

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Πιθανές Επιπτώσεις από την Κλιματική Αλλαγή στην Ευρωπαϊκή
Υδατοκαλλιέργεια»**

ΑΜΑΛΙΑ ΚΩΣΤΟΥΛΑ

ΒΟΛΟΣ 2023

«Πιθανές επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή στην Ευρωπαϊκή υδατοκαλλιέργεια»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Καθηγήτρια (M.Sc., Ph.D.), Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα.**
- 2) Μιχαήλ Χατζηευσταθίου, Ιχθυολόγος - Περιβαλλοντολόγος (T.E., M.Sc., Ph.D.), Προϊστάμενος Τμήματος Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής και ΚΟΑ, Διεύθυνση Αλιευτικής Πολιτικής και Αξιοποίησης Προϊόντων Αλιευτικής Παραγωγής, Γενική Διεύθυνση Αλιείας, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.**
- 3) Νικόλαος Νεοφύτου, Αν Καθηγητής (Ph.D.), Υδατοκαλλιέργειες και Περιβάλλον, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υδατοκαλλιέργεια στην Ευρώπη. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και η μείωση των βροχοπτώσεων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της παραγωγής και αύξηση των κινδύνων για ασθένειες και αλλαγές στο βιολογικό επίπεδο των εκτροφών. Επιπλέον, η αύξηση της συχνότητας και έντασης των καταιγίδων μπορεί να οδηγήσει σε πλημμύρες και καταστροφές των εκτροφών, καθώς και σε προβλήματα με τη διαχείριση των αποβλήτων και της υδατικής ποιότητας. Ωστόσο, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υδατοκαλλιέργεια εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η τοποθεσία των εκτροφών και η χρήση τεχνολογιών που μειώνουν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	3
2.1. Βασικά χαρακτηριστικά.....	3
2.2. Παγκόσμια Υδατοκαλλιέργεια	7
2.3 Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρώπη	9
2.4. Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα	10
2.5. Απασχόληση στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας:.....	12
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	14
3.1. Διάβρωση των εδαφών	15
3.2. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας	17
3.3. Η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας	18
4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	23
4.1. Επιπτώσεις στις υδατοκαλλιέργειες εσωτερικών υδάτων.....	23
4.2. Επιπτώσεις στις θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες.....	24
4.2.1. Επιπτώσεις στις θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες	24
4.3.1. Άγχος και στρες	28
4.3.2. Ασθένειες.....	30
5. Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ ΣΤΟΝ ΘΕΡΜΑΪΚΟ	31
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	35
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	36
8.1. Ελληνική Βιβλιογραφία	36
8.2. Ξένη Βιβλιογραφία.....	36
8.3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	36
9. ABSTRACT.....	38

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή μεταβάλλει έντονα το κλίμα της ατμόσφαιρας τα τελευταία χρόνια και ευθύνεται για τα φαινόμενα των έντονων βροχοπτώσεων, του ακραίου καύσωνα και της εκτεταμένης ξηρασίας. Η κλιματική αλλαγή απασχολεί τους επιστήμονες ως προς τις επιπτώσεις που θα υπάρξουν στο χερσαίο και στο υδάτινο οικοσύστημα. Οι μελέτες δείχνουν ότι αναμένεται αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας όπου κυμαίνεται από 0,3 - 4,8°C (Collins et al., 2013). Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει ψάρια και οστρακοειδή, επιτρέποντας να αναπτυχθούν ταχύτερα από το φυσιολογικό τους ρυθμό.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την υδατοκαλλιέργεια, μεταβάλλοντας την θερμοκρασία, τόσο στο νερό όσο και στον αέρα. Στα θαλάσσια ύδατα, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας και αλλαγές στις ωκεανογραφικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των ρευμάτων, της ταχύτητας του ανέμου και των κυμάτων.

Το επιφανειακό στρώμα του νερού διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τις φυσικές και χημικές συνθήκες των ωκεανών, λόγω της ανάμειξης του ατμοσφαιρικού CO₂ στο θαλασσινό νερό (Bricaud et al., 2002). Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει και τον κύκλο του άνθρακα ο οποίος καθοδηγείται από την άνοδο της παλίρροιας. Επίσης παρουσιάζεται αύξηση της οξύτητας των ωκεανών η οποία προκαλεί αύξηση του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα που απορρέει από την αύξηση της θερμοκρασίας είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας όπου επηρεάζονται κυρίως οι παράκτιες περιοχές και ειδικά η Μεσόγειος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους διάφορους τύπους θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας και η διαφοροποίησή τους κυρίως εξαιτίας της φυσιολογίας των εκτρεφόμενων οργανισμών.

2. ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

2.1. Βασικά χαρακτηριστικά

2.1.1 Γενικά

Η υδατοκαλλιέργεια είναι μια δραστηριότητα χιλιετιών που εξελίχθηκε αργά, συχνά με βάση την παραδοσιακή γνώση, την πρόοδο που αποκτήθηκε μέσω της περιέργειας, των αναγκών, της θετικής εμπειρίας και των λαθών ή της συνεργασίας των αγροτών. Ως αποτέλεσμα, έχει επεκταθεί για αιώνες, ενσωματωμένη στο φυσικό, κοινωνικό, οικονομικό και πολιτιστικό περιβάλλον της. Οι σημαντικές εξελίξεις στην υδατοκαλλιέργεια έχουν ωφεληθεί από την επιστημονική πρόοδο τον 20^ο και τον 21^ο αιώνα. Έχοντας ραγδαία ανάπτυξη η υδατοκαλλιέργεια προμηθεύει πλέον περισσότερα από τα μισά αλιεύματα στον κόσμο για ανθρώπινη κατανάλωση. (F.A.O 2019)

Η Υδατοκαλλιέργεια είναι μια από τις πιο δυναμικά αναπτυσσόμενες βιομηχανίες στον κόσμο καθώς προσφέρει πολλά οφέλη στο περιβάλλον και στην οικονομία. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (F.A.O), υδατοκαλλιέργεια νοείται η εκτροφή υδρόβιων οργανισμών συμπεριλαμβανομένων των ψαριών, των μαλακίων, των καρκινοειδών και των υδρόβιων φυτών. Η γεωργία (με την ευρύτερη έννοια) συνεπάγεται ανθρώπινη παρέμβαση στη διαδικασία της φυσικής παραγωγικότητας, όπως τακτική εκτροφή, σίτιση, προστασία από αρπακτικά κ.λπ. τοποθεσίες, εγκαταστάσεις και πρακτικές, καθώς και η παραγωγή και η μεταφορά.

2.1.2 Τύποι υδατοκαλλιέργειας

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδατοκαλλιέργειας, με βάση τα Υδροβιολογικά χαρακτηριστικά, με το κίνητρο της γεωργίας και τις Ειδικές Επιχειρησιακές Τεχνικές.

α) Θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια

Η θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια αναφέρεται στην καλλιέργεια θαλάσσιων οργανισμών σε θαλασσινό νερό, συνήθως σε προστατευμένα παράκτια ή υπεράκτια ύδατα. Κυρίως γίνεται εκτροφή ψαριών (τσιπούρα κτλ), μαλακίων (στρείδια κτλ), καρκινοειδών (γαρίδες κτλ) και φυκιών. Η θαλάσσια καλλιέργεια είναι μια αναπτυσσόμενη αλλά περιορισμένη βιομηχανία, με προκλήσεις που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα, την υγεία των θαλάσσιων οργανισμών και το περιβάλλον (Klinger, & Naylor 2012).

β) Ιχθυοκαλλιέργεια

Η ιχθυοκαλλιέργεια είναι το πιο κοινό είδος υδατοκαλλιέργειας. Περιλαμβάνει την επιλεκτική εκτροφή ψαριών, είτε σε γλυκό είτε σε θαλασσινό νερό, με σκοπό την παραγωγή μιας πηγής τροφής για κατανάλωση. Η ιχθυοκαλλιέργεια αποτελεί αντικείμενο μεγάλης εκμετάλλευσης καθώς επιτρέπει την παραγωγή μιας φθηνής πηγής πρωτεΐνης. (Δασκαλάκη & Παπαναγιωτάκης 2013).

γ) Φυκοκαλλιέργεια

Η Φυκοκαλλιέργεια είναι ένας τύπος υδατοκαλλιέργειας που περιλαμβάνει την καλλιέργεια φυκιών. Τα φύκια είναι μικροβιακοί οργανισμοί που μοιράζονται ζωικά και φυτικά χαρακτηριστικά. Μερικές φορές είναι κινητά όπως άλλα μικρόβια, αλλά περιέχουν

επίσης χλωροπλάστες που τα κάνουν πράσινα και τους επιτρέπουν να φωτοσυνθέτουν ακριβώς όπως τα πράσινα φυτά (Buschmann,, et al 2017).

Ωστόσο, για οικονομική σκοπιμότητα, πρέπει να καλλιεργούνται και να συγκομίζονται σε μεγάλους αριθμούς. Τα φύκια βρίσκουν πολλές εφαρμογές στις σημερινές αγορές , ακόμα και για τη χρήση τους ως νέα πηγή ενέργειας (Borowitzka & Moheimani 2013).

δ) Ολοκληρωμένη Πολυτροφική Υδατοκαλλιέργεια

Η Ολοκληρωμένη Πολυτροφική Υδατοκαλλιέργεια είναι ένα προηγμένο σύστημα υδατοκαλλιέργειας όπου διαφορετικά τροφικά επίπεδα αναμειγνύονται στο σύστημα για να παρέχουν διαφορετικές διατροφικές ανάγκες το ένα για το άλλο. Συγκεκριμένα, είναι ένα αποτελεσματικό σύστημα επειδή προσπαθεί να μιμηθεί το οικολογικό σύστημα που υπάρχει στο φυσικό περιβάλλον.

Η Υδατοκαλλιέργεια αυτή, χρησιμοποιεί αυτές τις διατροφικές μεταφορές πόρων για να εξασφαλίσει τη μέγιστη αξιοποίηση των πόρων χρησιμοποιώντας τα απόβλητα μεγαλύτερων οργανισμών ως πηγές τροφής για τους μικρότερους. Η πρακτική διασφαλίζει ότι τα θρεπτικά συστατικά ανακυκλώνονται, πράγμα που σημαίνει ότι η διαδικασία είναι λιγότερο σπάταλη και παράγει περισσότερα προϊόντα (Avnimelech 2014).

ε) Συστήματα Ανακυκλοφορίας

Αυτό περιλαμβάνει ένα κλειστό σύνολο θαλάμων (μονάδων) όπου τα ψάρια φυλάσσονται σε έναν και η επεξεργασία του νερού σε άλλο. Εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την παροχή ρεύματος, καθώς το νερό πρέπει να αντλείται συνεχώς μέσω των θαλάμων των ψαριών. Καθώς το νερό ρέει μέσω του θαλάμου επεξεργασίας, τα σωματίδια φιλτράρονται και εισάγεται αέρας. Αυτό το κλειστό σύστημα ελέγχει την αλατότητα, τη θερμοκρασία, το οξυγόνο και οτιδήποτε μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα ψάρια (Goddek & Clauss 2019).

2.1.3 Μορφές Υδατοκαλλιέργειας

Σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η υδατοκαλλιέργεια διαχωρίζεται στις 3 παρακάτω μορφές:

α) Εκτατική υδατοκαλλιέργεια

Είναι οι εκμεταλλεύσεις εκτροφής ή καλλιέργειας υδρόβιων οργανισμών, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό εποπτείας εκ μέρους του καλλιεργητή/φορέα της μονάδας υδατοκαλλιέργειας, όσον αφορά στο περιβάλλον, στη διατροφή, στα αρπακτικά ζώα και στους νοσογόνους παράγοντες. Παράλληλα, χαρακτηρίζονται από χαμηλή παραγωγική ικανότητα καθώς και από σημαντική εξάρτηση από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και την ποιότητα των υδάτων.

β) Εντατική υδατοκαλλιέργεια

Είναι οι εκμεταλλεύσεις εκτροφής ή καλλιέργειας υδρόβιων οργανισμών (στα στάδια της επώασης, του γόνου και της εκτροφής) σε ένα ευρέως ελεγχόμενο περιβάλλον, οι οποίες προϋποθέτουν σημαντική εισροή ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης και επιβίωσης.

γ) Ημιεντατική υδατοκαλλιέργεια

Είναι οι εκμεταλλεύσεις εκτροφής ή καλλιέργειας υδρόβιων οργανισμών, στα στάδια της επώασης, του γόνου και της εκτροφής, σε ένα σχετικά ελεγχόμενο περιβάλλον, οι οποίες προϋποθέτουν εισροή συμπληρωματικής ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης και επιβίωσης.

2.2. Παγκόσμια Υδατοκαλλιέργεια

Η παγκόσμια υδατοκαλλιέργεια παρουσίασε αύξηση κατά 2% ως προς τον όγκο παραγωγής και 5,3% ως προς την αξία πωλήσεων το 2018. Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.2.1. η συνολική παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας ανήλθε το 2018 στους 114,5 εκ. τόνους προϊόντων αξίας 210,9 δισ. ευρώ. Η υδατοκαλλιέργεια παρέχει περισσότερα αλιευτικά προϊόντα απ' ότι η ελεύθερη αλιεία (54%, δηλαδή 97,4 εκ. τόνοι το 2018), Σχήμα 2.2.2.. Η Ασία παράγει το 91,7% του όγκου των παραγόμενων προϊόντων υδατοκαλλιέργειας.

Διάρθρωση Παραγωγής Υδατοκαλλιέργειας 2018

Είδη	Όγκος		Αξία	
	Τόννοι	%	Χιλιάδες ευρώ	%
Ασπόνδυ-Αμφίβ-Ερπ/δόν	918.567,51	0,80	5.218.405,01	2,47
Καρκινοειδή	9.386.535,93	8,20	55.417.820,06	26,28
Μαλακία	17.537.747,72	15,32	27.876.644,91	13,22
Υδρόβια φυτά	32.386.189,08	28,28	10.625.041,99	5,04
Ψάρια	54.279.001,60	47,40	111.771.150,80	52,99
Σύνολο	114.508.041,84	100,00	210.909.062,77	100,00

πηγή: FAO

Πίνακας 2.2.1.: Διάρθρωση Παραγωγής Υδατοκαλλιέργειας 2018. Πηγή: FAO

Τα ψάρια υδατοκαλλιέργειας αποτέλεσαν το 2018 σχεδόν το 47,4% της παγκόσμιας παραγωγής υδατοκαλλιέργειας. (<https://www.fao.org/fishery/en/collection/aquaculture>).

Εξέλιξη παραγωγής αλιείας και υδατοκαλλιέργειας 1950-2018 (τόνοι)



Σχήμα 2.2.2.: Εξέλιξη παραγωγής αλιείας και υδατοκαλλιέργειας 1950-2018 (τόνοι). Πηγή: FAO

2019

2.3 Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρώπη

Η παραγωγή υδατοκαλλιέργειας στην Ευρώπη παραμένει σταθερή τα τελευταία χρόνια. Η τσιπούρα και το λαβράκι αποτελούν το 95% της συνολικής παραγωγής ψαριών στην Μεσόγειο. Η τσιπούρα με παραγωγή 200.000 τόνους και το λαβράκι με παραγωγή 208.000 τόνους.

Η Ελλάδα είναι ο κύριος Ευρωπαίος παραγωγός και αποτελούν το 58,8% η τσιπούρα και το 51,1% το λαβράκι. Η Ισπανία (19,6% και 26,7%) και η Ιταλία (7,9% και 9,1%). Η Ελλάδα, η Ισπανία, η Ιταλία, η Τουρκία και η Αίγυπτος αποτελούν πάνω από το 90% της συνολικής μεσογειακής παραγωγής. Τα τελευταία χρόνια στην μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια έχουν αρχίσει να συμπεριλαμβάνονται κι άλλα είδη ψαριών όπως είναι ο κρانيός, το φαγκρί, το μυτάκι και το μαγιάτικο.

Η υδατοκαλλιέργεια το 2019 ανήλθε σε 466.083 τόνους (252.406 τόνοι τσιπούρας, 213.677 τόνοι λαβρακιού), παρουσιάζοντας αύξηση 5,2% σε σχέση με το 2018.

2.4. Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα τα τελευταία χρόνια είναι η πρώτη χώρα στην Ευρώπη σε παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού, με το 63% της εγχώριας παραγωγής αλιευτικών προϊόντων να προέρχεται από την υδατοκαλλιέργεια και μόλις το 37% από την συλλεκτική αλιεία.

Τα κύρια είδη εκτροφής είναι τα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας και τα όστρακα που αποτελούν το 85% και το 15% αντίστοιχα του συνολικού όγκου παραγωγής. Στον πίνακα 2.4.2 το 2019 η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού ανήλθε σε 120.500 τόνους παρουσιάζοντας αύξηση 3% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Οι εξαγωγές ελληνικής τσιπούρας και λαβρακιού το 2019 ανήλθαν σε 88.651 τόνους εκ των οποίων το 95% διοχετεύτηκε σε αγορές της Ε.Ε.. Τα ψάρια και τα αλιευτικά προϊόντα αποτελούν τον πρώτο εξαγωγικό κλάδο ζωικής παραγωγής της χώρας (Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών, Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια 2020, Ετήσια Έκθεση).

Η Ελλάδα βρίσκεται στις δύο πρώτες χώρες παραγωγής ψαριών μεσογειακής υδατοκαλλιέργειας, αντιπροσωπεύοντας το 22,2% της παραγωγής τους διεθνώς το 2018 (Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών, Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια 2020, Ετήσια Έκθεση).



Σχήμα 2.4.1: Προσφορά αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα 1950-2018. Πηγή: FAO, ΥΠΑΑΤ, ΣΕΘ

Παραγωγή υδατοκαλλιέργειας το 2019

	Αριθμ. Μονάδων	όγκος (τόνοι)	αξία (εκ. ευρώ)
Α. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΝΕΡΑ (ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΣΕ ΧΕΡΣΙΝΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ)			
Πέστροφα	62	2.000	6,50 €
Κυπρίνος	7	7	0,02 €
Σοπάμος	2	2	0,02 €
Κέφια	3	146	1,22 €
Γαρίδοκαλλιέργειες	1	0	0,00 €
Λοιπά είδη (κέφαλοι, τιλάνια κλπ)	12	100	0,950
Σύνολο Α	87	2.255	7,75 €
Β. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΝΕΡΑ (ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΣΕ ΠΛΩΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ)			
Τσιπούρα & λαβράκι	302	120.500	545,66 €
Λοιπά μεσογειακά είδη		4.300	
Οστρακοκαλλιέργειες (κυρίως μύδια)	520	22.020	7,78 €
Σύνολο Β	822	146.820	553,44 €
Σύνολο Α+Β	909	149.075	561,20 €
Γ. ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΕΣ (ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΚΥΡΙΩΣ ΑΠΟ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΥΛΛΟΓΟΥΣ)			
Ευρύαθα είδη (τσιπούρα, λαβράκι, κέφαλοι κλπ)	72	900	3,42 €
Σύνολο Γ	72	900	3,42 €
Δ. ΙΧΘΥΟΓΕΝΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΙΧΘΥΩΝ (Θ.Μ.Ι.)			
	Αριθμ. Σταθμών	Παραγ. εκ. Ιχθύδια	αξία (εκ. ευρώ)
Τσιπούρα & λαβράκι	26	411	86,70 €
Λοιπά μεσογειακά είδη		11,3	
Σύνολο Δ	26	422,3	86,70 €

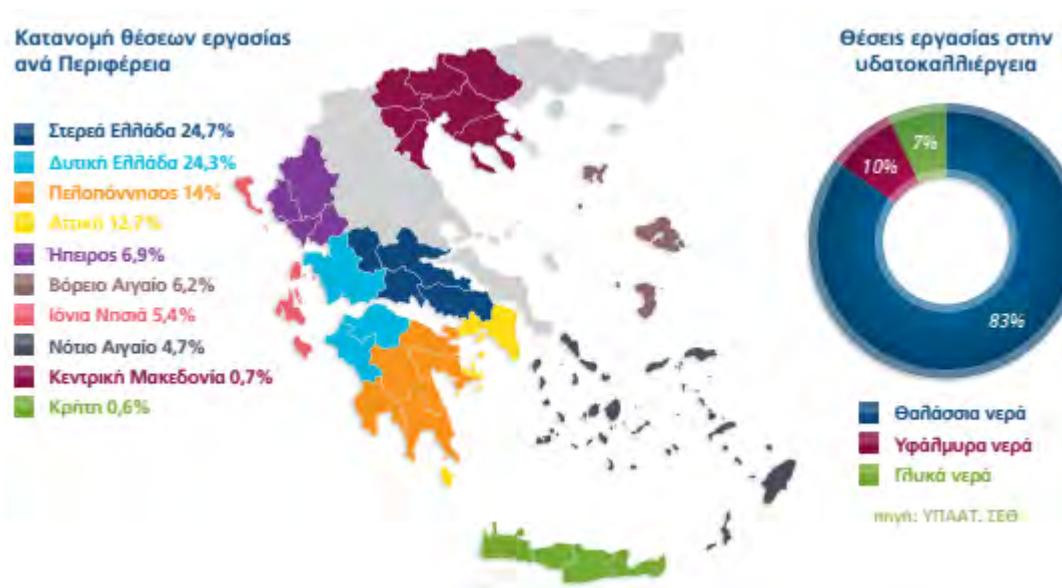
Πηγή: ΥΠΑΑΤ, ΣΕΘ

Πίνακας 2.4.2: Παραγωγή υδατοκαλλιέργειας το 2019. Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών

2.5. Απασχόληση στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας:

Σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία (έτος 2018), Εικόνα 2.6., το σύνολο των άμεσα απασχολούμενων στον κλάδο ανήλθε σε 4.260 άτομα μόνιμο και έκτακτο προσωπικό, παρουσιάζοντας μείωση 3% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Η θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια (ψάρια και μύδια) δημιουργεί το 83% των άμεσων θέσεων απασχόλησης, η καλλιέργεια σε υφάλμυρα νερά το 10%, ενώ η καλλιέργεια εσωτερικών υδάτων το 7%. Αν υπολογίσουμε και τις έμμεσες θέσεις απασχόλησης που δημιουργούνται από τις συνοδευτικές – υποστηρικτικές υπηρεσίες του κλάδου (παρασκευαστήρια ιχθυοτροφών, εξοπλισμός, ιχθυοκιβώτια, μεταφορές, κλπ.), τότε εκτιμάται πως συνολικά απασχολούνται άμεσα και έμμεσα περίπου 12.000 εργαζόμενοι διαφόρων ειδικοτήτων (επιστημονικό, τεχνικό και εργατικό προσωπικό). Πηγή: Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών, Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια 2020, Ετήσια Έκθεση.

Το σημαντικότερο όλων είναι ότι μεγάλος αριθμός αυτών των θέσεων απασχόλησης δημιουργούνται σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελληνικής επικράτειας, κυρίως νησιωτικές, γεγονός το οποίο συμβάλει σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών. Πιο συγκεκριμένα και όσον αφορά στην ιχθυοκαλλιέργεια, δημιουργεί θέσεις εργασίας σε 10 από τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας με τη Δυτική Ελλάδα, τη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο και την Αττική να έχουν τις περισσότερες θέσεις εργασίας. Αξίζει να σημειωθεί πως στην Ελλάδα καταγράφεται ένα από τα υψηλότερα ποσοστά απασχόλησης επί του συνόλου των απασχολούμενων στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας στην Ε.Ε



Εικόνα 2.6.: Κατανομή θέσεων εργασίας ανά Περιφέρεια 2018. Πηγή: ΥΠΙΑΑΤ, ΣΕΘ

3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται στη μεταβολή του κλίματος και κυρίως στη μεταβολή των μετεωρολογικών συνθηκών. Οι μεταβολές περιλαμβάνουν διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότά του, που εκτείνονται για δεκαετίες ή παραπάνω. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι κύριοι παράγοντες που οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες και επηρεάζουν την ιχθυοκαλλιέργεια είναι:

- Η θέρμανση των υδάτων
- Οι μεταβολές της αλατότητας
- Η οξίνιση (μεταβολές στο pH) εξαιτίας των βροχοπτώσεων
- Αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που επηρεάζουν το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η κτηνοτροφία. Οι δραστηριότητες αυτές προκαλούν αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε δευτερογενείς αλλαγές στο περιβάλλον της υδατοκαλλιέργειας, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την ανάπτυξη και την παραγωγή (Cochrane et al., 2009).

3.1. Διάβρωση των εδαφών

Η υποβάθμιση της γης είναι μια παγκόσμια απειλή που επηρεάζει αρνητικά τη λειτουργία του οικοσυστήματος και την ικανότητά τους να παρέχουν υπηρεσίες οικοσυστήματος, όπως ο κύκλος των θρεπτικών ουσιών, η διατήρηση του νερού και η παροχή οικοτόπου. Η διάβρωση του εδάφους είναι μία από τις κύριες διεργασίες που οδηγούν στην υποβάθμιση της γης και επηρεάζει κυρίως το γόνιμο ανώτερο στρώμα του εδάφους, το οποίο παίζει ουσιαστικό ρόλο στην παραγωγικότητα των (αγρο)οικοσυστημάτων και είναι θεμελιώδες για την παροχή επισιτιστικής ασφάλειας. Η διάβρωση του εδάφους επηρεάζει επίσης τους βιογεωχημικούς κύκλους και, ως εκ τούτου, αλληλοεπιδρά με την ίδια την κλιματική αλλαγή. Η επιτόπια επίδραση της διάβρωσης του εδάφους περιλαμβάνει την απώλεια οργανικής ύλης, η οποία μειώνει την ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων του εδάφους.

Επιπλέον, η διάβρωση του εδάφους έχει επίσης σημαντικές επιπτώσεις εκτός τοποθεσίας στον οικότοπο, συμπεριλαμβανομένων των ποτάμιων οικοτόπων, των παράκτιων οικοτόπων και των κοραλλιογενών υφάλων. Το μεταφερόμενο ίζημα επηρεάζει τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καθίζηση δεξαμενών για σκοπούς άρδευσης και πόσιμου νερού, η ζημιά στη στέγαση και τις υποδομές, και δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται σε δέλτα ποταμών. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε αυξημένη διάβρωση του εδάφους σε πολλές τοποθεσίες παγκοσμίως επηρεάζοντας τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος και την ανθρώπινη ευημερία. Παρά τις πολυάριθμες

περιπτωσιολογικές μελέτες, υπάρχει ωστόσο έλλειψη γνώσης σχετικά με τις παγκόσμιες διαφορές στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη διάβρωση του εδάφους, τις δυνατότητες χρήσης γης και πρακτικών διατήρησης του εδάφους για τον μετριασμό αυτών των επιπτώσεων και τις αβεβαιότητες που συνεπάγεται.

Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η αλλαγή χρήσης γης έχει επίσης σημαντικό αντίκτυπο στη διάβρωση του εδάφους και αλληλοεπιδρά με την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, η προβολή του τρόπου με τον οποίο θα αλλάξει η χρήση της γης υπό μελλοντικές κλιματικές συνθήκες δεν είναι μια απλή άσκηση, λόγω του μεγάλου αριθμού παραγόντων που δρουν σε τοπική έως παγκόσμια κλίμακα. Λόγω αυτών των πολυπλοκοτήτων, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι λίγες μόνο μελέτες εξετάζουν την αλλαγή χρήσης γης και την ανάπτυξη της βλάστησης σε συνδυασμό με την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη διάβρωση του εδάφους. Τα μέτρα διατήρησης του εδάφους προωθούνται ως λύση προσαρμογής στην προβλεπόμενη αύξηση της διάβρωσης του εδάφους λόγω της κλιματικής αλλαγής, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγή χρήσης γης, όπως αναδάσωση και σειρά μέτρων επιτόπου και εκτός εγκατάστασης. Τα μέτρα διατήρησης του εδάφους δεν είναι μόνο ωφέλιμα για τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους, αλλά μπορούν να παρέχουν πρόσθετες υπηρεσίες οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης άνθρακα και αζώτου, συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και στην προστασία της βιοποικιλότητας (Xie et al, 2022).

3.2. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας

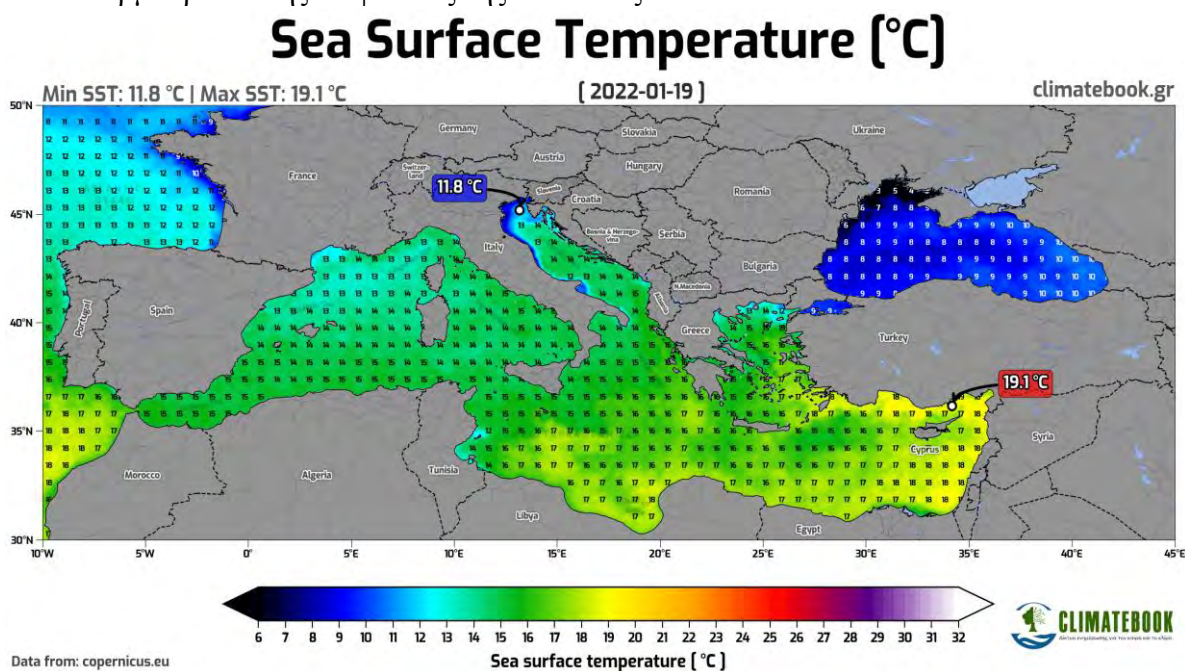
Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την στάθμη της θάλασσας με την θερμική διαστολή του νερού, το λιώσιμο των πάγων και η βύθιση τμημάτων της στεριάς. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας προκαλείται από την υπερθέρμανση του πλανήτη και την αύξηση της θερμοκρασίας. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας προκαλεί προβλήματα στις παράκτιες περιοχές κυρίως στη γεωργία, την αλιεία και τον τουρισμό.

Η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών και η μείωση των παγετώνων αποτέλεσαν τους κυρίαρχους παράγοντες για την αύξηση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας κατά τον 20ο αιώνα. Παρατηρήσεις από το 1971 υποδεικνύουν ότι η θερμική διαστολή και οι παγετώνες (εξαιρουμένων των ανταρκτικών παγετώνων περιφερειακά στον παγετώνα) εξηγούν το 75% της παρατηρούμενης αύξησης. Η συμβολή των παγετώνων της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής έχει αυξηθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, εν μέρει από την αυξημένη ροή που προκαλείται από την θέρμανση του αμέσως γειτονικού ωκεανού. Οι φυσικές και ανθρωπογενείς αποθηκεύσεις υδάτων στο έδαφος έχουν μόνο μια μικρή συνεισφορά. Ο ρυθμός εξάντλησης των υπογείων υδάτων έχει αυξηθεί και υπερβαίνει πλέον το ρυθμό της διατήρησης των δεξαμενών νερού. Από το 1993, όταν είναι διαθέσιμες παρατηρήσεις όλων των συνιστωσών της στάθμης της θάλασσας, το άθροισμα των παρατηρήσεων επιβεβαιώνει τη παρατηρούμενη παγκόσμια μέση αύξηση της στάθμης της θάλασσας (Church et al, 2013).

Οι επιπτώσεις της αύξησης της στάθμης της θάλασσας περιλαμβάνουν την πλημμύρα και την επικινδυνότητα από καταστροφικά κύματα, την εξαφάνιση των χαμηλών νησιών και των

παράκτιων περιοχών, την αλλαγή της αλμυρότητας και της κατανομής των υδάτων του υπεδάφους, καθώς και την επιδείνωση των επιπέδων ρύπανσης των υδάτων του υπεδάφους και των ακτών. Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων του ωκεανού και η απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από τον ωκεανό έχει αλλάξει την χημική σύνθεση των υδάτων του ωκεανού, επηρεάζοντας έτσι τα θαλάσσια οικοσυστήματα και την αλιεία. (Church et al, 2013)

3.3. Η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας

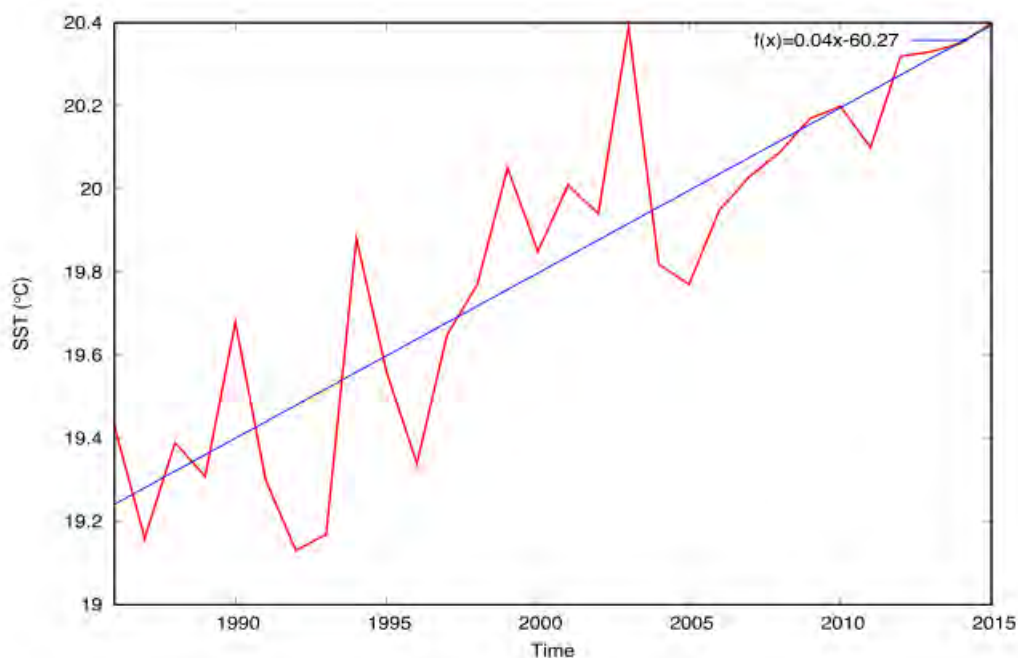


Εικόνα 3.3.1.: Παρουσίαση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας

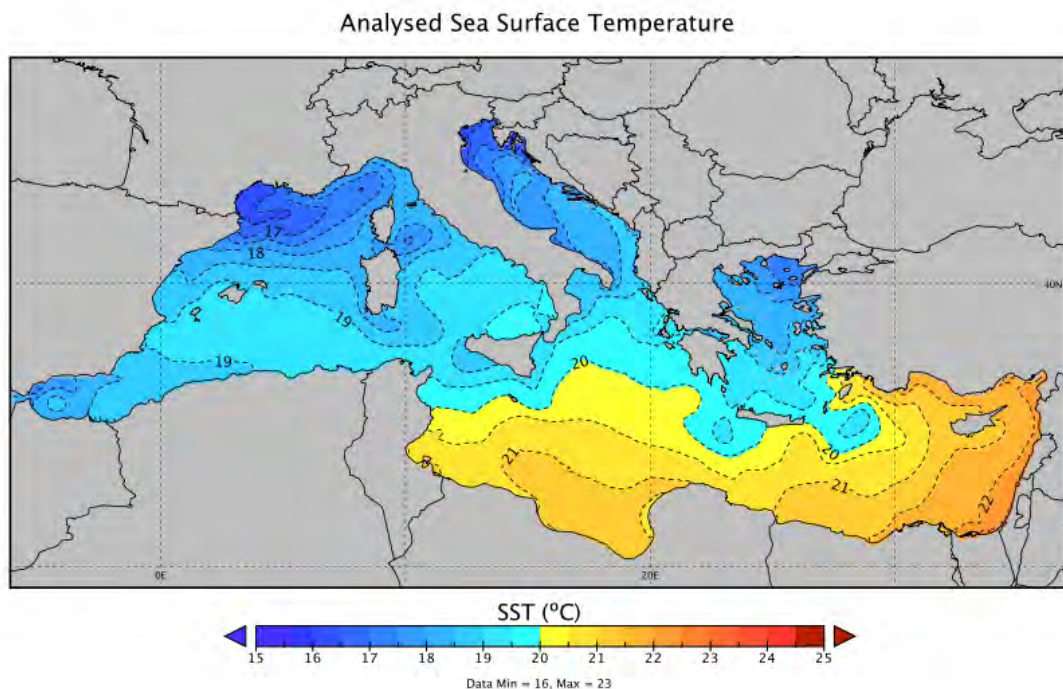
Στην εικόνα 3.3.1. παρουσιάζεται η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας όπου καταγράφεται από τις δορυφορικές μετρήσεις τον Ιανουάριο του 2022, ότι η θερμοκρασία στη δυτική Μεσόγειο είναι στους 13°C και φτάνει μέχρι τους 15° C. Στην ανατολική Μεσόγειο, στις ακτές της Τουρκίας, η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας είναι στους 19.1°C.

Στο Αιγαίο, η χαμηλότερη θερμοκρασία είναι στους 12°C και η υψηλότερη θερμοκρασία είναι στην Ρόδο με 18°C. Πηγή: <https://climatebook.gr>

Μετρώντας την ετήσια μεταβλητότητα του ετήσιου μέσου όρου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας και χρησιμοποιώντας μοντέλο γραμμική παλινδρόμηση για την περίοδο από το 1986 μέχρι το 2015 στη Μεσόγειο, τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι ο ετήσιος μέσος όρος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας αυξήθηκε κατά 0,4°C, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



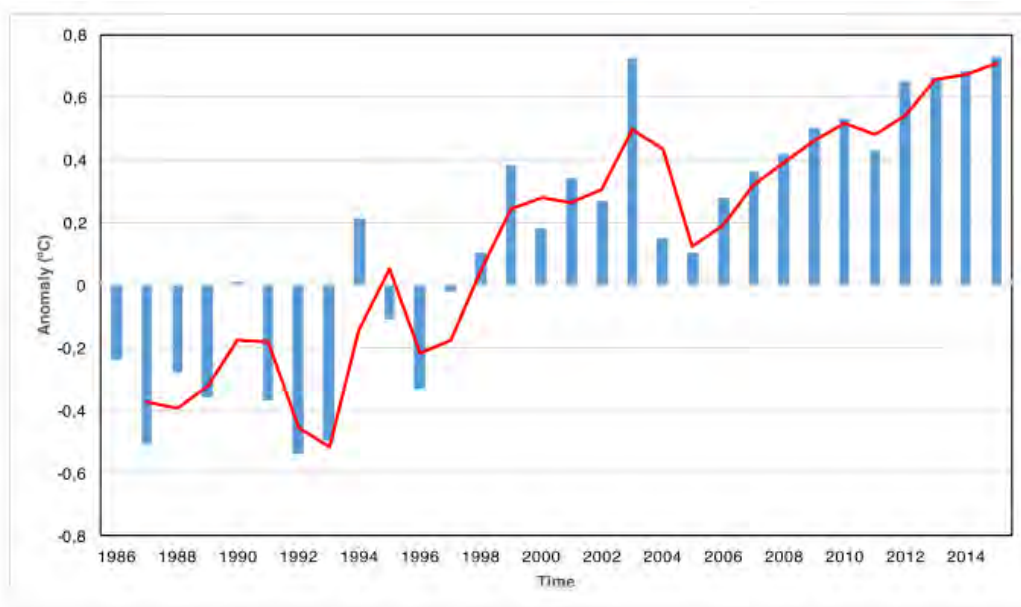
Σχήμα 3.3.2.: Συσχέτιση του ετήσιου μέσου όρου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας



Σχήμα 3.3.3.: Η χωρική κατανομή του μέσου όρου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας

Στο σχήμα 3.3.3. παρουσιάζεται η χωρική κατανομή του μέσου όρου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας κατά την περίοδο 1986 μέχρι το 2015 σε υψηλή ανάλυση.

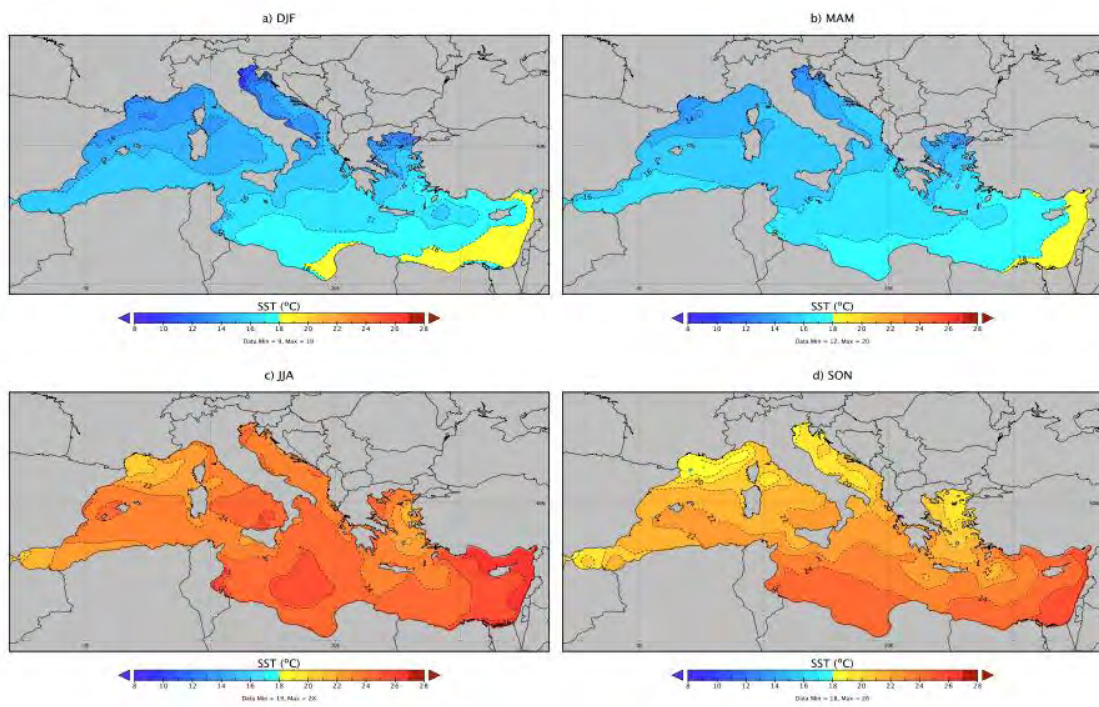
Πηγή: άρθρο, Sea Surface Temperature Change in the Mediterranean sea under climate change a linear model for simulation of the sea surface temperature up to 2100, SAKALLI, A.



Σχήμα 3.3.4.: Ο ετήσιος μέσος όρος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας

Στο σχήμα 3.3.4. φαίνεται ο ετήσιος μέσος όρος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας όπου καταγράφεται κάτω από το μέσο όρο μεταξύ του 1986 και 1997. Η μεγαλύτερη ετήσια ανωμαλία φαίνεται στο σχήμα κατά την περίοδο του 2003 και επίσης η ετήσια ανωμαλία αυξάνεται συνεχώς από το 2005 μέχρι το 2015. Το 2011 παρουσιάστηκε μείωση της ετήσιας ανωμαλίας.

Πηγή: άρθρο, Sea Surface Temperature Change in the Mediterranean sea under climate change a linear model for simulation of the sea surface temperature up to 2100, SAKALLI, A.



Σχήμα 3.3.5.: Η εποχιακή μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας

Στο σχήμα 3.3.5. φαίνεται η κατανομή της εποχιακής μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας στη Μεσόγειο από το 1986-2015. Στην α εικόνα είναι οι μήνες Δεκέμβριος, Ιανουάριος και Φεβρουάριος, στην β εικόνα είναι οι μήνες Μάρτιος, Απρίλιος και Μάιος, στην γ εικόνα είναι οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος, στην δ εικόνα είναι οι μήνες Σεπτέμβριος, Οκτώβριος και Νοέμβριος. Στο σχήμα φαίνεται ότι στη βόρεια και δυτική Μεσόγειο θάλασσα επικρατεί ψύχος με θερμοκρασία 5-10°C. Ενώ στη νότια και ανατολική Μεσόγειο θάλασσα οι θερμοκρασίες κατά την θερινή περίοδο είναι 28°C. οι θερμοκρασίες αυτές

Η μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία για τον Ιούνιο του 2022 ήταν η έκτη υψηλότερη για μήνα Ιούνιο στα παγκόσμια κλιματικά αρχεία της NOAA που χρονολογούνται από το 1880. (Πηγή: National Oceanic and Atmospheric Administration)

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ιχθυοκαλλιέργεια σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι υψηλές θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας, η οξίνιση των ωκεανών και η μετανάστευση θαλάσσιων ειδών. Η μεταβολή του φυσικού περιβάλλοντος δημιουργεί συνθήκες καταπόνησης στα εκτρεφόμενα ψάρια και οδηγεί σε αύξηση του κινδύνου για την εμφάνιση νόσων.

4.1. Επιπτώσεις στις υδατοκαλλιέργειες εσωτερικών υδάτων

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τις υδατοκαλλιέργειες εσωτερικών υδάτων σε όλη την Ευρώπη, εξαιτίας των ελάχιστων βροχοπτώσεων και των έντονων καταιγίδων. Αυτό θα οδηγήσει στην αύξηση λειψυδρίας κυρίως στην νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη καθώς και αύξηση των πλημμυρών. Οι παραπάνω μεταβολές θα επηρεάσουν μεγάλο μέρος, είτε χερσαίες είτε θαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης (πηγή: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_el). Η κλιματική αλλαγή έχει ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας τόσο του περιβάλλοντος όσο και των υδάτων (λίμνες, ποτάμια). Άμεση συνέπεια της αύξησης της θερμοκρασίας είναι η μείωση της επιφάνειας των πάγων στον πλανήτη είτε πρόκειται για παγετώνες είτε για την έκταση των πάγων στους πόλους της γης.

4.2. Επιπτώσεις στις θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες

Οι επιπτώσεις στους διάφορους τύπους θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας διαφοροποιούνται κυρίως εξαιτίας της φυσιολογίας των εκτρεφόμενων οργανισμών, και περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

4.2.1. Επιπτώσεις στις θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες

Σύμφωνα με τη μελέτη των Munday et al, 2016 αναφέρεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας και η αλλαγή της χημικής σύστασης του ωκεανού λόγω της ανθρωπογενούς εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, έχουν ήδη επηρεάσει την παραγωγή ιχθυοτροφών και την αναπαραγωγή των ιχθυοειδών.

Τα επίπεδα διαλυμένου CO₂ που προβλέπεται να εμφανιστούν στον ωκεανό αυτόν τον αιώνα αλλάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών προνυμφών και μειώνουν δραματικά την επιβίωσή τους κατά τη αλλαγή τους σε ενήλικες πληθυσμούς. Η αλλοιωμένη συμπεριφορά των προνυμφών εντοπίστηκε στα 700 ppm CO₂, με πολλά άτομα να έλκονται από τη μυρωδιά των αρπακτικών. Στα 850 ppm CO₂, η ικανότητα αίσθησης των αρπακτικών ήταν εντελώς εξασθενημένη. Οι προνύμφες που εκτέθηκαν σε αυξημένο CO₂ ήταν πιο ενεργές και εμφάνισαν πιο επικίνδυνη συμπεριφορά στο φυσικό περιβάλλον των κοραλλιογενών υφάλων. Ως αποτέλεσμα, είχαν 5-9 φορές υψηλότερη θνησιμότητα από θηρευτή από τους μάρτυρες της τρέχουσας ημέρας, με τη θνησιμότητα να αυξάνεται με τη συγκέντρωση CO₂. Τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι το πρόσθετο CO₂ που απορροφάται στον ωκεανό θα μειώσει την επιτυχία της ενηλικίωσης και θα έχει εκτεταμένες συνέπειες για τη βιωσιμότητα των πληθυσμών των ψαριών.

Επιπλέον, η οξίνιση του ωκεανού μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των αυγών και των νεαρών ιχθυδίων, καθιστώντας δύσκολη την επιβίωσή τους. Ειδικότερα, η αύξηση της οξύτητας του ωκεανού μειώνει την ποσότητα του *Argonauta nodosa* που είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των αυγών των ψαριών καθώς είναι ένα πολύ μικρό και εύθραυστο κεφαλόποδο που είναι ευαίσθητο στις αλλαγές του ωκεανού. Επίσης, η οξίνιση του ωκεανού επηρεάζει την επιβίωση και ανάπτυξη των νεαρών ψαριών, καθώς επηρεάζει τη διαταραχή των αισθητηριακών οργάνων τους, που είναι απαραίτητα για την εύρεση τροφής και την αποφυγή κινδύνων. Συγκεκριμένα, η υψηλή οξύτητα μειώνει την αντίληψη των ψαριών για τον οσμικό κίνδυνο, όπως τους εχθρούς και την τροφή, καθώς και την ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται τους φυσικούς τους καταναλωτές. Επιπλέον, η οξίνιση μειώνει την ικανότητα των νεαρών ψαριών να αντιστέκονται στο στρες και τις ασθένειες, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η επιβίωσή τους και η αναπαραγωγική τους επιτυχία.. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των πληθυσμών των ψαριών και να επηρεάσει αρνητικά τη βιωσιμότητα της αλιείας, των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και των ιχθυοκαλλιεργειών.

Επομένως, η μελέτη υποστηρίζει ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να απειλήσει σοβαρά τη βιωσιμότητα των θαλάσσιων ιχθυοκαλλιεργειών.

4.2.2. Επιπτώσεις στις λοιπές καλλιέργειες (όστρακα, καρκινοειδή, κ.α.)

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σημαντικά την καλλιέργεια οστράκων, μαλακίων και καρκινοειδών.

α) Καλλιέργεια οστράκων

Σύμφωνα με την έρευνα των Comeau et al, 2011, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την καλλιέργεια οστρακοειδών με αρκετούς τρόπους. Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας και η οξίνιση του ωκεανού επηρεάζουν τη φυσική ανάπτυξη των μαλακών και μπορεί να μειώσουν την ανθεκτικότητά τους σε ασθένειες και σε επιθέσεις από θαλάσσια ζώα.

Η οξίνιση των ωκεανών επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του ασβεστίου και άλλων θρεπτικών συστατικών στο νερό, που είναι απαραίτητα για τη δόμηση των καλλιεργειών οστρακοειδών και άλλων μαλακών ζώων. Αυτό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη και την υγεία των οστρακοειδών. Επιπλέον, η οξίνιση μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του νερού και να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών στα οστρακοειδή.

Επίσης, η αύξηση της συχνότητας και έντασης των καταιγίδων, η αύξηση της θαλάσσιας στάθμης και οι αλλαγές στην παροχή του νερού μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγή και την ποιότητα των οστρακοειδών.

Τέλος, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τις περιοχές καλλιέργειας οστρακοειδών λόγω των αλλαγών στην θερμοκρασία της θάλασσας και της παροχής νερού, καθώς και λόγω των αλλαγών στην κατανομή των ειδών που τρέφονται με την καλλιέργεια των οστρακοειδών.

β) Καλλιέργεια μαλακίων

Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να επηρεάσει την αναπαραγωγή, την ανάπτυξη και την υγεία των μαλακίων. Οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσουν

σε υψηλότερό ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών που αποτελούν τη βάση της διατροφής των μαλακίων, με αποτέλεσμα να εξαντληθούν τα διαθέσιμα τρόφιμα και να περιοριστεί η ανάπτυξη των μαλακίων. Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ασθενειών και επιδημιών στα μαλάκια και να προκαλέσει αύξηση της θνησιμότητας. Επίσης μπορεί να επηρεάσει το μέγεθος και την ποιότητα των μαλακίων, με αποτέλεσμα να μειωθεί η αξία τους στην αγορά.

Επιπλέον, η αλλαγή του pH του νερού (οξίνιση των ωκεανών) μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη των μαλακίων. Η υψηλή οξύτητα του νερού μπορεί να προκαλέσει στρες στα μαλάκια και να μειώσει την αντοχή τους σε ασθένειες λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητας του ασβεστίου στο νερό, το οποίο είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των κοχυλίων.

Τέλος, η αλλαγή του κλίματος μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην ποιότητα και ποσότητα του τροφικού δικτύου, επηρεάζοντας άμεσα τη διατροφή των μαλακίων. (Ruesink, et al, 2020)

γ) Καλλιέργεια καρκινοειδών

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την καλλιέργεια των καρκινοειδών μέσω πολλαπλών τρόπων.

Οι αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού μπορούν να επηρεάσουν την καλλιέργεια των καρκινοειδών σε πολλούς τρόπους. Μεταξύ άλλων, η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στα πρότυπα της ανάπτυξης των καρκινοειδών, καθώς και στη διάρκεια των σταδίων της ζωής τους, όπως τη σταδιοποίηση και τη μετάβαση στην

ενήλικη μορφή τους. Επιπλέον, η αλλαγή της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να επηρεάσει τη διατροφή και τον ανταγωνισμό των καρκινοειδών, καθώς και την επιβίωσή τους σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Επίσης, οι αλλαγές στην ποιότητα και διαθεσιμότητα του ενυδρείου μπορεί να επηρεάσει την καλλιέργεια των καρκινοειδών. Για παράδειγμα, υψηλά επίπεδα αμμωνίας και νιτρικών ενώσεων στο νερό μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την υγεία των καρκινοειδών και να μειώσουν την αντοχή τους στις ασθένειες. Επιπλέον, αλλαγές στην ποιότητα του νερού μπορούν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα τροφής για τα καρκινοειδή, επηρεάζοντας έτσι την ανάπτυξη και την επιβίωσή τους. (Lima-Junior et al, 2020)

4.3. Επιπτώσεις στους εκτρεφόμενους πληθυσμούς

4.3.1. Άγχος και στρες

Τα ψάρια που ζουν σε καθεστώς αιχμαλωσίας έχουν αποδειχθεί περισσότερο στρεσογόνα και επιρρεπή σε ασθένειες σε σχέση με τα άγρια ψάρια. Αυτό οφείλεται κυρίως στις συνθήκες μικροκλίματος που επικρατούν γύρω από τον κλωβό. Τα άγρια ψάρια έχουν την δυνατότητα να μεταναστεύουν και να αναζητούν το ιδανικό θαλάσσιο περιβάλλον για την διαβίωσή τους, σε αντίθεση με τα ψάρια εκτροφής. Η σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια έχει βρει σχετικούς τρόπους προκειμένου να ελέγχει το επίπεδο του στρες στα εκτρεφόμενα ψάρια, κυρίως μετρώντας τα επίπεδα κορτιζόλης, γλυκόζης και γαλακτικού οξέος στο αίμα τους, την κατάσταση των λεπιών τους, την παραγωγή βλέννας και των στοιχείων που βρίσκονται στα περιττώματά τους.

Όλες οι παραπάνω ενδείξεις, συνδέονται στενά με τον μεταβολισμό των ψαριών, ο οποίος σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξή τους. Τα ψάρια που βρίσκονται υπό καθεστώς

στρες και άγχους είναι επιρρεπής στις ασθένειες, καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες τροφής και αναπτύσσονται πιο αργά. Συνεπώς κοστίζει περισσότερο η εκτροφή τους, δημιουργώντας πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση στην μονάδα εκτροφής.

Ωστόσο διάφορες μελέτες έχουν αποδείξει ότι το οξύ stress μπορεί να τονώσει το ανοσοποιητικό σύστημα των ψαριών και να τα καταστήσει πιο ανθεκτικά σε ασθένειες, σε αντίθεση με το χρόνιο stress το οποίο είναι απολύτως επιβλαβές για την υγεία τους.

Οι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η δημιουργία άγχους στα ψάρια εκτροφής χωρίζονται σε φυσικούς και ανθρωπογενείς. Οι ανθρωπογενείς παράγοντες έχουν να κάνουν κυρίως με την υψηλή ιχθυοπυκνότητα στους κλωβούς, την λανθασμένη συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών στον κλωβό, τον λανθασμένο χειρισμό των ψαριών, την χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου, την σκόπιμη ρύπανση με ουσίες για απολύμανση και γενικότερα ότι έχει να κάνει με τους ανθρώπινους χειρισμούς του κλωβού. Σε αντίθεση με τους ανθρωπογενείς παράγοντες, οι φυσικοί παράγοντες που αυξάνουν το στρες των ψαριών οφείλονται σε μεταβολές οι οποίες δεν μπορούν να ελεγχθούν με ανθρώπινη παρέμβαση. Η αλατότητα του θαλασσινού νερού μεταβάλλεται ύστερα από έντονες βροχοπτώσεις ή από μεταβολές στην θερμοκρασία του νερού. Επίσης η μεταβολή της θερμοκρασίας επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα του οξυγόνου. Τέλος ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμοκρασία του νερού ανεβαίνει σημαντικά και πολλές φορές απότομα

Πηγή: εφημερίδα ΠΑΤΡΙΣ: <https://www.patrís.gr/2021/10/16/i-klimatiki-allagi-kanei-ta-psaria-pio-eyalota-akoma-kai-sto-stres/>

4.3.2. Ασθένειες

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ασθενειών όπου πιθανόν να μειώσουν την ανάπτυξη, την παραγωγή και την αντοχή των ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας. Οι ασθένειες μπορεί να οφείλονται σε μολυσματικούς ή μη μολυσματικούς παράγοντες. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να είναι ιοί, παράσιτα, μύκητες και βακτήρια. Οι κυριότερες από τις ασθένειες των εκτρεφόμενων ψαριών προέρχονται από ιούς, όπως η Λεμφοκύστη, Ιογενής εγκεφαλοπάθεια και αμφιβληστροειδοπάθεια, και βακτήρια, όπως η Παστερέλλωση, η Δονακίωση κ.ά. (Πηγή: Σπίνος Ε. 2019. Συσχέτιση περιβαλλοντικών παραμέτρων με την εμφάνιση ασθενειών στο εκτρεφόμενο λαβράκι *Dicentrarchus labrax*, L. 1758 και πρόληψη των ασθενειών αυτών. Διδακτορική Διατριβή Πανεπιστήμιο Αιγαίου). Οι ασθένειες έχουν επιπτώσεις για τους καταναλωτές ιδίως όταν προκαλούνται από παθογόνα όπου μολύνουν τον άνθρωπο και τα ψάρια. Για την αποφυγή ασθενειών οι ιχθυοκαλλιεργητές χρησιμοποιούν αντιβιοτικά, τα οποία αυξάνουν το κόστος παραγωγής. Τα μέτρα για την πρόληψη των ασθενειών είναι ο εμβολιασμός των ψαριών, η χρήση ανοσοδιεγερτικών και οι σωστές συνθήκες εκτροφής.

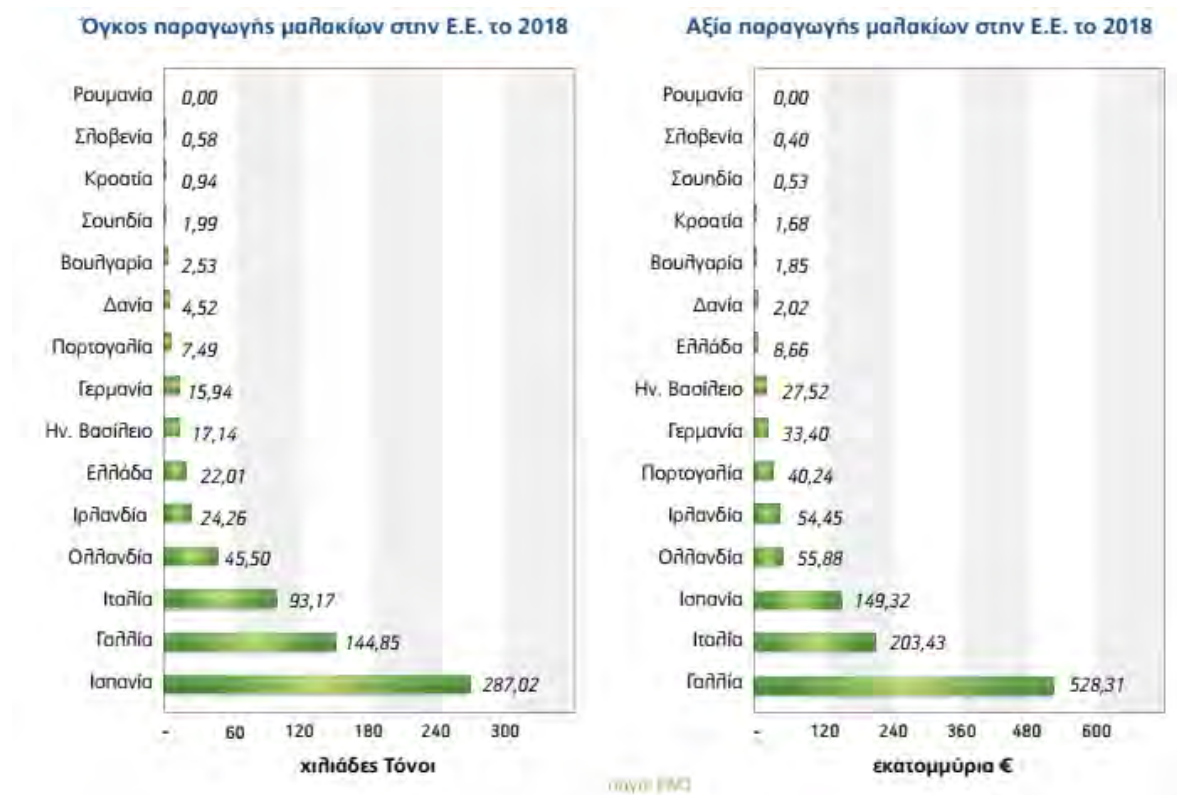
5. Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΑΪΚΟ

Άμεσο παράδειγμα της κλιματικής αλλαγής και την επίδραση που έχει στις ιχθυοκαλλιέργειες αποτελεί το καλοκαίρι του 2021 όπου και καταστράφηκε σχεδόν ολοκληρωτικά η οστρακοπαραγωγή του Θερμαϊκού κόλπου, λόγω αύξησης της θαλάσσιας θερμοκρασίας.

Σύμφωνα με τον FAO η Ελλάδα κατατάσσεται 6η στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως προς τον όγκο παραγωγής μαλακίων και 9η ως προς την αξία τους. (Σχήμα 5.1.)

Η Ισπανία παράγει τον κύριο όγκο των μαλακίων της Ευρωπαϊκής Ενώσεως αλλά ταυτόχρονα είναι και ο μεγαλύτερος καταναλωτής. Μαζί με την Ισπανία, η Γαλλία και η Ιταλία παρήγαγαν για το έτος 2018 (σύμφωνα με τον FAO) το 78,6% της παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής μυδιών στην Ελλάδα, λαμβάνει χώρα στον κόλπο του Θερμαϊκού. Η οστρακοπαραγωγή στον κόλπο του Θερμαϊκού αποτελεί σημαντικό κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας της ευρύτερης περιοχής της βόρειας Ελλάδος καθώς απασχολεί σημαντικό αριθμό ατόμων και συνεισφέρει στο τοπικό εισόδημα ως καθαρά εξαγωγικός κλάδος. Ωστόσο το έτος 2021 η οστρακοπαραγωγή δέχτηκε διπλό ισχυρότατο πλήγμα καθώς τόσο η καραντίνα για την πανδημία του COVID-19 η οποία καθυστέρησε τις παραγγελίες από το εξωτερικό όσο και η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας πάνω από 10° C μέσα σε μόλις 3 ημέρες, οδήγησαν τους οστρακοπαραγωγούς στην απόγνωση.



Σχήμα 5.1. Όγκος και Αξία παραγωγής μαλακίων στην Ε.Ε. το 2018. Πηγή: Ετήσια Έκθεση, Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια 2020, FAO

Τα όστρακα απαιτούν θερμοκρασίες ύδατος μέχρι 24° C ειδάλλως δεν μπορούν να επιβιώσουν. Για τον λόγο αυτό η οστρακοπαραγωγή του Θερμαϊκού κόλπου τελειώνει το αργότερο μέχρι τα μέσα Ιουλίου. Τα νερά τον Αύγουστο ξεπερνούν την ιδανική θερμοκρασία οπότε δεν μπορεί να υπάρξει παραγωγή.

Ο κύριος όγκος της οστρακοπαραγωγής προορίζεται για εξαγωγή κυρίως στην Ισπανία, όπου και υπάρχει η μεγαλύτερη κατανάλωση οστράκων στην Ευρώπη. Η καραντίνα λόγω της πανδημίας του COVID-19 οδήγησε σε αισθητά μειωμένη κατανάλωση οστράκων στην Ισπανία, καθώς ο τουρισμός της για το έτος 2021 κατέρρευσε, με άμεση συνέπεια την σχεδόν ολοκληρωτική απουσία παραγγελιών για όστρακα. Η εσωτερική παραγωγή της

Ισπανίας, υπερκάλυψε την ζήτηση, και σε συνδυασμό με τα προβλήματα στις διεθνείς μεταφορές, τα ευπαθή προϊόντα δεν διακινήθηκαν.

Οι οστρακοπαραγωγοί του Θερμαϊκού, το καλοκαίρι του 2021, δεν είχαν δεχτεί τον αναμενόμενο όγκο παραγγελιών από το εξωτερικό, και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής τους παρέμενε στην θάλασσα, μέχρι να ανοίξει η ζήτηση από το εξωτερικό. Όμως ξαφνικά, όπως προαναφέρθηκε, η θερμοκρασία της θάλασσας αυξήθηκε ραγδαία, κατά σχεδόν 10° C, με αποτέλεσμα τα όστρακα να πεθάνουν στην θάλασσα, και να χαθεί το 80 – 100 % της παραγωγής (Πηγή:

<https://www.ethnos.gr/greece/article/111001/ygeionomikhbombagiatothermaikotamydiapoy sapizoyntiskalliergeies>).

Οι αιτίες για την απότομη αύξησης της θαλάσσιας θερμοκρασίας θα πρέπει να αναζητηθούν κυρίως σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και συγκεκριμένα στις δασικές πυρκαγιές της βόρειας Ευβοίας, οι οποίες αύξησαν ραγδαία την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, με συνέπεια να αυξηθεί και η θερμοκρασία της θάλασσας. Η άμεση συσχέτιση των δασικών πυρκαγιών με την μεταβολή της θαλάσσιας θερμοκρασίας όπου συνορεύει, έχει παρατηρηθεί, αλλά δεν έχει αποδειχθεί ακόμα από επιστημονικές μελέτες.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μελέτη αυτή αποκάλυψε ότι η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να επηρεάσει σοβαρά την ευρωπαϊκή υδατοκαλλιέργεια και να οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή και την οικονομία.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, η αλλαγή της χημικής σύστασης του νερού και η αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων ενδέχεται να επηρεάσουν την υγεία και την ανάπτυξη των ιχθυαποθεμάτων και των φυτών καλλιέργειας, επηρεάζοντας έτσι την παραγωγή.

Επιπλέον, οι αλλαγές στην κλίμακα της παραγωγής, τις εισαγωγές και τις εξαγωγές θα έχουν επίσης επιπτώσεις στην οικονομία του τομέα.

Επομένως, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη και η υιοθέτηση κατάλληλων στρατηγικών προσαρμογής στις αλλαγές του κλίματος στην ευρωπαϊκή υδατοκαλλιέργεια, με σκοπό τη διατήρηση της βιωσιμότητας του τομέα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το παράδειγμα των οστρακοπαραγωγών του Θερμαϊκού, αποτελεί τρανό παράδειγμα πως η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις θαλάσσιες καλλιέργειες. Με τον ίδιο τρόπο θα μπορούσε να επηρεαστεί και μία πλωτή μονάδα θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας, παρόλο που τα ψάρια είναι πιο ανεκτικά σε μεταβολές θερμοκρασίας. Η απότομη μεταβολή της θαλάσσιας θερμοκρασίας θα μπορούσε να προκαλέσει θερμικό σοκ στα ψάρια και πολλά από αυτά να αποβιώσουν. Αλλά και στην περίπτωση που επιβιώσουν θα έχουν υποστεί έντονο στρες που θα επηρεάσει την παραγωγή τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά.

Σύμφωνα με τα σενάρια εκπομπών, αναμένεται να αυξηθεί η θερμοκρασία της στάθμης της θάλασσας μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Ο ωκεανός θα συνεχίσει να θερμαίνεται και να οξύνεται και η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας να αυξάνεται. Η Μεσόγειος ως κλειστή θάλασσα, πλήττεται εντονότερα σε σχέση με τους ωκεανούς και τις ανοιχτές θάλασσες, και οι επιπτώσεις εμφανίζονται γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ένταση. Η εντατική θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια προϋποθέτει σταθερές περιβαλλοντολογικές συνθήκες, προκειμένου να υπάρχει σωστή οργάνωση της παραγωγής.

Η κλιματική αλλαγή θα συνεχίσει να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα, καθώς όσο υπάρχει οικονομική δραστηριότητα τόσο επιβαρύνεται το περιβάλλον. Ο φαύλος κύκλος της κλιματικής αλλαγής μέσα από την μορφή της σημερινής οικονομικής δραστηριότητας θα σπάσει μετά από αρκετά χρόνια κυρίως από την αυξανόμενη στροφή της οικονομικής δραστηριότητας στην κυκλική οικονομία και σε πιο βιώσιμες μορφές οικονομικής ανάπτυξης.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

- Λογοθέτης Ι. 2020. Η επιφανειακή θερμοκρασία στην ανατολική Μεσόγειο σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα του IPCC. Πτυχιακή διατριβή ΑΠΘ
- Σπίνος Ε. 2019. Συσχέτιση περιβαλλοντικών παραμέτρων με την εμφάνιση ασθενειών στο εκτρεφόμενο λαβράκι *Dicentrarchus labrax*, L. 1758 και πρόληψη των ασθενειών αυτών. Διδακτορική Διατριβή Πανεπιστήμιο Αιγαίου

8.2. Ξένη Βιβλιογραφία

- Άρθρο Sakalli: Sea surface temperature change in the Mediterranean Sea under climate change. Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, P.O. Box. 31200, Iskenderun, Hatay, Turkey, 2017

8.3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- <https://www.agronews.gr>
- Εφημερίδα Έθνος,
<https://www.ethnos.gr/greece/article/111001/ygeionomikhbombagiatothermaikotamydiapoysapizoynstiskalliergeies>
- Εφημερίδα Πατρίς, <https://www.patris.gr/2021/10/16/i-klimatiki-allagi-kanei-ta-psaria-pio-eyalota-akoma-kai-sto-stres/>
- FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics year 2019
- https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_el

- <https://climefish.eu/climate-change-and-impacts-on-aquaculture/>
- <https://imbbc.hcmr.gr/2021/10/18/h-klimatiki-allagh-kanei-ta-psaria-pio-eyalwta/>
- <https://www.eea.europa.eu/el/articles/thalassio-periballon>
- https://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2019_USBcard/booklet/web_cb7874t.pdf

9. ABSTRACT

Climate change is expected to have significant impacts on aquaculture in Europe. Increasing water temperature, and decreasing rainfall can lead to reduced production and increased risks of disease, and changes in the biological level of livestock. Additionally, an increase in the frequency and intensity of storms can lead to flooding and damage to livestock, as well as problems with waste management and water quality. However, the impacts of climate change on aquaculture depend on many factors, such as the location of farms and the use of technologies that reduce the impact of climate change.