



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ
ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΥΓΕΙΑΣ»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Τίτλος εργασίας

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟΝ
ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟ ΤΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ**

Όνοματεπώνυμο Φοιτήτριας: Βασιλική Ρόμπολα

A.M.: 2022328

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Αρετή Τσόγκα

Αθήνα, Ιούλιος 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
DEPARTMENT OF PUBLIC AND COMMUNITY HEALTH
TITLE OF POSTGRADUATE PROGRAM (MSc/MBA)
“ENVIROMENTAL COMMUNICATION AND
HEALTH PROMOTION”**

Diploma Thesis

Title

**THE CONTRIBUTION OF CLIMATE CHANGE TO THE EPIDEMIC
OF OBESITY AND WAYS OF ADDRESSING THE LATTER**

Student name and surname:

Rompola Vasiliki

Registration Number:

2022328

Supervisor name and

surname:

ARETI TSOGA

Athens, JULY, 2024



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

Τίτλος εργασίας

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΑΡΕΤΗ ΤΣΟΓΚΑ	ΕΠΙΚ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ)	
	ΣΚΑΝΑΒΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΒΑΣΣΑΛΟΥ ΕΥΔΟΚΙΑ	ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	

[1] ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ρόμπολα Βασιλική του Σταΐκου, με αριθμό μητρώου 2022328 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας» του Τμήματος Δημόσιας και Κοινοτικής Υγείας, της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 31 Δεκέμβριου 2024 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Η Δηλούσα



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα Δρ. Αρετή Τσόγκα Επικ. Καθηγήτρια Τμήματος**

Πολιτικών Δημόσιας Υγείας.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά η επιβλέπουσα καθηγήτρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένη και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):*

<https://www.uniwa.gr/wp->

[content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf](https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf)

Copyright © Ρόμπολα Βασιλική 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ειδίκευσης «Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας» του Τμήματος Δημόσιας και Κοινοτικής Υγείας, της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους της Σχολής Δημόσιας Υγείας και του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επειδή μια επιστημονική μελέτη δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο από ένα άτομο, αισθάνομαι την ανάγκη να αναφερθώ και να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με τον τρόπο τους να ολοκληρωθεί η διπλωματική μου εργασία και στήριξαν αυτή μου την προσπάθεια.

Πρώτα από όλα το ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ για τους νέους δρόμους γνώσης και σκέψης που ανοίγει μέσα από το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών “ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΥΓΕΙΑΣ”, τους διδάσκοντες, καθώς μου εμφυσήσαν το ενδιαφέρον και την αγάπη για την έρευνα και μέσα από τις εισηγήσεις τους με ώθησαν να διευρύνω τον τρόπο σκέψης μου και να φτάσω στο σημείο της συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Την κα Τσόγκα Αρετή, επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας, για τις ουσιαστικές παρατηρήσεις και υποδείξεις της και για τη συστηματική επιστημονική καθοδήγηση που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη τριμελή επιτροπή που διάβασε και βαθμολόγησε την παρούσα εργασία.

Κλείνοντας, ευχαριστώ ειλικρινά την οικογένειά μου, που με στήριξαν όλο αυτό το διάστημα .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και αυξημένου ποσοστού εμφάνισης παχυσαρκίας, αποτελεί έναν σύνθετο ζήτημα μεταξύ των περιβαλλοντικών και δημογραφικών προκλήσεων της σύγχρονης εποχής. Η αύξηση των θερμοκρασιών, η αλλαγή στα μοντέλα γεωργικής καλλιέργειας και η μείωση της ποιότητας των τροφίμων, επηρεάζουν τις διατροφικές συνήθειες και την διάθεση των ανθρώπων για σωματική δραστηριότητα. Συγχρόνως, η παχυσαρκία επιδεινώνει την κλιματική αλλαγή μέσω της αυξημένης εκπομπής αερίων θερμοκηπίου από τις μεταφορές και την επεξεργασία των τροφίμων. Οι προκλήσεις αυτές απαιτούν ολοκληρωμένες προσεγγίσεις που να προάγουν τη βιωσιμότητα των τροφίμων, τη βελτίωση της υγείας και τη μείωση των εκπομπών, ενθαρρύνοντας την υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών συνηθειών και φιλικών προς το περιβάλλον επιλογών.

Λέξεις Κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, παχυσαρκία, διατροφικές συνήθειες, προβλήματα υγείας, αύξηση δείκτη μάζας σώματος

ABSTRACT

The relationship between climate change and the increased prevalence of obesity constitutes a complex issue involving environmental and demographic challenges in the modern era. Rising temperatures, changes in agricultural cultivation models, and a decline in food quality, impact dietary habits and people's inclination for physical activity. Simultaneously, obesity exacerbates climate change through heightened greenhouse gas emissions from transportation and food processing. Addressing these challenges requires integrated approaches that promote food sustainability, enhance health, and reduce emissions, encouraging the adoption of healthy dietary habits and environmentally friendly choices.

Key words: Climate change, obesity, eating habits, health problems, body mass index increase

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1: Προέλευση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα, παγκοσμίως	21
Σχήμα 1.2: Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τα έτη 1990-2021	28
Σχήμα 3.3: Οι αλληλένδετες σχέσεις μεταξύ των τριών παγκόσμιων κρίσεων: COVID- 19, της παχυσαρκίας και της κλιματικής αλλαγής. UPFs - Υπερβολικά επεξεργασμένα τρόφιμα	56
Σχήμα 3.4: Η αμφίδρομη σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής/της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας	58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1.1: Κλιματικές ανωμαλίες το έτος 2023 (κόκκινη γραμμή)	18
Γράφημα 1.2: Ειδικά θέματα δράσης για το κλίμα.	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Θερμοκρασία υδάτων Ειρηνικού Ωκεανού, όταν συμβαίνει το Ελ Νίνιο. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ με κόκκινο σχετικά υψηλές	12
Εικόνα 2.2: Οι χώρες της Ευρώπης με τα μεγαλύτερα ποσοστά Παχυσαρκίας	38
Εικόνα 2.3: Η Παχυσαρκία στην Ελλάδα συγκριτικά με την Ευρώπη	40
Εικόνα 2.4: Η σχέση μεταξύ πρόσληψης τροφής, διάθεσης και παχυσαρκίας	42

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής	3
1.1 Εισαγωγικές έννοιες.....	3
1.1.1 Ελ Νίνιο – Νότια Ταλάντωση	4
1.1.2 Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του κλίματος (IPCC) ..	5
1.1.3 Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή	
5	
1.1.4 Εκδήλωση φαινομένου κλιματικής αλλαγής	6
1.2 Ιστορική Αναδρομή της μεταβλητότητας του κλίματος	7
1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη	10
1.4 Φαινόμενο του θερμοκηπίου	11
1.4.1 Υδρατμοί	12
1.4.2 Διοξείδιο του άνθρακα	12
1.4.3 Μεθάνιο	13
1.4.4 Οξείδια του αζώτου	14
1.4.5 Όζον	14
1.5 Επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών	14
1.6 Διαχείριση και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.....	17
1.6.1 Οικονομία	18

1.6.2 Μετριασμός της υπερθέρμανσης.....	18
1.6.3 Μείωση Ανθρακικού Αποτυπώματος.....	20
1.6.4 Βρόχοι ανάδρασης.....	22
1.6.5 Τροφική ασφάλεια και υποσιτισμός.....	22
1.6.6 Δικαιοσύνη.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Η παχυσαρκία.....	24
2.1 Εισαγωγή.....	24
2.2 Δείκτης Μάζας Σώματος και Παχυσαρκία.....	25
2.3 Η Παχυσαρκία Παγκοσμίως.....	26
2.3.1 Η Κατάσταση στην Ελλάδα.....	31
2.4 Τα Αίτια της Παχυσαρκίας.....	32
2.4.1 Η Επίδραση της Διατροφής.....	32
2.4.2 Οικογένεια.....	34
2.4.3 Γενετικοί Παράγοντες.....	35
2.4.4 Επιγενετική της Παχυσαρκίας.....	36
2.4.5 Κοινωνικοί Παράγοντες.....	37
2.4.6 Περιβαλλοντικοί Παράγοντες.....	38
2.5 Διαχείριση της Παχυσαρκίας.....	39
2.5.1 Φαρμακευτική Αγωγή.....	40
2.5.2 Επέμβαση.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Η συνεισφορά της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία.....	42
3.1. Πλαίσιο.....	42

3.2 Περιβαλλοντική Επίδραση και άλλοι παράγοντες επιρροής.....	43
3.3 Ρουτίνα και συνήθειες.....	45
3.4 Σχετικές έρευνες	46
3.5 Επιπτώσεις σωματικού βάρους στην κλιματική αλλαγή.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72
Ξενόγλωσση.....	72
Ελληνική	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κλιματική αλλαγή καλείται το φαινόμενο της διαρκούς μεταβολής του κλίματος, που χαρακτηρίζεται από μεταβολές στη μέση τιμή της θερμοκρασία και που επιμένει για δεκαετίες ή και περισσότερο . Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε συνεχή αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, επηρεάζοντας τους ωκεανούς, τον κύκλο του νερού, την ατμόσφαιρα και την κρυόσφαιρα. Χωρίς τον περιορισμό των εκπομπών CO₂, ενδέχεται να προκύψουν μη αναστρέψιμες μακροπρόθεσμες κλιματικές επιδράσεις, οι οποίες αποτελούν απειλές για τον πλανήτη και το ανθρώπινο είδος. Η μεταβολή του κλίματος θέτει σε κίνδυνο τα φυσικά και ανθρώπινα συστήματα, προκαλώντας πλημμύρες, ξηρασίες, άνοδο της στάθμης της θάλασσας, επηρεάζοντας την υγεία, τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα και τους πολιτισμούς (Field & Barros, 2013)

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει επίσης τη διατροφή, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα των τροφίμων και τη διατροφική ποικιλία. Σε συνδυασμό με το υποσιτισμό και την παχυσαρκία, χαρακτηρίζονται ως πανδημίες που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος. Ενώ η σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και του υποσιτισμού είναι προφανής, η σύνδεση με την παχυσαρκία παραμένει σχετικά ανεξερεύνητη (Swinburn, et al., 2019)

Οι παράγοντες που οδηγούν στην παχυσαρκία είναι καλώς τεκμηριωμένοι, συμπεριλαμβανομένης της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης, της αστικοποίησης, της παγκοσμιοποίησης, της ανισότητας των φύλων και της μη επαρκούς διατροφής. Η τελευταία, μετατοπίζει τους πληθυσμούς από την πείνα σε ανθυγιεινά διατροφικά πρότυπα, συμβάλλοντας στην παχυσαρκία και τις μη μεταδοτικές ασθένειες. Επιπλέον, οι μεταβολές της γεωργικής παραγωγικότητας, που προκαλούνται από την οικονομική ανάπτυξη, αυξάνουν τη ζήτηση τροφίμων, αυξάνοντας περαιτέρω τα ποσοστά της παχυσαρκίας (Popkin & Reardon, 2018)

Οι αλλαγές στη διατροφή λόγω ακραίων κλιματικών συνθηκών, μπορεί να οδηγήσουν σε ανθυγιεινές επιλογές τροφίμων, ενισχύοντας την εμφάνιση της παχυσαρκίας. Αντίθετα, οι πληθυσμοί με επισιτιστική ανασφάλεια μπορεί να εμφανίσουν ελλείψεις θρεπτικών συστατικών και υποσιτισμό (Swinburn, et al., 2019). Οι αλλαγές στη γεωργική παραγωγικότητα, παράλληλα με την ατομική συμπεριφορά, τη γενετική και τις φυσιολογικές διεργασίες, συμβάλλουν στην παχυσαρκία (Trentinaglia et al., 2021).

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση στοχεύει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι κλιματικές μεταβλητές επηρεάζουν άμεσα τον δείκτη μάζας σώματος, την αύξηση του σωματικού βάρους και την παχυσαρκία. Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής ανάλυση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων του αλλά και των απαραίτητων μέτρων για την διαχείριση και την αντιμετώπιση του. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το ζήτημα της παχυσαρκίας, των αιτιών εμφάνισής της και των τρόπων διαχείρισης της ενώ στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η συνεισφορά της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία. Έπειτα ακολουθεί η παρουσίαση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, με πρόσφατα άρθρα που αφορούν το θέμα και τέλος η συζήτηση και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής

1.1 Εισαγωγικές έννοιες

Η Γη αναμένεται να παρουσιάσει αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας από 1,4°C έως 5,8°C, μεταξύ των ετών 1990 και 2100, λόγω της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτή η αλλαγή του κλίματος, είναι πιθανό να έχει διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα. Οι μεταβολές στα πρότυπα βροχοπτώσεων ενδέχεται να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα του γλυκού νερού και τις αποδόσεις των καλλιεργειών, με επακόλουθες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Ενώ οι βιομηχανικές χώρες ήταν μέχρι σήμερα οι κύριοι συντελεστές παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου, ο πληθυσμός των αναπτυσσόμενων χωρών, αναμένεται να είναι πιο ευάλωτος στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Haines, 2001).

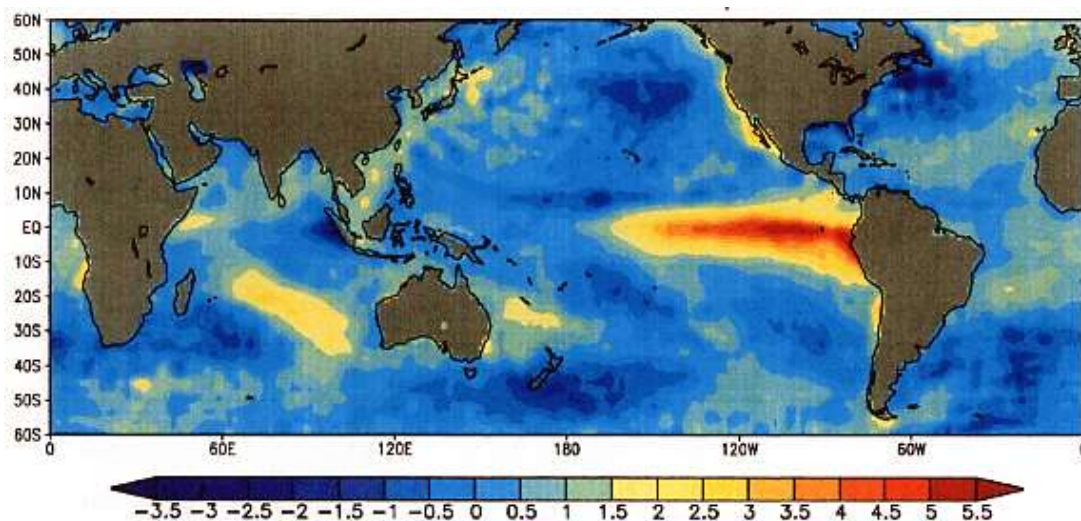
Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν συνεχώς το ενεργειακό ισοζύγιο της Γης, μεταβάλλοντας τις εκπομπές και τις συγκεντρώσεις σημαντικών αερίων και αιωρούμενων σωματιδίων που εκπέμπουν ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, οι αλλαγές στις ιδιότητες της επιφάνειας της Γης, συμβάλλουν σε αυτό το αποτέλεσμα. Προηγούμενες αξιολογήσεις έχουν καταδείξει μέσω διαφόρων στοιχείων, ότι η κλιματική αλλαγή, σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι κυρίως συνέπεια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τα κύρια στοιχεία προέρχονται κυρίως από παρατηρήσεις της ατμόσφαιρας, της ξηράς, των ωκεανών και της κρυσόσφαιρας. Στοιχεία από επιτόπιες παρατηρήσεις και αρχεία πυρήνων πάγου, υποδεικνύουν μια αξιοσημείωτη αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων βασικών αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το οξείδιο του αζώτου (N₂O), κατά τους τελευταίους αιώνες (IPPC, 2014).

Ενώ οι φυσικές διεργασίες μπορούν να μεταβάλλουν σημαντικά το κλίμα, ακόμη και ελλείψει εξωτερικών επιδράσεων, εμφανίζονται περιοδικές μεταβολές σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες. Παρόλο που ορισμένες διαστάσεις αυτής της μεταβλητότητας, μπορούν να περιγραφούν με απλές κατανομές, το κλιματικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των φαινομένων όπως οι παγετώδεις κύκλοι και φαινόμενα διακύμανσης όπως το Ελ Νίνιο-Νότια Ταλάντωση (El Nino-Southern Oscillation, ENSO), μπορεί να εμφανίζουν πολλαπλές μεταβολές. Οι μεταβάσεις μεταξύ αυτών των

καταστάσεων, μπορεί να οφείλονται είτε σε φυσική μεταβλητότητα είτε σε αποκρίσεις σε εξωτερικές επιδράσεις, αποδεικνύοντας την περίπλοκη δυναμική του κλιματικού συστήματος (IPCC, 2013).

1.1.1 Ελ Νίνιο – Νότια Ταλάντωση

Το φαινόμενο Ελ Νίνιο (El Niño) αναφέρεται στην περιστασιακή επιστροφή ασυνήθιστα θερμών υδάτων, που διαταράσσουν τα τοπικά οικοσυστήματα, στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας σε ολόκληρη τη λεκάνη του Ειρηνικού (Εικόνα 1.1) και στις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης στην περιοχή του Ισημερινού (Νότια Ταλάντωση). Για την περιγραφή του φαινομένου χρησιμοποιείται εναλλακτικά ο όρος ENSO (El Niño-Southern Oscillation), που περιγράφει αλλαγές στην αλληλεπίδραση ατμόσφαιρας-θάλασσας σε ολόκληρη τη λεκάνη. Έχουν γίνει προσπάθειες για ποσοτικούς ορισμούς, αλλά δεν υπάρχει γενική αποδοχή λόγω των διαφορών στις αποδόσεις των ορισμών (Trenberth, 1997).



Εικόνα 1.1: Θερμοκρασία υδάτων Ειρηνικού Ωκεανού, όταν συμβαίνει το Ελ Νίνιο. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ με κόκκινο σχετικά υψηλές (Harvard University, 2021).

Η ENSO, έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να επηρεάσει τις βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα είτε τις ξηρασίες, είτε τις πλημμύρες σε διάφορες περιοχές παγκοσμίως. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλλει στην άνοδο της θερμοκρασίας και σε μεταβολές στην εμφάνιση,

την ένταση και τη γεωγραφική εξάπλωση ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι καταιγίδες (Haines, 2001).

Ο όρος Νότια Ταλάντωση (Southern Oscillation), αναφέρεται στην ταλάντωση μεταξύ του Ανατολικού και Δυτικού Τροπικού Ειρηνικού Ωκεανού, η οποία συνήθως παρομοιάζεται με την κίνηση της τραμπάλας και εκδηλώνεται λόγω των διαφορών των ατμοσφαιρικών πιέσεων πάνω από αυτές τις δύο περιοχές, φαινόμενο το οποίο διαπιστώθηκε αρχικά το 1924 από τον Sir Gilbert Walker (Mock, 1981).

1.1.2 Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του κλίματος (IPCC)

Είναι γεγονός πως η διεθνής κοινότητα αναγνώρισε, σε ένα σχετικά αρχικό στάδιο, την αναγκαιότητα για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Έτσι συστάθηκε η επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος, IPCC. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC) αποτελεί ένα επιστημονικό διακυβερνητικό όργανο, το οποίο ασχολείται με τις εξετάσεις και αξιολογήσεις από πρόσφατες τεχνικές, επιστημονικές και κοινωνικο-οικονομικές πληροφορίες, οι οποίες παράγονται σε παγκόσμιο επίπεδο, σχετικά με την κατανόηση της κλιματικής αλλαγής. Παρέχει σαφή επιστημονική άποψη για τις τρέχουσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και τις πιθανές περιβαλλοντικές και κοινωνικο-οικονομικές συνέπειες, ιδίως τον κίνδυνο των κλιματικών αλλαγών που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η επιτροπή ιδρύθηκε το 1988 από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization - WMO) και το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (United Nations Environment Programme - UNEP) (Υπουργείο Γεωργίας, 2023).

1.1.3 Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), η Σύμβαση- Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, υπογράφηκε από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση τον Ιούνιο του 1992 στο Ρίο, κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Η Ελλάδα επικύρωσε τη Σύμβαση με τον Νόμο

2205/1994. Αν και η σύμβαση δεν επέβαλε νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις, έθεσε τις βάσεις για μελλοντική δράση, μέσα από ένα σύνολο γενικών αρχών και διαδικασιών για την υιοθέτηση δεσμεύσεων, κυρίως μέσω των τακτικών συνόδων των Κρατών Μερών. Η Σύμβαση καθορίζει ότι όλα τα Κράτη έχουν κοινές, αλλά διαφοροποιημένες, υποχρεώσεις. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη εθνικών απογραφών εκπομπών και προγραμμάτων για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και επιπτώσεων (ΥΠΕΝ, 2020).

Σύμφωνα με την Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών, ως κλιματική αλλαγή, ορίζεται η αλλαγή του κλίματος η οποία αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινη δραστηριότητα, που μεταβάλλει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και η οποία είναι επιπρόσθετη της φυσικής κλιματικής μεταβολής που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους (United Nations, 1992).

1.1.4 Εκδήλωση φαινομένου κλιματικής αλλαγής

Οι ενδείξεις οι οποίες υποδεικνύουν την κλιματική αλλαγή είναι πολλές, συμπεριλαμβανομένης της παγκόσμιας αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στην ξηρά και στους ωκεανούς κατά τον τελευταίο αιώνα. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας των ωκεανών, δείχνουν μια συνεχή αύξηση του θερμικού περιεχομένου και οι αναλύσεις της ακτινοβολίας της Γης και υποδηλώνουν μια μικρή θετική ενεργειακή ανισορροπία, που συμβάλλει στην αύξηση του παγκόσμιου θερμικού περιεχομένου. Οι παρατηρήσεις από δορυφόρους και οι επιτόπιες μετρήσεις, αποκαλύπτουν σημαντικές μειώσεις στο ισοζύγιο μάζας των χερσαίων παγετώνων και των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής. Η απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τους ωκεανούς, μεταβάλλει επίσης τη χημική σύσταση του θαλασσινού νερού (IPCC, 2014).

Στην έκθεση AR4 (Assessment Report 4: 2007) της IPCC, οι παρατηρήσεις των συγκεντρώσεων CO₂, των θερμοκρασιών, σε παγκόσμιο μέσο όρο, και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, ευθυγραμμίζονται γενικά με τις προηγούμενες προβλέψεις της IPCC. Οι αυξήσεις των συγκεντρώσεων του μεθανίου (CH₄) και του υποξειδίου του αζώτου (N₂O) που παρατηρήθηκαν, ήταν μικρότερες από ό,τι είχαν υποτεθεί σε παλαιότερα προβλεπτικά σενάρια. Οι διαδοχικές αξιολογήσεις της IPCC, ενσωμάτωσαν πιο λεπτομερείς προβλέψεις καθώς τα μοντέλα εξελίσσονταν, αντανακλώντας την εξέλιξη των

γνώσεων. Η σύγκριση των κλιματικών προβλέψεων από την αξιολόγηση της IPCC του 1990, με εκείνες της AR4 του 2007, επιτρέπει την εξέταση των αποκλίσεων με την πάροδο του χρόνου από τις παρατηρούμενες αλλαγές. Η κλιματική αλλαγή, είτε προκαλείται από φυσικούς είτε από ανθρώπινους παράγοντες, μπορεί να μεταβάλει την πιθανότητα ή την ένταση των ακραίων καιρικών και κλιματικών φαινομένων. Από την AR4, η βάση των παρατηρήσεων έχει επεκταθεί σημαντικά, επιτρέποντας την εξέταση των ακραίων φαινομένων στις περισσότερες χερσαίες περιοχές. Επιπλέον, η χρήση περισσότερων μοντέλων με υψηλότερη ανάλυση και περιφερειακών μοντέλων στις προσομοιώσεις και τις προβλέψεις ενισχύει την κατανόηση των ακραίων φαινομένων (IPCC, 2013).

1.2 Ιστορική Αναδρομή της μεταβλητότητας του κλίματος

Το κλίμα ορίζεται γενικά ως ο μακροπρόθεσμος μέσος όρος των καιρικών συνθηκών. Κατά συνέπεια, η κλιματική αλλαγή και ο καιρός είναι αλληλένδετοι. Αν και οι παρατηρήσεις μπορούν να αποκαλύψουν μεταβολές στα πρότυπα του καιρού, η στατιστική ανάλυση αυτών των μεταβολών, για μια εκτεταμένη περίοδο, είναι αυτή που υποδεικνύει την κλιματική αλλαγή. Παρά τη στενή σχέση μεταξύ καιρού και κλίματος, υπάρχουν βασικές διακρίσεις.

Συχνά δημιουργείται σύγχυση όταν οι επιστήμονες ερωτώνται για την πρόβλεψη του κλίματος αρκετές δεκαετίες στο μέλλον, ενώ προσπαθούν να προβλέψουν τον καιρό μόλις μερικές εβδομάδες μπροστά, λόγω της φύσης του καιρού, η οποία περιορίζει την προβλεψιμότητα πέραν των λίγων ημερών. Πάραυτα, η πρόβλεψη των αλλαγών στο κλίμα, η οποία περιλαμβάνει την αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων μέσω καιρικών προτύπων που επηρεάζονται από μεταβολές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας ή άλλους παράγοντες, είναι ένα πιο εφικτό έργο. Παρά τις περιστασιακές ακραίες θερμοκρασίες, η συχνότητα και η ένταση τέτοιων γεγονότων αλλάζουν με την αλλαγή των κλιματικών συνθηκών. Όταν τα μετεωρολογικά δεδομένα συγκεντρώνονται στο χώρο και στο χρόνο, προκύπτει μια σαφής τάση παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας (Le Treut, et al., 2007). Στη διάρκεια της ιστορίας της Γης, το κλίμα έχει υποστεί πολλές μεταβολές που συνδέονται με τις γεωλογικές αλλαγές στον στερεό φλοιό. Κατά τον τελευταίο μισό αιώνα, οι κλιματικές αλλαγές φαίνεται ότι οφείλονται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η χρήση ορυκτών καυσίμων

και η αλλαγή στη χρήση της γης, κυρίως μέσω της αποψίλωσης των δασών. Η κλιματική αλλαγή, επίσης γνωστή ως υπερθέρμανση του πλανήτη, έχει εξελιχθεί σε ένα από τα κυριότερα θέματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα (Μαχαίρας & Πιτσούλης, 1991, pp. 335-351).

Παγκοσμίως, οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ήδη τις επιπτώσεις αυξανόμενων ακραίων καιρικών φαινομένων και της αύξησης της στάθμης της θάλασσας, που συνδέονται με τις αλλαγές στο κλίμα. Παρατηρούνται παρατεταμένες περιόδους καύσωνα, έντονες βροχοπτώσεις, πλημμύρες και ξηρασίες, οι οποίες επηρεάζουν την υγεία, τη γεωργία, τους υδάτινους πόρους, τις υποδομές ενέργειας και μεταφορών, καθώς και τις κτιριακές υποδομές (Wuebbles, 2018).

Κατά τη διάρκεια του 19ου και του 20ού αιώνα, εκτεταμένες μελέτες στη γεωμορφολογία και την παλαιοντολογία παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες για τα ιστορικά κλίματα της Γης που κάλυπταν εκατομμύρια χρόνια. Διαφορετικές γεωλογικές εποχές, όπως η Παλαιοζωική, η Τριτογενής και η Τεταρτογενής περίοδος, παρουσίασαν διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Επιστήμονες όπως ο Louis Agassiz (1837), ο Milankovitch (1941) και άλλοι συνέβαλαν στην κατανόηση των μακροπρόθεσμων κλιματικών προτύπων και του ρόλου των αστρονομικών παραγόντων (Hays, et al., 1976).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η παλαιοκλιματική έρευνα επιταχύνθηκε, προσφέροντας ποσοτικά δεδομένα των κλιματικών διακυμάνσεων και δοκιμάζοντας τις αστρονομικές θεωρίες. Οι πυρήνες πάγου από την Ανταρκτική, ιδίως οι πυρήνες πάγου από τη λίμνη Vostok, αποκάλυψαν μια συσχετισμένη εξέλιξη των μεταβολών της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής σύνθεσης σε εκτεταμένες περιόδους. Οι πυρήνες αυτοί συνέβαλαν στην κατανόηση των δεσμών μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής, αναδεικνύοντας τους περιορισμούς της γραμμικής απόκρισης του κλίματος στην αστρονομική πίεση (Le Treut, et al., 2007).

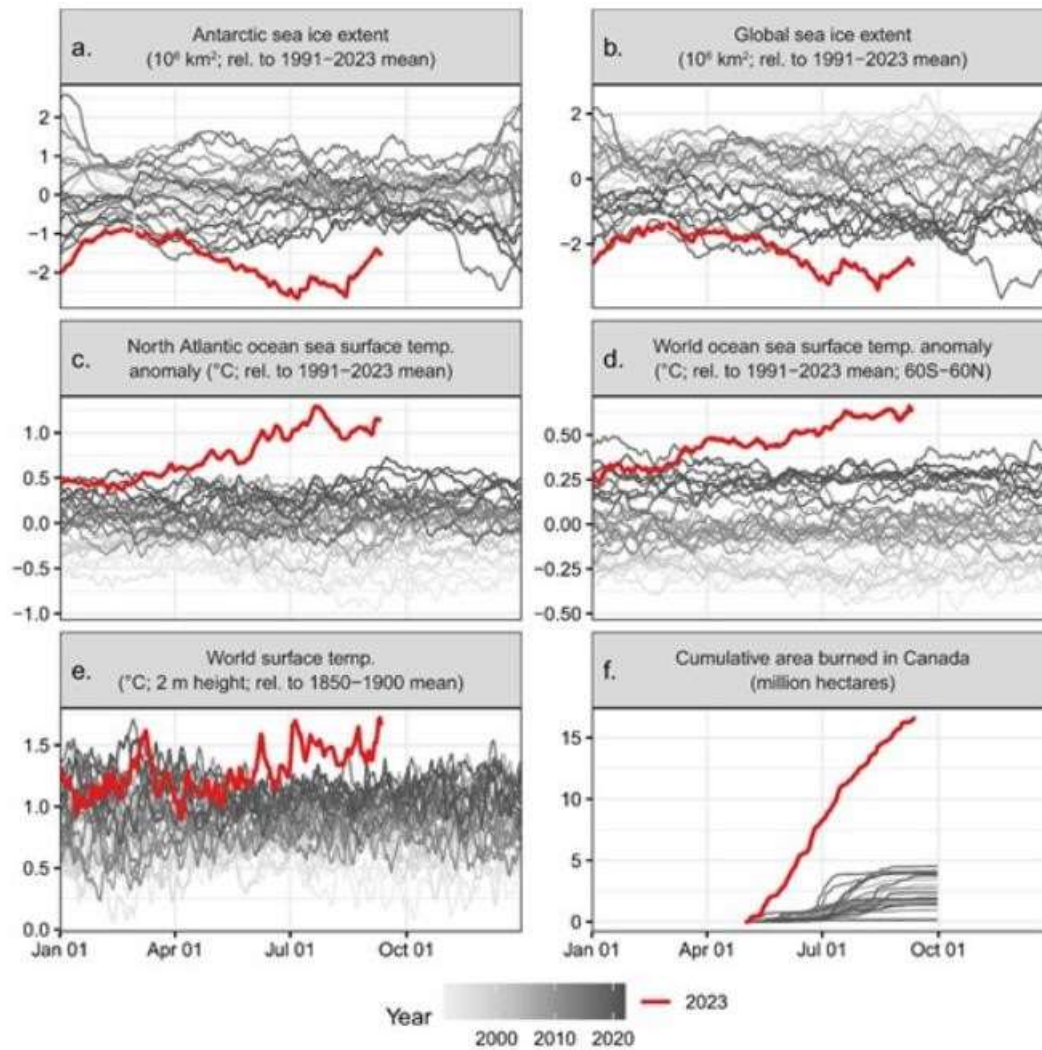
Η ανακάλυψη απότομων κλιματικών αλλαγών, γνωστών ως γεγονότα Dansgaard-Oeschger (ταχείες κλιματικές διακυμάνσεις που σημειώθηκαν 25 φορές κατά τη διάρκεια του τελευταίου παγετώδους κύκλου), τόνισε τη σημασία της εσωτερικής κλιματικής μεταβλητότητας. Αυτές οι απότομες αλλαγές, που παρατηρήθηκαν σε πυρήνες πάγου από τη Γροιλανδία, ήταν πολυάριθμες, απότομες και μεγάλου πλάτους κατά την τελευταία εποχή των παγετώνων. Ο Βόρειος Ατλαντικός Ωκεανός παρουσίασε επίσης μεταβλητότητα, η

οποία θεωρήθηκε ότι αποτελεί εκδήλωση της εσωτερικής μεταβλητότητας του κλιματικού συστήματος. Η σημασία των εσωτερικών διεργασιών απέκτησε περαιτέρω προσοχή τη δεκαετία του 1990, με τη συλλογή δεδομένων υψηλής χρονικής ανάλυσης από πυρήνες πάγου και αναλύσεις ιζημάτων, που αποκάλυψαν κλιματικές αλλαγές και πολυάριθμες απότομες μεταβολές, καθ' όλη τη διάρκεια του τελευταίου παγετώδους κύκλου (Le Treut, et al., 2007).

Το έτος 2023, καταρρίφθηκαν πολλά ρεκόρ αναφορικά με το κλίμα σε ολόκληρο τον κόσμο. Ο απροσδόκητα γρήγορος ρυθμός αυτών των αλλαγών, αιφνιδίασε τους επιστήμονες, εγείροντας ανησυχίες σχετικά με τους κινδύνους που συνδέονται με ακραία καιρικά φαινόμενα (McKay, et al., 2022; Ripple, et al., 2023a).

Καθ' όλη τη διάρκεια του τρέχοντος έτους, πρωτοφανή κύματα καύσωνα σάρωσαν διάφορες περιοχές, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ιστορικά υψηλών θερμοκρασιών. Οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια του Βόρειου Ατλαντικού έφτασαν σε επίπεδα ρεκόρ, συνοδευόμενες από εντυπωσιακά χαμηλά επίπεδα πάγου γύρω από την Ανταρκτική (Γράφημα 1a-1d). Επιπλέον, η περίοδος από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο του τρέχοντος έτους, ήταν η θερμότερη που έχει καταγραφεί ποτέ, ενώ στις αρχές Ιουλίου σημειώθηκε η υψηλότερη παγκόσμια μέση ημερήσια επιφανειακή θερμοκρασία που έχει ποτέ καταγραφεί στη Γη, η οποία ενδέχεται να είναι η υψηλότερη θερμοκρασία των τελευταίων 100.000 ετών (Γράφημα 1e), γεγονός που αποτελεί σαφή ένδειξη ότι ο πλανήτης ωθείται σε σημαντική κλιματική αστάθεια (Ripple, et al., 2023b).

Στο *Γράφημα 1.1*, φαίνεται πως η έκταση των θαλάσσιων πάγων (a, b), οι θερμοκρασίες (c-e) και η καμένη έκταση στον Καναδά (f) βρίσκονται σήμερα πολύ εκτός από τα ιστορικά τους εύρη. Αυτές οι ανωμαλίες μπορεί να οφείλονται τόσο στην κλιματική αλλαγή όσο και σε άλλους παράγοντες. Κάθε γραμμή του γραφήματος, αντιστοιχεί σε διαφορετικό έτος, με το πιο σκούρο γκρι να αντιπροσωπεύει τα μεταγενέστερα έτη (IPCC, 2023).



Γράφημα 1.1: Κλιματικές ανωμαλίες το έτος 2023 (κόκκινη γραμμή) (IPCC, 2023)

1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη

Η υπερθέρμανση του πλανήτη, που οφείλεται σε ανθρωπογενής παράγοντες, κατέχει καθοριστικό ρόλο στην πρόκληση ακραίων φαινομένων. Πάραυτα, οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί πίσω από αυτά τα φαινόμενα μπορεί να είναι περίπλοκοι. Για παράδειγμα, η άνοδος της θερμοκρασίας του Ατλαντικού ωκεανού μπορεί να συνδέεται με τις βροχοπτώσεις στο Σαχέλ (Αφρική) και την παρουσία αφρικανικής σκόνης (Wang, et al., 2012). Ένας άλλος πιθανός παράγοντας είναι οι υδρατμοί, που εισάγονται στη στρατόσφαιρα λόγω μιας υποθαλάσσιας έκρηξης ηφαιστείου (Jenkins, et al., 2023). Επιπλέον, η πρόσφατη άνοδος της θερμοκρασίας θα μπορούσε να σχετίζεται με μια

ρυθμιστική αλλαγή που απαιτεί τη χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο στην ναυτιλία, καθώς τα ατμοσφαιρικά θειικά αερολύματα ανακλούν άμεσα το ηλιακό φως, οδηγώντας στο σχηματισμό ανακλαστικών νεφών (Ripple, et al., 2023b).

Η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας είναι επίσης πιθανό να επηρεάζεται από την έναρξη ενός συμβάντος El Niño, το οποίο και το ίδιο μπορεί να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή (Cai & et al, 2021). Ανεξάρτητα από αυτό, καθώς το κλιματικό σύστημα της Γης απομακρύνεται από τις συνθήκες που ευνοούν την ανθρώπινη ευημερία, τέτοιες ανωμαλίες μπορεί να γίνονται πιο συχνές, προκαλώντας δυνητικά όλο και πιο καταστροφικές επιπτώσεις (Lenton & et al., 2023).

1.4 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η ζωή στη Γη βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, μια διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια του πλανήτη.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου λαμβάνει χώρα στην τροπόσφαιρα, το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, όπου εκδηλώνεται η ζωή και ο καιρός. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η εκτιμώμενη μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης θα ήταν περίπου -19°C , σε αντίθεση με τον σημερινό μέσο όρο των 14°C (Le Treut, et al., 2007). Τα αέρια του θερμοκηπίου (Greenhouses Gases, GHGs) είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρόκειται για ατμοσφαιρικά αέρια συστατικά που απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία στο θερμικό υπέρυθρο φάσμα (IPCC, 2014).

Στην τροπόσφαιρα υπάρχουν τόσο φυσικά όσο και ανθρωπογενή ίχνη αερίων του θερμοκηπίου. Τα πιο διαδεδομένα αέρια του θερμοκηπίου, που απαριθμούνται με αυξανόμενη σειρά σπουδαιότητας, περιλαμβάνουν τους υδρατμούς, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), τα οξείδια του αζώτου (N_xO) και το όζον (O_3). Οι αναλογίες των αερίων του θερμοκηπίου ποικίλλουν σε ημερήσια, εποχιακή και ετήσια βάση (Cassia, et al., 2018).

Τα αέρια του θερμοκηπίου (GHGs) κατέχουν διαφορετικό ρόλο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως αναλύεται ακολούθως.

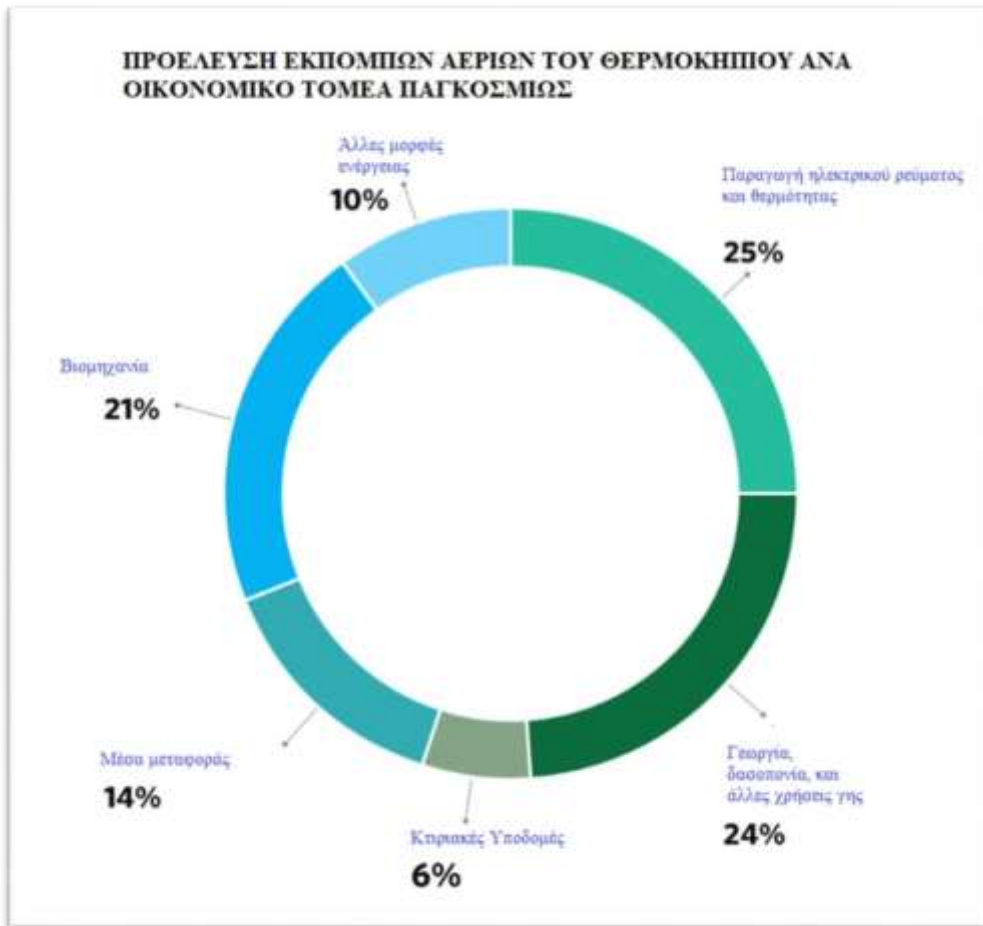
1.4.1 Υδρατμοί

Το νερό υπάρχει στην τροπόσφαιρα ως ατμός και σύννεφα, ενώ οι υδρατμοί αναγνωρίζονται ως ο κύριος απορροφητής των μεταβολών της υπέρυθρης ακτινοβολίας από την έκθεση του Tyndal το 1861 (Cassia, et al., 2018). Υπολογισμοί εκτιμούν ότι οι υδρατμοί και τα σύννεφα συμβάλλουν κατά 49% και 25%, αντίστοιχα, στην απορρόφηση μακρών κυμάτων (θερμική) (Schmidt, et al., 2010). Παρά τη σύντομη ατμοσφαιρική διάρκεια ζωής του σε σύγκριση με άλλα αέρια του θερμοκηπίου, όπως το CO₂, οι συγκεντρώσεις των υδρατμών, αν και μεταβάλλονται περιφερειακά, επηρεάζονται έμμεσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδίως εκείνες που συμβάλλουν στην αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, οδηγώντας σε μια διαδικασία γνωστή ως ανάδραση των υδρατμών (Soden, et al., 2005).

1.4.2 Διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι υπεύθυνο για το 20% της θερμικής απορρόφησης. Οι φυσικές πηγές CO₂, περιλαμβάνουν την οργανική αποσύνθεση, την απελευθέρωση από τους ωκεανούς και την αναπνοή, ενώ οι ανθρωπογενείς πηγές προκύπτουν από δραστηριότητες όπως η παραγωγή τσιμέντου, η αποψίλωση των δασών και η καύση ορυκτών καυσίμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 24% των άμεσων εκπομπών CO₂ προέρχεται από τη γεωργία, τη δασοκομία και τη χρήση γης, ενώ οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις αυξήθηκαν σημαντικά τους τελευταίους δύο αιώνες.

Το CO₂ που εκπέμπεται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου είναι ο κυριότερος παράγοντας που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Σύμφωνα με έρευνες, το 2020, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ήταν κατά 48% υψηλότερη σε σύγκριση με την προ-βιομηχανική εποχή (δηλαδή πριν από το 1850). Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1.1), παρουσιάζεται η πηγή των αερίων που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανάλογα με τον οικονομικό τομέα παγκοσμίως (2010). Οι τομείς ενέργειας, βιομηχανίας και χρήσης γης αποτελούν τους κύριους υπεύθυνους παράγοντες για την επιδείνωση του φαινομένου (IPPC, 2014).



Σχήμα 1.1: Προέλευση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα, παγκοσμίως

Η αύξηση της θερμοκρασίας που προκύπτει από τις υψηλές συγκεντρώσεις CO₂, σε συνδυασμό με τη θετική ανάδραση του νερού, θα μπορούσε δυνητικά να αυξήσει τη μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία κατά 3-5°C έως το 2100 (IPCC, 2014).

1.4.3 Μεθάνιο

Το μεθάνιο (CH₄) είναι το κύριο ατμοσφαιρικό οργανικό αέριο, το οποίο προέρχεται από πηγές όπως η κτηνοτροφία, η γεωργία και η χρήση ορυκτών καυσίμων. Αν και η συγκέντρωση του είναι μόνο το 0,5% του CO₂, δημιουργούνται ανησυχίες, καθώς είναι 30 φορές ισχυρότερο από το CO₂ (IPCC, 2014). Το μεθάνιο συμβάλλει επίσης στη σύνθεση

του O₃ και, μαζί με το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), επηρεάζει την ποσότητα του OH στην τροπόσφαιρα (Wuebbles & Hayhoe, 2002).

1.4.4 Οξείδια του αζώτου

Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και το μονοξείδιο του αζώτου (NO), είναι αέρια του θερμοκηπίου με αυξανόμενες παγκόσμιες εκπομπές που οφείλονται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το N₂O είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, δυνητικά 300 φορές ισχυρότερο από το CO₂, και συμβάλλει στη μείωση του O₃ στη στρατόσφαιρα. Οι ανθρωπογενείς και βιογενείς εκπομπές είναι οι κύριες πηγές NO, επηρεάζοντας την ατμοσφαιρική εναπόθεση και επηρεάζοντας τον κύκλο του αζώτου (Pilegaard, 2013).

1.4.5 Όζον

Το όζον βρίσκεται κυρίως στη στρατόσφαιρα, σχηματίζοντας το στρώμα του όζοντος μέσω φυσικών χημικών αντιδράσεων, στις οποίες συμμετέχουν η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία και το O₂. Το τροποσφαιρικό O₃ παράγεται μέσω αντιδράσεων μεταξύ NO_x, CO και πτητικών ενώσεων (Volatile Organic Compounds, VOCs), παρουσία ηλιακού φωτός. Στις αστικές περιοχές όμως, τα NO_x μπορούν να απομακρύνουν το O₃ και η αλληλεπίδραση τους επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως το φως, η εποχή, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση των VOCs (Jhun, et al., 2015). Το τροποσφαιρικό O₃, επιβλαβές τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα, μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των φυτών και να προκαλέσει οξειδωτικό στρες στα φυτικά κύτταρα (Vainonen & Kangasjarvi, 2015).

1.5 Επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια σοβαρή απειλή για τον πλανήτη, και οι επιπτώσεις της έχουν εκτεταμένο αντίκτυπο. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι ποικίλες, και ο

χαρακτηρισμός τους ως ευεργετικές ή επιζήμιες, μικρές ή μεγάλες, εξαρτάται από τον τομέα, την τοποθεσία και το χρόνο που εξετάζεται. Η κατανόηση των διαφόρων επιπτώσεων είναι περίπλοκη, όπως οι επιπτώσεις σε καλλιέργειες λόγω ξηρασίας, ταχύτερης ανάπτυξης λόγω διοξειδίου του άνθρακα, αυξημένης θερμικής καταπόνησης, μείωσης της ψυχρής καταπόνησης, αύξησης της στάθμης της θάλασσας, ενίσχυσης της ενεργειακής ζήτησης για ψύξη, μείωσης της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση, εξάπλωσης μολυσματικών ασθενειών, και εξαφάνισης ειδών (IPPC, 2014).

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και ανάλογα με την διάσταση που επηρεάζουν, διακρίνονται σε (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023):

- ◆ Συνέπειες για τη φύση.
- ◆ Συνέπειες για την κοινωνία.
- ◆ Συνέπειες για τον επιχειρηματικό κόσμο.
- ◆ Συνέπειες ανά γεωγραφική θέση.

Οι συνέπειες για την φύση δεν περιορίζονται μόνο στην αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας και των υδάτων, με όσες συνέπειες την αφορούν. Περιλαμβάνει επιπλέον φαινόμενα ξηρασίας, εκδήλωση πυρκαγιών. Εκτιμάται πως οι πιο συχνές και έντονες περίοδοι ξηρασίας, θα επιταχύνουν την επιμήκυνση και ενίσχυση της εποχής των δασικών πυρκαγιών, ειδικά στη Μεσογειακή περιοχή. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή διευρύνει τις περιοχές που εκτίθενται στον κίνδυνο πυρκαγιάς. Περιοχές που μέχρι τώρα δεν ήταν ευάλωτες σε πυρκαγιές μπορεί να εξελιχθούν σε περιοχές με αυξημένο κίνδυνο.

Τα πλημμυρικά φαινόμενα προβλέπεται επίσης να εντατικοποιηθούν. Η αυξημένη ποσότητα βροχής, ιδίως για εκτεταμένες χρονικές περιόδους, κυρίως οδηγεί σε υπερχειλίση ποταμών, ενώ οι έντονες, σύντομες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες. Τελευταία, οι πλημμύρες ποταμών αποτελούν συχνή φυσική καταστροφή παγκοσμίως, με ανθρώπινες απώλειες, επιπτώσεις σε εκατομμύρια ανθρώπους και σημαντικές οικονομικές επιβαρύνσεις για τα κράτη. Παρόλο που ορισμένες περιοχές ενδέχεται να βιώσουν μείωση του κινδύνου πλημμύρας την αρχή της άνοιξης λόγω της μείωσης της χιονόπτωσης τον χειμώνα, ο αυξημένος κίνδυνος απροσδόκητων πλημμυρών σε ορεινές περιοχές μπορεί να αντισταθμίσει αυτές τις επιπτώσεις μεσοπρόθεσμα.

Οικονομικοί τομείς, όπως η ενέργεια, ο τουρισμός, η γεωργία και η δασοκομία

επηρεάζονται επίσης από την κλιματική αλλαγή.

Οι συνέπειες για την κοινωνία, περιλαμβάνουν τις συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, με ενδεχόμενη την αύξηση της θνησιμότητας και της νοσηρότητας που οφείλονται σε καύσωνες κατά τους θερινούς μήνες, την αρνητική επίπτωση στην εργασία και την απασχόληση, ενισχύοντας τα ποσοστά ανεργίας.

Ορισμένες περιοχές λόγω της γεωγραφικής τους θέσης, θα βρεθούν αντιμέτωπες με ένα μεγάλο σύνολο συνεπειών. Λόγω της εξαφάνισης των παγόβουνων, πολλές περιοχές για παράδειγμα η Αρκτική, η Παταγονία, αντιμετωπίζουν αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, ενώ παραθαλάσσιες περιοχές και πόλεις θα πληγούν από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Σύμφωνα με την έκθεση AR6 (Assessment Report) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την κλιματική αλλαγή το 2023 (IPCC, 2023):

- ⇒ Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως μέσω της απελευθέρωσης αερίων του θερμοκηπίου, έχουν αναμφισβήτητα οδηγήσει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, με αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά $1,1^{\circ}\text{C}$ πάνω από τον μέσο όρο του 1850-1900 κατά την περίοδο 2011-2020. Οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συνεχίζουν να αυξάνονται, που απορρέουν από τη μη βιώσιμη χρήση ενέργειας, τις αλλαγές στις χρήσεις γης, τον τρόπο ζωής και τα καταναλωτικά πρότυπα παγκοσμίως. Η παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία κατά την περίοδο 2011-2020, ήταν κατά $1,09^{\circ}\text{C}$ υψηλότερη από την περίοδο 1850-1900, με μεγαλύτερες αυξήσεις στη στεριά από ό,τι στους ωκεανούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας από το 1970 είναι πρωτοφανής για τα τελευταία 2000 χρόνια.
- ⇒ Η συνολική ανθρωπογενής αύξηση της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας από το 1850-1900 έως το 2010-2019 εκτιμάται ότι θα είναι μεταξύ $0,8^{\circ}\text{C}$ και $1,3^{\circ}\text{C}$, με καλύτερη εκτίμηση $1,07^{\circ}\text{C}$. Τα αέρια του θερμοκηπίου συμβάλλουν κατά κύριο λόγο σε αυτή την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλοι ανθρώπινοι παράγοντες, φυσικοί παράγοντες (ηλιακοί και ηφαιστειακοί) και η εσωτερική μεταβλητότητα παίζουν επίσης ρόλο. Οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, όπως το CO_2 , το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου, έχουν φτάσει σε επίπεδα που δεν έχουν προηγούμενο εδώ και χιλιάδες έως εκατομμύρια χρόνια. Οι αθροιστικές καθαρές εκπομπές CO_2 από το 1850 έως το 2019 ήταν σημαντικές, οδηγώντας σε συγκεντρώσεις CO_2 στην ατμόσφαιρα υψηλότερες από κάθε άλλη φορά εδώ και τουλάχιστον 2 εκατομμύρια χρόνια.

- ⇒ Το 2019, οι παγκόσμιες ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκτιμήθηκαν σε $59 \pm 6,6$ GtCO₂-eq, με σημαντική αύξηση σε σύγκριση με το 2010 και το 1990. Οι τομείς της ενέργειας, της βιομηχανίας, των μεταφορών και των κτιρίων, συνεισέφεραν συνολικά περίπου το 79% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ η γεωργία, η δασοκομία και άλλες χρήσεις γης συνεισέφεραν το 22%. Παρά τις προσπάθειες για τη βελτίωση της κατανάλωσης της ενέργειας και της παραγωγής του άνθρακα, οι μειώσεις των εκπομπών CO₂ από ορυκτά καύσιμα και βιομηχανικές διεργασίες, έχουν ξεπεραστεί από την αύξηση των παγκόσμιων επιπέδων δραστηριότητας σε διάφορους τομείς.
- ⇒ Οι ιστορικές συνεισφορές των εκπομπών CO₂ παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των κρατών, με διαφορές στο συνολικό μέγεθος και στις συνεισφορές σε διάφορους τομείς. Το 2019, περίπου το 35% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε χώρες με εκπομπές άνω των 9 tCO₂-eq ανά κάτοικο, ενώ το 41% ζούσε σε χώρες με εκπομπές κάτω των 3 tCO₂-eq ανά κάτοικο. Οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες και τα μικρά νησιωτικά αναπτυσσόμενα κράτη έχουν σημαντικά χαμηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές από τον παγκόσμιο μέσο όρο. Το 10% των νοικοκυριών με τις υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές, συνεισφέρει σημαντικό μερίδιο των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα νοικοκυριά με βάση την κατανάλωση, τονίζοντας τις ανισότητες στις εκπομπές μεταξύ των διαφόρων πληθυσμιακών ομάδων.

1.6 Διαχείριση και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Η επίτευξη του στόχου της αποτροπής της ανθρωπογενούς υπερθέρμανσης του πλανήτη προϋποθέτει την επίτευξη μηδενικών ανθρωπογενών εκπομπών CO₂. Η υπέρβαση ενός συγκεκριμένου επιπέδου αύξησης της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και η επακόλουθη επιστροφή σε αυτό (δηλαδή η υπέρβαση), συνεπάγεται αυξημένους κινδύνους και την πιθανότητα μη αναστρέψιμων συνεπειών. Η επίτευξη και η διατήρηση, σε παγκόσμιο επίπεδο, αρνητικών καθαρών εκπομπών CO₂ θα συνέβαλε στη μείωση της αύξησης της θερμοκρασίας (IPCC, 2023).

Η ανάληψη μέτρων προσαρμογής προϋποθέτει την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε διάφορους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας

σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, καθώς επίσης και τον καθορισμό του οικονομικού μεγέθους αυτών των επιπτώσεων. Η προσαρμογή μπορεί να περιλαμβάνει, τόσο εθνικές, όσο και περιφερειακές στρατηγικές, καθώς και πρακτικά μέτρα σε κοινοτικό επίπεδο ή από μεμονωμένα άτομα (ΥΠΕΝ, 2020).

1.6.1 Οικονομία

Η συμβατική επιδίωξη της οικονομικής ανάπτυξης είναι απίθανο να ευθυγραμμιστεί με τους κοινωνικούς και κλιματικούς στόχους. Η πρωταρχική πρόκληση έγκειται στο περίπλοκο έργο της αποσύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης από τις περιβαλλοντικά επιβλαβείς επιπτώσεις. Αν και οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι βελτιώσεις της αποδοτικότητας των τεχνολογικών επιτευγμάτων, μπορούν να συμβάλλουν σε κάποιο βαθμό αποσύνδεσης, συχνά δεν επαρκούν για τον μετριασμό του συνολικού οικολογικού αποτυπώματος των οικονομικών δραστηριοτήτων (Hickel, et al., 2021). Ο αντίκτυπος αυτών των δραστηριοτήτων διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τον πλούτο, με το 10% των οικονομικά πιο ισχυρών κρατών, να είναι υπεύθυνο για το 48% των παγκόσμιων εκπομπών το 2019, ενώ το 50% των φτωχότερων κρατών, αντιστοιχούσε μόνο στο 12% των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου (Chancel, 2022). Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη να αλλάξει το οικονομικό μοντέλο, εστιάζοντας στην ικανοποίηση των βασικών αναγκών για όλους, αντί να προωθείται η υπερβολική κατανάλωση από τους εύπορους (O'Neil, et al., 2018).

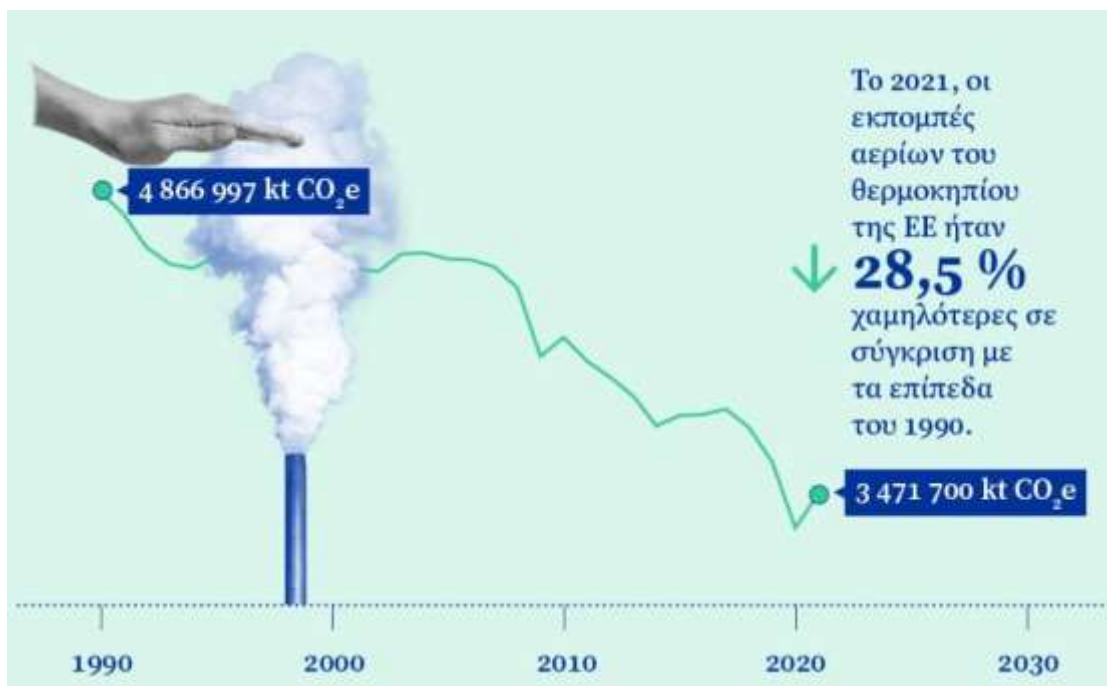
1.6.2 Μετριασμός της υπερθέρμανσης

Το σημερινό κύμα κλιματικών καταστροφών και επιπτώσεων είναι σε μεγάλο βαθμό αποτέλεσμα των ιστορικών και συνεχιζόμενων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι εκπομπές και να σταματήσει η υπερθέρμανση του πλανήτη, οι προσπάθειες πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στην εξάλειψη των εκπομπών από ορυκτά καύσιμα και αλλαγές στη χρήση γης και στην ενίσχυση της δέσμευσης του άνθρακα μέσω λύσεων για το κλίμα που βασίζονται στη φύση. Ωστόσο, η διερεύνηση αποτελεσματικών στρατηγικών για πρόσθετη απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα είναι ζωτικής

σημασίας για τη μακροπρόθεσμη ψύξη του πλανήτη. Ενώ οι τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, αβεβαιότητες περιβάλλουν την αποτελεσματικότητα, την επεκτασιμότητα και τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις τους (Anderson & Peters, 2016). Συνεπώς, η εξάρτηση από μη αποδεδειγμένες τεχνικές απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα θα πρέπει να αποφευχθεί σε αυτή τη συγκυρία. Χρειάζεται επιτάχυνση των ερευνητικών προσπαθειών, αλλά η εξάρτηση σε μεγάλο βαθμό από στρατηγικές απομάκρυνσης άνθρακα μεγάλης κλίμακας μπορεί να δημιουργήσει ψευδή αίσθηση ασφάλειας και να καθυστερήσει βασικές δράσεις μετριασμού για την άμεση αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Ripple, et al., 2023b).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, είναι πολλά τα μέτρα που έχουν υιοθετηθεί με σκοπό το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής αλλά και την προσαρμογή στις νέες κλιματικές συνθήκες. Αρχικά, με τη Συμφωνία του Παρισιού, τον Δεκέμβριο του 2015, όπου για πρώτη φορά, όλες οι χώρες σε παγκόσμια κλίμακα, συμφώνησαν σε μια συλλογική προσπάθεια η οποία αποσκοπεί τόσο στο να κρατηθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη σε θερμοκρασία κάτω των 2°C, όσο και να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με την υποβολή εθνικών σχεδίων για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και την αποτίμηση των δεσμεύσεων σε πενταετή βάση. Ακολούθησε στη συνέχεια η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) το 2019, μέσω της οποίας η Ευρώπη δεσμεύτηκε στην μείωση των καθαρών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% κατ'ελάχιστον μέχρι το 2030, συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990, με τελικό στόχο την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το έτος 2050. Προκειμένου να επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα, απαιτείται δράση από όλους τους τομείς της οικονομίας, διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της Ε.Ε., καθώς και κοινωνική ισορροπία και δικαιοσύνη (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2023).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιτύχει μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως στις διεθνείς αερομεταφορές, κατά 31% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, παράλληλα προάγοντας την οικονομική ανάπτυξη (Σχήμα 1.2). Το 2022, παρατηρήθηκε μείωση 2% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω σημαντικών περικοπών στους τομείς της οικοδομής και της βιομηχανίας, ενώ οι εκπομπές από ενεργειακό εφοδιασμό και μεταφορές αυξήθηκαν (EEA, 2023)



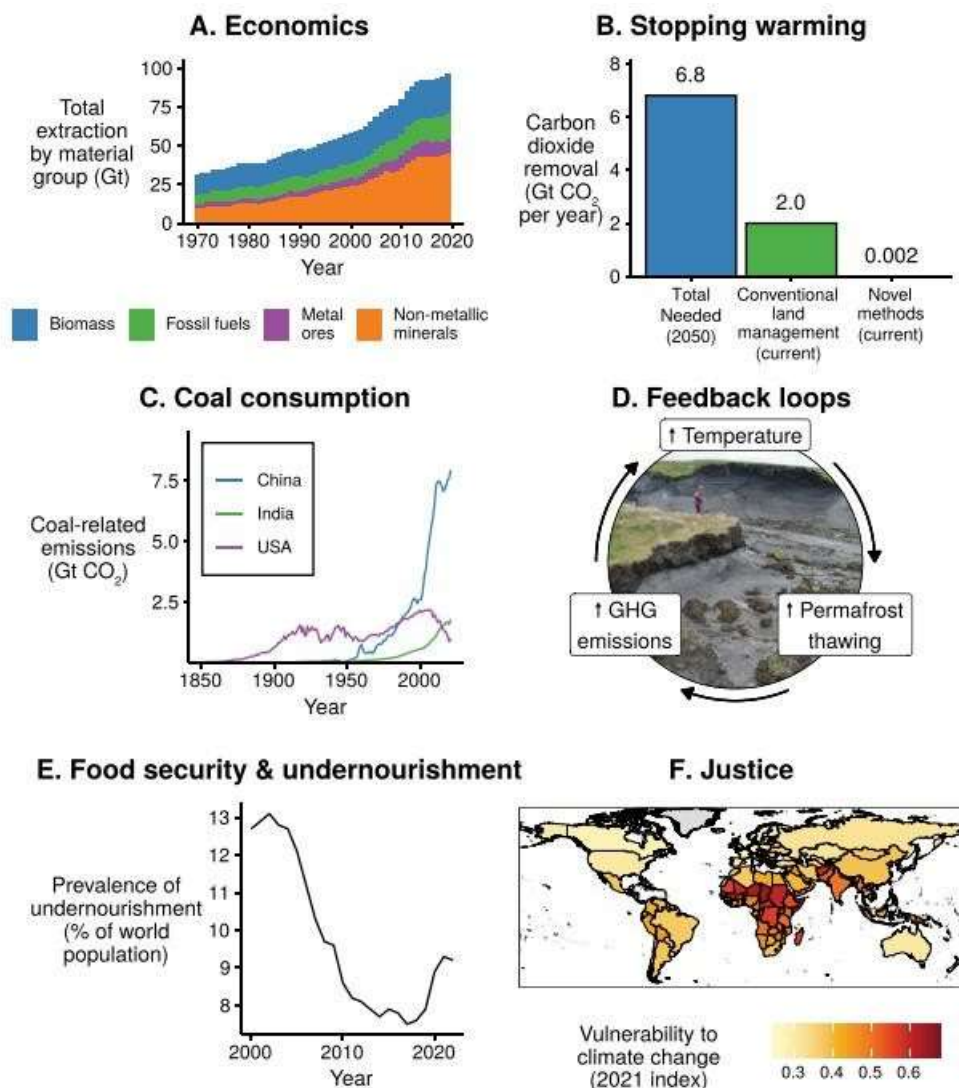
Σχήμα 1. 2: Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τα έτη 1990-2021 (EEA, 2023)

Για να επιτευχθεί ο στόχος μείωσης των εκπομπών έως το 2030, ο ρυθμός ετήσιων μειώσεων στην Ευρώπη πρέπει να υπερδιπλασιαστεί σε σχέση με το 2005, σύμφωνα με έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. Απαιτείται επιτάχυνση των μειώσεων, ειδικά σε τομείς όπως οι οδικές μεταφορές, τα κτίρια, η γεωργία, τα απόβλητα και οι μικρές βιομηχανίες, καλύπτονται από τον κανονισμό για τον επιμερισμό των προσπαθειών. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αύξηση των ανανεώσιμων πηγών πρέπει να επιταχυνθούν για την επίτευξη των στόχων του 2030, όπως καθορίζονται στις πρόσφατα εγκριθείσες οδηγίες για την ενεργειακή απόδοση και την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.

1.6.3 Μείωση Ανθρακικού Αποτυπώματος

Ο άνθρακας, υπεύθυνος για πάνω από το 80% του προστιθέμενου διοξειδίου του άνθρακα από το 1870 και περίπου το 40% των σημερινών εκπομπών, έχει καταστροφικές συνέπειες για τα οικοσυστήματα και την παγκόσμια υγεία. Η παγκόσμια κατανάλωση άνθρακα έφτασε σε επίπεδα σχεδόν ρεκόρ το 2022 (βλ. Σχήμα 2η), με την Κίνα να είναι ο μεγαλύτερος

συντελεστής των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με τον άνθρακα το 2021 (53,1%), ακολουθούμενη από την Ινδία (12,0%) και τις Ηνωμένες Πολιτείες (6,7%-βλ. Σχήμα 5γ) (Burke & Fishel, 2020). Για τη σταδιακή κατάργηση του άνθρακα συνιστάται η υποστήριξη της Συμμαχίας Powering Past Coal Alliance και η έγκριση μιας διεθνούς συνθήκης για την εξάλειψη του άνθρακα, μαζί με μια ευρύτερη συνθήκη για τη μη διάδοση των ορυκτών καυσίμων. Τέτοιες συνθήκες θα μπορούσαν να στηρίξουν τις λιγότερο εύπορες χώρες στη μετάβαση από τον άνθρακα και άλλα ορυκτά καύσιμα, παρέχοντας χρηματοδότηση για την επέκταση του δυναμικού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διευκολύνοντας την επανεκπαίδευση και τη μετάβαση των εργαζομένων από τη βιομηχανία ορυκτών καυσίμων (Ripple, et al., 2023b).



Γράφημα 1.2: Ειδικά θέματα δράσης για το κλίμα. (Ripple, et al., 2023b)

Όπως απεικονίζεται στο *Γράφημα 1.2*, πολλά μοντέλα υποθέτουν ότι η αύξηση του ΑΕΠ (Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος) μπορεί να αποσυνδεθεί ως επί το πλείστον από τις εκπομπές και άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την κατανάλωση (a) και ότι οι μέθοδοι δέσμευσης άνθρακα μπορούν να επεκταθούν γρήγορα (b). Εάν οι υποθέσεις αυτές δεν είναι ρεαλιστικές και η χρήση άνθρακα και άλλων ορυκτών καυσίμων δεν περιοριστεί αμέσως (c), τότε οι βρόχοι ανάδρασης του γήινου συστήματος (d), θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ταχεία επιτάχυνση των κλιματικών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένου του υποσιτισμού (e) και των καταστροφών, οι οποίες θα είναι ιδιαίτερα σοβαρές στις λιγότερο πλούσιες χώρες που είχαν ελάχιστες ιστορικές εκπομπές (f).

1.6.4 Βρόχοι ανάδρασης

Οι βρόχοι ανάδρασης του κλίματος, επηρεάζουν άμεσα τη σχέση μεταξύ εκπομπών και αύξησης της θερμοκρασίας, όπως η απόψυξη των εδαφών του μόνιμου πάγου που εκπέμπει μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, εντείνοντας την αύξηση της θερμοκρασίας. Η κατανόηση αυτών των βρόχων ανάδρασης είναι ιδιαίτερος σημαντική για την ενημέρωση σχετικά με τις στρατηγικές μετριασμού του κλίματος και προσαρμογής. Παρά τη σημασία τους, οι συνδυασμένες επιδράσεις των πολλαπλών ενισχυτικών βρόχων ανάδρασης δεν είναι καλά κατανοητές και η πιθανή ισχύς ορισμένων επικίνδυνων βρόχων ανάδρασης παραμένει εξαιρετικά αβέβαιη (Ripple, et al., 2023a). Λόγω αυτής της αβεβαιότητας, υπάρχει ανάγκη για μια ειδική έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή που θα εστιάζει στους επικίνδυνους βρόχους ανάδρασης του κλίματος, στα σημεία καμπής και, ως προφύλαξη, στο λιγότερο πιθανό σενάριο της ανεξέλεγκτης κλιματικής αλλαγής (Ripple, et al., 2023b).

1.6.5 Τροφική ασφάλεια και υποσιτισμός

Ο επιπολασμός του υποσιτισμού, αφού μειώθηκε για αρκετά χρόνια, έχει πλέον αυξηθεί πάρα πολύ, με περίπου 735 εκατομμύρια ανθρώπους να αντιμετωπίζουν χρόνια πείνα το

2022, μια αύξηση περίπου 122 εκατομμυρίων, σε σχέση με το έτος 2019. Διάφοροι παράγοντες, όπως ακραίες κλιματικές συνθήκες, οικονομικές υφέσεις και ένοπλες συγκρούσεις, συμβάλλουν σε αυτή την αύξηση, απομακρύνοντας την ανθρωπότητα από την επίτευξη μηδενικής πείνας έως το 2030, όπως είχε συμφωνηθεί στους στόχους για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Η κλιματική αλλαγή έχει παρεμποδίσει την αύξηση της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγικότητας, αυξάνοντας τον κίνδυνο πείνας σε περίπτωση απουσίας άμεσης δράσης για το κλίμα.. Για την αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων, οι προσπάθειες με επίκεντρο την προσαρμογή στα νέα δεδομένα είναι απαραίτητες για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των καλλιεργειών και της αντοχής τους στους κλιματικούς παράγοντες. Η στροφή προς διατροφικές συνήθειες με βάση τα φυτά, ιδίως στις εύπορες χώρες, θα μπορούσε να ενισχύσει την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια και να συμβάλει στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Kornhuber, et al., 2023).

1.6.6 Δικαιοσύνη

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη καταστροφικές, πλήττοντας δυσανάλογα τους οικονομικά πιο ευάλωτους πληθυσμούς στον κόσμο, τα οποία είχαν τον μικρότερο ρόλο στην πρόκληση του προβλήματος. Η επίτευξη της κοινωνικοοικονομικής δικαιοσύνης και της καθολικής ανθρώπινης ευημερίας, απαιτεί μέτρα προς την κατεύθυνση της σύγκλισης της κατά κεφαλήν κατανάλωσης πόρων και ενέργειας παγκοσμίως. Αυτό συνεπάγεται την προσπάθεια για ισορροπημένα και δίκαια επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας και πόρων για όλους (Hickel, et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Η παχυσαρκία

2.1 Εισαγωγή

Τις τελευταίες πέντε δεκαετίες, υπήρξε μια σημαντική παγκόσμια αύξηση των ποσοστών παχυσαρκίας, με έναν κλιμακούμενο αριθμό ατόμων που εμφανίζουν δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) ίσο ή μεγαλύτερο από 30, κατηγοριοποιώντας τα ως παχύσαρκα. Αυτό το φαινόμενο είναι ευρέως διαδεδομένο, επηρεάζοντας σχεδόν όλες τις περιοχές παγκοσμίως, με εξαιρέσεις στην υποσαχάρια Ασία και την Αφρική, καθώς και ορισμένες χώρες με ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά παχυσαρκίας όπως η Σρι Λάνκα, η Ινδονησία, η Σιγκαπούρη και άλλες (Mbogori et al., 2020).

Η παχυσαρκία είναι πλέον πιο διαδεδομένη παγκοσμίως από το λιποβαρή και συνδέεται με υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας. Οι επιπτώσεις στην υγεία είναι πολλές, συνδέοντας την παχυσαρκία με διάφορες ασθένειες όπως ο διαβήτης τύπου 2, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, το μεταβολικό σύνδρομο, η χρόνια νεφρική νόσος, η υπερλιπιδαιμία, η υπέρταση, η μη αλκοολική λιπώδης νόσος του ήπατος, ορισμένοι καρκίνοι, η αποφρακτική άπνοια ύπνου, η οστεοαρθρίτιδα και η κατάθλιψη. Το οικονομικό κόστος είναι σημαντικό, καθώς η θεραπεία παθήσεων που σχετίζονται με την παχυσαρκία επιβάλλει 30% υψηλότερο ιατρικό κόστος στα άτομα με παχυσαρκία σε σύγκριση με εκείνα με φυσιολογικό ΔΜΣ. Οι παραδοσιακές απόψεις αποδίδουν την παχυσαρκία κυρίως σε μια ανισορροπία μεταξύ της πρόσληψης και της δαπάνης ενέργειας, με αποτέλεσμα την υπερβολική ενέργεια που αποθηκεύεται ως λίπος. Ωστόσο, η σύγχρονη έρευνα υπογραμμίζει τη σημασία των πηγών τροφίμων και της ποιότητας των θρεπτικών συστατικών σε σχέση με την ποσότητα στη διαχείριση του βάρους και την πρόληψη ασθενειών. Η αλληλεπίδραση της φύσης έναντι της ανατροφής, της γενετικής έναντι της επιγενετικής και των περιβαλλοντικών παραγόντων έναντι του μικροπεριβάλλοντος επηρεάζει την κατανόηση της αιτιολογίας της παχυσαρκίας. Οι γνώσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος ρυθμίζει την επιθυμία για φαγητό σε παχύσαρκα άτομα, ο ρόλος των ορμονών του εντέρου, του λιπώδους ιστού και της μικροχλωρίδας του εντέρου στον έλεγχο της όρεξης, καθώς και ο αντίκτυπος γενετικών και επιγενετικών παραγόντων, συμβάλλουν σε μια πιο λεπτή κατανόηση της ανάπτυξης της παχυσαρκίας (Lin & Li, 2021).

2.2 Δείκτης Μάζας Σώματος και Παχυσαρκία

Ο ορισμός της παχυσαρκίας βασίζεται στα όρια του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), αντανακλώντας τους σχετικούς κινδύνους για την υγεία. Η παχυσαρκία χαρακτηρίζεται από την υπερβολική συσσώρευση σωματικού λίπους που προκύπτει από τη διαταραχή των μηχανισμών ενεργειακής ισορροπίας. Η διαταραχή των ρυθμιστικών μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ορμονών της πείνας και του κορεσμού, των λιποκινών και του θερμογόνου λιπώδους ιστού, μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική αποθήκευση ενέργειας και παχυσαρκία. Ενώ εγγενείς αιτίες, όπως ελαττώματα στη φυσιολογία ή τη συμπεριφορά, συμβάλλουν στην ανάπτυξη παχυσαρκίας, οι εξωγενείς παράγοντες, όπως τα τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε ενέργεια και η χαμηλή σωματική δραστηριότητα, διευκολύνουν την επίτευξη θετικού ενεργειακού ισοζυγίου. Τα γονίδια μπορεί να παίζουν ρόλο στην ανάπτυξη της παχυσαρκίας επηρεάζοντας τη λειτουργία και τη συμπεριφορά του εγκεφάλου. Οι πρακτικές συνέπειες για τη διαχείριση της παχυσαρκίας περιλαμβάνουν την κατανόηση και την αντιμετώπιση των ανοδικών φυσιολογικών ελαττωμάτων αντί να εστιάσουμε αποκλειστικά στον έλεγχο των παραγόντων που συμβάλλουν, όπως η διατροφή και η δραστηριότητα. Η πραγματική πρόληψη θα συνεπαγόταν τη στόχευση εγγενών αιτιών, αλλά οι τρέχουσες στρατηγικές στοχεύουν στην άμβλυνση της έκφρασης της παχυσαρκίας μέσω παρεμβάσεων στον τρόπο ζωής (Dhurandhar, 2022).

Η παχυσαρκία, που αναγνωρίζεται ως επίμονη πάθηση υγείας, βρίσκεται σε άνοδο παγκοσμίως και πλέον αναγνωρίζεται ως μια ευρέως διαδεδομένη επιδημία. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, ο υψηλός δείκτης μάζας σώματος σχετίζεται ισχυρώς με ποικίλα χρόνια νοσήματα, όπως το μη αλκοολικό λιπώδες ήπαρ (NAFL), οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ο σακχαρώδης διαβήτης, αρκετοί τύποι καρκίνου, μυοσκελετικές διαταραχές, χρόνια νεφρική νόσος, και θέματα ψυχικής υγείας. Αυτές οι συνθήκες όχι μόνο διακυβεύουν την ποιότητα ζωής των ατόμων αλλά συμβάλλουν επίσης στην κλιμάκωση των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης. Αρκετές έρευνες έχουν αναφέρει ότι τα άτομα με ΔΜΣ που κυμαίνεται από 30 έως 40 kg/m² αντιμετωπίζουν σχεδόν 50% υψηλότερο κόστος υγειονομικής περίθαλψης, ενώ εκείνα με ΔΜΣ άνω των 40 kg/m² παρουσιάζουν 100% αύξηση στις δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης λόγω της θεραπείας της παχυσαρκίας, σχετικές επιπλοκές. Ομοίως, ένας ΔΜΣ που υπερβαίνει τα 30 kg/m² συνδέεται με περίπου 37% υψηλότερο ετήσιο κόστος υγειονομικής περίθαλψης (Kjellberg et al., 2017).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) προσδιορίζει το υπέρβαρο ως ΔΜΣ που υπερβαίνει τα 25 kg/m² και την παχυσαρκία ως ΔΜΣ που ξεπερνά τα 30 kg/m², χαρακτηρίζοντας αυτές τις καταστάσεις ως μη φυσιολογική ή υπερβολική συσσώρευση λίπους που συνδέεται με αυξημένους κινδύνους για την υγεία. Αν και ο ΔΜΣ μπορεί να μην είναι το πιο ακριβές μέτρο του υπερβολικού λίπους, είναι ευρέως αποδεκτό ως εργαλείο αρχικής αξιολόγησης λόγω της απλότητάς του. Υπολογιζόμενος διαιρώντας το βάρος σε κιλά με το τετράγωνο του ύψους σε μέτρα, ο ΔΜΣ συσχετίζεται καλά με το ποσοστό σωματικού λίπους και τη μάζα σωματικού λίπους στους περισσότερους πληθυσμούς (WHO, 2021).

Ο αυξανόμενος επιπολασμός της παχυσαρκίας αποδίδεται στον καθιστικό τρόπο ζωής, στη μειωμένη σωματική δραστηριότητα και στην κατανάλωση ανθυγιεινών δίαιτων πλούσιων σε σάκχαρα και επεξεργασμένους υδατάνθρακες. Αυτοί οι παράγοντες, σε συνδυασμό με μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση γενετικών, ενδοκρινικών, μεταβολικών και περιβαλλοντικών επιδράσεων, συμβάλλουν στην εκτεταμένη επιδημία παχυσαρκίας που παρατηρείται σε πολλά μέρη του κόσμου τις τελευταίες δεκαετίες.

2.3 Η Παχυσαρκία Παγκοσμίως

Η ανάλυση των τάσεων στην παχυσαρκία αποκαλύπτει μια σταθερή αύξηση σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, ανεξάρτητα από την εθνικότητα ή την κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, από το 1999 έως το 2018, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας αυξήθηκε από 30,5% σε 42,4%. Συγκεκριμένα, τα ποσοστά παχυσαρκίας ήταν 40% μεταξύ των ενηλίκων ηλικίας 20 έως 39 ετών, 45% μεταξύ των ατόμων ηλικίας 40 έως 59 ετών και 43% μεταξύ των ατόμων ηλικίας 60 ετών και άνω. Έρευνα που εξετάζει την τροχιά της παχυσαρκίας αποκαλύπτει μια ανησυχητική ανοδική τάση σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, ανεξάρτητα από την εθνικότητα ή την κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, μεταξύ 1999 και 2018, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας αυξήθηκε από 30,5% σε 42,4%. Συγκεκριμένα, οι ενήλικες ηλικίας 20 έως 39 ετών παρουσίασαν ποσοστό παχυσαρκίας 40%, οι ηλικίες 40 έως 59 ετών αντιμετώπισαν ποσοστό 45% και η ομάδα ηλικίας 60 ετών και άνω είχε επιπολασμό 43% (IHME, 2023).

Στις ΗΠΑ, τα δεδομένα επιπολασμού της παχυσαρκίας προέρχονται από δύο κύριες πηγές:

ετήσιες έρευνες τηλεφωνικών κλήσεων όπως το Σύστημα Παρακολούθησης Παράγοντα Κινδύνου Συμπεριφοράς (BRFSS) και έρευνες όπως η Εθνική Έρευνα Εξέτασης Υγείας και Διατροφής (NHANES) που διεξάγονται από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικών Υγείας. Το NHANES, χρησιμοποιώντας έναν σύνθετο σχεδιασμό πιθανοτήτων, ανέφερε επιπολασμό παχυσαρκίας προσαρμοσμένη στην ηλικία 42,4% το 2017-2018. Αντίθετα, το BRFSS αναφέρει σταθερά χαμηλότερα ποσοστά επιπολασμού, 30,9% το 2019, πιθανότατα επηρεασμένο από προκαταλήψεις αυτοαναφοράς στις τηλεφωνικές έρευνες. Επιπλέον, το CDC υπολόγισε ένα ποσοστό παχυσαρκίας 31,4% μεταξύ των ενηλίκων το 2019. Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η πηγή δεδομένων κατά την ερμηνεία του επιπολασμού της παχυσαρκίας. Κοιτάζοντας το μέλλον, η αξιολόγηση του επιπολασμού της παχυσαρκίας στη μετά τον COVID-19 εποχή αποκτά πρωταρχική σημασία. Η πανδημία, υπεύθυνη για περίπου 15 εκατομμύρια θανάτους, επηρέασε δυσανάλογα άτομα με παχυσαρκία και μεταβολικές συννοσηρότητες. Καθώς πλοηγούμαστε πέρα από την κρίση του COVID-19, υπάρχει ανάγκη να εστιάσουμε στη συνεχιζόμενη πανδημία παχυσαρκίας, δίνοντας έμφαση στη σημασία της έρευνας, της φροντίδας και των πρωτοβουλιών δημόσιας υγείας ως συλλογική έκκληση για δράση (IHME, 2023).

Η δημοσίευση της πρόσφατης έκθεσης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) σχετικά με την ανησυχητική κατάσταση της παχυσαρκίας στην ευρωπαϊκή περιοχή υπογραμμίζει τη σοβαρότητα της κατάστασης. Η έκθεση αποκαλύπτει διαστάσεις επιδημίας, με το 59% των ενηλίκων και σχεδόν 1 στα 3 παιδιά στην Ευρωπαϊκή Περιφέρεια να παλεύουν με υπέρβαρο ή παχυσαρκία. Αυτή η ενημέρωση χρησιμεύει για την επανεκτίμηση του παγκόσμιου και περιφερειακού επιπολασμού και των τάσεων υπό το φως της προόδου στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας της παχυσαρκίας και της εισαγωγής νέων θεραπευτικών εργαλείων. Ο στόχος δεν είναι μόνο να τονιστεί η σοβαρότητα της πανδημίας της παχυσαρκίας αλλά και να τονιστεί η επείγουσα ανάγκη για αυξημένες προσπάθειες έρευνας, φροντίδας και δημόσιας υγείας. Καθώς η σκιά της πανδημίας COVID-19 υποχωρεί, τα διδάγματα που αντλήθηκαν πρέπει να συμβάλλουν στην προσέγγισή μας για την αντιμετώπιση της επίμονης πρόκλησης της παχυσαρκίας και των συνοδών νοσημάτων της, όπως ο διαβήτης. Η ουσιαστική αλλαγή απαιτεί από τους παγκόσμιους ηγέτες να παρέχουν καθοδήγηση και να διαθέσουν πόρους για αποτελεσματική παρέμβαση (Chooi et al., 2019).

Η μελέτη της ΠΟΥ-MONICA αποκάλυψε διάφορα πρότυπα επικράτησης της παχυσαρκίας στην Ευρώπη, με ποσοστά που κυμαίνονται από 7% στους Σουηδούς άνδρες έως 45% στις Λιθουανές γυναίκες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ποσοστά επικράτησης συγκρίσιμα με τα

σημερινά ευρωπαϊκά επίπεδα σημειώθηκαν στην έρευνα NHANES III πριν από 15 χρόνια, και τα πρόσφατα δεδομένα NHANES δείχνουν συνεχείς αυξήσεις, που κυμαίνονται από 29% στους λευκούς άνδρες έως 50% στις μαύρες γυναίκες. Παρόμοιες αυξητικές τάσεις έχουν παρατηρηθεί στην Κίνα, όπου ο επιπολασμός της παχυσαρκίας έχει διπλασιαστεί την τελευταία δεκαετία. Αυτές οι παγκόσμιες τάσεις, σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα δεδομένα για την Ευρώπη, υποδηλώνουν ότι η παχυσαρκία στην Ευρώπη μπορεί να πλησιάζει, αν όχι ήδη, σε διαστάσεις επιδημίας, αν και ορισμένοι πληθυσμοί όπως οι Ιάπωνες δεν συμμορφώνονται με αυτήν την τάση (Berghöfer et al., 2008).

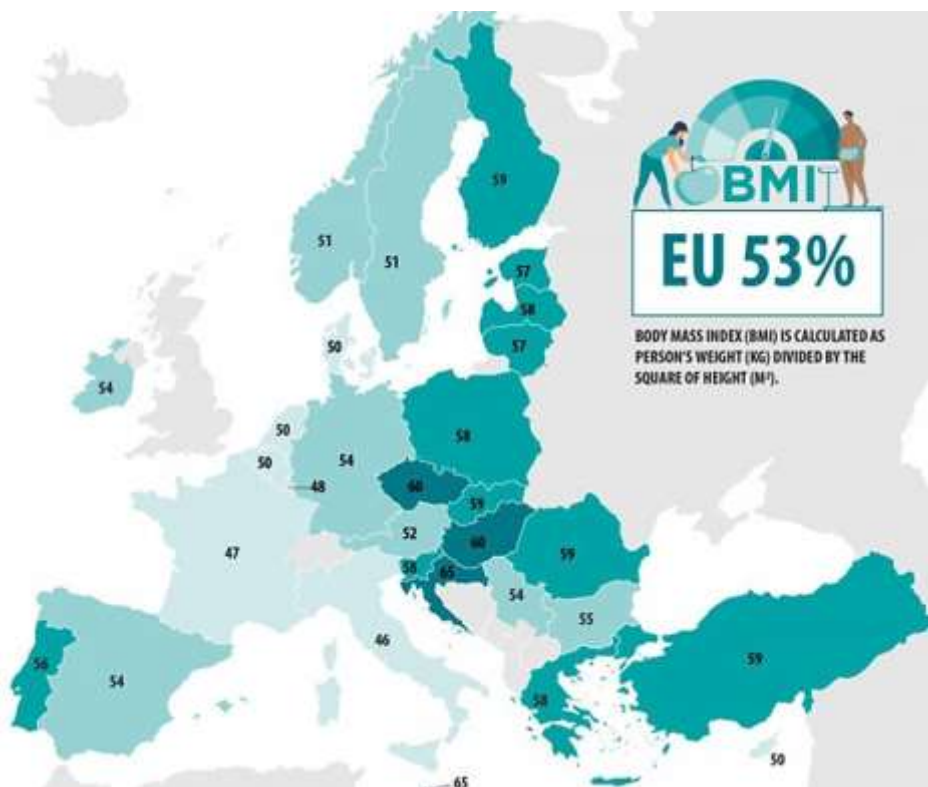
Ωστόσο, σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες δεν υπάρχουν πρόσφατα δεδομένα για την παχυσαρκία πέρα από την έρευνα MONICA στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Μελέτες όπως το EPIC και το EURALIM έχουν περιορισμούς, με το EPIC να επικεντρώνεται σε συσχετίσεις καρκίνου-διατροφής σε μια συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα (50-64) και το EURALIM να μην συλλέγει νέα δεδομένα. Το Ινστιτούτο Ευρωπαϊκών Μελετών Τροφίμων ανέφερε χαμηλούς επιπολασμούς, αλλά βασίστηκε στην αυτοαναφερόμενη παχυσαρκία. Οι σουηδικές μελέτες χρησιμοποίησαν κυρίως το βάρος και το ύψος που αναφέρονταν από τους ίδιους, περιορίζοντας τη συμπερίληψή τους στις έρευνες. Η βάση δεδομένων της Διεθνούς Ομάδας Εργασίας για την Παχυσαρκία (IOTF) του IASO, η οποία στερείται τακτικών παραπομπών και λεπτομερειών σχετικά με τα μεγέθη και τις μεθόδους δειγμάτων, προσθέτει πολυπλοκότητα στην αξιολόγηση της αντιπροσωπευτικότητας. Η ανάγκη για πιο ολοκληρωμένα και ενημερωμένα δεδομένα σχετικά με τον επιπολασμό της παχυσαρκίας είναι εμφανής, ειδικά σε περιοχές όπου οι πρόσφατες πληροφορίες είναι σπάνιες ή βασίζονται στην αυτοαναφορά.

Στην Ευρώπη, οι κεντρικές, ανατολικές και νότιες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερο επιπολασμό της παχυσαρκίας σε σύγκριση με τις δυτικές ή βόρειες περιοχές. Αυτό το γεωγραφικό πρότυπο επηρεάζεται από διαφορετικές κοινωνικοοικονομικές συνθήκες, επιλογές τρόπου ζωής και διατροφικούς παράγοντες. Η Ισπανία και η Ιταλία ξεχωρίζουν με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά παχυσαρκίας, προκαλώντας συζητήσεις για την αστικοποίηση και την παγκοσμιοποίηση που επηρεάζουν αρνητικά τις παραδοσιακές μεσογειακές δίαιτες. (Martínez-González et al., 1999). Πέρα από τις διατροφικές επιρροές, οι αλλαγές στον τρόπο ζωής συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση του ΔΜΣ. Η καθιστική συμπεριφορά και η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας, όπως επισημάνθηκε σε μια μελέτη σε 15 χώρες της ΕΕ, συσχετίζονται έντονα με την παχυσαρκία και το υπερβολικό βάρος. Τα στοιχεία από τις χώρες της Βαλτικής το ενισχύουν, υποδεικνύοντας ότι ένα σημαντικό ποσοστό των

συμμετεχόντων δεν ασχολούνταν με σωματική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο. Η εθνικότητα παίζει ρόλο στον ποικίλο ΔΜΣ που παρατηρείται στους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς. Μελέτες στον Καναδά και τη Σουηδία κατέδειξαν την εθνικότητα ως βασικό καθοριστικό παράγοντα της παχυσαρκίας, ανεξάρτητα από κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Με σημαντικές αλλαγές πληθυσμού λόγω της μετανάστευσης σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, η κατανόηση του αντίκτυπου της εθνοτικής καταγωγής στην παχυσαρκία γίνεται ολοένα και πιο σημαντική (Berghöfer et al., 2008).

Τα προβλήματα βάρους και η παχυσαρκία αυξάνονται ραγδαία στα περισσότερα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), με το 52,7% του ενήλικου πληθυσμού (ηλικίας 18 ετών και άνω) να είναι υπέρβαρο το 2019. Τα δεδομένα από την Ευρωπαϊκή Έρευνα για Συνέντευξη για την Υγεία (EHIS), που διεξήχθη μεταξύ 2018 και 2020, που καλύπτει άτομα ηλικίας 15 ετών και άνω, υπογραμμίζουν αξιοσημείωτες διαφορές στο ποσοστό των ενηλίκων που ταξινομούνται ως υπέρβαροι ή παχύσαρκοι με βάση το φύλο και το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο η ΕΕ.

Το 2019, το ποσοστό των ενηλίκων που θεωρήθηκαν υπέρβαροι κυμάνθηκε από 37,1% στην Ιταλία σε 58,5% στην Κροατία για τις γυναίκες και από 52,9% στη Γαλλία σε 73,2% στην Κροατία για τους άνδρες. Ο υψηλότερος επιπολασμός της παχυσαρκίας μεταξύ ανδρών και γυναικών το 2019 καταγράφηκε στη Μάλτα. Αντίθετα, τα χαμηλότερα ποσοστά παχύσαρκων γυναικών παρατηρήθηκαν στην Ιταλία (10,7%), τη Ρουμανία (10,8%), τη Βουλγαρία (11,9%) και την Κύπρο (14,1%), ενώ οι παχύσαρκοι άνδρες κατέγραψαν τα χαμηλότερα ποσοστά στη Ρουμανία (11,1%). Ιταλία (12,9%), Ολλανδία (13,2%) και Γαλλία (14,3%). Η Εσθονία (23,6%), η Λετονία (25,7%), η Ιρλανδία (26,0%) και η Μάλτα (26,7%) είχαν τα υψηλότερα ποσοστά παχύσαρκων γυναικών, ενώ για τους παχύσαρκους άνδρες, τα υψηλότερα ποσοστά βρέθηκαν στην Κροατία (23,7%), στην Ιρλανδία (25,7%), Ουγγαρία (25,8%) και Μάλτα (30,6%) (Εικόνα 2.2) (Eurostat, 2019).



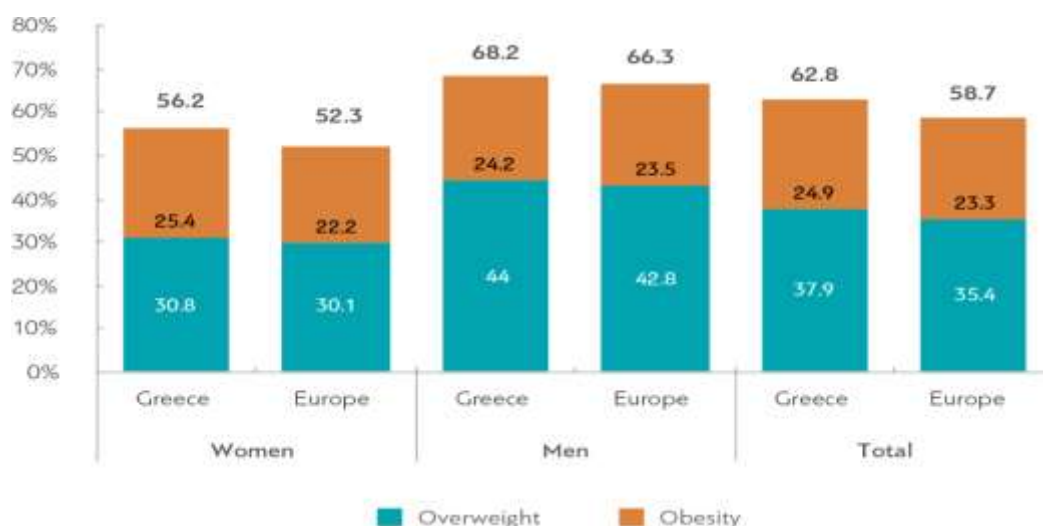
Εικόνα 2.2: Οι χώρες της Ευρώπης με τα μεγαλύτερα ποσοστά Παχυσαρκίας (Eurostat, 2019)

Δεν υπήρχε σταθερή διαφορά μεταξύ των φύλων όσον αφορά τον επιπολασμό της παχυσαρκίας το 2019. Σε 17 κράτη μέλη της ΕΕ, υψηλότερο ποσοστό ανδρών ήταν παχύσαρκοι, με τη Μάλτα, την Τσεχία και το Λουξεμβούργο να παρουσιάζουν τις υψηλότερες διαφορές. Από την άλλη πλευρά, υψηλότερο ποσοστό γυναικών ήταν παχύσαρκες σε 10 κράτη μέλη, με τη Λετονία, την Εσθονία και τη Λιθουανία να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες διαφορές. Στη Γερμανία, την Ελλάδα και τη Σουηδία, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας ήταν σχεδόν ο ίδιος τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες. Όσον αφορά την προ-παχυσαρκία, το 2019 υπήρχε ένα σαφές μοτίβο σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, με το ποσοστό των προ-παχύσαρκων ανδρών να είναι σταθερά υψηλότερο από αυτό των γυναικών, με διαφορές που κυμαίνονται από 8,1 π.μ. στη Φινλανδία έως 17,5 ποσοστιαίες μονάδες στην Ελλάδα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι πολλές έρευνες μαρτυρούν υποαναφορά βάρους και ύψους, με αποτέλεσμα χαμηλότερα αναφερόμενα ποσοστά επικράτησης (Eurostat, 2019).

2.3.1 Η Κατάσταση στην Ελλάδα

Όσο αφορά τη χώρα μας, περισσότεροι από τους μισούς Έλληνες ενήλικες αντιμετωπίζουν την παχυσαρκία ή το υπερβολικό βάρος. Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) για το 2019, το 37,9% των ενηλίκων Ελλήνων ανήκει στην κατηγορία των υπέρβαρων και το 24,9% ταξινομούνται ως παχύσαρκοι. Συγκεκριμένα, το 44% των Ελλήνων ανδρών και το 30,8% των Ελληνίδων είναι υπέρβαροι, με τα δύο φύλα να εμφανίζουν ίσα ποσοστά παχυσαρκίας —25% για τους άνδρες και 25% για τις γυναίκες. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα τρία τέταρτα των ελληνικών οικογενειών, τουλάχιστον ο ένας γονέας είναι υπέρβαρος ή παχύσαρκος και σε μία στις τέσσερις οικογένειες και οι δύο γονείς ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία (Dianeosis, 2022).

Ταυτόχρονα, τα παιδιά παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας στην Ευρώπη. Για τα παιδιά ηλικίας 4-6 ετών, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας ή του υπέρβαρου ανέρχεται στο 20,6%. Το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 38,5% για τα παιδιά ηλικίας 6-10 ετών και φτάνει το 41,2% στην ηλικιακή ομάδα 10-12 ετών. Αξιοσημείωτες διαφορές στα ποσοστά παιδικής παχυσαρκίας εμφανίζονται μεταξύ αγροτικών και αστικών περιοχών, με υψηλότερα ποσοστά να παρατηρούνται σε αγροτικές περιοχές. Εντός των πόλεων, υπάρχουν και ανισότητες, που αποδεικνύεται από μια εντυπωσιακή διαφορά: μόνο το 2,7% των παιδιών στην εύπορη γειτονιά της Αθήνας του Χαλανδρίου είναι παχύσαρκα, ενώ στη γειτονιά του Κερατσίνι που αντιμετωπίζει οικονομικά προβλήματα, το ποσοστό ανεβαίνει στο 20,3%. Ωστόσο, ο επιπολασμός των υπέρβαρων παιδιών παραμένει παρόμοιος σε διάφορες περιοχές, με περίπου ένα στα τρία παιδιά στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας να εμπίπτει σε αυτήν την κατηγορία (Εικόνα 2.3) (Dianeosis, 2022).



Εικόνα 2.3: Η Παχυσαρκία στην Ελλάδα συγκριτικά με την Ευρώπη (Dianeosis, 2022)

2.4 Τα Αίτια της Παχυσαρκίας

Η ανάπτυξη της παχυσαρκίας επηρεάζεται από την περίπλοκη αλληλεπίδραση παραγόντων όπως ο έλεγχος της κατανάλωσης θερμίδων, η όρεξη και η σωματική δραστηριότητα. Αυτή η διαδικασία περιπλέκεται περαιτέρω από την παρουσία προσβασιμότητας στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, τον αντίκτυπο της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης και τα υποκείμενα γενετικά και περιβαλλοντικά στοιχεία.

2.4.1 Η Επίδραση της Διατροφής

Οι βαθύτερες αιτίες της παχυσαρκίας παραμένουν αντικείμενο συνεχούς συζήτησης. Οι υπάρχουσες οδηγίες υγείας για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας βασίζονται στη θεμελιώδη φυσιολογική αρχή ότι η συσσώρευση λίπους προέρχεται από μια ανισορροπία μεταξύ των θερμίδων που καταναλώνονται και εκείνων που δαπανώνται. Η αξιοσημείωτη αύξηση των ποσοστών παχυσαρκίας αποδίδεται κυρίως στην αυξημένη πρόσληψη ενέργειας από άμεσα διαθέσιμα, εξαιρετικά ευχάριστα και θερμιδικά πυκνά τρόφιμα. Οι διατροφικές επιλογές, σε συνδυασμό με διάφορους κοινωνικούς, οικονομικούς

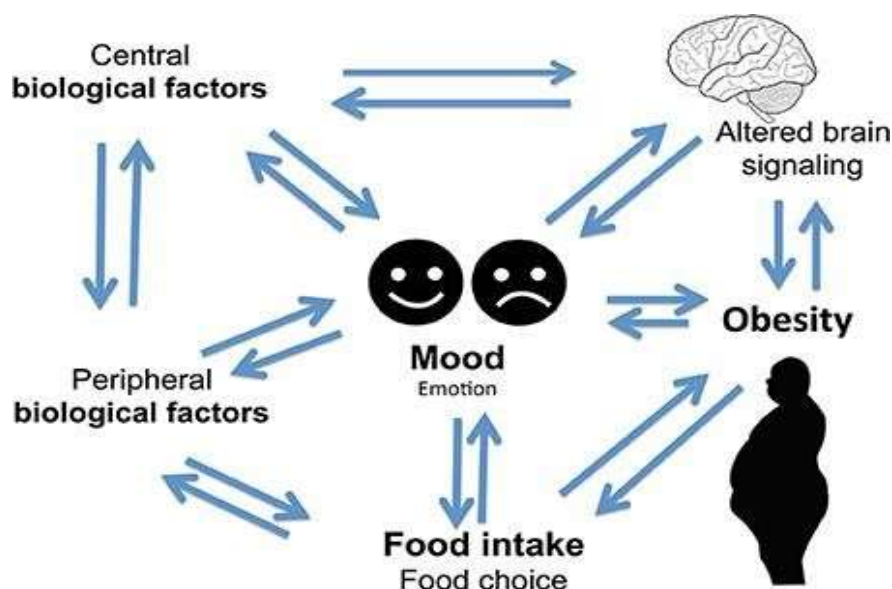
και περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζονται με την προσβασιμότητα στα τρόφιμα, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ικανότητα των ατόμων να διατηρήσουν αυτή τη λεπτή ισορροπία (Υοο, 2018).

Μία έρευνα που διήρκησε 13 χρόνια και παρακολούθησε 3.000 νεαρά άτομα, έδειξε ότι εκείνοι με μεγαλύτερη κατανάλωση γρήγορου φαγητού βρέθηκε να ζυγίζουν, κατά μέσο όρο, περίπου 6 κιλά περισσότερα με μεγαλύτερη περιφέρεια μέσης. Αυτή η ομάδα εμφάνισε επίσης υψηλότερο επιπολασμό δυσμενών προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με το βάρος, συμπεριλαμβανομένων των αυξημένων τριγλυκεριδίων και της διπλάσιας πιθανότητας εμφάνισης Μεταβολικού Συνδρόμου (MetS). Οι γενετικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση λίπους μπορεί να επιδεινώσουν αυτά τα ζητήματα, που περιλαμβάνουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ρυθμιστικών κυκλωμάτων στο σώμα και των συστημάτων ανταμοιβής του εγκεφάλου. Διαδικασίες όπως η συσσώρευση λιπιδικών μεταβολιτών, η φλεγμονώδης σηματοδότηση ή οι μηχανισμοί που επηρεάζουν τους υποθαλαμικούς νευρώνες θα μπορούσαν να συμβάλουν στην παχυσαρκία, αποσαφηνίζοντας ενδεχομένως την αμυντική απόκριση του σώματος στην αυξημένη λιπώδη μάζα (Kiyah et al., 2023).

Το παχυσαρκικό μάρκετινγκ, ιδιαίτερα για τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη και λιπαρά, ασκεί αρνητική επίδραση στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Οι διαφημίσεις, ειδικά εκείνες που στοχεύουν αφροαμερικανικό κοινό, τείνουν να προωθούν φθηνά, μακράς διάρκειας προϊόντα σχεδιασμένα να είναι ακαταμάχητα εθιστικά, ενεργοποιώντας κέντρα ανταμοιβής εγκεφάλου παρόμοια με εθιστικά ναρκωτικά. Για τους επαγγελματίες υγείας, η διεξοδική αξιολόγηση των παραγόντων υγείας των ασθενών που σχετίζονται με την ενεργειακή πρόσληψη, το μεταβολισμό και τη δαπάνη είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική διαχείριση της παχυσαρκίας. Ωστόσο, οι προσπάθειες αντιμετώπισης της παχυσαρκίας μέσω αλλαγών συμπεριφοράς που στοχεύουν αυτούς τους παράγοντες συχνά αντιμετωπίζουν προκλήσεις, υπογραμμίζοντας την ελλιπή κατανόηση της περίπλοκης δυναμικής μεταξύ της πρόσληψης θερμίδων, του μεταβολισμού και της δαπάνης (Sadeghirad et al., 2016).

Επίσης, οι διατροφικές συνήθειες που μπορεί να οδηγήσουν στη παχυσαρκία συνδέονται έντονα με την ψυχολογία. Οι διαταραχές της διάθεσης συχνά συνυπάρχουν με μη φυσιολογικές διατροφικές συμπεριφορές και καταστάσεις όπως η κατάθλιψη και το άγχος συνδέονται συχνά με την παχυσαρκία. Η έκπτωση στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) που σχετίζεται με την παχυσαρκία μπορεί να επηρεάσει την ψυχική και

σωματική υγεία. Ο κίνδυνος εμφάνισης κατάθλιψης είναι υψηλότερος στα παχύσαρκα άτομα και αυτός ο κίνδυνος αυξάνεται περαιτέρω στην παρουσία διαβήτη. Η καταθλιπτική διάθεση συνδέεται επίσης με την κοιλιακή παχυσαρκία και την κακή διατροφή (Εικόνας 2.4) (Singh, 2014).



Εικόνα 2.4 : Η σχέση μεταξύ πρόσληψης τροφής, διάθεσης και παχυσαρκίας

2.4.2 Οικογένεια

Η πιθανότητα παχυσαρκίας επηρεάζεται από έναν συνδυασμό γενετικής προδιάθεσης, οικογενειακού ιστορικού, επιλογών τρόπου ζωής και ψυχολογικών παραγόντων. Τόσο η φύση όσο και η ανατροφή παίζουν ρόλο, με την οικογενειακή γενετική να συμβάλλει στην τάση για συσσώρευση λίπους και παράγοντες του τρόπου ζωής όπως οι κακές διατροφικές συνήθειες και οι κακές συνήθειες άσκησης παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο. Τα παιδιά με παχύσαρκους γονείς αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας στην ενήλικη ζωή, με εκείνα που έχουν και τους δύο γονείς παχύσαρκους να αντιμετωπίζουν ακόμη μεγαλύτερο κίνδυνο. Μια μελέτη στην οποία συμμετείχαν 260 παιδιά τόνισε ότι το οικογενειακό ιστορικό καρδιομεταβολικών ασθενειών και παχυσαρκίας χρησιμεύει ως κρίσιμοι παράγοντες κινδύνου για τη σοβαρότητα της παιδικής παχυσαρκίας (Corica et al., 2018).

Σε μια άλλη έρευνα 3.148 μαθητών, εντοπίστηκαν διάφοροι παράγοντες κινδύνου για την παιδική παχυσαρκία, συμπεριλαμβανομένης της παχυσαρκίας των γονέων, των συχνών σνακ, του ανεπαρκούς ύπνου και της καθημερινής κατανάλωσης ζαχαρούχων ποτών και γλυκών. Μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες τόνισαν τον αντίκτυπο του υγιεινού τρόπου ζωής των μητέρων κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία των παιδιών τους στη σημαντική μείωση του κινδύνου παχυσαρκίας στους απογόνους. Ενώ οι γονείς διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο, άλλοι παράγοντες, όπως οι αλλαγές στα προγράμματα φυσικής αγωγής στις ΗΠΑ, έχουν συμβάλει στη μείωση της σωματικής δραστηριότητας μεταξύ των παιδιών. Η μείωση της φυσικής αγωγής και ο αυξημένος χρόνος οθόνης σε ηλεκτρονικές συσκευές προσδιορίζονται ως πιθανοί παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση των ποσοστών παιδικής παχυσαρκίας. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία των παρεμβάσεων σε επίπεδο οικογένειας και των ευρύτερων κοινωνικών προσπαθειών για την αντιμετώπιση των πολύπλευρων παραγόντων που επηρεάζουν την παιδική παχυσαρκία (Lin & Li, 2021).

2.4.3 Γενετικοί Παράγοντες

Οι γενετικοί παράγοντες συμβάλλουν περίπου στο 40-70% της διακύμανσης της παχυσαρκίας. Ενώ οι περιβαλλοντικές αλλαγές έχουν οδηγήσει στην πρόσφατη αύξηση των ποσοστών παχυσαρκίας, η γενετική παραμένει βασικός παράγοντας στην ανάπτυξή της. Οι σαρώσεις συσχέτισης σε όλο το γονιδίωμα (GWAS) έχουν εντοπίσει περισσότερα από 400 γονίδια που σχετίζονται με τον διαβήτη τύπου 2 (ΣΔ2), αλλά προβλέπουν μόνο το 5% του κινδύνου παχυσαρκίας. Η περιορισμένη προγνωστική ισχύς αποδίδεται στις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις γονιδίου-γονιδίου, γονιδίου- περιβάλλοντος και επιγενετικών παραγόντων που δεν είναι πλήρως κατανοητοί χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες μεθόδους πληθυσμιακής γενετικής (Florez, 2021). Τα γενετικά αίτια της παχυσαρκίας χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: 1) Τα μονογονικά αίτια προκύπτουν από μονογονιδιακές μεταλλάξεις, κυρίως στο μονοπάτι λεπτίνης-μελανοκορτίνης, διαταράσσοντας την όρεξη και τη ρύθμιση του βάρους.

Γονίδια όπως τα AgRP, PYY και MC4R παίζουν κρίσιμους ρόλους σε αυτή τη διαδικασία. 2) Η συνδρομική παχυσαρκία σχετίζεται με σοβαρή παχυσαρκία λόγω νευροαναπτυξιακών ανωμαλιών ή δυσπλασιών οργάνων/συστημάτων, που συχνά προκαλούνται από αλλοιώσεις

σε μεμονωμένα γονίδια ή μεγαλύτερες χρωμοσωμικές περιοχές. 3) Η πολυγονιδιακή παχυσαρκία προκύπτει από τη αθροιστική συμβολή πολλαπλών γονιδίων, που επηρεάζουν παράγοντες όπως η θερμιδική πρόσληψη, τα επίπεδα πείνας, ο έλεγχος της υπερφαγίας, ο κορεσμός, οι τάσεις αποθήκευσης λίπους και η καθιστική συμπεριφορά (Lin & Li, 2021).

Σπάνια ελαττώματα ενός γονιδίου μπορεί να οδηγήσουν σε παχυσαρκία σε μικρά παιδιά, με καταστάσεις όπως η ανεπάρκεια MC4R, η ανεπάρκεια λεπτίνης και η ανεπάρκεια POMC που απαιτούν εξειδικευμένη ιατρική φροντίδα. Η ανεπάρκεια λεπτίνης, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσει σε παχυσαρκία που προκαλείται από τη διατροφή και μεταβολική δυσλειτουργία, με ορισμένα άτομα να εμφανίζουν τάσεις υπερφαγίας. Γενετικοί πολυμορφισμοί, όπως ο MC4R, επηρεάζουν την απελευθέρωση γκρελίνης, συμβάλλοντας στην πολυπλοκότητα των γενετικών παραγόντων που εμπλέκονται στην παχυσαρκία (Martins et al., 2018). Αρκετές γενετικές, νευροενδοκρινικές και χρωμοσωμικές πρόδρομες ουσίες, συμπεριλαμβανομένου του συνδρόμου Prader-Willi (PWS) και του Συνδρόμου Πολυκυστικών Ωοθηκών (PCOS), μπορούν να οδηγήσουν σε παχυσαρκία. Χρωμοσωμικά ελαττώματα, όπως διαγραφές σε διάφορες περιοχές, μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε σύνδρομα που σχετίζονται με την παχυσαρκία. Αυτές οι συνθήκες υπογραμμίζουν τη σημασία της εξέτασης τόσο της γενετικής κληρονομιάς όσο και των περιβαλλοντικών παραγόντων για την κατανόηση της παιδικής παχυσαρκίας (D'Angelo & Koiffmann, 2021).

2.4.4 Επιγενετική της Παχυσαρκίας

Η επιγενετική, αντί για δραστικές αλλαγές στο ανθρώπινο γονιδίωμα, προσφέρει μια εύλογη εξήγηση για τον αυξανόμενο επιπολασμό της παχυσαρκίας τις τελευταίες δεκαετίες. Σε αντίθεση με τον γενετικό κώδικα, ο οποίος παραμένει σταθερός σε όλο το σώμα, οι επιγενετικές τροποποιήσεις περιλαμβάνουν κληρονομικές ρυθμιστικές αλλαγές στη γενετική έκφραση χωρίς αλλαγές στην αλληλουχία νουκλεοτιδίων. Παράγοντες όπως το περιβάλλον και η μικροχλωρίδα του εντέρου μπορούν να επηρεάσουν αυτές τις τροποποιήσεις κατά την ανάπτυξη των γονικών γαμετών ή αργότερα στη ζωή. Οι βασικοί επιγενετικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν τη μεθυλίωση του DNA, τις τροποποιήσεις ιστόνης και τη ρύθμιση μέσω miRNA. Η μεθυλίωση του DNA, ένας κρίσιμος μηχανισμός για τη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης, μπορεί να επηρεαστεί από τη μεταβολική κατάσταση της

μητέρας, επηρεάζοντας τη μεταβολική αναδιαμόρφωση που σχετίζεται με την παχυσαρκία. Η πατρική παχυσαρκία σχετίζεται με αλλοιωμένα επίπεδα μεθυλίωσης σε γονίδια όπως το IGF2, που εμπλέκονται στην κυτταρική διαίρεση και ανάπτυξη. Άλλα γονίδια που σχετίζονται με το μεταβολισμό και την παχυσαρκία, όπως τα LEP, ADIPOQ, TNF, HIF3A, NPY, IRS1, TFAM, IL6, LY86 και GLUT4, δείχνουν επίσης συσχετίσεις με τη μεθυλίωση του DNA. Οι ιστόνες, πρωτεΐνες που εμπλέκονται στη συσκευασία του DNA, υφίστανται τροποποιήσεις που σχετίζονται με την επιγενετική ρύθμιση της λιπογένεσης και την ανάπτυξη της παχυσαρκίας. Βασικά ρυθμιστικά γονίδια στη λιπογένεση, συμπεριλαμβανομένων των C/EBP β, Pref-1, aP2, PPARγ και C/EBPα, ρυθμίζονται από τροποποιήσεις ιστόνης κατά τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων. Ένζυμα που ρυθμίζουν την τροποποίηση της ιστόνης, όπως τα HDACs, παίζουν ρόλο στην παχυσαρκία και ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες (Loromo et al., 2016).

Τα MicroRNA (miRNA), σύντομες μη κωδικοποιητικές αλληλουχίες RNA, ρυθμίζουν την έκφραση γονιδίων και συμβάλλουν σε διάφορες βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαφοροποίησης και του πολλαπλασιασμού των λιποκυττάρων. Μεταβολικά επίπεδα συγκεκριμένων miRNAs παρατηρούνται σε παιδιά με υψηλές τιμές ΔΜΣ και ορισμένα miRNA σχετίζονται με αύξηση βάρους. Τα εξωσωματικά miRNA που προέρχονται από λιποκύτταρα υφίστανται αλλαγές μετά την απώλεια βάρους και μειωμένη αντίσταση στην ινσουλίνη μετά από γαστρική παράκαμψη. Η κατανόηση των γενετικών και επιγενετικών παραγόντων παρέχει πολύτιμες γνώσεις για την κλινική θεραπεία της παχυσαρκίας, προσφέροντας δυνητικά βιοδείκτες και θεραπευτικούς στόχους για παρέμβαση (Clímaco et al., 2017).

2.4.5 Κοινωνικοί Παράγοντες

Η παγκοσμιοποίηση και οι οικονομικές αλλαγές την τελευταία δεκαετία οδήγησαν σε μείωση του κόστους του γρήγορου φαγητού και σε αύξηση της επικράτησής του, σε συνδυασμό με μείωση της σωματικής δραστηριότητας. Αυτό έχει δημιουργήσει ανισότητες στην πρόσβαση σε οικονομικά προσιτά υγιεινά τρόφιμα, ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου οι γειτονιές που κυριαρχούν στη μειονότητα και το χαμηλότερο εισόδημα έχουν περίπου 30% λιγότερα σούπερ μάρκετ. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, υπάρχει θετική

συσχέτιση μεταξύ υψηλότερης κοινωνικοοικονομικής κατάστασης και υψηλότερης πιθανότητας παχυσαρκίας. Αντίθετα, οι ανεπτυγμένες χώρες δείχνουν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης και του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ). Αυτό μπορεί να αποδοθεί σε παράγοντες όπως η οικονομική προσιτότητα, οι πολιτιστικές αξίες και η μειωμένη σωματική εργασία που ευνοεί τα μεγαλύτερα μεγέθη σώματος στις αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ τα ανεπτυγμένα έθνη μπορούν να αντέξουν οικονομικά πιο θρεπτικά τρόφιμα και να δώσουν προτεραιότητα στην άσκηση υψηλής ενέργειας (Morlanda & Evenson, 2016).

Οι κοινοτικοί πόροι και τα χαρακτηριστικά της γειτονιάς παίζουν σημαντικό ρόλο στην παχυσαρκία. Μελέτες στη Νιγηρία και το Μιζούρι δείχνουν ότι παράγοντες όπως η κακή αισθητική της γειτονιάς, η ασφάλεια και η εγγύτητα σε εμπορικές εγκαταστάσεις συνδέονται με υψηλότερα βάρη, ακόμη και όταν ελέγχεται η κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Υπάρχουν επίσης φυλετικές και εθνοτικές παραλλαγές στον επιπολασμό της παχυσαρκίας. Οι μη ισπανόφωνες μαύρες και οι ισπανόφωνες γυναίκες εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας από τις μη ισπανόφωνες λευκές γυναίκες, μια τάση που παρατηρείται παρόμοια στους άνδρες, αν και με λιγότερο έντονες διαφορές μεταξύ των φυλών. Οι Ασιάτες, ενώ έχουν χαμηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας, τείνουν να έχουν υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους (Yadav & Jawahar, 2023).

2.4.6 Περιβαλλοντικοί Παράγοντες

Η θεωρία των περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν τη παχυσαρκία, υποστηρίζει ότι η παρατεταμένη έκθεση σε ουσίες του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει το μεταβολισμό του σώματος και να αυξήσει την πιθανότητα παχυσαρκίας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το κάπνισμα από τη μητέρα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, που αυξάνει τον κίνδυνο παχυσαρκίας στα παιδιά. Επιπλέον, η αύξηση της χρήσης χημικών ουσιών σε γεωργικές εφαρμογές ανησυχεί για πιθανές επιδράσεις στην παχυσαρκία, καθώς αυτές οι ουσίες μπορεί να επηρεάσουν τον μεταβολισμό ή ακόμη να είναι καρκινογόνες. Η χρήση ορισμένων ουσιών όπως αντιβιοτικά και στεροειδή μπορεί να ενισχύσει την αναβολική δράση των τροφίμων, επιδεινώνοντας επιπτώσεις στον μεταβολισμό. Αυτές οι επιπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν το ανθρώπινο σώμα, καθώς νέοι ρυθμιστές μεταβολισμού

αναγνωρίζονται συνεχώς, κυρίως ως ρύποι ή συνθετικές ορμόνες (Nicolaidis, 2021). Η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην αύξηση των ποσοστών παχυσαρκία, αναλύεται περαιτέρω στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

2.5 Διαχείριση της Παχυσαρκίας

Η διαχείριση της παχυσαρκίας βασίζεται κυρίως στην «τροποποίηση του τρόπου ζωής», δίνοντας έμφαση σε συνδυασμό διατροφής, σωματικής δραστηριότητας και θεραπείας συμπεριφοράς. Τα άτομα με παχυσαρκία συνιστάται να επιδιώκουν τουλάχιστον 10% μείωση του σωματικού βάρους. Η βραχυπρόθεσμη απώλεια βάρους μπορεί να επιτευχθεί με δίαιτες ελεγχόμενες από μερίδες, ενώ ο μακροπρόθεσμος έλεγχος βάρους απαιτεί διαρκή υψηλά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας και συνεχή επαφή ασθενή-ιατρού. Η τροποποίηση του τρόπου ζωής οδηγεί συχνά σε σημαντική απώλεια σωματικού βάρους, συμβάλλοντας σε σημαντική μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου. Δεδομένου ότι οι επιλογές τροφίμων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εφαρμογή πολιτικών για τη βελτίωση του περιβάλλοντος τροφίμων. Οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στη μείωση της διαθεσιμότητας ανθυγιεινών τροφίμων και στην αύξηση της πρόσβασης σε υγιεινές επιλογές. Οι αλλαγές πολιτικής μπορεί να περιλαμβάνουν την προώθηση της ανάπτυξης τροφίμων με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ζάχαρη, λιπαρά και αλάτι, καθώς και τον περιορισμό της διαθεσιμότητας παχυσαρκικών τροφίμων που απευθύνονται σε παιδιά. Είναι σημαντικό να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση μεταξύ των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των επαγγελματιών σχετικά με τον αντίκτυπο των διαφημίσεων τροφίμων στην υγεία και τη συμπεριφορά. Η ενθάρρυνση των κατασκευαστών τροφίμων να δημιουργήσουν και να προωθήσουν τρόφιμα φιλικά προς το βάρος είναι μια άλλη βασική πτυχή. Οι διατροφολόγοι πρέπει να παρέχουν καθοδήγηση σχετικά με την αξιολόγηση των διαφημίσεων τροφίμων. Παρεμβάσεις που στοχεύουν στην παροχή κινήτρων για αλλαγές συμπεριφοράς, όπως η προαγωγή της υγείας, η διατροφική εκπαίδευση, τα κίνητρα για υγιεινή ζωή, οι φόροι στα ποτά με ζάχαρη και το κοινωνικό μάρκετινγκ, είναι πιθανό να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην αντιμετώπιση της κρίσης της παχυσαρκίας. Επιπλέον, η επιβολή ενεργειών που στοχεύουν στις βασικές αιτίες της παχυσαρκίας, όπως αλλαγές πολιτικής, κανονισμοί και νόμοι, μπορεί να συμβάλει σε αποτελεσματικές στρατηγικές μείωσης της παχυσαρκίας (Lee

& Yoon, 2018).

2.5.1 Φαρμακευτική Αγωγή

Η φαρμακευτική αγωγή συνιστάται σε άτομα με ΔΜΣ μεγαλύτερο ή ίσο με 30 που αγωνίζονται να επιτύχουν απώλεια βάρους μόνο μέσω τροποποιήσεων του τρόπου ζωής. Ο FDA των ΗΠΑ έχει εγκρίνει πολλά νέα φάρμακα για βραχυπρόθεσμη θεραπεία της παχυσαρκίας, συμπεριλαμβανομένων των Naltrexone-Bupropion, Orlistat, Liraglutide και Phentermine-Topiramate (Qsymia). Το Gelesis, που εγκρίθηκε πρόσφατα, είναι το πέμπτο φάρμακο που διατίθεται για μακροχρόνια χρήση. Επιπλέον, η FDA ενέκρινε τη χρήση του Setmelanotide, ενός αγωνιστή MC4R, για άτομα με σοβαρή παχυσαρκία που σχετίζεται με ανεπάρκεια POMC, PCSK1 ή LEPR (υποδοχέας λεπτίνης) στα τέλη του 2020. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί 11 συστατικά από 54 οικογένειες φυτών, συμπεριλαμβανομένων των Celastraceae, Zingiberaceae, Theaceae, Magnoliaceae και Solanaceae, με πιθανές ιδιότητες κατά της παχυσαρκίας. Η παραδοσιακή κινεζική ιατρική προσφέρει μοναδικές προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας ρυθμίζοντας τον μεταβολισμό του λίπους, ενισχύοντας τα επίπεδα ορμονών και ρυθμίζοντας την εντερική μικροχλωρίδα, μεταξύ άλλων οδών. Αυτά τα ευρήματα συμβάλλουν σε πολύτιμες γνώσεις για την περαιτέρω εξερεύνηση της βοτανοθεραπείας και της παραδοσιακής κινεζικής ιατρικής στην έρευνα για την παχυσαρκία (Yeo et al., 2021).

2.5.2 Επέμβαση

Για άτομα με ΔΜΣ άνω του 40 ή άτομα με ΔΜΣ άνω του 35 μαζί με συννοσηρότητες, που δεν έχουν καταφέρει να χάσουν βάρος μέσω αλλαγών στον τρόπο ζωής ή φαρμακοθεραπείας, βαριατρικής χειρουργικής ή χειρουργικής απώλειας βάρους, είναι μια βιώσιμη επιλογή. Οι κοινές βαριατρικές επεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένης της χολοπαγκρεατικής εκτροπής (BPD), της γαστρεκτομής χιτώνων (SG), της γαστρικής παράκαμψης Roux-en-Y (RYGB) και της ρυθμιζόμενης γαστρικής ζώνης (AGB), προσφέρουν ποικίλους βαθμούς μεταβολικών οφελών εκτός από την απώλεια βάρους (Kong

et al., 2013).

Τα πλεονεκτήματα της βαριατρικής χειρουργικής εκτείνονται πέρα από τη μείωση του βάρους. Αυτές οι χειρουργικές επεμβάσεις συμβάλλουν στη μείωση της χρόνιας φλεγμονής που σχετίζεται με την παχυσαρκία και επιφέρουν αλλαγές στους βιοδείκτες, τη μικροχλωρίδα του εντέρου και τη μακροχρόνια ύφεση του διαβήτη τύπου 2 (ΣΔ2). Για παράδειγμα, το RYGB οδηγεί σε αύξηση του συνολικού μικροβιακού πλούτου του εντέρου σε ανθρώπους. Το RYGB έχει ως αποτέλεσμα την ανοδική ρύθμιση συγκεκριμένων γονιδίων του λευκού λιπώδους ιστού, την ενεργοποίηση γονιδίων κεντρικών στο μονοπάτι σηματοδότησης του μετασχηματιστικού αυξητικού παράγοντα-β και σημαντική προς τα κάτω ρύθμιση των γονιδίων που εμπλέκονται σε μεταβολικές οδούς και φλεγμονώδεις αποκρίσεις. Η βαριατρική χειρουργική σχετίζεται επίσης με μείωση των επιπέδων λεπτίνης στον ορό, μιας ορμόνης που συνδέεται με τον άπαχο ΔΜΣ. Είναι ενδιαφέρον ότι το αρχικό επίπεδο λεπτίνης συσχετίζεται με αλλαγές στη μάζα σώματος, τον ΔΜΣ και τη συνολική απώλεια βάρους μετά την επέμβαση, αν και η επιτυχία της επέμβασης δεν μπορεί να προβλεφθεί αποκλειστικά με βάση το επίπεδο λεπτίνης ορού του ασθενούς (Van Leiden et al., 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Η συνεισφορά της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία

3.1. Πλαίσιο

Τον 21ο αιώνα, δύο μεγάλες παγκόσμιες ανησυχίες έχουν αναδυθεί: η κλιματική αλλαγή και η παχυσαρκία. Ενώ η παχυσαρκία έχει παραδοσιακά αναγνωριστεί ως παγκόσμια πανδημία, η κλιματική αλλαγή αναγνωρίζεται ολοένα και περισσότερο ότι έχει επιπτώσεις που μοιάζουν με πανδημία, επηρεάζοντας τόσο την ανθρώπινη υγεία όσο και τα οικοσυστήματα που είναι απαραίτητα για την ευημερία, σε παγκόσμια κλίμακα (Cuschieri, et al., 2021).

Υπολογίζεται ότι η υφιστάμενη παγκόσμια επιβάρυνση από την παχυσαρκία συμβάλλει στην υπέρβαση περίπου 700 μεγατόνων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που ισοδυναμούν με διοξείδιο του άνθρακα ετησίως, που αντιστοιχεί περίπου στο 1,6% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών. Η υποκατάσταση της σωματικής δραστηριότητας με μεθόδους μεταφοράς που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα και καθιστική ζωή, συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας, παράλληλα με την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Επιπλέον, η αυξημένη πρόσληψη επεξεργασμένων, υψηλής ενεργειακής αξίας τροφίμων, επιδεινώνει την κατάσταση αυτή (Webb & Egger, 2013).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η παχυσαρκία είναι τόσο συνέπεια όσο και παράγοντας της κλιματικής αλλαγής. Η υπερκατανάλωση κρέατος και προϊόντων ζωικής προέλευσης, επιδεινώνει τόσο τα ποσοστά παχυσαρκίας όσο και τις περιβαλλοντικές ανησυχίες, καθώς η κτηνοτροφία προσδιορίζεται ως η κύρια πηγή υψηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον γεωργικό τομέα (Minos, et al., 2016).

Οι επιπτώσεις της παραγωγής τροφίμων στην εκπομπή CO₂, μεθανίου, οξειδίου του αζώτου και όζοντος, που αναφέρονται ως πρωτογενή αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης, πιστεύεται ότι αποσταθεροποιούν το γήινο σύστημα. Η αρχική συστηματική ανασκόπηση που εξέτασε τη συσχέτιση μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της επιδημίας παχυσαρκίας, η οποία περιλάμβανε 50 μελέτες που δημοσιεύθηκαν το 2002 ή μετά το 2002, προσπάθησε να απαντήσει σε διάφορα ερωτήματα: εάν υπάρχουν κοινοί

παράγοντες μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της επιδημίας παχυσαρκίας, εάν το ένα φαινόμενο επηρεάζει το άλλο και ποιες διαδικασίες μπορεί να τις συνδέουν (An, et al., 2018; Koch et al., 2021).

Οι μελετητές αυτής της ανασκόπησης ανέπτυξαν ένα εννοιολογικό πλαίσιο που συνδέει την υπερθέρμανση του πλανήτη και την επιδημία παχυσαρκίας (An, et al., 2018):

α) Η χρήση γης, η αστικοποίηση, οι μηχανοκίνητες μεταφορές και η γεωργική παραγωγικότητα, επηρεάζονται από παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, η εκβιομηχάνιση και η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα,

β) Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την υπερθέρμανση του πλανήτη μέσω των υπερβολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και επηρεάζουν την επιδημία παχυσαρκίας μέσω αλλαγών στις διατροφικές συνήθειες και της μειωμένης σωματικής δραστηριότητας,

γ) Η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει άμεσα την παχυσαρκία μέσω διαταραχών στην προσφορά τροφίμων και την τιμολόγηση, καθώς και την προσαρμοστική θερμογένεση, και

δ) Η επιδημία παχυσαρκίας συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη μέσω της αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας.

3.2 Περιβαλλοντική Επίδραση και άλλοι παράγοντες επιρροής

Η θεωρία των περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν την παχυσαρκία, προτείνει έναν επιπλέον παράγοντα που συμβάλλει στην παχυσαρκία, προτείνοντας ότι η παρατεταμένη έκθεση σε χημικές ουσίες του περιβάλλοντος μπορεί να αλλάξει το μεταβολισμό του σώματος και να επηρεάσει την ενεργειακή ισορροπία. Ένα καθιερωμένο παράδειγμα παχυσαρκίας είναι το κάπνισμα από τη μητέρα πριν και κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, το οποίο διπλασιάζει τον κίνδυνο παχυσαρκίας στα παιδιά σχολικής ηλικίας. Είναι ενδιαφέρον ότι, παρά τις γνωστές επιδράσεις του στη μείωση της ενεργειακής πρόσληψης, το κάπνισμα μπορεί να λειτουργήσει ως προληπτικό μέτρο κατά της συσσώρευσης σωματικού λίπους.

Επιπλέον, η αύξηση της χρήσης διαφόρων χημικών ουσιών σε γεωργικά περιβάλλοντα εγείρει ανησυχίες σχετικά με πιθανές επιδράσεις στην παχυσαρκία. Η ευρεία παραγωγή και

διάθεση αυτών των χημικών ουσιών στο περιβάλλον, αυξάνει την πιθανότητα να λειτουργήσουν ως ανταγωνιστές ή ρυθμιστές στον μεταβολισμό ή ακόμη και να λειτουργήσουν ως κρυφές καρκινογόνες ουσίες. Καθώς ο κατάλογος των νευροχημικών ή ορμονικών ρυθμιστών του ανθρώπινου σωματικού βάρους συνεχίζει να αυξάνεται, η πιθανότητα παρεμβολής στον ανθρώπινο μεταβολισμό αυξάνεται με τον αυξανόμενο αριθμό νέων μορίων, ειδικά εκείνων που αναγνωρίζονται ως ρύποι ή συνθετικές ορμόνες. Πολλές από αυτές τις ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των αντιβιοτικών και των στεροειδών, χορηγούνται για να ενισχύσουν την αναβολική απόδοση των τροφίμων, περιπλέκοντας περαιτέρω τις πιθανές επιπτώσεις στον ανθρώπινο μεταβολισμό (Nicolaidis, 2021).

Το πάχος του κοιλιακού λίπους τείνει να είναι πιο εμφανές στους παχύσαρκους άνδρες, ενώ οι παχύσαρκες γυναίκες συνήθως συσσωρεύουν υπερβολικό λίπος στις περιοχές του μηριαίου και των γλουτιαίων. Η αύξηση του αρχικού βάρους των λιποκυττάρων, ακολουθούμενη από αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων, συμβάλλει στην παχυσαρκία. Αντικείμενα από την Άνω Παλαιολιθική Ευρώπη, όπως ειδώλια που απεικονίζουν παχύσαρκες γυναίκες, υποδηλώνουν μια ιστορική σύνδεση μεταξύ της παχυσαρκίας και της ανθρώπινης προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή κατά τη διάρκεια περιόδων ανάπτυξης των παγετώνων και πτώσης της θερμοκρασίας. Η παχυσαρκία δεν είναι μόνο ανησυχία για την υγεία, αλλά έχει και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς μπορεί να σχετίζεται με 20% αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με καταστάσεις φυσιολογικού βάρους. Αυτή η αυξημένη εκπομπή, αποδίδεται σε μεγαλύτερες μεταβολικές απαιτήσεις, αυξημένες διαδικασίες παραγωγής τροφής λόγω υψηλότερης πρόσληψης τροφής και πρόσθετες εκπομπές από τη μεταφορά που προκύπτουν από το μεγαλύτερο σωματικό βάρος (Magkos et al., 2020).

Η διατήρηση της ενεργειακής ισορροπίας είναι πολύ σημαντική για την καταπολέμηση της παχυσαρκίας, καθώς περιλαμβάνει παράγοντες όπως η πρόσληψη θερμίδων, η σωματική δραστηριότητα και η απαγωγή ενέργειας. Η σωματική δραστηριότητα, που περιλαμβάνει προπόνηση αντοχής και αντίστασης, προκαλεί προσαρμοστικές αλλαγές στους σκελετικούς μύς και την έκκριση μυοκινών όπως η ιρισίνη. Αυτές οι μυοκίνες

μπορούν ενδεχομένως να μετατρέψουν τα λευκά λιποκύτταρα σε κύτταρα που μοιάζουν με καφέ λίπος, αυξάνοντας την ενεργειακή δαπάνη. Η εξασθενημένη θερμογένεση, που χαρακτηρίζεται από μειωμένη έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με τη θερμογένεση, μπορεί να συμβάλει στην παχυσαρκία. Η δυσφαινόλη A, μια χημική ουσία που διαταράσσει το ενδοκρινικό σύστημα που βρίσκεται σε πλαστικά και συσκευασίες τροφίμων, μπορεί να επηρεάσει τον μεταβολισμό των θυρεοειδικών ορμονών. Η προσαρμοστική θερμογένεση, η απόκριση στην έκθεση στο κρύο, παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων, με ορισμένους πληθυσμούς να εμφανίζουν χαμηλότερες θερμογονικές αποκρίσεις. Οι αλλαγές στην έκθεση στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, που επηρεάζονται από παράγοντες όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός, μπορούν να επηρεάσουν τη δραστηριότητα του καφέ λιπώδους ιστού (BAT). Η θερμογένεση, που αποτελεί περίπου το 10% της συνολικής ενεργειακής δαπάνης, μειώνεται με την παρατεταμένη έκθεση σε ελεγχόμενα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντα, συμβάλλοντας δυνητικά στην παχυσαρκία. Η δραστηριότητα BAT είναι πολύ σημαντική στο πλαίσιο της μη αλκοολικής στεατοηπατίτιδας και των κινδύνων που σχετίζονται με τη θερμότητα, με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα να είναι πιο ευαίσθητα σε ασθένειες που σχετίζονται με τη θερμότητα και σε μειωμένη απαγωγή θερμότητας. Επιπλέον, η ατμοσφαιρική ρύπανση, ιδιαίτερα τα σωματίδια που συνδέονται με την παχυσαρκία, συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και μπορεί να αποθαρρύνει τη σωματική δραστηριότητα (Koch et al., 2021).

3.3 Ρουτίνα και συνήθειες

Η παχυσαρκία αποτελεί σημαντική πρόκληση για την υγεία όχι μόνο στις ανεπτυγμένες περιοχές, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ευρώπη, αλλά και στις αναδυόμενες οικονομίες, όπως η Κίνα και η Ινδία. Παρά τις εκτεταμένες έρευνες, τα ακριβή αίτια της παχυσαρκίας παραμένουν αδιευκρίνιστα, πιθανότατα λόγω της πολυπαραγοντικής φύσης της.

Μια πρόσφατη μελέτη επέστησε την προσοχή σε έναν παράγοντα που είχε αγνοηθεί προηγουμένως: την ευρεία χρήση του φούρνου μικροκυμάτων. Η μελέτη αυτή υποδηλώνει ότι η ταχεία θέρμανση των τροφίμων από τα μικροκύματα μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του σωματικού βάρους, μειώνοντας την ενεργειακή δαπάνη που απαιτείται για την πέψη. Η

ανάλυση έδειξε ότι η κατοχή φούρνου μικροκυμάτων σχετίζεται με αυξημένο ΔΜΣ και βάρος, ανεξάρτητα από τις διατροφικές συνήθειες, την άσκηση και άλλους δημογραφικούς παράγοντες. Επιπλέον, η λογική της μελέτης επεκτείνεται και σε άλλες ουσίες που καταναλώνουν τα θερμόαιμα ζώα, όπως ο αέρας. Η έρευνα δείχνει ότι τα άτομα καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια όταν εκτίθενται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, καθώς πρέπει να ζεστάνουν τον αέρα που αναπνέουν. Αυτό υποδηλώνει ότι τα άτομα που ζουν σε ψυχρότερα κλίματα μπορεί, κατά μέσο όρο, να έχουν χαμηλότερο βάρος από εκείνα που ζουν σε θερμότερα κλίματα (Kanawasa & von Buttlar, 2019).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μπορούσε ενδεχομένως να επιδεινώσει την παχυσαρκία, αν και σε μικρό βαθμό. Πάραυτα, η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με τη σχέση μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας, είναι περιορισμένη. Ενώ ορισμένες μελέτες υποδηλώνουν μια σχέση, οι περισσότερες είναι εικασίες ή βασίζονται σε μοντελοποίηση και όχι σε εμπειρικά στοιχεία. Από τις διαθέσιμες εμπειρικές μελέτες, μόνο λίγες εξετάζουν άμεσα την επίδραση της θερμοκρασίας στον ΔΜΣ. Για παράδειγμα, μια μελέτη διαπίστωσε θετική συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της κήσης και του ΔΜΣ σε έφηβες γυναίκες. Μια άλλη μελέτη παρατήρησε χαμηλότερο ΔΜΣ μεταξύ νεαρών γυναικών σε θερμότερα κλίματα, όμως η μεθοδολογία αυτών των μελετών έχει περιορισμούς και η αιτιώδης συνάφεια παραμένει αβέβαιη (Kanazawa, 2020).

3.4 Σχετικές έρευνες

Στην έρευνα των Trentinaglia et al, (2021), χρησιμοποιήθηκαν οι ετήσιες διακυμάνσεις του Δείκτη Μάζας Σώματος μεταξύ παιδιών και ενηλίκων σε 134 χώρες, σε διάστημα 39 ετών, για να εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο οι αλλαγές στη θερμοκρασία του αέρα και οι βροχοπτώσεις, επηρεάζουν τα ποσοστά παχυσαρκίας. Αξιοποιώντας τις διακυμάνσεις του ΔΜΣ, τόσο εντός όσο και μεταξύ των χωρών, εντοπίστηκε μια ισχυρή σχέση, μεταξύ της θερμοκρασίας και του ΔΜΣ για τα κορίτσια, τα αγόρια και τις γυναίκες. Είναι ενδιαφέρον ότι δεν εντοπίστηκε καμία αξιοσημείωτη επίδραση της βροχόπτωσης στην παχυσαρκία. Επιπλέον, η ανάλυση καταδεικνύει ότι η επίδραση της θερμοκρασίας στον ΔΜΣ, ιδίως για τα κορίτσια και τις γυναίκες, παραμένει συνεπής ακόμη και μετά τη συνεκτίμηση άλλων

παραγόντων που επηρεάζουν την παχυσαρκία και επισημαίνονται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, όπως το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, τα ποσοστά γονιμότητας και η γεωργική παραγωγικότητα. Αυτό υποδηλώνει ότι η μέση θερμοκρασία του αέρα μπορεί να συνδέεται άμεσα με τον ΔΜΣ και θα μπορούσε να έχει ανεξάρτητη επίδραση στην παχυσαρκία (Trentinaglia et al., 2021).

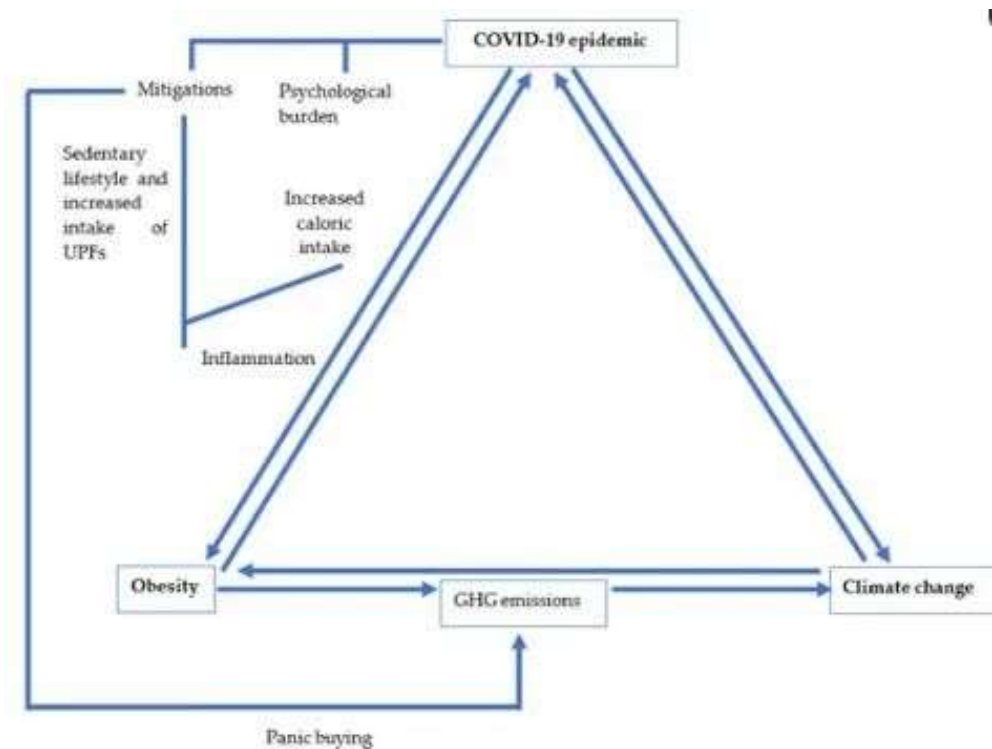
Μια εξέταση της Εθνικής Διαχρονικής Μελέτης της Υγείας των Εφήβων προς την Ενηλικίωση των ΗΠΑ (National Longitudinal Study of Adolescent to Adult Health, Add Health) αποκαλύπτει ότι, μετά τη συνεκτίμηση διαφόρων παραγόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η φυλή, η εκπαίδευση, το εισόδημα, τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος διαβίωσης και η σωματική δραστηριότητα, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος συσχετίζεται με μέτριες αλλά στατιστικά σημαντικές αυξήσεις του ΔΜΣ, του βάρους, της κατάστασης υπέρβαρου και της παχυσαρκίας. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας παρουσιάζει ισχυρότερη συσχέτιση από πολλές μορφές άσκησης και είναι συγκρίσιμη σε ισχύ με την ηλικία και την πυκνότητα του πληθυσμού.

Ο μέσος Αμερικανός θα μπορούσε δυνητικά να χάσει περίπου 15,1 κιλά σε βάρος, να μειώσει δηλαδή τον ΔΜΣ του κατά 2,52 και να μειώσει την πιθανότητα παχυσαρκίας κατά 54%, μετακομίζοντας από το Φοίνιξ στο Μπάροου. Εναλλακτικά, μια μετακίνηση μόλις 150 μίλια βόρεια, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια πιο μέτρια μείωση του βάρους κατά 5,7 κιλά, σε μείωση του ΔΜΣ κατά 0,95 και σε μείωση των πιθανοτήτων παχυσαρκίας κατά 25%. Σύμφωνα με το χειρίστο σενάριο της υπερθέρμανσης του πλανήτη, οι προβλέψεις δείχνουν αύξηση του βάρους κατά 2,2 κιλά, αύξηση του ΔΜΣ κατά 0,37 και αύξηση της πιθανότητας παχυσαρκίας κατά 12%, από το 1961 έως το 2081 (Kanazawa, 2019).

Σε άλλη μελέτη των Koch et al., (2021), η αύξηση και η εξάπλωση του SARS-CoV2 φαίνεται να συνδέεται με την αστικοποίηση, την καταστροφή των οικοτόπων, το εμπόριο ζώων, την κτηνοτροφία και τη μεταφορά. Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2020, οι εκπομπές CO₂ είχαν μειωθεί κατά 7% κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19. Η πανδημία έχει συνδεθεί με την αύξηση του σωματικού βάρους μεταξύ ενηλίκων και παιδιών παγκοσμίως. Ένα μέτρο για τον περιορισμό της εξάπλωσης του ιού ήταν η προώθηση της κοινωνικής απομάκρυνσης, συμπεριλαμβανομένου του κλεισίματος των σχολείων, το οποίο θα μπορούσε ενδεχομένως να αυξήσει τον κίνδυνο παιδικής παχυσαρκίας. Η παιδική παχυσαρκία, συνδέεται με διάφορα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα προβλήματα υγείας, όπως ο διαβήτης, η υπέρταση, οι καρδιακές παθήσεις, τα εγκεφαλικά επεισόδια και ορισμένοι καρκίνοι. Τα άτομα με ενδοκρινικές παθήσεις είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στο COVID-19. Μελέτες έχουν

δείξει ότι η παχυσαρκία αυξάνει, ανεξάρτητα τον κίνδυνο θανάτου από COVID-19, κατά 50%. Η διατάραξη της καθημερινής ρουτίνας, η μειωμένη σωματική δραστηριότητα και οι αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες κατά τη διάρκεια της καραντίνας, οδήγησαν σε αλλαγές στον τρόπο ζωής και σε αύξηση του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια της πανδημίας (Koch et al., 2021).

Είναι σημαντικό ότι οι έντονες χαμηλές θερμοκρασίες, που ενδεχομένως οφείλονται στην κλιματική αλλαγή, έχουν συνδεθεί με αυξημένα ποσοστά μετάδοσης του SARS-CoV-2 εντός των κοινοτήτων. Κατά συνέπεια, αναμένεται ότι τα άτομα που είναι παχύσαρκα είναι πιο ευάλωτα σε τέτοιες λοιμώξεις, επιδεινώνοντας την παγκόσμια κρίση. Μια οπτική αναπαράσταση των άμεσων και έμμεσων συνδέσεων μεταξύ των τριών παγκόσμιων κρίσεων περιγράφεται στο Σχήμα 3.3 (Cuschieri, et al., 2021).



Σχήμα 3.3: Οι αλληλένδετες σχέσεις μεταξύ των τριών παγκόσμιων κρίσεων: COVID-19, της παχυσαρκίας και της κλιματικής αλλαγής. UPFs - Υπερβολικά επεξεργασμένα τρόφιμα.

Παρόλο που καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει συγκεκριμένα τις μεταβολικές αλλαγές που σχετίζονται με την αύξηση του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια του COVID-19, είναι

λογικό να υποθεθεί ότι παραμένουν συνεπείς με την προ της πανδημίας εποχή. Η αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης μπορεί να περιλαμβάνει διεθνή προγράμματα, όπως το πρόγραμμα μεταβολικής κατάρτισης TransCampus στη Δρέσδη της Γερμανίας. Για το μετριασμό του κινδύνου της παιδικής παχυσαρκίας, οι κατευθυντήριες γραμμές για τη σωματική δραστηριότητα συνιστούν τουλάχιστον 60 λεπτά μέτριας έως έντονης σωματικής δραστηριότητας καθημερινά για τα παιδιά, δεδομένου ότι η σωματική αδράνεια είναι ένας σημαντικός συμπεριφορικός παράγοντας κινδύνου για την παιδική παχυσαρκία. Πάραυτα, μέτρα όπως το κλείσιμο των σχολείων και οι περιορισμοί στις υπαίθριες δραστηριότητες έχουν δημιουργήσει ένα περιβάλλον που ευνοεί την παχυσαρκία των παιδιών. Οι πρόσφατες τάσεις υποδηλώνουν ότι τα παιδιά διατρέχουν υψηλό κίνδυνο ενεργειακής ανισορροπίας και αύξησης βάρους. Ένα μοντέλο προσομοίωσης που μελετήθηκε, εκτίμησε τον αντίκτυπο του COVID-19 στην παιδική παχυσαρκία, αποκαλύπτοντας αύξηση της μέσης μάζας σώματος λόγω της σωματικής αδράνειας στα παιδιά. Η αύξηση των επιπέδων φυσικής κατάστασης και η διατήρηση σταθερών δεικτών μάζας σώματος, αποτελούν κρίσιμους αρχικούς στόχους για τα παχύσαρκα παιδιά (Koch et al., 2021).

3.5 Επίπτώσεις σωματικού βάρους στην κλιματική αλλαγή

Οι Swinburn και οι συνεργάτες (2019), παρουσιάζουν μια ολοκληρωμένη μελέτη που συγκρίνει τον επιπολασμό της παχυσαρκίας μεταξύ των γυναικών και το αποτύπωμα άνθρακα (μετρούμενο σε τόνους εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο και ανά έτος) σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Για παράδειγμα, η Νότια Ασία παρουσιάζει 5% επικράτηση της γυναικείας παχυσαρκίας παράλληλα με ένα αποτύπωμα άνθρακα 2,2, ενώ οι αγγλόφωνες χώρες υψηλού εισοδήματος παρουσιάζουν 33% επικράτηση της γυναικείας παχυσαρκίας σε συνδυασμό με ένα αποτύπωμα άνθρακα 18,5 (Swinburn, et al., 2019).

Οι συζητήσεις συνεχίζονται σχετικά με το αν η κατανάλωση τεσσάρων κιλών βοδινού κρέατος δημιουργεί εκπομπές ισοδύναμες με εκείνες μιας υπερατλαντικής πτήσης και αν η επιλογή εναλλακτικών λύσεων με βάση τα φυτά, όπως το "Impossible Burger", θα μπορούσε να μετριάσει την κλιματική αλλαγή. Τα συστατικά αυτού του startup burger αποτελούνται κυρίως από πρωτεΐνες σόγιας και πατάτας, έλαια καρύδας και ηλίανθου. Πρόσφατες συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις μελετών κοόρτης δείχνουν ότι η μείωση της πρόσληψης κατά τρεις μερίδες μη επεξεργασμένου ή επεξεργασμένου κρέατος την

εβδομάδα σχετίζεται οριακά με μια μικρή μείωση της συνολικής θνησιμότητας από καρκίνο κατά τη διάρκεια της ζωής. Ομοίως, τέτοιες μειώσεις συνδέονται με μικρή μείωση της καρδιαγγειακής θνησιμότητας, του εγκεφαλικού επεισοδίου, του εμφράγματος του μυοκαρδίου και του κινδύνου διαβήτη τύπου 2, με τον τελευταίο να συνδέεται με την παχυσαρκία. Παρά τα ευρήματα αυτά, μια μελέτη που προσφέρει διατροφικές συστάσεις προτείνει στους ενήλικες να διατηρήσουν τα σημερινά επίπεδα κατανάλωσης μη επεξεργασμένων και επεξεργασμένων κρεάτων (Koch et al., 2021).

Σημαντικό μέρος της γεωργικής γης χρησιμοποιείται για τη βόσκηση ζώων, ενώ το 33% των καλλιεργούμενων εκτάσεων διατίθεται για την παραγωγή ζωοτροφών. Η κτηνοτροφία, σύμφωνα με στοιχεία της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος, συμβάλλει στο 9,3% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η αμοιβαία σχέση μεταξύ του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας απεικονίζεται στο Σχήμα 3.4 που ακολουθεί.



Σχήμα 3.4: Η αμφίδρομη σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής/της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας (προσαρμοσμένο από (Koch et al., 2021))

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να διαταράξει τη διαθεσιμότητα τροφίμων, να εμποδίσει την πρόσβαση και να περιπλέξει τη χρήση, απειλώντας έτσι τη συνολική επισιτιστική ασφάλεια. Η ευπάθεια σε κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα για τα τρόφιμα, είναι ιδιαίτερα έντονη μεταξύ των φτωχών πληθυσμών και στις τροπικές περιοχές. Μοντέλα όπως τα αντιπροσωπευτικά μονοπάτια συγκέντρωσης (RCP) απεικονίζουν διάφορα σενάρια εκπομπών, με το RCP 2.6 να αντιπροσωπεύει μια πορεία χαμηλών εκπομπών και το RCP 8.5 μια πορεία υψηλών εκπομπών. Αυτά τα σενάρια προβλέπουν διαφορετικούς βαθμούς αύξησης της θερμοκρασίας και της στάθμης της θάλασσας, μέχρι το τέλος του αιώνα. Τα κοινωνικοοικονομικά μοντέλα που ενσωματώνουν την κλιματική αλλαγή προβλέπουν γενικά αυξημένες τιμές τροφίμων. Τα απόβλητα τροφίμων, υποπροϊόν των ευαίσθητων στο κλίμα δραστηριοτήτων κατά την αποθήκευση, την επεξεργασία, τη συσκευασία και το εμπόριο, συμβάλλουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Dietz, 2020).

Οι δίαιτες με χαμηλή κατανάλωση κρέατος, όπως η μεσογειακή διατροφή, εκτιμάται ότι μειώνουν σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τη χρήση γης και την κατανάλωση ενέργειας. Τελικά, η ενεργειακή δαπάνη, συμπεριλαμβανομένης της θερμιδικής πρόσληψης, παραμένει κρίσιμος παράγοντας για τη διατήρηση του βάρους, ανεξάρτητα από τις διατροφικές επιλογές. Η μακροχρόνια απώλεια βάρους είναι δύσκολο να επιτευχθεί και έχουν διεξαχθεί συζητήσεις σχετικά με τη φυσιολογία της μείωσης του βάρους για την ανάπτυξη αποτελεσματικών και εξατομικευμένων θεραπειών παχυσαρκίας. Διάφορα φάρμακα κατά της παχυσαρκίας έχουν δείξει μειώσεις βάρους με εικονικό φάρμακο που κυμαίνονται από 2,9% έως 6,8% για τουλάχιστον 12 μήνες. Επιπλέον, στην πρόληψη της παχυσαρκίας, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η αύξηση του βάρους και η ανακατανομή του σωματικού λίπους, κοινές παρενέργειες πολλών κοινώς συνταγογραφούμενων φαρμάκων, όπως τα αντιψυχωσικά (Koch et al., 2021).

Συμπερασματικά, υπάρχει αμφίδρομη σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής/της υπερθέρμανσης του πλανήτη και του υπερβολικού σωματικού λίπους. Οι στρατηγικές που αποσκοπούν στη βελτίωση της ατομικής υγείας και ταυτόχρονα στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, μπορούν να συμβάλλουν στην ευημερία τόσο των ανθρώπων όσο και του πλανήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εύρεση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία. Η αναζήτηση για τα άρθρα που αναλύθηκαν διεξήχθη στις βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus, Google Scholar.

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα 14 ερευνών σε σχέση με το θέμα. Τα κριτήρια ένταξης των ερευνών στην ανασκόπηση ήταν τα εξής:

- 1) Δημοσιευμένα την τελευταία 10 ετία
- 2) Να αποτελούν πρωτογενείς έρευνες που αφορούν τη συσχέτιση κλιματικής αλλαγής και παχυσαρκίας, με έμφαση στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία
- 3) Να είναι γραμμένα στην αγγλική γλώσσα

Παρουσίαση άρθρων

Η έρευνα του Pitt και των συνεργατών του το 2023, προσπάθησε να διερευνήσει τις δυνατότητες μιας παρέμβασης για την υγεία μέσω μια εφαρμογής σε smartphone που στοχεύει σε υγιεινές διατροφικές συνήθειες, ώστε να κατανοήσουν αν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) σχετίζονται με τη διατροφή σε άτομα με διαβήτη τύπου 2. Πραγματοποιήθηκε μία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή η οποία χωριζόταν σε δύο σκέλη και είχε στόχο να ανιχνεύσει μια κλινικά σημαντική αλλαγή στα επίπεδα HbA1c. Στην έρευνα συμμετείχαν 93 άτομα, από τον Ιανουάριο του 2019 έως τον Αύγουστο του 2022 σε κέντρα υγείας στη Στοκχόλμη της Σουηδίας. Οι συμμετέχοντες έδωσαν ενημερωμένη συγκατάθεση και χωρίστηκαν σε ομάδες παρέμβασης και ελέγχου. Η ομάδα παρέμβασης είχε άμεση πρόσβαση στο πρόγραμμα υγιεινής διατροφής που βασίζεται σε εφαρμογές, ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε τη συνήθη φροντίδα αρχικά και απέκτησε πρόσβαση στην εφαρμογή μετά από τρεις μήνες. Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο για αξιολογήσεις αναφοράς και παρακολούθησης, συλλέγοντας δημογραφικές πληροφορίες, τον τρόπο ζωής και τη διατροφή από άτομα με διαβήτη τύπου 2. Η διατροφική πρόσληψη, με επίκεντρο τις

εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHGEs), αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο 95 ερωτήσεων συχνότητας τροφίμων (FFQ). Οι τιμές GHGE (εκφρασμένες ως kg CO₂-eq ανά kg τροφίμου) ελήφθησαν από αξιολογήσεις του κύκλου ζωής, με όριο συστήματος από την κούνια μέχρι το ράφι του αποθέματος. Τα δύο τρίτα των τιμών GHGE προήλθαν από το ClimateHub, συμπληρωμένα από άλλες πηγές για συγκεκριμένα είδη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά. Οι μέσες ημερήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη διατροφή (GHGE) ήταν 4,8 και 4,9 kg CO₂-eq κατά την έναρξη για τις ομάδες παρέμβασης και ελέγχου, αντίστοιχα. Στην παρακολούθηση 3 μηνών, οι μέσες ημερήσιες εκπομπές GHGE ήταν 4,7 και 4,9 kg CO₂-eq για τις ομάδες παρέμβασης και ελέγχου. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός της ομάδας με την πάροδο του χρόνου και η απόλυτη αλλαγή στα ημερήσια GHGE ήταν -0,1 kg CO₂-eq για την ομάδα παρέμβασης. Οι κύριοι συνεισφέροντες στα GHGE ήταν το κόκκινο και το επεξεργασμένο κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Συμπερασματικά, η παρέμβαση που βασίζεται σε εφαρμογές δεν επηρέασε σημαντικά τα GHGE που σχετίζονται με τη διατροφή σε άτομα με διαβήτη τύπου 2, παρά το ότι στόχευε σε υγιεινές διατροφικές συνήθειες (Pitt et al., 2023).

Η έρευνα του Clearfield και των συνεργατών του το 2018 διερεύνησε την αλληλεπίδραση της παχυσαρκίας και της κλιματικής αλλαγής, αποκαλύπτοντας πώς συμβάλλουν από κοινού στην υποκλινική αγγειακή φλεγμονή και την προοδευτική αθηροσκλήρωση. Το συνδημικό μοντέλο δίνει έμφαση στην αλληλεπίδραση πολλαπλών ασθενειών ή που συμβάλλουν στην ασθένεια σε έναν πληθυσμό. Το παράδειγμα που παρέχεται είναι η ταυτόχρονη αύξηση της παχυσαρκίας και οι αλλαγές στο κλίμα και την ποιότητα του αέρα, ξεκινώντας από τα τέλη της δεκαετίας του 1960, με τις παρεμβάσεις να στοχεύουν στη μείωση των κορεσμένων λιπαρών που οδήγησε σε αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων, ιδιαίτερα φρουκτόζης, συμβάλλοντας στην επιδημία της παχυσαρκίας. Η Παγκόσμια Μελέτη Επιβάρυνσης Νόσων αναγνώρισε την παχυσαρκία ως κύριο παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο (CVD), μαζί με τη γλυκόζη του αίματος, τη συστολική αρτηριακή πίεση και τα σωματίδια του περιβάλλοντος. Η έννοια του συνδημικού COCCI υπογραμμίζει τον πρόσθετο καρδιαγγειακό κίνδυνο που προκύπτει από το συνδυασμό παχυσαρκίας, μεταβολικού συνδρόμου, φλεγμονής και κλιματικής αλλαγής, επιδεικνύοντας μια εντονότερη επίδραση στην καρδιαγγειακή νόσο πέρα από μεμονωμένα συστατικά. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι στο σύνδρομο COCCI, η επιδημία της παχυσαρκίας είναι πιο διαδεδομένη στους Ισπανόφωνους και τους μαύρους πληθυσμούς. Η έκθεση στα ΑΣ2,5, ένα

συστατικό του συνδημικού, επηρεάζει δυσανάλογα τα παιδιά, τους ηλικιωμένους, τις φυλετικές μειονότητες και τα άτομα που έχουν μικρότερο εισόδημα. Η έρευνα γενικά έδειξε ότι το συνδημικό μοντέλο COCCI, που περιλαμβάνει τη δυσμεταβολική παχυσαρκία, την κλιματική αλλαγή, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη φλεγμονή, επηρεάζει ιδιαίτερα τις περιοχές και τους πληθυσμούς που αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά προβλήματα. Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο υιοθετώντας προληπτικές δημόσιες πολιτικές, παρόμοιες με τις στρατηγικές εμβολιασμού, για την έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία της παιδικής παχυσαρκίας. Οι συλλογικές προσπάθειες που περιλαμβάνουν κυβερνήσεις, επαγγελματίες υγείας, περιβαλλοντικές αρχές και τη βιομηχανία τροφίμων είναι απαραίτητες. Η ιατρική κοινότητα, με παράδειγμα οργανισμούς όπως το Αμερικανικό Κολλέγιο Ιατρών, καλείται να εκπαιδεύσει τους γιατρούς σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της στην υγεία. Δεδομένου του επίμονου καρδιαγγειακού κινδύνου και του γενικού κινδύνου από καρδιαγγειακά νοσήματα παγκοσμίως, το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να επανεξετάσει και να αντιμετωπίσει αυτήν την κρίση, εστιάζοντας ιδιαίτερα στους ευάλωτους πληθυσμούς που πλήττονται από παχυσαρκία, διατροφικά θέματα και αυξημένη έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση (Clearfield et al., 2018).

Η έρευνα των Zheutlin et al. (2014) διερευνά την υπόθεση ότι τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) της ατμόσφαιρας μπορεί να συνδέονται με αυξανόμενα ποσοστά παχυσαρκίας και διαβήτη τύπου 2 στις ΗΠΑ, χρησιμοποιώντας δεδομένα από το Vulcan Project, το CDC και την American Community Survey, από το 2004 έως το 2008. Παρά την κάποια ετήσια μεταβλητότητα που επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι τιμές της ενέργειας και οι καιρικές συνθήκες, η μελέτη χρησιμοποίησε έναν πενταετή μέσο όρο εκπομπών CO₂ σε επίπεδο νομού από το 2004 έως το 2008 ως μέτρηση έκθεσης για ανάλυση. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το Σύστημα Παρακολούθησης Παράγοντα Κινδύνου Συμπεριφοράς (BRFSS), μια κρατική τηλεφωνική έρευνα ενηλίκων των Η.Π.Α. Η παχυσαρκία ορίστηκε ως ένας δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) ≥ 30 kg/m², ο οποίος προσδιορίστηκε μέσω του ύψους και του βάρους που αναφέρθηκαν από τα άτομα που συμμετείχαν, ηλικίας άνω των 20 ετών. Η μελέτη χρησιμοποίησε χωρικούς χάρτες χρησιμοποιώντας Arc GIS v9.3.1 για να απεικονίσει τις εκπομπές CO₂, τον διαβήτη και τις κατανομές της παχυσαρκίας στις ΗΠΑ. Χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα μικτών επιδράσεων με δομές εκθετικής χωρικής συσχέτισης για τη διερεύνηση σχέσεων, λαμβάνοντας υπόψη τα πεμπτημάρια εκπομπών CO₂ λόγω μη γραμμικών μοτίβων. Οι συμμεταβλητές

περιελάμβαναν δημογραφικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, σωματική αδράνεια, πυκνότητα φαστ φουντ και πυκνότητα πληθυσμού. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι μεταξύ 2004 και 2008, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας και του διαβήτη στις ΗΠΑ αυξήθηκε κατά μέσο όρο 3,67% και 1,64%, αντίστοιχα. Οι κομητείες με υψηλότερες αλλαγές στην παχυσαρκία έτειναν να έχουν υψηλότερες αλλαγές στον διαβήτη, ασθενώς συσχετισμένες με τις εκπομπές CO₂. Τα προσαρμοσμένα μοντέλα έδειξαν μια οριακή συσχέτιση μεταξύ των υψηλότερων εκπομπών CO₂ και των μεγαλύτερων αλλαγών στον επιπολασμό της παχυσαρκίας ($p=0,06$). Για τον διαβήτη, μια σημαντική θετική συσχέτιση με τις εκπομπές CO₂ αποδυναμώθηκε και έγινε μηδενική μετά την προσαρμογή των PM_{2,5} (p -trend=0,49). Η έρευνα έδειξε ότι ενώ υπήρχε οριακή συσχέτιση μεταξύ των εκπομπών CO₂ και των αλλαγών στον επιπολασμό της παχυσαρκίας, αυτή η συσχέτιση μηδενίστηκε μετά την προσαρμογή για τα λεπτά σωματίδια (PM_{2,5}), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα PM_{2,5} μπορεί να διαδραματίσουν ρόλο στον επιπολασμό του διαβήτη. Τα επίπεδα διττανθρακικών οξέων, ένας δείκτης του CO₂ του σώματος, αυξήθηκαν σημαντικά στον πληθυσμό των ΗΠΑ σε διάστημα 14 ετών. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι οι εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων μπορεί να συμβάλλουν στην αύξηση των ποσοστών παχυσαρκίας, ωστόσο, δεν μπορούν να καθορίσουν την αιτιότητα, καθώς μπορεί να παίζουν ρόλο και παράγοντες όπως το εισόδημα και η πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη (Zheutlin et al., 2014).

Η έρευνα του Johnson και των συνεργατών του το 2016, υποστήριξε ότι τα ζώα όπως και οι άνθρωποι, ανταποκρίνονται στην έλλειψη νερού αυξάνοντας τη μάζα λίπους ως στρατηγική για τη δημιουργία μεταβολικού νερού. Ορισμένοι παράγοντες όπως οι ορμόνες (βασοπρεσσίνη), τα τρόφιμα (φρουκτόζη) και τα μεταβολικά προϊόντα (ουρικό οξύ) λειτουργούν ως σήματα επιβίωσης, μειώνοντας την απώλεια νερού και προάγοντας την αποθήκευση λίπους. Αυτοί οι μηχανισμοί, που αναπτύχθηκαν για προστασία σε συνθήκες χαμηλής πρόσληψης ζάχαρης και αλατιού, ενισχύονται τώρα από τις σύγχρονες δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη και αλμυρά τρόφιμα, τις αυξανόμενες θερμοκρασίες και τη μειωμένη διαθεσιμότητα νερού, επιταχύνοντας ενδεχομένως τις επιδημίες παχυσαρκίας και διαβήτη. Σε συνθήκες ζέστης, οι άνθρωποι βιώνουν υποχρεωτικές καθημερινές απώλειες νερού μέσω των πνευμόνων και των ούρων, με πιθανές αυξήσεις στις απώλειες νερού που προκαλούνται από τον ιδρώτα. Οι προσαρμογές σε ζεστά τροπικά περιβάλλοντα περιλαμβάνουν υψηλότερους ρυθμούς ιδρώτα με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νάτριο, αλλά αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη απώλεια νερού και αυξημένο

κίνδυνο υπερωσμοτικότητας. Επίσης, η αλληλεπίδραση φρουκτόζης και βαζοπρεσίνης, που και οι δύο χρησιμεύουν για την αύξηση των αποθεμάτων λίπους και τη διατήρηση του νερού, υποδηλώνει ότι οι παροδικές αυξήσεις στην οσμωτικότητα του ορού λόγω έλλειψης νερού ή δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε νάτριο μπορεί να συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας και μεταβολικού συνδρόμου. Τα στοιχεία που το υποστηρίζουν περιλαμβάνουν αυξημένο νάτριο και οσμωτικότητα του πλάσματος σε παχύσαρκα άτομα, με υπερωσμοτικότητα να συσχετίζεται με την ανάπτυξη διαβήτη και αντίστασης στην ινσουλίνη. Η υψηλή πρόσληψη αλατιού, που σχετίζεται με την παχυσαρκία, το μεταβολικό σύνδρομο και τον διαβήτη, προβλέπει ανεξάρτητα αυτές τις καταστάσεις. Η ανεπαρκής ενυδάτωση, οι υψηλές θερμοκρασίες και η διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε νάτριο συμβάλλουν στην υπερωσμοτικότητα, ενισχύοντας δυνητικά τον κίνδυνο παχυσαρκίας και μεταβολικού συνδρόμου. Η υπερωσμοτικότητα πιθανότατα δρα μέσω της διέγερσης της βαζοπρεσίνης. Η υπερτονικότητα επηρεάζει επίσης τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και το ανοσοποιητικό σύστημα, υπογραμμίζοντας την πολύπλευρη επίδραση της οσμωτικότητας σε διάφορες φυσιολογικές διεργασίες (Johnson et al., 2016).

Η έρευνα της Trentinaglia και των συνεργατών της το 2021, προσπαθεί να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, μέσω της θερμοκρασίας του αέρα και των βροχοπτώσεων, και της παχυσαρκίας αναλύοντας τις διακυμάνσεις του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) για 39 χρόνια σε 134 χώρες. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν οικονομικά δεδομένα και οι παραλλαγές του ΔΜΣ τόσο εντός όσο και μεταξύ των χωρών. Οι μεταβλητές του κλίματος περιελάμβαναν τις μέσες ετήσιες θερμοκρασίες του αέρα και τις βροχοπτώσεις από τη Μονάδα Κλιματικής Έρευνας. Η ανάλυση ενσωμάτωσε το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, το άνοιγμα του εμπορίου, την αγροτική παραγωγικότητα και τα ποσοστά γονιμότητας. Τα αποτελέσματα, από 4.982 παρατηρήσεις, έδειξαν ότι υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση σε σχήμα U μεταξύ της θερμοκρασίας και του ΔΜΣ για κορίτσια, αγόρια και γυναίκες, υποδεικνύοντας ότι ο ΔΜΣ αυξάνεται κυρίως σε κρύες και ζεστές θερμοκρασίες. Αυτό το μοτίβο επιμένει ακόμη και όταν λαμβάνονται υπόψη επιλεγμένοι οδηγοί παχυσαρκίας, υποδηλώνοντας μια άμεση και ανεξάρτητη επίδραση της θερμοκρασίας στον ΔΜΣ. Ο αντίκτυπος σε σχήμα U είναι πιο έντονος στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C προκαλεί αύξηση του ΔΜΣ κατά 5% και 2% για τα κορίτσια και τις γυναίκες, αντίστοιχα. Η μελέτη εικάζει τη μειωμένη σωματική δραστηριότητα και τις διαφορές συμπεριφοράς μεταξύ των φύλων και των ηλικιών ως πιθανούς μηχανισμούς που συνδέουν τις θερμοκρασίες με τον ΔΜΣ. Ωστόσο, οι

βροχοπτώσεις δεν συσχετίζονται με την παχυσαρκία. Ο αντίκτυπος της θερμοκρασίας στον ΔΜΣ, ειδικά για τα κορίτσια και τις γυναίκες, παραμένει συνεπής ακόμη και όταν συνυπολογίζονται άλλοι καθοριστικοί παράγοντες της παχυσαρκίας όπως το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, η γονιμότητα και η αγροτική παραγωγικότητα, υποδηλώνοντας μια άμεση και ανεξάρτητη συσχέτιση μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του αέρα και του ΔΜΣ (Trentinaglia et al., 2021).

Η έρευνα του Hadley και των συνεργατών του το 2014, διερευνά τη διακύμανση του σωματικού βάρους για το ύψος μεταξύ των φτωχών και των εξαιρετικά φτωχών παιδιών παγκοσμίως. Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για το βάρος και το ύψος των παιδιών από Δημογραφικές Έρευνες και την Υγεία (DHS), τα οποία είναι δειγματοληπτικά του πληθυσμού και επικεντρώνονται σε δημογραφικά θέματα και θέματα που σχετίζονται με την υγεία, που διεξάγονται σε πολλές χώρες χαμηλού και χαμηλότερου εισοδήματος. Επίσης, υπήρχε πρόσβαση σε έρευνες του DHS που περιείχαν μετρήσεις του μητρικού βάρους και ύψους, που στοχεύουν γυναίκες ηλικίας 20 έως 26 ετών για συμπερίληψη. Επιπλέον, υπολογίστηκε η βαθμολογία z του παιδιού ανά βάρος, αντιπροσωπεύοντας τυποποιημένες αποκλίσεις από έναν υγιή πληθυσμό αναφοράς με έδρα τις ΗΠΑ. Οι αρνητικές βαθμολογίες z υποδηλώνουν βάρος προς ύψος κάτω από την υγιή αναφορά που βασίζεται στις ΗΠΑ. Τα αποτελέσματα ανέφεραν μία σημαντική ποικιλομορφία στα σχήματα του σώματος των παιδιών σε πληθυσμούς με παρόμοια αγοραστική δύναμη, που κατοικούν σε αγροτικές περιοχές με νεαρές, ελάχιστα μορφωμένες μητέρες. Τα σχήματα του σώματος των παιδιών διαφέρουν λόγω παραγόντων όπως η αναλογία λίπους προς άλιπη μάζα, η δομή των οστών ή το μήκος των άκρων. Η έρευνα αναφέρει ότι τα παιδιά και οι ενήλικες σε θερμότερα κλίματα τείνουν να είναι ελαφρύτεροι για ένα δεδομένο ύψος, με το σχήμα του σώματος των ενηλίκων να επηρεάζει το σχήμα του σώματος των παιδιών. Οι μεταβλητές του κλίματος, ιδιαίτερα η θερμότερη μηνιαία θερμοκρασία, παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες. Ωστόσο, η μελέτη υποδηλώνει ότι η επίδραση της θερμοκρασίας στο σχήμα του σώματος του παιδιού είναι εν μέρει έμμεση και λειτουργεί μέσω της επίδρασής της στο σχήμα του σώματος των ενηλίκων. Αφού συνυπολογιστούν οι επιπτώσεις της θερμοκρασίας, ο ΔΜΣ ενηλίκων εξηγεί ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης του ΔΜΣ του παιδιού, δίνοντας έμφαση στη μετάδοση των χαρακτηριστικών του σχήματος του σώματος μεταξύ γενεών. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης μεταξύ πληθυσμού

στον ΔΜΣ των ενήλικων γυναικών έχει εδραιωθεί στη βρεφική και πρώιμη παιδική ηλικία. Επιπλέον, η διακύμανση στο σχήμα του σώματος των παιδιών βρέθηκε να προβλεφθεί καλύτερα από το σχήμα του σώματος των ενηλίκων, με το κλίμα να παίζει μικρότερο ρόλο (Hadley & Hruschka, 2014).

Η έρευνα του Turner και της ομάδας του το 2016, διερευνά τη θερμογένεση που προκαλείται από τη διατροφή και τον ρόλο του καφέ και λευκού λιπώδους ιστού στη διάχυση ενέργειας μέσω της προσαρμοστικής θερμογένεσης. Στην έρευνα αναφέρονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δαπάνη ενέργειας, όπως η σύνθεση της διατροφής και οι γενετικές και ορμονικές επιδράσεις του νευρικού συστήματος. Η θερμογένεση, που αποτελεί περίπου το 10% της συνολικής ενεργειακής δαπάνης, ποικίλλει ανάλογα με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Η θερμογένεση που προκαλείται από τη διατροφή, επηρεασμένη από τη σύνθεση της δίαιτας, παρουσιάζει τη χαμηλότερη απελευθέρωση θερμότητας για το λίπος (2%) και την υψηλότερη για το αλκοόλ (22%). Ο καφέ και λευκός λιπώδης ιστός, που ενεργοποιείται από παράγοντες όπως η έκθεση στο κρύο, η αδρενεργική διέγερση και η θυρεοειδική ορμόνη, συμβάλλουν στη διάθεση της γλυκόζης, με την οξεία έκθεση στο κρύο να αυξάνει την ενεργειακή δαπάνη και η παρατεταμένη έκθεση να μειώνει το σωματικό λίπος και να ενισχύει τη δραστηριότητα του καφέ λιπώδους ιστού. Ο καφές λιπώδης ιστός (BAT) περιέχει αποσυνδεδεμένη πρωτεΐνη-1 (UCP-1) και πολυάριθμα μιτοχόνδρια, επιτρέποντας αυξημένη ενεργειακή δαπάνη. Η ψυχρή έκθεση προκαλεί μπεζ λιποκύτταρα που εκφράζουν την UCP-1 σε λευκό λιπώδη ιστό, που ονομάζονται "μπεζ λιποκύτταρα". Συνολικά, η έκθεση στο κρύο διεγείρει το BAT και το μπεζ λίπος, επηρεάζοντας τις μεταβολικές διεργασίες. Οι εποχικές αλλαγές και η έκθεση στο κρύο διεγείρουν τη δραστηριότητα του συμπαθητικού νεύρου, ενεργοποιούν τα μακροφάγα στο BAT και προκαλούν τη βλάστηση των αιμοφόρων αγγείων στον λιπώδη ιστό. Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η κατανόηση των μηχανισμών πίσω από την ενεργοποίηση και τη στρατολόγηση BAT, ειδικά ως απάντηση στην έκθεση στο κρύο, θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στην ανάπτυξη θεραπειών κατά της παχυσαρκίας. Επίσης, η προσαρμογή στο κρύο φαίνεται να ενισχύει τη θερμική απόκριση στα τρόφιμα και τα άτομα με χαμηλή έκφραση UCP-1, μια πρωτεΐνη που σχετίζεται με τη δραστηριότητα BAT, μπορεί να εμφανίζουν χαμηλότερη θερμογόνο απόκριση σε γεύματα με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, οδηγώντας δυνητικά σε υψηλότερο ΔΜΣ. Παρά την υπερθέρμανση του πλανήτη και τους αυξανόμενους καύσωνες, το κείμενο σημειώνει ότι η εστίαση στην καταπολέμηση της παχυσαρκίας παραμένει στο ενεργειακό ισοζύγιο, ειδικά σε κοινωνίες που

αντιμετωπίζουν αυξανόμενες ορμονικές ανισορροπίες, υπογραμμίζοντας την περίπλοκη αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων, τρόπου ζωής και διατροφικών επιλογών στη διαμόρφωση των μεταβολικών αποκρίσεων και στη ρύθμιση του βάρους (Turner et al., 2016).

Η μελέτη του Springmann και των συνεργατών του (2016), αποσκοπούσε στην εκτίμηση της θνησιμότητας που προκύπτει από τις μεταβολές στη γεωργία και τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τη διατροφή και το βάρος, σε κατηγορίες ανά αιτία θανάτου, για 155 περιοχές του κόσμου, το έτος 2050. Οι ερευνητές βασίστηκαν σε ένα λεπτομερές πλαίσιο μοντελοποίησης της γεωργίας, το Διεθνές Μοντέλο για την Ανάλυση της Πολιτικής των Γεωργικών Προϊόντων και του Εμπορίου (International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade, IMPACT), το οποίο ενσωματώθηκε με μια συγκριτική εκτίμηση του κινδύνου. Η αξιολόγηση επικεντρώθηκε στις αλλαγές στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, στην κατανάλωση κόκκινου κρέατος και στο σωματικό βάρος, ειδικά για τους θανάτους που αποδίδονται σε στεφανιαία νόσο, εγκεφαλικό επεισόδιο, καρκίνο και άλλες αιτίες. Η μελέτη εκτίμησε τη μεταβολή του αριθμού των θανάτων, που συνδέονται με τις κλιματικά επαγόμενες μεταβολές στο βάρος και τη διατροφή. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, προβλέπεται ότι μέχρι το 2050, η κλιματική αλλαγή θα οδηγήσει στη μείωση κατά 3,2% στην παγκόσμια διαθεσιμότητα τροφίμων ανά άτομο, κατά 4,0% στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών και κατά 0,7% στην κατανάλωση κόκκινου κρέατος. Οι μεταβολές αυτές αναμένεται να συσχετιστούν με 529.000 θανάτους που σχετίζονται με το κλίμα, σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό αντιπροσωπεύει μείωση κατά 28% του αριθμού των θανάτων που θα είχαν αποφευχθεί λόγω μεταβολών στους παράγοντες κινδύνου, που σχετίζονται με τη διατροφή και το βάρος μεταξύ των ετών 2010 και 2050. Η μελέτη υποδεικνύει επίσης ότι διπλάσιος αριθμός θανάτων που σχετίζονται με το κλίμα, συνδέεται με τη μειωμένη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, σε σύγκριση με την αύξηση του επιπολασμού του υποσιτισμού που σχετίζεται με το κλίμα, ενώ η πλειονότητα των προβλεπόμενων θανάτων που σχετίζονται με το κλίμα αναμένεται στη νότια και ανατολική Ασία. Δράσεις για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής θα μπορούσαν να μειώσουν τον αριθμό των θανάτων που σχετίζονται με το κλίμα κατά 29-71%. Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής μπορεί να αποτρέψει μεγάλο αριθμό θανάτων, μέσω της ενίσχυσης των προγραμμάτων δημόσιας υγείας που στοχεύουν στους παράγοντες κινδύνου, που σχετίζονται με τη διατροφή και το βάρος, ως βιώσιμη στρατηγική προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Springmann, et al., 2016).

Η έρευνα του Beach και των συνεργατών του (2019), βασίστηκε στο γεγονός πως η αύξηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, έχει επιπτώσεις στην διατροφή των ανθρώπων, μέσω των επιπτώσεων της στη γεωργική παραγωγικότητα και στην περιεκτικότητα των καλλιεργούμενων προϊόντων σε θρεπτικά συστατικά. Με την χρήση του Διεθνούς Μοντέλου Ανάλυσης Πολιτικής για τα Γεωργικά Προϊόντα και το Εμπόριο (IMPACT), η μελέτη αυτή προέβλεψε την διαθεσιμότητα πρωτεϊνών, σιδήρου και ψευδαργύρου για το 2050, ανά άτομο. Συνδυάζοντας δεδομένα από δύο ανεξάρτητες πηγές, σχετικά με τις επιπτώσεις της αύξησης του CO₂ στην ατμόσφαιρα σε βασικές καλλιέργειες, η μελέτη εκτίμησε τις αλλαγές στη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών μεταξύ των ετών 2010 και 2050. Ενώ η τεχνολογική πρόοδος εκτιμάται πως θα ενισχύσει την παγκόσμια διαθεσιμότητα διατροφικών πρωτεϊνών, σιδήρου και ψευδαργύρου, τα κέρδη αυτά αντισταθμίζονται από τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες, η έρευνα προέβλεψε μείωση κατά 19,5% στη διαθεσιμότητα πρωτεϊνών, κατά 14,4% στο σίδηρο και κατά 14,6% στον ψευδάργυρο έως το έτος 2050, σε σύγκριση με τα αναμενόμενα κέρδη από την τεχνολογία και τις τάσεις της αγοράς. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις για τις χώρες που ήδη αντιμετωπίζουν υψηλά επίπεδα ανεπάρκειας θρεπτικών συστατικών, εμποδίζοντας την πρόοδο στην αντιμετώπιση της έλλειψης θρεπτικών συστατικών. Η μελέτη υποδηλώνει ότι, ανεξαρτήτως των μελλοντικών καταναλωτικών προτύπων, η αύξηση των συγκεντρώσεων CO₂ θα εμποδίσει τις προσπάθειες για τη μείωση της έλλειψης θρεπτικών συστατικών σε παγκόσμιο επίπεδο (Beach, et al., 2019).

Σύμφωνα με την έρευνα του Symonds και των συνεργατών του (2019), υπάρχουν ολοένα και περισσότερα στοιχεία που υποδεικνύουν ότι η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενδεχομένως επηρεάζει την ανάπτυξη του διαβήτη, πιθανώς σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη μείωση του καφέ λίπους. Το καφέ (και το μπεζ) λίπος χαρακτηρίζεται από μια μοναδική μιτοχονδριακή πρωτεΐνη που ονομάζεται πρωτεΐνη αποσύνδεσης (UCP-1), η οποία, όταν ενεργοποιείται, μπορεί να παράγει σημαντικά ποσά θερμότητας. Βασικοί περιβαλλοντικοί εκλυτικοί παράγοντες για την UCP-1, περιλαμβάνουν την έκθεση στο κρύο και διατροφικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα την αυξημένη δραστηριότητα του νευρικού συστήματος και την αυξημένη οξείδωση των λιπιδίων και της γλυκόζης από το καφέ λίπος. Αν και η ακριβής συμβολή του καφέ και του μπεζ λίπους στην εμφάνιση διαβήτη παραμένει αντικείμενο συζήτησης, πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η ποσότητα αυτών των λιπών, στους ενήλικες ανθρώπους έχει μειωθεί σημαντικά. Διερευνήθηκαν οι πιθανοί μηχανισμοί

μέσω των οποίων η γλυκόζη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εντός του καφέ και μπεζ λίπους στους ενήλικες, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της θερμοκρασίας και της διατροφής. Οι ερευνητές εξέτασαν τον πιθανό ρόλο των κυτταροπλασματικών μιτοχονδριακών κλασμάτων που εντοπίστηκαν πρόσφατα στο καφέ λίπος και το κατά πόσον ένα μέρος της οξειδωσης της γλυκόζης θα μπορούσε να συμβεί ανεξάρτητα από την UCP-1. Η ρύθμιση της πρωτεΐνης UCP-1 στα καφέ και μπεζ λιποκύτταρα, μαζί με τη χρήση της γλυκόζης σε αυτούς τους κυτταρικούς πληθυσμούς, χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Πρόσφατα ευρήματα υποδεικνύουν, ανεξάρτητα από την UCP-1, οξειδωση της γλυκόζης στο μπεζ λίπος. Τα μιτοχονδριακά υπο-κλάσματα στο καφέ λίπος, μπορεί να συμβάλλουν στις διαφορές στη μιτοχονδριακή λειτουργία κατά τη διάρκεια της διαιτητικής και της επαγόμενης από το κρύο, θερμογένεσης. Παρά το γεγονός ότι και τα δύο περιέχουν UCP-1, αυτά τα υποκλάσματα παρουσιάζουν λειτουργικές διαφορές, όπως μεγαλύτερη πρόσληψη λιπιδίων μετά τη σίτιση. Παρόλα αυτά, οι λειτουργικές διαφορές σε διάφορες ανθρώπινες παθολογικές καταστάσεις παραμένουν ανεξερεύνητες. Η διερεύνηση αυτών των διαστάσεων θα μπορούσε να υποδείξει διαφοροποιήσεις στον μεταβολισμό της γλυκόζης μεταξύ των μιτοχονδριακών υποκλασμάτων, συμβάλλοντας στην ετερογένεια στην πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από τα καφέ λιποκύτταρα. Οι ερευνητές κατέληξαν πως καθώς προκύπτουν εξελίξεις στην αξιολόγηση του μεταβολισμού της γλυκόζης από το καφέ λίπος, αναμένεται ότι θα μπορούσε να επιτευχθεί καλύτερη κατανόηση τόσο των θερμογόνων όσο και των μη θερμογόνων λειτουργιών στον άνθρωπο (Symonds, et al., 2019).

Σύμφωνα με την έρευνα του Voss και των συνεργατών του (2013), η γεωγραφική κατανομή της παχυσαρκίας στις ΗΠΑ, ιδίως η συσχέτιση μεταξύ του υψομέτρου και του δείκτη μάζας σώματος, δεν έχει ολοκληρωμένη εξήγηση. Οι ερευνητές διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της παχυσαρκίας και του υψομέτρου, της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της αστικοποίησης, βασιζόμενοι σε δεδομένα από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 422.603 ενηλίκων, που περιλαμβάνει τον ΔΜΣ και διάφορες μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένης της διατροφής, της σωματικής δραστηριότητας και του καπνίσματος, καθώς και δημογραφικές μεταβλητές, όπως η ηλικία, το φύλο κτλ. από το Σύστημα Παρακολούθησης Παραγόντων Κινδύνου Συμπεριφοράς του 2011. Οι πληροφορίες αυτές συγχωνεύθηκαν με δεδομένα υψομέτρου και θερμοκρασίας από το WorldClim και δεδομένα αστικοποίησης από το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ. Παρατηρήθηκε μια σχεδόν παραβολική σχέση μεταξύ της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και της παχυσαρκίας, με τον υψηλότερο επιπολασμό σε περιοχές με μέση

θερμοκρασία γύρω στους 18,1°C. Επιπλέον, εντοπίστηκε μια αντίστροφη σχέση μεταξύ αστικοποίησης και επιπολασμού της παχυσαρκίας, με τα ποσοστά να μειώνονται από τις αγροτικές περιοχές προς τα μεγάλα αστικά κέντρα. Μετά τη συνεκτίμηση της αστικοποίησης, της θερμοκρασίας και των συμπεριφορικών και δημογραφικών παραγόντων, τα άτομα που ζουν σε υψόμετρο κάτω των 500 μέτρων έχουν 5,1 φορές (95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI) 2,7-9,5) και 3,9 φορές (95% CI 1,6-9,3) περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης παχυσαρκίας για τους άνδρες και τις γυναίκες, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τους ανθρώπους που κατοικούν σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 3000 μέτρων. Οι ερευνητές συμπέραναν πως ο επιπολασμός της παχυσαρκίας στις ΗΠΑ, παρουσιάζει αντίστροφη συσχέτιση με το υψόμετρο και την αστικοποίηση, ακόμη και μετά την προσαρμογή για τη θερμοκρασία, τη διατροφή, τη σωματική δραστηριότητα, το κάπνισμα και τους δημογραφικούς παράγοντες (Voss, et al., 2013).

Η έρευνα του Smith και των συνεργατών του (2022), επικεντρώθηκε στον ρόλο της επικονίασης των ζώων για την υποστήριξη της παραγωγής υγιεινών τροφίμων, όπως φρούτα, λαχανικά, ξηροί καρποί και όσπρια, τα οποία παρέχουν βασικά θρεπτικά συστατικά και συμβάλλουν στην πρόληψη μη μεταδοτικών ασθενειών. Τα τελευταία χρόνια, ο περιορισμός των επικονιαστικών εντόμων έχουν οδηγήσει σε μη επαρκή επικονίαση στις περισσότερες καλλιέργειες. Βασικοί παράγοντες επηρεασμού αποτελούν οι ανθρωπογενείς αιτίες, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στις χρήσεις γης, της εντατικής γεωργίας, των φυτοφαρμάκων, του διατροφικού στρες και της κλιματικής αλλαγής. Η μελέτη αποσκοπούσε στη μοντελοποίηση των επιπτώσεων της ανεπαρκούς επικονίασης στην παγκόσμια ανθρώπινη υγεία, μέσω των διατροφικών προτύπων. Βασισόμενη σε μια προσέγγιση κλιματικών ζωνών, η έρευνα εκτίμησε τα τρέχοντα κενά αποδόσεων για τα τρόφιμα που επικονιάζονται από ζώα και προσδιόρισε το ποσοστό που αποδίδεται στην ανεπαρκή επικονίαση. Η μελέτη προσομοίωσε το κλείσιμο αυτών των "κενών απόδοσης επικονιαστών" εξαλείφοντας το τμήμα που συνδέεται με την ανεπαρκή επικονίαση. Χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο για την αξιολόγηση των επιπτώσεων στην παραγωγή τροφίμων, το εμπόριο και την κατανάλωση και πραγματοποιήθηκε συγκριτική αξιολόγηση κινδύνου για να εκτιμηθούν οι αλλαγές στους διατροφικούς κινδύνους και τη θνησιμότητα σε παγκόσμιο επίπεδο και ανά χώρα. Υπολογίστηκε επίσης η οικονομική αξία της απολεσθείσας φυτικής παραγωγής για την Ονδούρα, το Νεπάλ και τη Νιγηρία. Τα αποτελέσματα της έρευνας υπέδειξαν ότι 427.000 επιπλέον θάνατοι ετησίως, οφείλονται σε μειωμένη κατανάλωση υγιεινών τροφίμων και τις ασθένειες που συνεπάγονται από τη

διατροφή με ελλιπή θρεπτικά συστατικά. Οι επιπτώσεις ήταν άνισα κατανομημένες, με τις χώρες χαμηλότερου εισοδήματος να αντιμετωπίζουν απώλειες στην παραγωγή τροφίμων, ενώ οι χώρες μεσαίου και υψηλού εισοδήματος αντιμετώπιζαν μεγαλύτερες επιπτώσεις στην κατανάλωση τροφίμων και τη θνησιμότητα, λόγω ανεπαρκούς επικονίασης. Στις χώρες της μελέτης περίπτωσης, η οικονομική αξία της φυτικής παραγωγής ήταν 12%-31% χαμηλότερη λόγω της έλλειψης επικονιαστών, επηρεάζοντας κυρίως την παραγωγή φρούτων και λαχανικών. Η έρευνα υπέδειξε ότι οι ανεπαρκείς πληθυσμοί επικονιαστών, συμβάλλουν σημαντικά στη σημερινή επιβάρυνση από ασθένειες μέσω της απώλειας της κατανάλωσης υγιεινών τροφίμων, ενώ οι χώρες χαμηλού εισοδήματος αντιμετωπίζουν επίσης σημαντικές οικονομικές απώλειες και μειωμένες αποδόσεις καλλιεργειών λόγω έλλειψης επικονιαστών. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν την επείγουσα ανάγκη προώθησης πρακτικών φιλικών προς τους επικονιαστές, προς όφελος της ανθρώπινης υγείας (Smith, et al., 2022).

Η έρευνα των Manrogianni και συνεργατών, (2013) διερεύνησε το επιχείρημα ότι οι άνθρωποι περνούν περισσότερο χρόνο σε θερμικά ουδέτερα περιβάλλοντα τις τελευταίες δεκαετίες, βασιζόμενη στις ιστορικές μεταβολές των χειμερινών εσωτερικών θερμοκρασιών στις βιομηχανικές χώρες, προβλέποντας τις μελλοντικές τάσεις στη θερμική άνεση σε εσωτερικούς χώρους. Οι μεθοδολογικές διαφορές εμπόδισαν τις ακριβείς συγκρίσεις και τις απόλυτες εκτιμήσεις των ιστορικών μεταβολών στις εσωτερικές θερμοκρασίες, αλλά η ανάλυση των δεδομένων υπέδειξε μια ανοδική τάση, ιδίως στους χώρους των υπνοδωματίων. Οι μεταβολές στην εσωτερική θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες ενδέχεται να έχουν ενισχυθεί από την ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 1970 και τις πρόσφατες αλλαγές στο δομημένο περιβάλλον σε ορισμένες χώρες. Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν οι ιστορικές τάσεις των εσωτερικών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με στοιχεία που συνδέουν τις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος με αυξημένες ενεργειακές δαπάνες του σώματος και την αύξηση του σωματικού βάρους. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι ενώ υπάρχουν κάποια στοιχεία που υποδηλώνουν μια πιθανή αύξηση της ζήτησης για χαμηλές θερμοκρασίες στα δεδομένα της έρευνας του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, η εξαγωγή αυτής της τάσης στο σύνολο του αποθέματος είναι δύσκολη λόγω των περιορισμένων δεδομένων και των μεθοδολογικών εκτιμήσεων κατά τη συλλογή των δεδομένων. Υπάρχει η πιθανότητα η μέση εσωτερική θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες να αυξηθεί μελλοντικά, λόγω των βελτιώσεων στις αποδόσεις των δομικών υλικών και της αύξησης των θερμοκρασιών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Οι ερευνητές

σημειώνουν ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα που θα περιλαμβάνει μελέτες πληθυσμών για τη διερεύνηση πιθανών συνδέσεων μεταξύ των αλλαγών στις εσωτερικές θερμοκρασίες και της παχυσαρκίας. Επιπλέον, οι εν λόγω συσχετίσεις πρέπει να διερευνηθούν υπό το πρίσμα των συνεχιζόμενων τάσεων προς τον κλιματισμό, καθώς θα μπορούσε να επηρεάσει τις εσωτερικές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες (Mavrogianni, et al., 2013).

Η έρευνα του Kanazawa (2020), βασίστηκε στο γεγονός πως οι ενδόθερμοι οργανισμοί χρειάζονται περισσότερη ενέργεια για να χωνέψουν τα ψυχρότερα τρόφιμα, με αποτέλεσμα να προσλαμβάνουν περισσότερες θερμίδες όταν καταναλώνουν τρόφιμα σε υψηλές θερμοκρασίες, σε σύγκριση με τα ίδια τρόφιμα που καταναλώνονται κρύα. Μια πρόσφατη σχετική μελέτη υπέδειξε ότι η κατοχή φούρνου μικροκυμάτων συσχετίζεται με μια μικρή αύξηση του ΔΜΣ και της παχυσαρκίας. Η αρχή αυτή επεκτείνεται και σε άλλες ουσίες που εισάγονται σε ενδοθερμικά σώματα, όπως ο αέρας. Εργαστηριακά πειράματα επίσης υποδεικνύουν ότι οι άνθρωποι καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μειώνεται, επηρεάζοντας τις φυσιολογικές τους διεργασίες. Μια ανάλυση της National Longitudinal Study of Adolescent to Adult Health υπέδειξε ότι, μετά τη συνεκτίμηση του φύλου, της ηλικίας, της φυλής, της εκπαίδευσης και των σωματικών δραστηριοτήτων, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας συνδέεται με μικρές αλλά στατιστικά σημαντικές αυξήσεις του ΔΜΣ, του βάρους, της υπέρβαρης κατάστασης και της παχυσαρκίας. Η ατμοσφαιρική θερμοκρασία παρουσιάζει ισχυρότερη συσχέτιση από πολλές δραστηριότητες και συνδέεται εξίσου σημαντικά με την ηλικία και την πυκνότητα του πληθυσμού. Σύμφωνα με το πιο απαισιόδοξο σενάριο για την εξέλιξη της υπερθέρμανσης του πλανήτη από το 1961 έως το 2081, θα μπορούσε να υπάρξει αύξηση του βάρους κατά 2,2 κιλά, αύξηση του ΔΜΣ κατά 0,37 και αύξηση των πιθανοτήτων παχυσαρκίας κατά 12%. Η μελέτη είχε περιορισμούς λόγω του συσχετιστικού χαρακτήρα της, αλλά οι παράγοντες που την αμβλύνουν περιλαμβάνουν την αναπαραγωγή σε φυσικά περιβάλλοντα, το μετρούμενο ύψος και βάρος και τις κλιματικές μεταβλητές που προστέθηκαν από τον ερευνητή (Kanazawa, 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Φαίνεται ότι η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία δεν έχει μελετηθεί εκτενώς συγκριτικά με την αντίστροφη σχέση, δηλαδή την επίδραση της παχυσαρκίας και των συνοδών διατροφικών συνηθειών στην κλιματική αλλαγή.

Στην ανασκόπηση συμπεριελήφθησαν διάφορα άρθρα που αφορούν στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία. Οι βασικές κατηγοριοποιήσεις που μπορεί να γίνουν είναι:

- Διερεύνηση επίδρασης κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία
- Μηχανισμός επίδρασης κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία
- Επίδραση κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία και τις ασθένειες που αυτή προκαλεί
- Παρεμβάσεις για την αποτροπή της παχυσαρκίας

Υπάρχουν έρευνες οι οποίες συσχετίζουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία. Για παράδειγμα, η έρευνα των Zheutlin et al. (2014) διερεύνησε τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα με τον επιπολασμό της παχυσαρκίας και του σακχαρώδους διαβήτη. Όντως, οι ερευνητές βρίσκουν μια ασθενή συσχέτιση μεταξύ και των δύο παραγόντων, αναφέροντας ότι οι περιοχές με μεγαλύτερα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα είχαν μεγαλύτερα ποσοστά παχυσαρκίας και τα επίπεδα παχυσαρκίας σχετίζονται με τα επίπεδα διαβήτη. Σημαντική είναι και η συσχέτιση των λεπτών ατμοσφαιρικών σωματιδίων με την παχυσαρκία. Η κλιματική αλλαγή επιδρά στην περιεκτικότητα των PM_{2.5} στην ατμόσφαιρα (Park et al., 2020). Θα μπορούσε αυτό να εξηγεί εν μέρει και αδρά έναν μηχανισμό, αλλά δεν εξηγεί τον ακριβή τρόπο με τον οποίο συνδέονται αυτά.

Ο επιπολασμός μελετήθηκε και στην έρευνα των Trentinaglia et al. (2021) όπου φάνηκε επίσης ότι υπάρχει συσχέτιση παχυσαρκίας και θερμοκρασιών. Μάλιστα, φαίνεται ότι η αύξηση του ΔΜΣ είναι μεγαλύτερη στις ακραίες θερμοκρασίες. Όντως, η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων και θερμοκρασιών (O' Gorman, 2014).

Επιπλέον, υπάρχουν και έρευνες που έχουν γίνει για να υπολογίσουν και να προβλέψουν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία, τη διατροφή και το βάρος των

ανθρώπων στις επόμενες δεκαετίες (Springmann, et al., 2016). Ενδιαφέρον έχει, όμως η παράμετρος της επίδρασης στην παραγωγή τροφίμων. Η μείωση της παραγωγής φρούτων και λαχανικών μπορεί να σημαίνει ότι η αύξηση της παχυσαρκίας μπορεί να σχετιστεί και τη μείωση σε διαθέσιμες υγιεινές διατροφικές επιλογές. Εκτός από τη μείωση των διαθέσιμων τροφίμων, φαίνεται ότι μειώνεται και η ποιότητα των τροφίμων, όπως μείωση σε ιχνοστοιχεία, αλλά και στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Beach et al., 2019). Όντως, μια διατροφή με επαρκή πρόσληψη πρωτεΐνης συστήνεται για τη μείωση του ανεπιθύμητου βάρους (Drummen et al., 2018), ενώ το ίδιο ισχύει και με ευρήματα για τα επίπεδα ψευδαργύρου (Zavros et al., 2023).

Εκτός από τη σύνδεση κλιματικής αλλαγής και παχυσαρκίας καθαρά, υπάρχουν έρευνες που έχουν πάει αυτή την έρευνα ένα βήμα παρακάτω, μελετώντας τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις αρνητικές εκβάσεις της παχυσαρκίας, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα και ο διαβήτης. Για τον διαβήτη ήδη αναφέρθηκε η εξέταση του επιπολασμού στην έρευνα των Zheutlin et al. (2014), αναδεικνύοντας τις περαιτέρω προεκτάσεις της αλληλεπίδρασης των φαινομένων. Το ίδιο δείχνει και η έμμεση έρευνα πάνω στο ζήτημα όπως στην έρευνα Ενδιαφέρον έχει η εξέταση προβλεπτικών παραγόντων στη σχέση κλιματικής αλλαγής και παχυσαρκίας. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των ερευνών, το χαμηλό κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο των πληθυσμών αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την ισχυροποίηση της επίδρασης στην αύξηση του ΔΜΣ. Το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τα περιβάλλοντα που έχουν υποστεί τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής σε μεγαλύτερο βαθμό (Clearfield et al., 2018). Αυτό σημαίνει ότι μιλάμε κυρίως για περιοχές του τρίτου κόσμου που είναι αρκετά υποβαθμισμένες και οι συνέπειες που δέχονται, λοιπόν, δεν είναι μόνο περιβαλλοντικής και οικονομικής φύσης, αλλά και σε σχέση με την υγεία του πληθυσμού. Άρα, εν ολίγοις, η οικονομική δραστηριότητα των ανεπτυγμένων χωρών που επιβαρύνει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής προκαλεί πολύπλευρες αρνητικές επιδράσεις στις υποανάπτυκτες χώρες και περιοχές, ενώ το πιο πιθανό είναι να μην ευθύνονται οι ίδιοι με κάποιο τρόπο στην εμφάνιση του φαινομένου αυτού. Όντως, η έρευνα δείχνει ότι οι πιο ευάλωτες ομάδες είναι οι πιο φτωχές οικογένειες και επηρεάζονται από το κλίμα, αν και σε μικρότερο βαθμό από άλλες παραμέτρους (Hadley & Hruschka, 2014).

Σε σχέση με τον μηχανισμό που συνδέει την κλιματική αλλαγή με τον επιπολασμό της παχυσαρκίας, έχουν προταθεί και μελετηθεί διάφορες οδοί που μπορεί να εξηγούν τη σχέση αυτή. Η έρευνα των Symonds et al. (2018) προτείνει ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ανόδου των θερμοκρασιών και μεταβολισμού, αναφέροντας ότι η θερμοκρασιακή άνοδος συμβάλλει στην ανάπτυξη διαβήτη με τη μείωση της ενεργότητας του καφέ λιπώδους ιστού.

Όντως, από προγενέστερες έρευνες, φαίνεται ότι η ενεργότητα του καφέ λιπώδους ιστού συμβάλλει στη μείωση της παχυσαρκίας (Liu et al., 2023). Θα μπορούσε, λοιπόν, η αύξηση της θερμοκρασίας να σχετίζεται με την παχυσαρκία και μέσω της μείωσης της ενεργότητας του καφέ λιπώδους ιστού. Η έρευνα των Turner et al. (2016) συμφωνεί με την έρευνα αυτή, συσχετίζοντας μαζί και την ενεργότητα του λευκού λιπώδους ιστού.

Η εναπόθεση λίπους επίσης, φαίνεται να ενισχύεται με την κλιματική αλλαγή με τη μείωση διαθέσιμου νερού. Η άνοδος της θερμοκρασίας εντείνει τις απώλειες νερού και άρα την αύξηση της εναπόθεσης λίπους. Ενδιαφέρον έχει και η σύνδεση ακραίων θερμοκρασιών με την αύξηση του ΔΜΣ με την επερχόμενη μείωση της φυσικής δραστηριότητας, οπότε είτε σε χαμηλές είτε σε υψηλές θερμοκρασίες, η παχυσαρκία θα μπορούσε να προκληθεί και από τη μείωση αυτή (Johnson et al., 2016).

Ελάχιστα φαίνεται να έχουν μελετηθεί τυχόν παρεμβάσεις που θα μπορούσαν να βοηθήσουν αντιστρέφοντας τις αρνητικές συνέπειες μεταξύ κλιματικής αλλαγής και παχυσαρκίας. Ενδιαφέρον έχει η μελέτη των Pitt et al. (2023) που στοχεύει στην αλλαγή των διατροφικών συνηθειών καταδεικνύοντας το περιβαλλοντικό αντίκτυπο των ανθυγιεινών διατροφικών συνηθειών. Δηλαδή, χρησιμοποιεί την υπάρχουσα αντίστροφη συσχέτιση από αυτήν που μελετάται εδώ, για να αντιμετωπίσει τον αρνητικό αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στην ανοδική τάση του ΔΜΣ και του επιπολασμού στην παχυσαρκία. Αν και τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας δεν ήταν στατιστικά σημαντικά, ωστόσο μπορεί να ανοίξει μια οδό προς τη διερεύνηση μέσω άλλων οδών για την άμβλυνση του φαινομένου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλιματική αλλαγή και η παχυσαρκία αντιπροσωπεύουν δύο σημαντικές προκλήσεις για την παγκόσμια υγεία. Η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των τροφίμων, τη γεωργία και τις υγειονομικές συνθήκες, ενώ η παχυσαρκία σχετίζεται με σοβαρά προβλήματα υγείας. Ο υποσιτισμός, ιδίως η παχυσαρκία, αποτελεί τον κύριο παράγοντα επιδείνωσης της παγκόσμιας υγείας. Παρά την έλλειψη προφανής συσχέτισης, η κλιματική αλλαγή αναγνωρίζεται ως στοιχείο που συμβάλλει στο πρόβλημα αυτό. Δεδομένων των εκτεταμένων επιπτώσεων της, τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στα φυσικά οικοσυστήματα, οι επιστήμονες κατατάσσουν πλέον την κλιματική αλλαγή ως πανδημία.

Οι δύο αυτές προκλήσεις συνδέονται μέσω πολλών παραγόντων, όπως ο τρόπος παραγωγής τροφίμων, η ποιότητα της διατροφής και η φυσική δραστηριότητα. Σε πολλές περιπτώσεις, οι αλλαγές στο κλίμα επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των τροφίμων, ενθαρρύνοντας την κατανάλωση επεξεργασμένων και υψηλής ενέργειας γευμάτων. Ταυτόχρονα, οι αλλαγές στις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν τις διατροφικές συνήθειες, συμβάλλοντας στην αύξηση των ποσοστών παχυσαρκίας.

Καθώς η σύνδεση μεταξύ περιβαλλοντικών δράσεων και συμπεριφορών που σχετίζονται με την υγεία είναι πλέον αναγνωρισμένη, αυξάνεται το ενδιαφέρον για την εφαρμογή παρεμβάσεων μείωσης του άνθρακα για την τροποποίηση των περιβαλλοντικών συνηθειών και συμπεριφορών. Επιπλέον, αυτές οι παρεμβάσεις έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν θετικά διάφορα θέματα που αφορούν τη δημόσια υγεία, όπως η παχυσαρκία.

Η σύνδεση μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας καθιστούν αναγκαίες ολοκληρωμένες παρεμβάσεις που στοχεύουν στους κοινούς καθοριστικούς παράγοντες τους. Οι πολιτικές που υποστηρίζουν την επιστημονική έρευνα και την ευρεία υιοθέτηση καθαρών, βιώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και οι αστικοί σχεδιασμοί που προάγουν την ενεργό μετακίνηση και τον ενεργό τρόπο ζωής, έχουν τη δυνατότητα να ελαφρύνουν τις οικονομικές και κοινωνικές επιβαρύνσεις που συνδέονται τόσο με την υπερθέρμανση του πλανήτη όσο και με την επιδημία της παχυσαρκίας. Αντίθετα, οι παρεμβάσεις που αντιμετωπίζουν την υπερθέρμανση του πλανήτη με τον περιορισμό και την επιβολή κυρώσεων για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μπορεί να μεταβάλουν σταδιακά τα κοινωνικά πρότυπα, ενθαρρύνοντας πιο υγιεινούς τρόπους ζωής. Ομοίως, οι

παρεμβάσεις σε επίπεδο πληθυσμού για την παχυσαρκία θα μπορούσαν να μειώσουν τις ενεργειακές δαπάνες και τις σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Οι ενέργειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και της παχυσαρκίας συμπληρώνονται με προσεκτικό σχεδιασμό και συντονισμό. Η προώθηση βιώσιμων μεθόδων παραγωγής τροφίμων, η υποστήριξη της υγιεινής διατροφής και η ενθάρρυνση της φυσικής δραστηριότητας αποτελούν βασικά βήματα για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων. Συνολικά, η δράση σε αυτούς τους τομείς απαιτεί συνεκτική προσέγγιση και διεθνή συνεργασία για να επιτευχθούν σημαντικές βελτιώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να διερευνήσουν περαιτέρω τις υποκείμενες συνδέσεις μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της παχυσαρκίας και να προσφέρουν στρατηγικές συστάσεις πολιτικής για την αντιμετώπιση αυτών των δύο αλληλένδετων παγκόσμιων προβλημάτων. Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να προσδιοριστεί επίσης ο αντίκτυπος και της μέσης θερμοκρασίας στο βάρος και την παχυσαρκία, ιδίως σε διαφορετικές τοποθεσίες και χώρες. Κατά την ανάλυση διαπολιτισμικών δεδομένων από πολλά έθνη, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση του τύπου διατροφής, συμπεριλαμβανομένου τόσο του τύπου όσο και της ποσότητας των τροφίμων που καταναλώνονται, καθώς το θερμιδικό περιεχόμενο ποικίλλει μεταξύ των εθνών. Κατά συνέπεια, τα δεδομένα που συλλέγονται από μεμονωμένα έθνη με διαφορετικές κατανομές γεωγραφικού πλάτους (και υψομέτρου), όπως η Ιταλία, η Χιλή και η Ιαπωνία, τα οποία παρουσιάζουν μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, θα ήταν πιο πολύτιμα από τα δεδομένα από έθνη που κατανέμονται κατά μήκος, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, παρά το γεγονός ότι οι ΗΠΑ έχουν ευρύτερη κατανομή γεωγραφικού πλάτους από την Ιταλία ή την Ιαπωνία σε απόλυτους όρους.

Συμπερασματικά, σε σχέση με το ζήτημα της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην παχυσαρκία φαίνεται ότι όντως η κλιματική αλλαγή επιδρά στην παχυσαρκία ποικιλοτρόπως. Οι τρόποι αυτοί αφορούν στην επίδραση των ακραίων θερμοκρασιών στην εναπόθεση λίπους και στη μείωση της φυσικής δραστηριότητας, στην μείωση της διαθέσιμης τροφής που θεωρείται υγιεινή, στην μειωμένη ποιότητα και περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά των τροφών αυτών, αλλά και σε σχέση με τον επιπολασμό συνδεόμενων με αυτήν διαφόρων ασθενειών, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα και το διαβήτη.

Τέλος, η έρευνα θα μπορούσε να στραφεί στη διερεύνηση αποτελεσματικότητας παρεμβάσεων για την αποτροπή της παχυσαρκίας, που φαίνεται ότι είναι ένα πεδίο που δεν

έχει μελετηθεί ιδιαίτερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Anderson, K. & Peters, G., 2016. The trouble with negative emissions. *Science*, Τόμος 354, pp. 182-183.

Beach, R., Sulser, T., Crimmins, A., Cenacchi, N., Cole, J., Fukagawa, N., και συν. (2019). Combining the effects of increased atmospheric carbon dioxide on protein, iron, and zinc availability and projected climate change on global diets: a modelling study.

Lancet Planet Health , 3, 307-317.

Berghöfer A., Pischon T., Reinhold T., Apovian C. M., Sharma A. M., Willich S. N. 2008. Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Public Health*, 8, 200 <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-8-200#ref-CR20>.

Burke, A. & Fishel, S., 2020. A coal elimination treaty 2030: Fast tracking climate change mitigation, global health, and security. *Earth System Governance*, 3(100046).

Cai, W. & et al, 2021. Changing El Niño–Southern Oscillation in a warming climate. *Nature Reviews Earth and Environment*, Τόμος 2, pp. 628-644.

Cassia, R., Nocioni, M., Correa-Aragunde, N. & Lamattina, L., 2018. Climate Change and the Impact of Greenhouse Gases: CO₂ and NO_x, Friends and Foes of plant Oxidative Stress. *Front. Plant. Sci.*, 9(273).

Chancel, L., 2022. Global carbon inequality over 1990–2019. *Nature Sustainability*, Τόμος 5, pp. 931-938.

Chooi Y. C., Ding C., Magkos F. 2019. The epidemiology of obesity. *Metabolism*, 92, pp. 6-10.

Clearfield M., Davis G., Weis J., Gayer G., Shubrook J. H. (2018, 11 01). Cardiovascular Disease as a Result of the Interactions Between Obesity, Climate Change, and Inflammation: The COCCI Syndemic. *Journal of Osteopathic Medicine*, p.

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.7556/jaoa.2018.157/html>.

Clímaco K. J., Soares de Oliveira A. R., Moralis J. R., Severo J. S., Marreiro D. N. 2017. Role of microRNAs on adipogenesis, chronic low-grade inflammation, and insulin resistance in obesity. *Nutrition*, 35, pp. 28-35.

Corica D., Aversa T., Valenzise M., Messina M. F., Alibrandi A., De Luca F., Wasniewska M. 2018. Does Family History of Obesity, Cardiovascular, and Metabolic Diseases Influence Onset and Severity of Childhood Obesity? *Frontiers in Endocrinology*, 9, p. 187 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2018.00187/full>.

D'Angelo C. S. & Koiffmann C. K. 2012. Copy Number Variants in Obesity-Related Syndromes: Review and Perspectives on Novel Molecular Approaches. *Journal of Obesity*, 1012, p. 845480. <https://www.hindawi.com/journals/job/2012/845480/>.

Dhurandhar N. 2022. What is obesity? *International Journal of Obesity*, 46, pp. 1081-1082.
Dianeosis. 2022. Obesity And Its Consequences. Retrieved from Dianeosis: <https://www.dianeosis.org/en/2022/04/obesity-and-its-consequences/#:~:text=According%20to%20WHO%20data%20from,women%20belong%20to%20this%20category>.

EEA, 2023. *Trends and Projections in Europe 2023*, Copenhagen: European Environment Agency.

Eurostat. 2019. Overweight and obesity - BMI statistics. Retrieved from Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics

Florez J. 2021. The First Genome-Wide Association Study for Type 2 Diabetes in Youth: The Progress in Diabetes Genetics in Youth (ProDiGY) Consortium. *Diabetes*, 70(4), pp. 996-1005 <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/70/4/996/39271/The-First-Genome-Wide-Association-Study-for-Type-2>.

Hadley C. & Hruschka D. J. (2014, 02 19). Population Level Differences in Adult Body Mass Emerge in Infancy and Early Childhood: Evidence From a Global Sample of Low and Lower-Income Countries. *American Journal of Physical Anthropology*, , pp. 232-238.

Haines, A., 2001. Climate Change and Health. *International Encyclopedia of the Social Behavioral Sciences*, pp. 1990-1995.

Harvard University, 2021. *Ocean, Atmosphere & Climate Dynamics*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://groups.seas.harvard.edu/climate/eli/Level2/research-elnino.html>
[Πρόσβαση 15 12 2023].

Hays, J., Imbrie, J. & Shackleton, N., 1976. Variations in the Earth's orbit: Pace-maker of the ice ages. *Science*, Τόμος 194, pp. 1121-1132.

Hickel, J. και συν., 2021. . Urgent need for post-growth climate mitigation scenarios. *Nature Energy*, Τόμος 6, pp. 766-768.

IHME, 2023. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Covariates 1980-2019. Retrieved from GHDx: <https://ghdx.healthdata.org/record/global-burden-disease-study-2019-gbd-2019-covariates-1980-2019>

IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The physical science basis. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions. Working Group I Contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, s.l.: WHO, UNEP.

IPCC, 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva: Switzerland: Intergovernmental Panel of climate Change.

IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

Jenkins, S., Smith, C., Allen, M. & Grainger, R., 2023. Tonga eruption increases chance of temporary surface temperature anomaly above 1.5°C. *Nature Climate Change*, Τόμος 13, pp. 127-129.

Jhun, I., Coull, B., Zanolatti, A. & Koutrakis, P., 2015. The impact of nitrogen oxides concentration decreases on ozone trends in the USA. *Air Qual. Atmos. Health*, Τόμος 8, pp. 283-292.

Johnson R. J., Stenvinkel P., Jensen T., Lanasa M. A., Roncal C., Song Z., Bankir L., Sánchez-Lozada L. G. (2016, 06 09). Metabolic and Kidney Diseases in the Setting of Climate Change, Water Shortage, and Survival Factors. *JASN*, 27(8), pp. 2247–2256

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4978060/?fbclid=IwAR0MWHc17Wx6asx7upMcyDo5jFdHereZouGOp5uSdHMJ7ECv5AsBT2jXoYw>.

Kanazawa, S. (2020). DOES GLOBAL WARMING CONTRIBUTE TO THE OBESITY EPIDEMIC? *Environmental research* (<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108962>).

Kiyah D. J., Penny G. L., David R. J., O' Dale W., Barry M. P. 2023. Differential associations of fast food and restaurant food consumption with 3-y change in body mass index: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1), pp. 201-208.

Kjellberg J., Larsen A. T., Ibsen R., Hojgaard B. 2017. The Socioeconomic Burden of Obesity. *Obes Facts*, 10 (5), pp. 493–502.

Koch C. A., Sharda P., Patel J., Gubbi S., Bansal R., Bartel M. J. 2021. Climate Change and Obesity. *Hormone & Metabolic Research*, 53(9), pp. 575–587.

Kong L. C., Tap J., Aron-Wisnewsky J., Pelloux V., Basdevant A., Bouillot J. L., Zucker J. D., Doré J., Clément K. 2013. Gut microbiota after gastric bypass in human obesity: increased richness and associations of bacterial genera with adipose tissue genes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(1), pp. 16-24.

Kornhuber, K. και συν., 2023. Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections. *Nature Communications*, 14(3528).

Le Treut, H. και συν., 2007. “*Historical overview of climate change science,*” in *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

Le Treut, H. και συν., 2007. Historical Overview of Climate Change. Στο: S. Solomon, και συν. επιμ. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press, pp. 94-122.

Lee E. Y. & Yoon K. H. 2018. Epidemic obesity in children and adolescents: risk factors and prevention. *Frontiers of Medicine*, 12, pp. 658-666.

Lenton, T. & et al., 2023. Quantifying the human cost of global warming. *Nature Sustainability*,

pp. s41893-023-01132-6.

Lin X. & Li H. (2021, 09 06). Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics.

Frontiers in Endocrinology, 12, p. 706978. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.706978>

Lopomo A., Burgio E., Migliore L. 2016. Chapter Six - Epigenetics of Obesity. Progress in Molecular Biology and Translational Science, 140, pp. 151-184.

Magkos F., Tetens I., Bügel S. G., Felby C., Schacht S. R., Hill J., Ravussin E., Astrup A.

2020. The Environmental Foodprint of Obesity. Obesity, 28(1), pp. 73-79.

Martínez-González M. A., Martínez J. A., Hu F. B., Gibney M. J., Kearney J. 1999. Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. International Journal of Obesity, 23, pp. 1192-1201.

Martins M., Trujillo J., Freitas-Vilela A. A., Farias D. R., Rosado E. L., Kac G. 2018.

Associations between obesity candidate gene polymorphisms (fat mass and obesity-associated (FTO), melanocortin-4 receptor (MC4R), leptin (LEP) and leptin receptor (LEPR)) and dietary intake in pregnant women. Cambridge University Press, pp. 454-463. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001423>

Mavrogianni, A., Johnson, F., Ucci, M., Marmot, A., Wardle, J., Oreszczyn, T., και συν. (2013). Historic Variations in Winter Indoor Domestic Temperatures and potential implications for body weight gain. *Indoor Built Environ* , 22 (2), 360-375.

Mbogori T., Kimmel K., Zhang M., Kandiah J., Wang Y. 2020. Nutrition transition and double burden of malnutrition in Africa: A case study of four selected countries with different social economic development. AIMS Public Health, 7(3), pp. 425–439. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001423>

McKay, D. και συν., 2022. *Updated assessment suggests >1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points*, s.l.: Science, Authorea.

Mock, D., 1981. *The Southern Oscillation: Historical Origins*, Seattle: Unpublished term paper, University of Washington.

Morland K. B. & Evenson K. R. 2016. Obesity prevalence and the local food environment.

Health Place, 15(2), 491–495. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.09.004>

Nicolaidis S. 2021. Environment and obesity. HAL, <https://hal.science/hal-03488479/document>

O'Neil, D., Fanning, A., Lamb, W. & Steinberger, J., 2018. A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, Τόμος 370, pp. 88-95.

Pilegaard, K., 2013. Processes regulating nitric oxide emissions from soils. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 368(20130126).

Pitt S., Sjöblom L., Bälter K., Lagerros Y. T., Bonn S. E. (2023, 10 11). The effect of an app- based dietary intervention on diet-related greenhouse gas emissions – results from a randomized controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20(123), p. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10568795/>.

Ripple, W. και συν., 2023b. The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory. *BioScience*, Τόμος 0, pp. 1-10.

Ripple, W. και συν., 2023a. Many risky feedback loops amplify the need for climate action. *One Earth*, pp. 86-91.

Sadeghirad B., Motaghipisheh D. S., Campbell N. R. C., Johnston B. C. 2016. Influence of unhealthy food and beverage marketing on children's dietary intake and preference: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Obesity Reviews*, 17(10), pp. 945-959.

Schmidt, G., Ruedy, R., Miller, R. & Lacis, A., 2010. Attribution of the present-day total greenhouse effect. *J. Geophys. Res.*, 115(D20106).

Smith, M., Mueller, N., Springmann, M., Sulser, T., Garibaldi, L., Gerber, J., και συν. (2022). Pollinator Deficits, Food Consumption, and Consequences for Human Health: A Modeling Study. *Environ Health Perspect*, 130 (12), 127003.

Soden, B. και συν., 2005. The radiative signature of upper tropospheric moistening. *Science*, Τόμος 310, pp. 841-844.

Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, C., & Gollin, D. (2016). Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *The Lancet*, 387 (10031), 1937-1946.

Symonds M. E., Farhat G., Aldiss P., Pope M., Budge H. (2018, 12 03). Brown adipose tissue and glucose homeostasis – the link between climate change and the global rise in obesity and diabetes. *Adipocyte*, 8(1), pp.46–50

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6768202/>.

Trenberth, K., 1997. The Definition of El Nino. *Bulletin of the American Meteorological Society*, pp. 2771-2777.

Trentinaglia M. T., Parolini M., Donzelli F., Olper A. (2021, 04 21). Climate change and obesity: A global analysis. *Global Food Security*, 29, p.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211912421000493?via%3Di%3Dhub>.

United Nations, 1992. *United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/OINFORMAL/84. GE.05-62220 (E) 200705*, s.l.: United Nations.

Vainonen, J. & Kangasjarvi, J., 2015. Plant signalling in acute ozone exposure. *Plant Cell Environ*, Τόμος 38, pp. 240-252.

Van Leiden H. A., Dekker J. M., Moll A. C., Nijpels G., Heine R. J., Bouter L. M., Stehouwer C. D. A., Polak B. C. P. 2002. Blood Pressure, Lipids, and Obesity Are Associated With Retinopathy: The Hoorn Study. *American Diabetes Association*, 25(8), pp. 1320-1325.

Voss, J., Masuoka, P., Webber, B., Scher, A., & Atkinson, R. (2013). Association of elevation, urbanization and ambient temperature with obesity prevalence in the United States. *International Journal of Obesity*, 1-6.

Wang, C. και συν., 2012. Multidecadal covariability of North Atlantic sea surface temperature, African dust, Sahel rainfall, and Atlantic hurricanes. *Journal of climate*, Τόμος 25, pp. 5404-5415.

WHO. 2021. Obesity and overweight. Retrieved from WHO: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Wuebbles, D., 2018. Climate Change and its impacts: Risks and Inequalities. Στο: C. Murphy,

P. Gardoni & R. McKim, επιμ. *Climate Change in the 21st Century: Looking beyond the Paris Agreement*. s.l.:Springer, pp. 15-38.

Wuebbles, D. & Hayhoe, K., 2002. Atmospheric methane and global change. *Earth Sci Rev*,

Τόμος 57, pp. 177-210.

Yadav H. M. & Jawahar A. 2023. Environmental Factors and Obesity. StatPearls, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580543/#>.

Yeo G. S. H., Chao D. H. M., Siegert A. M., Koerperich Z. M., Ericson M. D., Simonds S. E., Larson C. M., Luquet S., Clarke I., Sharma S., Clément K., Cowley M. A., Luevano C. H., Adan R. A., Van Der Ploeg L. 2021. The melanocortin pathway and energy homeostasis: From discovery to obesity therapy. *Molecular Metabolism*, 48, 101206. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2021.101206>

Yoo S. 2018. Dynamic Energy Balance and Obesity Prevention. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 27(4), pp. 203-212.

Ελληνική

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023. *Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής*. [Ηλεκτρονικό] Available at: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_el [Πρόσβαση 2023 12 19].

Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2023. *Ενημερωτικό Γράφημα - Συμφωνία του Παρισιού: Η πορεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς την κλιματική ουδετερότητα*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/paris-agreement-eu/> [Πρόσβαση 18 12 2023].

Μαχαίρας, Π. & Πιτσούλης, Ν., 1991. *Ο άνθρωπος, το περιβάλλον και οι κλιματικές μεταβολές*. πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο με θέμα τη Προστασία του περιβάλλοντος και τη Γεωργική Παραγωγή. Θεσσαλονίκη, s.n.

ΥΠΕΝ, 2020. *Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/prosarmogi-stin-klimatiki-allagi/> [Πρόσβαση 19 12 2023].

ΥΠΕΝ, 2020. *Σύμβαση – Πλαίσιο των Η.Ε. για την Κλιματική Αλλαγή*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/diethneis-diapragmatefseis/symvasi-plaisio-ton-ie-gia-tin-klimati/> [Πρόσβαση 15 12 2023].

Υπουργείο Γεωργίας, Α. Α. κ. Π., 2023. *Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή: Η Προσαρμογή σε Διεθνές επίπεδο*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/916EB00686E2E4ACC2257FF100345996?OpenDocument> [Πρόσβαση 20 12 2023].