

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ
ΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στη γεωργία: Η περίπτωση της Ελλάδας»

Ειρήνη Χλίτσιου

ΒΟΛΟΣ 2024

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATE STUDIES PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

«The Effects of the Climate on Agriculture: The case of Greece»

Eirini Chlitsiou

VOLOS 2024

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, 2024 Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Σακελλαρίου Σταύρος, Εντεταλμένος Διδασκαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**.

Δρίτσας Σοφοκλής, Δρ. Ε.ΔΙ.Π. Βαθμίδα Α΄, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και
Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

Ματσιώρη Στεριανή, Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου
Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Την παρούσα διπλωματική εργασία την αφιερώνω στην Παναγιά μας και στην οικογένειά μου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Σταύρο Σακελλαρίου για την πολύτιμη βοήθειά του και την καθοδήγηση κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, καθώς και τον συν-επιβλέποντα καθηγητή κ. Σοφοκλή Δρίτσα, για τον αμέριστο χρόνο που αφιέρωσε και τη συνεχή υποστήριξη κατά τη διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να εκφράσω και ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, στον σύζυγό μου Αλέξανδρο και στα παιδιά μου Λάμπρο, Στέλιο, Μάχη - Άννα και Σταυρούλα για την υπομονή, την κατανόησή, την συνεχή ενθάρρυνση και συμπαράστασή τους, καθώς και την ηθική υποστήριξη κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος, εκφράζω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη στους γονείς μου Στέλιο και Σταυρούλα για ότι έχω καταφέρει στην ζωή μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
-------------------------	----------

2. Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

2.1. Η έννοια της κλιματικής κρίσης.....	4
2.2. Παράγοντες ενίσχυσης της κλιματικής κρίσης	7
2.3.Κλιματική κρίση και συνέπειες.....	10
2.4. Κλιματική κρίση και Στατιστικά δεδομένα.....	12

3. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1. Ορισμός της Γεωργίας.....	15
3.2. Κατάσταση της γεωργίας και γεωργικός πληθυσμός.....	16
3.3. Οι Στρατηγικές ανάπτυξης της γεωργίας.....	17
3.4. Τομείς της εθνικής στρατηγικής για την κλιματική κρίση.....	19
3.5. Ακραία καιρικά φαινόμενα.....	20

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

4.1. Επίδραση της κλιματικής κρίσης στη γεωργία.....	25
4.2. Οι επιπτώσεις σε παραγωγικό επίπεδο στην οικονομία.....	26
4.3. Οι Κλιματικοί δείκτες στη γεωργία.....	28

4.4. Η Επίδραση της κλιματικής κρίσης σε περιοχές γεωργικές και κτηνοτροφικές.....	34
--	----

4.5 Μελλοντικές προκλήσεις.....	38
---------------------------------	----

5. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

5.1. Ο ρόλος των φυτών στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης.....	41
---	----

5.2. Τρόποι αντιμετώπισης κλιματικής κρίσης μέσω σύγχρονων τεχνολογιών στη γεωργία.....	46
---	----

5.3. Προώθηση καινοτομίας και επιχειρηματικότητας ως μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης στη γεωργία.....	50
---	----

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
--------------------------------------	-----------

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59
-----------------------------	-----------

8. ABSTRACT	64
--------------------------	-----------

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνουμε την θερμοκρασία να αυξάνεται αρκετά, λόγω πολλών φαινομένων, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η κοπή και εκκαθάριση δασικής κάλυψης ή δενδροφυτειών για γεωργική χρήση (αποψίλωση δασών) και τέλος με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Όλες αυτές οι ενέργειες οδήγησαν στην κλιματική κρίση και οι κίνδυνοι που δημιουργούνται δεν αφορούν μόνο την βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, αλλά και τον άνθρωπο.

Ο γεωργικός τομέας είναι ένας βασικός τομέας που συνεισφέρει στην κλιματική κρίση με αρνητικές επιδράσεις. Ο σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει τις επιπτώσεις που δημιουργήθηκαν από τη κλιματική κρίση στη γεωργία και κυρίως όσον αφορά την περίπτωση της Ελλάδας. Το συγκεκριμένο θέμα της εργασίας αυτής στηρίχθηκε σε βιβλιογραφική ανασκόπηση. Βάσει των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, καταλήξαμε ότι η κλιματική κρίση μπορεί να επηρεάσει πολύ σημαντικά τον κλάδο της γεωργίας, επειδή έχει αρνητικές συνέπειες, όπως η εμφάνιση επικίνδυνων καιρικών φαινομένων, οι αυξημένες ασθένειες στα φυτά και στα ζώα και οι ευπαθείς καλλιέργειες.

Τέλος, η γεωργία έχει και λίγες θετικές επιπτώσεις στην κλιματική κρίση, όπως η αυξημένη περίοδος βλάστησης, γι' αυτό και η κλιματική κρίση είναι ένας βασικός πυλώνας των στρατηγικών σχεδίων στον τομέα της γεωργίας, όπου γίνεται προσπάθεια δημιουργίας μιας έξυπνης και βιώσιμης γεωργίας.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική κρίση, γεωργία, επιπτώσεις κλιματικής κρίσης στη γεωργία, Ελλάδα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική κρίση δημιουργεί διάφορα προβλήματα, όπως ξηρασίες, αύξηση των θερμοκρασιών, αλατότητα και πολλά άλλα. Μετά από μελέτες προκύπτει ότι, η εποχή των παγετώνων, ήταν περίπου 4°C πιο ψυχρή από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Περνώντας τα χρόνια το κλίμα του πλανήτη επηρεάστηκε δραματικά από μεγαλύτερες αλλαγές.

Ακόμα παρατηρούμε όλο και πιο πολλές χρονικές περιόδους ζεστότερο ή ψυχρότερο κλίμα και συγκεκριμένα έχουν αυξηθεί αρκετά οι θερμοκρασίες τον τελευταίο αιώνα. Σε αυτές τις αλλαγές έχει συνεισφέρει αρκετά και ο άνθρωπος. Αυτή την κρίση στο κλίμα την προκαλούν ορισμένες αιτίες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων με την οποία παράγεται ενέργεια διοχετεύοντας στην ατμόσφαιρα αέρια και η αποψίλωση των δασών, όπου μετατρέπονται σε γεωργικές εκτάσεις. Η αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας οφείλεται στην αύξηση των εκπομπών αερίων σ' αυτήν. Η εκπομπή αερίων στην ατμόσφαιρα πολλαπλασιάζεται, όσο υπάρχει μεγάλη και αυξανόμενη ζήτηση προϊόντων για ενέργεια. Τα εγκλωβισμένα αέρια παγιδεύουν την θερμότητα στην ατμόσφαιρα και αυτό λέγεται **φαινόμενο του θερμοκηπίου** (Paulsen, M., 2014).

Η γεωργία είναι ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες που συνεισφέρουν στην κλιματική κρίση. Αυτό συμβαίνει λόγω της πληθυσμιακής αύξησης, που συνεπάγεται να μεγαλώνει η ζήτηση όλο και πιο πολλών τροφίμων και προϊόντων, με αποτέλεσμα να καταστρέφονται τα δάση και να δημιουργούνται εκτάσεις καλλιεργήσιμες.

Για παράδειγμα, η άμεση παραγωγή αερίων γίνεται με την καλλιέργεια του ρυζιού και την εκτροφή ζώων. Το 2019 αυξήθηκε η θερμοκρασία του πλανήτη κατά 1,5° C και περιμένουμε να αυξηθεί πιο πολύ, απ' ό τι ήταν η θερμοκρασία στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Τα τελευταία 60 χρόνια η Αρκτική έχει γίνει θερμότερη και ύστερα από μελέτες που έγιναν, μέχρι το 2040 ίσως να μην υπάρχει πάγος. Στην απορρόφηση και στην αποθήκευση του άνθρακα παίζει σημαντικό ρόλο το έδαφος, τα δάση, τα φυτά, οι ωκεανοί και οι υγρότοποι, απορροφώντας το μισό ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), προστατεύοντας από την κλιματική κρίση (European Union, 2020).

Πριν δέκα χρόνια η πανδημία και η οικονομική ύφεση χτύπησε την Ελλάδα, επηρεάζοντας την ανάπτυξη στρατηγικών καταπολέμησης της κλιματικής κρίσης. Μία πρόσφατη περίπτωση είναι ότι, όταν υπήρχαν μεγάλα διαστήματα που η πανδημία Covid-19 ήταν σε έξαρση, αυτό είχε ως αποτέλεσμα η διατροφική ασφάλεια των χωρών να διαταραχθεί αρκετά, επειδή επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό το σύστημα προμήθειας τροφίμων για τους πληθυσμούς ορισμένων χωρών. Γι' αυτό τον λόγο οι στρατηγικές ανάπτυξης βοηθάνε στην παραγωγή τροφίμων, να υπάρχουν τοπικά και να είναι επαρκείς οι ποσότητες τους (Γεωργακόπουλος, Θ., 2021).

Η ύφεση της οικονομίας, δημιουργεί αδυναμία πρόσβασης σε κεφάλαια επενδυτικά και έλλειψη χρηματοδότησης, ώστε να μην είναι τόσο εκσυγχρονισμένος ο πρωτογενής τομέας. Η κλιματική κρίση έχει θέσει νέους κινδύνους για την παραγωγική διαδικασία, γι' αυτό και μεταβάλλεται σημαντικά ο τομέας της γεωργίας. Οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης, συμβάλλουν σημαντικά στην συχνές καταστροφές της γεωργικής παραγωγικής, στην μείωση του εισοδήματος και των υποδομών.

Επίσης, γίνεται προσπάθεια μεταστροφής προς μια πράσινη και έξυπνη γεωργία, που δεν θα συμβάλλει στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και θα έχει μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (Πανελλήνια Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών και Ενώσεων Συνεργασίας Αγροτικών Συνεταιρισμών, 2021). Σύμφωνα με τα παραπάνω, αξίζει να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στην γεωργία και κυρίως στην ελληνική γεωργία, καθώς και τους τρόπους που θα μπορέσουν να μειωθούν οι αρνητικές επιδράσεις της.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αναλύεται ο ορισμός της κλιματικής κρίσης, οι επιπτώσεις της, οι παράγοντες που προκαλούν την κλιματική κρίση και τα στατιστικά στοιχεία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Επίσης αναλύεται η έννοια της γεωργίας, τυπώνεται η υφιστάμενη κατάσταση, αναλύεται η εθνική στρατηγική προσαρμοσμένη στην κλιματική κρίση, όπου καταγράφονται στόχοι στρατηγικής, αναλύονται τομείς που είναι σε προτεραιότητα και η εννοιολογική διατύπωση των ακραίων καιρικών φαινομένων, σχεδιάζοντας έτσι μια στρατηγική για την κλιματική κρίση. Ακόμα σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι, να μελετηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στη γεωργία και συγκεκριμένα στην ελληνική γεωργία. Επίσης, μελετάται στο πως επηρεάζει η κλιματική κρίση τη γεωργία, με έμφαση στην Ελλάδα, οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στην παραγωγή και στην οικονομία, οι κλιματικοί δείκτες και οι προκλήσεις που θα υπάρξουν στο μέλλον.

Τέλος, αναλύει τον ρόλο της φύσης αντιμετωπίζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης, τον ρόλο που έχουν τα φυτά, τους τρόπους που αντιμετωπίζεται η κλιματική κρίση με τις σύγχρονες τεχνολογίες και την προώθηση της επιχειρηματικότητας αλλά και της καινοτομίας.

2.Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

2.1 Η έννοια της κλιματικής κρίσης

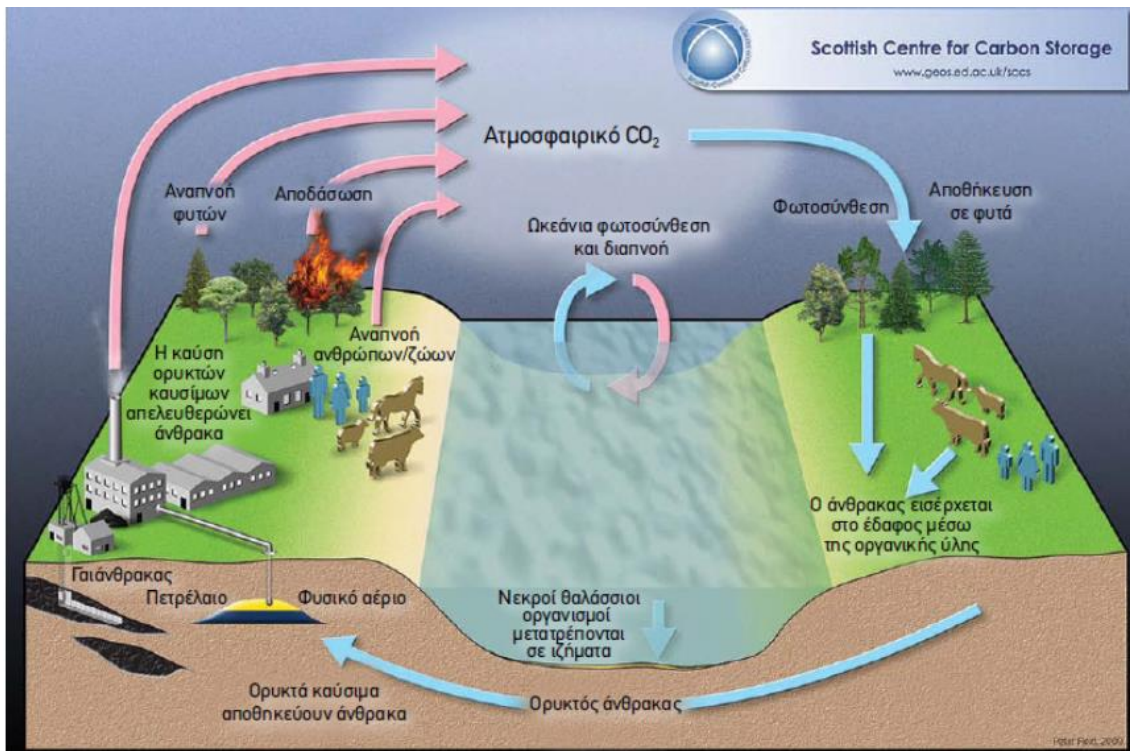
Η κλιματική κρίση συνδέεται με τις αλλαγές του περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας, τις έντονες βροχοπτώσεις και την αυξανόμενη ροή του αέρα. Η τροποποίηση των οικοσυστημάτων έχει ως αποτέλεσμα να εξαφανίζονται τα ζώα και τα φυτά. Ακόμα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλουν στις εκπομπές πολλών αερίων και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα (Demertzis, K., 2019).

Όπως προκύπτει από τη NASA, η κλιματική κρίση δημιουργείται κατά κύριο λόγο από την καύση ορυκτών καυσίμων που προσθέτουν αέρια, τα οποία αποθηκεύουν την θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Τα φαινόμενα αυτά περιλαμβάνουν την υπερθέρμανση του πλανήτη από την αύξηση της θερμοκρασίας, την μετατόπιση ανθοφορίας διαφόρων φυτών, την αυξημένη στάθμη της θάλασσας, την μείωση ποσότητας πάγου που υπάρχει στην Γροιλανδία, την Ανταρκτική και τέλος τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Η διαφορά των εννοιών της κλιματικής κρίσης με την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι σημαντική, διότι η υπερθέρμανση του πλανήτη ασχολείται μόνο με την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω στην γη (Youmatter, 2020).

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη γη, βασίζονται στη συνεχόμενη θερμική ενέργεια που εκπέμπεται από τον ήλιο και διαπερνά την ατμόσφαιρα. Απορροφώντας η ατμόσφαιρα την ακτινοβολία του ήλιου προστατεύει το περιβάλλον και τους ανθρώπους, θερμαίνοντας την επιφάνεια της γης, παρακρατώντας την θερμότητα και βοηθώντας μ' αυτόν τον τρόπο η θερμοκρασία της ημέρας και της νύχτας να εξισορροπηθεί. Η γη θερμαίνει την ατμόσφαιρα με μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα «αέρια του θερμοκηπίου», απορροφάνε σημαντικό μέρος αυτής της ακτινοβολίας, όπως για παράδειγμα το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το μεθάνιο (CH₄), τους υδρατμούς

καθώς και το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), ώστε μ' αυτόν τον τρόπο να εγκλωβιστεί η ενέργεια και να διατηρηθεί η μέση παγκόσμια θερμοκρασία της γης στους 15°C . Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι, η έλλειψη αυτών των αερίων θα μείωνε τη θερμοκρασία της γης στους -18°C , με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα και να τίθεται θέμα επιβίωσης πολλών οργανισμών. Επομένως, τα αέρια αυτά βοηθάνε στην διατήρηση της ζωής των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών. Το πιο σημαντικό αέριο για να διατηρηθεί στα επιθυμητά επίπεδα η θερμοκρασία της γης είναι το διοξείδιο του άνθρακα (Demertzis, 2019).

Η εικόνα 1, παρουσιάζει συνοπτικά τον κύκλο του άνθρακα. Βλέπουμε τον καθοριστικό ρόλο που παίζει το οικοσύστημα στον κύκλο του άνθρακα, εμποδίζοντας τις επιδράσεις που είναι αρνητικές. Η αποδάσωση είναι μια από τις ενέργειες που συμβάλλουν στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα, που υπάρχει στην ατμόσφαιρα (Κωστόπουλος, 2014).



Εικόνα 1 : Απεικόνιση κύκλου του άνθρακα (συνοπτικά), Πηγή: Κωστόπουλος, 2014

Η αυξημένη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα δεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση πρόσληψης άνθρακα από τα φυτά. Ακόμα υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα σε ξηρές περιοχές βοηθούν στα φυτά να χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερα το νερό του εδάφους, αυξάνοντας μ' αυτόν τον τρόπο την βιομάζα της βλάστησης και των εδαφών και παρέχοντας στις ξηρές περιοχές πιο μεγάλες ποσότητες άνθρακα (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015).

Παρατηρείται ότι, ένα από τα πιο σημαντικά αέρια που την θερμοκρασία της γης διατηρεί σε επιθυμητά επίπεδα, είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Ακόμα οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν πιθανότητες να αυξήσουν το ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, προκαλώντας διαταραχές στην ισορροπία μεταξύ ποσότητας εκπομπής και

ποσότητας απορρόφησης. Συμβαίνοντας αυτό, όχι μόνο επηρεάζεται το περιβάλλον αρνητικά, αλλά ενισχύεται η κλιματική κρίση. (Demertzis, 2019).

2.2 Παράγοντες ενίσχυσης της κλιματικής κρίσης

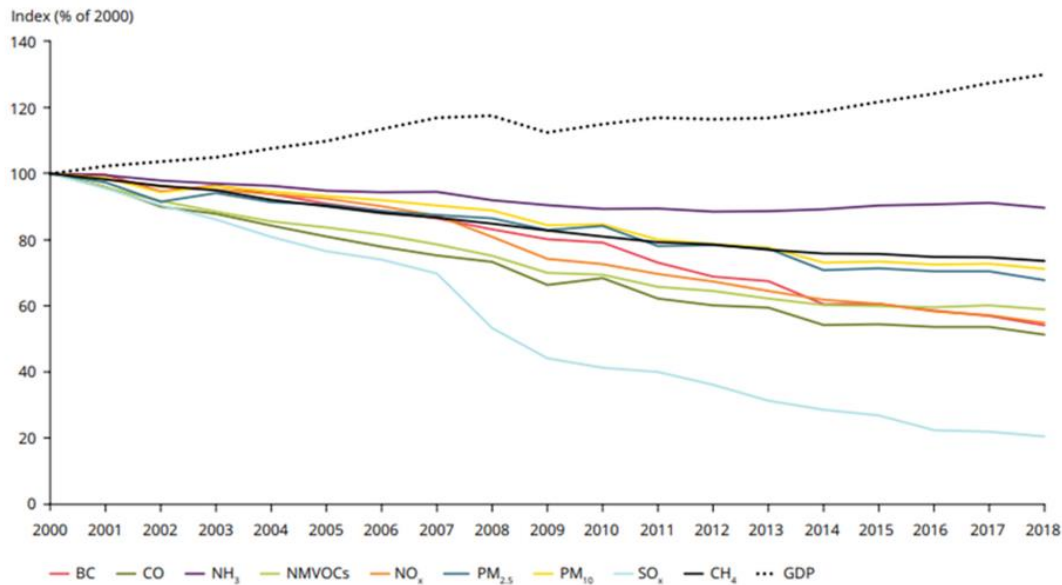
Η κλιματική κρίση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες και από διάφορες κλιματικές συνθήκες για πάρα πολλά χρόνια. Εκτός τους φυσικούς παράγοντες είναι και οι παράγοντες που ευθύνεται ο άνθρωπος για την κλιματική κρίση. Από μελέτες που έχουν γίνει για την κλιματική κρίση η οποία επηρεάζεται από αίτια φυσικά, έχουν αποδειχτεί ότι σε χιλιάδες χρόνια θα αλλάξει η τροχιά της γης γύρω από τον ήλιο και αυτό θα αυξήσει το ποσοστό ακτινοβολίας. Αυτό ονομάζεται φαινόμενο Μιλάνοβιτς το οποίο προκαλεί μια διαφορετική κυκλική φύση (Κωστόπουλος, Β., 2014).

Οι εκρήξεις των ηφαιστείων είναι ένας ακόμα παράγοντας, διασκορπίζοντας ποσότητες αερίων στην ατμόσφαιρα και διοξειδίου του θείου που θα την επιβαρύνουν για πάρα πολλά χρόνια. Από το 1890 ως το 2010 η ηφαιστειακή δραστηριότητα αύξησε την θερμοκρασία κατά 0,1°C. Ακόμα, τα ηφαίστεια φέρουν σωματίδια στην ανώτερη ατμόσφαιρα και εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα. Οι δραστηριότητες του ανθρώπου ετησίως μπορούν να εκπέμψουν 100 φορές παραπάνω από τα ηφαίστεια διοξείδιο του άνθρακα. Η μεγάλη αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και των ορυκτών καυσίμων από τη βιομηχανία, την γρήγορη αποψίλωση των δασών και την γεωργία, δημιουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η θερμοκρασία στη γη αυξάνεται, όσο δεσμεύεται η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της (European Commission, Causes of climate crisis).

Από τις ανθρώπινες ενασχολήσεις απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα πάνω από 30 δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα. Η ποσότητα μεθανίου του 20^{ου} αιώνα έχει διπλασιαστεί σε σχέση με το χρονικό διάστημα που οι βιομηχανίες δεν υπήρχαν ακόμα. Στα τέλη του 20^{ου} αιώνα έχει αυξηθεί το οξείδιο του αζώτου κατά 20% περίπου. Το ηλιακό φως που απορροφάται από την γη φτάνει στο 70% κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα να λιώνουν οι πάγοι της θάλασσας και να ενισχύει την κλιματική κρίση (United States Environmental Protection, 2021).

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι ο κυριότερος παράγοντας που ενισχύει την κλιματική κρίση και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία, συνδυάζοντάς την με την υπερθέρμανση του πλανήτη. Γνωρίζοντας τους φυσικοχημικούς μηχανισμούς απομάκρυνσης των ατμοσφαιρικών ρύπων που έχει η ατμόσφαιρα, οι μετεωρολογικές συνθήκες που είναι «δυσμενείς» μπορούν να μειώσουν την αραίωση των ρύπων, αυξάνοντας τα επεισόδια ρύπανσης και μερικές από αυτές να επιταχύνουν την δημιουργία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Demertzis, 2019).

Παρακάτω, παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι ρύποι που συμμετέχουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση και η εξέλιξή τους, για το χρονικό διάστημα 2000 έως το 2018, με το 2000 να είναι έτος σύγκρισης.



Γράφημα 1 : Εκπομπές αερίων το χρονικό διάστημα 2000-2018 (% επί του έτους 2000) και ΑΕΠ για τις χώρες της ΕΕ-28, Πηγή: European Environment Agency, 2020

Από το γράφημα 1 παρατηρείται ότι, οι ατμοσφαιρικοί ρύποι έχουν τάση μείωσης σε σύγκριση με το έτος 2000. Μ' αυτόν τον τρόπο τα κράτη προσπαθούν να εξασφαλίσουν την περιβαλλοντική προστασία καταρτίζοντας σχέδια, ώστε να αντιμετωπίσουν τη κλιματική κρίση. Ακόμα, παρατηρώντας το παραπάνω γράφημα συμπεραίνουμε ότι, οι επιχειρήσεις σε επίπεδο επιχειρηματικό έχουν δείξει το ενδιαφέρον τους για την πράσινη ανάπτυξη, μιας κι' αυτό μπορεί να επιφέρει κέρδη τόσο στον περιβαλλοντικό τομέα όσο και στον οικονομικό. Η διατύπωση αυτή οφείλεται στο ότι, ενώ η ρύπανση της ατμόσφαιρας αρχίζει να μειώνεται όσο περνάνε τα χρόνια, η πορεία του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π), στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) παραμένει αυξημένη. Η αποψίλωση δασών, έχει αρνητική επίδραση στο περιβάλλον, διότι τα δάση βοηθούν στην απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα και στη ρύθμιση του κλίματος.

Η κοπή των δέντρων έχει ως αποτέλεσμα το περιβάλλον να χάσει τις δράσεις του που είναι ευεργετικές, να εγκλωβιστεί ο άνθρακας στη γη και να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα (European Environment Agency, 2020).

2.3 Κλιματική κρίση και συνέπειες

Η κλιματική κρίση επηρεάζει παγκοσμίως τους ανθρώπους και το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Η χρονική περίοδος από το 2011 ως το 2020 ήταν η πιο ζεστή περίοδος που έχει καταγραφεί σε παγκόσμιο επίπεδο, δημιουργώντας αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, αλλά και στο περιβάλλον. Όπως γνωρίζουμε οι άνθρωποι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το κλίμα και την θερμοκρασία της γης. Η κύρια αιτία με τις σοβαρότερες συνέπειες είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα υπάρχουν αέρια που λειτουργούν όπως το γυαλί, δηλαδή δεν επιτρέπουν την ηλιακή θερμότητα να γυρίσει στο διάστημα, με αποτέλεσμα ο πλανήτης να υπερθερμαίνεται και αυτό να δημιουργεί λιώσιμο των παγετώνων, προκαλώντας αρνητικές συνέπειες στον πλανήτη μας. Το 2020 σε σύγκριση με το έτος 1750, αυξήθηκε στην ατμόσφαιρα το ποσοστό των αερίων κατά 48% (Καραμάνος, Α., & Βουλουδάκης, Δ. (2011).

Στην Κεντρική και στη Νότια Ευρώπη υπάρχουν συχνότερα κύματα καύσωνα, ξηρασίες και πυρκαγιές των δασών. Η Βόρεια Ευρώπη έχει υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και οι αστικές περιοχές είναι εκτεθειμένες σε πλημμύρες και σε κύματα καύσωνα, χωρίς να έχουν πάρει μέτρα προστασίας ώστε να προσαρμοστούν και να προστατευτούν από αυτή την κλιματική κρίση. Περισσότερο βάλλονται οι υποανάπτυκτες χώρες, επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό για την επιβίωσή τους εξαρτάται από το φυσικό περιβάλλον και είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπίσουν ένα κλίμα που

είναι μεταβαλλόμενο. Τα πιο συχνά φαινόμενα που παρατηρούνται στη Μεσόγειο είναι πυρκαγιές και έντονη ξηρασία. (Regato, P., 2010).

Για να αποκατασταθούν οι ζημιές σε υποδομές αλλά και σε περιουσίες των ανθρώπων, απαιτούνται αναγκαία επιτακτικά οικονομικά μέτρα. Ένα σημαντικό παράδειγμα είναι οι πλημύρες που έγιναν το χρονικό διάστημα 1980 ως το 2011 και είχαν ως αποτέλεσμα τις οικονομικές απώλειες 90.000.000 (εκατομμυρίων) ευρώ περίπου και δημιούργησαν σοβαρά προβλήματα σε 5.5.000.000 (εκατομμύρια) ανθρώπους. Ακόμα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό η δασοκομία, η γεωργία και ο τουρισμός (European Commission, 2024). Σε αυτό το πλαίσιο το έδαφος επηρεάζεται σημαντικά από τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης. Όσο η υγρασία του εδάφους μειώνεται, η ποσότητα της σοδειάς μειώνεται και η γη υποβαθμίζεται, γι' αυτό θα πρέπει να γίνει άμεση άρδευση στη γεωργία (Causes of climate crisis).

Όσο μεταβάλλεται η εποχική θερμοκρασία, δημιουργούνται μικρότερες σοδειές και μεταβάλλονται ετησίως οι κύκλοι των ζώων και των φυτών. Αναφέροντας παραδείγματα όπως, η ανοιξιάτικη εποχή να έρθει αρκετά νωρίς και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άνθηση των δέντρων πριν μεταφερθεί η γύρη από τους επικονιαστές και γονιμοποιηθούν τα άνθη (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος , 2019).

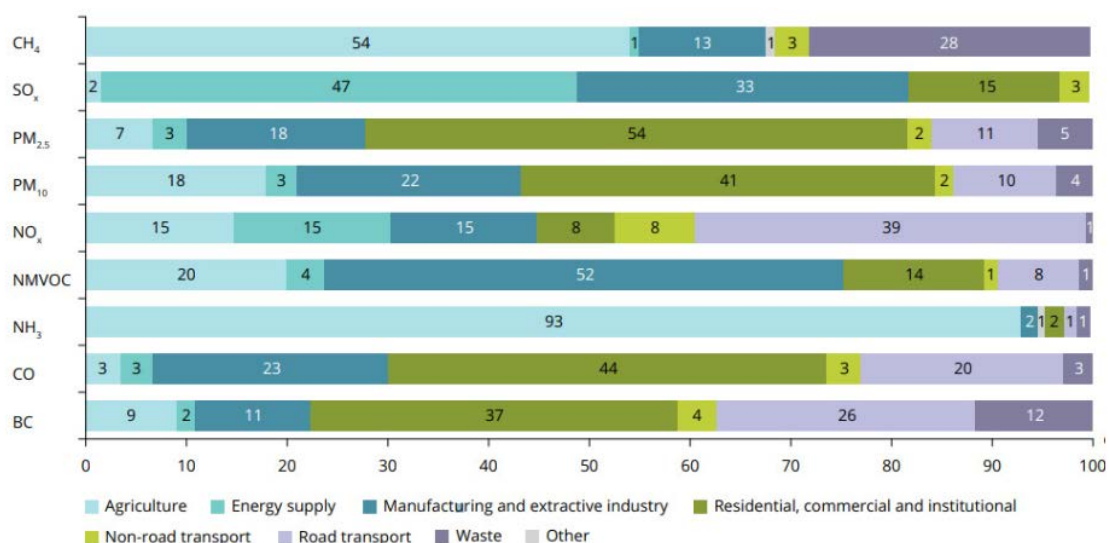
Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει ότι, οι κόκκοι ρυζιού μειώνονται κατά 10% όταν η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 1°C, όταν είναι πάνω από 32° C. Ακόμα, οι έντονες βροχοπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρή διάβρωση του εδάφους. Επίσης, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας μειώνεται η διαθεσιμότητα του νερού λόγω της εξάτμισής του. Σε κάποιες περιοχές μπορεί τα αποθέματα σε νερό να μειωθούν και να επηρεάσουν τον επισιτισμό. Ένα σημαντικό παράδειγμα είναι στην Ινδία, που λόγω των

κλιματικών συνθηκών, των βροχοπτώσεων και των μουσώνων, το ρύζι αναμένεται να έχει μείωση κατά 20%. Από την άλλη πλευρά η αύξηση στάθμης του νερού μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο στην επισιτιστική ασφάλεια, επειδή το νερό της θάλασσας μπορεί να επηρεάσει το γλυκό νερό και να δημιουργήσει συνθήκες λειψυδρίας. Ακόμα, ο ρυθμός εξαφάνισης των ζώων και των φυτών είναι 100 φορές ταχύτερος, που αυτό προκύπτει ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας των ανθρώπων και της κλιματικής κρίσης. Τέλος, ασθένειες που είναι αλληλένδετες δημιουργούνται από τα παράσιτα μαζί με τα ζιζάνια, οι οποίες μπορούν να εξαπλωθούν και να μεταδοθούν στον πληθυσμό με ταχύτατο ρυθμό (Youmatter, 2020).

2.4 Κλιματική κρίση και Στατιστικά δεδομένα

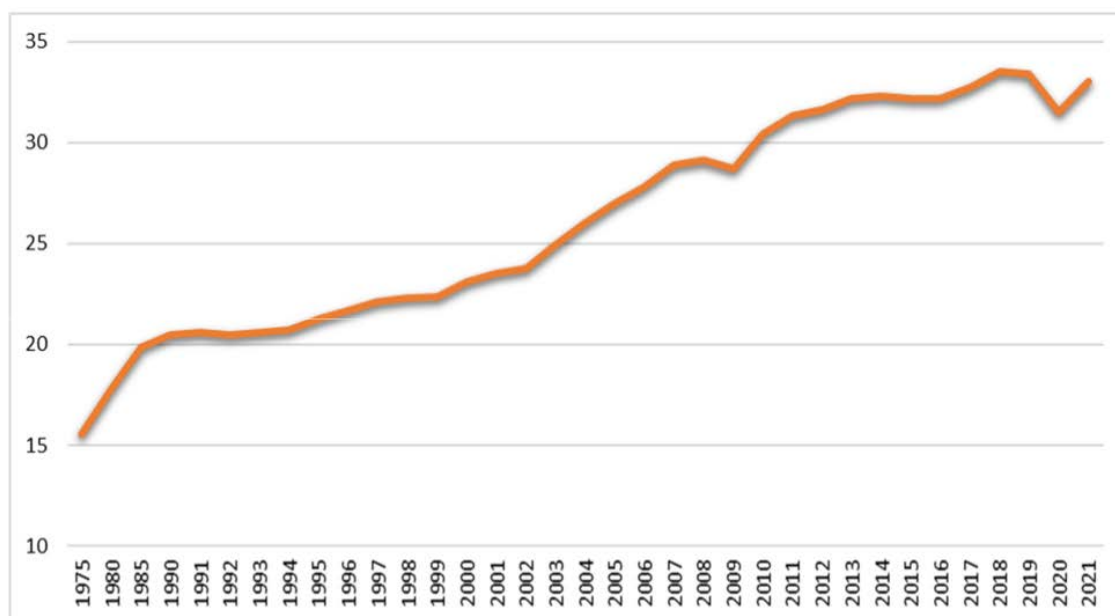
Στην ενότητα αυτή, εμφανίζονται βασικά μεγέθη που συμβάλουν στην κατανόηση και στην εξέλιξη της κλιματικής κρίσης, καθώς και στις επιπτώσεις της στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Στο γράφημα 2, παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων που δημιουργούν την ατμοσφαιρική ρύπανση, το έτος 2018 στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) (28). Για να εμπεδωθεί καλύτερα ο γεωργικός ρόλος στην κλιματική κρίση, η αποτύπωση των 20 εκπομπών πραγματοποιείται ανά τομέα δραστηριότητας (European Environment Agency, 2020)



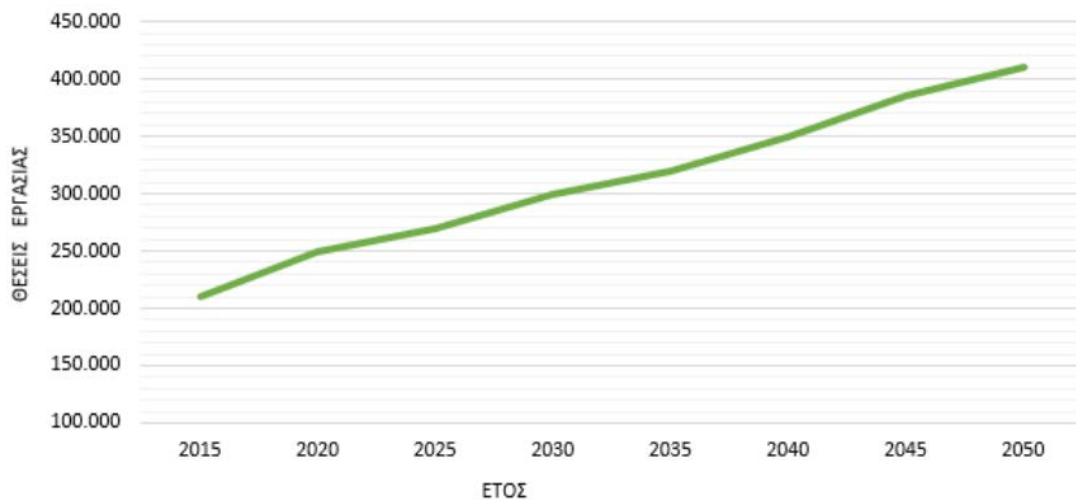
Γράφημα 2: Συμβολή εκπομπών αερίων στις χώρες της ΕΕ-28, ανά τομέα δραστηριότητας για το έτος 2018, Πηγή: European Environment Agency, 2020

Στο γράφημα 3, παρατηρούμε σε παγκόσμιο επίπεδο την εξέλιξη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για το χρονικό διάστημα 1975 ως το 2021. (Πηγή: Statista, 2022)



Γράφημα 3: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που έχουν σχέση με την ενέργεια παγκοσμίως από το 1975 ως το 2021 (σε δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους), Πηγή: Statista, 2020

Στο γράφημα 4, παρουσιάζεται ως συνέπεια της κλιματικής κρίσης, η εξέλιξη της απασχόλησης από το έτος 2015 έως και το έτος 2050, την οποία βλέπουμε ότι σταδιακά αυξάνεται με τα χρόνια και δημιουργούνται καινούργιες θέσεις εργασίας, λόγω της αυξανόμενης παραγωγής.



Γράφημα 4: Η Εξέλιξη της απασχόλησης, συνέπεια της κλιματικής αλλαγής, Πηγή: Syndicat European Trade Union, 2020

3. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1 Ορισμός της Γεωργίας

Ο ορισμός της Γεωργίας τις τελευταίες τέσσερις (4) δεκαετίες έχει αλλάξει. Στην αρχή ο ορισμός μιλούσε για την χλωρίδα και την πανίδα του οικοσυστήματος, για τις καλλιέργειες και την κτηνοτροφία, όμως έχουν δημιουργηθεί κι άλλοι παράγοντες που προσδιορίζουν τον ορισμό της γεωργίας. Όπως οι φυσικοί ανανεώσιμοι πόροι και η βιοποικιλότητα αποτελούν κι αυτοί μέρος της γεωργίας. Για να προσεγγιστεί όσο καλύτερα γίνεται η έννοια της γεωργίας, ο όρος της αναπτύχθηκε με βάση την οποία η «γεωργία», αποτελεί γνώση που εξελίσσεται και συσσωρεύεται και πράξη χειρισμού των φυτών των και ζώων, της χλωρίδας και της πανίδας, τα οποία με πρόσθετες υπηρεσίες μετασυνθετικού χειρισμού τους, καθίσταται διατροφικά προϊόντα ανθρώπων και ζώων, αλλά και δημόσιων περιβαλλοντικών αγαθών, όπου η ζήτησή τους από το κοινωνικό σύνολο είναι αυξημένη. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι, η παραγωγική δραστηριότητα της γεωργίας είναι σύνθετη και έχει κάποια βασικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα εξής (Βακάκης, 2015):

- α. Μπορεί να στηριχθεί στα φυτά που φωτοσυνθέτουν, στο νερό, στο έδαφος, στην τεχνολογία που σχετίζεται με τη γεωργία, στην εργασία, τόσο των ανθρώπων που ασχολούνται με την γεωργία και είναι ενεργοί, αλλά και όσων απασχολούνται με την αγροδιατροφική, αλυσίδα.
- β. Υποστηρίζει τον εποχικό τουρισμό με ανθρώπους, με τρόφιμα και με ένα φυσικό και ελκυστικό περιβάλλον. Προάγει την αειφορία των ανανεώσιμων φυσικών πόρων.
- γ. Επειδή εξαρτάται από την δυναμικότητα της υπαίθρου που είναι παραγωγική, σε συνθήκες μη ελεγχόμενες, παρουσιάζει υψηλό βαθμό κινδύνου κι αβεβαιότητας

Η προστασία της γεωργίας είναι υποχρέωση των φορέων του κράτους, διότι παρέχει στον άνθρωπο μεγάλη διατροφική αξία.

δ. Αποτελεί δείκτη οικολογικής και κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης. Μια ύπαιθρος που είναι αναπτυγμένη, έχει ως βασική προϋπόθεση μιας αναπτυγμένης γεωργίας και το αντίθετο.

Ένας από τους βασικότερους πυλώνες της οικονομίας είναι η ελληνική γεωργία. Σε αυτό συμβάλλουν οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν να είναι ευνοϊκές, συνδυάζοντας την ποικιλότητα του αγροτικού περιβάλλοντος της χώρας, δημιουργώντας προϋποθέσεις για την ανάπτυξη του αγροτικού τομέα. Η ελληνική γεωργία σήμερα μεταβαίνει από τις τεχνικές που είναι παραδοσιακές και άλλες καλλιεργητικές τεχνικές, σε μια γεωργία που είναι ψηφιακή και στοχεύει στην επίτευξη της αειφορίας και στην βελτιωμένη παραγωγή (Πανελλήνια Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών και Ενώσεων Συνεργασίας Αγροτικών Συνεταιρισμών, 2021).

3.2 Κατάσταση της γεωργίας και γεωργικός πληθυσμός

Ο πληθυσμός της γεωργίας περιέχει άτομα όπου το εισόδημά τους και η απασχόλησή τους προέρχονται από γεωργικές ασχολίες (Βακάκης, 2015). Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αυτοαπασχολούμενων στην ελληνική γεωργία, όπου αυτό αποδεικνύει τη σπουδαιότητα της υλοποίησης στρατηγικών για να αναπτυχθεί ο γεωργικός τομέας, που μέσα από την ανάπτυξη αυτή παρέχονται στις κοινωνίες σημαντικά οφέλη. Η εφαρμογή νέων προτύπων γεωργικής πολιτικής συμμετέχει στη διατήρηση της ποιότητας του εδάφους, στην προστασία της βιοποικιλότητας, στην μείωση εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, στη βιωσιμότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων κ.τ.λ. (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2019).

Παρατηρώντας τα τελευταία στοιχεία που είναι δημοσιοποιημένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), προκύπτει το συμπέρασμα ότι αυξάνεται ο αριθμός των νέων που έχουν τις γεωργικές καλλιέργειες σαν δεύτερη απασχόληση (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2018; Ιωαννίδης & Οξούζη, 2015), παρά τη σημαντική συμβολή της γεωργίας στην ανάπτυξη της κοινωνίας.

Επειδή η γεωργία αντιμετωπίζει με καλές πρακτικές τις επιπτώσεις του περιβάλλοντος από την κλιματική κρίση, θα πρέπει να μην γίνει μείωση του αριθμού του εργατικού δυναμικού και ταυτοχρόνως θα πρέπει να εφαρμοστούν καινοτόμες τεχνολογίες και δράσεις φιλικές προς το περιβάλλον. Τις τελευταίες δεκαετίες η κατάσταση που επικρατεί στη γεωργία συνδέεται με την εισροή σημαντικών οικονομικών πόρων, που βελτίωσαν την ευημερία του γεωργικού πληθυσμού, αλλά δεν βελτίωσαν τα γεωργικά προϊόντα. Επίσης, η απουσία δεξιοτήτων και γνώσεων του γεωργικού πληθυσμού, σε σχέση με τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς, κατέληξαν στη μειωμένη ανταγωνιστικότητα των ελληνικών προϊόντων της γεωργίας και επομένως στην πτωτική πορεία του γεωργικού τομέα (Βακάκης, 2015).

3.3 Οι Στρατηγικές ανάπτυξης της γεωργίας

Σημαντικό ρόλο στις στρατηγικές ανάπτυξης της γεωργίας, παίζει η εφαρμογή καινοτόμων δράσεων ώστε να αντιμετωπιστεί η κλιματική κρίση και να αξιοποιηθεί η τεχνολογία. Οι στρατηγικές αυτές στηρίζονται στις τρέχουσες εξελίξεις. Η νέα ευρωπαϊκή πολιτική της πράσινης γεωργίας με χαμηλό ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, προσανατολίζεται χρησιμοποιώντας τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ώστε να δημιουργηθεί μια «έξυπνη» γεωργία. Από την μια πλευρά, η κλιματική κρίση αλλάζει τον τρόπο άσκησης των γεωργικών δραστηριοτήτων και από την άλλη

πλευρά, η κλιματική κρίση δημιουργεί ακόμα πιο πολλές και σοβαρές καταστροφές στην παραγωγή και στις υποδομές, που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση στο εισόδημα του γεωργικού πληθυσμού. Αυτό οφείλεται στην χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, όπου το περιβάλλον υποβαθμίζεται και η βιοποικιλότητα κινδυνεύει. Βασικός πυλώνας των στρατηγικών σχεδίων της γεωργίας είναι η κλιματική κρίση για τα επόμενα δέκα χρόνια. Σχετικά με την γεωργική ανάπτυξη, μπορούμε να αναφέρουμε ότι στα αποτελέσματα της περιόδου 2020-2040 περιλαμβάνονται τα εξής (Κουρέτας & Κίττας, 2016):

- Συνολική χρήση χημικών φυτοφαρμάκων, μειωμένης κατά 50% και για τα φυτοφάρμακα που είναι επικίνδυνα η μείωση θα γίνεται ως το 2030.
- Μειωμένη χρήση λιπασμάτων τουλάχιστον 20%.
- Βελτιωμένη ποιότητα νερού.
- Μετά την πρώτη δεκαετία, μειωμένη απώλεια θρεπτικών συστατικών των γεωργικών προϊόντων τουλάχιστον 50%.
- Αύξηση γης για βιοποικιλότητα.
- Πρόσβαση στο διαδίκτυο αγροτικών περιοχών με την ολοκλήρωση γρήγορης ευρυζωνικής σύνδεσης.
- Ευφυή συστήματα (drones, IoT, αισθητήρες, κ.α.)

Το χρονικό διάστημα από το 2014 ως το 2020, η κλιματική κρίση ήταν ένας από τους κύριους στόχους της αγροτικής πολιτικής.

Το χρονικό διάστημα 2014-2020, οι γεωργικοί στόχοι μέσα από την εφαρμογή των σχεδίων ήταν οι παρακάτω (Κουρέτας & Κίττας, 2016):

- Μείωση χημικών εισροών στη φυτοπροστασία.
- Μείωση των ρύπων που εκπέμπονται.

- Βελτίωση στο μικρόκλιμα και εξοικονόμηση της ενέργειας.
- Περιβαλλοντική προστασία και βελτιωμένη ποιότητα του αέρα.
- Βελτίωση ποσοτική και ποιοτική παραγόμενων αγαθών, μέσα από την παραγωγή «πράσινων» προϊόντων και την αποτελεσματικότερη διαχείριση του εξοπλισμού.
- Στην παραγωγική διαδικασία, η ενσωμάτωση τεχνολογιών της πληροφορικής.
- Βελτίωση στην ποιότητα ζωής του αγροτικού και του γεωργικού πληθυσμού, αποκέντρωση και αύξηση των αριθμών θέσεων εργασίας.

3.4. Τομείς της εθνικής στρατηγικής για την κλιματική κρίση

Οι τομείς που έχει η εθνική στρατηγική και έχουν σχέση με τη κλιματική κρίση είναι οι εξής (European Commission, Causes of climate crisis):

- ♣ Η κτηνοτροφία και η γεωργία
- ♣ Το οικοσύστημα και η βιοποικιλότητα
- ♣ Δασοπονία
- ♣ Υδάτινοι πόροι
- ♣ Οι υδατοκαλλιέργειες
- ♣ Αλιεία
- ♣ Τουρισμός
- ♣ Υποδομές και μεταφορές
- ♣ Δομημένο περιβάλλον
- ♣ Παράκτιες ζώνες
- ♣ Ασφαλιστικός τομέας
- ♣ Πολιτιστική κληρονομιά

♣ Εξορυκτική βιομηχανία

♣ Υγεία

♣ Ενέργεια

Η αγροτική παραγωγή επηρεάζεται σημαντικά από την κλιματική κρίση, διότι η ποσότητα, το είδος και η ποιότητα των γεωργικών προϊόντων εξαρτώνται από το κλίμα. Οι μεταβλητές του κλίματος που μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την παραγωγή καλλιεργειών είναι, η θερμοκρασία του αέρα, το ποσοστό συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), η ένταση των ακραίων φαινομένων, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και η διάρκεια έκθεσης σ' αυτήν.

3.5. Ακραία καιρικά φαινόμενα

Σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδος, η μεταβολή συχνότητας και έντασης ακραίων καιρικών φαινομένων, θεωρείται μία από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στην Ελλάδα, όμως επειδή οι κοινωνίες και τα οικοσυστήματα είναι εκτεθειμένα σε περιβαλλοντικούς κινδύνους, αυτό δημιουργεί αρνητικές επιπτώσεις. Από την μια πλευρά προβλέπεται ότι οι υψηλές θερμοκρασίες θα είναι συχνότερες, με μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και ένταση, ενώ από την άλλη θα υπάρχουν φαινόμενα ψύχους με λιγότερη ένταση, αλλά θα εμφανίζονται περιστασιακά έντονες ψυχρές περίοδοι. Η ξηρασία το καλοκαίρι θα αυξηθεί ακόμα πιο πολύ, δημιουργώντας επιμήκυνση περιόδων ξηρασίας και πιέσεις σε περιοχές με υδάτινα αποθέματα και ήδη αυξημένη ευπάθεια. Στα επόμενα 70 χρόνια, θα γίνουν πιο συχνές οι υψηλής έντασης βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα οι ξαφνικές πλημμύρες να είναι συχνότερες στις αστικές περιοχές, λόγω της μεγάλης έντασης των τοπικών βροχοπτώσεων. Οι αλλαγές σε αυτά τα ακραία καιρικά φαινόμενα αναμένεται να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τους τομείς της γεωργίας, της

αλιείας, της βιοποικιλότητας, της ανθρώπινη υγείας, της ενέργειας και των οικοσυστημάτων. Ένα σημαντικό μέρος της εθνικής στρατηγικής, που αφορά τα ακραία φαινόμενα είναι η προσαρμογή στην κλιματική κρίση. Ένα σημαντικό βήμα για να επιτευχθεί η προσαρμογή αυτή είναι η δημιουργία μιας βασικής βάσης δεδομένων κλίματος, καθώς και η οργάνωση και ανάπτυξη του κλίματος σε ένα ενιαίο σύστημα παρατήρησης. Επομένως, έχει δημιουργηθεί από αρχές του 20^{ου} αιώνα μέχρι και σήμερα μια άριστη πηγή τεκμηριωμένων χρονοσειρών των κλιματικών μεταβλητών, που συμμετέχουν στη συνεχόμενη επικαιροποίηση δεδομένων, σχεδιάζοντας πρακτικές σύμφωνα με τις ανάγκες που υπάρχουν πραγματικά (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016).

Παρακάτω παρατηρούμε στον πίνακα 1, τις δράσεις που αποτυπώνονται για την στρατηγική ανάπτυξη της γεωργίας και κτηνοτροφίας, της βιοποικιλότητας και οικοσυστήματος και τέλος ενός περιβάλλοντος δομημένου και προσαρμοσμένο στην κλιματική κρίση (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016).

Πίνακας 1: Δράσεις της Εθνικής στρατηγικής για την κλιματική κρίση, στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, της βιοποικιλότητας, του οικοσυστήματος και του δομημένου περιβάλλοντος, Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016

Τομέας	Δράση
Γεωργία και κτηνοτροφία	Πρόσκτηση καινοτόμου γνώσης και διάδοσή της στους εκπαιδευτές και στους τελικούς αποδέκτες του αγροτικού χώρου
	Προώθηση του σχεδιασμού των Περιφερειών με βάση τα επίπεδα τρωτότητας και τα νέα δεδομένα
	Θεσμοθέτηση ή βελτίωση υφισταμένων συστημάτων καταγραφής (monitoring) κρίσιμων παραμέτρων, με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος
	Αειφόρος διαχείριση φυσικών πόρων
	Αλλαγές στο βιολογικό υλικό και στις καλλιεργητικές τεχνικές
	Διαχείριση κινδύνων από καταστροφές λόγω κλιματικής αλλαγής
Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Βελτίωση της γνώσης για τη βιοποικιλότητα της Ελλάδας και της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής σε αυτή και στις οικοσυστημικές υπηρεσίες
	Ενίσχυση προσαρμογής στοιχείων της βιοποικιλότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
	Ενίσχυση οικοσυστημικών λειτουργιών
	Ρυθμίσεις χρήσεων γης
	Εκπαίδευση, ενημέρωση, ευαισθητοποίηση, κατάρτιση, ανάδειξη και προώθηση εναλλακτικών μορφών τουρισμού

Τομέας	Δράση
Γεωργία και κτηνοτροφία	Πρόσκτηση καινοτόμου γνώσης και διάδοσή της στους εκπαιδευτές και στους τελικούς αποδέκτες του αγροτικού χώρου
	Προώθηση του σχεδιασμού των Περιφερειών με βάση τα επίπεδα τρωτότητας και τα νέα δεδομένα
	Θεσμοθέτηση ή βελτίωση υφισταμένων συστημάτων καταγραφής (monitoring) κρίσιμων παραμέτρων, με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος
	Αειφόρος διαχείριση φυσικών πόρων
	Αλλαγές στο βιολογικό υλικό και στις καλλιεργητικές τεχνικές
	Διαχείριση κινδύνων από καταστροφές λόγω κλιματικής αλλαγής
Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Βελτίωση της γνώσης για τη βιοποικιλότητα της Ελλάδας και της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής σε αυτή και στις οικοσυστημικές υπηρεσίες
	Ενίσχυση προσαρμογής στοιχείων της βιοποικιλότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
	Ενίσχυση οικοσυστημικών λειτουργιών
	Ρυθμίσεις χρήσεων γης
	Εκπαίδευση, ενημέρωση, ευαισθητοποίηση, κατάρτιση, ανάδειξη και προώθηση εναλλακτικών μορφών τουρισμού

	Ενσωμάτωση της κλιματικής αλλαγής στα αναπτυξιακά σχέδια και στα εργαλεία παρακολούθησης της βιοποικιλότητας
Δομημένο περιβάλλον	Προσαρμογή του αστικού σχεδιασμού στην κλιματική αλλαγή και βελτίωση του θερμικού περιβάλλοντος στις πόλεις με την αλλαγή του μικροκλίματος του δομημένου περιβάλλοντος
	Μείωση των θερμικών και ενεργειακών αναγκών των κτηρίων προς την κατεύθυνση του μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

4.1. Επίδραση της κλιματικής κρίσης στη γεωργία

Στην κλιματική κρίση έχει συντελέσει και η παρέμβαση του ανθρώπου στη φύση. Η συνεχόμενη αποδάσωση, η χρησιμοποίηση λιπασμάτων, η καύση ορυκτών καυσίμων και η διάθεση απορριμμάτων, είναι κάποιοι βασικοί παράγοντες που συμμετέχουν στην αυξημένη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτά όλα εμφανίζουν ορατά αποτελέσματα και βοηθάνε στην δημιουργία της κλιματικής κρίσης. Πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας τείνουν να εξαφανιστούν και πάνω από 30% των οικοσυστημάτων του πλανήτη κινδυνεύει, σύμφωνα με την έρευνα του WWF (2009).

Από εκτιμήσεις που έχουν γίνει, είναι πολύ σημαντικές και αμετάκλητες οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στον πλανήτη. Στις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης περιλαμβάνονται, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις και αυτές που βρίσκονται σε ένα περιβάλλον φυσικό. Σύμφωνα με έρευνα που έχει γίνει προκύπτουν εκτιμήσεις που πιστεύουν ότι στα αποθέματα νερού η κλιματική κρίση θα έχει αισθητό αντίκτυπο, καθώς μέχρι 3.000.000 (εκατομμύρια) άνθρωποι δεν θα μπορούν να βρουν νερό και το πρόβλημα στη γεωργία θα είναι πολύ μεγάλο, που μπορεί να φτάσει μέχρι στα πρόθυρα λιμοκτονίας έως 120.000.000 (εκατομμυρίων) ανθρώπων. Ακόμα, στην παγκόσμια οικονομία, αν δεν ληφθούν μέτρα άμεσα θα γίνει υπερθέρμανση του πλανήτη μας, που το κόστος μπορεί να αγγίξει το 20% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Σύμφωνα με έρευνα συμπεραίνουμε ότι, περίπου 250.000.000 (εκατομμύρια) ανθρώπων λόγω της κλιματικής κρίσης θα αναγκαστούν να μεταναστεύσουν (WWF Ελλάς, 2009).

Επίσης, ο πιο ευάλωτος τομέας στις διακυμάνσεις του κλίματος είναι ο τομέας της γεωργίας. Επίσης επισημαίνεται ότι, η κλιματική κρίση συμμετέχει στην ενίσχυση των

φυσικών καταστροφών, στην αύξηση της ξηρασίας, καθώς και στην αυξημένη θερμοκρασία που επικρατεί σε στεριά και θάλασσα, στη δημιουργία κινδύνων από ακτές που διαβρώνονται και τέλος στην ταχύτερη ανάπτυξη των καλλιεργειών . Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η καλλιεργητική περίοδος χαρακτηρίζεται από μικρούς βιολογικούς κύκλους, επηρεάζοντας την ποσότητα και την ποιότητα των ειδών καλλιέργειας, καθώς και στην διατάραξη του διατροφικού κλάδου της προσφοράς και της ζήτησης (Δαλέζιος, 2015).

Επίσης, η κλιματική κρίση εκτός από αρνητικές επιδράσεις μπορεί να έχει και θετικές επιδράσεις στον γεωργικό τομέα, όπως για παράδειγμα: α) σε κάποιες καλλιέργειες επιμηκύνεται η βλαστική περίοδος, β) ανάπτυξη νέων καλλιεργειών (π.χ. η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την καλλιέργεια του βαμβακιού) και γ) μείωση κινδύνου στις καλλιέργειες από παγετό (Δαλέζιος, 2015; Καρτάλης, 2017).

4.2. Οι επιπτώσεις σε παραγωγικό επίπεδο στην οικονομία

Ο γεωργικός τομέας σε εθνικό επίπεδο και σε ευρωπαϊκό, επηρεάζεται αρνητικά από τη κλιματική κρίση. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι μεταβολές στη θερμοκρασία καθώς και οι βροχοπτώσεις έχουν άμεσο αντίκτυπο στην παραγωγικότητα και στην απόδοση των καλλιεργειών. Αυτό είναι ένα φυσικό επακόλουθο που προκύπτει, λόγω της ανεπαρκούς ποσότητας νερού για να καλυφθούν οι καλλιέργειες, της μεταβολής των πρακτικών ποτίσματος, τις αυξημένες ανάγκες των φυτών σε νερό, καθώς και τη διαφορά συνθηκών αποθήκευσης και μεταφοράς. Σε χαμηλότερες γεωργικές αποδόσεις μπορούν να οδηγήσουν τα ακραία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα, όπως οι περίοδοι καύσωνα, οι έντονες βροχοπτώσεις, η λειψυδρία και πολλά άλλα. Το γεωργικό εισόδημα επηρεάζεται σε εθνικό, και σε ευρωπαϊκό επίπεδο από τις αλυσιδωτές επιπτώσεις της

κλιματικής κρίσης και οι οποίες με την σειρά τους επηρεάζουν την τιμή, την ποιότητα, την ποσότητα των προϊόντων και τις ροές του εμπορίου (Πανελλήνια Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών και Ενώσεων Συνεργασίας Αγροτικών Συνεταιρισμών, 2021).

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι στην αξιολόγηση επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης στον τομέα της γεωργίας, είναι οι εκροές που αποτυπώνονται στα γεωργικά προϊόντα, μέσα από τη σύγκριση, βασιζόμενες σε κάποιο έτος. Ένα παράδειγμα είναι, όταν η παραγωγική ποσότητα ενός προϊόντος όπως το βαμβάκι, εξαιτίας των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης έχει μειωθεί κατά 20 %, τότε στο εισόδημα του παραγωγού θα υπάρξει και η ανάλογη μείωση. Αυτή η μείωση αντικατοπτρίζει το κόστος, για μη λήψη μέτρων απέναντι στην κλιματική κρίση κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιβαρύνει με κόστος τον παραγωγό. Ένα άλλο παράδειγμα πριν την κλιματική κρίση, είναι η χρησιμοποίηση λιπασμάτων για να αυξηθεί η καλλιεργητική απόδοση. Σ' αυτήν την περίπτωση, υπάρχει ένα υψηλό κόστος παραγωγής που ονομάζεται κόστος προσαρμογής της κλιματικής κρίσης (Καραμάνος, Σκούρτσος, Βουδουλάκης, Κοντογιάννη, & Μαχλέρας, 2011).

Η κλιματική κρίση δεν επιδρά μόνο αρνητικά στη γεωργία και στο περιβάλλον, αλλά στο εισόδημα, την απασχόληση και την εν γένει ευημερία του γεωργικού και αστικού πληθυσμού (Σκούρτσος, Μαχλέρας, & Κοντογιάννη, 2011).

4.3. Οι Κλιματικοί δείκτες στη γεωργία

Η υγρασία, οι βροχοπτώσεις, οι μεταβολές της θερμοκρασίας και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την γεωργία και τη κτηνοτροφία. Ακόμα έχουν διαμορφωθεί δείκτες, για να μελετηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στη γεωργία και τη κτηνοτροφία, που μέσα από αυτούς μπορούν να

καταγραφούν οι πιο σημαντικοί παράγοντες που την επηρεάζουν. Οι δείκτες αυτοί εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2: Κλιματικές παράμετροι καταγραφής των μέσω και ακραίων κλιματικών φαινομένων

Μέσες κλιματικές συνθήκες	
Θερμοκρασία	°C
Βροχόπτωση	mm/ημέρα
Εδαφική υγρασία	Kg/m ²
Βαθμοημέρες ανάπτυξης	Βαθμοημέρες
Διάρκεια βλαστικής περιόδου	Ημέρες
Ακραίες κλιματικές συνθήκες	
Ημέρες παγετού και ολικού παγετού	Ημέρες ανά έτος
Ημέρες ψυχρών επεισοδίων	Ημέρες ανά έτος
Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία > 37 °C	Ημέρες ανά έτος
Συνεχόμενες ημέρες βροχόπτωσης	Ημέρες ανά έτος
Ημέρες με βροχόπτωση > 20mm	Ημέρες ανά έτος
Δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης	-
Δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης-εξατμισοδιαπνοής	-
Πηγή: Καρτάλης, 2021	

Για να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στη γεωργία, καταγράφηκαν κάποια κλιματικά σενάρια, ώστε να διατυπωθεί πως θα είναι ο κόσμος μελλοντικά, σχετικά με το κλίμα που θα επικρατεί (Καραμάνος & Βουλουδάκης, 2011).

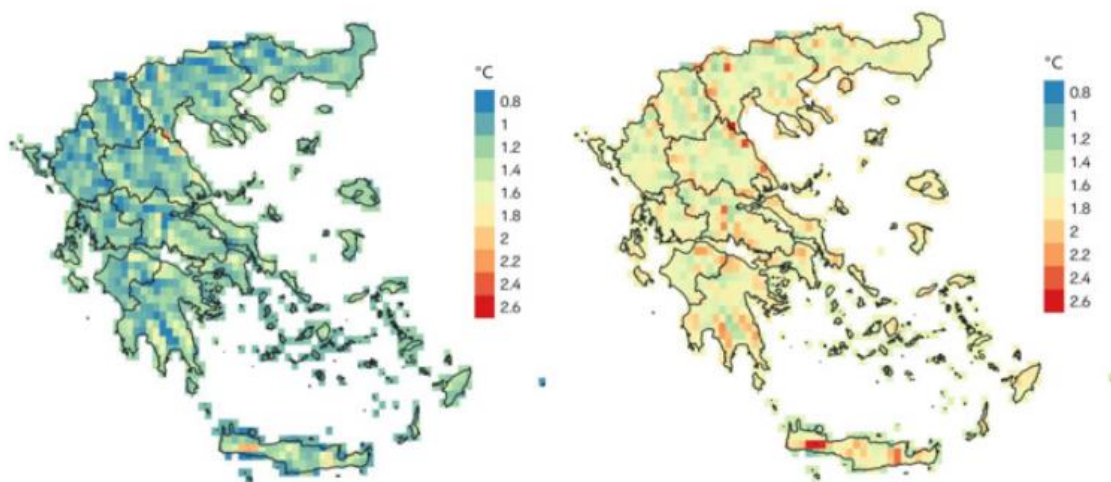
Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται η ομάδα RCP (Representative Concentration Pathways), με τα κλιματικά της σενάρια που δίνουν πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων και κλιματικών μηχανισμών, αλλά και για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, που οφείλονται σε δραστηριότητες του ανθρώπου. Αυτά τα σενάρια δεν περιέχουν μεταβολές που οφείλονται σε μηχανισμούς φυσικούς, όπως για παράδειγμα οι φυσικές εκπομπές και η ηλιακή και ηφαιστειακή δραστηριότητα (Καρτάλης, 2021).

Οι προβλέψεις των κλιματικών σεναρίων είναι προβλέψεις μέχρι το 2100 και μπορούν να χωριστούν σε 4 (τέσσερα) σενάρια, που είναι τα παρακάτω (Σοφιάδης Ι., 2017):

- ✓ RCP 2.6, είναι ένα σενάριο πολύ ευνοϊκό που η υπόθεσή του είναι, να πραγματοποιηθούν μέχρι το 2040 οι μέγιστες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, και μετά να μειωθούν σημαντικά.
- ✓ RCP 4.5 και RCP 6, είναι σενάρια μετριοπαθή που η υπόθεσή τους είναι, μέχρι το 2040 να αυξάνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στη συνέχεια να υπάρχει αργή μείωση, όπου μετά το 2100 να σταθεροποιηθούν.
- ✓ RCP 8.5, είναι ένα σενάριο ακραίο, όπου μέχρι το 2100 να αυξάνονται συνεχόμενα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο αριθμός των κλιματικών σεναρίων προέρχεται από τον κλιματικό εξαναγκασμό (radiating forcing) που ισχύει για το 2100. (Κιτσάρα, 2020; Σοφιάδης, 2017).

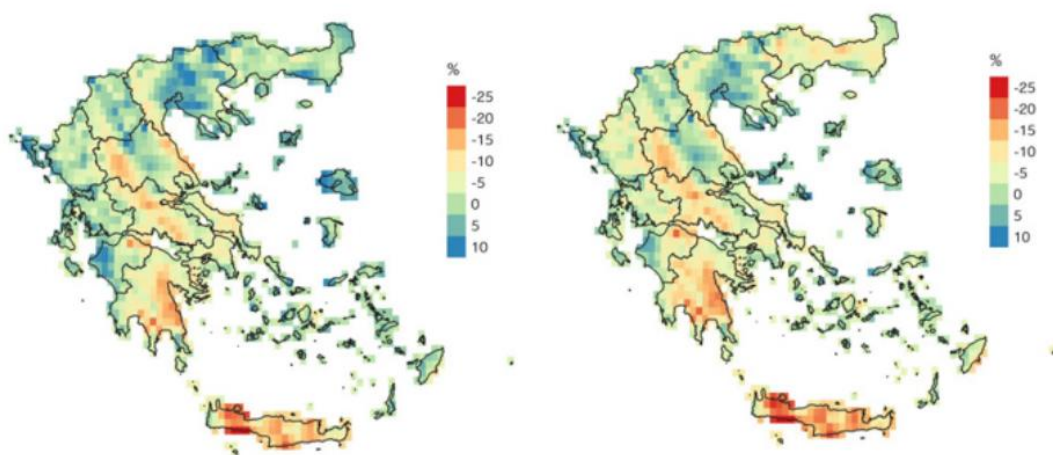
Παρακάτω, παρατηρούμε σύμφωνα με τις προβλέψεις των σεναρίων, τους κλιματικούς δείκτες που επικρατούν στις μέσες κλιματικές συνθήκες. Αναφορικά είναι η χρονική περίοδος από το 1971 ως το 2000. Η θερμοκρασία του αέρα είναι το σημαντικότερο στοιχείο για να καθοριστεί το κλίμα μιας περιοχής, ενώ παίζει σημαντικό ρόλο επιλογής του είδους που είναι κατάλληλο για την αγροτική καλλιέργεια. Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η κατανομή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για τις χρονικές περιόδους 2026 ως το 2045 και 2046 ως το 2065 και στην οποία βλέπουμε να αυξάνεται η μέση ετήσια θερμοκρασία στο σύνολο της χώρας (Καρτάλης, 2021).



Εικόνα 2: Μεταβολή μέσης ετήσιας θερμοκρασίας περιόδου 2026-2045 (αριστερά) και 2045-2065 (δεξιά) σε σχέση με την περίοδο 1971-2000, σύμφωνα με το σενάριο RCP 4.5, Πηγή: Καρτάλης, 2021

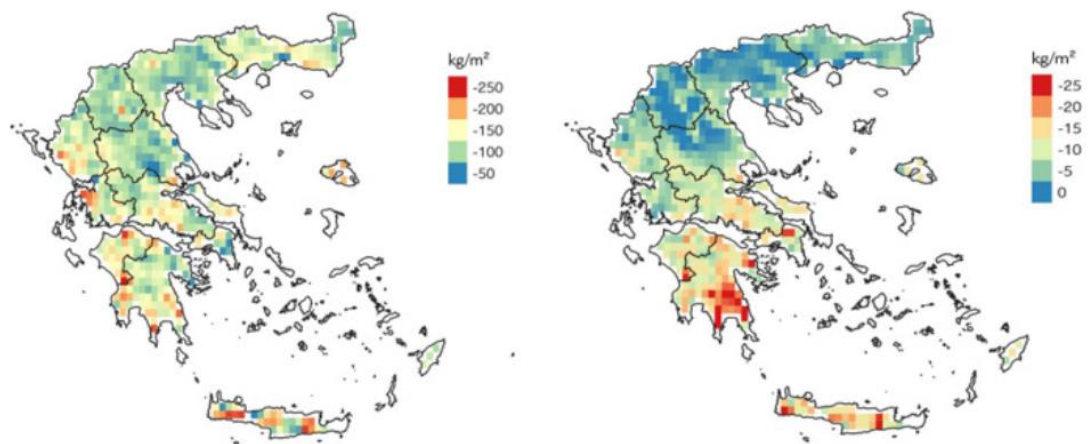
Αξίζει να σημειωθεί ότι, η αυξανόμενη θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά τη συγκομιδή της καλλιέργειας ανάλογα με το είδος της. Επομένως καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται και η περίοδος βλάστησης (Malmgren & Nystrom, 2022). Στην κτηνοτροφία, η αυξανόμενη

θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα την μείωση ανθεκτικότητας των ζώων εκτροφής και την μειωμένη παραγωγή. Στην εικόνα 3 βλέπουμε την εξέλιξη της ετήσιας βροχόπτωσης για τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, στο κλιματικό σενάριο RCP 4.5. Προκύπτει ότι, στη δεύτερη χρονική περίοδο μειώνεται το επίπεδο βροχοπτώσεων σε κάποιες περιοχές (Μακεδονία, Στερεά Ελλάδα, Δυτική Ελλάδα, Νοτιοανατολική Πελοπόννησο), λόγω της αύξησης συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου (Καρτάλης, 2021).



Εικόνα 3: Ποσοστιαία μεταβολή ετήσιας βροχόπτωσης τις χρονικές περιόδους 2026-2045 (αριστερά) και 2046-2065 (δεξιά) σε σχέση με την περίοδο 1971-2000, σύμφωνα με το σενάριο RCP 4.5, Πηγή: Καρτάλης, 2021

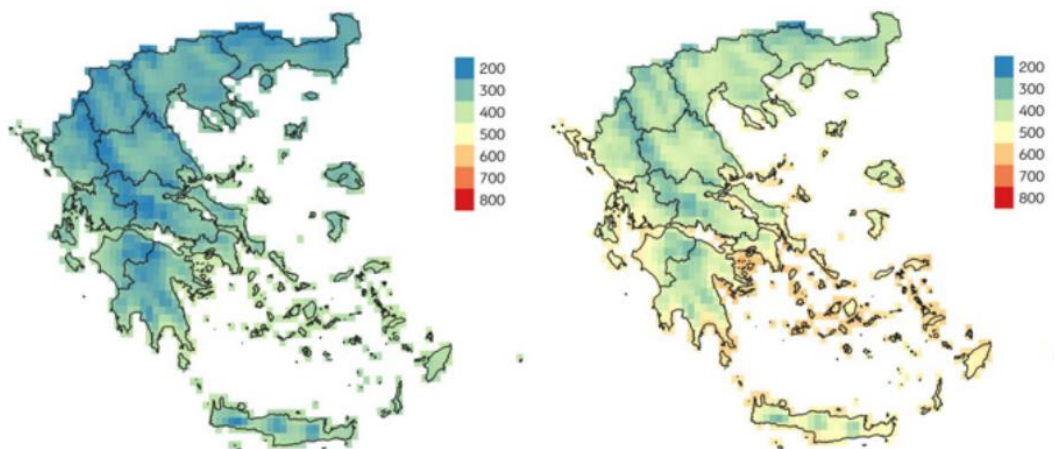
Η υγρασία του εδάφους, επειδή επηρεάζει την απόδοση των καλλιεργειών, θεωρείται η πιο κρίσιμη παράμετρος για τη γεωργική παραγωγή. Στην εικόνα 4 βλέπουμε την κατανομή της υγρασίας του εδάφους στην Ελλάδα, για τις δύο συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, σύμφωνα με το σενάριο RCP 8.5. Συμπεραίνουμε ότι, η εδαφική υγρασία έχει τιμές μέγιστες σε περιοχές που τα επίπεδα βροχοπτώσεως είναι υψηλά, όπως για παράδειγμα η Δυτική Ελλάδα και μείωση τιμών μεταξύ των δύο χρονικών περιόδων κυρίως στη Νότια και Δυτική Ελλάδα, με βάση το συγκεκριμένο σενάριο (Καρτάλης, 2021).



Εικόνα 4: Διαφορά στη μέση εδαφική υγρασία την περίοδο 2026-2045 σε σχέση με την περίοδο 1971-2000 (αριστερά) και την περίοδο 2046-2065 σε σχέση με την περίοδο 2026-2045 (δεξιά), σύμφωνα με το σενάριο RCP 8.5, Πηγή: Καρτάλης, 2021

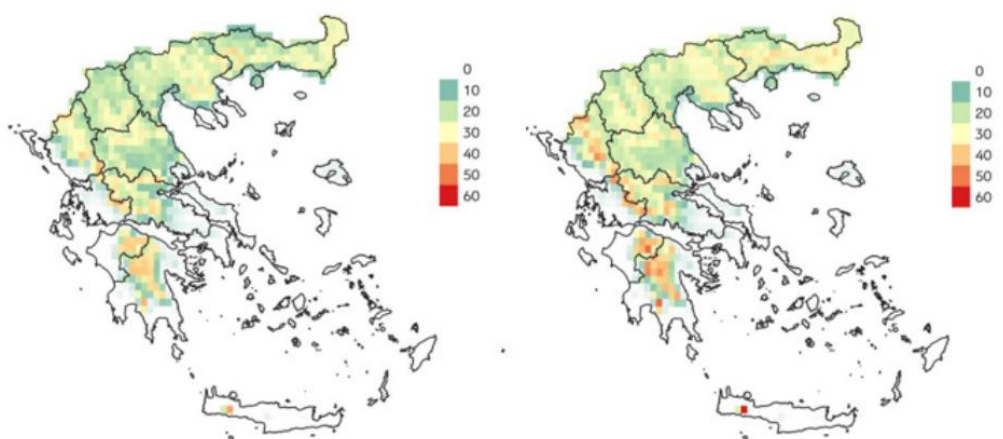
Επιπλέον, για να διαπιστωθεί η καταλληλότητα των περιοχών ώστε να παραχθούν καλλιέργειες που είναι συγκεκριμένες, δημιουργούνται βαθμομέρες ανάπτυξης που έχουν έναν γεωργικό δείκτη, ο οποίος χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη των καλλιεργειών και για να διερευνηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας (Καρτάλης, 2021)

Στην εικόνα 5, παρατηρείται ότι σύμφωνα με το κλιματικό σενάριο RCP 4.5, οι βαθμομέρες ανάπτυξης αυξάνονται και αυτό δημιουργεί ένα κλίμα ευνοϊκό για καλλιέργειες στην Ελλάδα και με καλλιεργητικές περιόδους μεγαλύτερες.



Εικόνα 5: Μεταβολή βαθμοημερών ανάπτυξης τις περιόδους 2026-2045 (αριστερά) και 2046-2065 (δεξιά) σε σχέση με την περίοδο 1971-2000, σύμφωνα με το σενάριο RCP 4.5, Πηγή: Καρτάλης, 2021, Πηγή: Καρτάλης, 2021

Ακόμα, το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ανάπτυξη των καλλιεργειών αποτυπώνεται κατά την διάρκεια βλαστικής περιόδου.



Εικόνα 6: Μεταβολή της βλαστικής περιόδου (σε ημέρες) για τις περιόδους 2026-2045 (αριστερά) και 2046-2065 (δεξιά) σε σχέση με την περίοδο 1971-2000, σύμφωνα με το σενάριο RCP 4.5, Πηγή: Καρτάλης, 2021

Σύμφωνα με το παραπάνω σενάριο προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται η περίοδος βλάστησης, τόσο οι συνθήκες για την καλλιέργεια στην Ελλάδα θα είναι ευνοϊκότερες και πιθανότατα οι καλλιεργήσιμες περιοχές θα αυξηθούν. (Καρτάλης, 2021).

4.4. Η Επίδραση της κλιματικής κρίσης σε περιοχές γεωργικές και κτηνοτροφικές

Οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης είναι αρνητικές και θετικές τόσο στην γεωργία όσο και στην κτηνοτροφία, με το να υπερισχύουν περισσότερο οι αρνητικές. Όπως προαναφέρθηκε, το ποσοστό μείωσης βροχοπτώσεων, το ποσοστό αύξησης της αέριας θερμοκρασίας και το ποσοστό μείωσης της υγρασίας του εδάφους, είναι τα πιο ακραία

καιρικά φαινόμενα που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις καλλιέργειες (Γεωργακόπουλος, 2021).

Οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στις γεωργικές καλλιέργειες είναι οι εξής (Hawkins, Sharrock, & Havens, 2008):

- Η απόδοση της καλλιέργειας επηρεάζεται από την αύξηση της θερμοκρασία, εξαιτίας της αρνητικής επίπτωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).
- Με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνονται οι ασθένειες σε φυτά και ζώα και παρουσιάζεται έξαρση των παρασίτων.
- Οι ζώνες καλλιέργειας που είναι βέλτιστες μετατοπίζονται.
- Οι καλλιέργειες γίνονται πιο ευαίσθητες σε πλημμύρες.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι, οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στην γεωργία, διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Ακόμα, στις περιοχές της Λάρισας, της Κορινθίας, της Ηλίας και της Κρήτης οι καλλιέργειες και η κτηνοτροφία επηρεάζονται περισσότερο από άλλες περιοχές, σύμφωνα με έρευνα του Γεωργακόπουλου (2021).

Σε περιοχές που είναι πιο βόρειες, η αυξανόμενη θερμοκρασία θα αυξήσει την περίοδο βλάστησης κι αυτό θα βελτιώσει τις αποδόσεις, ώστε να καλλιεργηθούν είδη που μέχρι σήμερα δεν μπορούσαν να καλλιεργηθούν. Στις νότιες περιοχές, που μέσα σ' αυτές είναι και η Ελλάδα, η αύξηση του καύσωνα σε μέρες, και η μείωση των βροχοπτώσεων, έχει ως αποτέλεσμα να μειωθούν οι καλλιέργειες και να αυξηθούν οι ανάγκες για νερό. Σε αυτές τις περιοχές, οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης είναι δυσμενείς, διότι θα μειωθούν οι αποδόσεις, θα υπάρχει διάβρωση του εδάφους λόγω των έντονων καιρικών φαινομένων και τέλος ερημοποίηση των περιοχών από την έλλειψη φυσικών πόρων και μείωση της γονιμότητας των χωραφιών (Γέμτος, 2022).

Ακόμα, τα έντονα καιρικά φαινόμενα θα προκαλέσουν αύξηση στις τιμές των αγαθών και θα επηρεάσουν αρνητικά τα εμπορικά ισοζύγια των κρατών, καθώς και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο. Επίσης οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης είναι πολύ σημαντικές και στη χλωρίδα.

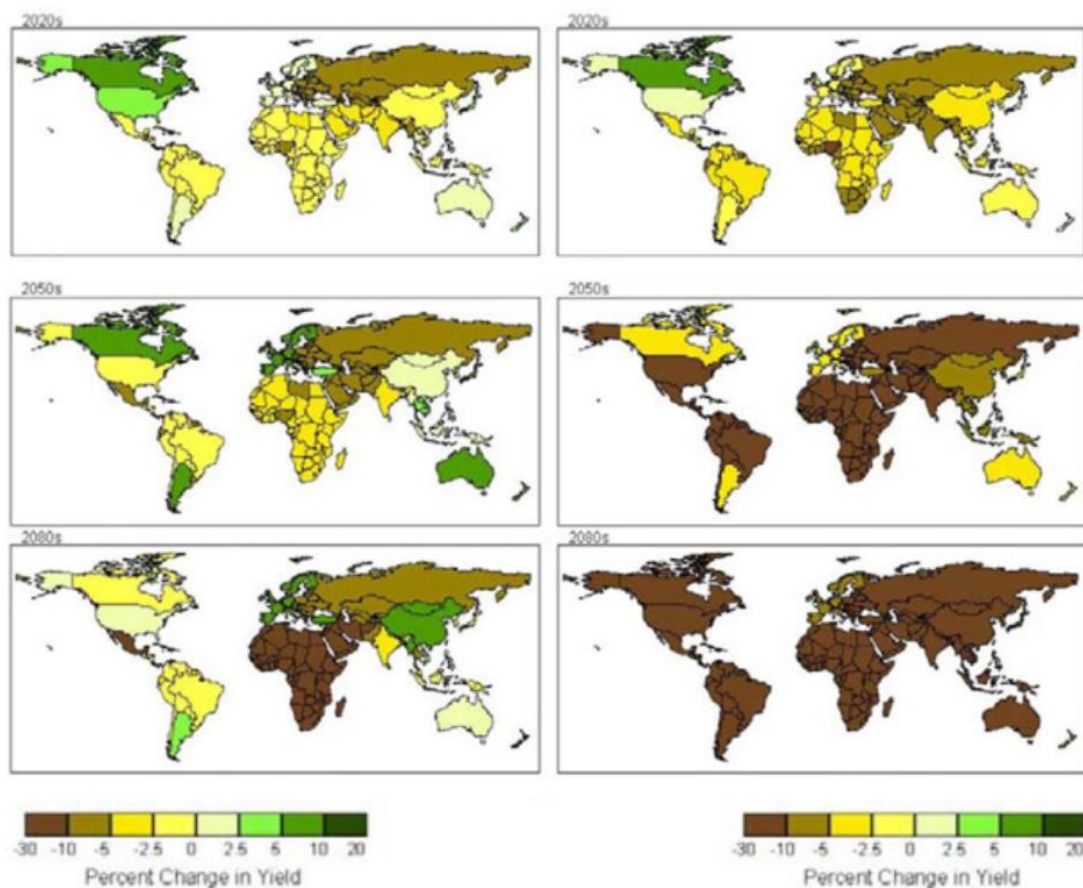
Μερικές σημαντικές αρνητικές επιδράσεις της κλιματικής κρίσης που επηρεάζουν τα φυτά είναι οι παρακάτω (Hawkins, Sharrock, & Hanens, 2008). :

- ❖ Όταν στα φυτά μειώνεται η δυναμικότητα της φωτοσύνθεσης, ενώ ανταποκρίνονται στις ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που είναι υψηλές, αυτό οδηγεί στη μη σωστή ανάπτυξή τους, λόγω της συσσώρευσης υδατανθράκων στους ιστούς των φυτών.
- ❖ Μακροπρόθεσμα δημιουργείται μειωμένη ικανότητα φωτοσύνθεσης, εξαιτίας του διοξειδίου του άνθρακα, που έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη σε θρεπτική αξία των καλλιεργούμενων προϊόντων.
- ❖ Η διαπνοή είναι μειωμένη.
- ❖ Η στοματική πυκνότητα των φυτών είναι μειωμένη και αυξάνεται το πάχος και η επιφάνεια των φύλλων.
- ❖ Ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών επιταχύνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας. Επομένως, όσο οι θερμοκρασίες αυξάνονται αρκετά δημιουργείται ένα επίπεδο βέλτιστο και μετά συνήθως ακολουθείται μια απότομη πτώση, με βλάβη στον φυτικό ιστό, διακόπτεται η ανάπτυξη του φυτού και τέλος καταλήγει στο θάνατο του.
- ❖ Σημαντικές ζημιές στα φυτά μπορεί να προκαλέσει και ο απρόβλεπτος καιρός. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στα φυτά που βρίσκονται στις Άλπεις, το χιόνι επηρεάζει θετικά τα φυτά αυτά, διότι τα

βοηθάει να προστατευτούν κατά την χειμερινή διάρκεια, κρατώντας σταθερή την θερμοκρασία τους.

- ❖ Με την αυξημένη θερμοκρασία μετακινούνται παθογόνοι οργανισμοί μεταξύ των περιοχών κι αυτό προκαλεί να μεταναστεύσουν σε διάφορες περιοχές οι ασθένειες των φυτών, δημιουργώντας σοβαρούς κινδύνους εχθρών και ασθενειών στα φυτά που δεν υπήρχαν νωρίτερα. (Pourkheirandish, et al.,2020).

Παρακάτω βλέπουμε ένα κλιματικό σενάριο που εκτιμάται για το αν το κλίμα θα είναι πιο ψυχρό ή θερμότερο όλων, σύμφωνα με το ποσοστό αύξησης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Περιγράφεται στο σενάριο A1F1, που το κλίμα είναι πιο θερμό και έχει υψηλότερη (810 ppm) αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα, ενώ υπάρχει πρόβλεψη ότι για το 2080 θα υπάρξει σημαντική μείωση στην απόδοση των καλλιεργειών κατά 30%, ιδιαίτερα στην Αφρική και την Ασία. Στην εικόνα 7, βλέπουμε την εξέλιξη των αποδόσεων (Καραμάνος & Βουλουδάκης, 2011).



Εικόνα 7: Πιθανή μεταβολή αποδόσεων καλλιεργειών σε σχέση με το 1990, (αριστερά) και χωρίς επίδραση (δεξιά) του διοξειδίου του άνθρακα, Πηγή: Καραμάνος & Βουλουδάκης, 2011

4.5 Μελλοντικές προκλήσεις

Για να αντιμετωπιστεί μελλοντικά η κλιματική κρίση θα πρέπει να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων. Η προστασία από την κλιματική κρίση παρέχεται από τους υδροτόπους, τους ωκεανούς, τα εδάφη και τα δάση, διαδραματίζοντας έναν κρίσιμο ρόλο στην απορρόφηση και στην αποθήκευση του άνθρακα. Οι προκλήσεις για την κλιματική κρίση στηρίζονται σε τρεις (3) πυλώνες. Στην αρχή, πρέπει απαραίτητα να υπάρχει ανθρώπινη συνεργασία με τη φύση. Διάφορες δράσεις που βοηθάνε στην βελτίωση μικροκλίματος, όπως η αύξηση του πρασίνου στις πόλεις, χρησιμοποιώντας κατάλληλες γεωργικές πρακτικές, η ικανότητα του εδάφους να κατακρατεί νερό και η

μείωση της ξηρασίας. Επομένως, στις προκλήσεις για το μέλλον είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, για να μετριαστεί η κλιματική κρίση μέσα από την αποκατάσταση και την προστασία ενός υποβαθμισμένου οικοσυστήματος. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009)

Ο δεύτερος πυλώνας είναι τα οφέλη που αποκομίζει ο άνθρωπος από το οικοσύστημα. Μπορούμε να αναφερθούμε στην περίπτωση που ενώ στον πλανήτη μας ζουν πολλά χερσαία είδη, τα μισά από αυτά ζουν στα τροπικά δάση και καλύπτουν μόνο το 6% της επιφάνειας της γης. Ο ρυθμός εξαφάνισης των τροπικών δασών είναι 13 εκατομμυρίων εκταρίων το χρόνο. Επομένως, τα δάση που αποψιλώνονται εκλύουν άνθρακα σε ποσότητα 0,8-2,2 Gt περίπου μέσα σε έναν χρόνο, δηλαδή περίπου στο 20% παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η καταστροφή και η απώλεια των οικοσυστημάτων μειώνει την ικανότητά τους για δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα. Τα οικοσυστήματα μπορεί να έχουν αντιδράσεις απρόβλεπτες και να χάσουν την προσαρμοστικότητά τους κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι δεξαμενές αποθήκευσης του άνθρακα να μετατρέπονται σε πηγές άνθρακα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).

Ο τρίτος πυλώνας αφορά την καταπολέμηση της κλιματικής κρίσης, προστατεύοντας τη φύση. Τα απειλούμενα είδη προς εξαφάνιση που προστατεύονται, αρκετές φορές ταυτίζονται με την προστασία της βιοποικιλότητας κι έτσι ο κρίσιμος ρόλος που έχει η φύση για την καταπολέμηση της κλιματικής κρίσης, να μην λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, ώστε να καταπολεμηθεί. Η δυνατότητα αντίστασης των υγείων οικοσυστημάτων στα ακραία καιρικά φαινόμενα αποτυπώνεται από την άμεση ανάκαμψή τους. Οι στόχοι για την ανάσχεση της κλιματικής κρίσης, εάν δεν επιτευχθούν τότε θα υπάρξει σοβαρός αντίκτυπος στα οικοσυστήματα και στην βιοποικιλότητα. Θα πρέπει η κλιματική κρίση να αντιμετωπιστεί σύμφωνα με το πλαίσιο της ευρύτερης πρόκλησης, που αφορά την

ικανότητα διατήρησης των παγκόσμιων οικοσυστημάτων, συνεχίζοντας την λειτουργία τους ως δεξαμενές αποθήκευσης αερίων του θερμοκηπίου (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).

Επίσης αξίζει να αναφερθεί όσον αφορά τον γεωργικό τομέα, ότι καθώς εξελίσσεται η επιστήμη, οι γνώσεις για το σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-φύσης, αυξάνονται συνεχόμενα κι αυτό επηρεάζει την γεωργική παραγωγή. Τα τελευταία χρόνια εξελίσσεται ραγδαία ο τομέας της αγροκλιματολογίας, δημιουργώντας περισσότερα αξιόπιστα πρότυπα για την ανάπτυξη καλλιεργειών, (AquaCrop, νέα πειράματα FACE-Free Air CO₂ Enrichment), προσφέροντας περισσότερες γνώσεις και δημιουργώντας αξιόπιστες προβλέψεις στο μέλλον σχετικά με αποδόσεις των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. (Καραμάνος, Σκούρτος, Βουδουλάκης, Κοντογιάννη, & Μαχλέρας, 2011).

5. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

5.1. Ο ρόλος των φυτών στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης

Η επίδραση της κλιματικής κρίσης στα φυτά είναι αρνητική. Μετά από μελέτες, προέκυψε ότι, τα σπάνια και ευάλωτα φυτά στην κλιματική κρίση αποτελούν το 37% των φυτών παγκοσμίως. Τα είδη των φυτών που σπανίζουν, τα συναντάμε στον πλανήτη σε πέντε περιοχές τουλάχιστον κι επειδή είναι σε αριθμό 435.000, παίρνονται διάφορα μέτρα για να προστατευτεί το περιβάλλον από τη κλιματική κρίση (Δρακόπουλος, 2019). Ακόμα, για να αντιμετωπιστεί η κλιματική κρίση ο ρόλος που έχουν τα φυτά είναι πολύ σημαντικός. Ένα από τα πιο κύρια οικοσυστήματα της Ευρώπης που έχει μεγάλο ποσοστό βιοποικιλότητας σε ζώα και σε φυτά, είναι η Ελλάδα. Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι πλούσια, και καλύπτει περίπου το $\frac{1}{4}$ (ένα τέταρτο) της συνολικής έκτασης της χώρας. Ακόμα είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, θετική επίπτωση στην προστασία του περιβάλλοντος έχουν τα φυσικά οικοσυστήματα και κυρίως τα δάση, διότι αμβλύνουν τις επιπτώσεις που προέρχονται από τη κλιματική κρίση.

Αυτό επιτυγχάνεται από (Regato, 2010):

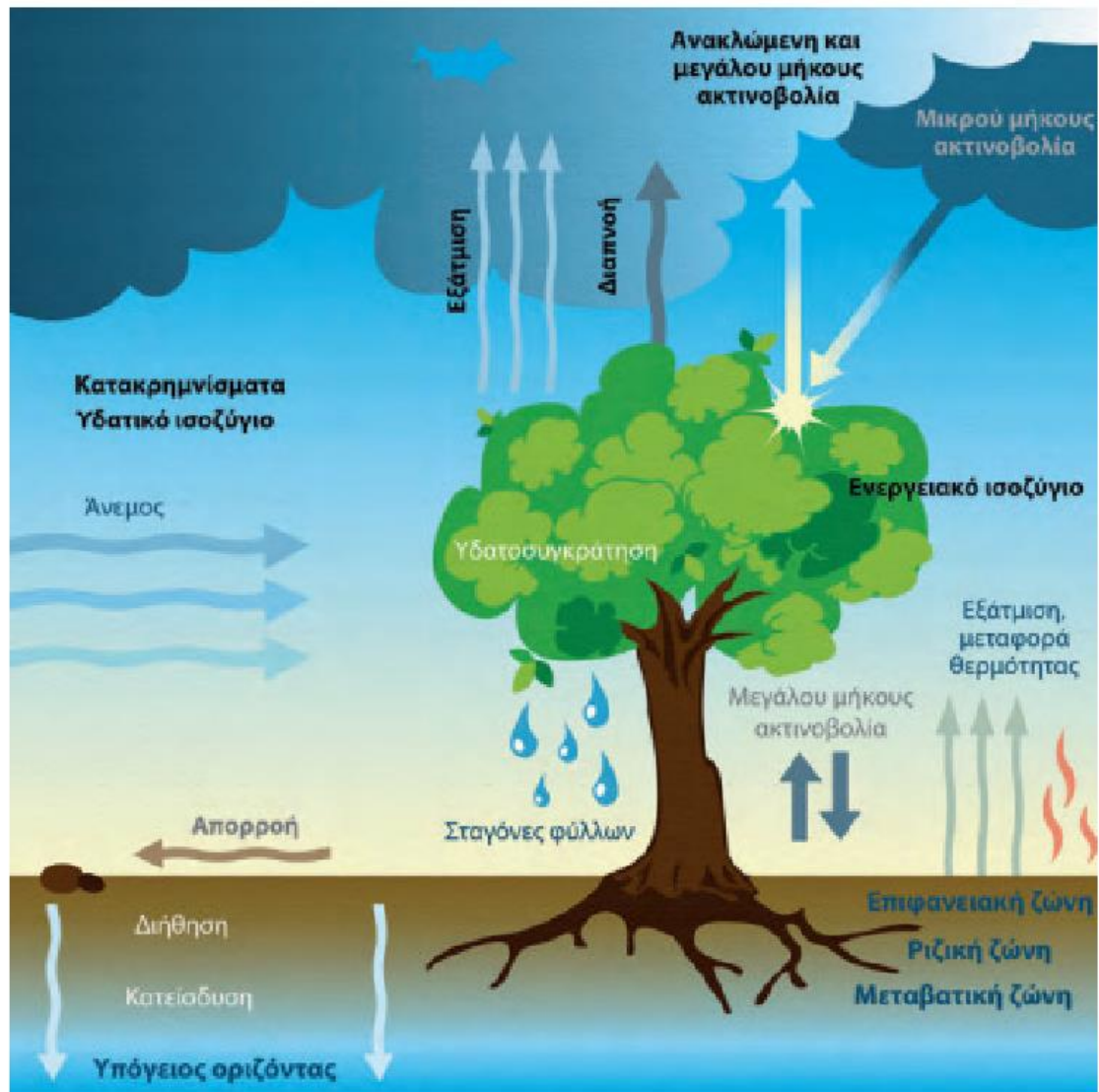
1. Τη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα, που δεσμεύεται και μετατρέπεται σε βιομάζα. Τα δάση αποθηκεύουν με τη φωτοσύνθεση ετησίως μεγάλο ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, και καθώς απελευθερώνεται οξυγόνο, μειώνονται τα αέρια του θερμοκηπίου. Επίσης, περισσότερα φυτά ανταποκρίνονται στα υψηλά ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα, επειδή αυξάνεται η φωτοσύνθεση. Στη διαμόρφωση του κλίματος του πλανήτη τώρα και στο μέλλον, βασικός ρόλος είναι ο καθορισμός των φυτών όταν είναι σε θέση και αν είναι σε θέση να αποθηκεύσουν το μεγαλύτερο ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, κι' αυτό

συμβαίνει με τους παράγοντες που αλληλοεπιδρούν τόσο στο κλίμα όσο και στο περιβάλλον (Haggerty & Mazer, 2008; Hawkins, Sharrock, & Havens, 2008).

2. Το φαινόμενο της διαπνοής, στο οποίο εξατμίζεται το νερό από τα φυτά. Επίσης, προϋποθέτει να μετακινηθεί το νερό μέσα από το φυτό και να πάει στις επιφάνειες που είναι εξατμιζόμενες, όπου το νερό των φυτών απορροφάται από το έδαφος, με την βοήθεια των ριζών και μέσω του αγγειακού συστήματος πηγαίνει στους πόρους των φύλλων (στόματα) όπου διαπνέεται (Δαλέζιος, 2015). Τέλος, αποτελεί δείκτη μέτρησης του κλίματος και αποκαλείται εξατμισοδιαπνοή, κατά την οποία εξατμίζεται το νερό από τις υγρές επιφάνειες των φυτών (Κωστόπουλος, 2014).
3. Τη μειωμένη επίδραση των ακραίων καιρικών φαινομένων. Ένα πρώτο εμπόδιο που μετριάξει την ορμή του νερού (π.χ. καταιγίδες), είναι οι κόμες των δέντρων και η βλάστηση γενικά, ενώ ένα μέρος ποσότητας νερού που πέφτει απορροφάται από το ριζικό σύστημα. Ακόμα, η απορρόφηση νερού από τις ρίζες επιδρά θετικά στη διήθηση των κατακρημνισμάτων, διότι διασωληνώνει το έδαφος και το πορώδες του εδάφους αυξάνεται.

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι, η βελτίωση ποιότητας του νερού και ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα προέρχεται από το δάσος, ενώ παράλληλα τα φύλλα των δέντρων απορροφάνε τις υπεριώδεις ακτινοβολίες και απελευθερώνουν μεγάλο μήκος ακτινοβολίας στο έδαφος, ώστε να λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο μείωσης της θερμοκρασίας. Τέλος, τα αιωρούμενα μικροσωματίδια τα οποία ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα συγκρατούνται από τα φύλλα (Regato, 2010).

Στην εικόνα 8, βλέπουμε σε σχηματικά τη συμβολή φυτών – δασών στην αντιμετώπιση των έντονων καιρικών φαινομένων.



Εικόνα 8: Συμβολή των δασών στη μειωμένη επίδραση έντονων καιρικών φαινομένων, Πηγή: Regato, 2010

Παραπάνω αναφερθήκαμε ότι, καλλιεργώντας τα φυτά, το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και τα φυτά το απορροφάνε για την φωτοσύνθεση (Cho, 2011).

Η αποκατάσταση των εδαφών που είναι υποβαθμισμένα (μέσω της φύτευσης), θα μπορούσε να συμβάλλει στην απομάκρυνση ποσότητας άνθρακα που μπορεί να φτάσει μέχρι 63 δισεκατομμύρια τόνους, αντισταθμίζοντας ένα μικρό ποσοστό των παγκόσμιων

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που είναι πολύ σημαντικό. Ακόμα, τα εδάφη που είναι υγιή με την βοήθεια των φυτών κρατάνε στο εσωτερικό τους τον άνθρακα, ενώ σε πολλές περιοχές τα φυτά συμμετέχουν ως μηχανισμοί πρόληψης (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2019).

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, απελευθερώνονται αέρια από τα φυτά, δημιουργώντας σύννεφα και μειώνοντας τη θερμοκρασία μέσω της διαπνοής. Αυτό γίνεται γιατί μειώνεται το ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης. Το συγκεκριμένο φαινόμενο σύμφωνα με τους επιστήμονες, μετριάξει την αυξανόμενη θερμοκρασία ως έναν βαθμό, στις περιοχές που δεν επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα από ανθρωπογενή αιωρούμενα σωματίδια. Σύμφωνα με τον Paasonen et al. (2013), πραγματοποιήθηκε ανάλυση δεδομένων σχετικά με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την απελευθέρωση σωματιδίων, σε τοποθεσίες που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως απομονωμένες περιοχές, περιοχές που έχουν καθαρό αέρα, υψηλά ποσοστά ρύπανσης, μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και άλλα. Παράλληλα, καταγράφηκαν συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και αερίων που εκπέμπουν τα φυτά και πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις. Τα ευρήματα που προέκυψαν από τη μελέτη αυτή είναι ότι, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνονται και τα αέρια που εκλύονται από τα φυτά. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι, με την αυξανόμενη παραγωγή απελευθέρωσης κολλωδών συστατικών από τα ίδια τα φυτά τα οποία ενώνονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας μεγάλα σωματίδια, ώστε να συμπυκνώνουν νερό πάνω τους.

Σε ένα στρώμα της ατμόσφαιρας που είναι χαμηλό τα σωματίδια και τα αέρια αναμειγνύονται αποτελεσματικά και λειτουργούν ως ασπίδα κατά της κλιματικής κρίσης. Έχει διαπιστωθεί το συμπέρασμα ότι, υπάρχει μικρή δράση των αερίων που προέρχονται από τα φυτά προς το κλίμα, επειδή αντισταθμίζει το 1% περίπου της κλιματικής κρίσης,

με ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό να είναι σε συγκεκριμένες περιοχές που τα δάση είναι πυκνά. (naftemporiki.gr, 2013).

Ο ρόλος των φυτών είναι πολύ σημαντικός στη δημιουργία μιας γεωργίας βιώσιμης και ανταγωνιστικής η οποία θα επιφέρει μελλοντικά εκτός των άλλων και περιβαλλοντικά οφέλη. Μέσα από τη δημιουργία φυτικών ζωνών ασφαλείας, μπορεί να επιτευχθεί η αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης και η ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Οι φυτικές ζώνες ασφαλείας στοχεύουν στην προστασία των υδάτων και του εδάφους καθώς και στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας .

Οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι φυτικές ζώνες ασφαλείας είναι οι παρακάτω (Syngeta, 2022):

- Ζώνες παροχής νέκταρ και γύρης από τους εποικονιαστές.
- Ζώνες χαμηλής εισροής χημικών για την προστασία, σπάνιων φυτικών ειδών και πουλιών αναζητώντας την τροφή τους στις καλλιέργειες.
- Λωρίδες ασφαλείας για προστασία υδάτων.
- Ζώνες χειμερινές, για παροχή τροφής στα πουλιά που ενδημούν σε καλλιέργειες.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι, η ικανότητα δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα, επηρεάζεται από την ποιότητα και την ποσότητα του φωτός, από τα χαρακτηριστικά των φυτών, από την προσαρμοστικότητα των φυτών στο περιβάλλον, συμβάλλοντας μ' αυτόν τον τρόπο στην παρεμπόδιση της κλιματικής κρίσης. Έχει αποδειχθεί ότι, οι στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική κρίση, θα πρέπει να περιέχουν ακριβή δεδομένα και δείκτες μέτρησης της κλιματικής προσαρμογής σε συνάρτηση με τη φαινολογία (Haggerty & Mazer, 2008; Hawkins, Sharrock, & Havens, 2008).

5.2. Τρόποι αντιμετώπισης κλιματικής κρίσης μέσω σύγχρονων τεχνολογιών στη γεωργία.

Η κλιματική κρίση στον γεωργικό τομέα είναι μια απειλή για την παραγωγικότητα και την απόδοση των καλλιεργειών. Ο τομέας της γεωργίας επηρεάζεται από δύο παράγοντες, την κλιματική κρίση, αλλά και την πληθυσμιακή αύξηση. Στα επόμενα χρόνια εκτιμήσεις προβλέπουν ότι, ο πληθυσμός των ανθρώπων της γης θα υπερβεί τα δέκα δισεκατομμύρια κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθούν οι ανάγκες για κατανάλωση γεωργικών προϊόντων.

Ακόμα, η αύξηση ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα, η αλλαγή στη συχνότητα, ένταση και περίοδο των βροχοπτώσεων, η αυξημένη θερμοκρασία, λόγω της κλιματικής κρίσης, επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων. Επίσης, αναπτύσσονται εχθροί των καλλιεργειών και παθογόνοι οργανισμοί όταν μεταβάλλονται οι βροχοπτώσεις και η θερμοκρασία. Έχει διαπιστωθεί ότι, λόγω της κλιματικής κρίσης, η απόδοση των καλλιεργειών όπως στο ρύζι, στο σιτάρι και στο καλαμπόκι, μειώνεται κατά 10-25%, γι' αυτό που θα πρέπει να βρεθούν τρόποι για τη βελτίωση της γεωργίας και συμβολή της κατ'επέκταση στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης. Για να μεταβούμε κλιματικά προς μια «έξυπνη» γεωργία, θα πρέπει να συνδεθούν οι τρόποι βελτίωσης της γεωργίας με την αντιστάθμιση επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης. Με την έξυπνη γεωργία, αξιοποιείται η τεχνολογία και υιοθετούνται αρχές και στρατηγικές για να αναπτυχθούν ποικίλα φυτά, ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις κλιματικές πιέσεις, όπως στο κρύο, στη ζέστη, στη ξηρασία, στην αλατότητα, στις επιθέσεις των εντόμων και σε πολλά άλλα ακόμα. Έτσι, οι επιπτώσεις των φυτών προς το περιβάλλον ενισχύονται και συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης.

Ακόμα αξίζει να σημειωθεί ότι, αξιοποιώντας την τεχνολογία μπορεί να συμβάλλει προς την απεικόνιση των φαινοτύπων χιλιάδων φυτών και την καταγραφή των ιδιαίτερα χαρακτηριστικών τους, του τρόπου που αντιδρούν στις συνθήκες του περιβάλλοντος κ.τ.λ. Συμπεραίνοντας μπορούμε να πούμε ότι, με την τεχνολογία μπορούμε να αναδείξουμε φαινοτύπους που μπορούν να συμβάλλουν σε πιο αποδοτικές καλλιέργειες. Προς αυτή την κατεύθυνση συμβάλλουν συστήματα όπως είναι οι αισθητήρες, οι θερμικοί αισθητήρες, η ρομποτική, η ανάπτυξη συστημάτων λογισμικών, οι πλατφόρμες σάρωσης και πολλά άλλα. Όλα αυτά τα μέσα εκτελούν μια πληθώρα λειτουργιών, όπως για παράδειγμα το ύψος του φυτού, η εφαρμογή μοντέλων για να προσδιοριστεί ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, η λήψη εικόνων και η ανάλυσή τους σε τακτό χρονικό διάστημα και άλλα. Η καταγραφή όλων αυτών των φαινοτύπων, αξιολογεί όλα τα χαρακτηριστικά των φυτών κατανοώντας τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τις βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, τις συνθήκες καλλιέργειας που σχετίζονται με τους φαινοτύπους αλλά και πόσο εύκολα προσαρμόζονται οι καλλιέργειες σε συνθήκες που είναι φυσικές (Razzaq, Kaur, Akhter, Hussain Waini, & Saleem, 2021).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούν να αναπτυχθούν καλλιέργειες υψηλής απόδοσης, επειδή επιτυγχάνεται βελτίωση στα εξής (BioTech-GO, 2020):

- Αποδοτικότητα στην χρήση θρεπτικών ουσιών.
- Ανοχή στο βιοτικό στρες (βακτήρια, μύκητες ιοί).
- Ανοχή στο αβιοτικό στρες (ξηρασία, κρύο, αλατότητα, εμβάπτιση).
- Διαχείριση αρχιτεκτονικής και προόδου του φυτού (μέγεθος , σχήμα, θέση και αριθμός, γήρανση και χρόνος εξέλιξης).
- Διάκριση μεταβολιτών.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η αξιοποίηση της τεχνολογίας σε συνδυασμό με τον φαινότυπο των φυτών αποτελούν μια τεχνική που μέσω της γεωργίας επιδρά σημαντικά στη βελτίωση της κλιματικής κρίσης.

Κατά την διάρκεια της ημέρας, το περιβάλλον και το μικρόκλιμα αλλάζουν σημαντικά επηρεάζοντας το φυτό άνισα, όπως λόγω σκίασης. Ακόμα, οι συνθήκες φωτός δεν είναι ισοδύναμες με τα επίπεδα ακτινοβολίας που χαρακτηρίζουν τις φυσικές συνθήκες του ήλιου, γι' αυτό θα πρέπει να γίνει μελέτη των τάσεων των φυτών σε διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος, κατανοώντας μ' αυτόν τον τρόπο την εικόνα αντιδράσεων στις καταπονήσεις των φυτών. Αυτό μπορεί να γίνει με τη διαδικασία φαινοτύπισης υψηλής απόδοσης (high-throughput phenomics), όπου καταγράφονται πληροφορίες γονοτύπων για πολλά φυτά με είδη που είναι διαφορετικά (Pourkheirrandish, et al. 2020).

Ακόμα, η βελτίωση των φυτών μπορεί να επιτευχθεί μέσω της έξυπνης γεωργίας και κυρίως μέσω της γονιδιοματικής. Χάρη στην αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), σε όλα τα φυτικά γονίδια υπάρχει πρόοδος στην γνώση της λειτουργίας τους κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτυχθεί ένα γενετικό μοντέλο, που μέσα από αυτό θα κατανοείται η μοριακή και η γενετική βάση όλων των βιολογικών διεργασιών των φυτών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη νέων ποικιλιών τους, που θα έχει πιο χαμηλό οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την ποιότητά τους. Τα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά των φυτών που καθορίζουν την παραγωγή, τα χαρακτηριστικά ποιότητάς τους, την απόκριση των φυτών στο διοξείδιο του άνθρακα, την αντοχή σε παθογόνα και αβιοτικά στρες και πολλά άλλα, θεωρούνται χαρακτηριστικά πρωταρχικής σημασίας. Ένα πρόγραμμα γονιδιοματικής, θεωρείται ένα εξαιρετικό σημαντικό εργαλείο ανάπτυξης καλλιεργειών ανθεκτικότερο στις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης, στη βελτίωση των φυτών, στη μείωση εκπομπών

αεριών του θερμοκηπίου, λόγω της μικρής ανάγκης για τεχνικές που θα αυξήσουν την απόδοση και πολλών άλλων. (BioTech-GO,2022; Glaszmann,2015).

Η αειφορική γεωργία (sustainable agriculture), είναι μια ακόμα μέθοδος που συμβάλλει στη διαχείριση της γεωργίας με αποτελεσματικό τρόπο και στην αντιμετώπιση των επιδράσεων της κλιματικής κρίσης στην απόδοση της καλλιέργειας. Πρόκειται για ένα διαχειριζόμενο σύστημα αγροκτημάτων, το οποίο στηρίζεται α) στην χρησιμοποίηση καλλιεργειών για εδαφική φυτοκάλυψη, β) στην χρησιμοποίηση αμειψισπορών που γίνεται μακροχρόνια, γ) στην μειωμένη διατάραξη του εδάφους από την κατεργασία του. Με την φυτοκάλυψη του εδάφους, η καλλιέργεια έχει ως στόχο να επιφέρει στο έδαφος βλάστηση και φυτικά υπολείμματα σε έναν χρόνο, όπου αυτό θα δημιουργεί προστασία από τη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα να μειωθεί ο κίνδυνος ξηρασίας (Γέμτος, 2022).

Ακόμα, με την εφαρμογή μια στρατηγικής ταχείας αναπαραγωγής καλλιεργειών, η έξυπνη γεωργία συμβάλλει καλύτερα στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης στη γεωργία και στην ανάπτυξη των φυτών.

Στη μέθοδο της ταχείας αναπαραγωγής, τα φυτά χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό διαφορετικών πηγών φωτός, υποβάλλονται σε εκτεταμένη φωτοπερίοδο 22 ωρών.

Αυτό γίνεται, ώστε η διάρκεια ημέρας να είναι εκτεταμένη με βέλτιστη ένταση φωτός. Ο συνδυασμός της καλλιέργειας με την ελεγχόμενη θερμοκρασία, αυξάνουν την φωτοσύνθεση και έχει ως αποτέλεσμα την γρηγορότερη ανθοφορία, την ανάπτυξη των σπόρων πρώιμα και την μείωση του χρόνου παραγωγής. (Razzaq, et al, 2021).

Μπορούμε να αναφέρουμε ότι, σε συμβατική καλλιέργεια, μπορούν να επιτευχθούν 1 μέχρι 2 γενιές ανά εποχή όποιας καλλιέργειας κι αν είναι, ενώ σε καλλιέργεια ταχείας αναπαραγωγής, μπορούν να επιτευχθούν μέχρι και 4 ή 6 γενιές (Singh Bakala, Singh & Stivastava, 2020).

Ακόμα η συγκεκριμένη τεχνική έχει ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό το οποίο είναι ότι, έχει δυνατότητα κατάδειξης σημαντικών γονιδίων που μπορούν να ελέγξουν λήθαργο, ασθένειες, και άλλα προβλήματα, και έχει την αποτελεσματικότερη και ταχύτερη καλλιέργεια των φυτών. Αξίζει να σημειωθεί πως, όταν η μέθοδος αυτή συνδυαστεί με την αξιοποίηση της τεχνολογίας, όπως με τη χρήση τεχνικών γονιδιώματος ακριβείας, τότε θα μπορέσει η καλλιέργεια να αναπτυχθεί σε πιο σύντομη χρονική διάρκεια (Pourkheirandish, et al., 2020).

5.3. Προώθηση καινοτομίας και επιχειρηματικότητας ως μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης στη γεωργία.

Για να μπορέσουν μελλοντικά να ανταπεξέλθουν οι κοινωνίες στις ανάγκες και στις προκλήσεις για την επισιτιστική ασφάλεια και για την κλιματική κρίση, θα πρέπει να αναπτύξουν στον τομέα της γεωργίας καινοτόμες δράσεις βελτίωσης των φυτών, σύμφωνα με την Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης βελτίωσης των φυτών (Paulsen, 2014).

Η κατασκευή έξυπνων μηχανών με τεχνητή νοημοσύνη (AI), είναι μια καινοτομία για να βελτιωθεί η γεωργία προς όφελος των φυτών και να αντιμετωπιστεί η κλιματική κρίση. Τα μοντέλα αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης (AI), είναι το τεχνητό νευρωτικό δίκτυο (Artificial Neural Network – ANN), το βαθύ νευρωνικό δίκτυο (Deep Neural Network – DNN) και το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things – IoT).

Με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, οι επιστήμονες κατανοούν πιο καλά την συμπεριφορά των φυτών σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Ακόμα αξίζει να αναφέρουμε ότι, εφαρμόζοντας συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και χρησιμοποιώντας μοντέλα πολλαπλής παλινδρόμησης με δείκτες κλίματος και βλάστησης, ενισχύεται

σημαντικά η πιο ακριβής πρόληψη για την απόδοση των καλλιεργειών (Razzaq, et al, 2021).

Με τα συστήματα της έξυπνης γεωργίας, μπορεί μια καλλιέργεια να αναπτυχθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα, επειδή είναι ακριβή η αντιστοίχιση των φαινοτύπων ποικιλιών και πρόβλεψης των συνθηκών, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία, η υγρασία και η φωτοπερίοδος, ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί μια ποικιλία φυτών που προσαρμόζεται καλύτερα στις συνθήκες βιοτικών/αβιοτικών παραγόντων (Ceccarelli, et al., 2010).

- ✓ Για να διασφαλιστεί η βιώσιμη γεωργία, βασική επιδίωξή της είναι η καλλιέργεια φυτών με νέες ποικιλίες, ώστε με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού θα μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες που δημιουργούνται, αλλά και στις συνέπειες της κλιματικής κρίσης. Τα οφέλη που δημιουργούνται βελτιώνοντας την γενετική των φυτών, αντιμετωπίζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίση στη γεωργία είναι τα εξής (Singh Bakala, Singh, & Srivastava, 2020):
- ✓ Δημιουργία γονότυπων, ανθεκτικών στους παθογόνους παράγοντες,
- ✓ Δημιουργία γονότυπων, ανθεκτικών στο νερό άρδευσης και στις συνθήκες αλατότητας,
- ✓ Δημιουργία γονότυπων, ανθεκτικών σε υψηλές θερμοκρασίες και σε ξηρασία,
- ✓ Δημιουργία ποικίλων φυτών, για την παραγωγή βιοκαυσίμων,
- ✓ Δημιουργία ποικίλων φυτών, ανθεκτικών στις υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων, όπως για παράδειγμα στα αέρια του θερμοκηπίου και στο διοξείδιο του άνθρακα. (Singh Bakala, Singh, & Srivastava, 2020).

Πριν από λίγο χρονικό διάστημα, οι κλασικές τεχνικές βελτίωσης δημιουργούσαν νέες ποικιλίες που η επιλογή τους γινόταν από τις υφιστάμενες ποικιλίες. (Heisey & Rubenstein, 2015). Σύμφωνα με έρευνα που έγινε σε γεωργούς για την στάση τους απέναντι στην κλιματική κρίση, σε 19 αναπτυσσόμενες χώρες παρατηρήθηκε ότι, λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τις κλιματικές προκλήσεις κατά την καλλιέργεια των φυτών. Επίσης, στις καλλιέργειές τους χρησιμοποιούσαν κυρίως τον σπόρο ελίτ- προηγμένες ποικιλίες και στη συνέχεια χρησιμοποιούσαν σπόρους από τοπικές ποικιλίες. Από τη μελέτη αυτή προκύπτει ότι, η αξιοποίηση της τεχνολογίας για να παραχθούν νέες ποικιλίες ήταν ελλιπής και έγινε εκμετάλλευση του συνόλου των φυτών, μαζί με τις άγριες συγγενικές καλλιέργειες (Galluzi, Seyoum, Halewood, Lopez Noriega, & Welch, 2020).

Οι τεχνητές μεταλλάξεις και η γενετική μηχανική, τις τελευταίες δεκαετίες συμβάλλουν στην παραλλαγή των ποικιλιών, ώστε η μεταφορά των γονιδίων να γίνεται πιο εύκολα πέρα από το είδος που ανήκει το καθένα, σε διευρυμένη γενετική βάση φυτών (Πολύδωρος, 2020).

Στις μέρες μας, η δημιουργία νέων ποικιλιών, μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας καινοτόμες τεχνικές, πέρα από την επιλογή γονιδίων του ίδιου είδους, όπως είναι παρακάτω (Πολύδωρος, 2016):

- Τεχνητές μεταλλάξεις με ακτίνες X, Γ,
- Εφαρμόζοντας χημικά μεταλλαξογόνα
- Σε γενετικά τροποποιημένο υποκείμενο γίνεται εμβολιασμός
- Τεχνολογίες κατευθυνόμενης νουκλεάσης
- Γονιδιωματική συνθετική π.χ. CRISPR/Cas
- Αγρο-διήθηση

➤ Αντίστροφη βελτίωση

Οι «νέες τεχνικές βελτίωσης» των φυτών, όπως ονομάζονται οι παραπάνω τεχνικές και σε σύγκριση με τις τεχνικές που είναι κλασικές, η διαφορά που έχουν είναι ο τρόπος με τον οποίο εισάγονται τα χαρακτηριστικά σε έναν οργανισμό. Ακόμα με τις νέες τεχνικές βελτίωσης, εισάγονται από τους ερευνητές πιο γρήγορα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και με μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τις τεχνικές που είναι κλασικές (Πολύδωρος, 2020). Όπως όταν διαπιστώθηκε ότι δημιουργώντας μια ποικιλία καινούργια, η οποία μπορούσε να επιβιώσει για αρκετά μεγάλο διάστημα. Ένα συγκεκριμένο παράδειγμα είναι, δημιουργώντας ποικιλία κράμβης και σιταριού, που μπορεί να διαρκέσει πάνω από 10 χρόνια. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι, θα πρέπει να υιοθετούνται νέες τεχνικές βελτίωσης των φυτών, ώστε να ανταποκρίνονται στις γεωργικές και κοινωνικές απαιτήσεις, γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό η αξιοποίηση της τεχνολογίας στον τομέα της γεωργίας (Paulsen, 2014).

Τα εργαλεία CRISPR, μπορούν να ενισχύσουν την ταχύτητα ανάπτυξης, μελετώντας χαρακτηριστικά πολλαπλών γονοτύπων και τέλος να ενισχύοντας την ταχύτητα απόδοσης. Συμπεραίνοντας αξίζει να αναφερθούμε στο ότι, η γονιδιωματική επεξεργασία σε πιθανές νέες καλλιέργειες μπορεί να γίνει πολύ αποτελεσματική, επειδή ενισχύει τις ήδη υπάρχουσες δεξαμενές γονιδίων, μεγιστοποιώντας τη χρήση γενετικά βελτιωμένων φυτών, προσαρμοσμένα στην κλιματική κρίση (Singh Bakala, Singh & Strivastava, 2020).

Σε επίπεδο επιχειρηματικό, τα ψηφιακά μέσα και η τεχνολογία διεισδύουν πολύ βαθιά στις γεωργικές επιχειρήσεις. Αξιοποιώντας τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), ο αντίκτυπος είναι θετικός στη γεωργία και δεν αφορά επιχειρήσεις μόνο, όπως για παράδειγμα η βελτίωση της ποιότητας, η μείωση του

κόστους παραγωγής κ.τ.λ., καθώς και το ίδιο το φυσικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, καθώς βελτιώνεται η έξυπνη και βιώσιμη γεωργία (Salampasis & Theodoridis, 2013).

Σε επίπεδο επιστημονικό, έχουν γίνει μελέτες με σκοπό να διαπιστωθεί ο βαθμός διείσδυσης και χρήσης της τεχνολογίας στις κτηνοτροφικές και στις γεωργικές επιχειρήσεις. Συγκεκριμένα μπορούμε να αναφερθούμε στην έρευνα των Botsiou και Daglieli (2013), που ο στόχος τους ήταν να ερευνηθεί η χρήση και η εξοικείωση των κτηνοτρόφων και των γεωργών με τις ΤΠΕ. Από αυτή την έρευνα προέκυψε ότι, το 55% των παραγωγών χρησιμοποιεί στην παραγωγική διαδικασία τις νέες τεχνολογίες, ενώ το 35% δήλωσε ότι παρόλο που αξιοποιεί την τεχνολογία δεν έχει τις κατάλληλες ψηφιακές δεξιότητες και γνώσεις, ενώ μόλις το 10% των παραγωγών δήλωσε ότι, δεν χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ στην κτηνοτροφία ή στη γεωργία. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες εισαγωγής καινοτόμων πρακτικών στον τομέα της γεωργίας είναι, η ύπαρξη δεξιοτήτων και γνώσεων, αντιμετωπίζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης, αλλά και βελτιώνοντας την απόδοση και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων. Ένα παράδειγμα είναι, τα προγράμματα νέων γεωργών και ένα από τα κριτήρια που θεωρείται σημαντικό είναι η ηλικία. Σκοπός αυτών των προγραμμάτων είναι, να δημιουργηθούν νέοι γεωργοί μέχρι ένα όριο ηλικίας, που θα έχουν κατάλληλα εφόδια, όπως γνώσεις και επαγγελματικά προσόντα και τέλος να δημιουργηθούν καλλιέργειες που θα είναι βιώσιμες (Γενική Γραμματεία Ενωσιακών Πόρων και Υποδομών, 2022).

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διπλωματική εργασία αυτή έχει ως σκοπό να μελετήσει την κλιματική κρίση, τις επιπτώσεις της στη γεωργία και τον ρόλο της φύσης μετριάζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης. Ο ορισμός της κλιματικής κρίσης προέρχεται από διεργασίες που γίνονται στο περιβάλλον, αυξάνοντας την θερμοκρασία του και συμμετέχοντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Η κλιματική κρίση μπορεί να επηρεαστεί από πολλές συνθήκες και παράγοντες.

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση παρατηρήθηκε ότι, οι παράγοντες επίδρασης της κλιματικής κρίσης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, που είναι οι φυσικοί παράγοντες και οι παράγοντες που οφείλονται στην παρέμβαση του ανθρώπου. Σε σύγκριση των δύο αυτών κατηγοριών, η παρέμβαση του ανθρώπου επηρεάζει πολύ περισσότερο την κλιματική κρίση. Μεγάλο ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, προέρχεται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα προκαλώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας και η αποψίλωση των δασών έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, διότι μειώνουν τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα.

Η κλιματική κρίση δημιουργεί σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε φαινόμενα όπως η ξηρασία, ο καύσωνας, η δασική πυρκαγιά, η πλημμύρα και πολλά άλλα. Στις πιο σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης εντάσσεται η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και η υπερθέρμανση του πλανήτη. Συγκεκριμένα εκτιμάται ότι, τα ακραία καιρικά φαινόμενα θεωρούνται ότι είναι οι πιο σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στην Ελλάδα.

Επίσης επισημαίνεται ότι, θα υπάρχουν συχνότεροι καύσωνες με μεγαλύτερη ένταση και διάρκεια και δεν θα υπάρχουν τόσο έντονα φαινόμενα ψύχους. Η μείωση του ποσοστού υγρασίας του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα, την ανάγκη μεγαλύτερης ποσότητας άρδευσης για τη γεωργία, στη μείωση ποσότητας σοδειάς και στην υποβάθμιση της γης. Οι μικρότερες ποσότητες σοδειάς οφείλονται στις μεταβολές που συμβαίνουν στις εποχικές θερμοκρασίες, μεταβάλλοντας ετησίως τους κύκλους των φυτών και των ζώων. Στο σημείο αυτό μπορούμε να επισημάνουμε ότι, ο κλάδος της γεωργίας επηρεάζει και επηρεάζεται από την κλιματική κρίση.

Στην Ελλάδα, ένας από τους πιο σημαντικούς πυλώνες της οικονομίας που συνέβαλαν θετικά στην επικράτηση των ευνοϊκών συνθηκών, σε συνδυασμό με την ποικιλότητα του αγροτικού περιβάλλοντος της χώρας, θεωρείται η γεωργία. Η κλιματική κρίση ενισχύεται με τις γεωργικές δραστηριότητες, συμβάλλοντας στην παραγωγή υψηλών ποσοτήτων εκπομπών αερίων και μικροσωματιδίων

Η κλιματική κρίση έχει αρνητικό αντίκτυπο στη γεωργία, όπως χαρακτηριστικά μπορεί να αναφερθεί ότι λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας, αυξάνονται και οι ασθένειες σε φυτά και ζώα, την ευπάθεια των φυτών σε πλημμύρες, την μειωμένη διαπνοή και την μειωμένη ικανότητα φωτοσύνθεσης των φυτών. Σχετικά με την μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης στη γεωργία, έχουν δημιουργηθεί δείκτες όπως η βροχόπτωση, οι συνεχόμενες μέρες βροχόπτωσης, η διάρκεια βλαστικής περιόδου, οι ημέρες παγετού και οι ημέρες με την μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 37°C. Η κλιματική κρίση εκτός από επιπτώσεις στον γεωργικό έχει και κοινωνικοοικονομικές συνέπειες.

Η μείωση της παραγωγικότητας μπορεί να συμβάλει στο μειωμένο εισόδημα, ενός μεγάλου ποσοστού πληθυσμού και ταυτόχρονα να επηρεάσει την ποιότητα ζωής τους. Ακόμα η μειωμένη παραγωγή μπορεί να συμβάλει στην μείωση του εργατικού

δυναμικού, δημιουργώντας μεγάλο πρόβλημα στον εργασιακό τομέα. Από έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει ότι, το 2050 θα έχουν κλείσει πάνω από 400.000 εργασιακές θέσεις λόγω της κλιματικής κρίσης και τέλος η διατροφική αξία των παραγόμενων προϊόντων να μην είναι υψηλή, ώστε να υπάρχει κίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου.

Η κλιματική κρίση αποτελεί έναν βασικό πυλώνα των στρατηγικών σχεδίων της γεωργίας για τα επόμενα δέκα χρόνια, έχοντας ως στόχους την αύξηση της γης για αυξημένη βιοποικιλότητα, τη μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, τη βελτιωμένη ποιότητα νερού και τη μείωση της απώλειας θρεπτικών συστατικών από τα προϊόντα παραγωγής. Η εξέλιξη των βροχοπτώσεων, η μεταβολή της θερμοκρασίας και η υγρασία του εδάφους, είναι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά ή θετικά τον τομέα της γεωργίας.

Η εδαφική υγρασία επηρεάζει την απόδοση των καλλιεργειών και η αύξηση της θερμοκρασίας δημιουργεί ακραία καιρικά φαινόμενα. Τα φυτά διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην άμβλυνση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης, διότι αποτελούν ένα φυσικό φίλτρο για την βελτίωση του γεωργικού περιβάλλοντος και μείωσης της θερμοκρασίας, επειδή αποθηκεύουν το διοξείδιο του άνθρακα, εμπλουτίζοντας με οξυγόνο την ατμόσφαιρα, διατηρώντας εδαφικό νερό, και συμβάλλοντας στην υποχώρηση των ακραίων καιρικών φαινομένων .

Έχει διαπιστωθεί ότι, η έξυπνη γεωργία και η αξιοποίηση της τεχνολογίας, βελτιώνουν σημαντικά τις καλλιέργειες των φυτών, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα του γεωργικού τομέα και περιορίζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης σ' αυτόν. Κάποια παραδείγματα που εφαρμόζονται συμβάλλοντας στη βελτίωση των φυτών είναι, η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και η γονιδιοματική διαδικασία. Γενικά, αξιοποιώντας τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στο γεωργικό

κλάδο, μετριάζονται οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης και μέσω αυτών υιοθετούνται μοντέλα έξυπνης και βιώσιμης γεωργίας.

Βασικός στόχος για να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης στη γεωργία είναι να γίνει συνεργασία και αλληλεπίδραση όλων των μερών που εμπλέκονται, ώστε να γίνει γρηγορότερα ο σχεδιασμός και η υλοποίηση πρακτικών και να αναβαθμιστεί το κλίμα.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δαλέζιος, Ν. (2015). Αγρομετεωρολογία: ανάλυση και προσομοίωση. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή. (2018). Έρευνα διάρθρωσης γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, έτους 2016. Δελτίο τύπου.
- Ευρωπαϊκή Ένωση. (2019). Η κοινή γεωργική πολιτική μετά το 2020: περιβαλλοντικά οφέλη και απλούστευση. Ευρωπαϊκή Ένωση. Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2009). Ο ρόλος της φύσης στην κλιματική αλλαγή. Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Ιωαννίδης, Α., & Οξούζη, Ε. (2015). Δημογραφικά χαρακτηριστικά, απασχόληση, φτώχεια και συνθήκες διαβίωσης του γεωργικού πληθυσμού της Ελλάδας. Αθήνα: Παρατηρητήριο Οικονομικών και Κοινωνικών Εξελίξεων.
- Καραμάνος, Α., & Βουλουδάκης, Δ. (2011). Η επίδραση της κλιματικής μεταβολής στη γεωργία και τα γεωργικά εδάφη. Αθήνα: Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.
- Καραμάνος, Α., Σκούρτος, Μ., Βουδουλάκης, Δ., Κοντογιάννη, Α., & Μαχλέρας, Α. (2011). Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία. Στο: Τράπεζα της Ελλάδος 'Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα' (σελ. 204-2016).
- Καρτάλης, Κ. (2017). Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ανάπτυξη. Αθήνα: διαΝΕΟσις, Οργανισμός Έρευνας & Ανάλυσης.
- Καρτάλης, Κ. (2021). Ενσωματώνοντας την κλιματική αλλαγή στον μετασχηματισμό του αναπτυξιακού μοντέλου της Ελλάδας. Αθήνα: διαΝΕΟσις, Οργανισμός Έρευνας & Ανάλυσης.
- Κατσαφάδος, Π., & Μαυροματίδης, Η. (2015). Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Κιτσάρα, Γ. (2020). LIFE-IP AdaptinGR: Ενισχύοντας την εφαρμογή πολιτικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα. Αθήνα: Ινστιτούτο Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης.
- Κουρέτας, Δ., & Κίττας, Κ. (2016). Πρότυπα αγροκτήματα. Ανάγκη δημιουργίας σε

κάθε περιφέρεια. Επί Γης, 6, σελ. 40.

Κωστόπουλος, Β. (2014). Το περιβάλλον και εγώ. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Πανελλήνια Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών και Ενώσεων Συνεργασίας Αγροτικών Συνεταιρισμών. (2021). Ελληνική γεωργία 2040: αναπτυξιακοί πυλώνες ενός βιώσιμου οικοσυστήματος.

Πολύδωρος, Α. (2016). Νέες τεχνολογίες βελτίωσης των φυτών: αξιοποίηση της γενετικής μηχανικής στη διαδικασία και όχι στο προϊόν. 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών «Η συμβολή της βελτίωσης των φυτών στην έξοδο από την οικονομική κρίση» (Περιλήψεις Εργασιών), σελ. 39.

Regato, P. (2010). Τα μεσογειακά δάση απέναντι στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Αθήνα: WWF Ελλάς.

Σκούρτος, Μ., Μαχλέρας, Α., & Κοντογιάννη, Α. (2011). Η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στη γεωργία και τα γεωργικά εδάφη. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδος.

Σοφιάδης, Ι. (2017). Μελέτη της κλιματικής αλλαγής πάνω από την Ευρώπη τον 21ο αιώνα με χρήση περιοχικής κλιματικής προσομοίωσης οδηγούμενης από το σενάριο RCP8.5. Διπλωματική Εργασία. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Syndicat European Trade Union. (2020). Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και ο κόσμος της εργασίας.

WWF Ελλάς. (2009). Το αύριο της Ελλάδας. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον. Αθήνα: WWF Ελλάς.

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας. (2016). Εθνική Στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Ξένη Βιβλιογραφία

Botsiou, M., & Dagdilelis, V. (2013). Aspects of incorporation of ICT in the Greek agricultural enterprises: the case of a prefecture. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment, 8, 387-396.

Ceccarelli, S., Grando, S., Maatougui, M., Michael, M., Slash, M., Haghparast, R., Rahmadian, M., Taheri, A., Al- Yassin, A., Benbelkacem, A., Labdi, M., Mimoun, H., & Nachit, M. (2010). Plant breeding and climate changes. Journal of Agricultural Sciences, 148, 627-637.

European Environment Agency. (2020). Air quality in Europe — 2020 report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Galluzzi, G., Seyoum, A., Halewood, M., Lopez Noriega, I., & Welch, E. (2020). The role of genetic resources in breeding for climate change: the case of public breeding programmes in eighteen developing countries. *Plants*, 9(1129), 1-19.

Haggerty, B., & Mazer, S. (2008). *The phenology handbook a guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts*. Santa Barbara: University of California.

Hawkins, B., Sharrock, S., & Havens, K. (2008). *Plants and climate change: which future?* Richmond: Botanic Conservation International.

Heisey, P., & Rubenstein, D. (2015). *Using crop genetic resources to help agriculture adapt to climate change: economics and policy*. U.S.: Department of Agriculture, Economic Research Service.

Paasonen, P., et al. (2013). Warming-induced increase in aerosol number concentration likely to moderate climate change. *Nature Geoscience*, 6, 438-442.

Paulsen, M. (2014). Έκθεση σχετικά με τη βελτίωση των φυτών: ποιες δυνατότητες υπάρχουν για τη βελτίωση της ποιότητας και μεγαλύτερη απόδοση; Επιτροπή Γεωργίας και Ανάπτυξης της Υπαίθρου: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Pourkheirandish, M., Golicz, A., Bhalla, P., & Sindh, M. (2020). Global Role of Crop Genomics in the Face of Climate Change. *Frontiers in Plant Science*, 11(922), 1-16.

Razzaq, A., Kaur, P., Akhter, N., Hussain Waini, S., & Saleem, F. (2021). Next-generation breeding strategies for climate – ready crops. *Frontiers in Plant Science*, 12(620420), 1-27.

Salampasis, M., & Theodoridis, A. (2013). Information and communication technology in agricultural development. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment, 8, 1-3.

Singh Bakala, H., Singh, G., & Srivastava, P. (2020). Smart breeding for climate resilient agriculture. In: Abdurakhmonov, I.Y., (Ed.) ‘Plant breeding - current and future views. London: IntechOpen.

Διαδικτυακές πηγές

BioTech-GO. (2022). Ο ρόλος της βιοπληροφορικής στη γεωργία. Ανακτήθηκε από, <https://biotechgo.org/el/training/advancedlevel?view=article&id=323&catid=129> (10/07/2024)

Γέμτος, Φ. (2022). Συμβολή της Γεωργίας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ανακτήθηκε από, <https://www.ypethe.gr/archive/klimatiki-allagi-0> (05/07/2024)

Γενική Γραμματεία Ενωσιακών Πόρων και Υποδομών. (2022). Εγκατάσταση νέων γεωργών. Ανακτήθηκε από, <http://www.agrotikianaptixi.gr/el/content/ypometro-61-egkatastasi-neon-georgon> (12/08/2024)

Γεωργακόπουλος, Θ. (2021). Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα – μια έρευνα. Ανακτήθηκε από, <https://www.dianeosis.org/2021/10/oi-synepeies-tis-klimatikis-allagis-stin-ellada/> (18/07/2024)

Cho, R. (2011). How plants could impact global warming. Retrieved from, <https://news.climate.columbia.edu/2011/02/12/how-plants-could-impact-global-warming/> (06/08/2024)

Demertzis, K. (2019). Κλιματική αλλαγή. Ανακτήθηκε (30/07/2024) από, https://www.researchgate.net/publication/332539194_Klimatike_Allage

Δρακόπουλος, Π. (2019). Κλιματική αλλαγή: Τα ανθεκτικά φυτά – Starbucks και τα 435.000 απειλούμενα είδη του πλανήτη. Ανακτήθηκε από, <https://hellasjournal.com/2019/11/klimatiki-allagi-ta-anthektika-fyta-starbucks-kai-ta-435-000-apeiloymena-eidi-toy-planiti/> (15/08/2024)

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. (2019). Έδαφος, γη και κλιματική αλλαγή. Ανακτήθηκε από, <https://www.eea.europa.eu/el/simata-eop-2010/simata-2019/arthra/edafos-gi-kai-klimatiki-allagi> (04/08/2024)

European Commission. Causes of climate change. Retrieved from, (22/07/2024) https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change_en

European Union. (2020). What is climate change? Retrieved from, https://europa.eu/youth/get-involved/sustainable-development/what-climate-change_en (26/07/2024)

Glaszmann, J. C. (2015). Plant breeding for climate-smart agriculture. Retrieved from, <https://agritrop.cirad.fr/576580/1/OP%207780%20de%20L2%20Climate-smart%20Strategies%281%29.pdf> (10/08/2024)

Malmgren, S., & Nyström, H. (2022). Orchid Propagation. Ανακτήθηκε (11/07/2024) από, <http://www.lidaforsgarden.com/orchids/engelsk.htm>

naftemporiki.gr. (2013). Πως τα φυτά μετριάζουν(ελαφρώς) την υπερθέρμανση. Ανακτήθηκε (11/08/2024) από, <https://m.naftemporiki.gr/story/646685>

Πολύδωρος, Α. (2020). Νέες τεχνολογίες βελτίωσης φυτών και κλιματική αλλαγή:

μπορούμε να είμαστε αισιόδοξοι; Ανακτήθηκε (16/07/2024) από,
https://www.agro.auth.gr/uploads/agrotica_abst.pdf

Statista. (2022). Energy-related carbon dioxide emissions worldwide from 1975 to 2021*(in billion metric tons). Retrieved from,
<https://www.statista.com/statistics/526002/energy-related-carbon-dioxide-emissions-worldwide/> (18/08/2024)

Syngenta. (2022). Αειφόρος γεωργία. Ανακτήθηκε (30/07/2024) από,
<https://www.syngenta.gr/aeforos-georgia>

United States Environmental Protection. (2021). Causes of Climate Change. Retrieved from, <https://www.epa.gov/climatechange-science/causes-climate-change> (23/08/2024)

Youmatter. (2020). Climate change: meaning, definition, causes, examples and consequences. Retrieved from, <https://youmatter.world/en/definition/climate-change-meaning-definition-causes-and-consequences> (19/07/2024)

8. ABSRACT

In recent years we have seen the temperature rise considerably, due to many phenomena, such as the burning of fossil fuels, atmospheric pressure, the cutting and clearing of forest cover or tree plantations for agricultural use (deforestation) and finally human activities. All these actions have led to the climate crisis and the risks they pose concern not only sustainability in the environment, but also the human factor.

The agricultural sector is a key contributor to the climate crisis with negative effects. The purpose of this diploma thesis is to investigate the impact created by the climate crisis on agriculture and especially in the case of Greece. The specific topic of this paper was based on a bibliographic review. Processing the information, we concluded that the climate crisis can have a very significant impact on the agricultural sector, because it has negative consequences, such as the occurrence of dangerous weather events, the increase in diseases in plants and animals, sensitive crops, and many others.

Finally, Georgia has too many adverse effects of the climate crisis and too few positive ones, for example the increased growing season, which is why the climate crisis is a key pillar of strategic plans in the field of agriculture, where an effort is being made to create a smart and sustainable agriculture.

Keywords: climate crisis, agriculture, Greek agriculture, climate crisis impact on agriculture.

