συνδυασμό με ανόργανα υλικά όπως ο περλίτης και η ελαφρόπετρα, δεν αποτελεί απλώς μια οικολογική εναλλακτική λύση, αλλά μια βέλτιστη γεωπονική πρακτική. Τα υποστρώματα αυτά εξασφαλίζουν ιδανικές συνθήκες αερισμού, υδατοϊκανότητας και σταδιακής απελευθέρωσης θρεπτικών στοιχείων, υποστηρίζοντας την ταχύτερη εγκατάσταση των φυτών και την παραγωγή αυξημένης βιομάζας, ενισχύοντας παράλληλα τις αρχές της κυκλικής οικονομίας στην αστική γεωπονία.

Ένα ακόμη καθοριστικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι η αύξηση του βάθους του υποστρώματος δεν συνεπάγεται γραμμικά και ανάλογη αύξηση της φυτικής ανάπτυξης. Αποδείχθηκε ότι υπόστρωμα περιορισμένου βάθους, της τάξεως των 7,5 εκατοστών, όταν είναι σωστά σχεδιασμένο και εμπλουτισμένο με κομπόστ, μπορεί να

υποστηρίζει ίση ή και μεγαλύτερη ανάπτυξη βιομάζας σε μεσογειακά ξηρόφυτα, ακόμη και υπό συνθήκες μειωμένης άρδευσης, σε σύγκριση με βαθύτερα συμβατικά συστήματα τύρφης. Το εύρημα αυτό ανατρέπει τα παραδοσιακά αισθητικά και κατασκευαστικά πρότυπα και εισάγει τη λογική της λειτουργικής πυκνότητας. Ωστόσο, το βάθος πρέπει να προσαρμόζεται δυναμικά, καθώς για μακροχρόνιες εγκαταστάσεις και είδη με υψηλότερες δομικές απαιτήσεις, τα μεγαλύτερα βάθη, έως 15 εκατοστά, παραμένουν απαραίτητα για τη διασφάλιση της μορφολογικής σταθερότητας.

Απαντώντας στον στόχο της ανάδειξης του κατάλληλου φυτικού υλικού, η έρευνα επιβεβαιώνει ότι τα αυτοφυή και ενδημικά taxa της ελληνικής χλωρίδας διαθέτουν εξαιρετικούς μηχανισμούς φυσιολογικής προσαρμογής, καθιστώντας τα ιδανικά για αστικά συστήματα χαμηλών εισροών. Τα είδη του γένους *Salvia* και ευρύτερα της οικογένειας *Lamiaceae* επιδεικνύουν την ικανότητα να αντέχουν σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα υγρασίας υποστρώματος χωρίς να υφίστανται μη αναστρέψιμες βλάβες στον φωτοσυνθετικό τους μηχανισμό, με τα υβρίδια να παρουσιάζουν τη μέγιστη σταθερότητα. Αντίστοιχα, είδη όπως το *Atriplex halimus* παρουσιάζουν μοναδική φυσιολογική πλαστικότητα μέσω του ενεργού ελέγχου της στοματικής τους αγωγιμότητας υπό έντονη ξηρασία, ενώ το *Arthrocnemum macrostachyum* διευρύνει τα όρια της αστικής υδροπονίας, καθώς αποδείχθηκε ότι όχι μόνο αντέχει σε ακραία αλατότητα, αλλά μπορεί να αναπτυχθεί με αποκλειστική ή εναλλασσόμενη χρήση θαλασσινού νερού. Το γεγονός αυτό μετατρέπει την έλλειψη γλυκού νερού από περιοριστικό παράγοντα σε οικολογικό πλεονέκτημα για τις παράκτιες αστικές ζώνες.

Το πλέον αξιοσημείωτο οικολογικό συμπέρασμα της ανασκόπησης αφορά τη μετάβαση από τη μονοειδική καλλιέργεια στη δημιουργία σύνθετων, πολυειδικών φυτικών κοινοτήτων. Η βιοποικιλότητα παύει να αντιμετωπίζεται ως διακοσμητικό

στοιχείο και αναδεικνύεται σε δομική υποδομή των φυσικών λύσεων. Οι τεχνητά σχεδιασμένες μεσογειακές φυτοκοινότητες εμφανίζουν αναδυόμενες ιδιότητες, όπως η ικανότητα φυσικής αυτοαναπαραγωγής και ανανέωσης των πληθυσμών τους σε βάθος χρόνου για πολλαπλά διαφορετικά είδη. Η ποικιλότητα αυτή λειτουργεί ως μηχανισμός ασφάλειας (insurance effect), διασφαλίζοντας ότι το σύστημα δεν θα καταρρεύσει σε περίπτωση περιβαλλοντικής διαταραχής, καθώς η λειτουργική διαφοροποίηση των ειδών επιτρέπει τη βέλτιστη και σταθερή διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Τέλος, η στροφή προς τα εγχώρια αυτοφυή και ενδημικά είδη συνδέεται άμεσα με την εθνική και ευρωπαϊκή πολιτική βιοασφάλειας. Η ανεξέλεγκτη χρήση εισαγόμενων καλλωπιστικών φυτών στα αστικά κέντρα εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους εισβολής ξενικών ειδών, ενώ παράλληλα εξαντλεί τους υδάτινους πόρους λόγω των υψηλών απαιτήσεών τους σε άρδευση. Η υιοθέτηση καλών πρακτικών, όπως η θεσμοθέτηση ψηφιακών μητρώων αστικού πρασίνου και εγκεκριμένων λιστών εγχώριων ειδών, αποτελεί το μοναδικό λειτουργικό μοντέλο για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η προσέγγιση αυτή γεφυρώνει την εφαρμοσμένη αστική οικολογία με την ανάγκη διατήρησης της γενετικής παρακαταθήκης της χώρας, συγκροτώντας ένα λειτουργικό μοντέλο σύνδεσης της διατήρησης της βιοποικιλότητας με την καθημερινή αστική διαχείριση.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ahn, E., & Kang, H. (2018). Introduction to systematic review and meta-analysis. *Korean Journal of Anesthesiology*, 71(2), 103–112. <https://doi.org/10.4097/kjae.2018.71.2.103>

Bertsouklis, K. F., Kartsonas, E., & Carra, A. (2023). *In vitro* propagation of three populations of the endangered, Greek endemic *Cerastium candidissimum* for exploitation and conservation. *Horticulturae*, 9(2), 273. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020273>

Brignardello-Petersen, R., Santesso, N., & Guyatt, G. (2024). Systematic reviews of the literature: An introduction to current methods. *American Journal of Epidemiology*, 194(3), 415–422. <https://doi.org/10.1093/aje/kwae232>

Chatzilazarou, S., Kostas, S., & Maloupa, E. (2023). Asexual propagation of Greek *Salvia officinalis* L. populations selected for ornamental use. *Agronomy*, 13(7), 1847. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071847>

Convention on Biological Diversity. (1992). *United Nations Conference on Environment and Development*. United Nations.

Cook-Patton, S. C., & Bauerle, T. L. (2012). Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A review. *Journal of Environmental Management*, 106, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.003>

Dimopoulos, P., Raus, Th., Bergmeier, E., Constantinidis, Th., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., & Tzanoudakis, D. (2013). *Vascular Plants of Greece: An Annotated*

Checklist. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Hellenic Botanical Society.

Dimopoulos, P., Raus, Th., Bergmeier, E., Constantinidis, Th., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., & Tzanoudakis, D. (2016). Vascular Plants of Greece: An Annotated Checklist. Supplement. *Willdenowia*, 46(3), 301–347.
<https://doi.org/10.3372/wi.46.46310>

Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41(5), 1276–1285.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1276>

Grard, B. J., Bel, N., Marchal, P., Madre, F., Castell, J. F., Cambier, P., Houot, S., Manouchehri, N., Besancon, S., Michel, J. C., Aubry, C., & Chenu, C. (2018). Technosols on urban rooftops: Functionality, performances and ecosystem services. *Ecological Engineering*, 111, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.11.022>

Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., & Schmid, B. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35. <https://doi.org/10.1890/03-4006>

Kamperi, E., Krigas, N., Sarropoulou, V., Chatzilazarou, S., Kostas, S., Grigoriadou, K., & Maloupa, E. (2026). Micropropagation of the Critically Endangered *Silene conglomeratica* Melzh.: A tool for conservation and ornamental aspects. *Conservation*, 6(1), 18–34. <https://doi.org/10.3390/conservation6010003>

Kanellou, E., Vlachou, G., Martini, A. N., Bertsouklis, K. F., & Papafotiou, M. (2024). Seed germination of five sage species (*Salvia* sp.) of populations native to Greece. *Horticulturae*, 10(6), 582. <https://doi.org/10.3390/horticulture10060582>

Krigas, N., Karapatzak, E., Panagiotidou, M., Sarropoulou, V., Samartza, I., Karydas, A., Damianidis, C. K., Najdovski, B., Teofilovski, A., Mandzukovski, D., Stipanović, V. B., Papanastasi, K., Kapagianni, P. D., Fotakis, D., Grigoriadou, K., Tsoktouridis, G., Andonovski, V., & Maloupa, E. (2022). Prioritizing plants around the cross-border area of Greece and the Republic of North Macedonia: Integrated conservation actions and sustainable exploitation potential. *Diversity*, 14(7), 570. <https://doi.org/10.3390/d14070570>

Lundholm, J. T. (2015). Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. *Journal of Applied Ecology*, 52(1), 68–76. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12352>

Lykokanellos, G., Lagogiannis, I., Liopa-Tsakalidi, A., Barla, S. A., & Salachas, G. (2025). Optimizing rooting and growth of *Salvia rosmarinus* cuttings in soilless systems affected by growth regulators. *Plants*, 14(14), 2210. <https://doi.org/10.3390/plants14142210>

Maloupa, E., Grigoriadou, K., Papanastassi, K., & Krigas, N. (2008a). Conservation, propagation, development and utilization of xerophytic species of the native Greek flora towards commercial floriculture. *Acta Horticulturae*, 766, 205–214. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.766.27>

Maloupa, E., Krigas, N., Hanlidou, E., & Lazari, D. (2008b). The Balkan Botanic Garden of Kroussia, Northern Greece: A garden dedicated to the conservation of the

native plants of Greece and The Balkans. *Sibbaldia: The International Journal of Botanic Garden Horticulture*, 6, 9–27. <https://doi.org/10.24823/sibbaldia.2008.33>

Marouli, C., Savvidou, P., Koutsokali, M., Papadopoulou, P., Misseyanni, A., Tsiliki, G., & Georgas, D. (2022). Plant growth on a Mediterranean green roof: A pilot study on influence of substrate depth, substrate composition, and type of green roof. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, Article 796441. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.796441>

Martini, A. N., & Papafotiou, M. (2025). Comparative evaluation of *Crithmum maritimum* and *Origanum dictamnus* cultivation on an extensive urban green roof. *Land*, 14(1), 195. <https://doi.org/10.3390/land14010195>

Nogués, S., Cotado, A., Lino, G., & Munné-Bosch, S. (2014). Physiological and antioxidant responses of Mediterranean Lamiaceae to water stress. *Plant Biosystems*, 148(4), 654–663. <https://doi.org/10.1080/11263504.2013.791355>

Ntinou, M., & Valamoti, S.-M. (2025). From wild stands to orchards: An archaeobotanical investigation of the olive tree in prehistoric Aegean vegetation. *Vegetation History and Archaeobotany*, 34(4), 595–618. <https://doi.org/10.1007/s00334-024-01034-3>

Panagiotidou, T.-N., Pipinis, E., Anestis, I., Kostas, S., Tsoulpha, P., Karapatzak, E., Tsoktouridis, G., Hatzilazarou, S., & Krigas, N. (2024). Integrated ex-situ conservation and ornamental evaluation of the vulnerable and protected Greek endemic *Campanula laciniata* L.: A multifaceted approach. *Agronomy*, 14(8), Article 1665. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081665>

Papafotiou, M., Martini, A. N., Tassoula, L., Stylias, E. G., Kalantzis, A., & Dariotis, E. (2022). Acclimatization of Mediterranean native sages (*Salvia* spp.) and interspecific hybrids in an urban green roof under regular and reduced irrigation. *Sustainability*, 14(9), 4978. <https://doi.org/10.3390/su14094978>

Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I., & Kargas, G. (2013). Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof as affected by substrate type and depth and irrigation frequency. *HortScience*, 48(10), 1327–1333. <https://doi.org/10.21273/hortsci.48.10.1327>

Paraskevopoulou, A. T., Ntoulas, N., Bourtsoukli, D., & Bertsouklis, K. (2023). Effect of seawater irrigation on *Arthrocnemum macrostachyum* growing in extensive green roof systems under semi-arid Mediterranean climatic conditions. *Agronomy*, 13(5), 1198. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051198>

Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2), 93–107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>

Savi, T., Boldrin, D., Marin, M., Lee Love, V., Andri, S., Tretiach, M., & Nardini, A. (2015). Does shallow substrate improve water status of plants growing on green roofs? Testing the paradox in two sub-Mediterranean shrubs. *Ecological Engineering*, 84, 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.036>

Sirhan, H., Al-Ajouz, M., & Al-Sa'ed, R. (2025). Hydroponics as a Sustainable Water-Efficient Agricultural Strategy for Enhancing Resilience and Food Security in

the Gaza Strip. *Natural Built Social Environment Health*, 1(3), 6–20.
<https://doi.org/10.63095/NBSEH.25.774983>

Solomou, A. D. (2026). Monitoring the performance of urban green infrastructure: Biodiversity challenges and assumptions in Greek Mediterranean cities. *Frontiers in Sustainable Cities*, 8, Article 1793315. <https://doi.org/10.3389/frsc.2026.1793315>

Tassoula, L., Papafotiou, M., & Fouskaki, M. (2017). Growth of the halophyte *Atriplex halimus* on a green roof at the semi-arid Mediterranean region as affected by substrate type and irrigation regime. *Acta Horticulturae*, 1189, 287–290.
<https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1189.56>

Thanos, C. A., & Doussi, M. A. (1995). Ecophysiology of seed germination in endemic Labiates of Crete. *Israel Journal of Plant Sciences*, 43(3), 227–237.
<https://doi.org/10.1080/07929978.1995.10676607>

Trenta, M., Quadri, A., Sambuco, B., Perez Garcia, C. A., Barbaresi, A., Tassinari, P., & Torreggiani, D. (2025). Green roof management in Mediterranean climates: Evaluating the performance of native herbaceous plant species and green manure to increase sustainability. *Buildings*, 15(4), 640.
<https://doi.org/10.3390/buildings15040640>

Turner, W. R., Brand, C. M., Jenkins, R. H., & Howe, R. H. (2004). Urban green space and human well-being: Integrating ecology and architecture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8), 417–422. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002)

VanWoert, N. D., Rowe, D. B., Andresen, J. A., Rugh, C. L., Fernandez, R. T., & Xiao, L. (2005). Green roof storm water retention: Effects of roof surface, slope, and

media depth. *Journal of Environmental Quality*, 34(3), 1036–1044.
<https://doi.org/10.2134/jeq2004.0364>

Varela-Stasinopoulou, D. S., Nektarios, P. A., Ntoulas, N., Trigas, P., & Roukounakis, G. I. (2023). Sustainable growth of medicinal and aromatic Mediterranean plants growing as communities in shallow substrate urban green roof systems. *Sustainability*, 15(7), 5940. <https://doi.org/10.3390/su15075940>

Ventura, Y., & Sagi, M. (2013). Halophyte cultivation in agriculture: Local and global perspectives. *Scientia Horticulturae*, 163, 31–42.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.06.015>

Yachi, S., & Loreau, M. (1999). Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), 1463–1468. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.4.1463>