



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών
και Βιώσιμου Σχεδιασμού

ΠΜΣ Αποτύπωση και Τεκμηρίωση Μνημείων και
Αρχαιολογικών Χώρων

Διπλωματική Εργασία

Κλιματικές μεταβολές κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο και Πρώιμο
Ολόκαινο και η επίδρασή τους στην πολιτισμική εξέλιξη των λαών
της Ανατολικής Μεσογείου

Ελευθερία Τσιχλή

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κατερίνα Θεοδωρακοπούλου

Άγιος Νικόλαος, Ιούνιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο 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 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 συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Κλιματικές μεταβολές κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο και Πρώιμο
Ολόκαινο και η επίδρασή τους στην πολιτισμική εξέλιξη των λαών
της Ανατολικής Μεσογείου

Ελευθερία Τσιχλή

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Κατερίνα Θεοδωρακοπούλου

Ελισάβετ Τσιλιμαντού

Μέλος ΣΕΠ- Συντονίστρια ATM-61

Μέλος ΣΕΠ, ΕΑΠ

(Αρχαιομετρία), ΕΑΠ

Άγιος Νικόλαος, Ιούνιος 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσά μου κα Κατερίνα Θεοδωρακοπούλου, για την αδιάκοπη στήριξη που μου παρείχε στο διάστημα της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, αλλά και σε όλη τη διάρκεια του ΠΜΣ «Αποτύπωση και Τεκμηρίωση Μνημείων και Αρχαιολογικών Χώρων». Με προθυμία και οξυδέρκεια με καθοδήγησε στη διάρκεια της έρευνας, ως πηγή έμπνευσης και ακαδημαϊκής διορατικότητας. Την κρατώ ως φωτεινό πρότυπο ακέραιου επιστήμονα και ανθρώπου.

Επίσης θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Κο Ζερεφό, συντονιστή του προγράμματος, που σε δύσκολες καταστάσεις η ψυχραιμία και η πείρα του ήταν κατασταλτικός παράγοντας ηρεμίας. Ταυτόχρονα, ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στην κα Τσιλιμαντού, β' επιβλέπουσα της παρούσας εργασίας και βασική αιτία που έσπρωξε το μυαλό μου στα τριγωνομετρικά του όρια.

Ευχαριστώ τους συμφοιτητές που με πολλή υπομονή και χιούμορ με έβγαλαν από δύσβατα μονοπάτια σε αυτό το ΠΜΣ. Ευχαριστώ τους συναδέλφους και τους φίλους μου για την κατανόηση που επέδειξαν όταν το είχα ανάγκη, σε πρακτικό επίπεδο αλλά και σε ηθικό. Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στη φίλη μου Μαριάννα, που με βοήθησε να διευρύνω τον τοπογραφικό μου ορίζοντα.

Δε θα μπορούσα να έχω ολοκληρώσει την παρούσα εργασία χωρίς τη στήριξη της οικογένειάς μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, Γιάννη και Τασούλα, που χωρίς την ηθική υποστήριξη και την πρακτική συμβολή τους δεν θα είχα καταφέρει καν να αρχίσω αυτό το εγχείρημα. Ένα μεγάλο φιλί στα σποράκια μου, Ωρίωνα και Περσέα. Χωρίς αυτά θα είχα τελειώσει σαφώς νωρίτερα. Τέλος, μια αγκαλιά στον ήρωα σύζυγό μου, Γιώργη, παρόντα σε κάθε βήμα, με αστείρευτη υπομονή και κατανόηση. Για όλα όσα άντεξες και όλα όσα κράτησες για να φτάσω στο τέλος, ευχαριστώ.

*Ελευθερία Τσιχλή, Κλιματικές μεταβολές κατά το Ύστερο
Πλειστόκαινο και Πρώιμο Ολόκαινο και η επίδρασή τους στην
πολιτισμική εξέλιξη των λαών της Ανατολικής Μεσογείου*

Στην οικογένειά μου

*“Overhead the albatross
Hangs motionless upon the air
And deep beneath the rolling waves
In labyrinths of coral caves
The echo of a distant time
Comes willowing across the sand
And everything is green and submarine”*

Pink Floyd

Περίληψη

Η Ανατολική Μεσόγειος χαρακτηρίζεται από έντονες κλιματικές μεταβολές που επηρέασαν καθοριστικά την ανθρώπινη εξέλιξη και τις πολιτισμικές μεταβάσεις. Η ανασύνθεση του παλαιοκλίματος και του παλαιοπεριβάλλοντος βασίζεται σε γεωλογικές και βιολογικές πηγές, όπως ισοτοπικά δεδομένα από σπηλαιοθέματα, θαλάσσια ιζήματα, παγοπυρήνες και αρχαιολογικά ευρήματα, που επιτρέπουν τη χρονολόγηση και την κατανόηση των περιβαλλοντικών αλλαγών.

Κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες και οι ξηρότερες συνθήκες περιόρισαν τους διαθέσιμους πόρους, οδηγώντας τους πληθυσμούς σε στρατηγικές προσαρμογής που βασίζονταν κυρίως στο κυνήγι και τη συλλογή τροφής. Η λήξη της τελευταίας παγετώδους περιόδου και η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας επέφεραν σημαντικές περιβαλλοντικές αλλαγές, όπως η επέκταση των δασών και η αύξηση των υδάτινων πόρων. Οι αλλαγές αυτές δημιούργησαν ευνοϊκότερες συνθήκες για τη μόνιμη εγκατάσταση ανθρώπινων κοινοτήτων.

Στην Ανατολική Μεσόγειο, η βελτίωση του κλίματος κατά το Πρώιμο Ολόκαινο συνέβαλε στην ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας. Η μετάβαση από τις νομαδικές ομάδες κυνηγών-τροφοσυλλεκτών σε μόνιμους οικισμούς οδήγησε στη δημιουργία πιο σύνθετων κοινωνικών δομών, στην αύξηση του πληθυσμού και στην εμφάνιση νέων τεχνολογιών. Παράλληλα, επεισόδια κλιματικής αστάθειας, λειτούργησαν ως παράγοντες πίεσης που επιτάχυναν την αναζήτηση νέων τρόπων εξασφάλισης τροφής και διαχείρισης των πόρων.

Συνολικά, οι κλιματικές μεταβολές αποτέλεσαν το περιβαλλοντικό υπόβαθρο και έναν βασικό μηχανισμό που επηρέασε τις οικονομικές, κοινωνικές και πολιτισμικές εξελίξεις των ανθρώπινων κοινοτήτων της Ανατολικής Μεσογείου. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος κατά την περίοδο αυτή συνέβαλε καθοριστικά στη διαμόρφωση των πρώτων γεωργικών κοινωνιών και στη γέννηση των σύνθετων κοινωνικών δομών της περιοχής.

Λέξεις – Κλειδιά

Κλίμα, παλαιοπεριβάλλον, πλειστόκαινο, ολόκαινο, παγετώνες, παγετώδεις, μεσοπαγετώδεις, μεσολιθική, νεολιθική, ανατολική Μεσόγειος, Αιγαίο, Λεβάντ, Εγγύς Ανατολή, μόνιμη κατοίκηση, γεωργία, κτηνοτροφία, στάθμη θάλασσας

Climatic Changes during the Late Pleistocene and Early Holocene and their Impact on the Cultural Evolution of Societies in the Eastern Mediterranean

Eleftheria Tsichli

Abstract

The Eastern Mediterranean is characterized by significant climatic fluctuations that profoundly influenced human evolution and cultural transitions. The reconstruction of paleoclimate and paleoenvironment relies on geological and biological proxies, including isotopic data from speleothems, marine sediments, ice cores, and archaeological evidence, which enable the dating and interpretation of past environmental changes.

During the Late Pleistocene, lower temperatures and drier conditions limited the availability of natural resources, forcing human populations to adopt adaptive strategies primarily based on hunting and gathering. The end of the last glacial period and the gradual rise in global temperatures brought about substantial environmental transformations, including the expansion of forests and the increased availability of water resources. These changes created more favorable conditions for the permanent settlement of human communities.

In the Eastern Mediterranean, climatic improvement during the Early Holocene contributed significantly to the development of agriculture and animal husbandry. The transition from nomadic hunter-gatherer groups to permanent settlements led to the emergence of more complex social structures, population growth, and the development of new technologies. At the same time, episodes of climatic instability acted as environmental stressors that accelerated the search for alternative strategies for food procurement and resource management.

Overall, climatic changes constituted both the environmental background and a major driving force behind the economic, social, and cultural developments of human

communities in the Eastern Mediterranean. The interaction between humans and their environment during this period played a crucial role in the formation of the first agricultural societies and the emergence of increasingly complex social structures across the region.

Keywords

climate, palaeoenvironment, Pleistocene, Holocene, glacial and interglacial periods, Mesolithic and Neolithic, Eastern Mediterranean, Aegean, Levant, Near East, permanent settlement (sedentism), agriculture, animal husbandry, and sea-level change.

Περιεχόμενα

Περίληψη	vi
Abstract	viii
Περιεχόμενα	x
Κατάλογος Εικόνων	xii
Κατάλογος Πινάκων	xiii
1 Εισαγωγή	1
1.1 Σκοπός της εργασίας	2
1.2 Ερωτήματα της έρευνας	2
1.3 Μεθοδολογία και δομή της εργασίας	3
2 Παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος	4
2.1 Εισαγωγή	4
2.2 Αστρονομικοί παράγοντες	4
2.3 Γεωλογικοί παράγοντες	6
2.4 Ροή των ωκεανών	7
2.5 Χημική σύσταση της ατμόσφαιρας	7
3 Μέθοδοι ανασύστασης του παλαιοκλίματος	9
3.1 Εισαγωγικά	9
3.2 Ισότοπα Οξυγόνου- Ισοτοπικά στάδια (MIS)	9
3.3 Πυρηνοληψίες πάγου	12
3.4 Δενδροκλιματολογία	13
3.5 Παλυνόμορφα (Pollen analysis)	13
3.6 Φυτόλιθοι	14
3.7 Ανθρακολογία	15
3.8 Κοράλλια	15
3.9 Μικροαπολιθώματα	15
3.10 Ιζήματα και Πετρώματα	16
3.11 Ζωοαρχαιολογία	17
4 Το κλίμα στο Πλειστόκαινο	19
4.1 Εισαγωγή	19
4.2 Κατώτερο Πλειστόκαινο	21
4.3 Μέσο Πλειστόκαινο	22
4.4 Ανώτερο Πλειστόκαινο	23
4.5 Επίλογος	29
5 Το κλίμα στο Ολόκαινο	31
5.1 Εισαγωγή	31
5.2 Πρώιμο Ολόκαινο	33
5.3 Κλιματικό επεισόδιο το 8200 BP	34
5.4 Μέσο Ολόκαινο – Κλιματικό βέλτιστο (Climatic Optimum)	35
5.5 Κλιματικό επεισόδιο το 4200 BP	36
5.6 Ύστερο Ολόκαινο	38
5.7 Little Ice Age	39
5.8 Επίλογος	40
6 Η Ανατολική Μεσόγειος στο Πλειστόκαινο: Η επίδραση του κλίματος στην πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου	41

6.1	Εισαγωγή	41
6.2	Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος (Eemian)	41
6.3	Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο – Last Glacial Maximum (LGM)	45
6.4	Νεότερη Δρυάς (Younger Dryas)	48
6.5	Επίλογος	52
7	Η Ανατολική Μεσόγειος στο Ολόκαινο: Η επίδραση του κλίματος στην πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου	54
7.1	Εισαγωγή	54
7.2	Κλιματικό επεισόδιο το 8200 BP	55
7.3	Κλιματικό βέλτιστο του Ολοκαίνου	63
7.4	Κλιματικό επεισόδιο το 4200 BP	68
7.5	Κλιματικό επεισόδιο το 3200 BP	73
7.6	Επίλογος	76
8	Συμπεράσματα	78
8.1	Εισαγωγικά	78
8.2	Πλειστόκαινο	78
8.3	Ολόκαινο	80
8.4	Επίλογος	82
	Βιβλιογραφία	85

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Κύκλοι Milankovitch	6
Εικόνα 2: Διακύμανση ατμοσφαιρικού CO ₂ τα τελευταία 800.000 χρόνια.....	8
Εικόνα 3: Ο υδρολογικός κύκλος, με τα ισότοπα οξυγόνου.....	10
Εικόνα 4: Παλυνολογικό διάγραμμα από τα Τενάγη Φιλίππων.....	14
Εικόνα 5: Η στάθμη της θάλασσας τα τελευταία 200.000 χρόνια.....	45
Εικόνα 6: Η Ελλάδα κατά το Τελταίο Παγετωνικό Μέγιστο.....	47
Εικόνα 7: Παλυνολογικό διάγραμμα από τα Τενάγη Φιλίππων, όπου φαίνεται η διαφοροποίηση στο 8200 BP. Α: Ποσοστά γύρης δέντρων και στέπας Β: Θερμοκρασία με βάση τη γύρη και βροχοπτώσεις C: Εποχικότητα στα Τενάγη Φιλίππων Α-C.....	56
Εικόνα 8: Παλυνολογικό διάγραμμα από τη Λίμνη Ζάζαρη στη Δυτική Μακεδονία.....	60
Εικόνα 9: Παλυνολογικό διάγραμμα από τη Λίμνη Λέρνα στην Αργολίδα.....	66

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Τα ισοτοπικά στάδια των τελευταίων 2,6 εκατ. Ετών με τις ηλικίες και τα χαρακτηριστικά τους.....	10
Πίνακας 2: Οι φάσεις των Άλπεων κατά το Πλειστόκαινο.....	19

1 Εισαγωγή

1.1. Γενικό πλαίσιο της έρευνας

Η αλληλεπίδραση περιβάλλοντος και ανθρώπου αποτελεί ένα διαρκές αντικείμενο έρευνας της αρχαιολογίας και της εξέλιξης του ανθρώπου. Το κλίμα αποτελεί έναν από τους πιο ουσιώδεις και ενδιαφέροντες περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρέασαν την πορεία της ανθρώπινης ιστορίας. Από την έναρξη του Τεταρτογενούς, 2,6 εκατομμύρια χρόνια πριν, ως και σήμερα, οι κλιματικές αλλαγές είναι αξιοσημείωτες, και συσχετίζονται άμεσα με την πολιτισμική πορεία των ανθρώπινων πληθυσμών. Οι διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, στις βροχοπτώσεις, στην βλάστηση και στην στάθμη της θάλασσας διαμόρφωσαν νέες περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα στις οποίες οι ανθρώπινες κοινωνίες επιβίωσαν, προσαρμόστηκαν, δραστηριοποιήθηκαν και εξελίχθηκαν.

Η Ανατολική Μεσόγειος αποτελεί μια από τις πιο ενδιαφέρουσες γεωγραφικές περιοχές για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ κλίματος και ανθρώπου, καθώς υπήρξε τόπος σημαντικών πολιτισμικών μετασχηματισμών κατά το τέλος του Πλειστόκαινου και το Πρώιμο Ολόκαινο. Στην περιοχή εμφανίζονται δραματικές εξελίξεις, όπως το πέρασμα του *homo sapiens* από την Αφρική στην Ευρασία, η μετάβαση από το τροφο-συλλεκτικό στάδιο στο παραγωγικό, η ανάπτυξη των πρώτων ιεραρχημένων κοινωνικών δομών και η ευρεία αξιοποίηση των φυσικών πόρων για την βέλτιστη απόδοση. Πέρα από τις σαφείς όμως αρχαιολογικές ενδείξεις για κρίσιμα ορόσημα στην ανθρώπινη δραστηριότητα, ο ίδιος ο άνθρωπος σαν μονάδα και σαν κοινωνικό ον είναι αυτός που επηρεάστηκε, προσαρμόστηκε και διαχειρίστηκε τις κλιματικές μεταβολές. Οι όποιες κομβικές αλλαγές που είναι ορατές στα αρχαιολογικά κατάλοιπα είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιων διεργασιών και ανθρώπινης επινοητικότητας κι όχι μονοδιάστατα σημεία αναφοράς που ερμηνεύονται απλά από περιβαλλοντικές εναλλαγές.

Συνεπώς, η σχέση μεταξύ κλιματικών αλλαγών και πολιτισμικής εξέλιξης δεν πρέπει να θεωρείται γραμμική ή ντετερμινιστική. Παρόλο που παλαιοπεριβαλλοντικά δεδομένα ίσως συμπίπτουν χρονικά με συγκεκριμένα ορόσημα της ανθρώπινης εξέλιξης, πρέπει να αναζητηθεί το δίκτυο συσχέτισης των δύο αυτών εννοιών, κι όχι να είναι στόχος η αιτιότητα. Σύγχρονες αρχαιολογικές και παλαιοπεριβαλλοντικές προσεγγίσεις

υποστηρίζουν ότι οι ανθρώπινες κοινωνίες δεν λειτουργούν ως παθητικοί δέκτες των κλιματικών μεταβολών, αλλά αναπτύσσουν στρατηγικές προσαρμογής και ανθεκτικότητας.

1.1 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της σχέσης των κλιματικών μεταβολών και των πολιτισμικών εξελίξεων που παρατηρούνται στους πληθυσμούς της Ανατολικής Μεσογείου από το Ύστερο Πλειστόκαινο ως και το Πρώιμο Ολόκαινο. Συγκεκριμένα, η έρευνα επιδιώκει να εξετάσει κατά πόσο οι περιβαλλοντικές αλλαγές επηρέασαν τα μοτίβα εγκατάστασης, τις στρατηγικές επιβίωσης, τις οικονομικές και τεχνολογικές δραστηριότητες και τέλος τις κοινωνικές δομές των ανθρώπινων κοινοτήτων της συγκεκριμένης περιοχής.

1.2 Ερωτήματα της έρευνας

Στα επόμενα κεφάλαια, θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα κλιματικά επεισόδια και μεταβολές που σημειώθηκαν κατά τη χρονική περίοδο που προαναφέρθηκε και θα αναλυθούν τα παλαιοπεριβαλλοντικά δεδομένα με έμφαση την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Παράλληλα, θα γίνει διερεύνηση των πολιτισμικών μετασχηματισμών που έχουν αποκαλυφθεί από αρχαιολογικές και αρχαιομετρικές μελέτες και θα εξεταστεί η πιθανή συσχέτιση μεταξύ τους.

Η αντιπαράθεση κλιματικών μεταβολών με τις πολιτισμικές εξελίξεις που παρατηρούνται στην Ανατολική Μεσόγειο κατά την εξεταζόμενη περίοδο δε σημαίνει απαραίτητα ότι πρέπει να συσχετιστούν απόλυτα και να τους δοθεί ο χαρακτήρας αιτίου και αιτιατού αντίστοιχα. Οι περιοριστικοί παράγοντες της έρευνας (χρονολογικές αποκλίσεις, γεωγραφική ταύτιση, ταφονομικές διαδικασίες, απουσία αρχαιολογικών δεδομένων, γνωστική προκατάληψη επιβεβαίωσης στη θεωρητική συζήτηση) δεν επιτρέπουν την ντετερμινιστική απλούστευση της ερμηνείας. Εντούτοις, λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, θα πρέπει να διερευνηθεί αν, σε ποιο βαθμό και με τι μηχανισμούς συνδέονται το κλίμα και οι ανθρώπινη δραστηριότητα.

1.3 Μεθοδολογία και δομή της εργασίας

Η εργασία βασίζεται σε βιβλιογραφική ανασκόπηση και συγκριτική ανάλυση δεδομένων, που προέρχονται από τις επιστήμες της αρχαιολογίας, της παλαιοκλιματολογίας, της παλαιοοικολογίας και της γεωαρχαιολογίας. Εξετάζονται επιστημονικές πηγές όλου του εύρους της έρευνας, από αυστηρά παλαιοπεριβαλλοντικά δεδομένα, μέχρι και θεωρητικές προσεγγίσεις της ανθρώπινης εξέλιξης. Η σύνθεσή τους στα τελευταία κεφάλαια επιδιώκει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ρόλο του κλίματος στις πολιτισμικές διεργασίες.

Η εργασία χωρίζεται σε επιμέρους κεφάλαια. Τα δύο πρώτα αφορούν μεθοδολογικές κατευθυντήριες γραμμές για τους παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα και για τις μεθόδους ανασύστασης αυτού. Έπειτα θα γίνει μια ανασκόπηση των κλιματικών καθεστώτων που επικρατούν κατά το Πλειστόκαινο και το Ολόκαινο σε παγκόσμια κλίμακα, με βάση παλαιοπεριβαλλοντικές μελέτες. Ακολουθεί η εστίαση στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και η συσχέτιση συγκεκριμένων κλιματικών επεισοδίων με δεδομένα από την αρχαιολογική έρευνα και μια προσπάθεια ανάλυσης και σύνθεσης των δεδομένων αυτών, προκειμένου να διερευνηθούν οι μηχανισμοί σύνδεσης και το μοντέλο σχέσεων που έχουν. Στο τέλος ακολουθεί ένας περισσότερο θεωρητικός επίλογος όπου συνθέτει τα συμπεράσματα.

2 Παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος

2.1 Εισαγωγή

Κλίμα ονομάζουμε το σύνολο των καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε έναν συγκεκριμένο τόπο για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Θεοδωρακοπούλου 2009, 60). Η έρευνα γύρω για το παλαιοκλίμα είναι διεπιστημονική και ουσιώδης, όχι μόνο σε γεωολογικό πλαίσιο, αλλά και σε συσχέτιση με την ανθρώπινη δραστηριότητα και την αλληλεξάρτηση της εξέλιξης του ανθρώπου με τις συνεχείς κλιματικές αλλαγές (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής 2011, 3).

Ο πολυπαραγοντικός και διεπιστημονικός χαρακτήρας των κλιματικών μεταβολών έχει καταστήσει τη μελέτη του εξαιρετικά σύνθετη και η κατανόησή τους προϋποθέτει συνεργασία μεταξύ των διάφορων τομέων της επιστήμης (Ντινοπούλου 2025, 10).

Για να αντιληφθούμε αποτελεσματικότερα την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στους πολιτισμούς την Ανατολικής Μεσογείου, χρειάζεται πρώτα να ορίσουμε ποιοι είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα.

Το κλίμα μπορεί να επηρεαστεί από εξωτερικούς μηχανισμούς, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, οι αλλαγές στην τροχιά της Γης και τυχόν μετεωρίτες, και από εσωτερικούς μηχανισμούς, που σχετίζονται με τα καθεστώτα της. Συγκεκριμένα, η Γη εμπεριέχει πέντε ξεχωριστά συστήματα, την λιθόσφαιρα ή γεώσφαιρα, την υδρόσφαιρα, την ατμόσφαιρα, την κρυόσφαιρα και τη βιόσφαιρα, τα οποία επιδρούν πάνω στις κλιματικές συνθήκες με σύνθετο τρόπο και προκαλούν κλιματικές αλλαγές (Θεοδωρακοπούλου 2020, 43-44).

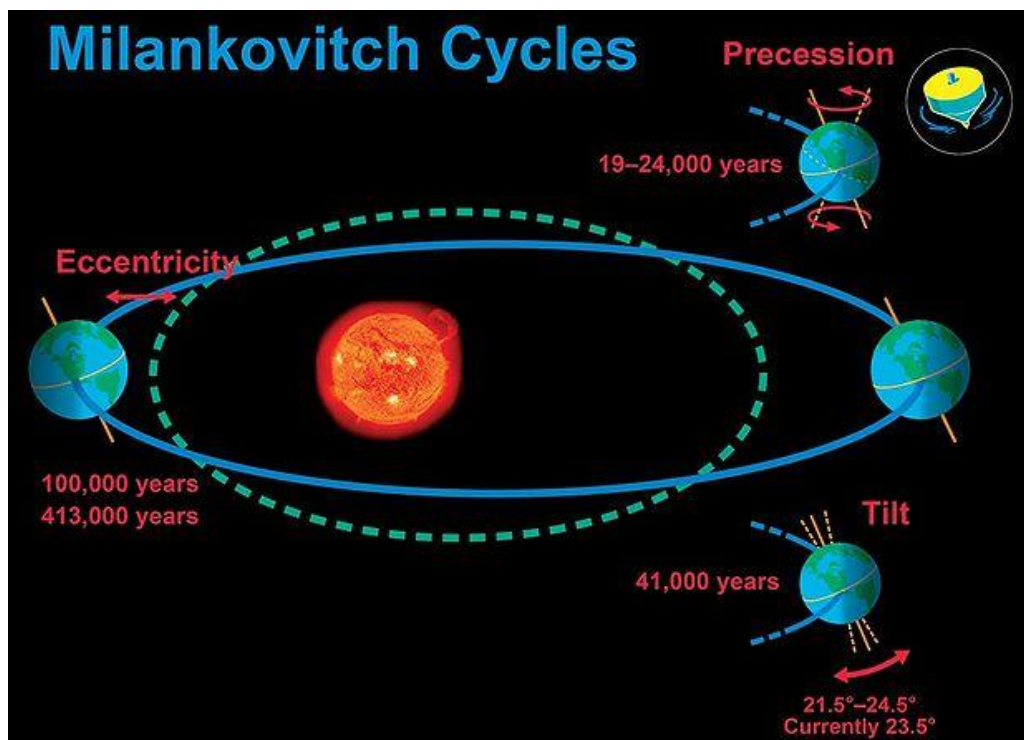
2.2 Αστρονομικοί παράγοντες

Ο Μιλάνκοβιτς, Σέρβος αστροφυσικός, στις αρχές του 20ου αιώνα θέλησε να συσχετίσει τις διαφοροποιήσεις της ηλιακής έκθεσης στην επιφάνεια της Γης και τις αλλαγές στην θερμοκρασία σε σχέση με την αύξηση ή μείωση των πάγων. Παρότι αρχικά η έρευνά του αγνοήθηκε, εδώ και 50 περίπου χρόνια έχει γίνει αποδεκτή, καθώς τελικά βρέθηκε ότι υπάρχει αντιστοίχιση μεταξύ της αλλαγής στη γεωμετρία της τροχιάς της γης και των κλιματικών μεταβολών (Ντινοπούλου, 2015, 21). Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι οι κύκλοι Μιλάνκοβιτς, δηλαδή οι αργές και περιοδικές αλλαγές στην τροχιά και στην κλίση της Γης, που επηρεάζουν την ηλιακή ενέργεια που δέχεται. Παρότι δεν εξηγούν πλήρως τις

επιμέρους κλιματικές μεταβολές, αποτελούν αξιόπιστο κριτήριο για την εξήγηση της δημιουργίας των παγετώνων.

Αναφορικά με τη γήινη τροχιά, ένας βασικός μηχανισμός επίδρασης πάνω σε αυτή είναι η εκκεντρότητα, δηλαδή το σχήμα της τροχιάς της Γης γύρω από τον ήλιο, που άλλοτε είναι πιο κυκλική και άλλοτε πιο ελλειπτική και η οποία μεταβάλλεται περίπου κάθε 100.000 χρόνια. Όταν είναι πιο ελλειπτική, προφανώς προκύπτουν μεγαλύτερες διαφορές στην απόσταση από τον Ήλιο. Δεύτερος μηχανισμός που συναντάται στην τροχιά της Γης είναι η λόξωση, που περιγράφει την γωνία του άξονα περιστροφής της Γης σε σχέση με το επίπεδο τροχιάς της. Η αλλαγές στη λόξωση έχουν περιοδικότητα 41.000 χρόνια, και όσο αυξάνεται η κλίση του άξονα, οι συνθήκες γίνονται πιο ακραίες το χειμώνα και το καλοκαίρι – πιο ψυχρές και πιο θερμές αντίστοιχα. Ένας άλλος μηχανισμός της κλίσης της Γης είναι η μετάπτωση των Ισημεριών. Με λίγα λόγια, ο άξονα της Γης δεν είναι παράλληλος με τον εαυτό του, αλλά κινείται όπως ο άξονας μιας σβούρας σε περιστροφή, με αποτέλεσμα, να μετακινούνται οι ισημερίες. Η περιοδικότητα της μετάπτωσης είναι περίπου κάθε 19.000 με 24.000 χρόνια.

Ένας άλλος εξωτερικός παράγοντας, που όμως δε σχετίζεται με την τροχιά και την κλίση του πλανήτη είναι η ηλιακή δραστηριότητα. Μάλιστα, οι ηλιακές κηλίδες που παρατηρούνται εδώ και περίπου τέσσερις αιώνες έχουν περιοδικότητα μόλις έντεκα χρόνων, και έχει επιβεβαιωθεί η σχέση τους με κλιματικές μεταβολές. Εντούτοις, ο μικρός κύκλος περιοδικότητας δεν επιτρέπει να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για πιο μεγάλες κλιματικές αλλαγές, όπως οι παγετώνες (Θεοδωρακοπούλου 2020, 45-47). Παρόλα αυτά, η ηλιακή δραστηριότητα εν γένει επιδρά λίγο ή πολύ στις μετεωρολογικές διακυμάνσεις, με σύνθετους μηχανισμούς που δεν έχουν προς το παρόν προσδιοριστεί (Ντινοπούλου 2015, 24, Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής 2011, 7)



Εικόνα 1: Κύκλοι Milankovitch

(<https://www.universetoday.com/articles/milankovitch-cycle>)

2.3 Γεωλογικοί παράγοντες

Όπως προαναφέρθηκε, το σύστημα των λιθοσφαιρικών πλακών επιδρά στις μεταβολές του κλίματος, καθώς οι κινήσεις των παραπάνω οδηγεί σε ορογένεση, αλλά και σε σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα, κυρίως στις άκρες των πλακών, όπου οι γεωλογικές διεργασίες είναι πολύ πιο έντονες.

Συγκεκριμένα, η ορογένεση και η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνδέεται με την αύξηση των παγετώνων. Τα σωματίδια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από τις ηφαιστειακές εκρήξεις (τέφρα, SO₂, CO₂, υδρατμοί) ανακλούν ένα μέρος της ακτινοβολίας του ήλιου, με αποτέλεσμα να προκαλείται ψύξη στην Γη (Bradley 2015).

Με τον ίδιο μηχανισμό επηρεάζει το κλίμα και το Άλμπινο (albedo), δηλαδή η ανακλαστικότητα της Γης. Αν αυτή αυξηθεί (λόγω νεφών, σκόνης ή χιονιού) η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στον πλανήτη μειώνεται, με αποτέλεσμα μέχρι και τη δημιουργία παγετώνων (Θεοδωρακοπούλου 2020, 47-49). Με λίγα λόγια, η μείωση του

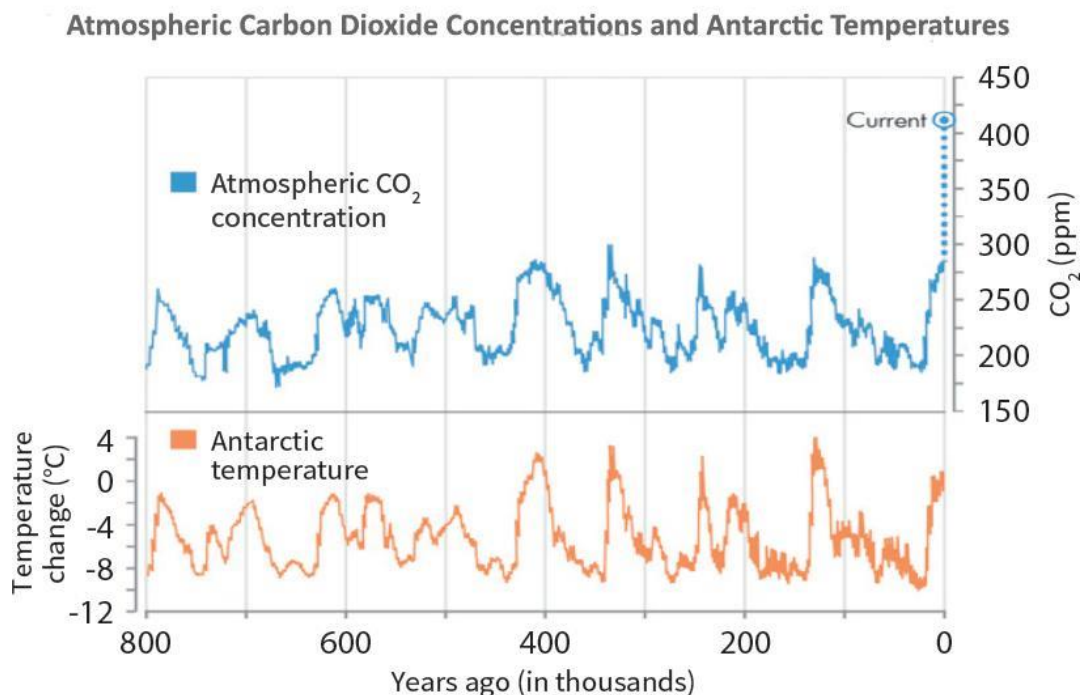
CO₂, μαζί με την εξάπλωση των παγετώνων αυξάνει το άλμπινο, πράγμα που με τη σειρά του οδηγεί σε ακόμα περισσότερο ψύχος (Broccoli 1987).

2.4 Ροή των ωκεανών

Με την μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών και των ηπείρων, μεταβάλλεται και η κυκλοφορία των ωκεανών, η οποία είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά θερμότητας στους πόλους και την κατανομή της ενέργειας από τον ισημερινό στους πόλους. Παράλληλα, η αύξηση της στάθμης των υδάτων συνδέεται με την αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, καθώς και την ένταση της εξάτμισης και της βροχόπτωσης ακολούθως. Αναφορικά με την κυκλοφορία των υδάτων, οποιαδήποτε μεταβολή σε σχέση με τον όγκο, την σύσταση (CO₂) και την αλατότητα και πυκνότητα (εισροή γλυκού νερού) μπορεί να προκαλέσει σημαντικές κλιματικές αλλαγές (Ντινοπούλου 2015, Θεοδωρακοπούλου 2020).

2.5 Χημική σύσταση της ατμόσφαιρας

Η σύσταση της ατμόσφαιρας επιδρά στο κλίμα μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου: αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το μεθάνιο (CH₄) απορροφούν και επιστρέφουν την υπέρυθρη ηλιακή ακτινοβολία, δεσμεύοντας την θερμότητα κοντά στην επιφάνεια του πλανήτη. Καθώς η συγκέντρωσή τους μεταβάλλεται, αλλάζει η ενεργειακή ισορροπία του πλανήτη και συνεπάγεται ψυχρότερες ή θερμότερες κλιματικές περιόδους (Εικ ?). Για παράδειγμα, οι μεταβολές του διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται κυρίως από εκρήξεις ηφαιστειών, συσχετίζονται με διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Η έρευνα έχει παρατηρήσει, παράλληλα, ότι σε παγετώδεις περιόδους, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται, ενώ σε μεσοπαγετώδεις, θερμότερες περιόδους αυξάνονται (Bradley 2015, 25, Θεοδωρακοπούλου 2020, 49-50).



Εικόνα 2: Διακύμανση ατμοσφαιρικού CO₂ τα τελευταία 800.000 χρόνια
(https://nap.nationalacademies.org/resource/25733/interactive/img/hi-res/ClimateChange_Figure3.pdf)

Αναντίρρητα, στις κλιματικές αλλαγές, και μάλιστα ανεξαρτήτως χρονολογικού και γεωγραφικού εύρους, επιδρούν κι άλλες παράμετροι, συνδυαστικά και αλληλεπιδρώντας με τους προαναφερθέντες. Το κλίμα δε θεωρείται γραμμικό, αλλά περνάει διαφορετικά καθεστώτα σταθερότητας και αστάθειας, με αποτέλεσμα ακόμα και μικρές μεταβολές να επιφέρουν μεγάλες αλλαγές (Clark 2006). Για παράδειγμα, το ίδιο το ανάγλυφο, το γεωγραφικό πλάτος και η γεωμορφολογία μιας περιοχής μπορεί να προκαλέσει μεταβολές σε τοπικό επίπεδο, που έπειτα να επιδράσουν σε μεγαλύτερο πλαίσιο. Και φυσικά δε μπορούμε να αφήσουμε εκτός συζήτησης τους ανθρωπογενείς παράγοντες, που είτε μέσω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προαναφέρθηκαν, είτε με την αποψίλωση και με την αλλαγή χρήσης της γης έχει βραχυπρόθεσμες και ενδεχομένως μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στις κλιματικές αλλαγές.

3 Μέθοδοι ανασύστασης του παλαιοκλίματος

3.1 Εισαγωγικά

Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η μελέτη του κλίματος προϋποθέτει μια διεπιστημονική προσέγγιση, καθώς η διαμόρφωσή του οφείλεται σε ποικίλες παραμέτρους από διαφορετικά επιστημονικά πεδία έρευνας. Σε γενικές γραμμές, ακολουθούνται τρεις ερευνητικές προσεγγίσεις: 1. Γενικές μελέτες. 2. Μελέτη κλιματικών κύκλων – συχνοτήτων και 3. Μελέτη περιόδων αιφνίδιων κλιματικών αλλαγών (Cronin 1999).

Οι γενικές μελέτες επικεντρώνονται στη σύγκριση του κλίματος που ίσχυε σε μια χρονική περίοδο με μια άλλη, για παράδειγμα μεταξύ παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων. Έχουν αποπειραθεί και συγκρίσεις μεταξύ κλιματικών συνθηκών του παρελθόντος και πιθανών αλλαγών στο μέλλον, παρόλο που δεν είναι ευρέως αποδεκτές. Αναφορικά με τη μελέτη των κλιματικών κύκλων, διερευνώνται οι μεταβολές που συμπίπτουν με την περιοδικότητα των αλλαγών της τροχιάς της Γης: κλονισμός άξονα κάθε 23.000 χρόνια, η λόξωση κάθε 41.000 και η εκκεντρότητα κάθε 100.000 – 400.000 χρόνια (κύκλοι Μιλάνκοβιτς). Επίσης αναλύονται οι ηλιακοί κύκλοι, που είναι σαφώς μικρότεροι, η ατμοσφαιρικοί και οι ωκεάνιοι κύκλοι.

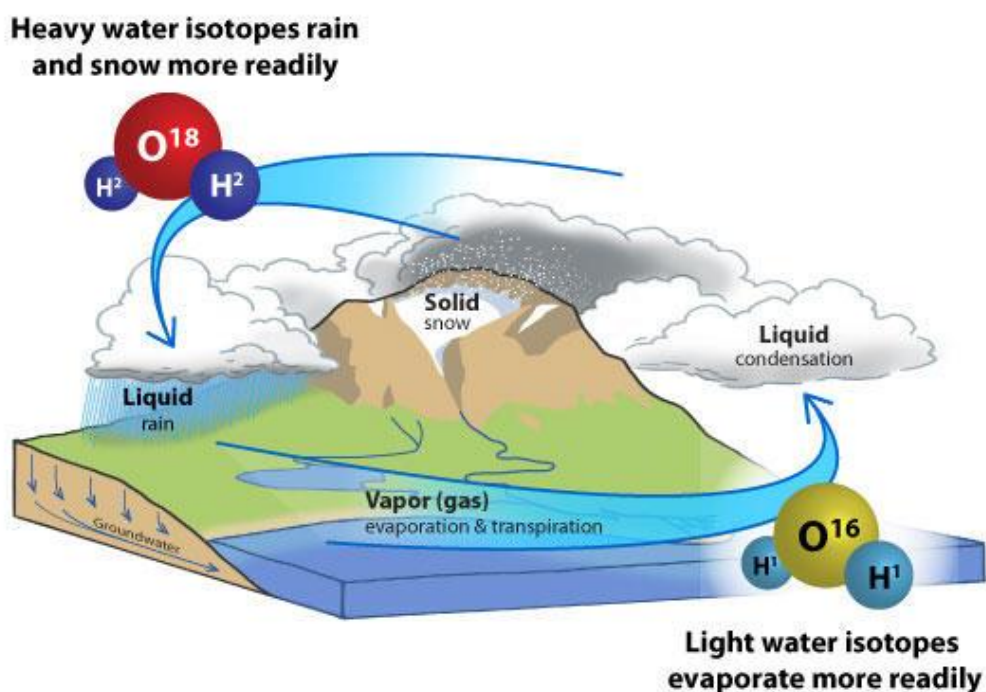
Τέλος, υπάρχουν οι μελέτες περιόδων αιφνίδιων κλιματικών αλλαγών, που επικεντρώνονται σε περιόδους μετάβασης και αποσκοπούν και στον προσδιορισμό των αιτιών των μεταβολών. Μια τέτοια περίοδος είναι η Νεότερη Δρυάς, (12.500-11.500 BP) και η ψυχρή-ξηρή το 8.200 BP, που θα αναλυθούν εκτενώς σε επόμενα κεφάλαια (Θεοδωρακοπούλου 2009, 2020).

Παρακάτω θα αναλυθούν συνοπτικά οι μέθοδοι ανασύστασης του κλίματος του παρελθόντος, είτε είναι μετρήσιμες είτε βασίζονται σε παρατηρήσεις.

3.2 Ισότοπα Οξυγόνου- Ισοτοπικά στάδια (MIS)

Με την λήψη δειγμάτων από θαλάσσια ιζήματα ή από καρότα πάγου, μελετώνται τα ισότοπα διάφορων χημικών στοιχείων, και κυρίως του οξυγόνου, με τα ισότοπα O-16, O-17 και O-18. Ο λόγος μεταξύ του O-16 (ελαφρύ οξυγόνο) και του O-18 (βαρύ οξυγόνο) έχει

διακυμάνσεις μέσα στον χρόνο, καθώς το ελαφρύ απομακρύνεται ευκολότερα από τους ωκεανούς σε σχέση με το βαρύ. Συνεπώς, σε μια ψυχρή, παγετώδη φάση, το χιόνι και ο πάγος εμπλουτίζονται με το ελαφρύ ισότοπο και τα ωκεάνια ύδατα με το βαρύ. Όταν, λοιπόν, ο λόγος $O-18/O-16$ είναι χαμηλός, επικρατούν θερμότερες συνθήκες, ενώ όταν είναι υψηλός επικρατούν ψυχρότερες (Εικ ?). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι εναλλαγές των παραπάνω ισοτόπων ισχύουν για όλους τους ωκεανούς, συμβάλλοντας στην έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο.



Εικόνα 3: Ο υδρολογικός κύκλος, με τα ισότοπα οξυγόνου
(The water cycle and water isotopes, by L. Anderson and J. Havens, U.S. Geological Survey,
<https://www.usgs.gov/media/images/water-cycle-and-water-isotopes>)

Συνοπτικά τα ισοτοπικά στάδια MIS που έχουν ζυγό αριθμό ταυτίζονται με παγετώδεις περιόδους και αυτά με μονό αριθμό με μεσοπαγετώδεις (πίνακας ?), με εξαίρεση το MIS 3, που παρόλο που έχει μονό αριθμό, ταυτίζεται με ένα ενδοπαγετώδες θερμό στάδιο. Έχει προσδιοριστεί ότι υπάρχουν περίπου 50 κύκλοι εναλλαγών, με περιοδικότητα περίπου 100.000 χρόνων το τελευταίο 1.000.000 χρόνια και με περιοδικότητα 10.000 χρόνων τα πρώτα 1,5 εκατομμύρια χρόνια από την αρχή του Πλειστόκαινου (Emiliani 1955).

MIS	Ηλικία (χιλιάδες χρόνια πριν)	Τύπος	Χαρακτηριστικά
MIS 1	11,7 ka – σήμερα	Θερμό	Ολόκαινο. Σύγχρονο κλίμα, ανάπτυξη πολιτισμών
MIS 2	29 – 14 ka	Ψυχρό	Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο
MIS 3	57 – 29 ka	Ηπιότερο	Ενδοπαγετώδες θερμό
MIS 4	71 – 57 ka	Ψυχρό	Έντονη παγετωνική επέκταση
MIS 5	130 – 71 ka	Θερμό	Eemian. Θερμότερο από σήμερα σε πολλές περιοχές
MIS 6	191 – 130 ka	Ψυχρό	Μεγάλος παγετώδης
MIS 7	243 – 191 ka	Θερμό	Μεσοπαγετώδες
MIS 8	300 – 243 ka	Ψυχρό	Εκτεταμένοι πάγοι
MIS 9	337 – 300 ka	Θερμό	Σχετικά σταθερό θερμό στάδιο
MIS 10	374 – 337 ka	Ψυχρό	Ισχυρός παγετώδης
MIS 11	424 – 374 ka	Πολύ θερμό	Μακρύ και σταθερό μεσοπαγετώδες
MIS 12	478 – 424 ka	Πολύ ψυχρό	Ισχυροί παγετώνες
MIS 13	533 – 478 ka	Θερμό	Μέτρια θερμό περίοδος
MIS 14	563 – 533 ka	Ψυχρό	Σχετικά ασθενές
MIS 15	621 – 563 ka	Θερμό	Μεταβατικό κλίμα
MIS 16	676 – 621 ka	Πολύ ψυχρό	Μεγάλη παγετωνική φάση
MIS 17	712 – 676 ka	Θερμό	Σχετικά σύντομο
MIS 18	761 – 712 ka	Ψυχρό	Έντονη ψύξη
MIS 19	790 – 761 ka	Θερμό	Κοντά σε σημερινές τροχιακές συνθήκες
MIS 20	814 – 790 ka	Ψυχρό	Μεγάλη μεταβλητότητα
MIS 21	866 – 814 ka	Θερμό	Πρώιμο μεσοπαγετώδες
MIS 22	900 – 866 ka	Ψυχρό	Ενίσχυση παγετώνων

MIS 23	936 – 900 ka	Θερμό	Μέτρια θερμό
MIS 24	970 – 936 ka	Ψυχρό	Μεγάλοι παγετώνες
MIS 25	1020 – 970 ka	Θερμό	Μεταβατικό
MIS 26	1040 – 1020 ka	Ψυχρό	Αυξανόμενη ένταση παγετώνων
MIS 27	1090 – 1040 ka	Θερμό	Σύντομο θερμό διάστημα
MIS 28	1130 – 1090 ka	Ψυχρό	Ισχυρή ψύξη
MIS 29	1170 – 1130 ka	Θερμό	Διακοπόμενη θέρμανση
MIS 30	1210 – 1170 ka	Ψυχρό	Μεγάλη παγετωνική επέκταση
MIS 31	1270 – 1210 ka	Θερμό	Ιδιαίτερα θερμό και υγρό
MIS 32	1350 – 1270 ka	Ψυχρό	Εκτεταμένοι πάγοι
MIS 33–37	1500 – 1350 ka	Μικτές φάσεις	Εναλλαγές μικρότερης έντασης
MIS 38–50	1900 – 1500 ka	Κυρίως ψυχρές/μεταβατικές	Πρώιμος Πλειστόκαινος
MIS 51–103	2600 – 1900 ka	Πρώιμα στάδια	Έναρξη τεταρτογενούς παγετωνικότητας

Πίνακας 1: Τα ισοτοπικά στάδια των τελευταίων 2,6 εκατ. Ετών με τις ηλικίες και τα χαρακτηριστικά τους.

3.3 Πυρηνοληψίες πάγου

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εξαγωγή «καρότων» πάγου από την Ανταρκτική και την Γροιλανδία, καθώς και από μεγάλες οροσειρές (Άλπεις, Ιμαλάια) και συγκεκριμένα αναφέρονται εντατικές έρευνες στην Γροιλανδία (Greenland Ice Sheet Project και GISP 2, NorthGRIP, EGRIP) και στην Ανταρκτική (Vostok, Epica, Byrd Station). Το βάθος είναι μεγάλο (ως 3,2 χλμ), προκειμένου να καλυφθεί μεγάλο χρονικό εύρος (ως και 800.000 χρόνια). Μέσα στον πάγο βρίσκονται φυσαλίδες αέρα, οι οποίες συμβάλλουν στην ανασύσταση της χημικής σύστασης της ατμόσφαιρας κατά την περίοδο που σχηματίστηκαν (Lowe & Walker 2014, Dahl-Jensen et al. 2016).

Παράλληλα, οι διαφοροποιήσεις στον πάχος των στρωμάτων του πάγου δίνουν στοιχεία για τις γενικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν, όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση. Επιπλέον, ενδέχεται μέσα να υπάρχει εγκλωβισμένη γύρη, άρα μπορούν να

εξαχθούν πληροφορίες για τη βλάστηση και συνεπώς η γνώση της βλάστησης μπορεί να δώσει στοιχεία για τις κλιματικές συνθήκες. Με τον ίδιο τρόπο, η εγκλωβισμένη τέφρα και η ταύτισή της με συγκεκριμένα ηφαίστεια και γνωστές εκρήξεις μπορεί να μας δώσει πληροφορίες σχετικά με τη χρονολόγηση των στρωμάτων (Θεοδωρακοπούλου 2020, 56)

3.4 Δενδροκλιματολογία

Είναι γνωστό πως κάθε έτος τα δέντρα προσθέτουν ένα στρώμα ξύλου στον κορμό τους, διαμορφώνοντας ένα δακτύλιο. Πέρα από τον αριθμό των δακτυλίων που μας επιτρέπει την χρονολόγηση, έχει σημασία και το πάχος αυτών, καθώς ένας παχύς δακτύλιος, δηλαδή ένα πιο ευρύ στρώμα στον κορμό του δέντρου σχετίζεται με ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, θερμές και υγρές, ενώ ένας λεπτός δακτύλιος υποδηλώνει το αντίστροφο. Αναντίρρητα πρέπει να ληφθεί υπόψη το είδος των δέντρων, καθώς η ανταπόκριση στο κλίμα διαφοροποιείται από είδος σε είδος. Σε αυτό το πλαίσιο, η πιο αξιόπιστη επιλογή για μελέτη του παλαιοκλίματος είναι η δρυς, η σεκόια και το πεύκο. Χρησιμοποιώντας γηραιά, αλλά υγιή δέντρα, και συνδυάζοντάς τα με μελέτες από νεκρά δέντρα, μπορεί να δοθούν πληροφορίες για το κλίμα μέχρι και 11.000 χρόνια στο παρελθόν (Sheppard 2010, Θεοδωρακοπούλου 2020).

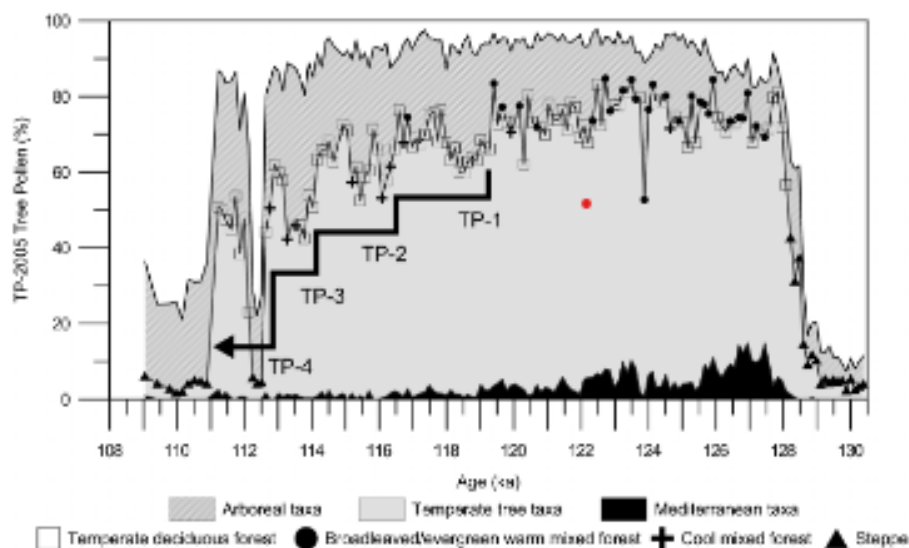
3.5 Παλυνόμορφα (Pollen analysis)

Η παλυνολογία, δηλαδή η μελέτη των γυρεόκοκκων των φυτών αποτελεί την πλέον αξιόπιστη μέθοδο και ένα θεμελιώδες εργαλείο για την ανασύνθεση του παλαιοκλίματος και παλαιοπεριβάλλοντος. Η ίδια η αναπαράσταση της βλάστησης και του περιβάλλοντος που επικρατούσε στο παρελθόν δίνει πολύτιμες πληροφορίες για τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν σε μια συγκεκριμένη περίοδο και περιοχή, αλλά και για την δραστηριότητα του ανθρώπου.

Οι γυρεόκοκκοι διατηρούνται κυρίως σε αναερόβιες συνθήκες, σε ιζήματα στάσιμων υδάτων και σε εδάφη. Η μεταφορά τους πραγματοποιείται είτε μέσω του αέρα, είτε του νερού, είτε από έντομα. Η δειγματοληψία γίνεται με διάφορους τρόπους και πρέπει να αναφερθεί ότι οι γυρεόκοκκοι είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στην χημική επίθεση, με αποτέλεσμα να μπορούν να αποσπαστούν εύκολα. Ιδιαίτερα η δειγματοληψία από συνεχείς

ακολουθίες ιζημάτων οδηγεί σε εκτεταμένα διαγράμματα για τη διακύμανση του εκάστοτε είδους και την ποσότητα της γύρης στον χρόνο. Φυσικά, λαμβάνεται υπόψη και η διαφορετική παραγωγή γύρης στο κάθε φυτό.

Πέρα από την ανασύσταση των κλιματικών συνθηκών και του παλαιοπεριβάλλοντος, η πολυνολογική ανάλυση σε μια αρχαιολογική θέση μπορεί να δώσει αξιόπιστες πληροφορίες για την χρήση της γης, την γεωργία, την κατοίκηση και τις διατροφικές συνήθειες (Fægri et al. 1989, Θεοδορακοπούλου 2020, Tzedakis 1993).



Εικόνα 4: Παλυνολογικό διάγραμμα από τα Τενάγη Φιλιππών
(Milner et al. 2013)

3.6 Φυτόλιθοι

Τα φυτά είναι ουσιώδες μέρος της ανθρώπινης δραστηριότητας σε όλες τις εκφάνσεις της. Στους ιστούς των φυτών σχηματίζονται σωματίδια διοξειδίου του πυριτίου (SiO₂). Με την αποσύνθεση των φυτών, τα σωματίδια αυτά μένουν στο έδαφος και διατηρούνται ακόμα και για εκατομμύρια χρόνια. Με δεδομένο ότι παράγονται σε όλα τα φυτά, ιδιαιτέρως στα αγρωστώδη, όπως τα δημητριακά, και δεν απαιτούν ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διατήρησή τους, αποτελούν μια από τις πιο θεμελιώδεις πηγές πληροφοριών στην επιστημονική εργαλειοθήκη της ανασύστασης του παλαιοπεριβάλλοντος και κατ' επέκταση του παλαιοκλίματος (Θεοδορακοπούλου 2020, Τσαρτσίδου 2010).

3.7 Ανθρακολογία

Το καμένο ξύλο, ή κάρβουνο μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος. Διατηρεί την ανατομική δομή του ξύλου απ' όπου προέρχεται, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα αναγνώρισης του φυτού. Πέρα από τις κλιματικές και περιβαλλοντικές πληροφορίες που δίνει η ύπαρξη και η ποσότητα ενός φυτού σε μια περιοχή, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα και για την ανθρώπινη δραστηριότητα, δηλαδή τον τρόπο που ο άνθρωπος αλληλοεπιδρούσε με το περιβάλλον και ζούσε την καθημερινότητά του (μαγείρεμα, τεχνολογικές δραστηριότητες – κεραμική – μεταλλουργία) (Θεοδωρακοπούλου 2023, Chabal et al. 1999).

3.8 Κοράλλια

Με τον ίδιο τρόπο που αντιδρούν τα δέντρα σχηματίζοντας δακτυλίους, οι δακτύλιοι των κοραλλιών μπορούν να δώσουν στοιχεία για την αλατότητα και τη θερμοκρασία των υδάτων, αλλά και την κυματική δραστηριότητα. Παράλληλα, η χημική σύσταση αυτών, μας παρέχουν αντίστοιχα δεδομένα, όπως η αναλογία στροντίου (Sr) - ασβεστίου (Ca) για τη θερμοκρασία του νερού ή ο λόγος ουρανίου (U) - ασβεστίου (Ca) για τον προσδιορισμό του pH (Θεοδωρακοπούλου 2020).

3.9 Μικροαπολιθώματα

3.9.1 Τρηματοφόρα

Τα τρηματοφόρα είναι πρωτόζωα της θάλασσας, αλλά και του γλυκού νερού, της ομοταξίας των ριζοποδών. Τα τρηματοφόρα που είναι προσκολλημένα ή ελεύθερα στο βυθό ονομάζονται βενθονικά, ενώ αυτό που κυκλοφορούν ελεύθερα στην επιφάνεια του νερού λέγονται πλαγκτονικά. (Τριανταφύλλου 2012). Τα απολιθώματά του βρίσκονται σε ιζήματα και αποτελούν ουσιώδεις δείκτες περιβαλλοντικών μεταβολών, αφού ανάλογα με το είδος τους, μπορεί να αναγνωριστεί το βάθος, επομένως η στάθμη της θάλασσας αλλά και η θερμοκρασία (Θεοδωρακοπούλου 2020).

3.9.2 Οστρακώδη

Τα οστρακώδη είναι μικροσκοπικά αρθρόποδα καρκινοειδή, που κατοικούν στο βυθό και η θυρίδες από ασβεστίτη που κατασκευάζουν διατηρούνται εύκολα σε ιζήματα. Εφόσον διαφορετικά είδη οστρακωδών κατοικούν σε διαφορετικά είδη υδάτων (θάλασσα, υφάλμυρα ύδατα), είναι αξιόπιστοι δείκτες για την αλατότητα του νερού, αλλά και για τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Συγκεκριμένα, τα οστρακώδη του γλυκού νερού σχεδόν καταγράφουν τις κλιματικές αλλαγές, αφού η σύσταση του οστράκου τους επηρεάζεται άμεσα από αυτές (Ζαμπετάκη et al. 2015, Θεοδωρακοπούλου 2020).

3.9.3 Διάτομα

Τα διάτομα είναι φύκια ή άλγη που έχουν εξωσκελετούς από πυρίτιο, που διαφοροποιούνται ανά είδος. Όπως και τα υπόλοιπα μικροαπολιθώματα, διαφορετικά είδη διατόμων σχετίζονται με διαφορετικά περιβάλλοντα. Παρέχουν πληροφορίες κυρίως για τη στάθμη των υδάτων και τον χημισμό τους (Ζαμπετάκη et al. 2015, Θεοδωρακοπούλου 2020).

3.9.4 Μαλάκια

Τα μαλάκια παρέχουν στοιχεία για τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τυχόν μεταβολές, αλλά και ανάλογα με το είδος, μας δίνουν πληροφορίες σχετικά και με την ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως την οικονομία, τη διατροφή, την κατοίκηση και την χρήση τους από τον άνθρωπο. Με βάση υπάρχουσες μελέτες, έχουν διαμορφωθεί διαγράμματα, που αντιστοιχούν σε κλιματικές και περιβαλλοντικές αλλαγές (Ζαμπετάκη et al. 2015, Θεοδωρακοπούλου 2020).

3.10 Ιζήματα και Πετρώματα

Στην ανάλυση των γεωλογικών δειγμάτων, υπάρχει μια ποικιλία προσεγγίσεων, ανάλογα με το ίδιο το δείγμα αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που συναντάται. Καταρχάς, στα ιζήματα αυτό που μελετάται είναι στην ουσία τα ζωικά ή φυτικά κατάλοιπα, όπως πλαγκτόν, γύρη ή μικροοργανισμοί που βρίσκονται εγκλωβισμένα σε αυτά (Brassel 1993). Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο, οι συνθήκες διαβίωσης του κάθε είδους είναι πολύ συγκεκριμένες και δίνουν συνδυαστικά σαφείς πληροφορίες για το παλαιοπεριβάλλον και το κλίμα. Ταυτόχρονα, υπάρχει η μέθοδος υπολογισμού το λόγος

μαγνησίου (Mg) – ασβεστίου (Ca), που είναι δείκτης για τη θερμοκρασία (Θεοδωρακοπούλου 2023).

Τέλος, τα σπηλαιοθέματα, δηλαδή οι σχηματισμοί των σπηλαίων, όπως οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες δημιουργούνται αναπτύσσοντας δακτυλίους, όπως τα δέντρα. Ένας παχύς δακτύλιος μπορεί να δηλώνει συνθήκες έντονης υγρασίας, ενώ οι στενοί δακτύλιοι ξηρές. Πέρα από τους δακτυλίους, τα σπηλαιοθέματα έχουν εγκλωβισμένα μέσα τους προϊόντα ηφαιστειακών εκρήξεων, έτσι όταν συσχετιστούν γεωγραφικά και χρονικά με συγκεκριμένα ηφαιστεια, αποτελούν συμβάλλουν στη δημιουργία αρχείου σχετικά με το περιβάλλον και το κλίμα στην συγκεκριμένη περιοχή και περίοδο. Η ανάλυσή τους γίνεται με την τεχνική των ισοτόπων οξυγόνου (Θεοδωρακοπούλου 2020). Στον Ελλαδικό χώρο έχουν γίνει έρευνες σε σπηλαιοθέματα από το Σπήλαιο Αγίου Γεωργίου στο Κιλκίς (Dotsika et al. 2010), στο Βόρειο Αιγαίο (Psomiadis et al. 2018), Πελοπόννησο (Finné et al. 2014).

3.11 Ζωοαρχαιολογία

Η συντριπτική πλειονότητα των ζωικών υπολειμμάτων που έρχεται στο φως είναι τα οστά των σπονδυλωτών, δηλαδή των πτηνών, των θηλαστικών, των ερπετών και των πουλιών. Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν οι συνθήκες το ευνοούν, ανασύρονται ευρήματα από μουμιοποιημένα ή παγωμένα ζώα, αλλά είναι εξαιρετικά σπάνιο. Μια περιοριστική παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη στη συσχέτιση ζωοαρχαιολογικών ευρημάτων και κλίματος είναι το γεγονός ότι τα σπονδυλωτά είναι ιδιαίτερα προσαρμοστικά στις κλιματικές και περιβαλλοντικές αλλαγές, σε σχέση με τη γύρη ή τα μαλάκια λόγω χάρη. Συνεπώς, παρότι βρίσκονται σε αφθονία και είναι αρκετά ανθεκτικά, δεν είναι αξιόπιστοι δείκτες των μετεωρολογικών και περιβαλλοντικών μεταβολών, τουλάχιστον σε τοπικό επίπεδο. Σε γενικές γραμμές, εντούτοις, εφόσον τα περιβάλλοντα των σπονδυλωτών ήταν ίδια με τα σημερινά, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη γενικότερη τάση του κλίματος, αν για παράδειγμα ήταν αρκτικό, τροπικό ή παγετώδες. Μια ζωοαρχαιολογική μελέτη μπορεί να δώσει στοιχεία για την παλαιοοικονομία και τη διατροφή εκτός από την ανασύνθεση του περιβάλλοντος (Trantalidou 2001).

Από τα ψάρια, οι σπόνδυλοι και οι ωτόλιθοι είναι πιο ενδεικτικοί για τον κλίμα που επικρατούσε σε μια συγκεκριμένη περίοδο, καθώς οι περιβαλλοντικές συνθήκες διαμορφώνουν το βαθμό σχηματισμού των οστών αυτών. Μάλιστα, μπορούν να αποτελέσουν δείκτες και για εποχικές εναλλαγές καλοκαιριού και χειμώνα.

Σε δυσαναλογία με την ενασχόληση της έρευνας σε αυτούς, οι μικρότεροι οργανισμοί δίνουν πολύ μεγαλύτερο και αξιόπιστο εύρος πληροφοριών σε σχέση με τις κλιματικές μεταβολές. Συγκεκριμένα τα έντομα, εκτός από κριτήριο για τις μετεωρολογικές συνθήκες, αποτελούν και ενδείξεις για την ανθρώπινη δραστηριότητα, και συγκεκριμένα την κατοίκηση, την αποθήκευση τροφών και τη μετακίνηση. Παράλληλα, τα παράσιτα, που διατηρούνται σε αναερόβιες, υγρές συνθήκες αποτελούν από τους πλέον έγκυρους δείκτες για το επίπεδο υγείας και υγιεινής των αρχαίων πληθυσμών (Θεοδωρακοπούλου 2023).

4 Το κλίμα στο Πλειστόκαινο

4.1 Εισαγωγή

Το Πλειστόκαινο, μαζί με το Ολόκαινο που ακολούθησε, είναι οι δύο μεγάλες χρονολογικές περιόδους του Τεταρτογενούς, της πλέον πρόσφατης γεωλογικής εποχής, που ξεκίνησε 2,6 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα. Το Τεταρτογενές είναι η ψυχρότερη περίοδος του Καινοζωικού αιώνα, με πολύ συχνές εναλλαγές, τα λεγόμενα ιστοτοπικά στάδια MIS, όπως προαναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3 (Πίνακας ;). Τόσο από γεωλογική σκοπιά, όσο και από αρχαιολογική, είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς το Πλειστόκαινο είναι η εποχή της εξέλιξης του ανθρώπινου είδους και το Ολόκαινο είναι η εποχή διαμόρφωσης οργανωμένων κοινωνικών δομών (Θεοδωρακοπούλου 2020, 73).

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε στο Πλειστόκαινο και στο κλίμα που επικράτησε, κυρίως στα τελικά του στάδια. Κατηγοριοποιείται χρονικά σε τρεις βασικές περιόδους, ξεκινώντας από το παλαιότερο: α. Κατώτερο, β. Μέσο και γ. Ανώτερο. Με τη σειρά τους, αυτά τα τρία στάδια έχουν υποδιαιρέσεις, όπως φαίνονται στον Πίνακα ;

Γεωλογική περίοδος	Φάση	Τύπος	Ηλικία	MIS	Χαρακτηριστικά
Κατώτερο Πλειστόκαινο	Biber glacial	Παγετώδης	2,6–1,8 εκατ	MIS 100+	Μεγάλοι παγετώνες
	Danube glacial	Παγετώδης	1,8 – 1 εκατ.	—	Επέκταση πάγων στην Άλπεις
	Günz glacial	Παγετώδης	1,2 – 0,7 εκατ	MIS 16–22	Έντονο ψύχος
Μέσο Πλειστόκαινο	Günz– Mindel interglacial	Μεσοπαγετώδης	720.000 – 680.000	—	Εξάπλωση δασών στην Ευρώπη
	Mindel glacial	Παγετώδης	680.000 – 424.000	MIS 12	Εκτεταμένοι παγετώνες

Γεωλογική περίοδος	Φάση	Τύπος	Ηλικία	MIS	Χαρακτηριστικά
	Mindel– Riss interglacial	Μεσοπαγετώδης	424.000 – 347.000	MIS 11	Μακρά θερμή περίοδος
Ανώτερο Πλειστόκαινο	Riss glacial	Παγετώδης	300.000 – 130.000	MIS 6	Μεγάλοι παγετώνες
	Riss– Würm interglacial (Eemian)	Μεσοπαγετώδης	130.000 – 115.000	MIS 5e	Θερμό κλίμα
	Würm glacial	Παγετώδης	115.000 – 11.700	MIS 5d–2	Τελευταία εποχή παγετώνων
Ολόκαινο		Μεσοπαγετώδης	11.700 σήμερα	MIS 1	Σύγχρονη θερμή περίοδος

Πίνακας 2: Οι φάσεις των Άλπεων κατά το Πλειστόκαινο (Raisback et al. 2015)

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα, το τέλος του Κατώτερου βρίσκεται περίπου στα 700.000 χρόνια πριν από σήμερα, ενώ το τέλος του Μέσου και η αρχή του Ανώτερου βρίσκεται περίπου στα 126.000 χρόνια πριν από σήμερα. Αναφορικά με τον κλιματικό τύπο που επικρατούσε, γίνεται ο χωρισμός σε δύο κατηγορίες, την Παγετώδη περίοδο και την Μεσοπαγετώδη (glacial και interglacial αντίστοιχα). Βέβαια, κατά τη διάρκεια των παγετωδών διαστημάτων, μπορεί να υπάρξουν ενδιάμεσα θερμά διαστήματα αλλά και σύντομα ψυχρά (interstadials και stadials αντίστοιχα) (Lowe and Walker 1984, 9).

Κατά τις ψυχρές, παγετώδεις φάσεις, που πήραν το όνομά τους από τα παγετώδη στάδια των Άλπεων, τεράστια στρώματα πάγου κάλυπταν τη Βόρεια Αμερική, τη Βόρεια Ευρώπη και μέρη της Ασίας, μέχρι και το γεωγραφικό πλάτος των 50°. Αντίθετα, στις μεσοπαγετώδεις φάσεις, οι θερμοκρασίες αυξάνονταν, οδηγώντας σε συρρίκνωση των παγετώνων και ανύψωση της στάθμης των θαλασσών. Οι δραματικές μεταβολές στη θερμοκρασία, στην υγρασία και στη στάθμη της θάλασσας, άσκησαν καθοριστική επιρροή

τόσο στη διαμόρφωση του γεωλογικού ανάγλυφου όσο και στην ανθρώπινη εξέλιξη και τον πολιτισμό.

4.2 Κατώτερο Πλειστόκαινο

Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από σημαντικές κλιματικές μεταβολές, εντατικοποίηση των παγετωδών κύκλων και επαναλαμβανόμενες διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης. Κατά τη διάρκειά του, το κλιματικό σύστημα μεταβαίνει σταδιακά από σχετικά ηπιότερες συνθήκες του Πλειόκαινου προς το εντονότερο παγετώδες καθεστώς που χαρακτηρίζει το μεταγενέστερο Μέσο και Ανώτερο Πλειστόκαινο. Έτσι, κατά τα πρώτα στάδια του Κατώτερου Πλειστοκαίνου, οι παγετώδεις κύκλοι ήταν γενικά ηπιότεροι σε σχέση με τους μεταγενέστερους. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται αύξηση της διάρκειας και της έντασης των ψυχρών φάσεων. Η περίοδος αυτή συμπίπτει με την πλήρη εγκατάσταση των μεγάλων παγοκαλυμμάτων στο βόρειο ημισφαίριο, ιδιαίτερα στη Βόρεια Αμερική, στη Γροιλανδία και στη βόρεια Ευρώπη.

Η βασική αιτία αυτών των μεταβολών σχετίζεται με τις αστρονομικές μεταβολές των τροχιακών παραμέτρων της Γης (κύκλοι Milankovitch), οι οποίες επηρέαζαν την κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας και, κατά συνέπεια, την ανάπτυξη ή την υποχώρηση των παγετώνων. Κατά το Κατώτερο Πλειστόκαινο καταγράφονται δεκάδες MIS, καθώς η περίοδος καλύπτει περίπου 1,8 εκατομμύρια χρόνια. Στα πρώιμα στάδια κυριαρχούν κυρίως οι κλιματικοί κύκλοι των 41.000 ετών που συνδέονται με τη μεταβολή της λόξωσης του άξονα της Γης (Lowe & Walker 2014). Η μετάβαση προς τους ισχυρότερους παγετώδεις κύκλους σχετίζεται με την προοδευτική ψύξη του πλανήτη και τη σταδιακή αύξηση του όγκου των ηπειρωτικών παγετώνων.

Οι παγετώνες επεκτάθηκαν σημαντικά στη Σκανδιναβία, στη βόρεια Ευρώπη, στη Βόρεια Αμερική, στη Γροιλανδία, στις Άλπεις, αλλά και στις μεγάλες οροσειρές των Ιμαλαΐων, του Καυκάσου, των Άνδεων και των Βραχωδών Όρεων. Παρόλο που δεν είχαν πάντοτε την τεράστια έκταση των μεταγενέστερων παγετωδών φάσεων του Ανώτερου Πλειστοκαίνου, αποτέλεσαν το θεμέλιο για τη δημιουργία των μεγάλων παγοκαλυμμάτων (Bradley 2015, 237, 246).

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του Κατώτερου Πλειστοκαίνου ήταν οι επαναλαμβανόμενες διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης. Κατά τις ψυχρές παγετώδεις φάσεις, μεγάλοι όγκοι νερού παγιδεύονταν στους ηπειρωτικούς παγετώνες, η θαλάσσια

στάθμη μειωνόταν σημαντικά και εκτίθεντο εκτεταμένες ηπειρωτικές περιοχές. Κατά τις θερμές μεσοπαγετώδεις φάσεις, οι παγετώνες υποχωρούσαν, το λιώσιμο των πάγων προκαλούσε άνοδο της στάθμης της θάλασσας, με αποτέλεσμα να πλημμύριζαν παράκτιες περιοχές και υφαλοκρηπίδες. Οι διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης κατά το Κατώτερο Πλειστόκαινο ήταν γενικά μικρότερες από εκείνες του Ανώτερου Πλειστοκαίνου, αλλά μπορούσαν και πάλι να φτάσουν αρκετές δεκάδες μέτρα.

Προς το τέλος του Κατώτερου Πλειστοκαίνου παρατηρείται η λεγόμενη Mid-Pleistocene Transition (MPT ή Μεσοπλειστοκαινική μετάβαση), περίπου μεταξύ 1,2 και 0,8 εκατομμυρίων ετών πριν. Κατά τη μεταβατική αυτή περίοδο, οι παγετώδεις κύκλοι γίνονται εντονότεροι, αυξάνεται ο όγκος των παγοκαλυμμάτων, εμφανίζονται μεγαλύτερες διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης, οι κλιματικοί κύκλοι μεταβαίνουν σταδιακά από περιοδικότητα 41.000 ετών προς κυριαρχία κύκλων περίπου 100.000 ετών. Θεωρείται μία από τις σημαντικότερες κλιματικές μεταβάσεις του Τεταρτογενούς καθώς αποτελεί μια θεμελιώδη κλιματική αλλαγή συνοδευόμενη από αύξηση της έντασης των παγετώνων και αλλαγές στη δυναμική των παγοκαλυμμάτων (Clark et al., 2006).

Οι μεταβολές αυτές είχαν σημαντικές συνέπειες, όπως τη δημιουργία χερσαίων γεφυρών, τις αλλαγές στο γεωλογικό ανάγλυφο και κυρίως στις ακτογραμμές, την τροποποίηση των ωκεάνιων ρευμάτων και φυσικά τις μετακινήσεις των ανθρώπων.

4.3 Μέσο Πλειστόκαινο

Το Μέσο Πλειστόκαινο εκτείνεται περίπου από 774.000 - 126.000 χρόνια πριν από σήμερα και αντιστοιχεί σε μία περίοδο έντονης κλιματικής αναδιοργάνωσης του συστήματος της Γης. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το κλίμα εισέρχεται πλήρως σε καθεστώς έντονων παγετωνικών κύκλων, με αυξημένο εύρος διακυμάνσεων θερμοκρασίας και θαλάσσιας στάθμης σε σχέση με το Κατώτερο Πλειστόκαινο. Το κλίμα του Μέσου Πλειστοκαίνου χαρακτηρίζεται από πολύ ισχυρότερες παγετώδεις–μεσοπαγετώδεις διακυμάνσεις, σε σχέση με την πρωιμότερη φάση. Παράλληλα, ενισχύονται τα παγοκαλύμματα στο Βόρειο Ημισφαίριο, και οι ψυχρές φάσεις έχουν μεγαλύτερη διάρκεια, καθώς αρχίζουν να κυριαρχούν οι κύκλοι 100.000 ετών, όπως προαναφέρθηκε και στην Μεσοπλειστοκαινική μετάβαση. Γενικά σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχει αυξημένη αστάθεια στο κλίμα.

Κατά το Μέσο Πλειστόκαινο παρατηρείται σημαντική επέκταση των παγοκαλυμμάτων στην περιοχή της Σκανδιναβίας, στη Βόρεια Αμερική, στη Βρετανία και στη Βόρεια Ευρώπη γενικά. Στο ίδιο πλαίσιο κινούνται και οι παγετώνες στις Άλπεις, και στα Ιμαλάια, καθώς οι παγετώνες αποκτούν μεγαλύτερο όγκο και συνεπώς η υποχώρησή τους γίνεται σε πιο αργό ρυθμό (Lowe & Walker 2014).

Κατά το Μέσο Πλειστόκαινο κυριαρχούν τα ισοτοπικά στάδια περίπου από MIS 19 έως MIS 6. Τα στάδια αυτά καταγράφουν σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις όπως θερμές μεσοπαγετώδεις φάσεις με υψηλές θερμοκρασίες και ανόδους της στάθμης της θάλασσας και ψυχρές παγετώδεις φάσεις με εκτεταμένους παγετώνες. Οι εναλλαγές είναι ιδιαίτερα έντονες μεταξύ τους. Σημαντικά στάδια αποτελούν το MIS 11, μία από τις πιο θερμές μεσοπαγετώδεις περιόδους του Πλειστοκαίνου, καθώς και το MIS 6, μία από τις πιο έντονες παγετώδεις φάσεις πριν το τελευταίο μεσοπαγετώδες (Bradley 2015, 450).

Αναφορικά με τη θαλάσσια στάθμη, στο Μέσο Πλειστόκαινο παρατηρούνται ακόμα μεγαλύτερες διακυμάνσεις, καθώς ακόμα περισσότερος όγκος νερού δεσμεύεται στους παγετώνες και η θάλασσα υποχωρεί ως και 120 μέτρα κάτω απ' τα σημερινά επίπεδα. Έτσι, αποκαλύπτονται μεγάλες περιοχές που ήταν πριν βυθισμένες. Κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών φάσεων, οι πάγοι λιώνουν με ρυθμό πιο αργό, παρατηρείται σημαντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης και φυσικά παρατηρούνται αλλαγές τόσο στην ωκεάνια κυκλοφορία ρευμάτων, όσο και στις ακτογραμμές.

Το Μέσο Πλειστόκαινο αποτελεί κρίσιμο στάδιο της κλιματικής εξέλιξης της Γης, καθώς αυξάνεται η ένταση των διακυμάνσεων του κλίματος και αποτελεί περίοδο μετάβασης προς ένα πιο έντονα παγετώδες κλιματικό καθεστώς: τις ακραίες συνθήκες του Ανώτερου Πλειστόκαινου που ακολουθεί.

4.4 Ανώτερο Πλειστόκαινο

Το Ανώτερο Πλειστόκαινο ορίζεται χρονολογικά από το 130.000 χρόνια πριν από σήμερα ως το 11.700, όταν αρχίζει το Ολόκαινο. Είναι μια περίοδος ιδιαίτερα ουσιάδης, τόσο σε γεωλογικό πλαίσιο, καθώς οι έντονες κλιματικές εναλλαγές επιφέρουν δραματικές αλλαγές στην επιφάνεια της Γης, όσο και σε αρχαιολογικό πλαίσιο, αφού είναι η περίοδος αφού πρόκειται για την περίοδο διαμόρφωσης του σύγχρονου ανθρώπου και των διεργασιών που οδήγησαν στη Νεολιθική επανάσταση. Ο άνθρωπος εξαπλώνεται από την

Αφρική προς την Ευρώπη, την Ασία και την Αυστραλία και δημιουργεί πληθυσμιακά δίκτυα, κατορθώνει τεχνολογικά άλματα και γίνονται οι πρώτες σαφείς απόπειρες για συμβολικές αναπαραστάσεις. Οι ομάδες πλέον οργανώνονται σε κοινωνικές δομές και διαφαίνεται μια πρώιμη οικονομία βασισμένη σε δίκτυα ανταλλαγών.

Παρακάτω θα γίνει αναφορά στα σημαντικότερα κλιματικά γεγονότα του Ανώτερου Πλειστόκαινου, και στην επίδραση που είχαν, τόσο στην θαλάσσια στάθμη και στην αλλαγή του παλαιοπεριβάλλοντος, όσο και στην εξάπλωση του ανθρώπου και του ανθρώπινου πολιτισμού.

4.4.1 Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος (Eemian)

Η τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος, γνωστή και ως Mindel – Riss ή Eemian εκτείνεται από τα 130.000 χρόνια ως τα 115.000 περίπου. Θεωρείται θερμότερη από σήμερα, κατά 3°C περίπου, τουλάχιστον στο Ελλαδικό χώρο, ενώ η θαλάσσια στάθμη ίσως ήταν λίγο ψηλότερα απ' ότι σήμερα (Θεοδωρακοπούλου 2023, 22). Σε παγκόσμιο επίπεδο, η διαφορά θερμοκρασίας φτάνει και τους 5°C, όπως δείχνουν έρευνες στην Γροιλανδία (Lowe & Walker 2014, 176). Αντιστοιχεί στο ισοτοπικό στάδιο MIS 5e.

Παρότι η έρευνα για την συγκεκριμένη περίοδο είναι εκτεταμένη, ακόμα υπάρχουν ερωτήματα, αναφορικά με το αν υπήρχαν γρήγορες και τακτικές εναλλαγές στη θερμοκρασία και στην υγρασία αλλά και με το αν υπήρχε σταθερότητα στη βλάστηση. Σύμφωνα με την πολυνολογική μελέτη στα Τενάγη Φιλίππων (Milner et al. 2013), πρόκειται για μια περίοδο με έντονη μεταβλητότητα και εναλλαγές από δασικά σε πιο ανοικτά (στέπες) οικοσυστήματα βλάστησης. Στη Βόρεια Ευρώπη επικρατούν δάση κωνοφόρων και φυλλοβόλων δέντρων, στην Κεντρική Ευρώπη επικρατούν εκτεταμένα εύκρατα δάση, ενώ στη Μεσογειακή ζώνη, η υγρασία είναι υψηλότερη (Tzedakis 2007).

Κυριαρχούν τρία στάδια στην Eemian φάση, το πρώιμο, το μεσαίο και το τελικό. Σύμφωνα με την προαναφερθείσα μελέτη στα Τενάγη (Milner et al. 2013), κατά την πρώιμη φάση επικρατούν τα δάση, μεγάλη υγρασία και θερμές συνθήκες σε ένα σταθερό σύστημα. Κατά τη μεσαία φάση, τα δάση εξαπλώνονται, αλλά δεν υπάρχει η σταθερότητα που επικρατούσε στο προηγούμενο στάδιο, καθώς το κλίμα έχει μικρές και ταχείες διακυμάνσεις. Στο τελικό στάδιο, παρατηρείται σταδιακή μείωση των δασών μέχρι την τελική τους υποχώρηση και την επικράτηση πιο ανοικτών και ξηρών συνθηκών. Οι διεργασίες αυτές δεν ήταν απομονωμένες με τα γεγονότα στον Βόρειο Ατλαντικό, όπου

αυξάνοντας οι παγετωνικές αποθέσεις και υπήρξαν αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία, με αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας και τις αλλαγές της υγρασίας στη Μεσόγειο. Η στάθμη της θάλασσας παρουσιάζει σημαντική άνοδο, έως και 10 μέτρα πάνω από τα σημερινά επίπεδα, ενώ ο όγκος της Γροινλανδίας αλλά και του Δυτικού Παγετώνα της Ανταρκτικής μειώνεται (Kopp et al. 2009). Η συσχέτιση αυτή ενός τοπικού συστήματος με το μεγαλύτερο παγκόσμιο κλιματικό καθεστώς είναι ιδιαίτερα σημαντική για να συνειδητοποιήσουμε την αλληλεπίδραση και την έντονη μεταβλητότητα του παγκόσμιου κλίματος (Milner et al. 2013).

Αναφορικά με τους ανθρώπινους πληθυσμούς, σε αυτό το ισοτοπικό στάδιο συνυπήρχαν διαφορετικά είδη, όπως ο *homo sapiens* στην Αφρική και οι Νεάντερταλ στην Ευρώπη και δυτική Ασία. Με τον κατακερματισμό των οικοτόπων, οι πληθυσμοί απομονώθηκαν, ή είχαν περιοδικές επαφές μεταξύ τους. Η ύπαρξη πολλών ξεχωριστών πληθυσμιακών ομάδων στην Αφρική οδήγησε σε πολιτισμική διαφοροποίηση και προσαρμογές σε τοπικό επίπεδο. Άρα δεν πρόκειται για μια μοναδική, γραμμική μετακίνηση από την Αφρική προς την Ευρώπη, αλλά για ένα δυναμικό δίκτυο μετακινήσεων ανομοιογενών πληθυσμών που λειτουργούσε ανεξάρτητα και παράλληλα (Scerri et al. 2018). Παρότι η Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος είχε έντονες κλιματικές αλλαγές, δεν πρέπει να αποδίδονται οι πολιτισμικές μεταβολές αποκλειστικά στο κλίμα. Ιδιαίτερα όταν, εκτός από τις μετακινήσεις πληθυσμών, παρατηρείται και αλλαγή στην τεχνολογία, θα πρέπει κανείς να προσφύγει σε πολυπαραγοντικές ερμηνείες (Bar-Yosef 2017, 3)

Συνοψίζοντας, η Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος ήταν θερμότερη από σήμερα, με τη θάλασσα στάθμη σε υψηλότερα επίπεδα. Το κλίμα, εντούτοις, δεν ήταν σταθερό, αλλά μεταβλητό, καθώς οι μεσοπαγετώδεις περίοδοι, όπως προαναφέρθηκε, έχουν εσωτερική αστάθεια.

4.4.2 Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο – Last Glacial Maximum (LGM)

Με το τέλος της τελευταίας Μεσοπαγετώδους περιόδου το 115.000 BP, οι αλλαγές στην τροχιά της Γης επέφεραν μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, κυρίως στο Βόρειο ημισφαίριο, επέκταση των παγετώνων, καθώς το κλίμα γινόταν ψυχρότερο και ξηρότερο. Δημιουργήθηκαν μεγάλες εκτάσεις στέπας και η στάθμη της θάλασσας έπεσε. Οι Νεάντερταλ κυριαρχούν στην Ευρώπη σε αυτή την ενδιάμεση φάση (60.000 – 50.000 BP),

ενώ ο *homo sapiens* υπήρχε στην Αφρική και στη Μέση Ανατολή. Με τα ψυχρά επεισόδια 44.000 – 40.000 BP, η επέκταση των παγετώνων και η απότομη πτώση της θερμοκρασίας έφερε δημογραφική αστάθεια στους πληθυσμούς των Νεάντερταλ, και εμφανίζονται αντίστοιχα οι πρώτοι *homo sapiens* στην Ευρώπη. Μέχρι το 30.000 BP, οι Νεάντερταλ είχαν σταδιακά εξαφανιστεί πλήρως, λόγω μη προσαρμογής στο κλιματικό καθεστώς, και εποικισμού του *homo sapiens* (Staubwassera et al. 2018).

Οι διεργασίες επέκτασης των παγετώνων κορυφώθηκαν με το Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο (στο εξής LGM), όταν οι παγετώνες έφτασαν στη μέγιστη έκτασή τους. Το LGM τοποθετείται χρονολογικά στο ισοτοπικό στάδιο MIS 2, από τα 22.000 έως τα 18.000 χρόνια πριν από σήμερα. Η παγκόσμια θερμοκρασία έπεσε, οι παγετώνες εξαπλώθηκαν και η θαλάσσια στάθμη υποχώρησε έως και 120 μέτρα κάτω από τα σημερινά επίπεδα (Θεοδωρακοπούλου 2020, 77).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι κατά το γεγονός αυτό, έγινε πλήρης αναδιάρθρωση του κλιματικού συστήματος, με μεγάλες αλλαγές σε παγετώνες, ωκεανούς και κατ' επέκταση στο παλαιοπεριβάλλον. Τώρα οι παγετώνες καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της Βόρειας Αμερικής και της Βόρειας Ευρώπης, με μετατόπιση των κλιματικών ζωνών και εναλλαγές στα θαλάσσια ρεύματα, επηρεάζοντας έτσι την θερμοκρασία της Γης. Είναι χαρακτηριστικό ότι ολόκληρες περιοχές, όπως ο Καναδάς και η Σκανδιναβία ήταν καλυμμένες από παγετώνες. Οι παράγοντες που δημιούργησαν το LGM είναι οι αλλαγές στην τροχιά της Γης, οι αλλαγές στην ηλιακή ακτινοβολία και τα ατμοσφαιρικά αέρια (χαμηλότερο CO₂) (Clark et al. 2009).

Αναφορικά με τη βλάστηση, υπήρξε περιορισμών δασών και κυριαρχία τούνδρας και στέπας. Στη Νότια Ευρώπη διαμορφώνονται Μεσογειακά καταφύγια (*refugia*), που θα παίξουν ουσιώδη ρόλο στις μετακινήσεις των πληθυσμών. Ακολούθως, ο άνθρωπος (*homo sapiens*) προσαρμόζεται σε ψυχρότερα περιβάλλοντα, ενώ οι μετακινήσεις τον οδηγούν και στην κατοίκηση της Αμερικάνικης Ηπείρου μέσω του Βερίγγειου πορθμού (Bourgeon et al. 2017, 10). Οι πληθυσμοί συγκεντρώθηκαν κυρίως στην Ιβηρική χερσόνησο, στη Νότια Γαλλία, στην Ιταλία και στα Βαλκάνια και στην ανατολική Ευρώπη (Klein et al. 2021). Η Βόρεια και κεντρική Ευρώπη ήταν στην ουσία ακατοίκητη, λόγω του μεγάλου ψύχους και των τεράστιων παγοκαλυμμάτων. Στα λεγόμενα καταφύγια, οι θερμοκρασίες ήταν κάτω από 10°C και επικρατούσε μεγαλύτερη ξηρασία. Οι συνθήκες αυτές ωθούσαν τους

πληθυσμούς σε μια συνεχή μετακίνηση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία εκτεταμένων κοινωνικών δικτύων, αλλά και την ανάπτυξη τεχνολογίας, σε σχέση με το κυνήγι μεγάλων θηλαστικών και χρήση σύνθετων εργαλείων. Ο *homo sapiens* φαίνεται ότι μπόρεσε να προσαρμοστεί και να επιβιώσει σε πιο ακραίες συνθήκες από οποιοδήποτε άλλο ανθρώπινο είδος στην Ευρώπη, λόγω ευελιξίας στη μετακίνηση, κοινωνικής αλληλεπίδρασης και ικανότητας προσαρμογής σε ένα κλίμα που συνεχώς μεταβαλλόταν. (Burke et al. 2017). Οι πληθυσμοί, παρότι υπέστησαν δημογραφική μείωση και κατακερματισμό σε καταφύγια – *refugia*, λόγω των δύσκολων κλιματικών συνθηκών κατά το LGM, κατάφεραν να προσαρμοστούν και να επιβιώσουν, και μετά το 18000 BP και την υποχώρηση των παγετώνων, να εποικίσουν νέα περιβάλλοντα (Tallavaara et al. 2015).

4.4.3 Τέλος του Last Glacial Maximum (LGM) – 18.000 BP

Η τελική φάση του LGM σηματοδοτεί μια κρίσιμη αλλαγή στο κλιματικό σύστημα της Γης, καθώς η σχετική παγωμένη σταθερότητα του LGM υποχωρεί και σημειώνεται σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας, με έντονες διακυμάνσεις βέβαια. Οι παγετώνες αρχίζουν να περιορίζονται, ενώ επεκτείνονται τα δάση. Ως αποτέλεσμα, ανοίγουν νέες περιοχές που ήταν παγωμένες επί χιλιάδες χρόνια, επιτρέποντας έτσι τις μετακινήσεις της πανίδας, και φυσικά των ανθρώπινων πληθυσμών, που ήταν ως τότε κατακερματισμένοι και απομονωμένοι στα *refugia*. Παρότι δεν έχει γίνει ακόμα η αρχή της καλλιέργειας, σταδιακά δημιουργούνται οι προϋποθέσεις, καθώς το κλίμα ναι μεν απέχει από τη σταθερότητα, αλλά μεταβαίνει σε πιο θερμή φάση με απότομες διακυμάνσεις (Clark 2009).

Αναφορικά με τους πληθυσμούς των ανθρώπων, υπήρχαν τοπικές αυξομειώσεις, και μετακινήσεις σε πιο ευνοϊκές περιοχές, σε ανοικτά τοπία ή επανακατοικούν εκτάσεις που είχαν εγκαταλειφθεί. Εντούτοις, πρέπει να τονιστεί ότι δεν γίνεται να αποδοθεί ενιαία γραμμική ερμηνεία για τη δραστηριότητα των ανθρώπων σε αυτή τη φάση, και γενικά για το Πλειστόκαινο (Bar-Yosef 2017). Η αύξηση της διαθεσιμότητας της βλάστησης, με έμφαση τα δημητριακά στην περιοχή Λεβάντ θεμελιώνει την εντατικοποίηση της τροφосυλλογής. Η δημογραφική αύξηση, μαζί με την πίεση που δημιουργήσε, τα κοινωνικά δίκτυα και οι μετακινήσεις, η πρόσβαση σε πόρους και η τεχνολογία που αναπτύχθηκε για την εντατικοποίηση της τροφосυλλογής και της καθημερινότητας αποτελούν τα ουσιώδη σημεία της μεταβατικής αυτής περιόδου.

4.4.4 Νεότερη Δρυάς (Younger Dryas)

Όπως προαναφέρθηκε, από το 18.000 BP, με το τέλος του LGM, ξεκινά μια μεταβατική περίοδος αποπαγετοποίησης, η οποία έχει έντονες διακυμάνσεις. Σημαντικά ορόσημα που ακολουθούν είναι η φάση Heinrich Stadial 1, μεταξύ 17.500 και 14.700 BP, όπου και πάλι το κλίμα έγινε ψυχρό και ξηρό, και ακολουθεί η φάση Bølling–Allerød (14.700–12.900 BP), όπου έχουμε ένα θερμικό ξέσπασμα με ραγδαία επέκταση των δασών, με αποτέλεσμα το περιβάλλον να αλλάζει ενδεχομένως και πιο γρήγορα απ' ό,τι τα είδη μπορούν να προσαρμόζονται.

Η Νεότερη Δρυάδα είναι ένα ξαφνικό ψυχρό γεγονός που διαρκεί περίπου ως το 11.700 και αποτελεί σημαντικό ορόσημο πριν τη μετάβαση στο Ολόκαινο και τη Νεολιθική επανάσταση. Τα δάση περιορίζονται, ενώ επικρατούν συνθήκες ξηρασίας. Εκτεταμένες περιοχές μεταβάλλονται σε τούνδρα και επικρατούν παγετωνικές συνθήκες. Τόσο στη Βόρεια Αμερική, όσο και στην Ευρώπη, επιστρέφουν οι παγετώνες, η θερμοκρασία πέφτει ως και 10°C και οι βροχοπτώσεις μειώνονται.

Ανάμεσα στα αίτια της Νεότερης Δρυάδας αναφέρεται η Ατλαντική Μεσημβρινή Ανατρεπτική Κυκλοφορία (Atlantic Meridional Overturning Circulation – AMOC), δηλαδή μια εξασθένηση της ωκεάνιας κυκλοφορίας που συνέπεσε με απότομη ψύχρανση στον Βόρειο Ατλαντικό. Καθώς λιώνουν οι πάγοι με το τέλος του LGM, απελευθερώνονται τεράστιες ποσότητες γλυκού νερού στον Βόρειο Ατλαντικό, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η μεταφορά της θερμότητας από τους τροπικούς προς τον Βορρά. Ενώ ενδεχομένως να υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες που διαμόρφωσαν την Νεότερη Δρυάδα, όπως η ηφαιστειακή δραστηριότητα ή η μεταβλητότητα του ήλιου, η διατάραξη της AMOC φαίνεται να είναι η πιο αποδεκτή ερμηνεία (McManus, J.F. et al. (2004).

Ως αποτέλεσμα, η πυκνότητα των ανθρώπινων πληθυσμών μειώνεται, ενώ εγκαταλείπονται περιοχές που είχαν κατοικηθεί με το τέλος του LGM. Επικρατεί έντονη κινητικότητα, αλλαγή στις στρατηγικές επιβίωσης και στην τεχνολογία, ενώ αυξάνεται το κυνήγι μικρότερων πια θηραμάτων. Θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι γίνεται μια έντονη αναδιάταξη πληθυσμών, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, εντούτοις δεν υπάρχει κατάρρευση των πληθυσμών, παρότι τα αρχαιολογικά δεδομένα είναι περιορισμένα (Strauss 2024). Οι πρώτες υποψίες μετάβασης από το στάδιο κυνηγιού και τροφοσυλλογής στο παραγωγικό βρίσκονται στο ψυχρό αυτό επεισόδιο. Οι αντίξοες περιβαλλοντικές

συνθήκες και η κοινωνική αναδιάρθρωση επέφεραν κοινωνική πίεση στους πληθυσμούς, ιδιαίτερα στην περιοχή του Λεβάντ. Οι πληθυσμοί αντιμετώπισαν οικονομική κρίση και προβλήματα διατροφής, καθώς τα ψυχρά επεισόδια και οι διακυμάνσεις στη βροχύπτωση επέφεραν μείωση των άγριων σιτηρών. Υπό αυτές τις συνθήκες, πέρα από την αυτονόητη πρακτική των μετακινήσεων, εμφανίστηκε μια νέα διέξοδος: πίεση στο περιβάλλον, εντατικοποίηση στην συλλογή και σταθερότητα οικισμών. Παρ' ότι αυτά είναι πρώιμα δείγματα της Νεολιθικοποίησης, δημιουργήθηκαν κοινωνικές εντάσεις, καθώς οι πληθυσμοί, κάτω από το περιβαλλοντικό στρες, αναγκάστηκαν να αναδιοργανωθούν. Με λίγα λόγια, η αστάθεια στο κλίμα και η κοινωνική πίεση επέφεραν μια αλλαγή στη συμπεριφορά, στην τεχνολογία και στην οικονομία (Bar-Yosef 2002). Παρότι το κλίμα φαίνεται να είναι η κινητήριος δύναμη για την έναρξη της καλλιέργειας σε αυτά τα πρώιμα στάδια, και μάλιστα το κλίμα όχι ως ευνοϊκός παράγοντας αλλά ως παράγοντας πίεσης, δεν πρέπει να αγνοήσουμε το γεγονός ότι οι επιλογές των πληθυσμών ήταν ποικίλες και πολυπαραγοντικές, κι όχι γραμμικές. Και μόνο το γεγονός ότι επιλέχθηκε η εντατικοποίηση της συλλογής και η διεκδίκηση εδαφών, κι όχι οι μετακινήσεις προς ευνοϊκότερες εκτάσεις, είναι ενδεικτικό ότι ο άνθρωπος δρα τόσο με βάση, όσο και παρά τις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Είναι άξιο να σημειωθεί ότι το φαινόμενο της Νεότερης Δρυάδας έφερε κλιματικές αλλαγές σε ένα χρονολογικό πλαίσιο πιο απτό, μια που μιλάμε πια για αιώνες, κι όχι χιλιετίες ή γεωλογικές μονάδες χρονολόγησης. Αυτό από μόνο του είναι ενδεικτικό της έντονης μεταβλητότητας του κλίματος καθώς πλησιάζουμε στο Ολόκαινο και στην Νεολιθική επανάσταση. Τα λεγόμενα «κατώφλια» (tipping points) του κλίματος δείχνουν ότι οι εναλλαγές δεν είναι σχεδόν ποτέ ομαλές, αλλά απότομες, κι ότι και οι μικρότερες μεταβολές μπορούν να προκαλέσουν ανακατατάξεις σε παγκόσμιο επίπεδο (Alley 2000).

4.5 Επίλογος

Οι συνεχείς μεταβολές στο κλίμα κατά το Πλειστόκαινο, με τις εναλλαγές παγετώνων και μεσοπαγετωδών περιόδων έπαιξαν ουσιώδη ρόλο, τόσο στη διαμόρφωση του γεωλογικού ανάγλυφου και του παλαιοπεριβάλλοντος, όσο και στην ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα. Η εποχική κατοίκηση, οι δημογραφικές διακυμάνσεις και οι μετακινήσεις πληθυσμών είναι ενδεικτικές της επίδρασης του κλίματος στον ανθρώπινο

πολιτισμό. Από την Τελευταία Μεσοπαγετώδη Περίοδο, 130.000 χρόνια πριν, ως και το τελευταίο ψυχρό επεισόδιο της Νεότερης Δρυάδας στα τέλη του Πλειστόκαινου, παρατηρείται μια συνεχής πολιτισμική αναπροσαρμογή και αναδιάρθρωση, που φαίνεται τόσο από τις αυξομειώσεις των πληθυσμών, όσο και στην τεχνολογική τους ανάπτυξη και στις νέες πρακτικές επιβίωσης.

Εντούτοις, πρέπει να τονιστούν δύο σημεία, που παρότι φαίνεται να εξάγονται ως αυτονόητα συμπεράσματα, απέχουν πολύ από την αρχαιολογική τους ερμηνεία και σημασία που πρέπει να τους αποδοθεί. Καταρχάς, είναι ντετερμινιστικό, απλοϊκό και κατά τη γνώμη μου, υπερβολικά εύκολο, να αποδοθεί όλη αυτή η πορεία του πολιτισμού του ανθρώπου, που ούτως ή άλλως δεν είναι γραμμική, αποκλειστικά στο κλίμα. Ενώ οι πληθυσμοί επηρεάζονται από τις αλλαγές στο περιβάλλον, και ό,τι συνεπάγεται αυτό στην επιβίωση και στην καθημερινότητά τους, δεν πρέπει να ερμηνευτούν όλες οι πολιτισμικές εξελίξεις με αποκλειστικό αίτιο την κλιματική αλλαγή. Ο άνθρωπος επιβιώνει, προσαρμόζεται, αντιδρά και δρα, τόσο σε αλληλεξάρτηση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες όσο και αψηφώντας τους. Κατά δεύτερον, το Πλειστόκαινο, σαν χρονική ενότητα, δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται απλά ως προάγγελος της Νεολιθικής επανάστασης. Είναι μια μακρά περίοδος 2,6 εκατομμυρίων χρόνων που οι κλιματικές εναλλαγές ήταν τόσο έντονες και η ανθρώπινη ιστορία τόσο καθοριστική και πλούσια, που θα ήταν κρίμα να δικαιολογήσουμε την παρουσία της μόνο ως προάγγελο των συνταρακτικών αλλαγών του Ολόκαινου. Αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο μετά το τέλος του LGM και κατά το ψυχρό επεισόδιο της Νεότερης Δρυάδας. Ενώ είναι ευρέως αποδεκτό ότι τα πρώτα ψήγματα της μόνιμης κατοίκησης και της καλλιέργειας διαφαίνονται σε εκείνες τις πρώιμες φάσεις, οφείλουμε να αποδώσουμε στο Πλειστόκαινο την ανεξαρτησία και τη σημασία που του αρμόζει.

5 Το κλίμα στο Ολόκαινο

5.1 Εισαγωγή

Το τέλος του επεισοδίου της Νεότερης Δρυάδας (Younger Dryas), το 11.700 BP σηματοδοτεί την έναρξη του Ολόκαινου, της χρονολογικής περιόδου που φτάνει ως και σήμερα. Το ισοτοπικό στάδιο με το οποίο ταυτίζεται είναι το MIS 1, και αντιστοιχεί στην πιο πρόσφατη μεσοπαγετώδη περίοδο του Τεταρτογενούς.

Το κλίμα σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται από σχετική σταθερότητα σε σχέση με το Πλειστόκαινο, όμως η σταθερότητα αυτή είναι σχετική, καθώς στην πραγματικότητα το Ολόκαινο περιλαμβάνει αρκετές απότομες κλιματικές διακυμάνσεις που διαφαίνονται σε παγκόσμια κλίμακα. Εντούτοις, η άνοδος της θερμοκρασίας και η στροφή σε ευνοϊκότερες καιρικές συνθήκες αποτέλεσε μία από τις κινητήριες δυνάμεις για την ανάπτυξη της γεωργίας, την μόνιμη κατοίκηση και τη δημιουργία σύνθετων κοινωνικών δομών, με ό,τι αυτά συνεπάγονται.

Ο διαχωρισμός του Ολοκαίνου σε επιμέρους περιόδους, όπως ισχύει για το Πλειστόκαινο, είναι λίγο πιο σύνθετος, καθώς η ραγδαία εξέλιξη των ανθρώπινων κοινωνιών, αλλά και η διακύμανση της δημογραφίας και η γεωγραφική κατανομή τους, δεν επιτρέπουν την αυστηρή οριοθέτηση ενιαίων χρονολογικών φάσεων σε όλο τον πλανήτη, παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες βασικές κατηγοριοποιήσεις που συσχετίζονται είτε με τις κλιματικές μεταβολές, είτε με τον ανθρώπινο παράγοντα, και πάλι όμως με επιφύλαξη.

Καταρχάς, σύμφωνα με γεωλογικές πηγές (International Union of Geological Sciences - IUGS), πρέπει να διαχωριστεί σε τρία στάδια, με βάση τα κλιματικά επεισόδια – σπασίματα που το χαρακτηρίζει: α) Grennlandian (περίπου 11.700 – 8.200 BP), όπου γίνεται η μετάβαση από την παγετώδη περίοδο σε πιο θερμόκλιμα, β) Northgrippian (περίπου 8.200 – 4.200 BP), που ξεκινά με το απότομο ψυχρό επεισόδιο του 8.200 BP και γ) Meghalayan (4.200 – σήμερα), που ξεκινά και πάλι με ένα απότομο κλιματικό επεισόδιο ξηρασίας (Bradley 2025). Ο διαχωρισμός αυτός είναι σημαντικός, όχι μόνο γιατί βασίζεται σε πραγματικά γεωλογικά ορόσημα που μπορεί κανείς να τα δει σε διεπιστημονικό επίπεδο, αλλά και γιατί, παρότι έχουν γεωλογική / μετεωρολογική φύση, έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ανθρώπινη ιστορία. Το κλίμα στο Ολόκαινο παραμένει δυναμικό, με δραματικά

επεισόδια και υποδιαιρέσεις του δεν είναι θεωρητικές, αλλά βασίζονται σε πραγματικά όρια.

Κατά το Ολόκαινο, από αρχαιολογικής σκοπιάς, έγινε η μετάβαση από την Παλαιολιθική εποχή στην Μεσολιθική και ακολούθως στην Νεολιθική. Οι χρονολογίες και οι διάρκειες ποικίλουν ανάλογα με τον γεωγραφικό χώρο, σε γενικές γραμμές όπως μπορούμε να πούμε ότι η παλαιολιθική έληξε με το τέλος της Νεότερης Δρυάδας (Younger Dryas) (11.700 BP), σηματοδοτώντας την έναρξη της Μεσολιθικής, η οποία διήρκησε, τουλάχιστον στην Ευρώπη, ως το 9000 BP. Η Νεολιθική έληξε, και πάλι μιλώντας σε ευρύτερα γεωγραφικά πλαίσια, το 5000 BP. Για την Εγγύς Ανατολή (Μέση Ανατολή, Μικρά Ασία, Κύπρος) βέβαια, ισχύουν διαφορετικές συνθήκες, καθώς χρησιμοποιείται ο όρος Επιπαλαιολιθική (αντί για Μεσολιθική, η οποία δεν αναγνωρίζεται ως ξεχωριστή φάση). Η Επιπαλαιολιθική αρχίζει το 20.000 BP και τελειώνει το 10.000 περίπου και διαχωρίζεται σε 3 επιμέρους περιόδους: α) Πρώιμη Kebaran (20.000 – 14.500 BP), β) Μέση η Γεωμετρική Kebaran (14.500 – 12.500 BP) και γ) Ύστερη ή Νατούφια (12.500 – 10.500) (Θεοδωρακοπούλου 2020, 205). Στον Ελλαδικό χώρο, η Μεσολιθική διαρκεί από το 11.000 ως το 6800 π.Χ. και η Νεολιθική από το 6800 ως το 3200 π.Χ.

Από κλιματικής άποψης, το Ολόκαινο μπορεί να χωριστεί συμβατικά σε πρώιμο, μέσο και ύστερο. Κατά το πρώιμο Ολόκαινο (Boreal) (7000 – 5000 π.Χ.) η θερμοκρασία και η υγρασία αυξάνεται. Τα δάση μετακινήθηκαν προς Βορρά και η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε με ταχύ ρυθμό. Το μέσο Ολόκαινο (Atlantic) (5000 – 3000 π.Χ.), η θερμοκρασία ήταν παρόμοια με τη σημερινή, αλλά η υγρασία ήταν σαφώς αυξημένη, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της βλάστησης, ακόμα και σε περιοχές όπως τη Σαχάρα, όπου υπήρχαν ποτάμια και ανθρώπινη δραστηριότητα. Σε αυτή τη φάση, περίπου το 4000 π.Χ ή το 6000 BP το κλίμα έγινε ευνοϊκότερο, το λεγόμενο climatic optimum (Θεοδωρακοπούλου 2023, 23). Το ύστερο Ολόκαινο (Sub-Boreal) (3000 – 1000 π.Χ) η υγρασία και οι βροχοπτώσεις, ιδίως στην περιοχή της Αφρικής και στην Ανατολική Μεσόγειο μειώνονται αισθητά.

Σύμφωνα με γεωτρήσεις στον Βόρειο Ατλαντικό, θεωρείται ότι προκύπτουν αλλαγές στο κλίμα με περιοδικότητα 1500 +/-500 χρόνια, όμως νεότερες έρευνες δείχνουν ότι η περιοδικότητα είναι στα 2300-2500 χρόνια, τουλάχιστον για την περιοχή του Αιγαίου. Συνεπώς έχουμε απότομα ψυχρά επεισόδια τα διαστήματα 7000-6000 π.Χ., 4000-3000

π.Χ., 2200-1800 π.Χ., 1500-500 π.Χ., 800-1000 μ.Χ. και από το 1400μ.Χ.
(Θεοδωρακοπούλου 2009, 69)

5.2 Πρώιμο Ολόκαινο

Το πρώιμο Ολόκαινο, που αντιστοιχεί στο Greenlandian στάδιο, ξεκινά με το τέλος της Νεότερης Δρυάδας (Younger Dryas) και τελειώνει με το απότομο ψυχρό επεισόδιο του 8200 BP, όπως προαναφέρθηκε (Walker 2019). Η μετάβαση, σύμφωνα με τον Walker (2009), γίνεται μέσα σε ένα πολύ μικρό χρονικό παράθυρο λίγων ετών, με μεταβολές που φαίνονται στα ισότοπα (κυρίως O^{18}). Η θερμοκρασία στο Βόρειο ημισφαίριο αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς, ενώ ταυτόχρονα οι παγετώνες περιορίζονται. Η στάθμη της θάλασσας, κατ' επέκταση, ανεβαίνει περίπου 10 – 20 χιλιοστά το χρόνο, έως και 40 χιλιοστά σε κάποιες φάσεις και προφανώς η ωκεάνια κυκλοφορία αναδιοργανώνεται. Η εικόνα αυτή έχει ξεκινήσει ήδη από το τελικό στάδιο του Πλειστόκαινου, όπου η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει πολύ γρήγορα, καθώς έχει διαταραχτεί η ωκεάνια κυκλοφορία και η AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation) (Lambeck et al. 2014). Οι πρώτες αυτές μεταβατικές φάσεις του Ολόκαινου απέχουν πολύ από τη σταθερότητα που εικάζεται ότι έρχεται με μία Μεσοπαγετώδη περίοδο. Στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και της Εγγύς Ανατολής οι αυξημένες βροχοπτώσεις και η άνοδος της υγρασίας, κυρίως στις αρχές της φάσης αυτής, οδηγεί σε αναδιάρθρωση των οικοσυστημάτων, κυρίως σε παράκτιες περιοχές, και μετάβαση από ανοιχτά τοπία, σε δασικά και μεσογειακά συστήματα. Οι λίμνες, τα ποτάμια και οι υδάτινες μάζες γενικά επεκτείνονται, μαζί με την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

Η βλάστηση, που προφανώς μεταβλήθηκε και σε γεωγραφικό επίπεδο, αλλά και ποιοτικά, αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη για την αλλαγή του κλίματος, αλλά και την ανθρώπινη δραστηριότητα, και λειτουργεί έτσι ως μέσο συσχέτισης αυτών των δύο, χωρίς να σημαίνει ότι η ερμηνεία είναι γραμμική (αίτιο – αποτέλεσμα). Τα δάση μετατοπίστηκαν και επεκτάθηκαν (όπως φουντουκίες και βελανιδιές), αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι γενικά αναφορικά με τα φυτά, υπάρχει καθυστέρηση στην ανταπόκριση, και επίσης επηρεάζονται από τοπικούς παράγοντες. Άρα σε διαφορετικές περιοχές, υπάρχει διαφορετικός ρυθμός βλάστησης, πράγμα που ισχύει και για την έναρξη της καλλιέργειας. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, πρέπει να αναφερθεί ότι ναι μεν το κλίμα

αναδιαμόρφωσε τα περιβάλλον της ανθρώπινης δραστηριότητας, οι άνθρωποι όμως έκαναν τις επιλογές μέσα σε αυτό (van Vugt et al. 2025).

Τα αποτελέσματα των παραπάνω κλιματικών μεταβολών είναι θεμελιώδη για την ανθρώπινη ιστορία. Σε αυτό το στάδιο εγκαταλείπεται σιγά σιγά το κυνήγι και οι τροφολεκτικές διαδικασίες ως αποκλειστικές στρατηγικές επιβίωσης και οικονομίας. Παρατηρείται μια τάση μόνιμης εγκατάστασης, κυρίως σε περιοχές με σταθερούς υδάτινους πόρους, αν και όχι με συστηματικό τρόπο. Εντούτοις, προκύπτουν και πάλι μετακινήσεις πληθυσμών λόγω των αλλαγών στις παράκτιες περιοχές ή λόγω πλημμυρικών φαινομένων. Σύμφωνα με τον Bar Yosef (2011, 2017), οι τάσεις αυτές να μεν οφείλονται και στο κλίμα, όχι όμως με ένα θετικό πρόσημο. Αντίθετα, είναι αποτέλεσμα του στρες και της πίεσης που δημιουργεί το κλίμα, σε συνδυασμό με την δημογραφική έξαρση. Η άποψη αυτή θα συζητηθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο. Σε γενικές γραμμές, η έναρξη της γεωργίας στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή της Ευρώπης είναι ένα δύσκολο να ερμηνευτεί ζήτημα, καθώς δε μπορούμε να δεχτούμε απλοϊκά ότι οι κλιματικές μεταβολές αποκλειστικά κινητοποίησαν τον άνθρωπο να προσαρμοστεί. Σε ποιο βαθμό πρόκειται για ανθρώπινη επιλογή και σε ποιο βαθμό υπήρξε προσαρμογή είναι ένα ερώτημα που δε μπορεί να απαντηθεί ούτε χωρίς τη συμβολή των αρχαιομετρικών και παλαιοκλιματικών ερευνών, αλλά ούτε χωρίς την αρχαιολογική θεωρητική σκοπιά.

5.3 Κλιματικό επεισόδιο το 8200 BP

Το πρώιμο Ολόκαινο και το στάδιο Greenlandian τελειώνουν με το απότομο ψυχρό επεισόδιο του 8.200 BP που αποτελεί και το σημείο έναρξης της Northgrippian φάσης. Τα αίτια του βρίσκονται στην απότομη πτώση του O^{18} , καθώς η τήξη των πάγων στη Βόρεια Αμερική γέμισε τον Ατλαντικό με τεράστιες ποσότητες γλυκού νερού. Η αλατότητα μειώθηκε, η κυκλοφορία των ωκεανών (AMOC), που μεταφέρει τη θερμότητα στον Βορρά έπεσε, με αποτέλεσμα την απότομη ψύξη του Βόρεια Ατλαντικού, τη μετατόπιση των τροπικών ζωνών βροχόπτωσης, και την αλλαγή στους μουσώνες (Bradley 2025). Η διάρκειά του είναι περίπου 2 – 4 αιώνες και όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιείται σαν ένα σαφές όριο γεωλογικό, αλλά και αρχαιολογικό, καθώς εμφανίζεται σχεδόν ταυτόχρονα σε πολλά κλιματικά αρχεία του Βόρειου ημισφαιρίου.

Η θερμοκρασία έπεσε κατά 5 ή 6 °C στα εύκρατα κλίματα, και 3 °C στα τροπικά. Στη Βόρεια Ευρώπη και Γροιλανδία υπήρξε απότομη πτώση θερμοκρασίας και συνθήκες χειμώνα όλο τον χρόνο. Γενικά στην Ευρώπη και στην ανατολική Μεσόγειο, οι χειμώνες κυρίως έγιναν ψυχρότεροι και επικράτησαν συνθήκες ξηρασίας. Στην Βόρεια Αφρική υπήρξε αποδυνάμωση των μουσώνων και σε ορισμένες περιοχές, όπως στη Σαχάρα, επικράτησαν ξηρές συνθήκες (Alley et al. 1997). Αναφορικά με τη στάθμη της θάλασσας, οι τεράστιες ποσότητες γλυκού νερού στον Βόρειο Ατλαντικό προκάλεσαν μια παροδική άνοδο έως 2μ. σε ένα διάστημα δεκαετιών, με τοπικές διαφοροποιήσεις (Törnqvist et al., 2012).

Το επεισόδιο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, τόσο από γεωλογικής σκοπιάς, καθώς οι αιτίες είναι γνωστές και τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα αναμενόμενα και διαφαίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά και από αρχαιολογικής σκοπιάς, καθώς ο αντίκτυπος σε επίπεδο ανθρώπινης δραστηριότητας είναι μεγάλος. Το κλίμα εδώ δεν άλλαξε σταδιακά, έκανε ένα απότομο άλμα λόγω πτώσης της AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation), κι αν οι αιτίες επαναληφθούν ενδεχομένως να υπάρξουν ίδιες συνέπειες (Alley et al. 2005). Σε επίπεδο ανθρώπινων κοινωνιών, η απότομη πτώση της θερμοκρασίας έφερε πιο ασταθείς σοδειές και πίεση σε καλλιέργειες ευαίσθητες στην ξηρασία. Αυτό οδήγησε τους πολιτισμούς είτε να εγκαταλείψουν ξηρές περιοχές, και να μετακινηθούν κοντά σε υδάτινους πόρους, είτε να αναδιοργανώσουν το μέγεθος και τη δομή των οικισμών. Το αξιόλογο είναι ότι, σε αντίθεση με άλλα ψυχρά γεγονότα του παρελθόντος, εδώ δεν υπήρξε καθολική ερήμωση περιοχών, ούτε κατέρρευσε οικονομικά ή κοινωνικά το σύστημα γεωργίας ή οι μηχανισμοί επιβίωσης. Έγιναν προσαρμογές, μετακινήσεις και αλλαγή στρατηγικών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί το περιβαλλοντικό σοκ και η κρίση (Weniger et al. 2006).

5.4 Μέσο Ολόκαινο – Κλιματικό βέλτιστο (Climatic Optimum)

Μετά το πέρας του ψυχρού επεισοδίου του 8200 BP, οι θερμοκρασία ανέβηκε με σχετικά γρήγορους ρυθμούς και το κλιματικό καθεστώς έγινε πιο σταθερό. Στο Βόρειο ημισφαίριο οι παγετώνες υποχώρησαν και οι βροχοπτώσεις αυξήθηκαν, αν και είχαν διακυμάνσεις. Στην Βόρεια Αφρική – Σαχάρα υπήρχαν, όπως προαναφέρθηκε, πιο υγρές συνθήκες (Green Sahara), ενώ η ανατολική Μεσόγειος πέρασε και φάσεις ξηρότητας και

στην Ασία οι μουσώνες ενισχύθηκαν. Σε γενικές γραμμές, οι συνθήκες αυτές κράτησαν περίπου ως το 6000 BP ή 4000 π.Χ., δηλαδή κατά τη Νεότερη Νεολιθική εποχή (Θεοδωρακοπούλου 2020, 79). Αναφορικά με τη βλάστηση, τα δάση και πάλι εξαπλώθηκαν προς τον Βορρά, ενώ περιορίστηκε η τούνδρα. Στις εύκρατες περιοχές, έχουμε αύξηση της βιοποικιλότητας και της προσαρμογής σε τοπικό επίπεδο.

Σε πολλές περιοχές το μέσο Ολόκαινο ταυτίζεται με το επονομαζόμενο κλιματικό βέλτιστο (Holocene Climatic Optimum ή Holocene Thermal Maximum). Οφείλεται κυρίως στην τροχιακή μεταβολή της Γης, με αποτέλεσμα το Βόρειο ημισφαίριο να δέχεται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι, απ' ό,τι σήμερα. Οι παγετώνες υποχώρησαν ακόμα περισσότερο τα καλοκαίρια στον Αρκτικό κύκλο ήταν θερμότερα. Αυτό σημαίνει ότι στην Βόρεια Αμερική, Βόρεια Ευρώπη, Σκανδιναβία και Σιβηρία επικράτησαν υψηλές θερμοκρασίες, υγρό κλίμα, πολλές λίμνες και επέκταση δασών ακόμα βορειότερα (Kaufman 2004).

Η σταθερότητα του κλίματος έφερε πληθυσμιακή αύξηση στους πληθυσμούς, οι οποίοι πια σαφώς εγκαθίστανται μόνιμα σε εύφορες περιοχές, αναπτύσσονται σύνθετες κοινωνικές δομές και ευνοείται η καλλιέργεια, η κτηνοτροφία και η οικονομική και τεχνολογική εξέλιξη. Η Νεολιθική επανάσταση που είχε ξεκινήσει κατά το πρώιμο Ολόκαινο τώρα εδραιώνεται και εξαπλώνεται σε όλη την Ευρώπη. Παράλληλα, η σταθεροποίηση της στάθμης της θάλασσας επέτρεψε την δημιουργία παράκτιων οικισμών, ενώ ενίσχυσε τη ναυσιπλοΐα, το εμπόριο και την οικονομία. Διαμορφώθηκαν μεγάλα θαλάσσια δίκτυα επικοινωνίας, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως η ανατολική Μεσόγειος και το Αιγαίο. Εντούτοις, η πληθυσμιακή αύξηση έφερε και στρες στην οικονομία, καθώς προέκυψαν νέες ανάγκες για επιπρόσθετους πόρους. Με τη σειρά τους, οι πιέσεις αυτές οδήγησαν σε ανταγωνισμό που αναδιαμόρφωσε την κοινωνική οργάνωση, με αποτέλεσμα να προκύπτει σταδιακά μια ιεραρχία και μια στροφή σε ακόμα πιο σύνθετες κοινωνικές δομές (Wright 1993).

5.5 Κλιματικό επεισόδιο το 4200 BP

Πριν 4200 χρόνια ή το 2200 π.Χ συνέβη άλλο ένα ψυχρό επεισόδιο, εξίσου απότομο όσο αυτό του 8200 BP. Είναι κι αυτό τόσο ουσιώδες, ώστε αποτελεί το επίσημο γεωλογικό όριο μεταξύ της Northgrippian και της Meghalayan ηλικίας του Ολόκαινου (Walker et al. 2019).

Πέρα από το ψύχος και την πτώση θερμοκρασίας, υπήρξε εκτεταμένη ξηρασία, μεταβολές της ωκεάνιας κυκλοφορίας, εξασθένηση μουσώνων και βροχοπτώσεων και κλιματική αστάθεια, που διήρκησαν 3 έως 5 αιώνες. Σε υψηλότερες γεωγραφικές ζώνες επικράτησαν ψυχρές και υγρές συνθήκες, με επέκταση των παγετώνων και αύξηση βροχοπτώσεων, ενώ σε μεσαίες και χαμηλές γεωγραφικές ζώνες, εμφανίστηκε έντονη ξηρασία και ερημοποίηση (Lowe & Walker 2014, 431)

Συγκεκριμένα, στην περιοχή της Ασίας η εξασθένηση των μουσώνων έφερε μείωση των υδάτινων μαζών και εκτεταμένη ξηρασία, που επηρέασε την κοιλάδα του Ινδού ποταμού και την βασισμένη στην καλλιέργεια οικονομία των εκάστοτε περιοχών. Στην Αφρική, μεγάλες εκτάσεις έγιναν έρημοι, καθώς τα υγρά ως τότε οικοσυστήματα υποχώρησαν και οι λίμνες συρρικνώθηκαν. Η Σαχάρα, που ήδη δεν ήταν πια τόσο «πράσινη» με το επεισόδιο αυτό προσέγγισε περισσότερο τις σύγχρονες συνθήκες ερήμου (deMenocal 2001). Αναφορικά με την Ευρώπη, βόρεια και κεντρικά υπήρξε μεγάλη μεταβλητότητα στο κλίμα, όπου εκτός από το ψύχος, υπήρχαν και υγρότερες φάσεις κατά περιοχές, ενώ επίσης παρατηρήθηκαν αλλαγές στους υδροτόπους και στα δάση (Magny et al. 2009). Στο Νότο και στη Μεσόγειο, η μείωση των βροχοπτώσεων και η έντονη ξηρασία μείωσε την γεωργική δραστηριότητα και οι πληθυσμοί έπρεπε συχνά να έρθουν αντιμέτωποι με μειωμένες σοδειές (Finné et al., 2011).

Η στάθμη της θάλασσας ήδη είχε φτάσει τότε περίπου στα σημερινά επίπεδα, παρότι με το επεισόδιο αυτό υπήρξαν τοπικές μεταβολές, ιδιαίτερα σε παράκτιες περιοχές, χωρίς να επηρεαστεί ιδιαίτερα απ' το επεισόδιο του 4200 BP (Lambeck et al., 2014). Η βλάστηση, απ' την άλλη επηρεάστηκε δραματικά, καθώς υποχώρησαν τα δάση, αλλά αυξήθηκαν τα είδη που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία. Η μείωση υδροτόπων έφερε αλλαγές στο τοπίο της γεωργίας και στη χρήση γης, ενώ στην ανατολική Μεσόγειο συγκεκριμένα μειώνεται η πυκνή βλάστηση με δέντρα και εγκαταλείπονται εκτάσεις καλλιέργειας λόγω ξηρασίας (Finné et al., 2011).

Αναφορικά με την ανθρώπινη δραστηριότητα, θα γίνει εκτεταμένη αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο. Εντούτοις, πρέπει να σημειωθεί ότι στο κλιματικό αυτό επεισόδιο, ανάμεσα σε άλλους παράγοντες, αποδίδεται η κατάρρευση πληθυσμών, ή ακόμα και ολόκληρων αυτοκρατοριών (Ακκαδική αυτοκρατορία – deMenoca 2001, Bradley 2025). Σε γενικές γραμμές, το γεγονός αυτό συνέπεσε με σημαντικούς κοινωνικούς

μετασχηματισμούς, χωρίς να σημαίνει και πάλι ότι το κλίμα διαμόρφωσε τις κοινωνικές αλλαγές ως υπεραπλουστευμένη σχέση αιτίας-αποτελέσματος. Το κλιματικό σοκ του 4200 BP ενδεχομένως να επιτάχυνε κοινωνικούς μετασχηματισμούς σε ήδη ευάλωτα συστήματα.

5.6 Ύστερο Ολόκαινο

Η ύστερη φάση του Ολόκαινου μετά το 2200π.Χ. και έως σήμερα δεν χαρακτηρίζεται από κλιματική σταθερότητα. Είναι μια μεταβατική περίοδος από τη σχετική σταθερότητα της κλιματικού βέλτιστου, προς ένα ψυχρότερο, ασταθές, και ανθρωπογενές σύστημα (Luterbacher et al. 2012). Η υγρασία σιγά σιγά ανέκαμψε, αλλά οι βροχοπτώσεις έγιναν πιο ανομοιόμορφες, δημιουργώντας εναλλαγές ανάμεσα σε ξηρές περιόδους και σύντομα υγρά επεισόδια. Ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου, η εποχικότητα εντείνεται, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πλημμύρες, διάβρωση εδαφών και εναλλαγή με ξηρασία (Lowe & Walker 2014). Στο Αιγαίο η ξηρασία είναι ακόμα πιο έντονη και συνδέεται με τις αλλαγές στον Βόρειο Ατλαντικό και σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Ακόμα, συνεπώς, κι αν φαίνεται να είναι τοπικό φαινόμενο, η ξηρότητα της Μεσογείου συσχετίζεται με μετατοπίσεις στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία (Noti et al. 2024). Η βλάστηση μεταβάλλεται ανάλογα με τη μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων, όπως είναι αναμενόμενο. Η στάθμη της θάλασσας σταθεροποιείται σχεδόν πλήρως, με μικρές διακυμάνσεις μικρότερες του μέτρου σε τοπικό επίπεδο.

Σε επίπεδο ανθρώπινων κοινωνιών, και πάλι τονίζεται ότι το κλίμα αποτελεί κινητήρια δύναμη για την αντιμετώπιση των κατά περιόδους και περιοχές κρίσεων, χωρίς να αποτελεί μοναδική αιτία των αλλαγών. Οι εναλλαγές πλημμυρών και ξηρασίας επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγή, αλλά και ευνοούν τις μετακινήσεις πληθυσμών. Παρατηρούνται αλλαγές στις πρακτικές καλλιέργειας, όπως ανάπτυξη αρδευτικών συστημάτων, αλλά και αλλαγές στην κοινωνική οργάνωση, ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσεων (deMenocal 2001).

Σε αυτό το στάδιο πρέπει να αναφερθεί και ένα ψυχρό επεισόδιο που συμπίπτει με το τέλος της Ύστερης Εποχής Χαλκού στο Αιγαίο και την αρχή της πρώιμης εποχής Σιδήρου (Iron Age Cold Epoch – 1200π.Χ – 500μ.Χ.). Οι θερμοκρασίες έπεσαν στο Βόρειο ημισφαίριο, και η αστάθεια συνεχιζόταν, επιδρώντας κυρίως πάνω στη βλάστηση, όπου έχουμε την επέκταση κωνοφόρων σε χαμηλότερα υψόμετρα, την μείωση των θερμόφιλων ειδών στη Βόρεια Ευρώπη και την υποχώρηση της μεσογειακής ξηρόφιλης βλάστησης

(Wanner et al. 2008, Bond et al, 1997). Οφείλεται ενδεχομένως στην χαμηλότερη ηλιακή δραστηριότητα, στις αλλαγές της κυκλοφορίας του Βόρειου Ατλαντικού και στην αυξημένη ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί μεμονωμένο ψυχρό επεισόδιο, καθώς περικλείει διάσπαρτες ψυχρές ανωμαλίες του ύστερου Ολόκαινου. Παρόλα αυτά θα συζητηθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο, καθώς διερευνάται αν συσχετίζεται με μαζική κατάρρευση πληθυσμών στην Ανατολική Μεσόγειο (Knapp et al. 2016), συμπεριλαμβανομένου και του Μυκηναϊκού πολιτισμού.

Ακολούθησαν κι άλλες διακυμάνσεις του κλίματος, συμπεριλαμβανομένου και του θερμού Roman Optimum (2200-1550 BP), της πολύ ψυχρής περιόδου (Dark Ages Cold Event – Bond 1) 1550 – 1100 χρόνια πριν, με πτώση θερμοκρασίας που συμπίπτει χρονικά με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας και η θερμή περίοδος στον Μεσαίωνα (Medieval Warm Period) το 1100 – 700 BP (Θεοδωρακοπούλου 2009, 77, Θεοδωρακοπούλου 2023, 24)

5.7 Little Ice Age

Η «Μικρή Εποχή Παγετώνων» (Little Ice Age – LIA) δεν αποτέλεσε εποχή παγετώνων με την αυστηρή γεωλογική έννοια. Στην ουσία αποτέλεσε μια παρατεταμένη περίοδο αστάθειας με ψυχρό κλίμα, αλλά με έντονες περιφερειακές μεταβολές. Δεν είχε παγκόσμια ομοιογένεια, αλλά ήταν διαφορετική από περιοχή σε περιοχή. Το χρονικό της πλαίσιο είναι από το 450 ως το 150 BP (1300 – 1850μ.Χ.), με υποπεριόδους διακυμάνσεων. Αφορά κυρίως τα υψηλά γεωγραφικά πλάτη, στον Βόρειο Ατλαντικό, στην Βόρεια Ευρώπη και Βόρεια Αμερική. Σαφής αιτία του επεισοδίου αυτού δεν υπάρχει, παρόλο που συσχετίζεται με την αλατότητα του ωκεανού και την κυκλοφορία της θερμότητας σε αυτόν, δηλαδή μια διαταραχή της AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation) (Broecker 2000).

Η θερμοκρασία έπεσε 0.5–1.5°C σε σχέση με τη θερμή περίοδο στο Μεσαίωνα που προηγήθηκε. Το ψύχος δεν ήταν σταθερό, δημιουργώντας πιο κρύους χειμώνες και πιο ασταθή καλοκαίρια. Οι παγετώνες επεκτάθηκαν, κυρίως στις Άλπεις, και οι καλλιεργήσιμες περιοχές συρρικνώθηκαν, ιδίως στις ορεινές περιοχές. Παρατηρήθηκαν επαναλαμβανόμενοι λιμοί, κυρίως στην Ευρώπη, αυξήσεις στα τρόφιμα και υποσιτισμός των πληθυσμών. Οι ήδη εύάλωτες αγροτικές κοινωνίες πιέστηκαν από αυτό το κλιματικό

στρες, με όλα τα επακόλουθα, όπως οι αναταραχές, η ενίσχυση των ανισοτήτων, η κατάρρευση της οικονομίας και οι διαταραχές στα εμπορικά δίκτυα (Grove 1988, Fagan 2000).

5.8 Επίλογος

Συνοψίζοντας, το Ολόκαινο αποτελεί μια περίοδο κλιματικής αστάθειας, με συνεχείς διακυμάνσεις του κλίματος σε μικρή χρονολογική κλίμακα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των κλιματικών μεταβολών και των ανθρώπινων κοινωνιών είναι αυτονόητη, χωρίς όμως να υπονοείται γραμμική και μονοδιάστατη σχέση αιτίας και αποτελέσματος. Η Νεολιθική επανάσταση, με τη μόνιμη κατοίκηση, την ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, και τις πρώτες σύνθετες κοινωνικές δομές έδωσε ένα έναυσμα για ραγδαίες κοινωνικές εξελίξεις στην ιστορία του ανθρώπου, όπως θα δούμε και σε επόμενα κεφάλαια. Το κλίμα εδώ επίδρασε ως παράγοντας πίεσης, διαμορφώνοντας νέα παραγωγικά μοντέλα και δίκτυα ανταλλαγών. Αργότερα, κατά την Εποχή του Χαλκού, τα επιμέρους ψυχρά επεισόδια έπαιξαν ουσιαστικό ρόλο στην αναδιοργάνωση των κοινωνιών, επιταχύνοντας μετασχηματισμούς στην τεχνολογία, στην οικονομία και στην κοινωνία. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι παρόλο που δεν πρέπει να γίνει αποδεκτή η ντετερμινιστική περιβαλλοντική ερμηνεία της ραγδαίας ανθρώπινης εξέλιξης κατά την περίοδο του Ολόκαινου, πρέπει σίγουρα να ληφθεί υπόψη ότι η μεταβλητότητα, η αστάθεια και ο δυναμικός χαρακτήρας του κλίματος τα τελευταία 12.000 χρόνια αντικατοπτρίζονται απόλυτα στην εξέλιξη των κοινωνιών.

6 Η Ανατολική Μεσόγειος στο Πλειστόκαινο: Η επίδραση του κλίματος στην πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου

6.1 Εισαγωγή

Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το Πλειστόκαινο (2,6 εκατ. έως 11.500 BP) χαρακτηρίζεται από έντονες κλιματικές διακυμάνσεις, οι οποίες επηρέασαν καθοριστικά την ανθρώπινη προσαρμογή, τη γεωγραφική κατανομή των πληθυσμών, τις στρατηγικές επιβίωσης και τελικά τη μετάβαση προς τη γεωργία και τις πρώτες μόνιμες εγκαταστάσεις στην Ανατολική Μεσόγειο. Η περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου λειτουργεί ως ιδιαίτερα κρίσιμη γεωγραφική ζώνη για τη μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ κλίματος και ανθρώπινων κοινωνιών, καθώς αποτελεί σημείο σύνδεσης μεταξύ Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής.

Οι σημαντικότερες κλιματικές φάσεις που εξετάζονται για το ύστερο Πλειστόκαινο είναι η Τελευταία Μεσοπαγετώδης ή Eemian (Last Interglacial, Marine Isotope Stage 5e) (πίνακας ?, κεφάλαιο 4), το μέγιστο της τελευταίας Παγετώδους περιόδου (Last Glacial Maximum -LGM) και η Νεώτερη Δρυάδα (Younger Dryas). Κάθε ένα από αυτά τα κλιματικά ορόσημα συνδέεται με μεγάλες μεταβολές στη θερμοκρασία, στις βροχοπτώσεις, στη στάθμη της θάλασσας και στις οικολογικές συνθήκες, οι οποίες είχαν άμεσο αντίκτυπο στις ανθρώπινες κοινωνίες.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επιχειρηθεί μια προσέγγιση χρονική και χωρική στα συγκεκριμένα κλιματικά γεγονότα που ξεχώρισαν στο Πλειστόκαινο και τη επίδραση είχαν στους πολιτισμούς της Ανατολικής Μεσογείου.

6.2 Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος (Eemian)

Η Τελευταία Μεσοπαγετώδης περίοδος τοποθετείται περίπου μεταξύ 129.000 και 116.000 ετών πριν από σήμερα και θεωρείται μία από τις θερμότερες φάσεις του ύστερου Πλειστοκαίνου. Οι θερμοκρασίες ήταν υψηλότερες από τις σημερινές κατά περίπου 1–3°C σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν 6–9 μέτρα υψηλότερα από σήμερα (Kopp et al., 2009). Οι αλλαγές αυτές συνδέονται με αυξημένη ηλιακή ακτινοβολία στο βόρειο ημισφαίριο λόγω τροχιακών παραμέτρων Milankovitch (Emiliani, 1955).

Ήδη από παλαιότερες περιόδους (300.000 – 200.000 BP) το περιβάλλον ήταν πιο ασταθές και μεταβαλλόμενο, πυροδοτώντας την υιοθέτηση διαφορετικών στρατηγικών και προσαρμογή της τεχνολογίας μέσα στους ανθρώπινους πληθυσμούς της Ανατολικής Αφρικής (Potts et al. 2018). Η περίοδος Eemian που ακολούθησε χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη ανάπτυξη δασών στην Ανατολική Μεσόγειο, αυξημένες βροχοπτώσεις και σημαντική υποχώρηση των παγετώνων και τα παλαιοκλιματικά δεδομένα δείχνουν σχετικά σταθερές και θερμές συνθήκες, οι οποίες ευνόησαν τη διασπορά ανθρώπινων πληθυσμών (Bradley, 2015). Υπάρχει, συνεπώς, σύνδεση του σταδίου αυτού με την είσοδο του *homo sapiens* στην Ευρασία, εντούτοις οι πιο αξιόπιστες ενδείξεις αναφέρονται σε μεταγενέστερα στάδια (MIS 5c – 5a, 100.000 – 40.000 BP) (Müller et al. 2011). Πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι η Μεσοπαγετώδης αυτή εποχή απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί ένα σταθερό καταφύγιο για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Καθώς αποτελεί μια ζώνη μετάβασης, η γεωγραφική αυτή περιοχή είναι ευαίσθητη σε αλλαγές στον Ατλαντικό ωκεανό, στα μοτίβα της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας, ακόμα και μικρής έντασης (Milner et al. 2013). Θα ήταν συνεπώς απλοϊκό να αναφερθεί ότι λόγω θερμού κλίματος, ευνοήθηκε η εξάπλωση του *homo sapiens* στην Ευρώπη. Το κλίμα κατά την Eemian περίοδο ήταν ναί μεν θερμό, αλλά με διακυμάνσεις και τοπικά χαρακτηριστικά, που ασκούσε δημογραφική πίεση, ποιοτικά – ανταγωνισμός με Νεάντερταλ -, ποσοτικά – πληθυσμιακή έξαρση – αλλά και πολιτισμική πίεση, αναφορικά με την τεχνολογία και τα δίκτυα μετακινήσεων (Müller et al. 2011).

6.2.1 Εγγύς Ανατολή

Η Εγγύς Ανατολή αποτέλεσε κομβική περιοχή κατά την Τελευταία Μεσοπαγετώδη, καθώς οι θερμές και υγρές συνθήκες επέτρεψαν την επέκταση δασικών περιβαλλόντων σε περιοχές που αργότερα έγιναν ξηρές (Bar-Yosef 2002). Η αύξηση των βροχοπτώσεων στην Εγγύς Ανατολή και η βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών κατοίκησης και δραστηριότητας ευνόησε την εξάπλωση του *Homo sapiens*. Μπορούμε να συμπεράνουμε με ασφάλεια, επομένως, ότι οι κλιματικές συνθήκες του MIS 5e συνδέονται με σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμών από την Αφρική προς το Λεβάντ. Η περιοχή, με λίγα λόγια, λειτουργούσε ως διάδρομος μεταναστεύσεων λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας νερού αλλά και θηραμάτων.

Σύμφωνα με τους Bar-Yosef και Belfer-Cohen (2001), οι ανθρώπινες κοινωνίες της περιόδου διατήρησαν κυνηγετικές και τροφοσυλλεκτικές οικονομίες, με αυξημένη κινητικότητα και εκμετάλλευση ποικίλων οικολογικών ζωνών. Η ύπαρξη ευνοϊκών περιβαλλοντικών συνθηκών επέτρεψε μεγαλύτερη πληθυσμιακή πυκνότητα και πιο σταθερή εγκατάσταση σε ορισμένες περιοχές του Λεβάντ. Κατά περιοχές βέβαια, η υγρασία είχε αποκλίσεις, ιδιαίτερα στην περιοχή της Νεκράς Θάλασσας, κυρίως λόγω της μουσωνικής δραστηριότητας. Τα κυματικά αυτά φαινόμενα δημιουργούν ένα προσωρινό οικολογικό μονοπάτι από την Αφρική προς το Λεβάντ, αλλά σε μικρά χρονικά παράθυρα, κι όχι σαν συνεχόμενη μετακίνηση. Το περιβάλλον δεν ήταν απόλυτα φιλόξενο, αλλά χαρακτηριζόταν από εναλλαγές, κάνοντας την περιοχή να λειτουργεί περισσότερο σαν φίλτρο μετακίνησης πληθυσμών, παρά σαν λίκνο σταθερών οικονομιών – κοινωνιών (Palchan et al. 2015).

Χαρακτηριστική θέση της περιοχής στη συγκεκριμένη περίοδο είναι το σπήλαιο Qafzeh, όπου προκύπτει το παράδοξο της ύπαρξης *homo sapiens* πληθυσμών, αλλά με εργαλεία Νεάντερταλ (Frumkin & Comay 2021, Vandermeersch & Ofer Bar-Yosef, 2019). Η χρήση της Μουστερίας τεχνολογίας από πρώιμους *homo sapiens*, είναι ενδεικτική όχι μόνο της συνύπαρξης Νεάντερταλ και *homo sapiens* στην περιοχή, αλλά και συμβολικής διάστασης στις συγκεκριμένες ταφικές πρακτικές.

Με λίγα λόγια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η περιοχή της Εγγύς Ανατολής αποτέλεσε μια γέφυρα από την Αφρική προς την Ευρασία, που δεν άνοιξε όμως κατά το στάδιο 5e, παρόλο που εξαρτιόταν από τις κλιματικές διακυμάνσεις. Η χλωρίδα που επεκτάθηκε σε ξηρότερες ως τότε ζώνες, η υγρασία και οι μάζες νερού έσπρωξαν τις μετακινήσεις των πληθυσμών, σε κυματικό ρυθμό και όχι συνεχή (Bar-Yosef 2011)

6.2.2 Αιγαίο

Στην περιοχή του Αιγαίου, η Τελευταία Μεσοπαγετώδης είχε διάρκεια από το 127.000 έως το 112.000 BP. Αναφορικά με την βλάστηση, εξαπλώθηκαν τα μεσογειακά θερμόφιλα φυτά, όπως η ελιά και ο σχίνος (Θεοδωρακοπούλου 2020, 76). Η αυξημένη υγρασία και η ανάπτυξη μεσογειακών δασών δημιούργησαν ευνοϊκές συνθήκες για ανθρώπινη εγκατάσταση και κινητικότητα. Το Αιγαίο λειτούργησε ως «κλιματικό καταφύγιο» (refugium) κατά τις διακυμάνσεις του ύστερου Πλειστοκαίνου. Μικρές αλλαγές στο κλίμα, δημιουργούν μεγάλες αλλαγές σε βλάστηση, αλλά και στην θάλασσα

κάνοντας το Αιγαίο ένα δυναμικό πεδίο με έντονη αστάθεια (Tzedakis 2007). Η υψηλή στάθμη της θάλασσας είχε σημαντική γεωμορφολογική επίδραση. Πολλές παράκτιες περιοχές και χαμηλά πεδία κατακλύστηκαν, ενώ αρκετά νησιά απέκτησαν μορφή παρόμοια με τη σημερινή (Lambeck 1996). Χαμηλές πεδιάδες σημερινών παράκτιων περιοχών ήταν βυθισμένες, ενώ, υπήρχαν στενότερα θαλάσσια περάσματα στο Αιγαίο, κάνοντας το πιο κλειστό, με διαφορετική γεωγραφία.

Στον Ελλαδικό χώρο ξεχωρίζει η θέση στο σπήλαιο Απήδημα στα ΒΔ της Αρεόπολης στη Μάνη, που συσχετίζει παλαιοκλιματικά δεδομένα με αρχαιολογικά. Η περιοχή της Μάνης είχε μεγάλες διακυμάνσεις της θάλασσας, που προκάλεσαν διάβρωση των αποθέσεων. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε αποκάλυψε σημαντικά ανθρωπολογικά ευρήματα, ανάμεσα στα οποία ένα κρανίο *homo sapiens* 200.000 BP, που το καθιστά το αρχαιότερο του είδους του στην Ευρασία, και ένα κρανίο Νεάντερταλ 170.000 BP (Θεοδωρακοπούλου 2023, 75). Στις αρχές του MIS 5e ανήκουν και τα αποτυπώματα ανθρώπινων ποδιών στη σπήλαιο Θεόπετρας στη Θεσσαλία. Πρόκειται από πόδια ανηλίκων ατόμων (8 ετών περίπου), και θεωρούνται τα αρχαιότερα ανθρώπινα ίχνη στην Ευρώπη (Θεοδωρακοπούλου 2023, 77).

Η ύπαρξη αρχαιολογικών δεδομένων στην περιοχή του Αιγαίου κατά την Τελευταία Μεσοπαγετώδη περίοδο, δεδομένων των αντικειμενικών ανασταλτικών παραγόντων της έρευνας σε τέτοια χρονολογική κλίμακα, είναι ένδειξη ότι οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές για την ανθρώπινη εγκατάσταση και δραστηριότητα.

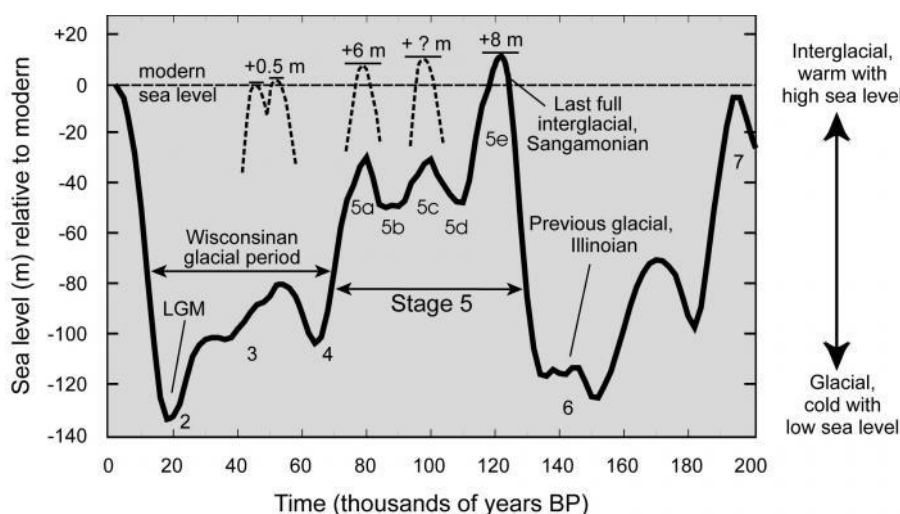
6.2.3 Σύνοψη

Το υγρό, θερμό κλίμα της περιόδου, σε συνδυασμό με την υψηλότερη από σήμερα στάθμη της θάλασσας επηρέασαν την μετακίνηση και την εγκατάσταση των ανθρώπων στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, τόσο των Νεάντερταλ, όσο και των πρώιμων *homo sapiens*, που μετακινούνταν κατά κύματα προς την Ευρασία. Η ανάπτυξη της θαμνώδους βλάστησης και η επέκταση των δασών, σε συνδυασμό με σταθερούς υδάτινους πόρους δημιούργησαν πλούσια οικοσυστήματα στην περιοχή, καθιστώντας τη μια σημαντική γέφυρα μεταξύ των τριών ηπείρων.

6.3 Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο – Last Glacial Maximum (LGM)

Το Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο (Last Glacial Maximum) χρονολογείται περίπου μεταξύ 22.000 και 18.000 ετών πριν από σήμερα και αντιπροσωπεύει την ψυχρότερη φάση του τελευταίου παγετώδους κύκλου (Clark et al., 2009). Οι παγκόσμιες θερμοκρασίες ήταν σημαντικά χαμηλότερες, ενώ τεράστιες ποσότητες νερού ήταν δεσμευμένες σε παγετώνες, προκαλώντας πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά περίπου 120–130 μέτρα (Lambeck et al., 2014).

Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η εκτεταμένη παγετωνική κάλυψη μετατόπισε τις ατμοσφαιρικές κυκλοφορίες, οδηγώντας σε ψυχρότερες και ξηρότερες συνθήκες στη Μεσόγειο (Broccoli και Manabe 1987). Η μείωση των βροχοπτώσεων είχε άμεσο αντίκτυπο στη βλάστηση και στη διαθεσιμότητα πόρων. Στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, όπως και σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη που επηρέασε το LGM, πέρα από τις βροχοπτώσεις και την χλωρίδα, ιδιαίτερο αντίκτυπο είχε η υποχώρηση της θαλάσσιας στάθμης, έως και 120 μέτρα κάτω από τα σημερινά επίπεδα.



Εικόνα 5: Η στάθμη της θάλασσας τα τελευταία 200.000 χρόνια
(<https://courses.ems.psu.edu/earth107/book/export/html/1496>)

6.3.1 Εγγύς Ανατολή

Η Εγγύς Ανατολή επηρεάστηκε έντονα από την ψυχρή και ξηρή φάση του LGM. Οι λίμνες συρρικνώθηκαν, οι βροχοπτώσεις μειώθηκαν και πολλές περιοχές υπέστησαν εκτεταμένη ξηρασία (Wright, 1993). Το κλιματικό στρες οδήγησε τη μετατόπιση της βλάστησης σε στέπες, με περιορισμό των πόρων και επομένως οι ανθρώπινοι πληθυσμοί

συγκεντρώθηκαν σε περιβαλλοντικά καταφύγια με πρόσβαση σε νερό και βιολογικούς πόρους, όπως η κοιλάδα του Ιορδάνη και ορισμένες παράκτιες περιοχές του Λεβάντ. Οι πληθυσμιακές μετακινήσεις κατά το LGM συνδέονται με αναζήτηση πιο σταθερών οικοσυστημάτων. Οι ανθρώπινες ομάδες φαίνεται να περιόρισαν την κινητικότητα τους σε ορισμένες περιοχές, αναπτύσσοντας ημιμόνιμες εγκαταστάσεις. Η συγκέντρωση πληθυσμών στις περιορισμένες εύφορες ζώνες πιθανόν ενίσχυσε τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, αλλά και την εντατικοποίηση της κινητικότητας. Δεν υπήρξαν μεγάλες μετακινήσεις πληθυσμών, αλλά μικρής κλίμακας και ανά περιόδους. Μετά το τέλος του LGM, η βελτίωση του κλίματος και η αύξηση των πόρων ενδέχεται να πυροδότησε την ημιμόνιμη εγκατάσταση και την έννοια της διεκδίκησης των εδαφών, που έβαλαν τα θεμέλια της κοινωνικής διαφοροποίησης πριν την εδραίωση της γεωργίας (Bar-Yosef 1998).

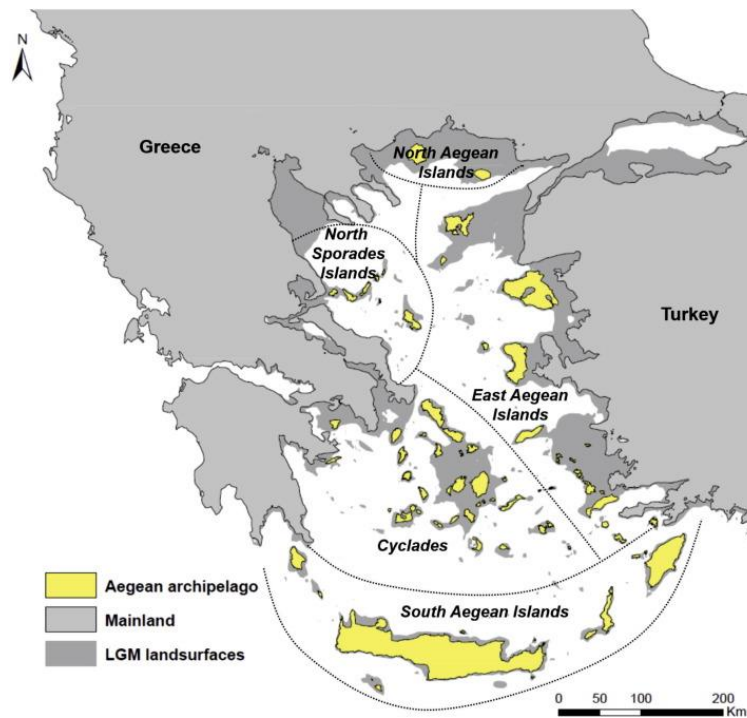
Οι κοινωνίες της ύστερης Επιπαλαιολιθικής, όπως το Wadi al-Hasa ανέπτυξαν πιο σύνθετες στρατηγικές επιβίωσης, συμπεριλαμβανομένης της εντατικής συλλογής άγριων δημητριακών και της διαφοροποίησης των διατροφικών πόρων. Η προσαρμογή αυτή θεωρείται πρόδρομος των οικονομικών πρακτικών που αργότερα οδήγησαν στη γεωργία. Εντούτοις, δε μιλάμε για μόνιμη κατοίκηση, αλλά για περιοδική παραμονή και επαναλαμβανόμενη χρήση εκτάσεων (Olszewskiv& al-Nahar 2016).

6.3.2 Αιγαίο

Η πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά το LGM μεταμόρφωσε ριζικά το τοπίο του Αιγαίου. Σύμφωνα με τον Lambeck (1996), μεγάλες εκτάσεις της σημερινής υφαλοκρηπίδας ήταν τότε ξηρά, δημιουργώντας χερσαίες γέφυρες μεταξύ νησιών και ηπειρωτικών περιοχών. Η γεωμορφολογική αυτή αλλαγή είχε καθοριστική σημασία για τις μετακινήσεις πληθυσμών. Περιοχές που σήμερα είναι νησιά ήταν τότε ενωμένες ή βρίσκονταν σε πολύ μικρότερη απόσταση μεταξύ τους. Αυτό πιθανόν διευκόλυνε τη μετακίνηση κυνηγετικών ομάδων και την εκμετάλλευση εποχιακών πόρων.

Παρά τις ψυχρές συνθήκες, το νότιο Αιγαίο διατήρησε σχετικά ήπιο κλίμα συγκριτικά με τη βόρεια Ευρώπη, λειτουργώντας ως περιβαλλοντικό καταφύγιο. Οι άνθρωποι πληθυσμοί προσαρμόστηκαν με εντατικότερη εκμετάλλευση μικρών ζώων, θαλάσσιων πόρων και κινητικών στρατηγικών (Tzedakis 2007). Οι στρατηγικές επιβίωσης χαρακτηρίζονται από αυξημένη κινητικότητα, ευέλικτη εκμετάλλευση οικοσυστημάτων

και πιθανή εποχική μετακίνηση μεταξύ παράκτιων και εσωτερικών περιοχών, που βέβαια δεν ήταν εύκολη. Δυστυχώς τα αρχαιολογικά δεδομένα είναι ελάχιστα, καθώς οι περισσότερες παράκτιες θέσεις του LGM βρίσκονται σήμερα κάτω απ' το επίπεδο της θάλασσας (van Andel & Shackleton 1982).



Εικόνα 6: Η Ελλάδα κατά το Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018217301190>)

Στον Ελλαδικό χώρο, το σπήλαιο Φράγχθι στην Αργολίδα κατοικείται, με την ακτογραμμή να βρίσκεται πολύ πιο μακριά απ' ό,τι σήμερα. Η περιοχή ήταν ξηρή και ψυχρή, τύπου στέπας και το σπήλαιο κατοικείται από ομάδες κυνηγών – τροφосуλλεκτών, όχι συνεχόμενα αλλά σίγουρα επαναλαμβανόμενα. Παρεμφερή δεδομένα έχουμε κι από το σπήλαιο Θεόπετρας στην Θεσσαλία, μία από τις πιο σημαντικές θέσεις της εποχής του λίθου στην Ελλάδα, λόγω συνεχούς κατοίκησης. Η έρευνα που έχει γίνει στο σπήλαιο Θεόπετρας σε σχέση με το παλαιοκλίμα δείχνει ότι ο πληθυσμός αυξομειωνόταν ανάλογα με τις θερμές και τις ψυχρές εποχές, ενώ οι ενδείξεις των εναλλαγών αυτών είναι ενδεχομένως οι Νοτιότερες της Ευρώπης, με έντονη την παρουσία παγετώνων κατά το Πλειστόκαινο, πράγμα που εντοπίζεται και στις παγετωνικές φάσεις στα ιζήματα του σπηλαίου. Κοντολογίς, το σπήλαιο παίζει το ρόλο καταφυγίου μικρών ομάδων κυνηγών –

τροφοσυλλεκτών, με προσαρμογή σε κλιματικά γεγονότα. Ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα των μεταγενέστερων ερευνών, είναι τα ίχνη λίθινου τοίχου στο άνοιγμα του σπηλαίου, που υπολογίζεται περίπου στο 21000 BP (χρονολόγηση με οπτική φωταύγεια ιζημάτων στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος») και είναι το παλαιότερο δείγμα οικοδομικής κατασκευής στην Ευρώπη και από τα παλαιότερα στον κόσμο (Κυπαρίσση - Αποστολικά 2000, Karkanis 2001).

6.3.3 Σύνοψη

Στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου κατά το κλιματικό στάδιο του Μεγίστου της Τελευταίας Παγετώδους, βασικός πρωταγωνιστής είναι το θαλάσσιο τοπίο. Η υποχώρηση της θαλάσσιας στάθμης μετέτρεψε το Αιγαίο από πέλαγος, σε μια μάζα ξηράς, με μεγάλα παράκτια πεδία, μεγαλώνοντας τα νησιά και εκθέτοντας μεγάλες υφαλοκρηπίδες σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο.

Μικρές ομάδες κυνηγών – τροφοσυλλεκτών κυριαρχούσαν στο τοπίο, καθώς υπήρχε έντονη εποχική κινητικότητα και επαναλαμβανόμενη χρήση και σπηλαίων, και υπαίθριων εκτάσεων. Το κλίμα δημιούργησε πίεση περιβαλλοντική, που πυροδότησε καταφύγια (refugia) στην περιοχή Λεβάντ, αλλά και τεχνολογική προσαρμογή και συνύπαρξη homo sapiens και Νεάντερταλ. Η συγκεκριμένη περιοχή αποτέλεσε πέρασμα των πληθυσμών, του οποίου η διαθεσιμότητα εξαρτιόταν κυρίως από τις κλιματικές μεταβολές μέσα στο LGM.

Το Μέγιστο της τελευταίας Παγετώδους αποτέλεσε εποχή προσαρμογής και κινητικότητας στην Ανατολική Μεσόγειο. Να το αναγάγουμε σαν προάγγελο της γεωργίας ή της κοινωνικής οργάνωσης θα ήταν απλοϊκό, καθώς ο χαρακτηρισμός αυτός θα αδικούσε την ανεξαρτησία του σαν ένα κλιματικό γεγονός τεσσάρων χιλιετιών που επέδρασε ξεχωριστά πάνω στους πληθυσμούς της Ανατολικής Μεσογείου.

6.4 Νεότερη Δρυάς (Younger Dryas)

Η ονομασία Younger Dryas προέρχεται από το αρκτικό-αλπικό φυτό Dryas Octopetala, του οποίου απολιθωμένα φύλλα και γύρη βρέθηκαν σε στρώματα ιζημάτων της περιόδου αυτής στην Ευρώπη. Ο όρος “Younger” χρησιμοποιήθηκε για να διακριθεί αυτή η ψυχρή περίοδος από τις παλαιότερες ψυχρές φάσεις που ονομάστηκαν Older Dryas και Oldest Dryas (Peteet 2009). Στην Ανατολική Μεσόγειο, το ψυχρό φαινόμενο της Younger

Dryas (12.900 – 11.700 BP) είχε έντονη επίδραση, καθώς μειώθηκε η υγρασία και οι εποχικές βροχοπτώσεις αποσταθεροποιήθηκαν. Κατά συνέπεια μειώθηκε και η εποχική ροή των ποταμών και των λιμνών, καθώς διαταράχθηκαν τα υδρολογικά συστήματα (Bradley, 2015). Η έντονη αυτή μεταβολή στην κυκλοφορία της υγρασίας επηρεάζει τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη δραστηριότητα.

6.4.1 Εγγύς Ανατολή

Στην περιοχή του Λεβάντ, η Younger Dryas είναι μια κρίσιμη μεταβατική φάση, καθώς ο άνθρωπος περνάει από το τροφοσυλλεκτικό στάδιο στις πρώτες μορφές καλλιέργειας. Χαρακτηριστικός είναι ο Νατούφιος πολιτισμός, που συμπίπτει με την ψυχρή αυτή περίοδο. Η οικονομία του δεν είναι γεωργική, εντούτοις οι οικισμοί άρχισαν να γίνονται πιο μόνιμοι, αν και βασίζονταν στο κυνήγι και στην συλλογή τροφής (Bar – Yosef 2002). Το κλιματικό καθεστώς της Younger Dryas επέφερε περιβαλλοντικό στρες, με αποτέλεσμα την κατάρρευση της παραγωγικότητας κάποιων ειδών, ανάμεσά τους και τα άγρια δημητριακά. Η δημογραφική αύξηση επέφερε πίεση στους πόρους, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται τα πρώτα στάδια «προετοιμασίας» για την εξημέρωση φυτών και ζώων. Με τις στρατηγικές αυτές, διαμορφώθηκαν και νέα εργαλεία και όπλα, πιο σύνθετα. Κατά περιοχές, οι Νατούφιοι πληθυσμοί έγιναν πιο νομαδικοί, βασιζόμενοι στην εποχικότητα των φυσικών πόρων (Bar – Yosef 1998).

Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και η έρευνα στη θέση Abu Hureya στην βόρεια Συρία (Moore & Hillman 2017). Ο πληθυσμός της θέσης αναγκάστηκε να αλλάξει τρόπο επιβίωσης, λόγω του στρες στο σύστημα διατροφής. Η αποσταθεροποίηση, δηλαδή, του συστήματος κινητοποίησε την προσαρμοστικότητα του πληθυσμού, με αποτέλεσμα την εντατικοποίηση της συλλογής και σταδιακά την πρώιμη καλλιέργεια. Και πάλι κυριαρχεί το γραμμικό μοντέλο κλιματικό σοκ – περιβαλλοντική πίεση – δημογραφική κρίση – προσαρμογή – γεωργία.

Δε θα ήταν ακριβές, εντούτοις, να περιοριστεί η αρχή της καλλιέργειας γεωγραφικά και χρονικά στις θέσεις του Νατούφιου πολιτισμού, ούτε και ποιοτικά στις εσωτερικές διεργασίες συγκεκριμένου πληθυσμού. Η γεωργία, ουσιαστικά, εμφανίζεται ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικού και δημογραφικού στρες (Bar-Yosef 2017, Bar-Yosef 2002). Διαφορετικές περιοχές και διαφορετικοί πληθυσμοί αντιμετώπισαν διαφορετικές πιέσεις.

Άρα, παρόλο που μιλάμε για το ίδιο κλιματικό φαινόμενο, την Younger Dryas, κάθε περιοχή ανταποκρίνεται με διαφορετικό τρόπο (Bar-Yosef 2011).

Εντούτοις, σ' αυτό το σημείο, κατά τη γνώμη μου, υπερτονίζεται ο ντετερμινιστικός χαρακτήρας του κλίματος ως γραμμικό αίτιο της πολιτιστικής εξέλιξης. Ναι μεν το ψυχρό αυτό επεισόδιο αποτελεί στρεσογόνο παράγοντα, αλλά όχι μονόπλευρη εξήγηση της Νεολιθικής επανάστασης που ξεκίνησε με την απαρχή της γεωργίας. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι το κλιματικό σοκ της Younger Dryas εντατικοποίησε την αξιοποίηση των φυσικών πόρων, ευνόησε τις μετακινήσεις σε πιο σταθερές εκτάσεις και πυροδότησε τον πειραματισμό στη διαχείριση φυτών και στην προετοιμασία του εδάφους. Όμως δεν αποτέλεσε τον μοναδικό παράγοντα της νεολιθικοποίησης, και αυτό φαίνεται και από τις τοπικές διαφοροποιήσεις, και από τις χρονικές διακυμάνσεις. Οι κοινωνικοί και πολιτισμικοί παράγοντες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην απαρχή της γεωργίας και στη Νεολιθική επανάσταση, μέσα σ' ένα στρεσογόνο κλιματικό καθεστώς (Wright 1993).

Νεότερες έρευνες (Hartman et al. 2016) δείχνουν ότι η Younger Dryas δεν είχε την ίδια ξηρασία σε όλες τις περιοχές, με αποτέλεσμα να καταρρέει η γραμμική εξήγηση κρύο – ξηρασία – κατάρρευση οικοσυστημάτων – γεωργία. Η διακύμανση της θερμοκρασίας επηρέασε σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό την βλάστηση και την παραγωγικότητα της τροφής, πράγμα επόμενο για ένα ψυχρό κλιματικό φαινόμενο όπως η Younger Dryas, αλλά οι βροχοπτώσεις ενδεχομένως δε μειώθηκαν τόσο ώστε να προκαλέσουν σοκ ξηρασίας. Έτσι, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι η Younger Dryas δεν προκάλεσε ερημοποίηση, αλλά μεταβολές στην εποχικότητα, που ενεργοποίησε νέες στρατηγικές προσαρμογής και επιβίωσης.

Άλλωστε, το ντετερμινιστικό μοντέλο της κατάρρευσης πληθυσμών λόγω κλιματικής αλλαγής δεν είναι πλέον αρκετό για να εξηγήσει τις πολυπαραγοντικές διεργασίες σε μια σύνθετη κοινωνία. Η ανθεκτικότητα και η προσαρμοστικότητα των πληθυσμών της Εγγύς Ανατολής είναι ενδεικτικές στο πλαίσιο αυτό, καθώς στην έρευνα εισάγεται πλέον ο όρος των «κύκλων προσαρμογής» (adaptive cycles). Το νέο μοντέλο προσαρμογής περιλαμβάνει στάδια μέσα στους κύκλους προσαρμογής, δηλαδή την ανάπτυξη, τη σταθερότητα, την κρίση και την αναδιοργάνωση. Με λίγα λόγια, η αποδοτική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων επιφέρει σταθερότητα, αλλά και μείωση της προσαρμοστικότητας. Με την μεταβολή του συστήματος (π.χ. ένα ψυχρό κλιματικό σοκ),

το σύστημα έρχεται σε ρήξη, που με τη σειρά της οδηγεί στην αναδιοργάνωση και στην καινοτομία (Rosen & Rivera-Collazo 2011). Κατά συνέπεια, όσο πιο σταθεροί είναι οι πληθυσμοί, και όσο πιο εξαρτημένοι είναι από τους φυσικούς πόρους, τόσο πιο ευάλωτοι είναι σε ένα κλιματικό ή περιβαλλοντικό σοκ.

6.4.2 Αιγαίο

Η φάση της Younger Dryas ήταν ιδιαίτερα έντονη κυρίως στις ηπειρωτικές περιοχές του Ελλαδικού χώρου (Θεοδωρακοπούλου 2009, 68). Τα παλαιοκλιματικά δεδομένα δείχνουν πτώση θερμοκρασίας, όχι τόσο ακραία όσο στη Βόρεια Ευρώπη, ενώ οι βροχοπτώσεις εμφάνισαν διακυμάνσεις (Wagner et al. 2009).

Η κατοίκηση στην περιοχή του Αιγαίου στην Ύστερη Παλαιολιθική είναι από μικρές, νομαδικές ομάδες κυνηγών – τροφοσυλλεκτών, κυρίως σε σπήλαια, κι όχι τόσο σε υπαίθριες θέσεις. Ένα από αυτά είναι και το σπήλαιο Φράγχθι, που προαναφέρθηκε. Η συνεχής κατοίκηση και στη διάρκεια της Younger Dryas, παρόλο που η στάθμη της θάλασσας έχει κατέβει, δείχνει την προσαρμοστικότητα του πληθυσμού στο κλίμα. Στο στάδιο 2 της κατοίκησης, στις τελικές φάσεις της Younger Dryas, το κυνήγι εντατικοποιήθηκε, ενώ υπάρχουν ενδείξεις μικρής κλίμακας αλιείας και συλλογής οστρέων, αλλά και εκμετάλλευσης άγριων φυτών, όπως όσπρια, ξηροί καρποί και άγρια δημητριακά – η αρχαιότερη ένδειξη στον Ελλαδικό χώρο ως τότε (Jacobsen 1981, 306).

Αντίστοιχα είναι και τα αρχαιολογικά δεδομένα από το σπήλαιο της Θεόπετρας στη Θεσσαλία, όπου η στρωματογραφία δείχνει επαναλαμβανόμενη κατοίκηση, από μικρές ομάδες που επιστρέφουν περιοδικά, χωρίς να είναι απαραίτητα μόνιμες. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το σπήλαιο λειτουργεί ως καταφύγιο (refugium), με μεταβολές στη λιθοτεχνία και στα εργαλεία, ώστε να υπάρχει ανταπόκριση στο κλιματικό στρες (Κυπαρίσση - Αποστολικά 2000). Αξιοσημείωτο είναι πως στο σπήλαιο Θεόπετρας βρέθηκαν ίχνη της Younger Dryas του τελευταίου σύντομου ψυχρού επεισοδίου για πρώτη φορά στη Μεσόγειο (Karkanas 2001).

Η τομή που έφερε η Younger Dryas μεταξύ της Ύστερης Παλαιολιθικής και Μεσολιθικής στον Ελλαδικό χώρο δεν είχε τα καινοτόμα αποτελέσματα που είδαμε στην αντίστοιχη περίοδο στην περιοχή της Εγγύς Ανατολής. Στο Αιγαίο, οι πληθυσμοί αναδιοργανώνονται σε σπήλαια και σε σταθερά οικολογικά καταφύγια, με προσαρμογή στην οικονομία και στην τεχνολογία, λόγω των περιορισμένων πόρων. Το κλιματικό αυτό

γεγονός δε δημιουργεί πολιτισμική ρήξη, αλλά δημογραφική πίεση, αντίστοιχη με άλλες περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, και γεωγραφική ανακατανομή των πληθυσμών.

6.4.3 Σύνοψη

Το κλιματικό επεισόδιο της Younger Dryas στην Ανατολική Μεσόγειο θεωρείται δοκιμασία προσαρμογής σε ένα ψυχρό και ξηρό σοκ που επιφέρει στο περιβάλλον. Πρέπει να σημειωθεί ότι γεωγραφικά δεν είναι ομοιόμορφο, κι ότι υπάρχουν διακυμάνσεις και στη θερμοκρασία, αλλά κυρίως στην ξηρασία, μετατρέποντας τα επιμέρους περιβάλλοντα σε δυναμικά οικοσυστήματα που επηρεάζουν και επηρεάζονται από τον άνθρωπο.

Στην Εγγύς Ανατολή, οι Νατούφιοι πληθυσμοί προσαρμόστηκαν στην περιβαλλοντική πίεση και στην δημογραφική κρίση, τόσο με εποχικές μετακινήσεις και βέλτιστη εκμετάλλευση των εύφορων περιοχών, όσο και με εντατικοποίηση της παραγωγικότητας, και στροφή σε πρώιμες στρατηγικές γεωργίας. Εδώ βρίσκονται τα πρώτα στάδια της Νεολιθικής επανάστασης, που διήρκησαν πολλούς αιώνες ή και χιλιετίες, και έβαλαν τα θεμέλια για ποιο σύνθετες κοινωνικές δομές, όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο. Στην περιοχή του Αιγαίου, η εικόνα είναι διαφορετική, καθώς εδώ δεν έχει επέλθει ακόμα η καινοτομία στην εκμετάλλευση του εδάφους. Υπάρχει δημογραφική συρρίκνωση και μετακινήσεις πληθυσμών προς καταφύγια, όπως τα σπήλαια.

6.5 Επίλογος

Το κλίμα ως μοναδικός παράγοντας αλλαγής (climatic forcing) είναι μια απλουστευμένη εξήγηση. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη επιμέρους παράγοντες, προκειμένου να γίνει η αρχαιολογική ερμηνεία πιο ανοιχτή σε περαιτέρω διεργασίες. Καταρχάς, η ανομοιομορφία των μεθόδων προσαρμογής γεωγραφικά και ποιοτικά είναι ένας δείκτης της πολυσύνθετης διαδικασίας της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού. Παράλληλα, ο ντετερμινιστικός χαρακτήρας του climate forcing δεν δίνει την απαραίτητη σημασία σε κοινωνικές και οικονομικές επιλογές των εκάστοτε πληθυσμών. Τρίτον, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να εντατικοποιηθούν νέες έρευνες που δείχνουν διαφορετικά κλιματικά δεδομένα, που αναδεικνύουν την ποικιλομορφία της Younger Dryas, άρα και την ποικιλομορφία στην προσαρμογή σε αυτή από τους πληθυσμούς της Λεβάντ – και όχι μόνο. Τέλος, ίσως πρέπει να αλλάξουμε «σχήμα» σκέψης, κι από τη γραμμή να πάμε στον κύκλο,

από την αιτία – αιτιατό να πάμε στην κυκλική προσαρμογή, ή και σε νέα – γιατί όχι – σχήματα, που να επιτρέπουν την αυτοδιάθεση της ανθρώπινης επινόησης, κι όχι την απλή ανταπόκριση σε ένα κλιματικό γεγονός.

7 Η Ανατολική Μεσόγειος στο Ολόκαινο: Η επίδραση του κλίματος στην πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου

7.1 Εισαγωγή

Το Ολόκαινο, εποχή που ξεκινά από το 11.600 BP και διανύουμε έως και σήμερα, περιλαμβάνει την εξέλιξη του τροφοπαραγωγικού σταδίου και τις μεγάλες επαναστάσεις του ανθρώπινου είδους, ως και σήμερα: τη Νεολιθική, τη Βιομηχανική και την Ψηφιακή. Ενδεχομένως, η περίοδος αυτή των 12000 ετών να είναι από τις πιο επιδραστικές στην ανθρώπινη ιστορία, καθώς το πέρασμα από το τροφοσυλλεκτικό στάδιο στις πλέον σύνθετες κοινωνικές διεργασίες αποτελεί μια δαιδαλώδη πορεία, με διασταυρούμενα μονοπάτια και πολυπαραγοντικές ερμηνείες. Η μετάβαση από το Πλειστόκαινο στο Ολόκαινο στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου δεν είναι απλή, αλλά περιλαμβάνει μια σειρά από κύκλους προσαρμογής, όπου οι πληθυσμοί αλλάζουν στρατηγικές επιβίωσης, με βασικό παράγοντα το κλίμα. Δεν σημαίνει, βέβαια, ότι ένα κλιματικό σοκ προκάλεσε τη γεωργία και την κατάρρευση του τροφοσυλλεκτικού σταδίου. Αντίθετα, επέτρεψε την ανάπτυξη πιο ευέλικτων συστημάτων προσαρμογής από πληθυσμούς που προσαρμόζονται και αναπροσαρμόζονται μέσα σε ένα κλιματικό ρόλερ κόστερ (Rosen & Rivera-Collazo 2012).

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε η επίδραση του κλίματος του Ολοκαίνου σε παγκόσμια κλίμακα στο παλαιοπεριβάλλον και στις ανθρώπινες κοινωνίες. Σε αυτό το κεφάλαιο θα επιχειρηθεί η μελέτη της αλληλεπίδρασης συγκεκριμένων κλιματικών γεγονότων των τελευταίων 12000 ετών σε κοινωνίες της Ανατολικής Μεσογείου, και συγκεκριμένα στις περιοχές της Εγγύς Ανατολής, της Κύπρου και του Αιγαίου. Τα βασικά κλιματικά γεγονότα που επέδρασαν στους πολιτισμούς αυτούς είναι το ψυχρό γεγονός του 8200 BP, το κλιματικό βέλτιστο τη χιλιετία 5200 – 4200 BP, το ξηρό επεισόδιο του 4200 BP και τέλος το ψυχρό, ξηρό γεγονός το 3200 BP. Φυσικά το κλίμα δεν εξαντλείται σε αυτά τα επεισόδια, εντούτοις, θεωρούνται τα πιο ουσιώδη και συνδέονται άμεσα με κοινωνικές, οικονομικές και πολιτισμικές αλλαγές στις κοινωνίες της Ανατολικής Μεσογείου. Θα προσπαθήσουμε να αντιμετωπίσουμε τα κλιματικά γεγονότα ως παράγοντες συμβολής αλλαγών και μεταβολών στους ανθρώπινους πληθυσμούς με κριτικό βλέμμα. Η υπεραπλούστευση της ερμηνείας ότι το κλίμα προκάλεσε κατάρρευση κοινωνιών δεν

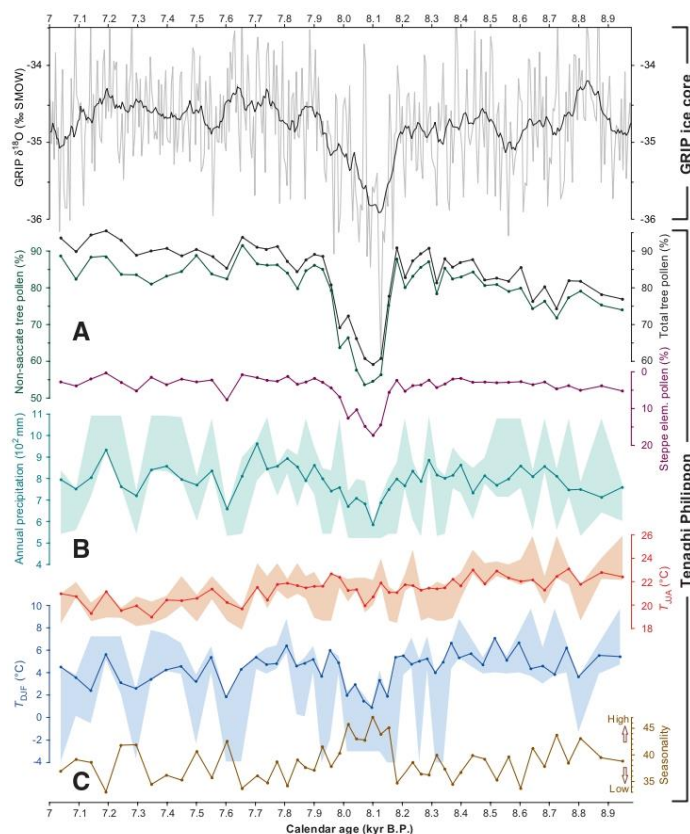
ταιριάζει στην παρούσα έρευνα, αφού δεν πρέπει να γίνεται δραματοποίηση για χάρη δημοτικότητας, ούτε και να επιλέγονται συγκεκριμένα στοιχεία που να ταιριάζουν στο αφήγημα του climate forcing, ιδιαίτερα σε τόσο σύνθετες κοινωνίες όσο αυτές του Ολοκαίνου (Butzer 2012).

7.2 Κλιματικό επεισόδιο το 8200 BP

Το επεισόδιο του 8200 BP, ή του 6200 π.Χ. διάρκειας περίπου 2 έως 4 αιώνων (Bradley 2025) θεωρείται η ισχυρότερη και η πιο απότομη κλιματική αλλαγή στο Ολόκαινο. Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οφείλεται κυρίως στην ραγδαία εισροή γλυκού νερού από παγετωνικές λίμνες στον Βόρειο Ατλαντικό, γεγονός που προκάλεσε αποδυνάμωση της Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) και εκτεταμένες κλιματικές μεταβολές στο βόρειο ημισφαίριο (Alley et al. 1997, Parker & Harrison, 2022). Στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, έχουμε ψυχρές και ξηρές συνθήκες, και κατ' επέκταση, μεταβολές στη βλάστηση και στα οικοσυστήματα, αλλαγές στην εγκατάσταση των πληθυσμών, με επακόλουθες μεταβολές στην οικονομία, στην τεχνολογία και στην κοινωνική οργάνωση των νεολιθικών κοινωνιών (Pross et al., 2009; Rohling et al., 2019). Σε καμία περίπτωση, εντούτοις, δεν πρέπει να θεωρήσουμε το κλιματικό αυτό γεγονός ενιαίο σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο. Η ξηρασία δεν ήταν παντού ίδια, αλλά σε χρονολογικό και γεωγραφικό πλαίσιο υπήρχαν διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα η επίδραση που επέφερε να μην είναι παντού της ίδιας έντασης, ούτε και να προκάλεσε τις ίδιες πολιτισμικές αντιδράσεις (Finné et al. 2011, Roberts et al. 2011).

Συγκεκριμένα, οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν στην περιοχή επέφεραν μείωση της υγρασίας και των βροχοπτώσεων, ιδιαίτερα τον χειμώνα. Η περίοδος αυτή περιγράφεται ως φάση έντονων «Rapid Climate Change events» με πτώση θαλάσσιων θερμοκρασιών επιφανείας κατά περίπου 2–3°C (Rohling et al. 2019). Αναφορικά με τη βλάστηση, καταγράφεται μείωση των δένδρων και αύξηση των ψυχρόβιων και ξηρόφιλων φυτών, με μεταβολή στην σύνθεση των δασών, και συνεπώς αποσταθεροποίηση των οικοσυστημάτων. Η περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου είναι πολύ ευαίσθητη στις απότομες κλιματικές αλλαγές, και στο συγκεκριμένο κλιματικό σοκ, έκανε ένα άλμα στην

κατάσταση, ώστε να περάσει από δασικό καθεστώς σε πιο ξηρό (Pross et al., 2009). Η στάθμη της θάλασσας, επίσης, κατά τη διάρκεια του επεισοδίου, ήταν ακόμα ασταθής, οπότε δεν υπήρξε πτώση, αλλά επιβράδυνση του ρυθμού ανόδου, με τοπικές διακυμάνσεις (Törnqvist & Hijma, 2012).



Εικόνα 7: Παλυνολογικό διάγραμμα από τα Τενάγη Φιλίππων, όπου φαίνεται η διαφοροποίηση στο 8200 BP. A: Ποσοστά γύρης δέντρων και στέπας B: Θερμοκρασία με βάση τη γύρη και βροχοπτώσεις C: Εποχικότητα στα Τενάγη Φιλίππων A-C (Pross et al. 2009)

7.2.1 Εγγύς Ανατολή

Οι διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων επέφεραν οικιστική αστάθεια στις νεολιθικές κοινωνίες στο Λεβάντ, είτε με εγκατάλειψη οικισμών, είτε με αναδιάρθρωση της εγκατάστασης, όπως και να έχει, παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα πληθυσμών. Η περιοχή θεωρείται ιδιαίτερα ευαίσθητη στην κλιματική αστάθεια, με αποτέλεσμα να προκύψει μεγάλο πολιτισμικό αντίκτυπο (Rohling et al. 2019). Επομένως, και πάλι το κλίμα επέδρασε ως παράγοντας πίεσης, που συνέβαλε στον μετασχηματισμό οικονομικών

στρατηγικών και στροφή σε πιο ευέλικτες μορφές εκμετάλλευσης των πόρων. Οι μεγάλοι οικισμοί, που ήδη δέχονταν πιέσεις από κοινωνικές αναταράξεις, διάβρωση του εδάφους λόγω αποψίλωσης και υπερβολική χρήση γης από την κτηνοτροφία, δέχτηκαν το τελικό χτύπημα από το επεισόδιο του 8200 BP, με σημαντικό παράδειγμα την Ιεριχώ, που εγκαταλείφθηκε γύρω στο 8000 BP (Nutter 2024).

Στην περιοχή της Εγγύς Ανατολής, η έρευνα έχει δείξει ότι το κλίμα σαφώς δεν προκάλεσε κατάρρευση. Πέρα από την εγκατάλειψη κάποιων οικισμών, πολλές θέσεις διατηρούνται και κατά τη διάρκεια του ψυχρού επεισοδίου, με διαφοροποίηση στην καλλιέργεια και στις στρατηγικές επιβίωσης. Κάποια είδη που είναι πιο ευαίσθητα στην ξηρασία μειώνονται τοπικά, αλλά δεν εξαφανίζονται, ενώ αυξάνονται ποικιλίες που φέρουν μικρότερο ρίσκο αποτυχίας. Ταυτόχρονα, προκύπτουν υψομετρικές μετακινήσεις των ζωνών εκμετάλλευσης, με προσαρμογή των εκτάσεων, και όχι απαραίτητα της τεχνολογίας (Flohr et al. 2016). Θα μπορούσαμε, συνεπώς, να πούμε ότι τα πρώτα αυτά στάδια της γεωργίας και της νεολιθικοποίησης ενδεχομένως να έπαιξαν ουσιώδη ρόλο σε σχέση με την προσαρμοστικότητα των πληθυσμών, καθώς, όπως προαναφέρθηκε, η σταθερότητα φέρνει ακαμψία, άρα και μη ανθεκτικότητα στο κλιματικό σοκ.

Σε συγκεκριμένη έρευνα στη θέση Yenikari στην Κωνσταντινούπολη, Τουρκία (Konak & Yalçın 2025), πυρηνοληψίες από βαλτώδη/λιμναία ιζήματα έδειξαν αυξημένη ξηρότητα και αλλαγές στη ροή των ιζημάτων. Παρατηρείται επίσης περισσότερη διάβρωση και μεταβολές στη βλάστηση. Οι αλλαγές αυτές δεν αντιστοιχούν απόλυτα σε ένταση με την ακολουθία του νεολιθικού οικισμού. Με λίγα λόγια, το ψυχρό, ξηρό επεισόδιο του 8200 BP ανιχνεύεται στο αρχείο του Yenikari, εντούτοις, δεν υπήρξε κάποια διακοπή κατοίκησης, ή δραματική αλλαγή στις στρατηγικές επιβίωσης και δραστηριότητας. Αντιθέτως, άξιο αναφοράς είναι ότι τόσο ο πληθυσμός στον συγκεκριμένο οικισμό, όσο και σε άλλους γειτονικούς – και μη – οικισμούς, αντέδρασε διαφορετικά. Η ποικιλομορφία αυτή της προσαρμογής στην περιοχή, αλλά και στην ευρύτερη Ανατολική Μεσόγειο είναι ενδεικτική στο ότι το κλίμα δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας επιρροής των κοινωνικών ζυμώσεων της νεολιθικής. Για παράδειγμα, στο *Catalhöyük* υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στην διαχείριση των ζώων και στις στρατηγικές της παραγωγής της τροφής, πράγμα που δεν παρατηρείται στο Yenikari, όπου ο οικισμός συνέχισε χωρίς ιδιαίτερη διαταραχή (Konak & Yalçın 2025, 207).

Συνδυαστικές έρευνες στην περιοχή (Roffet-Salque et al. 2018) έχουν δείξει ότι στην περιοχή του Catalhöyük υπήρχε αυξανόμενη ξηρασία, αλλά όχι τόσο ψύχος, 1 με 2 °C πιο χαμηλά και λίγη σχετικά εποχική αλλαγή της θερμοκρασίας. Αναφορικά με τις βροχοπτώσεις, και πάλι η εποχή έχει σημασία, με μείωση των βροχών 10-15% το καλοκαίρι. Λαμβάνοντας υπόψη και ζωοαρχαιολογικά δεδομένα, υπάρχουν στοιχεία για διατροφική κρίση, με ενδείξεις αυξημένης εκμετάλλευσης όλων των διαθέσιμων πόρων διατροφής. Τόσο η γεωργία, όσο και η κτηνοτροφία στο Catalhöyük επηρεάστηκαν, με αποτέλεσμα οι πρώιμοι αυτοί γεωργοί να αναγκαστούν να επιδείξουν προσαρμοστικότητα και ανθεκτικότητα.

Από την άλλη πλευρά, μελέτες στην Tell Sabi Abyad στην Βόρεια Συρία, έδειξαν ότι, παρόλο που υπήρχε εγκατάλειψη οικισμών, κυρίως στο Λεβάντ και στη Μεσοποταμία, στη συγκεκριμένη θέση φαίνεται η εγκατάσταση να είναι συνεχής, παρόλο που υπήρξε μείωση πληθυσμού. Τα αρχαιολογικά δεδομένα έχουν δείξει για αλλαγές στην αρχιτεκτονική, όπως νέες δομές αποθήκευσης καθώς και εδραίωση των «θόλων», κυκλικών κτιρίων μάλλον για κατοίκηση. Παράλληλα, η χρήση των σφραγιδόλιθων μαρτυρεί την έννοια της ιδιοκτησίας, και επομένως και της κοινωνικής διαστρωμάτωσης. Οι ταφικές πρακτικές επίσης άλλαξαν δραματικά, με δραματική μείωση των κτερισμάτων, όμως χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί η σύνδεση με το επεισόδιο του 8200 BP και πιθανή σχέση με διατροφική κρίση. Τα ζωοαρχαιολογικά δεδομένα δείχνουν μείωση των βοοειδών και εξαφάνιση των χοίρων και αύξηση των αιγοπροβάτων, πράγμα που υποδεικνύει λιγότερη υγρασία, καθώς αυτά τα είδη χρειάζονται λιγότερο νερό. Ταυτόχρονα, οι μετακινήσεις των κοπαδιών και η νομαδική ζωή των κτηνοτρόφων ενδεχομένως να είναι ένδειξη μείωσης της διαθέσιμης βλάστησης. Σε γενικές γραμμές, η διατροφική κρίση μεγάλωσε την εξάρτηση στα δευτερογενή προϊόντα, όπως το γάλα και το μαλλί. Τέλος, αλλαγές παρατηρήθηκαν και στις γεωργικές πρακτικές, με μια στροφή προς το κριθάρι, που είναι πιο ανθεκτικό στην ξηρασία. Βέβαια, δεν υπάρχουν δεδομένα για τα άγρια φυτά και τα άγρια είδη ζώων, πράγμα που έπρεπε να προκύπτει μετά από ένα τόσο δραματικό κλιματικό γεγονός. Οι πολιτισμικές αλλαγές, άρα, που προαναφέρθηκαν μπορεί να οφείλονται σε άλλες αιτίες, όχι απαραίτητα στο κλίμα (van der Horn et al. 2015). Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι δεν υπήρξε κατάρρευση, αλλά προσαρμογή.

7.2.2 Κύπρος

Το νησί της Κύπρου δεν είχε ποτέ χερσαία σύνδεση με την υπόλοιπη Ανατολική Μεσόγειο κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο, με αποτέλεσμα η πρώτη ανθρώπινη παρουσία να εντοπίζεται κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά τη Younger Dryas. Η πρώτη γνωστή εγκατάσταση είναι στο ακρωτήριο Αετόκρημνος, περίπου το 12.000 – 11.000 BP. Ο Simmons (1988), αναφέρει ότι οι πρώτοι κάτοικοι ήταν κυνηγοί – τροφοσυλλέκτες, κι όχι νεολιθικοί γεωργοί. Η άποψη αυτή έδωσε νέα δεδομένα για την ναυσιπλοΐα, που ως τότε θεωρούνταν ότι εμφανίστηκε με τη νεολιθική επανάσταση.

Με το τέλος της Younger Dryas και την έναρξη του Ολόκαινου, υπάρχουν στοιχεία για περισσότερους οικισμούς στο νησί, όπως ο Ασπροκρεμμός, ο Σιλλουρόκαμπος και η Χοιροκιτία, όπου καθιερώθηκε ο νεολιθικός τρόπος κατοίκησης και διαβίωσης, με πρώιμες μορφές καλλιέργειας, εξημέρωση ζώων και αποθηκευτικές πρακτικές. Η νεολιθική αυτή μετάβαση δεν ήταν ομαλή πορεία από την ανατολή προς τη δύση, αλλά είχε διακοπές, καθυστερήσεις και επανεκκινήσεις. Η Κύπρος, σε αυτό το πλαίσιο, έπαιξε ενεργό ρόλο στο θαλάσσιο δίκτυο από την Εγγύς Ανατολή στο Αιγαίο (Berger & Guilaine 2009). Οι πληθυσμοί της Κύπρου δεν ήταν παθητικοί αποδέκτες πολιτισμικών αλλαγών, αντίθετα, ήταν μέτοχοι ενός δικτύου ανταλλαγής τεχνολογιών, υλικών και ιδεών (Knapp 2010).

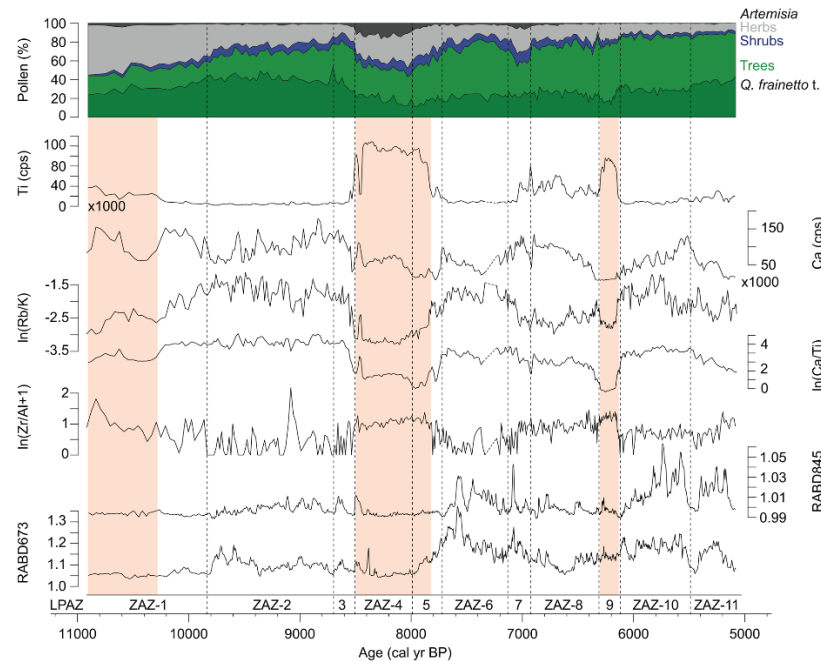
Το επεισόδιο του 8200 BP θεωρείται ότι προκάλεσε μετακινήσεις και εγκατάλειψη θέσεων, αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές και κοινωνική αναδιοργάνωση, συνέπειες δηλαδή που παρατηρούνται και στην Εγγύς Ανατολή. Παράλληλα, εντάθηκαν οι προσπάθειες αποθήκευσης της τροφής και έγιναν μεταβολές στη διαχείριση φυσικών πόρων, όπως το νερό, αλλά και των ζώων. Ιδιαίτερα στην κατοίκηση μικρότερων θέσεων παρατηρούνται ασυνέχειες, ενώ οι μεγάλοι οικισμοί αναδιαρθρώνονται με αλλαγές στη χωρική κατανομή του πληθυσμού. Στην Χοιροκιτία, τα αρχαιολογικά δεδομένα δείχνουν μεγαλύτερη διάβρωση στα κατώτερα σπίτια, απ' ό,τι στα ανώτερα. Παράλληλα, σε γειτονική τομή ποταμού βρίσκονται αποθέσεις πλημμυρικών επεισοδίων, σύγχρονες με το 8200 BP. Παρόλα αυτά, η εγκατάλειψη του οικισμού δε μπορεί αποκλειστικά να αποδοθεί στο κλιματικό γεγονός του 8200 BP (Berger et al. 2016). Παρατηρείται εγκατάλειψη νεολιθικών θέσεων, σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες (Weniger et al. 2006), και επικρατεί η άποψη ότι το νησί παρέμεινε ακατοίκητο για 1500 χρόνια. Η ασυνέχεια αυτή μπορεί να οφείλεται σε αστάθεια στους μικρούς οικισμούς, σε πίεση στα ήδη ευαίσθητα γεωργικά

συστήματα και σε μετακινήσεις πληθυσμών (Knapp 2010). Εντούτοις, η απουσία αρχαιολογικών δεδομένων δεν πρέπει να θεωρείται πραγματική απουσία πληθυσμού. Οι αλλαγές στην ιζηματογένεση και στα υδρολογικά συστήματα οδήγησε στην αναδιάρθρωση κατοίκησης και του ίδιου του τοπίου (Berger et al., 2016).

7.2.3 Αιγαίο

Στην περιοχή του Αιγαίου, η πτώση της θερμοκρασίας ενδέχεται να ξεπέρασε τους 4°C (Pross et al. 2009). Παράλληλα, και στην Νότια Ελλάδα, έχουν καταγραφεί ψυχρότερες και ξηρότερες συνθήκες, προκαλώντας μεταβολές στα καθεστώτα βροχόπτωσης και θερμοκρασίας. Επίσης, συνδέεται η ανάπτυξη των παλαιοεδαφών και αλλαγών στις αλλουβιακές αποθέσεις με μεταβολές στο καθεστώς κατακρημνίσεων στο επεισόδιο αυτό (Peckover et al., 2019). Με λίγα λόγια, η αλλαγή στην εποχικότητα των βροχοπτώσεων επηρέασε τη γεωμορφολογική σταθερότητα της Νότιας Ελλάδας.

Σε έρευνες που έχουν γίνει στην Δυτική Μακεδονία (Λίμνη Ζάζαρη, van Guht et al. 2025), υπάρχουν παλυνολογικά και ιζηματολογικά δεδομένα για μείωση της υγρασίας αλλά και της στάθμης της λίμνης, με αποτέλεσμα να μειωθεί η δασική βλάστηση. Υπήρξε επέκταση της στέπας, και το τοπίο έγινε πιο ανοιχτό με αύξηση της εδαφικής διάβρωσης. Ήδη πριν το ψυχρό γεγονός του 8200 BP, η εισαγωγή της γεωργίας στη Βόρεια Ελλάδα και κατ' επέκταση στην ηπειρωτική Ευρώπη ευνοήθηκε από τις αλλαγές στην βλάστηση. Συνεπώς, οι πρώιμοι γεωργοί αξιοποίησαν τα ανοίγματα αυτά των δασών προκειμένου να καλλιεργήσουν δημητριακά σε μικρές εκτάσεις, ανάμεσα στα δέντρα.



Εικόνα 8: Παλυνολογικό διάγραμμα από τη Λίμνη Ζάζαρη στη Δυτική Μακεδονία

(van Guht et al. 2025)

Στο Βόρειο Αιγαίο, στην Ίμβρο, στη νεολιθική θέση Gökçeada, η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει ένα κενό στην χρονολόγηση μεταξύ 8220 και 8000 BP (Erdogu 2022). Εντούτοις δε σημαίνει ότι πρόκειται για κατάρρευση πολιτισμού, αλλά για μειωμένη δραστηριότητα, που ενδεχομένως να εμφανίζεται στα αρχαιολογικά δεδομένα ως κενό. Αν λάβουμε υπόψη και το αντίστοιχο κενό στην Κύπρο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα νησιά, ως μέρος του θαλάσσιου δικτύου από Ασία προς Ευρώπη, ενδεχομένως να ήταν πιο ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές, καθώς εξαρτώνται από θαλάσσιες μετακινήσεις. Στην ηπειρωτική Ελλάδα, στη Θεσσαλία ή στην Βόρεια Ελλάδα, δεν παρατηρείται αντίστοιχη ασυνέχεια, αλλά αλλαγές σε στρατηγικές καλλιέργειας και κινητικότητα πληθυσμών.

7.2.4 Σύνοψη

Όπως είδαμε, το ψυχρό και ξηρό επεισόδιο του 8200 BP επέδρασε στους πολιτισμούς της Ανατολικής Μεσογείου με ανομοιογένεια. Οι αλλαγές στα υδρολογικά συστήματα και στην ροή των ποταμών, η αυξημένη διάβρωση και οι αλλαγές των ιζημάτων σε λίμνες προκύπτουν σε όλες τις περιοχές της έρευνας, αλλά με διαφορετική ένταση. Το

ίδιο κλιματικό γεγονός επέφερε διαφορετική γεωμορφολογική απόκριση, και ποικιλόμορφες κοινωνικές προεκτάσεις (Berger et al., 2016). Η ξηρασία έπαιξε το μεγαλύτερο ρόλο στις πολιτιστικές μεταβολές, ούσα καθοριστικός παράγοντας για τις πρώιμες μορφές καλλιέργειας. Ο βαθμός επιρροής του κλιματικού αυτού σοκ δεν είναι ίδιος σε όλες τις περιοχές, με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στις πρακτικές προσαρμογής τους. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η Εγγύς Ανατολή ήταν το πιο ευαίσθητο κλιματικά σημείο, παρόλα αυτά, οι πληθυσμοί αναδιοργανώθηκαν και προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες, με έντονη κινητικότητα και εκμετάλλευση των ευνοϊκών εκτάσεων, μεταβολές στην διαχείριση των ζώων και στις στρατηγικές της παραγωγής της τροφής. Στη Κύπρο αλλά και σε παράκτιες ή νησιωτικές περιοχές του Αιγαίου παρατηρείται ασυνέχεια, που ενδεχομένως να εξηγείται και από την απουσία αρχαιολογικών δεδομένων, όχι απαραίτητα από εγκατάλειψη. Όπως και να 'χει, προκύπτει έντονη μετακίνηση των πληθυσμών και μειωμένη δραστηριότητα, χωρίς όπως να υπάρχει η αντίστοιχη ένταση των φαινομένων αυτών στις ηπειρωτικές θέσεις. Το επεισόδιο του 8200 BP, δεν αποτέλεσε παράγοντα κατάρρευσης πολιτισμών, ούτε και καθοριστικό παράγοντα της γεωργίας ή της νεολιθικής εξάπλωσης αλλά λειτούργησε συνδυαστικά σε ένα σύστημα πολιτισμικών ζυμώσεων. Άλλωστε, η Νεολιθικοποίηση της Ευρώπης θα προέκυπτε ούτως ή άλλως, και μάλιστα το επεισόδιο του 8200 BP ενδεχομένως και να είχε και αρνητικό αντίκτυπο στην εξάπλωση της γεωργίας (van der Horn et al. 2015).

Με δεδομένο ότι τα πρώτα δείγματα της Νεολιθικοποίησης ήταν η παρουσία της κεραμικής, είναι σημαντικό να διερευνηθεί αν σχετίζεται χρονικά και γεωγραφικά με το επεισόδιο του 8200 BP. Στην περιοχή του Κάτω Δούναβη, στη Ρουμανία και στη Βουλγαρία, παρατηρείται πρώιμη εξάπλωση κεραμικής σε ομάδες κυνηγών-τροφοσυλλεκτών περίπου σύγχρονες με το επεισόδιο. Τα στοιχεία δείχνουν περισσότερο προς τοπική παραγωγή, κι όχι εισαγόμενα τεχνολογικά προϊόντα, και μάλιστα σε περιόδους πριν το 8200 BP. Αν λάβουμε υπόψη και την απουσία ενδείξεων κατάρρευσης, θα πρέπει να υπήρξαν μικρές ομάδες που μετακινήθηκαν, όχι ολόκληροι πληθυσμοί, οι οποίοι θα μετέφεραν αγροτικές πρακτικές και την κεραμική τεχνολογία (Kulkova et al. 2015). Εντούτοις, το κλίμα και πάλι έπαιξε ρόλο δευτερεύοντα, αποτελώντας το φόντο σε μια εικόνα πολυπολιτισμικής αλληλεπίδρασης στην Ανατολική Ευρώπη, με ανταλλαγή βιωμάτων και τεχνολογιών.

7.3 Κλιματικό βέλτιστο του Ολοκαίνου

Κατά το μέσο Ολόκαινο, 9000 – 5000 BP στο Βόρειο ημισφαίριο παρατηρούνται θερμότερες συνθήκες, ενδεχομένως λόγω τροχιακών παραγόντων. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται κλιματικό βέλτιστο του Ολοκαίνου (Holocene Climatic Optimum), και παρά την θετική ονομασία του, στην ουσία αποδεικνύει ότι κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου, το κλίμα είναι ασταθές, δυναμικό και μεταβαλλόμενο, ακολουθώντας όχι γραμμικό, αλλά κλιμακωτό μοτίβο. Οι υδρολογικοί κύκλοι ενισχύθηκαν, ενώ έγινε μετατόπιση κλιματικών ζωνών βορειότερα. Τα καλοκαίρια, κατ' επέκταση έγιναν θερμότερα, ενώ παρατηρήθηκαν ξηρότερες συνθήκες στη Μεσόγειο σε σύγκριση με τη Βόρεια Ευρώπη (Wanner 2008).

Στην περίοδο 9000 – 6000 BP, η Ανατολική Μεσόγειος ήταν πιο υγρή απ' ότι σήμερα, με λιγότερη καλοκαιρινή ξηρασία, ήπιους χειμώνες και εκτεταμένα δάση με βελανιδιές (Rossignol-Strick 1999). Μετά τη μετάβαση στο Μέσο Ολόκαινο, το κλίμα από υγρό γίνεται πιο ξηρό, και μάλιστα με επαναλαμβανόμενες ξηρές φάσεις (Roberts et al. 2011). Είναι επόμενο να επηρεαστεί η βλάστηση, άρα και οι πρακτικές οργάνωσης των πληθυσμών, με έμφαση στη γεωργία, στην αποθήκευση και στην οικονομία. Ο άνθρωπος δεν έμεινε παθητικός στην κλιματική αστάθεια, αλλά έπαιξε ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση του τοπίου.

Στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και συγκεκριμένα στο ΝΑ Αιγαίο έχει διαπιστωθεί μια περίοδος από το 5200 ως το 4200 BP θερμή και υγρή, που χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες και υψηλά ποσοστά υγρασίας, που συμπίπτει χρονικά με την έναρξη της Πρώιμης εποχής του Χαλκού στην Ελλάδα. Κατά τη διάρκεια αυτού του τρίτου θερμού και υγρού επεισοδίου μέσα στο μέσο – ύστερο Ολόκαινο (το πρώτο είναι από το 9300 – 8600 και το δεύτερο είναι από το 7600 – 6400 BP), οι αντίστοιχες κλιματικές συνθήκες δεν είναι τόσο ισχυρές όσο στα δυο προηγούμενα επεισόδια. Παρατηρείται μια σχετική σταθερότητα με ήπιες διακυμάνσεις. Οι δασικές εκτάσεις διατηρούνται, ενώ δεν παρατηρείται κατάρρευση της δενδρώδους βλάστησης που θα αντιστοιχούσε σε σοβαρή ξηρασία. Γίνονται, συνεπώς, μικρές αλλαγές στη σύνθεση της βλάστησης, κι όχι κάποια διακοπή (Triantaphyllou et al. 2007).

Σύμφωνα με έρευνες στο Μυρτώο πέλαγος (Geraga et al. 2000), έως το 5200 BP, ο πυθμένας της θάλασσας χαρακτηριζόταν από δυσοξικές συνθήκες, λόγω των θερμότερων επιφανειακών νερών και της αυξημένης εισροής γλυκού νερού. Μετά το 5200 BP προκύπτει

μια ωκεανογραφική μετάβαση στην περιοχή του Αιγαίου, όπου υπάρχει καλύτερος αερισμός του πυθμένα και η θερμοκρασία της θάλασσας προσεγγίζει τιμές σημερινές. Καθιερώνονται επομένως κλιματικές συνθήκες πιο κοντά στις σύγχρονες, με ισχυρό αερισμό των νερών στα βάθη της θάλασσας και χωρίς σχηματισμό σαπροπηλού. Σε αντίστοιχη μελέτη στη λεκάνη της Κρήτης (Geraga et al. 2005) μετά το 5500 BP, διαφαίνεται μια ομαλή μετάβαση του κλίματος, με σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας, αύξηση της αλατότητας. Οδηγούμαστε λοιπόν σε μια βαθμιαία αλλαγή προς πιο ψυχρές και ξηρές συνθήκες. Άξιο είναι να αναφερθεί, ότι και στις δύο προαναφερθείσες μελέτες, δεν καταγράφεται μια καθαρή, ισχυρή ένδειξη του ψυχρού γεγονότος του 4200 BP, που θα συζητηθεί σε ακόλουθο υποκεφάλαιο.

Στο Βόρειο Αιγαίο η εικόνα είναι ελαφρώς διαφορετική, καθώς μελέτη βενθικών τρηματοφόρων (Kuhnt et al. 2007) παρατηρούνται περιοδικές μεταβολές στην οξυγόνωση και ισχυρή επίδραση από ποτάμια και εκροές της Μαύρης Θάλασσας. Παράλληλα, βρίσκεται περισσότερη οργανική ύλη σε σχέση με το Νότιο Αιγαίο. Συνεπώς, το 5200 BP, το Βόρειο Αιγαίο αποτελεί μια πιο μεταβατική ζώνη σε συγκριτικά με το Νότιο, επηρεαζόμενο πολύ περισσότερο από μικρές κλιματικές μεταβολές από τη Μαύρη Θάλασσα και την Ανατολική Μεσόγειο. Η υγρασία παραμένει σχετικά υψηλή μέχρι το 4500 BP, και όσο πλησιάζουμε στο 4200, η μεταβλητότητα αυξάνεται, με διακυμάνσεις στην οξυγόνωση και στην παραγωγικότητα της οργανικής ύλης. Όπως και στις έρευνες στο Μυρτώο και στην Κρήτη, ούτε εδώ όμως παρατηρείται ξαφνική μετάβαση στο γεγονός του 4200 BP.

7.3.1 Εγγύς Ανατολή

Οι κλιματικές συνθήκες στο Λεβάντ κατά το Μέσο Ολόκαινο θεωρούνται από τις πιο θερμές και υγρές της περιόδου. Εντούτοις παρατηρούνται τοπικές διαφοροποιήσεις, με περιοδικές ξηρασίες και μεταβολές της εποχικότητας (Robinson et al. 2006). Η στάθμη της θάλασσας έφτασε σχεδόν στα σημερινά επίπεδα, αναδιαμορφώνοντας τις ακτογραμμές και τις παράκτιες ζώνες. Πεδιάδες πλημμυρίζουν, ενώ σχηματίζονται λιμνοθάλασσες, αλλάζοντας έτσι το θαλάσσιο τοπίο της περιοχής (Benjamin et al. 2017). Οικισμοί που είναι πολύ κοντά στην ακτή εγκαταλείπονται ή και βυθίζονται, όπως η θέση Atlit Yam (Galili et al. 1988).

Πλέον η καλλιέργεια έχει εδραιωθεί, οι κοινωνίες έχουν εξημερώσει φυτά και ζώα, με εντατικοποίηση και έλεγχο της παραγωγής τροφής, που έχει ως αποτέλεσμα την έντονη κοινωνική διαφοροποίηση (Rosen & Rivera-Collazo 2012). Η κοινωνικές διεργασίες γίνονται πιο πολύπλοκες, ενώ οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον είναι πια σαφείς, καθώς παρατηρείται μείωση της ανθεκτικότητας ορισμένων οικοσυστημάτων λόγω ανθρωπογενούς πίεσης.

Εντούτοις, οι αύξηση της ξηρασίας επιφέρει πιέσεις με δημογραφικό αντίκτυπο, κυρίως σε Ανατολία και Μεσοποταμία (Palmisano et al. 2021). Αντίστοιχες πιέσεις δέχονται και οι πιο ηπειρωτικές ζώνες του Ιράν. Αντίθετα, στο Λεβάντ οι πληθυσμοί αυξάνονται, με δημιουργία πιο σύνθετων κοινωνικών δομών. Κατά συνέπεια, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι πληθυσμοί συμπυκνώνονται σε περιοχές με υδάτινη και γεωργική σταθερότητα. Οι μόνιμα μεταβαλλόμενες συνθήκες υγρασίας στην Εγγύς Ανατολή κατά το Μέσο Ολόκαινο πυροδοτεί μια περισσότερο συστηματική οργάνωση των πληθυσμών γύρω από την εντατικοποίηση της καλλιέργειας και της αξιοποίησης των υδάτων. Πλέον διακρίνονται ζώνες εκμετάλλευσης και χωρική αναδιάταξη που δεν είναι ομοιόμορφη. Η διαφορές αυτές είναι επόμενο να επέφεραν τις πρώτες ιεραρχικές κοινωνίες, μέσα σε ένα μεγαλύτερο γεωγραφικό και πληθυσμιακό πλαίσιο, με νέες οικονομικές πρακτικές.

7.3.2 Κύπρος

Η Κύπρος κλιματικά εντάσσεται στο γεωγραφικό πλαίσιο της Ανατολικής Μεσογείου, με σταδιακή μεταβολή σε πιο ξηρές συνθήκες κατά τη μετάβαση στο Μέσο Ολόκαινο και τοπικές διαφοροποιήσεις ανά υψόμετρο. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας περιορίστηκε, με αποτέλεσμα να επιτρέπονται πιο μόνιμες παράκτιες εγκαταστάσεις. Κατά την προκεραμική φάση του νησιού, ο οικισμός της Χοιροκιτίας ξεχωρίζει, με σαφή χωρική οργάνωση, κυκλικές λιθόκτιστες κατοικίες και γεωργοκτηνοτροφική οικονομία σιτηρών και αιγοπροβάτων.

Τα επίπεδα πληθυσμού φαίνεται να είναι χαμηλά, με αύξηση από το 6300 – 6000 BP, όταν παρατηρούνται μεγάλοι οικισμοί με αποθηκευτικούς χώρους και κοινωνική διαστρωμάτωση. Η ξηρασία του 6000 BP, όμως, οδήγησε στην εγκατάλειψη των οικισμών και στις εναλλακτικές στρατηγικές επιβίωσης, όπως το κυνήγι (Palmisano et al. 2021). Η πίεση της ξηρασίας οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη εντατικοποίηση και σταθεροποίηση της αγροτικής οικονομίας και εξάρτηση από αποθηκευτικές πρακτικές, με πιθανές κοινωνικές

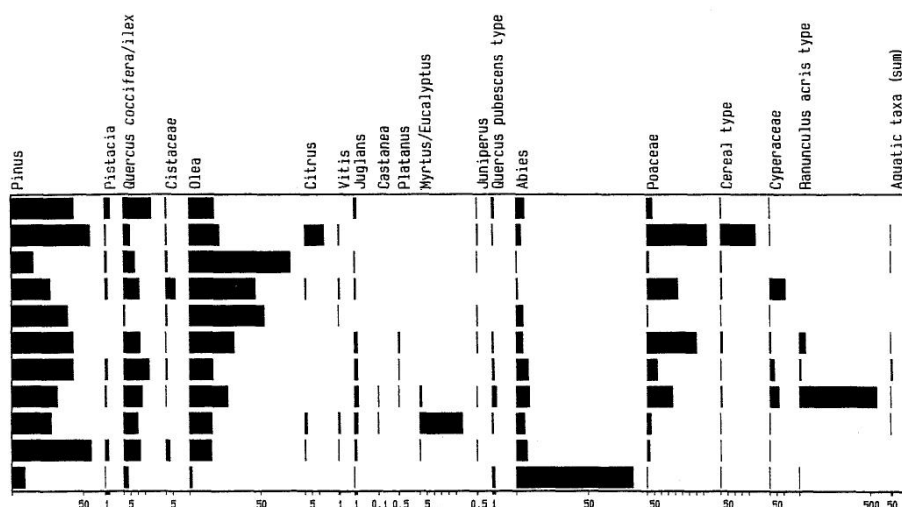
προεκτάσεις, όπως αύξηση του κοινωνικού ελέγχου. Εδραιώνονται τα θαλάσσια δίκτυα και η επαφή με την Ανατολή, και οι περιορισμένοι πόροι πυροδοτούν την τεχνολογική και κοινωνική προσαρμογή. Η εποχή του Χαλκού στην Κύπρο ήρθε περίπου μια χιλιετία αργότερα (2500 π.Χ.), εντούτοις έχουν μπει τα πρώτα θεμέλια για τη θέσπιση ιεραρχημένων και οργανωμένων αστικών κοινωνιών.

7.3.3 Αιγαίο

Στην περιοχή του Αιγαίου, δειγματοληψίες από θαλάσσια ιζήματα (Noti et al. 2019) δείχνουν ότι κατά το μέσο Ολόκαινο, υπάρχει έντονη μεταβλητότητα στην υγρασία, με εναλλαγές από υγρές φάσεις σε έντονη ξηρασία, πράγμα που φαίνεται στη Μεσόγειο αλλά και στον Βόρειο Ατλαντικό. Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας περιορίζεται και κατά τη διάρκεια του μέσου Ολοκαίνου είναι πολύ κοντά στα σημερινά δεδομένα (Lambeck 1996).

Κατά τη χιλιετία 5200 – 4200 BP, η θερμοκρασία και η υγρασία είναι ιδιαίτερα υψηλές, σύμφωνα με παλαιοκλιματικά δεδομένα στο ΝΑ Αιγαίο (Triantaphyllou et al. 2007). Παράλληλα, παρατηρείται μείωση της δασικής βλάστησης και αύξηση φυτών προσαρμοσμένων σε πιο ξηρό κλίμα. Αυτό σημαίνει ότι στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, υπήρχαν εναλλαγές στην ξηρασία και στην υγρασία, κατά περιόδους. Οι αλλαγές στη θαλάσσια κυκλοφορία επηρέασαν την ατμοσφαιρική κυκλοφορία και τους ανέμους, με ακόλουθη την αναδιοργάνωση των οικοσυστημάτων.

Σύμφωνα με πυρηνοληψίες από τη λίμνη Λέρνα (Vignola et al. 2022), το πέρασμα από τη Νεολιθική στην Πρώιμη Εποχή Χαλκού αντικατοπτρίζεται στην βλάστηση, καθώς έχουμε δάση με βελανιδιές σε μεγαλύτερα υψόμετρα, ενώ σε χαμηλότερα, η γη χρησιμοποιείται για καλλιέργεια σιτηρών. Η γεωργία και η κτηνοτροφία είναι μικρής έντασης, και η αποψίλωση περιορισμένη. Με το πέρασμα στην ΠΕΧ, περιορίζεται κάπως η έκταση των δασών, ενώ αυξάνεται η χαμηλή βλάστηση, κάνοντας το τοπίο πιο ανοιχτό. Οι διακυμάνσεις του κλίματος συμβάλλουν στην αύξηση της καλλιέργειας σιτηρών, ενώ αυξάνονται και τα βοσκοτόπια, καμιά φορά και με τη χρήση της ελεγχόμενης φωτιάς. Μπορούμε να συμπεράνουμε, συνεπώς, ότι οι πληθυσμοί έπαιξαν ενεργό ρόλο στην διαμόρφωση του τοπίου, δημιουργώντας ένα πιο συνεπές αγροτικό και κτηνοτροφικό περιβάλλον, με σαφή την ανθρώπινη παρουσία και κυριαρχία σε αυτό.



Εικόνα 9: Παλυνολογικό διάγραμμα από τη Λίμνη Λέρνα στην Αργολίδα

(Vignola et al. 2022)

Στο ίδιο πλαίσιο βρίσκεται και μελέτη σε παράκτιες περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Ganz et al. 2025), όπου δείγματα γύρης και πυρηνοληψίες επιβεβαίωσαν την έντονη ανθρώπινη παρουσία και αλληλεπίδραση στο περιβάλλον και στη βλάστηση κατά την μετάβαση από το πρώιμο στο μέσο Ολόκαινο. Το θερμότερο καλοκαιρινό καθεστώς και η αυξημένη εποχικότητα – με μείωση υγρασίας σε ορισμένες περιόδους – περιόρισε τα δάση και δημιούργησε πιο ανοιχτά τοπία, πρόσφορα για καλλιέργεια σιτηρών, αλλά και για κτηνοτροφική εκμετάλλευση. Η ποικιλότητα αυτή του τοπίου, που πλέον μοιάζει με μωσαϊκό, επιβεβαιώνει την εδραίωση της γεωργίας, την εντατικοποίηση της κτηνοτροφίας και τη χρήση της φωτιάς για αξιοποίηση και προετοιμασία του εδάφους.

Η αλλαγές αυτές έδωσαν μια δημογραφική ώθηση, καθώς τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην ευρύτερη Βαλκανική χερσόνησο παρατηρείται αύξηση των οικιστικών θέσεων και μόνιμη εγκατάσταση, καθώς το Αιγαίο αποτελεί διάδρομο διάδοσης της νεολιθικής εξάπλωσης προς την Ευρώπη. Η αύξηση των οικισμών δεν οφείλεται μόνο στη δημογραφική αύξηση, αλλά και στην μόνιμη εγκατάσταση και στην αυξημένη διαθεσιμότητα τροφής με την καλλιέργεια – κυρίως δημητριακών – και την κτηνοτροφία. Η κλιματική σταθερότητα εδώ συνέβαλε στο ήδη ώριμο αγροτικό υπόβαθρο από τη

νεολιθική φάση του να εδραιωθεί. Οι πρωτοελλαδικές κοινωνίες αναπτύσσονται πάνω σε εγκατεστημένα δίκτυα οικισμών, με ήδη διαμορφωμένες αγρο-κτηνοτροφικές οικονομίες.

7.3.4 Σύνοψη

Σε αυτή τη φάση, διακρίνεται πλέον ο άνθρωπος σαν βασικός παράγοντας διαμόρφωσης του περιβάλλοντος, κι όχι παθητικός δέκτης των οικολογικών συνθηκών. Το μοτίβο αιτίας - αιτιατού κλίματος και πολιτισμού έπαψε να είναι γραμμικό – αν ήταν ποτέ – και διαπιστώνεται μια κυκλική αλληλεπίδραση, όπου ο άνθρωπος τροποποιεί ενεργά τη βλάστηση, με αποτέλεσμα να επηρεάζει το μικροκλίμα και το περιβάλλον. Με πρακτικές όπως η αποψίλωση (με αναδάσωση ή χρήση φωτιάς), η εντατική κτηνοτροφία και η εκτεταμένη καλλιέργεια (επεκτείνοντας τις αγροτικές ζώνες), οι πληθυσμοί δρουν προληπτικά και επεμβατικά, ανοίγοντας τοπία και δημιουργώντας νέα οικολογικά καθεστώτα (Lespez et al. 2021). Η μεταβλητότητα του κλίματος στο χρονικό αυτό πλαίσιο, στην ουσία βάζει μόνο το περίγραμμα ενός πλαισίου, στο οποίο ο άνθρωπος δρα ανεξάρτητος. Πράγματι οι πλέον υγρές περίοδοι ευνοούν την επέκταση των δασών, και οι πιο ξηρές τα ανοικτά τοπία, με περιορισμό της καλλιέργειας στην πρώτη περίπτωση και με επέκτασή της στη δεύτερη. Όμως, με τις στρατηγικές αποψίλωσης και βοσκής, ο άνθρωπος επεμβαίνει στο περιβάλλον και στις συνέπειες του κλίματος, μετατρέποντας το φυσικό περιβάλλον σε ανθρωπογενές τοπίο.

Η επικράτηση του ανθρώπου στο περιβάλλον είναι στην ουσία αυτή που έπαιξε ουσιώδη ρόλο στην μετάβαση στην εποχή του Χαλκού στην Ανατολική Μεσόγειο, κι όχι το κλίμα αυτό καθαυτό. Οι ολοένα μεταβαλλόμενες υδρολογικές συνθήκες και η επίδρασή τους στην αγροτική και ευρύτερη οικονομία των κοινωνιών έδωσαν το έναυσμα για την ανθρώπινη εφευρετικότητα να ανθίσει και να δημιουργήσει τις τεχνολογικές, οικονομικές και πολιτισμικές συνθήκες που καθιέρωσαν την εποχή του Χαλκού στην περιοχή.

7.4 Κλιματικό επεισόδιο το 4200 BP

Από το 4200 BP και για περίπου 500 χρόνια επικράτησε μια ραγδαία κλιματική αλλαγή, προς πιο ξηρές συνθήκες (DeMenocal, 2001). Δεν παρατηρείται ομοιογένεια σε παγκόσμια κλίμακα, εντούτοις, παρατηρείται απότομη και εκτεταμένη ξηρασία. Στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, υπάρχει αποσταθεροποίηση των υδρολογικών

συστημάτων σε Δυτική Ασία και Αίγυπτο. Κατά συνέπεια, μειώνονται οι βροχοπτώσεις και παρατηρούνται αλλαγές στα ατμοσφαιρικά ρεύματα (Weiss 1997). Στην περιοχή του ΝΑ Αιγαίου δεν εντοπίζεται απότομη ξηρασία, αλλά ήπιες μεταβολές (Triantaphyllou et al. 2007). Δεν παρατηρείται ένα ενιαίο μοτίβο καταστροφικής ξηρασίας, αλλά μια ανομοιογένεια στα δεδομένα. Το επεισόδιο δεν είναι παγκόσμιο, και δεν είναι ούτε σύντομο, αλλά μάλλον ένα κυκλικό σύστημα υγρών-ξηρών φάσεων σε διαφορετικές περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου (Bini et al. 2019). Αναφορικά με τη στάθμη της θάλασσας, στο κλιματικό αυτό γεγονός δεν υπάρχουν ενδείξεις παγκόσμιας μεταβολής, παρά μόνο τοπικές διακυμάνσεις, με μακροχρόνια σταθεροποίηση του παράκτιου περιβάλλοντος (Benjamin et al. 2017).

Στην αποσταθεροποίηση του γεωργικού καθεστώτος, λόγω αυξημένης ξηρασίας, αποδίδεται, όπως θα δούμε παρακάτω, η αποδυνάμωση ή ακόμα και η κατάρρευση κρατών, όπως του Ακκαδικού πολιτισμού (Weiss 1997). Υποστηρίζεται ότι η εγκατάλειψη αστικών κέντρων, η διάσπαση διοικητικών δομών και η μετακίνηση πληθυσμών προς πιο υγρές ζώνες οφείλεται στο ξηρό επεισόδιο του 4200 BP. Η μείωση βροχής οδήγησε σε πτώση της παραγωγικότητας των σιτηρών, με αποτέλεσμα την κατάρρευση του πλεονάσματος, άρα και των οικονομικών στρατηγικών (φορολογία) του κράτους, που, υπό το βάρος των συνθηκών αυτών, κατέρρευσε (Weiss 1997).

Η αλήθεια είναι ότι οι χρονικές συμπτώσεις με τις κοινωνικές αλλαγές είναι πολύ συχνές για να είναι τυχαίες. Εντούτοις, προαναφέρθηκε ότι το κλίμα είναι ένας παράγοντας στρες, που επηρεάζει κοινωνίες ήδη ευάλωτες, ή ήδη έτοιμες, θα μπορούσε κανείς να πει, στην αλλαγή. Έρευνες με σπηλαιοθέματα, λιμναία και θαλάσσια ιζήματα βάζουν σε ένα κλιματικό πλαίσιο τα αρχαιολογικά δεδομένα, που σε αυτήν την περίοδο αποκαλύπτουν εγκατάλειψη, ή ακόμα και κατάρρευση οικισμών, αλλαγές στη δημογραφία και μετακινήσεις (Staubwasser & Weiss 2006). Όμως, με δεδομένο ότι τα κλιματικά αρχεία ενδέχεται να περιέχουν σφάλματα δεκαετιών, ή και αιώνων, καθώς επίσης, ότι η πολιτισμική αλλαγή ή κατάρρευση είναι μια πολυπαραγοντική και σύνθετη διαδικασία, το μοντέλο ότι το κλίμα οδηγεί σε κατάρρευση δεν πρέπει να είναι ο κύριος αιτιολογικός μηχανισμός της ερμηνείας των πολιτισμών.

7.4.1 Εγγύς Ανατολή

Οι δημοσιευμένες έρευνες λιμναίων και θαλάσσιων ιζημάτων και σπηλαιοθεμάτων (Finné et al. 2011) δείχνουν αλλαγές στην υγρασία, με ισχυρή μεταβλητότητα αλλά όχι συγχρονισμένη σε όλη την περιοχή.

Οι απότομες φάσεις της ξηρασίας σε περιφερειακό επίπεδο επηρέασαν μεγάλα τμήματα της Εγγύς Ανατολής, και προκάλεσαν εγκατάλειψη οικισμών και μετακινήσεις πληθυσμών. Η μείωση των βροχοπτώσεων επέφερε αποτυχία στα γεωργικά συστήματα που βασίζονται στην βροχή, κι έτσι υπήρξε συρρίκνωση της οικονομίας, με αποτέλεσμα τη μετακίνηση των πληθυσμών σε πιο υγρές περιοχές, κυρίως στη Νότια Μεσοποταμία. Στη Βόρεια Μεσοποταμία υπήρχαν πιο έντονες ενδείξεις ξηρασίας, με μείωση της βλάστησης, αύξηση σκόνης και αλλαγή στη ροή υδάτινων ρευμάτων (Robinson et al. 2006). Σε συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης στο Tell Leilan της Βόρειας Μεσοποταμίας, οι οικισμοί, βασισμένοι σε εντατική γεωργική οικονομία – κυρίως σιτηρά – με εξάρτηση από τις βροχές, επηρεάστηκαν από τη μακρά περίοδο ξηρασίας, με αποτέλεσμα να καταρρεύσει το γεωργο-οικονομικό σύστημα. Στο μοντέλο αυτό αποδίδεται και η κατάρρευση του πολιτισμού των Ακκαδαίων, το 2200 π.Χ, που συμπίπτει χρονικά με το ξηρό επεισόδιο του 4200 BP (Weiss 1993). Στη Νότια Μεσοποταμία η εικόνα είναι διαφορετική, με πιο ήπιες συνθήκες ξηρασίας, ενδεχομένως λόγω και των μεγάλων ποταμών (Τίγρης και Ευφράτης).

Στην περιοχή της Ανατολίας δεν υπήρξε, όμως, κλιματική κατάρρευση. Τα δεδομένα δείχνουν μια πιο ομαλή πορεία, στα πλαίσια μιας ευρύτερης μεταβατικής τάσης που ξεκινά περίπου το 4600 BP, όταν η ξηρασία ξεκινά να αυξάνεται. Επιπλέον, τα δείγματα από λιμναία ιζήματα, αλλά και οι έρευνες με ισότοπα και γύρη δείχνουν να μην αυξημένη ξηρασία στο 4200 BP, αλλά όχι συγχρονισμένη σε γεωγραφικό πλαίσιο. Κάποια αρχεία δείχνουν έντονη ξηρασία σε κάποια περιοχή, και άλλα πιο ασθενή σε κάποια άλλη. Αν λάβει κανείς υπόψη και τη γεωμορφολογική ανομοιογένεια, θα πρέπει να δει το επεισόδιο όχι σαν ενιαίο, αλλά σαν ένα σύνολο διαφορετικών κυμάτων ξηρασίας και αντίστοιχων πολιτισμικών αποκρίσεων (Roberts et al. 2011). Αναφορικά με την Χετταϊκή αυτοκρατορία, η σοβαρή επισιτιστική κρίση που συναντάται σε επιγραφές της περιοχής, οδήγησε στην αποδυνάμωση της κεντρικής εξουσίας, με έντονες συγκρούσεις και μετακινήσεις πληθυσμών (Kaniewski et al. 2013).

Στο Λεβάντ, η καταστροφή του λιμανιού Ουγκαρίτ αποδίδεται στην αποτυχία της γεωργικής παραγωγής, άρα και στη διακοπή εμπορίου και στην κοινωνική αστάθεια. Πιο Νότια, στην Χαναάν η εικόνα δεν είναι ίδια, καθώς παλυνολογικές μελέτες έδειξαν μεν μείωση της υγρασίας, όμως εκεί δεν προέκυψε κατάρρευση. Οι πληθυσμοί προσαρμόστηκαν σε πιο ανθεκτικά γεωργικά συστήματα, με λιγότερη μεν παραγωγικότητα, αλλά περισσότερη ευελιξία (Kaniewski et al. 2013). Διαφαίνεται λοιπόν, ότι το κλίμα από μόνο του δεν είναι μοναδικός παράγοντας αποσταθεροποίησης και κατάρρευσης, αλλά συμβάλλει, μαζί με άλλα αίτια, στην προσαρμογή ή στην αποτυχία αυτής των κοινωνιών (Robinson et al. 2006).

7.4.2 Κύπρος

Στην Κύπρο, όπως και σε άλλα νησιωτικά περιβάλλοντα, το αρχείο είναι κάπως θολό, καθώς ναι μεν υπάρχουν ενδείξεις ξηρασίας, αλλά δεν υπάρχει βάση σε συγκεκριμένη έρευνα σε πιο τοπικό επίπεδο. Και πάλι λοιπόν, θα μπορούσε κάποιος να συμπεράνει ότι το επεισόδιο του 4200 BP δεν είναι ξεκάθαρο, αλλά μια μετάβαση από μια μεγαλύτερη τάση του κλίματος στο Ολόκαινο (Roberts et al. 2011). Σε έρευνες στο Ακρωτήρι (Hazell et al. 2022), διαπιστώνεται μεγάλη ξηρασία, με μείωση των υγρόφιλων ειδών και αύξηση των ξηρόφυτων, με χαμηλότερη στάθμη νερού στις υδάτινες μάζες, συνθήκες που διαρκούν περίπου 200 χρόνια. Η πίεση στα υδρολογικά οικοσυστήματα μειώνει την ένταση στην χρήση γης και στην καλλιέργεια, με πιθανή υποχώρηση της γεωργικής πίεσης γύρω από τους υγρότοπους. Δεν υπάρχει, εντούτοις, τεκμηρίωση για κοινωνική κατάρρευση ή εγκατάλειψη του νησιού.

7.4.3 Αιγαίο

Υπάρχει η άποψη ότι και στο Αιγαίο, όπως και στην υπόλοιπη Ανατολική Μεσόγειο, το γεγονός του 4200 BP δεν είναι ούτε ενιαίο, ούτε συγχρονισμένο (Roberts et al. 2011). Γενικά, το σήμα του 4200 BP είναι ασθενές και ίσως χρονικά μετατοπισμένο, με σταδιακή μετάβαση από πιο υγρές σε πιο ξηρές συνθήκες, μέσα σε μια μεγαλύτερη τάση του κλίματος, κι όχι σαν απότομη διατάραξη (Finné et al. 2019). Σε συγκεκριμένες έρευνες (Ganz 2025), το επεισόδιο δεν αναγνωρίζεται καν ως ξεχωριστό, αλλά ως μια μικρή κλιματική απόκλιση. Στο ίδιο πλαίσιο κινούνται και οι έρευνες στη λίμνη Λέρνη (Vignola et al. 2022) και στο Αιγαίο (Kuhnt et al. 2007, Noti et al. 2024) με το κλίμα να δείχνει μια

συνέχεια, κι όχι απότομη μεταβολή. Το ίδιο ισχύει και στο αρχείο σπηλαιοθεμάτων (Finné et al. 2014), όπου το επεισόδιο δεν ξεχωρίζει από τη μακροχρόνια μεταβλητότητα του Ολοκαίνου.

Πολιτισμικά μιλώντας, στο ίδιο πλαίσιο με την άποψη του Weiss για την Εγγύς Ανατολή, κινούνται κι άλλες έρευνες (Kaniewski et al. 2013), που συνδέουν τα παλαιοκλιματικά με τα αρχαιολογικά δεδομένα στην περιοχή του Αιγαίου, προκειμένου να ερμηνεύσουν μια περίοδο έντονης αστάθειας και αναδιάρθρωσης χωρίς το κλίμα να αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα αποσταθεροποίησης. Παρατηρείται μείωση της πολυπλοκότητας των μεγάλων οικισμών της Πρωτοελλαδικής περιόδου, και συρρίκνωση ή εγκατάλειψη θέσεων, που όμως δεν οφείλεται άμεσα στο επεισόδιο του 4200 BP, αλλά σε αλλαγές στα δίκτυα ανταλλαγών και στην κοινωνική οργάνωση. Η Λέρνα και η Τίρυνθα παρουσιάζουν φάσεις μειωμένης δραστηριότητας, χωρίς να υπάρχει πλήρης ερήμωση. Εδραιώνονται μικρότερης κλίμακας οικιστικές δομές, με χαμηλότερη αντιπροσώπευση στα αρχαιολογικά κατάλοιπα, σε σχέση με την ΠΕΧ. Η έλλειψη κεντρικών διοικητικών δομών και η απουσία μνημειακής αρχιτεκτονικής ενδεχομένως να δηλώνει ένα ναι πιο κατακερματισμένο, αλλά υπάρχον σύστημα παραγωγής και διανομής αγαθών. Με βάση το μοντέλο των κύκλων προσαρμογής, οι κοινωνίες δεν ήταν στατικές, αλλά πέρασαν από έναν κύκλο ανάπτυξης και σταθεροποίησης στην ΠΕΧ, σε ένα καθεστώς κρίσης και αναδιοργάνωσης της ΜΕΧ (Weiberg 2017).

7.4.4 Σύνοψη

Το ξηρό επεισόδιο του 4200 BP δεν ήταν ούτε ενιαίο, ούτε συγχρονισμένο σε ολόκληρη την Ανατολική Μεσόγειο. Μάλλον επρόκειτο για μικρότερα επεισόδια εναλλαγών υγρασίας και ξηρασίας, με ανομοιογενή γεωγραφική κατανομή. Από μόνο του αυτό, εκ φύσεως, δεν επιτρέπει την γραμμική ερμηνεία του μοντέλου ότι η ξηρασία οδηγεί σε κοινωνική κατάρρευση. Η αυξημένη ξηρασία δεν είναι ομοιόμορφη, ούτε ταυτόχρονη σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο, με αποτέλεσμα να μην αποδίδεται λογικά η κοινωνική κατάρρευση στην κλιματική μεταβολή (Robinson et al. 2006). Υπήρξε υπερεκμετάλλευση πόρων, τόσο στα υδρολογικά περιβάλλοντα, όσο και στην εντατικοποίηση της γεωργίας. Σε αυτό το κλίμα, οι ανισότητες στην πρόσβαση πόρων ενισχύθηκαν, και οι κοινωνικές δομές που ήταν ήδη ευάλωτες στην πίεση έπρεπε να προσαρμοστούν, ή να μεταβληθούν (Szczygły 2016). Με λίγα λόγια, το κλίμα είναι ένας από τους στρεσογόνους παράγοντες

που ενδεχομένως να επιβαρύνει τις ήδη ασταθείς κοινωνίες (Butzer 2012). Όμως η ήδη υπάρχουσα πολιτική δομή, η ανθεκτικότητα, η οικονομική οργάνωση και οι εσωτερικές συγκρούσεις αποτελούν πολύ πιο σημαντικά αίτια αποσταθεροποίησης. Κατά συνέπεια, τα παλαιοκλιματικά δεδομένα θα πρέπει να μελετώνται μαζί με τα αρχαιολογικά, όχι μόνο στο ίδιο χρονικό πλαίσιο, αλλά και σε ευρύτερα πολιτισμικά συμφραζόμενα.

7.5 Κλιματικό επεισόδιο το 3200 BP

Το κλιματικό αυτό γεγονός του 3200 BP ή το 1200 π.Χ. δεν είχε παγκόσμιο αντίκτυπο, και δεν καθορίζεται από τα αρχεία ως ξεχωριστό κλιματικό επεισόδιο. Σύμφωνα με πυρηνοληψίες και αρχεία ιζημάτων, υπήρχαν περίοδοι αυξημένης ξηρασίας σε περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, που όμως δεν ήταν σύγχρονες μεταξύ τους, με πιο ξεκάθαρο το σήμα στο Λεβάντ. (Finné et al. 2011). Πρόκειται για επαναλαμβανόμενες ψυχρές και ξηρές περιόδους, με διακοπτόμενα επεισόδια σε μια μεγαλύτερη κλιματική αστάθεια. Καθώς η επιφάνεια της θάλασσας ψύχεται, προκύπτουν αλλαγές στην εξάτμιση των υδάτων, άρα και λιγότερες βροχοπτώσεις. Παράλληλα, μειώνεται η μεσογειακή δενδρώδης βλάστηση και αυξάνονται τα ξηροφυτικά είδη και τα είδη στέπας. Χρονικά η φάση αυτή συμπίπτει με την κατάρρευση της Ύστερης Εποχής του Χαλκού, και έχει συνδεθεί στην έρευνα με αυτή ως αιτιολογικός παράγοντας (Zerefos & Zerefos, 1978, Kaniewski et al. 2013, 2019).

7.5.1 Εγγύς Ανατολή

Στην περιοχή του Λεβάντ, της Συρίας, του Λιβάνου και του Ισραήλ τα παλυνολογικά αρχεία δείχνουν μείωση της δασικής δενδρώδους βλάστησης και αύξηση των ξηροφυτικών ειδών. Το υδρολογικό τοπίο μεταλλάσσεται, με ενδείξεις υποχώρησης της υγρασίας και εδραίωση του πιο ανοιχτού τοπίου. Στην Ανατολία, τα ιζήματα δείχνουν μειωμένη φερτή ύλη από τους ποταμούς, και αλλαγές που συνδέονται με πιο ξηρές συνθήκες, αν και όχι τόσο καθαρές όσο στο Λεβάντ (Kaniewski et al. 2019).

Οι πινακίδες που βρέθηκαν στην πόλη Ουγκαρίτ, στη σημερινή Συρία, την καθιστούν μοναδική, καθώς διαθέτει γραπτές πηγές μέχρι και την καταστροφή της. Επιστολές αναφέρουν εχθρικές απειλές και προβλήματα ανεφοδιασμού, ενώ άλλα κείμενα κάνουν λόγο για έλλειψη σιτηρών. Οι γραπτές αυτές πηγές, μεγάλο μέρος των οποίων

ανήκει στα τελευταία 50 χρόνια της ύπαρξης της πόλης, βάζουν ένα σαφές πλαίσιο στην καταστροφή της, η οποία είναι πολυπαραγοντική (Knapp & Manning, 2016).

Στην Ανατολία, ο πολιτισμός των Χετταίων αποδυναμώνεται, με εγκατάλειψη της πρωτεύουσας και κατάρρευση του αυτοκρατορικού συστήματος. Επακόλουθη είναι και η απώλεια ελέγχου στις περιφερειακές περιοχές. Πέρα από την ξηρασία, υπάρχει συζήτηση για περαιτέρω αιτιολογικούς παράγοντες, όπως υπάρχουσες εσωτερικές συγκρούσεις, προβλήματα στον εφοδιασμό της τροφής και επιδρομές από εισβολείς. Η βαθιά διάβρωση της κοινωνίας των Χετταίων, συνεπώς, είναι παράλογο να αποδοθεί μόνο στην ξηρασία (Knapp & Manning, 2016). Αντίθετα, η περίπτωση της Ασκαλώνας διαφοροποιείται, καθώς δεν προκύπτει καταστροφή, αλλά μια ομαλή μετάβαση στην εποχή του Σιδήρου, με αλλαγές στην κεραμική και στην αρχιτεκτονική. Στις θέσεις Μεγιδδώ και Λαχίς, η εικόνα είναι παρόμοια και εξίσου σύνθετη, καθώς τα πολλαπλά στρώματα καταστροφής, και η αντίστοιχη χρονολόγησή τους επιφέρουν προβλήματα στην έρευνα και σημεία διαφωνίας. Σε αυτή την περίπτωση, θα ήταν απλά λάθος να αποδώσουμε τις αιτίες της καταστροφής – ή των καταστροφών – αποκλειστικά στην ξηρασία (Knapp & Manning, 2016).

7.5.2 Κύπρος

Στην Κύπρο τα δεδομένα δείχνουν μεταβολές στη γύρη που συμβαδίζουν με πιο ξηρές συνθήκες και μείωση των δασικών ειδών, ότι ακριβώς παρατηρήθηκε και στο Λεβάντ. Εδώ η Κύπρος χρησιμοποιείται ως περιοχή ελέγχου, λόγω της σχετικής απομόνωσης και των αξιόπιστων αρχείων ιζημάτων (Kaniewski et al. 2013, 2019). Η θέση Έγκωμη είναι μία από τις σημαντικότερες πόλεις της YEX που επιβιώνει μετά το 3200 BP. Τα αρχαιολογικά δεδομένα δείχνουν καταστροφικά επεισόδια, αλλά ακολουθείται πάντα ανιοκοδόμηση, και η πόλη δεν εγκαταλείπεται αμέσως. Αντίστοιχα και η θέση Κίτιον, κοντά στη σημερινή Λάρνακα παραμένει ενεργή μετά τις πρώτες καταστροφές και διατηρεί βιοτεχνική και μεταλλουργική δραστηριότητα. Τα Κούκλια στην Πάφο επίσης είναι μια περίπτωση συνέχισης της κατοίκησης, με σημαντική εξέλιξη στον πολιτικό και θρησκευτικό τομέα, που μάλιστα διαφαίνεται να απορροφά πληθυσμούς από άλλες περιοχές. Αναφορικά με την εγκατάλειψη οικισμών, πρέπει να αναφερθεί η θέση Μαρώνι – Βούρνες, στην επαρχία Λάρνακας, που εγκαταλείπεται σχετικά νωρίς, και είναι ενδεικτική για την μακροχρόνια διάρκεια της κρίσης. Στη θέση Τεκέ Χαλά Σουλτάνας διαφαίνεται, επίσης, εγκατάλειψη του αστικό κέντρου, που μετά τον 12^ο αιώνα χάνει την

αίγλη του. Στο ίδιο πλαίσιο κινούνται και οι θέσεις Καλαβασός - Άγιος Δημήτριος, Αλασσα, Πύλα-Κοκκινόκρεμμος και Μάα-Παλαιόκαστρο, που δίνουν εικόνα αστάθειας και εγκατάλειψης (Knapp & Manning, 2016). Σε γενικές γραμμές, κάποιες θέσεις εγκαταλείπονται, ενώ άλλες συνεχίζουν και αναπτύσσονται κατά τη μετάβαση προς την εποχή του Σιδήρου. Η ευρεία ποικιλομορφία της προσαρμογής των πληθυσμών δεν επιτρέπει την μονοδιάστατη ερμηνεία της συρρίκνωσης και της κοινωνικής μεταβολής λόγω του κλίματος, αλλά επιβάλλεται να αναγνωριστεί κι ο ανθρώπινος παράγοντας διαμόρφωσης και εξέλιξης των κοινωνιών.

7.5.3 Αιγαίο

Στο Ανατολικό Αιγαίο, τα δεδομένα είναι κάπως πιο μεικτά. Τα θαλάσσια και τα λιμναία ιζήματα δείχνουν αλλαγές στην απορροή ποταμών, ενδείξεις υδρολογικής αστάθειας και διαφοροποιήσεις στην βλάστηση (Kaniewski et al. 2013, 2019). Για τον μυκηναϊκό κόσμο, αστικά κέντρα όπως οι Μυκήνες, η Τίρυνθα, η Πύλος, η Θήβα και η Κνωσός είναι χαρακτηριστικά για την κατάρρευση του Μυκηναϊκού τρόπου ζωής. Στα τέλη του 13^{ου} αιώνα π.Χ. παρατηρήθηκαν καταστροφές ανακτόρων, εγκατάλειψη ή συρρίκνωση οικισμών και διάλυση εν γένει των ανακτορικών συστημάτων διοίκησης. Εξαφανίστηκε η Γραμμική Β και αναδιαμορφώθηκαν τα μοτίβα εγκατάστασης των πληθυσμών προς μικρότερες και συχνά οχυρωμένες κοινωνίες. Η ξηρασία από μόνη της δε μπορεί να εξηγήσει τις παραπάνω δραματικές μεταβολές. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και περαιτέρω παράγοντες, όπως η οικονομική αποδυνάμωση, οι εσωτερικές συγκρούσεις και η διακοπή των εμπορικών δικτύων. Άξιο είναι να αναφερθεί ότι στην Κρήτη, η στρατηγικές που ακολουθήθηκαν ήταν διαφορετικές από την ηπειρωτική Ελλάδα. Παρατηρείται συνέχεια στην κατοίκηση, με αναδιοργάνωση της παραγωγής και αλλαγές στις στρατηγικές αποθήκευσης και διαχείρισης των αγαθών (Knapp & Manning, 2016).

7.5.4 Σύνοψη

Το επεισόδιο του 1200 π.Χ. χαρακτηρίζεται από αυξημένη ξηρασία, μειωμένες βροχοπτώσεις και υδρολογική πίεση στην Ανατολική Μεσόγειο. Στο Λεβάντ, οι ήδη αντίξοες συνθήκες ανεφοδιασμού και πολιτικής αστάθειας εντείνονται από τις συνέπειες της ξηρασίας. Στην Ανατολία, η αυτοκρατορία των Χετταίων καταρρέει, γεγονός που εντάσσεται χρονικά στο συγκεκριμένο κλιματικό επεισόδιο, εντούτοις είναι τόσο σύνθετο,

που δεν είναι δυνατόν να αποδοθεί μόνο στην διατάραξη των υδρολογικών συνθηκών. Στην Κύπρο, οι εξελίξεις είναι σύνθετες, καθώς διαφορετικοί πληθυσμοί καταλήγουν σε διαφορετικούς τρόπους αντιμετώπισης και προσαρμογής – η μη – στην κρίση. Με τη μετάβαση στην εποχή του Χαλκού, η οικονομία του νησιού μετασχηματίζεται και τα εμπορικά δίκτυα αλλάζουν. Στο Αιγαίο, η περίοδος αυτή συμπίπτει με την κατάρρευση των Μυκηναϊκών ανακτόρων, και μεγάλα αστικά κέντρα στην Πελοπόννησο και στην ηπειρωτική Ελλάδα χάνουν τον διοικητικό τους ρόλο. Η αστάθεια αυτή έχει άμεση σχέση με την οικονομία, καθώς τα ανακτορικά συστήματα βασίζονται στην συγκέντρωση της διαχείρισης της παραγωγής, της αποθήκευσης και της διανομής των αγαθών. Επομένως, οποιαδήποτε διαταραχή στον κεντρικό έλεγχο είναι δυνατόν να πυροδοτήσει μια χιονοστιβάδα κοινωνικών αναταραχών σε ένα ήδη ευάλωτο πολιτικό και κοινωνικό πλαίσιο. Στο πλαίσιο των κλιματικών ερμηνειών, θα μπορούσε να θεωρηθεί η ξηρασία ως κύριος παράγοντας που επηρέασε τη γεωργική παραγωγή, το υδρολογικό καθεστώς, την κτηνοτροφία, την αποθήκευση και τη διαχείριση της παραγωγής. Η πίεση αυτή άλλοτε πυροδότησε, κι άλλοτε ενέτεινε ήδη υπάρχουσες κοινωνικές εντάσεις κατά το πέρασμα από την Ύστερη εποχή Χαλκού στην Πρώιμη εποχή Σιδήρου.

7.6 Επίλογος

Η Ανατολική Μεσόγειος αποτελεί μια από τις πιο κλιματικά ευαίσθητες περιοχές κατά το Ολόκαινο, όπου οι μεταβολές δεν εμφανίζονται με ενιαίο τρόπο, αλλά με έντονη χωρική και χρονική ανομοιογένεια. Τα μεγάλα επεισόδια του Ολοκαίνου, το 8200 BP, το κλιματικό βέλτιστο τη χιλιετία 5200 – 4200 BP, το ξηρό επεισόδιο του 4200 BP και τέλος το ψυχρό, ξηρό γεγονός το περίοδο 3200 BP συνέβαλαν ποικίλες αποκρίσεις σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον δραστηριότητας του ανθρώπου. Με έμφαση στις υδρολογικές συνθήκες και στην βροχόπτωση, κι όχι τόσο στις διακυμάνσεις τις θερμοκρασίας, η ερμηνεία των πολιτιστικών αλλαγών διαφαίνεται σχετικά αυτονόητη, καθώς η πίεση στην παραγωγή τροφής οδηγεί σε αλλαγή στρατηγικών αποθήκευσης και πλεονάσματος, δημιουργώντας κοινωνική αποδιοργάνωση και προσαρμογή. Εντούτοις, η ποικιλόμορφη ανταπόκριση των πολιτισμών σε ίδια, πάνω-κάτω, κλιματικά καθεστώτα οδηγεί σε διαφορετικά, πιο σύνθετα συμπεράσματα. Κάποιοι πολιτισμοί όντως κατέρρευσαν, όμως άλλοι επιβίωσαν, προσαρμόστηκαν και θριάμβευσαν.

Το έντονα μεταβαλλόμενο κλίμα του Ολοκαίνου δε μπορεί να αποτελέσει τον μοναδικό παράγοντα πυροδότησης των κοινωνικών αλλαγών, όπως το πέρασμα στη Νεολιθική, ή στην εποχή του Χαλκού, ή στην εποχή του Σιδήρου. Οι σύνθετες αυτές πολιτισμικές περίοδοι, μεταβατικές φάσεις κοινωνικής αλλαγής αποτελούν οριακές καταστάσεις. Το κλίμα δεν τις δημιουργεί, δεν τις προκαλεί, δεν τις γεννά. Η αποσταθεροποίηση, η μεταβολή, η οριακότητα είναι μακροχρόνιες διεργασίες μέσα σε ανθρώπινο πλαίσιο. Το κλίμα, το περιβάλλον, οι εξωτερικές συνθήκες διαβίωσης είναι περιφερειακοί παράγοντες πίεσης ή ευημερίας, που εντείνουν την μεταβολή και τη μετάβαση. Όμως ο άνθρωπος είναι αυτός που επιλέγει, προσαρμόζεται και αναδιοργανώνεται, όχι μένοντας παθητικός δέκτης, αλλά προκαλώντας ο ίδιος τις κοινωνικές εξελίξεις.

8 Συμπεράσματα

8.1 Εισαγωγικά

Η ανθρώπινη ιστορία δεν είναι απλά μια γραμμική πορεία προς τα μπροστά, όπου διάφοροι παράγοντες, όπως το περιβάλλον, παρεμβαίνουν και την επαναπροσδιορίζουν. Το κλίμα αλλάζει πολύ γρήγορα, και οι ίδιες οι αλλαγές του δεν είναι γραμμικές, αλλά αλλαγές καθεστώτων (Alley 2003). Το περιβάλλον θέτει μεν περιορισμούς και ανοίγει δυνατότητες, αλλά δεν καθορίζει μονοσήμαντα το αποτέλεσμα. Οι ανθρώπινες κοινωνίες δεν είναι παθητικοί δέκτες των φυσικών φαινομένων. Είναι σύνθετα, ποικίλα συστήματα, που προσαρμόζονται, αναδομούνται, συγκρούονται και μετασχηματίζουν τις συνθήκες μέσα στις οποίες ζουν.

Στην Ανατολική Μεσόγειο, ίδιες κλιματικές πιέσεις δεν παράγουν ίδιες ιστορικές εξελίξεις, ούτε ίδιες πολιτισμικές αποκρίσεις. Το κλίμα άλλοτε οδηγεί σε κινητικότητα, άλλοτε σε αναδιοργάνωση, άλλοτε σε ενίσχυση των ήδη υπαρχόντων δομών κι άλλοτε σε πλήρη μετασχηματισμό των συνθηκών διαβίωσης. Από την διαμόρφωση των καταφυγίων και των στρατηγικών συλλογής της τροφής, μέχρι την εντατικοποίηση της γεωργίας και την διαχείριση του περιβάλλοντος και μέχρι και την πλήρη αναδιοργάνωση των δικτύων και των μορφών εξουσίας, η ανθρώπινη εφευρετικότητα δεν απαντά απλώς στο περιβάλλον ως αντίδραση. Είναι προσαρμογή, είναι επιλογή, είναι δράση. Η κοινωνική δομή, η τεχνολογία, και η οικονομία βρίσκονται σε μια διαρκή αλληλεπίδραση με το κλίμα, σε μια σχέση όχι υποτακτική αλλά με ίσους όρους. Το κλίμα λειτουργεί ως παράγοντας πίεσης, ως κινητήρια δύναμη κι ως μοχλός μετασχηματισμού, αλλά η κατεύθυνση δεν είναι προβλεπόμενη και προδιαγεγραμμένη.

8.2 Πλειστόκαινο

Κατά την τελευταία Μεσοπαγετώδη περίοδο στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου (130.000 – 115.000 BP), ή αλλιώς Eemian οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν ήταν θερμές, με θερμοκρασίες υψηλότερες από τις σημερινές κατά περίπου 1–3°C σε παγκόσμιο επίπεδο, και την στάθμη της θάλασσας να βρίσκεται 6–9 μέτρα

υψηλότερα από σήμερα (Kopp et al., 2009). Δάση αναπτύχθηκαν ενώ οι παγετώνες υποχώρησαν και αυξήθηκαν οι βροχοπτώσεις.

Αυτή η περίοδος συνδέεται με την είσοδο του homo sapiens από την Αφρική στην Ευρασία, αν και υπάρχουν σαφείς ενδείξεις για μεταγενέστερες φάσεις (MIS 5c – 5a, 100.000 – 40.000 BP) (Müller et al. 2011). Ιδιαίτερα για την περιοχή του Λεβάντ, το ατμοσφαιρικό καθεστώς ήταν πολύ διαφορετικό απ' ό,τι σήμερα. Πέρα από τις αυξημένες θερμοκρασίες, εμφανίστηκαν και οι θερινές βροχές. Παράλληλα, η Σαχάρα ήταν πολύ πιο πράσινη, με λίμνες, ποτάμια και σαβάνες, με αποτέλεσμα η πορεία από την υποσαχάρια Αφρική προς τη Βόρεια Αφρική και έπειτα την Ευρασία να ήταν πολύ πιο εύκολη, με οικολογικό διάδρομο το Λεβάντ. Οι μετακινήσεις των ζώων, η διασπορά των φυτών και η κινητικότητα των ανθρώπινων πληθυσμών ευνοήθηκαν από αυτό το χρονικό και γεωγραφικό παράθυρο (Frumkin & Comay 2021). Παρόλο που δεν ήταν όλη η Eemian υγρή, ιδιαίτερα το πιο υγρό διάστημα μεταξύ 128.000 – 122.000 BP δημιουργήθηκαν πιο ευνοϊκά οικοσυστήματα που διευκόλυναν τις μετακινήσεις (Torfstein et al. 2015, Waldmann et al. 2009). Αποτέλεσμα των μετακινήσεων αυτών ήταν η συνύπαρξη Νεάντερταλ και homo sapiens στο Λεβάντ, με μίξη διάφορων τεχνολογιών, όπως της Μουστέριας, και ενδείξεις συμβολισμού στις ταφικές πρακτικές (Bar-Yosef 2002).

Περίπου 100.000 μετά, κατά το Τελευταίο Παγετωνικό Μέγιστο (22.000 - 18.000 BP), την τελευταία παγετώδη περίοδο, οι παγκόσμιες θερμοκρασίες ήταν χαμηλότερες και η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερη περίπου 120μ. κάτω από τα σημερινά επίπεδα. Οι βροχοπτώσεις ήταν σε χαμηλά επίπεδα, και οι εκτάσεις ήταν στέπες, με περιορισμένη δασική κάλυψη και μικρή βιοποικιλότητα (Robinson 2006). Οι άνθρωποι ζούσαν σε πιο αραιές ομάδες και οι πληθυσμοί της Ανατολικής Μεσογείου ανέπτυξαν πιο σύνθετες στρατηγικές επιβίωσης, ανάμεσα στις οποίες και η εντατική συλλογή δημητριακών. Η διαφοροποίηση αυτή θεωρείται το πρώτο βήμα για τις διαδικασίες που οδήγησαν στην υιοθέτηση γεωργικών πρακτικών.

Στο Αιγαίο, το κλίμα ήταν σχετικά ήπιο, και οι ακτογραμμές πολύ διαφορετικές, μια που η ξηρά κάλυπτε πολύ μεγαλύτερη έκταση, δημιουργώντας μεγάλες υφαλοκρηπίδες. Οι πληθυσμοί μετακινούνταν περισσότερο, κυνηγούσαν μικρότερα θηράματα και ήταν περισσότερο ευέλικτοι στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Σε γενικές γραμμές, οι

ομάδες ήταν μικρότερες και πιο απομονωμένες, με έντονη κινητικότητα και επανακατοίκηση περιοχών σε ένα συνεχώς κυμαινόμενο κλίμα.

Λίγες χιλιάδες χρόνια μετά, το ψυχρό επεισόδιο της Νεότερης Δρυάδας (Younger Dryas 12.900 – 11.700 BP) έδωσε το έναυσμα για αναδιάρθρωση της ανθρώπινης κατοίκησης, με μετακινήσεις και εγκατάλειψη περιοχών και νέα μοτίβα κυνηγιού. Στην Εγγύς Ανατολή, ο Νατούφιος πολιτισμός δημιούργησε πιο μόνιμη εγκατάσταση παρόλο που παρέμεινε στο τροφο-συλλεκτικό στάδιο. Η πίεση στους πόρους έφερε τα πρώτα ψήγματα διαχείρισης του εδάφους για την προετοιμασία του για την καλλιέργεια και την κτηνοτροφία. Με τις αλλαγές αυτές, διαμορφώθηκε και νέα τεχνολογία, με σύνθετα εργαλεία και όπλα (Bar-Yosef 1998). Εκτάσεις εγκαταλείπονται εποχικά ή οριστικά, οι πληθυσμοί συρρικνώνονται και αναδιατάσσονται. Ιδιαίτερα οι πληθυσμοί που εξαρτώνται από την πρώιμη γεωργία βλέπουν την πτώση της παραγωγής, υδρολογική αστάθεια και διακυμάνσεις στην διαθεσιμότητα της διατροφής (Bar-Yosef 2017). Στην ηπειρωτική Ελλάδα, η ξηρασία και το ψύχος ήταν έντονο, με κατοίκηση σε σπήλαια – refugia (Φράγχθι – Θεόπετρα) και απόκριση στο κλιματικό στρες με εντατικοποίηση κυνηγιού και ενδείξεις αλιείας και συλλογής οστρέων. Δεν προκύπτει κατάρρευση πληθυσμών, αλλά δημογραφική πίεση και γεωγραφική ανακατανομή στην κατοίκηση. Η κλιματική πίεση ενεργοποιεί κύκλους προσαρμογής, όχι σταθερές μεταβάσεις, με αποτέλεσμα να προκύπτουν υβριδικά μοντέλα οικονομίας και διαβίωσης (Rosen 2012).

8.3 Ολόκαινο

Με το τέλος της Νεότερης Δρυάδας (Younger Dryas) και την σταθεροποίηση του κλίματος, η μετάβαση στο Ολόκαινο συνοδεύεται με αύξηση της εξάρτησης από τα άγρια δημητριακά και την καλλιέργεια εν γένει. Η πίεση του προηγούμενου ψυχρού σταδίου επιτάχυνε τις διαδικασίες της εντατικοποίησης της παραγωγής τροφής και της μόνιμης εγκατάστασης, βάζοντας τα θεμέλια της Νεολιθικής Επανάστασης.

Κατά το πρώιμο Ολόκαινο, και συγκεκριμένα το ψυχρό επεισόδιο του 8200 BP, η έντονη ξηρασία και το ψύχος έφεραν αλλαγές στη βλάστηση και αποσταθεροποίηση των οικοσυστημάτων. Η ευαισθησία της Εγγύς Ανατολής στις διακυμάνσεις του κλίματος γίνεται και πάλι σαφής, καθώς κάποιοι οικισμοί εγκαταλείφθηκαν εντελώς, όπως η Ιεριχώ. Εντούτοις, η προσαρμοστικότητα και η ανθεκτικότητα σε άλλες θέσεις, όπως στο Yenikari

και στο Catalhöyük (Konak & Yalçın 2025, Roffet-Salque et al. 2018) επικράτησαν, με μεταβολές στη διαχείριση των ζώων και στις στρατηγικές της παραγωγής τροφής.

Στην Κύπρο και στο Αιγαίο επίσης παρατηρήθηκε εγκατάλειψη θέσεων και μετακίνηση πληθυσμών, με εντατικές προσπάθειες αποθήκευσης της τροφής και αλλαγές στη διαχείριση των φυσικών πόρων. Δε δίνεται ούτε σε αυτό το κλιματικό γεγονός εικόνα κατάρρευσης, παρότι τα αρχαιολογικά δεδομένα δίνουν στοιχεία μειωμένης δραστηριότητας.

Σε μια χιλιετία ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών όπως στο κλιματικό βέλτιστο του Ολοκαίνου (Climatic Optimum 5200 – 4200 BP), η αυξημένη θερμοκρασία και η υγρασία στην Ανατολική Μεσόγειο έδωσε τη δυνατότητα για ενίσχυση των βροχοπτώσεων και επέκταση των δασών. Παρόλο που το κλίμα παρέμενε δυναμικό και μεταβαλλόμενο, η στάθμη της θάλασσας σταθεροποιήθηκε στα σημερινά περίπου επίπεδα, αναδιαμορφώνοντας τις ακτογραμμές. Στην Εγγύς Ανατολή, η καλλιέργεια και η μόνιμη εγκατάσταση έχουν εδραιωθεί, και μαζί με τη Νεολιθική Επανάσταση έχουν έρθει και τα πρώτα σημάδια κοινωνικής διαφοροποίησης και διαστρωμάτωσης. Ο άνθρωπος παρεμβαίνει πια στο περιβάλλον ως παράγοντας μετασχηματισμού του, με αξιοποίηση των υδάτων, αποψίλωση, ζώνες εκμετάλλευσης και ανομοιογένεια στην χωρική κατανομή. Στο Αιγαίο, δόθηκε δημογραφική ώθηση, με αποτέλεσμα την αύξηση των οικισμών. Πλέον, η περιοχή είναι διάδρομος διάδοσης του Νεολιθικού τρόπου ζωής προς την Δύση, με σαφή τη μόνιμη εγκατάσταση, την διαχείριση και αποθήκευση τροφής και την κτηνοτροφία.

Με το τέλος του κλιματικού βέλτιστου, το κλίμα και πάλι άλλαξε δραματικά, προς συνθήκες έντονης ξηρασίας το 4200 BP. Η αποσταθεροποίηση της γεωργικής παραγωγής εντείνει κοινωνικές ανακατατάξεις και επιταχύνει πολιτισμικές εξελίξεις. Στο επεισόδιο αυτό αποδίδεται η κατάρρευση πολιτισμών (Ακκαδικός, Weiss 1997) και έντονη διαφοροποίηση στις αποκρίσεις των πληθυσμών, ακόμα και στο ίδιο γεωγραφικό και κλιματικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, στη Βόρεια Μεσοποταμία η ένταση του επεισοδίου αποτυπώνεται πιο έντονα απ' ό,τι στη Νότια, όπου και η ύπαρξη διαφορετικού υδρολογικού ορίζοντα (Τίγρης και Ευφράτης) συσχετίζεται με ηπιότερες αποκρίσεις. Το ίδιο ισχύει και στην Ανατολία και στο Νότιο Λεβάντ, όπου δεν παρατηρείται κατάρρευση πληθυσμού, αλλά προσαρμογή και ευελιξία στα τροφοπαραγωγικά και κοινωνικά συστήματα. Το ίδιο το επεισόδιο του 4200 BP δεν ήταν ομοιόμορφο σε όλη την έκταση της Ανατολικής

Μεσογείου, με αποτέλεσμα και η ανθρώπινη δραστηριότητα να ποικίλει. Την ίδια εικόνα δείχνει και η ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου, όπου η αποσταθεροποίηση των κοινωνικών δομών δε συνδέονται άμεσα με το κλιματικό αυτό επεισόδιο, αλλά οφείλεται σε ήδη υπάρχουσες κοινωνική αστάθεια, που εντείνεται με την πίεση των κλιματικών συνθηκών.

Μια χιλιετία αργότερα, το επεισόδιο του 3200 BP, που δεν είναι σαφώς καθορισμένο από την παγκόσμια βιβλιογραφία, επηρέασε την Ανατολική Μεσόγειο σε διαφορετικό βαθμό και ένταση, καθώς οι επαναλαμβανόμενες ξηρές και ψυχρές φάσεις του έφεραν κλιματική αστάθεια σε κάποιες περιοχές περισσότερο από άλλες. Στην έρευνα, συμπίπτει χρονικά με το τέλος της Ύστερης εποχής του Χαλκού, παρόλα αυτά δε μπορούμε να του αποδώσουμε την μοναδική αιτιολογική ερμηνεία που διαφαίνεται σε πρώτο επίπεδο. Στο Λεβάντ, η ένταση είναι μεγαλύτερη, και η πολιτισμική απόκριση πιο έντονη, καθώς η μείωση των δασών και η διαφοροποίηση στη βλάστηση οδηγούν σε εγκατάλειψη πόλεων, εντάσεις και συγκρούσεις. Στην Ανατολία η εικόνα ποικίλει, καθώς άλλες πόλεις εγκαταλείπονται, άλλες μετασχηματίζονται, κάνοντας την γραμμική απόδοση του κλίματος ως μοναδική ερμηνεία των κοινωνικών αυτών εκφάνσεων δικαιολογημένα δύσκολη. Παρόμοια δεδομένα υπάρχουν και στην Κύπρο, όπου άλλοι οικισμοί εγκαταλείπονται, ενώ άλλοι αναπτύσσονται και μεταβαίνουν ομαλά στην Πρώιμη εποχή του Σιδήρου. Το ίδιο ισχύει και στον Ελλαδικό χώρο, όπου η ξηρασία από μόνη της δε μπορεί να εξηγήσει αποκλειστικά την συρρίκνωση και κατάρρευση των Μυκηναϊκών ανακτόρων. Οι κοινωνικές διεργασίες που πυροδοτούν τόσο μεγάλες πολιτισμικές αλλαγές είναι ιδιαίτερα σύνθετες και πολυπαραγωγικές, και προφανώς δεν αποδίδονται αποκλειστικά σε μια περίοδο ξηρασίας (Butzer 2012).

8.4 Επίλογος

Παρόλο που οι πολλές αρχαιομετρικές έρευνες, οι δειγματοληψίες ιζημάτων και οι πυρηνοληψίες, οι ζωοαρχαιολογικές και παλυνολογικές μελέτες δίνουν σαφή δεδομένα για κλιματικές μεταβολές σε παγκόσμιο αλλά και τοπικό επίπεδο, τα προφανώς αξιόπιστα στοιχεία τους δεν πρέπει να συσχετίζονται άκριτα με τα αρχαιολογικά κατάλοιπα. Η αλληλοεξάρτηση κλίματος και ανθρώπινης δραστηριότητας δε βασίζεται σε σχέση αιτίας και αποτελέσματος με την αυστηρή έννοια (DeMenocal 2001). Οι προϊστορικές κοινωνίες

της Ανατολικής Μεσογείου βιώνουν απότομα κλιματικό σοκ μεν, τα οποία όμως με τη σειρά τους ενεργοποιούν ήδη υπάρχουσες κοινωνικές ζυμώσεις (Weninger 2006).

Τα αρχαιολογικά κατάλοιπα θέσεων ή τοπίων δραστηριότητας των ανθρώπινων πληθυσμών ήδη έχουν πολλούς περιοριστικούς παράγοντες, όπως η απουσία αντιπροσώπευσης, οι ταφονομικές διαδικασίες και οι όποιοι περιορισμοί στην έρευνα. Αν συμπεριλάβουμε το γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα, η μόνιμη κατοίκηση αποτελεί μόνο ένα μέρος του αντικειμένου της, θα πρέπει να αντιμετωπίσουμε τους χώρους διαβίωσης και δραστηριότητας του ανθρώπου με ένα περισσότερο κριτικό μάτι, κι όχι απλά σαν σημείο κατοίκησης. Ο τόπος είναι ένα πλαίσιο πολλών δραστηριοτήτων, πολλών χρονικών φάσεων και αποτέλεσμα φυσικών μεταβολών και κλιματικών επιδράσεων (Binford 1982). Η ιδέα ότι η ξηρασία οδήγησε στην επινόηση της γεωργίας ή η κλιματική αλλαγή επιφέρει άμεσα και γραμμικά την πολιτισμική εξέλιξη θα πρέπει να τίθεται σε συνεχή και εξονυχιστικό έλεγχο. (Wright 1993).

Αυτό που χρειάζεται στην περαιτέρω έρευνα, δεν είναι τα στοιχεία που θα επιβεβαιώσουν τη γραμμικότητα της σχέσης κλίματος και ανθρώπινης εξέλιξης. Είναι οι μελέτες που θα ανατρέψουν το επιχείρημα αυτό, είναι ο ενδεδειγμένος και μόνιμος έλεγχος των επιστημονικών δεδομένων, κλιματικών, αρχαιομετρικών και αρχαιολογικών, προκειμένου να μην εμπίπτουμε σε confirmation bias. Χρειάζεται συνεχής και κριτικός έλεγχος, ώστε να κρατηθεί η διάδραση ανθρώπου και περιβάλλοντος ανοιχτή σε ερμηνείες που μπορούν να αξιολογηθούν, να δοκιμαστούν και να διαψευστούν.

Η πλούσια βιβλιογραφία για την προϊστορία των πολιτισμών της Ανατολικής Μεσογείου είναι ουσιώδες να εμπλουτιστεί με περαιτέρω διεπιστημονικές μελέτες, προκειμένου οι εφαρμογές των φυσικών επιστημών, όπως της γεωλογίας και της κλιματολογίας να βρουν πρόσφορο έδαφος να ανθίσουν στην αρχαιολογία. Παρά την σημαντική πρόοδο των τελευταίων δεκαετιών, εξακολουθούν να προκύπτουν προβλήματα που σχετίζονται με κενά στα αρχαιολογικά δεδομένα, αβεβαιότητες στην χρονολόγηση και δυσκολία διάκρισης των κλιματικών επιδράσεων από τους κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες. Παράλληλα, η έντονη περιβαλλοντική ποικιλομορφία της περιοχής καθιστά δύσκολη τη γενίκευση των συμπερασμάτων σε ευρεία γεωγραφική κλίμακα. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα κρίσιμα ζητήματα, δε φτάνει μόνο ο εμπλουτισμός των μελετών. Χρειάζεται να ενισχυθεί μια ευρεία διεπιστημονική προσέγγιση που να συνδυάζει την

αρχαιολογία, την παλαιοκλιματολογία, την γεωαρχαιολογία, την αρχαιομετρία και την πληροφορική επιστήμη. Με αυτόν τον τρόπο θα καταστεί δυνατή η βαθύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ανθρώπινες κοινωνίες ανταποκρίθηκαν στις κλιματικές προκλήσεις και προσαρμόστηκαν στις μεταβολές του περιβάλλοντος

Μέσα στη διαρκή αλληλεπίδραση ανθρώπου και φύσης, αυτό που ξεχωρίζει δεν είναι η δύναμη του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά η ικανότητα του ανθρώπου να μετατρέπει την πίεση σε αλλαγή. Δεν είναι άβουλος και έρμαιο σε μια διαρκή αντιπαράθεση με τη φύση, ένας παθητικός αποδέκτης της μοίρας του. Ο άνθρωπος είναι ο παράγοντας που τη διαμορφώνει.

Βιβλιογραφία

- Alley, R. B. (2000). The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary Science Reviews*, 19(1–5), 213–226. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00062-1](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00062-1)
- Alley, R. B., Marotzke, J., Nordhaus, W. D., Overpeck, J. T., Peteet, D. M., Pielke, R. A., Jr., Pierrehumbert, R. T., Rhines, P. B., Stocker, T. F., Talley, L. D., & Wallace, J. M. (2003). Abrupt climate change. *Science*, 299(5615), 2005–2010.
- Alley, R. B., Mayewski, P. A., Sowers, T., Stuiver, M., Taylor, K. C., & Clark, P. U. (1997). Holocene climate instability: A prominent, widespread event 8200 years ago. *Geology*, 25(6), 483–486. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0483:HCIAPW>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0483:HCIAPW>2.3.CO;2)
- Alley, Richard B.; Ágústssdóttir, Anna Maria (2005). "The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change". *Quaternary Science Reviews* 24 (10-11): 1123-1149.
- Anderson, L., & Havens, J. (2015). *The water cycle and water isotopes* [Illustration]. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/media/images/water-cycle-and-water-isotopes>
- Bar-Yosef, O. (1998). The Natufian culture in the Levant, threshold to the origins of agriculture. *Evolutionary Anthropology*, 6(5), 159–177.
- Bar-Yosef, O. (2001). From sedentary foragers to village hierarchies: The emergence of social institutions. *Proceedings of the British Academy*, 110, 1–38.
- Bar-Yosef, O. (2002). The Upper Paleolithic revolution. *Annual Review of Anthropology*, 31, 363–393.
- Bar-Yosef, O. (2011). Climatic fluctuations and early farming in West and East Asia. *Current Anthropology*, 52(S4), S175–S193.
- Bar-Yosef, O. (2017). Facing climatic hazards: Paleolithic foragers and Neolithic farmers. *Quaternary International*, 428(B), 64–72.
- Bar-Yosef, O., & Belfer-Cohen, A. (2001). From Africa to Eurasia—early dispersals. *Quaternary International*, 75(1), 19–28. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00074-4](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00074-4)

- Bar-Yosef, O., & Belfer-Cohen, A. (2002). Facing environmental crisis: Societal and cultural changes at the transition from the Younger Dryas to the Holocene in the Levant. In R. T. J. Cappers & S. Bottema (Eds.), *The dawn of farming in the Near East: Studies in early Near Eastern production, subsistence, and environment* (Vol. 6, pp. 55–66). Ex oriente.
- Benjamin, J., Rovere, A., Fontana, A., Vacchi, M., Inglis, R. H., Galili, E., Antonioli, F., Sivan, D., Miko, S., Mourtzas, N., Felja, I., Meredith-Williams, M., Goodman-Tchernov, B., Kolaiti, E., Anzidei, M., & Gehrels, W. R. (2017). Late Quaternary sea-level change and early human societies in the central and eastern Mediterranean Basin: An interdisciplinary review. *Quaternary International*, 449, 29–57.
- Berger, J.-F., & Guilaine, J. (2009). The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: A Mediterranean perspective. *Quaternary International*, 200(1–2), 31–49. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.05.013>
- Binford, L. R. (1982). The archaeology of place. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1(1), 5–31. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(82\)90006-X](https://doi.org/10.1016/0278-4165(82)90006-X)
- Bini, M., Zanchetta, G., Perşoiu, A., Cartier, R., Català, A., Cacho, I., Dean, J. R., Di Rita, F., Drysdale, R. N., Finnè, M., Isola, I., Jalali, B., Lirer, F., Magri, D., Masi, A., Marks, L., Mercuri, A. M., Peyron, O., Sadori, L., & Brisset, E. (2019). The 4.2 ka BP event in the Mediterranean region: An overview. *Climate of the Past*, 15, 555–577.
- Bond, G. C., Showers, W. J., Cheseby, M. A., Lotti, R. A., Almasi, P. R., deMenocal, P. B., Priore, P. D., Cullen, H. M., Hajdas, I., & Bonani, G. (1997). A pervasive millennial-scale cycle in the North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, 278(5341), 1257–1266. <https://doi.org/10.1126/science.278.5341.1257>
- Bourgeon, L., Burke, A., & Higham, T. (2017). Earliest human presence in North America dated to the Last Glacial Maximum: New radiocarbon dates from Bluefish Caves, Canada. *PLOS ONE*, 12(1), e0169486. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169486>
- Bradley, R. S. (2015). *Paleoclimatology: Reconstructing climates of the Quaternary* (3rd ed.). Academic Press.
- Bradley, R. S. (2025). Sub-divisions of the Holocene. *Journal of Geography* (Chigaku Zasshi), 134(4), 351–359.

- Brassell, S. (1993). Applications of biomarkers for delineating marine paleoclimatic fluctuations during the Pleistocene. In M. H. Engel & S. A. Macko (Eds.), *Organic geochemistry: Principles and application* (pp. 699–738). Plenum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2890-6_34
- Broccoli, A. J., & Manabe, S. (1987). The influence of continental ice, atmospheric CO₂, and land albedo on the climate of the last glacial maximum. *Climate Dynamics*, 1(2), 87–99.
- Broecker, W. S. (2000). Was a change in thermohaline circulation responsible for the Little Ice Age? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(4), 1339–1342. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.4.1339>
- Butzer, K. W. (2012). Collapse, environment, and society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(10), 3632–3639. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114845109>
- Chabal, L., Fabre, L., Terral, J.-F., & Théry-Parisot, I. (1999). L’anthracologie. In Mignot, C., & Brochier, J. E. (Eds.), *La botanique* (pp. 44–104)
- Clark, P. U., Archer, D., Pollard, D., Blum, J. D., Rial, J. A., Brovkin, V., Mix, A. C., Pisias, N. G., & Roy, M. (2006). The middle Pleistocene transition: Characteristics, mechanisms, and implications for long-term changes in atmospheric pCO₂. *Quaternary Science Reviews*, 25(23–24), 3150–3184. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.07.008>
- Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Carlson, A. E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J. X., Hostetler, S. W., & McCabe, A. M. (2009). The Last Glacial Maximum. *Science*, 325(5941), 710–714. <https://doi.org/10.1126/science.1172873>
- Cronin, T. M. (1999). *Principles of paleoclimatology (Perspectives in Paleobiology and Earth History Series)*. Columbia University Press.
- Dahl-Jensen, D., Kirk, M., Larsen, L. B., Sheldon, S. G., & Steffensen, J. P. (2016). *Field season 2016: East Greenland Ice Core Project (EGRIP) 2015–2020: Establishing the EGRIP drilling camp*. Ice and Climate Group, Niels Bohr Institute.
- deMenocal, P. B. (2001). Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science*, 292(5517), 667–673. <https://doi.org/10.1126/science.1059287>
- Dotsika, E., Psomiadis, D., Zanchetta, G., Spyropoulos, N., Leone, G., Tzavidopoulos, I., & Poutoukis, D. (2010). Pleistocene palaeoclimatic evolution from Agios Georgios cave speleothem (Kilkis, N. Greece). *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43(2), 886–895. <https://doi.org/10.12681/bgsg.11254>

- Emiliani, C. (1955). Pleistocene temperatures. *The Journal of Geology*, 63(6), 538–578.
- Erdogu, B., Yücel, N., & Gürçal, E. (2022). Archaeological and dating evidence for the 8.2 ka BP climate event on the island of Gökçeada, Northeast Aegean. *Materiale și Cercetări Arheologice*, 18, 27–33.
- Fagan, B. (2000). *The Little Ice Age: How climate made history 1300–1850*. Basic Books.
- Finkelstein, I., & Langgut, D. (2018). Climate, settlement history, and olive cultivation in the Iron Age Southern Levant. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 379, 153–169. <https://www.jstor.org/stable/10.5615/bullamerschoorie.379.0153>
- Finné, M., Bar-Matthews, M., Holmgren, K., Sundqvist, H. S., Liakopoulos, I., & Zhang, Q. (2014). Speleothem evidence for late Holocene climate variability and floods in southern Greece. *Quaternary Research*, 81, 247–259.
- Finné, M., Holmgren, K., Sundqvist, H. S., Weiberg, E., & Lindblom, M. (2011). Climate in the eastern Mediterranean, and adjacent regions, during the past 6000 years—A review. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3153–3173. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.05.007>
- Finné, M., Woodbridge, J., Labuhn, I., & Roberts, C. N. (2019). Holocene hydro-climatic variability in the Mediterranean: A synthetic multi-proxy reconstruction. *The Holocene*, 29(5), 847–863. <https://doi.org/10.1177/0959683619826634>
- Flohr, P., Fleitmann, D., Matthews, R., Matthews, W., & Black, S. (2016). Evidence of resilience to past climate change in Southwest Asia: Early farming communities and the 9.2 and 8.2 ka events. *Quaternary Science Reviews*, 136, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.01.014>
- Frumkin, A., & Comay, O. (2021). The last glacial cycle of the southern Levant: Paleoenvironment and chronology of modern humans. *Journal of Human Evolution*, 160, 102609. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2019.04.007>
- Fægri, K., Iversen, J., Kaland, P. E., & Krzywinski, K. (1989). *Textbook of pollen analysis* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Galili, E., Weinstein-Evron, M., & Ronen, A. (1988). Holocene sea-level changes based on submerged archaeological sites off the northern Carmel coast in Israel. *Quaternary Research*, 29(1), 36–42. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90069-5](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90069-5)

- Ganz, K., van Vugt, L., Gobet, E., Morales-Molino, C., Giagkoulis, T., Ogi, S., Hächler, L., Schaad, E., Zander, P. D., Lloren, R., Dubois, N., Grosjean, M., Vogel, H., Kotsakis, K., Bogaard, A., Hafner, A., & Tinner, W. (2025). Holocene climate–vegetation–land use interactions in the mesomediterranean coastlands of northern Greece. *The Holocene*.
- Geraga, M., Tsaila-Monopolis, S., Ioakim, C., Papatheodorou, G., & Ferentinos, G. (2000). Evaluation of palaeoenvironmental changes during the last 18,000 years in the Myrtoon basin, SW Aegean Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156(1–2), 1–17. DOI: 10.1016/S0031-0182(99)00123-6.
- Geraga, M., Tsaila-Monopolis, S., Ioakim, C., Papatheodorou, G., & Ferentinos, G. (2005). Short-term climate changes in the southern Aegean Sea over the last 48,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220(3–4), 311–332. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.01.010>
- Grove, J. M. (1988). *The Little Ice Age*. Methuen.
- Hartman, G., Bar-Yosef, O., Brittingham, A., Grosman, L., & Munro, N. D. (2016). Hunted gazelles evidence cooling, but not drying, during the Younger Dryas in the southern Levant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(4), 931–936. https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1519862113?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org&rft_dat=cr_pub++0pubmed
- Hazell, C., Pound, M. J., & Hocking, E. P. (2022). Response of the Akrotiri Marsh, island of Cyprus, to Bronze Age climate change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 587, 110788. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110788>
- Jacobsen, T. W. (1981). *Excavations at Franchthi Cave, Greece: Stratigraphy and architectural remains*. Indiana University Press.
- Kaniewski, D., Van Campo, E., Paulissen, E., Weiss, H., Otto, T., Bretschneider, J., & Van Lerberghe, K. (2013). Drought and societal collapse 3200 years ago in the eastern Mediterranean: A review. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18238–18242. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314425110>
- Karkanass, P. (2001). Site formation processes in Theopetra Cave: A record of climatic change during the Late Pleistocene and Early Holocene in Thessaly, Greece. *Geoarchaeology*, 16(4), 373–399. <https://doi.org/10.1002/gea.1009>

- Kaufman, D. S., Ager, T. A., Anderson, N. J., Anderson, P. M., Andrews, J. T., Bartlein, P. J., Brubaker, L. B., Coats, L. L., Cwynar, L. C., Duvall, M. L., Dyke, A. S., Edwards, M. E., Eisner, W. R., Gajewski, K., Geirsdóttir, A., Hu, F. S., Jennings, A. E., Kaplan, M. R., Kerwin, M. W., Lozhkin, A. V., MacDonald, G. M., Miller, G. H., Mock, C. J., Oswald, W. W., Otto-Bliesner, B. L., Porinchu, D. F., Rühland, K., Smol, J. P., Steig, E. J., & Wolfe, B. B. (2004). Holocene thermal maximum in the western Arctic (0–180°W). *Quaternary Science Reviews*, 23(5–6), 529–560. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2003.09.007>
- Klein, K., Wegener, C., Schmidt, I., Rostami, M., Ludwig, P., Ulbrich, S., Richter, J., Weniger, G.-C., & Shao, Y. (2021). Human existence potential in Europe during the Last Glacial Maximum. *Quaternary International*, 581–582, 7–27. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.10.059>
- Knapp, A. B. (2010). Cyprus's earliest prehistory: Seafarers, foragers and settlers. *Journal of World Prehistory*, 23(2), 79–120. <https://doi.org/10.1007/s10963-010-9034-2>
- Knapp, A. B., & Manning, S. W. (2016). Crisis in context: The end of the Late Bronze Age in the eastern Mediterranean. *American Journal of Archaeology*, 120(1), 99–149.
- Konak, A., & Yalçın, M. (2025). Environmental and cultural impacts of the 8.2 ka event in Yenikapı (İstanbul/Türkiye). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 34(2), 198–210.
- Kopp, R. E., Simons, F. J., Mitrovica, J. X., Maloof, A. C., & Oppenheimer, M. (2009). Probabilistic assessment of sea level during the last interglacial stage. *Nature*, 462(7275), 863–867. <https://doi.org/10.1038/nature08686>
- Kuhnt, T., Schmiedl, G., Ehrmann, W., Hamann, Y., & Hemleben, C. (2007). Deep-sea ecosystem variability of the Aegean Sea during the past 22 kyr as revealed by benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 64(3–4), 141–162.
- Lambeck, K. (1996). Sea-level change and shore-line evolution in Aegean Greece since Upper Palaeolithic time. *Antiquity*, 70(269), 588–611.
- Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, A., Sun, Y., & Sambridge, M. (2014). Sea level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene. *PNAS*, 111(43), 15296–15303.
- Lespez, L., Glais, A., Lopez-Saez, J.-A., Le Drezen, Y., Tsirtsoni, Z., Davidson, R., Biree, L., & Malamidou, D. (2021). Middle Holocene rapid environmental changes and human

- adaptation in Greece. *The Holocene*, 31(7), 1103–1123.
<https://doi.org/10.1177/095968362110XXX>
- Lowe, J. J., & Walker, M. (2014). *Reconstructing Quaternary environments* (3rd ed.). Routledge
- Luterbacher, J., García-Herrera, R., Akcer-Ön, S., Allan, R., Alvarez-Castro, M. C., Benito, G., Booth, J., Büntgen, U., Cagatay, N., Colombaroli, D., Davis, B., Esper, J., Felis, T., Fleitmann, D., Frank, D., Gallego, D., Garcia-Bustamante, E., Glaser, R., Gonzalez-Rouco, F. J., Goosse, H., Kiefer, T., Macklin, M. G., Manning, S. W., Montagna, P., Newman, L., Power, M. J., Rath, V., Ribera, P., Riemann, D., Roberts, N., Sicre, M. A., Silenzi, S., Tinner, W., Tzedakis, P. C., Valero-Garcés, B., van der Schrier, G., Vannière, B., Vogt, S., Wanner, H., Werner, J. P., Willett, G., Williams, M. H., Xoplaki, E., Zerefos, C. S., & Zorita, E. (2012). A review of 2000 years of paleoclimatic evidence in the Mediterranean. In P. Lionello (Ed.), *The climate of the Mediterranean region: From the past to the future* (pp. 87–185). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416042-2.00002-1>
- Magny, M., et al. (2009). Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113(1), 65–79.
- McManus, J. F., Francois, R., Gherardi, J.-M., Kelgwin, L., & Brown-Leger, S. (2004). Collapse and rapid resumption of Atlantic meridional circulation linked to deglacial climate changes. *Nature*, 428(6985), 834–837. <https://doi.org/10.1038/nature02494>
- Milner, A. M., Müller, U. C., Roucoux, K. H., Collier, R. E. L., Pross, J., Kalaitzidis, S., Christanis, K., & Tzedakis, P. C. (2013). Environmental variability during the last interglacial: A new high-resolution pollen record from Tenaghi Philippon, Greece. *Journal of Quaternary Science*, 28(2), 113–117.
- Moore, A. M. T., & Hillman, G. C. (2017). The Pleistocene to Holocene transition and human economy in southwest Asia: The impact of the Younger Dryas. *American Antiquity*, 82(2), 1–22.
- Müller, U. C., Pross, J., Tzedakis, P. C., Gamble, C., Kotthoff, U., Schmiedl, G., Wulf, S., & Christanis, K. (2011). The role of climate in the spread of modern humans into Europe. *Quaternary Science Reviews*, 30(3–4), 273–279.

National Academy of Sciences. (2020). *ClimateChange_Figure3* [Graph]. In *Climate Change: Evidence and Causes: Update 2020*. The National Academies Press.
https://nap.nationalacademies.org/resource/25733/interactive/img/hires/ClimateChange_Figure3.pdf

Noti, A., Geraga, M., Lourens, L. J., Iliopoulos, I., Vlachopoulos, A. G., & Papatheodorou, G. (2024). Imprints of Holocene aridity variability in the Aegean Sea and interconnections with north-latitude areas. *The Holocene*, 34(8), 1036–1050.
<https://doi.org/10.1177/09596836241247300>

Olszewski, D. I., & al-Nahar, M. (2016). The Early Epipalaeolithic in the eastern Levant: Wadi al-Hasa region. In Y. Enzel & O. Bar-Yosef (Eds.), *Quaternary of the Levant: Environments, climate change, and humans* (pp. 651–658). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316106754.072>

Palchan, D., Neugebauer, I., Amitai, Y., Waldmann, N. D., Schwab, M. J., Dulski, P., Brauer, A., Stein, M., Erel, Y., & Enzel, Y. (2015). Dead Sea drawdown and monsoonal impacts in the Levant during the last interglacial. *Earth and Planetary Science Letters*, 412, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.12.013>

Palmisano, A., Woodbridge, J., Roberts, N., Bevan, A., Fyfe, R., Shennan, S., & Cheddadi, R. (2021). Holocene regional population dynamics and climatic trends in the Near East: A first comparison using archaeo-demographic proxies. *Quaternary Science Reviews*, 252, 106739. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106739>

Parker, S. E., & Harrison, S. P. (2022). The timing, duration and magnitude of the 8.2 ka event in global speleothem records. *Scientific Reports*, 12, 10542.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-14684-y>

Peckover, E., Andrews, J., Leeder, M., Rowe, P., Marca, A., Sahy, D., Noble, S., & Gawthorpe, R. (2019). Coupled stalagmite–alluvial fan response to the 8.2 ka event and early Holocene palaeoclimate change in Greece. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 532, 109252. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109252>

Pross, J., Kotthoff, U., Müller, U. C., Peyron, O., Dormoy, I., Schmiedl, G., Kalaitzidis, S., & Smith, A. M. (2009). Massive perturbation in terrestrial ecosystems of the Eastern

- Mediterranean region associated with the 8.2 kyr BP climatic event. *Geology*, 37(10), 887–890. <https://doi.org/10.1130/G25739A.1>
- Psomiadis, D., Dotsika, E., Albanakis, K., Ghaleb, B., & Hillaire-Marcel, C. (2017). Speleothem record of climatic changes in the northern Aegean region (Greece) from the Bronze Age to the collapse of the Roman Empire. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.10.021>
- Roberts, N., Brayshaw, D., Kuzucuog˘lu, C., Pérez, R., & Sadori, L. (2011). The mid-Holocene climatic transition in the Mediterranean: Causes and consequences. *Quaternary Science Reviews*, 30(21–22), 3898–3923. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.04.028>
- Roberts, N., Eastwood, W. J., Kuzucuoğ˘lu, C., Fiorentino, G., & Caracuta, V. (2011). Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition. *The Holocene*, 21(1), 147–162. <https://doi.org/10.1177/0959683610386819>
- Robinson, S. A., Black, S., Sellwood, B. W., & Valdes, P. J. (2006). A review of palaeoclimates and palaeoenvironments in the Levant and Eastern Mediterranean from 25,000 to 5000 years BP: Setting the environmental background for the evolution of human civilisation. *Quaternary Science Reviews*, 25(13–14), 1517–1541. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.02.006>
- Roffet-Salque, M., Marciniak, A., Valdes, P. J., Pawłowska, K., Pyzel, J., Czerniak, L., Krüger, M., Roberts, C. N., Pitter, S., & Evershed, R. P. (2018). Evidence for the impact of the 8.2-kyBP climate event on Near Eastern early farmers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(35), 8705–8709. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803607115>
- Rohling, E. J., Marino, G., Grant, K. M., Mayewski, P. A., & Weninger, B. (2019). A model for archaeologically relevant Holocene climate impacts in the Aegean-Levantine region (easternmost Mediterranean). *Quaternary Science Reviews*, 208, 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.02.009>
- Rosen, A. M., & Rivera-Collazo, I. (2012). Climate change, adaptive cycles, and the persistence of foraging economies during the late Pleistocene/Holocene transition in the Levant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(15), 1–6.

- Rossignol-Strick, M. (1999). The Holocene climatic optimum and pollen records of sapropel 1 in the eastern Mediterranean, 9000–6000 BP. *Quaternary Science Reviews*, 18, 515–530.
- Scerri, E. M. L., Thomas, M. G., Manica, A., Gunz, P., Stock, J. T., Stringer, C., Grove, M., Groucutt, H. S., Timmermann, A., Rightmire, G. P., d’Errico, F., Tryon, C. A., Drake, N. A., Brooks, A. S., Dennell, R. W., Durbin, R., Henn, B. M., Lee-Thorp, J., deMenocal, P. B., Petraglia, M. D., Thompson, J. C., Scally, A., & Chikhi, L. (2018). Did our species evolve in subdivided populations across Africa, and why does it matter? *Nature Ecology & Evolution*, 2, 1539–1552. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0684-9>
- Sheppard, P. R. (2010). Dendroclimatology: Extracting climate from trees. *WIREs Climate Change*, 1(3), 343–352. <https://doi.org/10.1002/wcc.30>
- Simaiakis, S. M., Rijdsdijk, K. F., Koene, E. F. M., Norder, S. J., Van Boxel, J. H., Stocchi, P., Hammoud, C., Kougioumoutzis, K., Georgopoulou, E., Van Loon, E., Tjørve, K. M. C., & Tjørve, E. (2017). *Geographic changes in the Aegean Sea since the Last Glacial Maximum: Postulating biogeographic effects of sea-level rise on islands. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 471, 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.02.002>
- Simmons, A. H. (1988). A late Pleistocene and early Holocene settlement at Akrotiri Aetokremnos, Cyprus. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 54, 1–33. <https://doi.org/10.1017/S0079497X00005752>
- Staubwasser, M., & Weiss, H. (2006). Holocene climate and cultural evolution in the Near East. *Quaternary Research*, 66(3), 372–387. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.09.001>
- Staubwasser, M., Drăgușin, V., Onac, B. P., Assonov, S., Ersek, V., Hoffmann, D. L., & Veres, D. (2018). Impact of climate change on the transition of Neanderthals to modern humans in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(37), 9116–9121. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808647115>
- Straus, L. G. (2024). Human response to the Younger Dryas along the southern North Sea basin, Northwest Europe. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68686-z>

- Szczęsny, T. J. (2016). Was the 4.2 ka event an anthropogenic disaster? *Open Journal of Ecology*, 6(10), 613–631.
- Tallavaara, M., Luoto, M., Korhonen, N., & Seppä, H. (2015). Human population dynamics in Europe over the Last Glacial Maximum. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(27), 8232–8237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503784112>
- Tallavaara, M., Luoto, M., Korhonen, N., & Seppä, H. (2015). Human population dynamics in Europe over the Last Glacial Maximum. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(27), 8232–8237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503784112>
- The Pennsylvania State University. (n.d.). *Earth 107: Coastal Processes, Hazards, and Society*. <https://courses.ems.psu.edu/earth107/book/export/html/1496>
- Torfstein, A., Goldstein, S. L., Kushnir, Y., Enzel, Y., Haug, G., & Stein, M. (2015). Dead Sea drawdown and monsoonal impacts in the Levant during the last interglacial. *Earth and Planetary Science Letters*, 412, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.12.013>
- Trantalidou, K. (2001). Archaeozoology in Greece: A brief historiography of the science. *Archaeofauna*, 10, 1–12.
- Triantaphyllou, M. V., Antonarakou, A., Kouli, K., Dimiza, M., Kontakiotis, G., Ziveri, P., Mortyn, G., Lykousis, V., & Dermitzakis, M. D. (2009). Plankton ecostratigraphy and pollen assemblage zones over the last 14,000 years in the SE Aegean Sea (core NS-14). *Quaternary International*, 206(1–2), 72–87. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.10.007>
- Tzedakis, P. C. (2007). Seven ambiguities in the Mediterranean palaeoenvironmental narrative. *Quaternary Science Reviews*, 26(17–18), 2042–2066.
- Tzedakis, P. Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. *Nature* 364, 437–440 (1993). <https://doi.org/10.1038/364437a0>
- Törnqvist, T. E., & Hijma, M. P. (2012). Links between early Holocene ice-sheet decay, sea-level rise and climate events. *Nature Geoscience*, 5, 601–606.
- van Andel, T. H., & Shackleton, J. C. (1982). Late Paleolithic and Mesolithic coastlines of Greece and the Aegean. *Journal of Field Archaeology*, 9(4), 445–454. <https://doi.org/10.1179/009346982791504454>

- van Vugt, L., Gobet, E., Morales-Molino, C., Ganz, K., Giagkoulis, T., Knetge, A., & Lotter, A. F. (2025). Changes in climate drove vegetation and land use dynamics at the onset of farming in Europe. *Quaternary Research*, 124, 76–93.
- Vandermeersch, B., & Bar-Yosef, O. (2010). The Paleolithic burials at Qafzeh Cave, Israel. *Paléorient*, 36(1), 30–46. <https://doi.org/10.3406/paleo.2010.5232>
- Vignola, C., Hättestrand, M., Bonnier, A., Finné, M., Izdebski, A., Katrantsiotis, C., Kouli, K., Liakopoulos, G. C., Norström, E., Papadaki, M., Strandberg, N. A., Weiberg, E., & Masi, A. (2022). Mid-late Holocene vegetation history of the Argive Plain (Peloponnese, Greece) as inferred from a pollen record from ancient Lake Lerna. *PLOS ONE*, 17(7), e0271548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271548>
- Villanueva, J. C. (2009, September 5). *Milankovitch cycle*. Universe Today. <https://www.universetoday.com/articles/milankovitch-cycle>
- Wagner, B., Lotter, A. F., Nowaczyk, N., Reed, J. M., Schwalb, A., Sulpizio, R., Valsecchi, V., Wessels, M., & Zanchetta, G. (2009). A 40,000-year record of environmental change from ancient Lake Ohrid (Albania and Macedonia). *Journal of Paleolimnology*, 41(3), 407–430. <https://doi.org/10.1007/s10933-008-9234-2>
- Waldmann, N., Stein, M., Ariztegui, D., & Starinsky, A. (2009). Stratigraphy, depositional environments and level reconstruction of the last interglacial Lake Samra in the Dead Sea basin. *Quaternary Research*, 72(2), 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2009.03.004>
- Walker, M. J. C., Gibbard, P. L., Head, M. J., Berkelhammer, M., Björck, S., Cheng, H., Cwynar, L. C., Fisher, D., Gkinis, V., Long, A. J., Lowe, J. J., Newnham, R. M., Rasmussen, S. O., & Weiss, H. (2019). Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: A summary. *Journal of the Geological Society of India*, 93(2), 135–141. <https://doi.org/10.1007/s12594-019-1141-9>
- Walker, M. J. C., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J. J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R., & Schwander, J. (2009). Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, 24(1), 3–17. <https://doi.org/10.1002/jqs.1227>

- Walker, M., Head, M. J., Berkelhammer, M., Björck, S., Cheng, H., Cwynar, L. C., Fisher, D., Gkinis, V., Long, A., Lowe, J., Newnham, R., Rasmussen, S. O., & Weiss, H. (2018). Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch. *Journal of Quaternary Science*, 33(1), 105–117. <https://doi.org/10.1002/jqs.3047>
- Wanner, H., Beer, J., Buetikofer, J., et al. (2008). Mid- to Late Holocene climate change. *Quaternary Science Reviews*, 27(19–20), 1791–1828. Wanner, H., Beer, J., Buetikofer, J., et al. (2008). Mid- to Late Holocene climate change. *Quaternary Science Reviews*, 27(19–20), 1791–1828.
- Weiss, H. (1997). Late third millennium abrupt climate change and social collapse in West Asia and Egypt. In H. N. Dalfes, G. Kukla, & H. Weiss (Eds.), *Third millennium BC climate change and old world collapse* (pp. 711–723). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60616-8_33
- Weiss, H., Courty, M.-A., Wetterstrom, W., Guichard, F., Senior, L., Meadow, R., & Curnow, A. (1993). The genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian civilization. *Science*, 261(5124), 995–1004. <https://doi.org/10.1126/science.261.5124.995>
- Weninger, B., Alram-Stern, E., Bauer, E., Clare, L., Danzeglocke, U., Jöris, O., Kubatzki, C., Rollefson, G., Todorova, H., & van Andel, T. (2006). Climate forcing due to the 8200 cal yr BP event observed at early Neolithic sites in the eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, 66(3), 401–420.
- Wright, H. E. (1993). Environmental determinism in Near Eastern prehistory. *Current Anthropology*, 34(4), 458–469.
- Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής. (2011) *Οι Περιβαλλοντικές, Οικονομικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις της Κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα*. Τράπεζα της Ελλάδος.
- Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής. (2011). *Παλαιοκλιματικές αλλαγές*. Τράπεζα της Ελλάδος.
- Ζαμπετάκη-Λέκκα, Α., Αντωνάρακου, Α., Ντρίνια, Μ., & Τσούρου, Τ. (2015). *Η μικροπαλαιοντολογία και οι εφαρμογές της*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλίων. <https://www.calameo.com/read/0030940228498b7b345d6>
- Θεοδωρακοπούλου, Α. (2009). Η επίδραση των περιβαλλοντολογικών συνθηκών στην παλαιογεωγραφική εξέλιξη αρχαιολογικών θέσεων και στη διατήρηση των καταλοίπων

αυτών Διδακτορική διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών

- Θεοδωρακοπούλου, Α. (2020). *Ανθρωποϊστορία γραμμένη στην πέτρα. Εποχή του λίθου και γεωπεριβάλλον*. Ινστιτούτο του Βιβλίου – Καρδαμίτσα.
- Θεοδωρακοπούλου, Α. (2023). *Εισαγωγή στην εποχή του λίθου: Αρχαιολογία και παλαιοπεριβάλλον στις κοινωνίες της Ανατολικής Μεσογείου*. Κάλλιπος.
- Κυπαρίσση - Αποστολικά Ν., 2000. Η ανασκαφή του σπηλαίου Θεόπετρας 1987-1998, στο Κυπαρίσση-Αποστολικά Ν. (επιμ.), *Σπήλαιο Θεόπετρας: Δώδεκα Χρόνια Ανασκαφών και Έρευνας 1987-1998, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου*, Τρίκαλα, 6-7 Νοεμβρίου 1998, Αθήνα.
- Ντινοπούλου, Ε. (2015). *Παρουσίαση των μεταβολών των παλαιοκλιματολογικών συνθηκών από την Παλαιοζωική μέχρι τη Ρωμαϊκή περίοδο* (Διπλωματική εργασία, ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών, Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος Τ.Ε.).
- Τριανταφύλλου, Α. (2012). *Μικροπαλαιοντολογία και γεωπεριβάλλον*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Τσάρτσιδου, Γ. (2010). Ανάλυση φυτολίθων από τα ιζήματα του Δισπηλιού αναζητώντας τις πρακτικές διαβίωσης του προϊστορικού οικισμού. *Ανάσκαμμα*, 4, 77–88.

*Ελευθερία Τσιχλή, Κλιματικές μεταβολές κατά το Ύστερο
Πλειστόκαινο και Πρώιμο Ολόκαινο και η επίδρασή τους στην
πολιτισμική εξέλιξη των λαών της Ανατολικής Μεσογείου*

*“...And no one showed us to the land
And no one knows the wheres or whys
But something stirs and something tries
And starts to climb toward the light”*

Pink Floyd

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.