

Ξερόκαμπος: Ενδείξεις για έναν εντοπισμένο θύλακα θερμού ερημικού μικροκλίματος

Χατζόπουλος Ιάσωνας¹, Σταυρακάκης Νικόλαος²

¹ Ανεξάρτητος Ερευνητής, Αθήνα, Ελλάδα

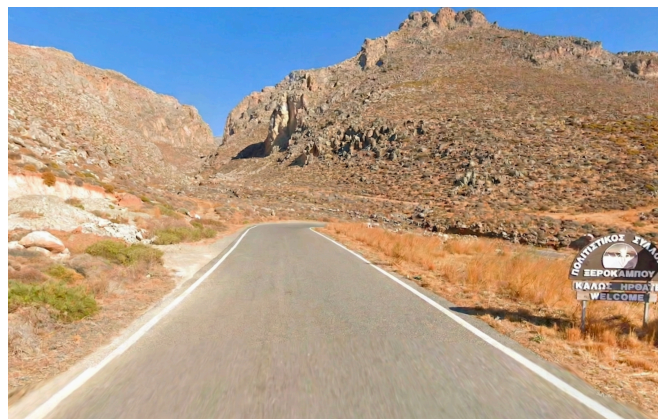
² Ανεξάρτητος Ερευνητής, Ηράκλειο, Ελλάδα

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη χωρική κατανομή του νετού και τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά του παράκτιου θύλακα του Ξερόκαμπου Λασιθίου στην Ελλάδα. Βάσει τοπικής μετεωρολογικής χρονοσειράς (2020-2026), ο μέσος ετήσιος νετός (MAP) καταγράφεται στα 219,5 mm, με μέση ετήσια θερμοκρασία 20,9°C. Για την πλαισίωση των σύγχρονων παρατηρήσεων, εφαρμόστηκε συνθετική κλιματική ανακατασκευή (1915-1929) και 30ετής θαλάσσια επανάληψη ERA5 (1996-2026), αποδίδοντας εκτιμήσεις MAP 171,2 mm και 227,1 mm, αντίστοιχα. Η ξηρότητα της περιοχής ποσοτικοποιείται μέσω πολλαπλών βιοκλιματικών δεικτών. Ο Δείκτης Ξηρότητας του Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) παρουσιάζει τιμές 0,178 (Holdridge) και 0,199 (Thornthwaite), εμπίπτοντας στο ερημικό καθεστώς ($< 0,20$). Συμπληρωματικά, ο Δείκτης De Martonne κυμαίνεται μεταξύ 5,54 (συνθετικός) και 7,10 (σύγχρονος), ενώ το όριο ερημοποίησης κατά Köppen-Geiger υπολογίζεται στα 209,0 mm. Αυτό το μόνιμο νετικό έλλειμμα τροφοδοτείται πρωτίστως από το φαινόμενο της ομβροσκιάς και την ξηρή αδιαβατική θέρμανση (φαινόμενο Föhn) που προκαλείται από τον γειτονικό όγκο της Ζήρου. Επιπροσθέτως, η τοπική βιοκλιματική καταπόνηση επιβεβαιώνεται από το Παγκόσμιο Γεωπάρκο UNESCO Σητείας, το οποίο χαρακτηρίζει την παράκτια ζώνη ως ημερημική, φιλοξενώντας μοναδική βορειοαφρικανική θερμόφιλη χλωρίδα. Συνδυάζοντας τη θερμοδυναμική μοντελοποίηση με τους εμπειρικούς δείκτες, τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι ο Ξερόκαμπος πιθανότατα συνιστά έναν δομικά εντοπισμένο θύλακα μικροκλίματος Θερμής Ερήμου (Köppen: BWh).

1 Εισαγωγή

Η λεκάνη της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από υψηλή χωρική και χρονική μεταβλητότητα όσον αφορά την κατανομή του νετού (Nastos & Zerefos, 2009; Lionello et al., 2006). Στο νοτιοανατολικό άκρο της Ελλάδας, η ανατολική Κρήτη έχει αναγνωριστεί ιστορικά ως ζώνη οξείας κλιματικής ξηρότητας (Flocas & Bloutsos, 1991). Ήδη από τις αρχές του 20ού αιώνα, ο Mariolopoulos (1938) ταξινόμησε την περιοχή ανατολικά της Ιεράπετρας στο **Ερημοειδές Μεσογειακό κλίμα** (207,1 mm). Οι σύγχρονες αναλύσεις επιβεβαιώνουν μια τάση εντοπισμένης εξάντλησης των υδάτινων πόρων (Tsanis et al., 2011; Vrochidou et al., 2013). Εντός αυτού του πλαισίου, ο Ξερόκαμπος Λασιθίου αποτελεί μια ακραία τοπογραφική και βιοκλιματική ανωμαλία (Mass et al., 2002;



Σχήμα 1: Χαρακτηριστική άποψη της άνυδρης εισόδου στον Ξερόκαμπο Λασιθίου, όπου κυριαρχεί ερημική βλάστηση και το γυμνό έδαφος.

Warner, 2010). Η ετυμολογία του τοπωνυμίου («Ξερός» και «κάμπος») λειτουργεί ως ιστορικό τεκμήριο, υποδηλώνοντας ότι η έλλειψη υδάτινων πόρων αποτελεί δομικό χαρακτηριστικό της περιοχής (Demetrakos, 1950).

Η άνυδρη φυσιογνωμία του τοπίου υποστηρίζεται ταυτόχρονα από τη χλωριδική σύνθεση της περιοχής. Η γεωγραφική εγγύτητα με τη Βόρεια Αφρική επιτρέπει την επιβίωση θερμόφιλης χλωρίδας. Η δυναμική αυτή επιβεβαιώνεται από το Παγκόσμιο Γεωπάρκο UNESCO Σητείας (2026), το οποίο χαρακτηρίζει επίσημα τη ζώνη ως «ημερημική» και αναφέρει πως στην περιοχή φιλοξενούνται βορειοαφρικανικά είδη φυτών που είναι μοναδικά για την Ελλάδα. Συγκεκριμένα, η παρουσία θερμόφιλων και ερημικών taxa, όπως το αφρικανικό *Ziziphus lotus*, το σαχαρο-αραβικό αγρωστώδες *Lygeum spartum* και η *Periploca angustifolia*, δρα ως αξιόπιστος βιοδείκτης ακραίων ξεροθερμικών συνθηκών (Municipality of Sitia, 2024; Rackham & Moody, 1996; Turland et al., 1993). Η κυριαρχία τέτοιων προσαρμογών υποδηλώνει τη συνεχή καταπόνηση του οικοσυστήματος από το έλλειμμα νετού (Eig, 1931).

Είναι αξιοσημείωτο ότι η επιβίωση αυτών των βορειοαφρικανικών ειδών υποστηρίζεται συνεργατικά και από τις τοπικές εδαφικές συνθήκες, και συγκεκριμένα από τα αμμόδη και αλατούχα εδάφη που χαρακτηρίζουν το οικοσύστημα της Αλατσολίμνης του Ξερόκαμπου (Δήμος Σητείας, 2024), προσφέροντας ένα μοναδικό υπόστρωμα που διαφοροποιεί περαιτέρω το μικροκλίμα από το τυπικό μεσογειακό περιβάλλον. Η παρούσα μελέτη παρέχει, εξ όσων γνωρίζουμε, την πρώτη ποσοτική απόδειξη για ένα μόνιμο ερημικό μικροκλίμα ομβροσκιάς στην Ελλάδα.

2 Δεδομένα και Μαθηματική Μεθοδολογία

Η έρευνα βασίζεται στην ανάλυση τριών μετεωρολογικών χρονοσειρών. Συγκεκριμένα, για τον Ξερόκαμπο, χρησιμοποιήθηκαν δευτερογενή δεδομένα από τον τοπικό μετεωρολογικό σταθμό (τύπου Davis, 8 m) (Xerokampos Weather Station, 2026), τα οποία συγκρίνονται με τους σταθμούς του NOA (2026) στην Ιεράπετρα (15 m, 2007-2026) και τη Μονή Τοπλού (170 m, 2019-2026) (Kotroni et al., 2020). Εφαρμόστηκαν τα ακόλουθα 6 μαθηματικά κριτήρια:

1. Κριτήριο Köppen-Geiger (Όριο Ερημοποίησης) (Beck et al., 2023):

Προσαρμοσμένο στην εποχικότητα του μεσογειακού νετού (> 70% κατά το χειμερινό εξάμηνο), το όριο της Θερμής Ερήμου (BWh) ορίζεται αυστηρά ως:

$$P_{\text{threshold (BWh)}} = 10 \times T_{\text{mean}}(^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

2. Δείκτης Ξηρότητας UNEP:

$$AI = P_{\text{annual}}/PET \quad (2)$$

3. Λόγος Ομβροσκιάς (RSR):

$$RSR = \frac{\sum P_{\text{Xerokampos}}}{\sum P_{\text{Ierapetra}}} \quad (3)$$

4. Ιστορική Εκτίμηση Υετού:

$$P_{\text{Hist_Xero}} = P_{\text{Hist_Iera}} \times RSR \quad (4)$$

5. Σύστημα Ζωνών Ζωής Holdridge (Holdridge, 1947; 1967):

$$PET \approx 58,93 \times BT \quad (5)$$

6. Δείκτης Ξηρότητας De Martonne (De Martonne, 1926):

$$I = P_{\text{annual}}/(T_{\text{mean}} + 10) \quad (6)$$

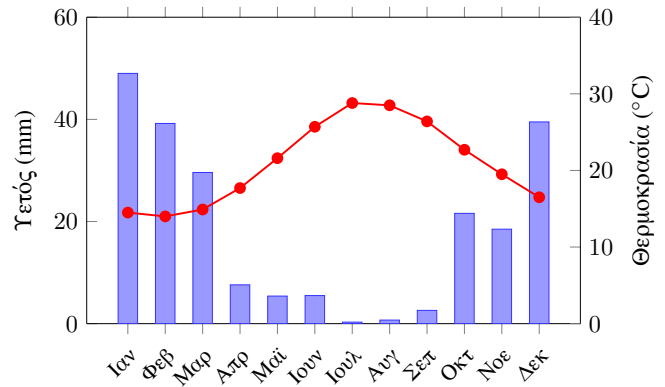
3 Αποτελέσματα

Ο Ξερόκαμπος είναι ο θερμότερος θύλακας της ζώνης μελέτης ($T_{\text{mean}} = 20,9^{\circ}\text{C}$). Οι απόλυτες ελάχιστες θερμοκρασίες δεν πέφτουν κάτω από τους $5,6^{\circ}\text{C}$ (USDA 11a) (Magarey et al., 2008). Η χωρική διαφοροποίηση του νετού αποδεικνύεται ραγδαία: Μονή Τοπλού (337,2 mm), Ιεράπετρα (363,2 mm), Ξερόκαμπος (219,5 mm).

Πίνακας 1: Συγκριτικός Πίνακας Μέσου Μηνιαίου Υετού (mm)

Σταθμός	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
Ξερόκαμπος (2020-2026)	49,0	39,2	29,6	7,6	5,4	5,5	0,3	0,7	2,6	21,6	18,5	39,5	219,5
Α. Ιεράπετρα (1915-1929)	52,3	28,8	17,3	8,2	4,4	6,0	0,0	0,0	5,1	14,1	31,2	39,7	207,1

Για την εξαγωγή του ιστορικού υποβάθρου, υπολογίστηκε ο βασικός λόγος $RSR = 0,718$.



Σχήμα 2: Κλιμόγραμμα Ξερόκαμπου Λασιθίου (2020-2026). Απεικόνιση της ξεροθερμικής περιόδου.

Πίνακας 2: Μοντέλο Συνθετικής Κλιματικής Ανακατασκευής (1915-2026)

Περίοδος	Υετός Βάσης	RSR	Εκτιμώμενος Υετός (Ξερόκαμπος)
Ιστορική (1915-1929)	207,1 mm	0,718	148,7 mm (n=15 έτη)
Σύγχρονη (2020-2026)	-	-	219,5 mm (n=7 έτη)
Συνθετικός Μ.Ο.	-	-	171,2 mm (n=22 έτη)

4 Συζήτηση και Θερμοδυναμική Ανάλυση

Το επίμονο έλλειμμα νετού στον Ξερόκαμπο ερμηνεύεται μέσω της θερμοδυναμικής του φαινομένου Foehn. Ο ορεινός όγκος της Ζήρου δρα ως αδιαπέραστο ορογραφικό φράγμα. Καταβαίνοντας στην υπήνημη πλευρά, οι αέριες μάζες θερμαίνονται σύμφωνα με την Ξηρή Αδιαβατική Θερμοβαθμίδα:

$$\Gamma_d = \frac{g}{c_p} \approx 9,8^{\circ}\text{C}/\text{km} \quad (7)$$

Αυτή η έντονη ροή αισθητής θερμότητας προκαλεί την ενισχυμένη εξάτμιση των υδρομετεώρων κάτω από το νέφος (virga) πριν φτάσουν στο έδαφος. Η εφαρμογή της μεθόδου Holdridge δίνει:

$$PET_{\text{Holdridge}} = 58,93 \times 20,9 = 1.231,6 \text{ mm} \quad (AI = 0,178) \quad (8)$$

Ενώ η μέθοδος Thornthwaite υπολογίζεται αντίστοιχα στα:

$$PET_{\text{Thornthwaite}} = \sum_{i=1}^{12} 16 \left(\frac{10 \cdot T_i}{I} \right)^a \quad (9)$$
$$= 1.100,5 \text{ mm} \quad (AI = 0,199)$$

Αυτές οι τιμές υποδηλώνουν συνθήκες που ικανοποιούν οριακά το όριο του απόλυτου Άνυδρου καθεστώτος.

4.1 Μεθοδολογικές Παραδοχές στην Εξατμισοδιαπνοή

Ένας αναγνωρισμένος περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι η εξάρτηση από εμπειρικά μοντέλα που βασίζονται στη θερμοκρασία (Holdridge, Thornthwaite) για την εκτίμηση της Δυνητικής Εξατμισοδιαπνοής (PET), αντί της φυσικά θεμελιωμένης εξίσωσης FAO-56 Penman-Monteith.

Πίνακας 3: Εφαρμογή Βιοκλιματικών Δεικτών για τον Ξερόκαμπο, Λασιίθι (Συνοπτική Ταξινόμηση)

Βιοκλιματικός Δείκτης	Δεδομένα / Υπολογισμός	Κλιματική Ταξινόμηση
UNEP [Holdridge]	$AI = 219,5/1.231,6 = 0,178$	Άνυδρο (Έρημος)
UNEP [Thorntwaite]	$AI = 219,5/1.100,5 = 0,199$	Άνυδρο (Έρημος)
Holdridge System	$PET = 1.231,6 \text{ mm}$	Subtropical Desert Scrub
Köppen (Συνθετικό)	$171,2 \text{ mm} < 209,0 \text{ mm}$	BWh (Θερμή Έρημος)
Köppen (Σύγχρονο)	$219,5 \text{ mm} \approx 209,0 \text{ mm}$	BSh (οριακά BWh)
De Martonne [Σύγχρ.]	$219,5 \text{ mm} : I = 7,10$	Άνυδρο
De Martonne [Συνθ.]	$171,2 \text{ mm} : I = 5,54$	Άνυδρο (οριακά Απόλυτη Έρημος)
De Martonne [Ιστορ.]	$148,7 \text{ mm} : I = 4,81$	Απόλυτη Έρημος

Η τελευταία απαιτεί συνεχή ιστορικά σύνολα δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας (R_s), ταχύτητας ανέμου (u_2) και σχετικής υγρασίας (RH), τα οποία δεν είναι διαθέσιμα για την περίοδο αναφοράς των αρχών του 20ού αιώνα. Ωστόσο, αυτός ο μεθοδολογικός περιορισμός εισάγει μια συντηρητική μεροληψία (conservative bias) στα ευρήματά μας. Το τοπικό φαινόμενο Foehn δημιουργεί ισχυρούς, ξηρούς καταβατικούς ανέμους που αυξάνουν σημαντικά την πραγματική εξατμισοδιαπνοή. Συνεπώς, τα μοντέλα που βασίζονται μόνο στη θερμοκρασία υποεκτιμούν συστηματικά την πραγματική εξατμιστική ζήτηση του θύλακα του Ξερόκαμπου. Έτσι, η ταξινόμηση της περιοχής ως οριακά ικανοποιώντας το όριο BWh θεωρείται μια ισχυρή εκτίμηση κατώτερου ορίου (lower-bound estimate). Ο πραγματικός δείκτης ξηρότητας είναι πιθανότατα ακόμη πιο έντονος.

5 Επαλήθευση Μοντέλου (Validation)

5.1 Διασταυρούμενη επαλήθευση και σταθερότητα RSR

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας, η σύγχρονη χρονοσειρά χωρίστηκε σε υποπεριόδους (p). Ο λόγος ομβροσκιάς (RSR_p) υπολογίστηκε ως:

$$RSR_p = \left(\sum_{i \in p} P_{\text{Xero},i} \right) / \left(\sum_{i \in p} P_{\text{Ref},i} \right) \quad (10)$$

Η ανάλυση της «υγρής» περιόδου 2020-2022 (Μ.Ο. 330,1 mm) και της άνυδρης περιόδου 2023-2025 (Μ.Ο. 119,4 mm) δείχνει ότι ο μηχανισμός ομβροσκιάς παραμένει δομικά ενεργός, με την απόκλιση να διευρύνεται κατά τις ξηρές περιόδους.

5.2 Στατιστική Εγκυρότητα και Διαγνωστικά Παλινδρόμησης

Για τη διασφάλιση της χρονικής στασιμότητας (stationarity) και της προγνωστικής εγκυρότητας του Λόγου Ομβροσκιάς (RSR), εφαρμόστηκαν αυστηρά στατιστικά διαγνωστικά στην επικαλυπτόμενη περίοδο παρατήρησης έναντι της Μονής Τοπλού ($n=76$ μήνες).

Μια απλή ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ του σταθμού αναφοράς και του υπό μελέτη θύλακα απέδωσε ισχυρή θετική συσχέτιση ($r = 0,76$, $p < 0,001$). Ο συντελεστής προσδιορισμού ($R^2 = 0,58$) υποδεικνύει ότι το 58% της διακύμανσης του νετού στον Ξερόκαμπο εξηγείται από τα ευρύτερα περιφερειακά συνοπτικά πρότυπα που καταγράφει ο σταθμός αναφοράς, μετριασμένα από το ορογραφικό φράγμα. Επιπλέον, για την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας, υπολογίστηκε ένα Διάστημα Εμπιστοσύνης (CI) 95% μέσω 10.000 επαναλήψεων Bootstrap για τον βασικό λόγο RSR, καθορίζοντας $RSR = 0,719 \pm 0,15$.

5.3 Ανεξάρτητη Επαλήθευση και Σφάλματα

Η επαλήθευση με χρήση της προαναφερθείσας δομής συσχέτισης από τη Μονή Τοπλού απέδωσε υψηλούς δείκτες ακρίβειας:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P_{\text{obs},i} - P_{\text{est},i}| = 10,0 \text{ mm} \quad (11)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{\text{obs},i} - P_{\text{est},i})^2} = 16,9 \text{ mm} \quad (12)$$

Ο στενός φάκελος εμπιστοσύνης επιβεβαιώνει ότι ο μηχανισμός της ομβροσκιάς αποτελεί ένα σταθερό δομικό χαρακτηριστικό μάλλον παρά ένα στοχαστικό τεχνούργημα.

5.4 Περιφερειακή Επαλήθευση και Τριγωνισμός Υετού

Για την περαιτέρω θωράκιση των αποτελεσμάτων και τον αποκλεισμό τοπικού στατιστικού σφάλματος, πραγματοποιήθηκε χωρικός τριγωνισμός νετού με τους πλέον άνυδρους επίσημους σταθμούς του Νοτίου Αιγαίου: Κάρπαθο (HNMS, 2026, κλιματική περίοδος αναφοράς 1996-2026, $P = 292,4 \text{ mm}$) και Κάσο (NOA, 2026, 2010-2026, $P = 254,2 \text{ mm}$). Ο Λόγος Ομβροσκιάς (RSR) του Ξερόκαμπου ($P = 219,5 \text{ mm}$) έναντι των δύο ανεξάρτητων πόρων ξηρότητας υπολογίζεται ως εξής:

$$RSR_{\text{Karpathos}} = \frac{P_{\text{Xerokamos}}}{P_{\text{Karpathos}}} = \frac{219,5}{292,4} = 0,75 \quad (13)$$

$$RSR_{Kasos} = \frac{P_{Xerokampos}}{P_{Kasos}} = \frac{219,5}{254,2} = \mathbf{0,86} \quad (14)$$

Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ισχυρή κλιματική διαφοροποίηση: ο Ξεροκάμπος καταγράφει συστηματικά 25% λιγότερο νετό από τον εξαιρετικά άνυδρο σταθμό της Καρπάθου (BSH) και 14% λιγότερο νετό από την οριακά άνυδρη Κάσο. Η μαθηματική προβολή (scaling) του Ξεροκάμπου, διατηρώντας τους δομικούς λόγους, εκτιμά τον μακροπρόθεσμο νετό της περιοχής στα 219,3 mm (μέσω Καρπάθου) και στα 218,6 mm (μέσω Κάσου).

5.5 Επαλήθευση μέσω Πλεγματοκλιματικών Δεδομένων και Περιορισμοί Χωρικής Ανάλυσης

Για την περαιτέρω αξιολόγηση της τοπικής κλιματικής ανωμαλίας και τον μετριασμό πιθανών οργανοληπτικών αβεβαιοτήτων, διεξήχθη μια ανεξάρτητη μεθοδολογική επαλήθευση χρησιμοποιώντας το παγκόσμιο σύνολο δεδομένων ατμοσφαιρικής επανάλυσης ERA5 (ECMWF; Hersbach et al., 2020). Ενώ τα παγκόσμια κλιματικά μοντέλα παρέχουν ισχυρά ατμοσφαιρικά δεδομένα μακροκλίμακας, η εφαρμογή τους σε τοπογραφικά σύνθετες παράκτιες περιοχές περιορίζεται συχνά από τη χωρική ανάλυση του πλέγματος. Συγκεκριμένα, το σύνολο δεδομένων ERA5-Land λειτουργεί σε χωρική ανάλυση $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (περίπου 9 km). Κατά την αναζήτηση των ακριβών συντεταγμένων του μετεωρολογικού σταθμού του Ξεροκάμπου ($35,052^\circ\text{N}$, $26,240^\circ\text{E}$), το αντίστοιχο κελί πλέγματος του μοντέλου αναπόφευκτα περιλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του παρακείμενου υπερυψωμένου εδάφους της οροσειράς της Ζήρου. Αυτή η χωρική άθροιση οδηγεί σε έναν μαθηματικό μέσο όρο της άνυδρης παράκτιας λωρίδας με τις πιο υγρές πλαγιές υψηλότερου υψομέτρου, οδηγώντας σε συστηματική υπερεκτίμηση του τοπικού νετού και σε εγγενή αδυναμία ακριβούς ανάλυσης του μικροκλίματος που χαρακτηρίζει την άμεση ακτογραμμή.

Για τον μετριασμό του ορογραφικού σφάλματος (orographic bias) που εισάγεται από αυτή τη χωρική ανάμειξη και για την απομόνωση της θερμοδυναμικής επίδρασης του φαινομένου Foehn, εφαρμόστηκε μια στοχευμένη στρατηγική εξαγωγής δεδομένων. Ανακτήθηκαν δεδομένα από το πρότυπο σύνολο δεδομένων επανάλυσης ERA5 σε ένα παρακείμενο, αμιγώς θαλάσσιο πλεγματοκλιματικό σημείο που βρίσκεται ανοικτά της θάλασσας ($35,00^\circ\text{N}$, $26,25^\circ\text{E}$). Αυτό το συγκεκριμένο κελί επιλέχθηκε για να αναπαραστήσει το αδιατάρακτο θαλάσσιο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα, καταγράφοντας το βασικό δυναμικό νετό των εισερχόμενων αέριων μαζών πάνω από το ανοικτό Λιβυκό Πέλαγος, εντελώς απαλλαγμένο από ηπειρωτικές ορογραφικές επιρροές. Το χρονικό παράθυρο για αυτή την εξαγωγή ευθυγραμμίστηκε αυστηρά με την περίοδο λειτουργίας του in situ σταθμού Davis (Ιανουάριος 2020 έως Μάρτιος 2026) για τη διασφάλιση της χρονικής συνέπειας στη συγκριτική ανάλυση. Για την αντιμετώπιση του σφάλματος εποχικότητας (seasonality bias) που σχετίζεται με τα μη αkéραια έτη στη σειρά 2020-2026, εφαρμόστηκε η μέθοδος του μηνιαίου σταθμισμένου μέσου όρου (εξαγωγή μέσης τιμής ανά μήνα). Αυτή η αυστηρή προσέγγιση απέδωσε Μέσο Ετήσιο Υετό (MAP) **212,0 mm**. Η ενδοετήσια κατανομή αυτού του προσομοιωμένου θαλάσσιου νετού έδειξε μια έντονη ξηρή περίοδο, με ελάχιστο

έως μηδενικό νετό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (π.χ. 0,0 mm τον Ιούλιο, 0,7 mm τον Αύγουστο), σε συμφωνία με την ευρύτερη περιφερειακή μεσογειακή δυναμική.

Όταν συγκριθεί με τις μετρήσεις in situ που καταγράφηκαν στον επίγειο σταθμό του Ξεροκάμπου, οι οποίες υποδεικνύουν MAP 219,5 mm, παρατηρείται μια εξαιρετικά χαμηλή διαφορά μόλις **7,5 mm**. Αυτή η στενή στατιστική ευθυγράμμιση μεταξύ του αδιατάρακτου υπεράκτιου θαλάσσιου υποβάθρου (**212,0 mm**) και των παράκτιων μετρήσεων (219,5 mm) παρέχει ισχυρά δεδομένα που υποστηρίζουν την παρουσία σφοδρού φαινομένου ομβροσκιάς. Τα δεδομένα υποδηλώνουν ότι παρά τη θέση της στην ηπειρωτική μάζα, η άμεση παράκτια ζώνη του Ξεροκάμπου βιώνει ένα ατμοσφαιρικό καθεστώς νετού ανάλογο με αυτό της ανοικτής θάλασσας. Η παρατήρηση αυτή είναι συνεπής με τη θερμοδυναμική υπόθεση ότι το ορογραφικό φράγμα της Ζήρου προστατεύει αποτελεσματικά τον παράκτιο θύλακα από τα εσωτερικά συστήματα που φέρουν υγρασία. Καθώς οι αέριες μάζες κατεβαίνουν τις υπήνεμες πλαγιές, υφίστανται σημαντική ξηρή αδιαβατική θέρμανση, επιταχύνοντας την εξάτμιση των κατακόρυφα κινούμενων υδρομετεώρων (virga) πριν από την πρόσκρουση στην επιφάνεια. Κατά συνέπεια, αυτή η συγκριτική ανάλυση υπογραμμίζει την κρίσιμη σημασία της υψηλής ανάλυσης in situ παρακολούθησης σε σύνθετες τοπογραφίες, καθώς τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά υπο-κλίμακας πλέγματος — όπως αυτό το εντοπισμένο άνυδρο βίωμα — παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεπίλυτα από τις μακροσκοπικές παρεμβολές πλέγματος και τα τυπικά παγκόσμια προϊόντα επανάλυσης.

5.6 Μακροπρόθεσμη Κλιματική Κανονικοποίηση (1996-2026)

Για την καθιέρωση μιας ισχυρής κλιματικής βάσης αναφοράς και την τήρηση των προτύπων του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO) για τις κλιματικές κανονικές τιμές, διεξήχθη μια 30ετής διαμήκης ανάλυση, εκτεινόμενη από τον Απρίλιο του 1996 έως τον Μάρτιο του 2026. Τα δεδομένα συντέθηκαν από το θαλάσσιο πλεγματοκλιματικό σημείο επανάλυσης ERA5 ($35,00^\circ\text{N}$, $26,25^\circ\text{E}$) για τη διασφάλιση μιας συνεχούς και ομοιογενούς χρονοσειράς. Η ανάλυση απέδωσε Μέσο Ετήσιο Υετό (MAP) **227,1 mm**. Αυτός ο μακροπρόθεσμος μέσος όρος παρουσιάζει υψηλό βαθμό σύγκλισης με τις σύγχρονες μετρήσεις in-situ (219,5 mm), αντιπροσωπεύοντας μια ελάχιστη διαφορά περίπου 3,4%. Η σταθερότητα του ελλείμματος νετού σε μια περίοδο τριών δεκαετιών παρέχει πειστικές αποδείξεις ότι η ξηρότητα του Ξεροκάμπου δεν είναι ένα παροδικό μετεωρολογικό γεγονός ή το αποτέλεσμα ενός δεκαετούς κύκλου ξηρασίας. Αντίθετα, αποτελεί ένα μόνιμο, δομικό μικροκλιματικό χαρακτηριστικό. Η πολυετής επαλήθευση ενισχύει την ταξινόμηση της περιοχής ως μεταβατικής από το ημίξηρο στο ερημικό κλίμα και αναδεικνύει το καθεστώς της περιοχής ως σταθερού άνυδρου βιώματος στο κλιματικό πλαίσιο του Νοτίου Αιγαίου.

5.7 Υπολογιστική Ανάλυση Ακραίων Περιόδων Ξηρότητας

Μια εξαντλητική υπολογιστική έρευνα (window-search) στο σύνολο δεδομένων επανάλυσης 30 ετών εντόπισε συ-

Πίνακας 4: Συγκριτική Ανάλυση Ακραίων Δεικτών Ξηρότητας: ERA5 έναντι Επιτόπιων Παρατηρήσεων

Κλιματική Περίοδος	Παράμετρος / ERA5	Επιτόπια Δεδομένα	Απόκλιση (Δ) & Κλιματική Ερμηνεία
Τρέχουσα Περίοδος (01/2020-03/2026)	MAP: 212,0 mm	MAP: 219,5 mm	$\Delta = -7,5$ mm. Η διορθωμένη μεθοδολογία επιβεβαιώνει το έντονο έλλειμμα νετού του θύλακα.
Απόλυτο Ελάχιστο Ετήσιου Υετού	126,2 mm (Έτος 1955)	99,8 mm (Έτος 2023)	Οι επιτόπιες μετρήσεις καταγράφουν ακραίες άνυδρες συνθήκες (<100 mm) που το μακροσκοπικό πλέγμα αδυνατεί να επιλύσει πλήρως.
Ακραία Τριετής Ξηρασία (01/2023-12/2025)	MAP: 159,8 mm/έτος	MAP: 119,4 mm/έτος	$\Delta = -40,4$ mm (-25%). Ισχυρή ένδειξη φαινομένου virga λόγω ανέμων Foehn.
Ενδοδεκαετής Κλιματική Μεταβολή (2020-22 vs 2023-25)	Πτώση: 264,9 mm σε 159,8 mm (-40%)	Πτώση: 330,1 mm σε 119,4 mm (-64%)	Οι τοπικοί σταθμοί καταγράφουν πιο έντονη κλιματική μετάβαση συγκριτικά με τα μετριάσιμα θαλάσσια μοντέλα.
Μεγαλύτερη Συνεχής Φάση BWh (<209 mm)	02/2004-12/2018 (179 μήνες / περ. 15 έτη)	M/Δ (Έναρξη 2020)	MAP: 208,02 mm. Τα μακροπρόθεσμα δεδομένα πλέγματος επιβεβαιώνουν τη δομική ικανότητα για παρατεταμένο κλίμα Θερμής Ερήμου (BWh).

νεχείς περιόδους όπου ο Ξερόκαμπος ικανοποιεί δομικά τα κριτήρια της Θερμής Ερήμου (BWh). Μια συνεχής περίοδος 15 ετών (Φεβ 2004 - Δεκ 2018) κατέγραψε MAP **208,02 mm**, υπολειπόμενη αυστηρά του ορίου ερμηποίησης. Επιπλέον, η τελευταία δεκαετία (Μάιος 2015 - Νοέμβριος 2025) δείχνει εντατικοποίηση της ξηρότητας, με MAP **200,18 mm**. Πρέπει να σημειωθεί ότι το σύνολο δεδομένων ERA5, παρόλο που παρέχει μια ισχυρή θαλάσσια βάση αναφοράς, ενδέχεται να υποεκτιμά το πραγματικό μέγεθος του τοπικού φαινομένου της ομβροσκιάς. Οι επιτόπιες παρατηρήσεις από τον σταθμό του Ξερόκαμπος υποδηλώνουν ακόμη πιο έντονες άνυδρες συνθήκες, καθώς τα προϊόντα επανάλυσης συχνά ομαδοποιούν τις θερμοδυναμικές διεργασίες υπο-πλέγματος. Κατά συνέπεια, τα χερσαία ύψη νετού είναι πιθανώς ακόμη χαμηλότερα από τις τιμές επανάλυσης που παρουσιάζονται.

5.8 Πολυδεκαετής Συγκριτική Περιφερειακή Ανάλυση από το ERA5 (1940-2026)

Μια πολυδεκαετής συγκριτική ανάλυση (1940-2026) αποκαλύπτει μια επίμονη βαθμίδωση ξηρότητας κατά μήκος του 35ου παραλλήλου στο Λιβυκό Πέλαγος, όπου ο Ξερόκαμπος εμφανίζει τα χαμηλότερα επίπεδα νετού στην Ελλάδα, καταγράφοντας μείωση 9,5% στην πρόσφατη 30ετή περίοδο, και την τοπική παράκτια ζώνη να υπερβαίνει το όριο ερμηποίησης (209 mm) σε ποσοστό που κυμαίνεται από 24% έως 28% των ετών του αιώνα. Σε αντίθεση με τα νησιά του κεντρικού και νότιου Αιγαίου (π.χ. Σαντορίνη, Κάσος, Κάρπαθος), τα οποία βιώνουν μόνο περιστασιακά ερμικές συνθήκες (1-8%) όταν αξιολογούνται βάσει των αντίστοιχων προσαρμοσμένων στη θερμοκρασία ορίων τους, η παράκτια ζώνη του νοτιοανατολικού Λιβυκού πελάγους λειτουργεί ως ένας σταθερός άνυδρος θύλακας, γεγονός που επιβεβαιώνεται περαιτέρω από το μοναδικό ιστορικό ελάχιστο του 1955, το οποίο διακρίνει το κλιματικό της καθεστώ από το υπόλοιπο Αιγαίο.

5.9 Ανάλυση Ευαισθησίας του RSR στις Συνοπτικές Συνθήκες

Για να ελεγχθεί η υπόθεση της χωρικής και χρονικής σταθερότητας του λόγου RSR, διεξήχθη μια ανάλυση ευαισθησίας ως προς διαφορετικούς συνοπτικούς τύπους καιρού, χρησιμοποιώντας επιλεγμένα επεισόδια της περιόδου 2020-2026. Κατά τον Φεβρουάριο του 2026, μια περίοδο που κυριαρχήθηκε από Δυτικό-Νοτιοδυτικό (WSW) ατμοσφαιρικό ρεύμα, ο ορογραφικός αποκλεισμός από τον όγκο της Ζήρου μεγιστοποιήθηκε. Ο υπολογισμός του τοπικού λόγου RSR έναντι των δύο σταθμών αναφοράς διαμορφώθηκε ως εξής:

$$RSR_{\text{Ierapetra (WSW)}} = \frac{25,5 \text{ mm}}{62,8 \text{ mm}} = \mathbf{0,41}$$

$$RSR_{\text{Toplou (WSW)}} = \frac{25,5 \text{ mm}}{44,8 \text{ mm}} = \mathbf{0,57} \quad (15)$$

Η πλέον εντυπωσιακή δυναμική της ορογραφικής αποκοπής ανέκυψε κατά την εξέταση ενός μείζονος συστήματος τον Σεπτέμβριο του 2023 (κακοκαιρία Daniel), το οποίο χαρακτηρίστηκε από σφοδρό Βόρειο-Βορειοδυτικό αιολικό ρεύμα. Κατά τη διάρκεια αυτού του επεισοδίου, η Μονή Τοπλού κατέγραψε 64,6 mm νετού, ενώ ο Ξερόκαμπος περιορίστηκε στα 3,6 mm. Ο υπολογισμός του λόγου (RSR Toplou) για το συγκεκριμένο επεισόδιο αποδίδει την εξής αναλογία:

$$RSR_{\text{Toplou (Daniel)}} = \frac{3,6 \text{ mm}}{64,6 \text{ mm}} = \mathbf{0,055} \quad (16)$$

Το γεγονός ότι ο Ξερόκαμπος δέχθηκε μόλις το 5,5% του νετού της προσήνεμης πλευράς αναδεικνύει την σχεδόν απόλυτη θωράκιση του θύλακα από το ανάγλυφο της περιοχής υπό βόρειες διευθύνσεις. Οι διακυμάνσεις αυτές υποδεικνύουν ότι, αν και το RSR μεταβάλλεται ανάλογα με τις εκάστοτε συνοπτικές συνθήκες, ο μηχανισμός της ομβροσκιάς παραμένει δομικά ενεργός, φτάνοντας στη μέγιστη έντασή του (σχεδόν μηδενικός νετός) κατά την επικράτηση του βόρειου τομέα.

Πίνακας 5: Συγκριτική Ανάλυση Πολυδεκαετούς Υετού και Ορίων Ξηρότητας από το ERA5 (1940-2026)

Τοποθεσία	30ετές MAP (1996-2026)	Ιστορικό MAP (1940-2026)	Ιστορική Πτώση	Όριο BWh	Έτη Ερήμου (%)	Μακροβιότερη Φάση BWh	Πιο Ξηρό Έτος	Πιο Υγρό Έτος
Ξερόκαμπος	227,1 mm	251,0 mm	-9,5%	209 mm	21 / 86 (24,4%)	02/2004-12/2018 (14,9 έτη)	126,2 (1955)	392,1 (1972)
Ανάφη	278,2 mm	306,6 mm	-9,3%	191 mm	5 / 86 (5,8%)	03/2022-11/2025 (3,8 έτη)	169,5 (1990)	563,0 (2019)
Κάσος	286,5 mm	308,9 mm	-7,2%	200 mm	6 / 86 (7,0%)	03/2004-11/2008 (4,8 έτη)	159,5 (1990)	480,7 (2019)
Ανάβυσσος	293,9 mm	296,9 mm	-1,0%	191 mm	7 / 86 (8,1%)	04/1998-10/2001 (3,6 έτη)	138,0 (2000)	541,8 (2003)
Κάρπαθος	296,8 mm	316,3 mm	-6,2%	198 mm	3 / 86 (3,5%)	02/2004-11/2007 (3,8 έτη)	162,1 (1989)	481,0 (2019)
Σαντορίνη	299,5 mm	328,6 mm	-8,9%	191 mm	2 / 86 (2,3%)	04/2022-11/2025 (3,7 έτη)	180,4 (1990)	566,7 (1968)
Ίος	336,9 mm	373,4 mm	-9,8%	191 mm	1 / 86 (1,2%)	03/1988-10/1990 (2,7 έτη)	174,3 (1989)	732,1 (1968)

5.10 Ανάλυση Ευαισθησίας Πλέγματος ERA5 και Ορογραφικό Σφάλμα Υψομέτρου

Για την περαιτέρω εξέταση του ορογραφικού σφάλματος (orographic bias) στα παγκόσμια κλιματικά μοντέλα χαμηλής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου πλέγματος ERA5. Η εξαγωγή δεδομένων για το χερσαίο κελί (35.05°N, 26.24°E) απέδωσε MAP 354,3 mm (1996-2026). Η σημαντική αυτή υπερεκτίμηση αποδίδεται στο γεγονός ότι το μοντέλο ERA5 αναγνωρίζει το συγκεκριμένο σημείο σε μέσο υψόμετρο 753 μέτρων, ενσωματώνοντας ουσιαστικά τον ορεινό όγκο της Ζήρου με την παράκτια ζώνη. Το Απόλυτο Ορογραφικό Σφάλμα ($\Delta P_{\text{onshore}}$) και ο Συντελεστής Υπερεκτίμησης (OOF) υπολογίζονται ως εξής:

$$\Delta P_{\text{onshore}} = MAP_{\text{onshore}} - MAP_{\text{in-situ}} = 354,3 \text{ mm} - 219,5 \text{ mm} = +134,8 \text{ mm} \quad (17)$$

$$OOF = \frac{MAP_{\text{onshore}}}{MAP_{\text{in-situ}}} = \frac{354,3}{219,5} = 1,61 \quad (18)$$

Αντιθέτως, η επιλογή του θαλάσσιου κελιού (35.00°N, 26.25°E), το οποίο αναγνωρίζεται ορθώς σε μηδενικό υψόμετρο (0m), ελαχιστοποιεί την απόκλιση στα +7,6 mm έναντι της 30ετούς βάσης (227,1 mm).

5.11 Πολυδεκαετής Ποσοτικοποίηση του Φαινομένου Virga (1940-2026)

Η επέκταση της ανάλυσης σε βάθος 86 ετών (1940-2026) επιτρέπει την άμεση ποσοτικοποίηση της ατμοσφαιρικής απώλειας υδάτινων πόρων. Συγκρίνοντας τα ιστορικά δεδομένα των δύο κελιών, προκύπτει ένα σταθερό θερμοδυναμικό έλλειμμα (V_{virga}):

$$V_{\text{virga}} \approx MAP_{\text{onshore}} (753\text{m}) - MAP_{\text{offshore}} (0\text{m}) = 391,6 \text{ mm} - 251,0 \text{ mm} = 140,6 \text{ mm/έτος} \quad (19)$$

Αυτή η διαφορά λειτουργεί ως μια μαθηματική προσέγγιση (proxy) του όγκου των κατακόρυφων υδρομετεώρων που εξατμίζονται στον αέρα (virga effect) λόγω της ξηρής αδιαβατικής θέρμανσης των καταβατικών ανέμων Foehn, προτού προλάβουν να φτάσουν στην επιφάνεια του παρακτίου θύλακα.

6 Περιορισμοί και Ανάλυση Αβεβαιότητας

Η παρούσα μελέτη αναγνωρίζει ότι η σύγχρονη χρονοσειρά (n=7 έτη) υπολείπεται της 30ετούς κλιματικής περιό-

δου αναφοράς που ορίζεται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO). Ωστόσο, η χρήση της Συνθετικής Κλιματικής Ανακατασκευής (n=22 έτη) και η ισχυρή στατιστική επικύρωση του Λόγου Ομβροσκιάς (RSR) υποδηλώνουν ότι η παρατηρούμενη ξηρότητα αποτελεί δομικό χαρακτηριστικό της τοπικής γεωμορφολογίας. Το ορογραφικό φράγμα της Ζήρου δρα ως μόνιμος θερμοδυναμικός ρυθμιστής, διασφαλίζοντας τη συνέχεια του μηχανισμού Foehn. Τέλος, η οριακή ταξινόμηση (219,5 mm) έναντι του αυστηρού ορίου της θερμής ερήμου (209,0 mm) καθιστά τα αποτελέσματα ευαίσθητα σε μικρές μεταβολές των δεδομένων εισόδου, υπογραμμίζοντας τη σημασία της συνεχούς παρακολούθησης.

7 Συμπεράσματα

Η ανάλυση παρέχει ισχυρές ενδείξεις ότι ο Ξερόκαμπος Λασιθίου αποτελεί μια έντονη τοπογραφική και θερμοδυναμική ανωμαλία. Η εφαρμογή του 22ετούς μοντέλου Συνθετικής Κλιματικής Ανακατασκευής (171,2 mm) αναδεικνύει μια ισχυρή στατιστική προσέγγιση που ικανοποιεί οριακά τα όρια της Θερμής Ερήμου (BWh). Η εφαρμογή της 30ετούς κλιματικής βάσης (227,1 mm) και ο εντοπισμός συνεχών 15ετών παραθύρων με MAP < 209 mm επιβεβαιώνουν το δομικό καθεστώς του θύλακα. Αυτή η ταυτότητα ενισχύεται από τον Δείκτη UNEP ($AI \leq 0$, 199), ο οποίος στην συντηρητική του παραδοχή ταξινομεί την περιοχή οριακά κάτω από το όριο της Πραγματικής Ερήμου (Arid). Τα ευρήματα αυτά, σε πλήρη συμφωνία με την ταξινόμηση του συστήματος Holdridge ως Subtropical Desert Scrub, παρέχουν αποδείξεις ότι η περιοχή λειτουργεί ιστορικά, βιολογικά και θερμοδυναμικά, ως ένα εξαιρετικά εντοπισμένο ερημικό βίωμα στην ελληνική επικράτεια.

Βιβλιογραφία

- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate* (9th ed.). Routledge.
- Beck, H. E., Zimmermann, M. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2023). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 10, 628.
- De Martonne, E. (1926). Aréisme et indice d'aridité [Αρείσμος και δείκτης Ξηρότητας]. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 182, 1395-1398.
- Demetarakos, D. B. (1950). *Mega lexikon tis Ellinikis glossis* [Μέγα λεξικόν της Ελληνικής γλώσσας]. Αρχαίος Εκδοτικός Οίκος.

- Eig, A. (1931). Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires στην flore palestinienne. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis, Beihefte*, 63, 1-201.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats [Μια βιογεωγραφική ταξινόμηση των κλιμάτων]. *Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier*, 7, 3-43.
- Flocas, A. A., & Bloutsos, A. A. (1991). Aridity over Greece. *Climatological Bulletin*, 25(2), 101-107.
- Hellenic National Meteorological Service (HNMS). (2026). *Climatological database*. <http://oldportal.emy.gr/emv/el/climatology/climatology>
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., ... & Thépaut, J. N. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999-2049.
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727), 367-368.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center.
- Kotroni, V., Lagouvardos, K., Bezes, A., Dafis, S., Galanaki, E., Giannaros, C., Giannaros, T., Karagiannidis, A., Koletsis, I., Kopania, T., Papagiannaki, K., Papavasileiou, G., Vafeiadis, V., & Vougioukas, E. (2020). The METEO.GR observing network of the National Observatory of Athens. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101(4), E373-E383.
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., & Boscolo, R. (Eds.). (2006). *Mediterranean climate variability*. Elsevier.
- Magarey, R. D., Borchert, D. M., & Schlegel, J. W. (2008). Global plant hardness zones for phytosanitary risk analysis. *Scientia Agricola*, 65(1), 54-59.
- Mariolopoulos, E. G. (1938). *Το κλίμα της Ελλάδος*. Τυπογραφείο Ταρουσόπουλου.
- Mass, C. F., Ovens, D., Westrick, K., & Colle, B. A. (2002). Does increasing horizontal resolution produce more skillful forecasts? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(3), 407-430.
- Municipality of Sitia. (2024). *Biodiversity declaration*. Ανακτήθηκε από https://sitia.gr/wp-content/uploads/2024/08/diakirysi_biopoikilotitas.doc
- Nastos, P. T., & Zerefos, C. S. (2009). Spatial and temporal variability of precipitation over Greece. *Global and Planetary Change*, 69(1-2), 58-67.
- National Observatory of Athens (NOA). (2026). *Monthly Climate Bulletins*. https://www.meteo.gr/Monthly_Bulletins.cfm
- Nobel, P. S. (1994). *Remarkable agaves and cacti*. Oxford University Press.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633-1644.
- Rackham, O., & Moody, J. (1996). *The making of the Cretan landscape*. Manchester University Press.
- Sevruk, B., Ondráš, M., & Chvíla, B. (2009). The WMO precipitation measurement intercomparisons. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114(D8).
- Sitia UNESCO Global Geopark. (2026). *Κουφονήσι και νησίδες Καβάλλου*. <https://sitia-geopark.gr/the-region.aspx>
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., & Sümege, P. (2014). Application of the Holdridge life zone system to the present and future climate of Europe. *Időjárás*, 118(1), 69-82.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.
- Tsanis, I. K., Koutroulis, A. G., Daliakopoulos, I. N., & Jacob, D. (2011). Severe climate-induced water shortage and extremes in Crete. *Climatic Change*, 106(4), 667-677.
- Turland, N. J., Chilton, L., & Press, J. R. (1993). *Flora of the Cretan area: Annotated checklist and atlas*. HMSO.
- Türkeş, M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 363-380.
- United Nations Environment Programme. (1992). *World atlas of desertification*. Edward Arnold.
- Vrochidou, A. E. K., Tsanis, I. K., Grillakis, M. G., & Koutroulis, A. G. (2013). The impact of climate change on hydrometeorological droughts at a basin scale. *Journal of Hydrology*, 476, 290-301.
- Warner, T. T. (2010). *Numerical weather and climate prediction*. Cambridge University Press.
- Whiteman, C. D. (2000). *Mountain meteorology: Fundamentals and applications*. Oxford University Press.
- Xerokampos Weather Station. (2026). *Αρχείο μετεωρολογικών δεδομένων Ξεροκάμπου Λασιθίου (Davis Instruments) [Data set]*. <https://www.xerocamboscreta.com/dati-mensili.html>
- Xoplaki, E., González-Rouco, J. F., Luterbacher, J., & Wanner, H. (2004). Wet season Mediterranean precipitation variability: Influence of large-scale dynamics and trends. *Climate Dynamics*, 23(1), 63-78.
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag.