



Ενότητα 1. Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην ποιότητα των υδάτων και επιπτώσεις στην υδατοκαλλιέργεια

Αναπληρώτρια καθηγήτρια Dr. Anželika Dautartė
Πανεπιστήμιο Vytautas Magnus



Εισαγωγή

- Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες επιταχύνουν το μεταβολισμό στα υδρόβια είδη, αυξάνοντας τη ζήτηση οξυγόνου και προκαλώντας προβλήματα ανάπτυξης και αναπαραγωγής.
- Τα παράκτια οικοσυστήματα και τα οικοσυστήματα των ειβολών επηρεάζονται από τις διακυμάνσεις της αλατότητας, που προκαλούνται από το λιώσιμο των πολικών πάγων και τις μεταβαλλόμενες βροχοπτώσεις (Guimbeau et al., 2024; Mensah κ.ά., 2025).
- Οι αλλαγές στην αλατότητα διαταράσσουν την κατανομή των ειδών, μειώνουν τη βιοποικιλότητα και περιπλέκουν τις δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας.
- Η απορροή θρεπτικών ουσιών (από τη γεωργία, τη βιομηχανία, τις πόλεις) τροφοδοτεί τον ευτροφισμό → οδηγεί σε επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών (HABs), απώλεια οξυγόνου και κατάρρευση του οικοσυστήματος.
- Ο ευτροφισμός αυξάνεται λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας και της κλιματικής αλλαγής, προκαλώντας σημαντικές οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις (Zhang et al., 2024; Mensah κ.ά., 2025).



Εισαγωγή

- Η ξηρασία και οι απρόβλεπτες βροχοπτώσεις μειώνουν τη διαθεσιμότητα νερού και διαταράσσουν τους υδρολογικούς κύκλους (DeNicola et al., 2015).
- Η ρύπανση και η κακή διαχείριση των υδάτων υποβαθμίζουν την ποιότητα των υδάτων, απειλώντας τα οικοσυστήματα και τους ανθρώπους.
- Τα θερμότερα ύδατα καταπονούν τα υδρόβια είδη και αυξάνουν τους κινδύνους από παθογόνους παράγοντες και παράσιτα → μειώνουν τις αποδόσεις και την κερδοφορία της υδατοκαλλιέργειας (Moussa et al., 2025).
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη μεταβάλλει τη γεωγραφία της υδατοκαλλιέργειας: η θέρμανση της θάλασσας, οι μεταβολές των ωκεάνιων ρευμάτων και οι αλλαγές των βροχοπτώσεων επηρεάζουν την καταλληλότητα του χώρου.
- Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις πρέπει να μετεγνασταθούν, αντιμετωπίζοντας νέες απειλές όπως τα χωροκατακτητικά είδη και η διατάραξη των ιθαγενών οικοσυστημάτων.
- Οι αλλαγές αυτές έχουν σοβαρές κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες που απαιτούν επείγουσα δράση.



1. Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην ποιότητα των υδάτων



1.1. Θερμική διαστρωμάτωση και εξάντληση οξυγόνου στα υδάτινα οικοσυστήματα

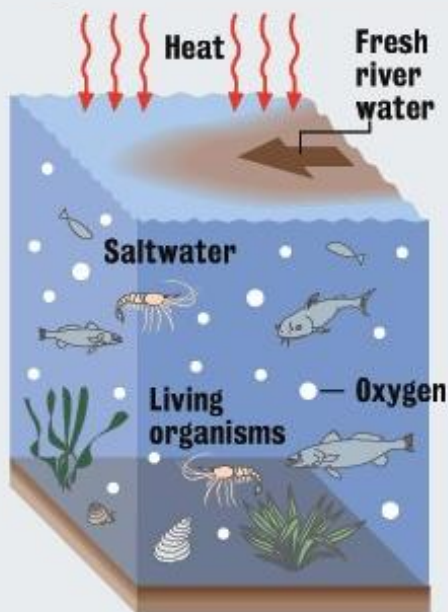
- Η θερμική διαστρωμάτωση δημιουργεί στρώματα λόγω διαφορών θερμοκρασίας.
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη εντείνει τον διαχωρισμό μεταξύ επιφανειακών και βαθιών υδάτων.
- Η περιορισμένη κάθετη ανάμιξη έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση του οξυγόνου σε βαθύτερα στρώματα.
- Παραδείγματα περιοχών:
 - Ανατολικός τροπικός Ειρηνικός, Αραβική Θάλασσα.



Περιφερειακές και παγκόσμιες τάσεις

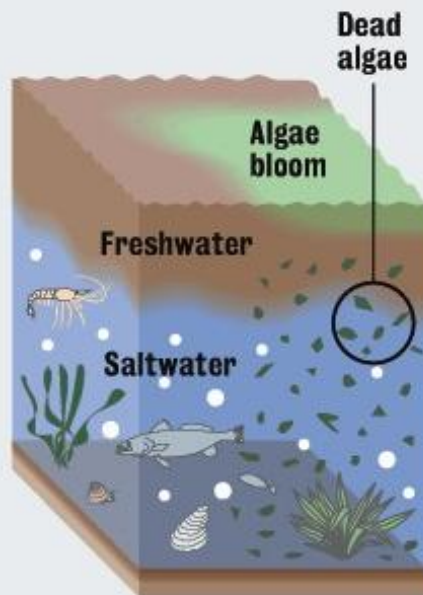
- Παγκόσμια μείωση οξυγόνου στους ωκεανούς: 2% από το 1960.
- Παράκτιες Υποξικές Ζώνες:
 - Κόλπος του Μεξικού,
 - Κόλπος Τσέσαπικ.
- Δορυφορικές πληροφορίες:
 - Οι περιοχές upwelling παρουσιάζουν υψηλή μεταβλητότητα οξυγόνου.

Πώς σχηματίζονται οι νεκρές ζώνες

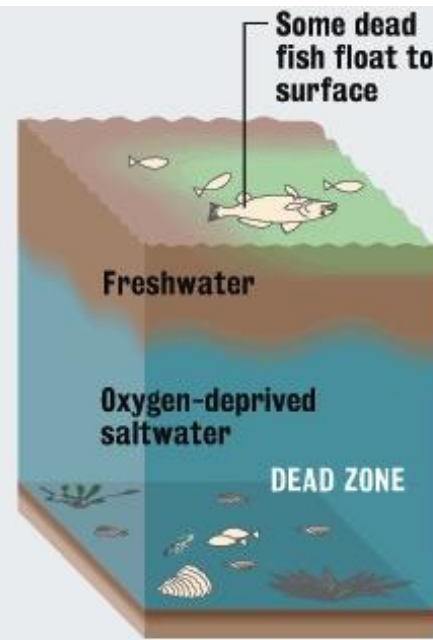


1 During the spring, sun-heated freshwater runoff from the Mississippi River creates a barrier layer in the Gulf, cutting off the saltier water below from contact with oxygen in the air.

Source: Staff research



2 Nitrogen and phosphorus from fertilizer and sewage in the freshwater layer ignite huge algae blooms. When the algae die, they sink into the saltier water below and decompose, using up oxygen in the deeper water.

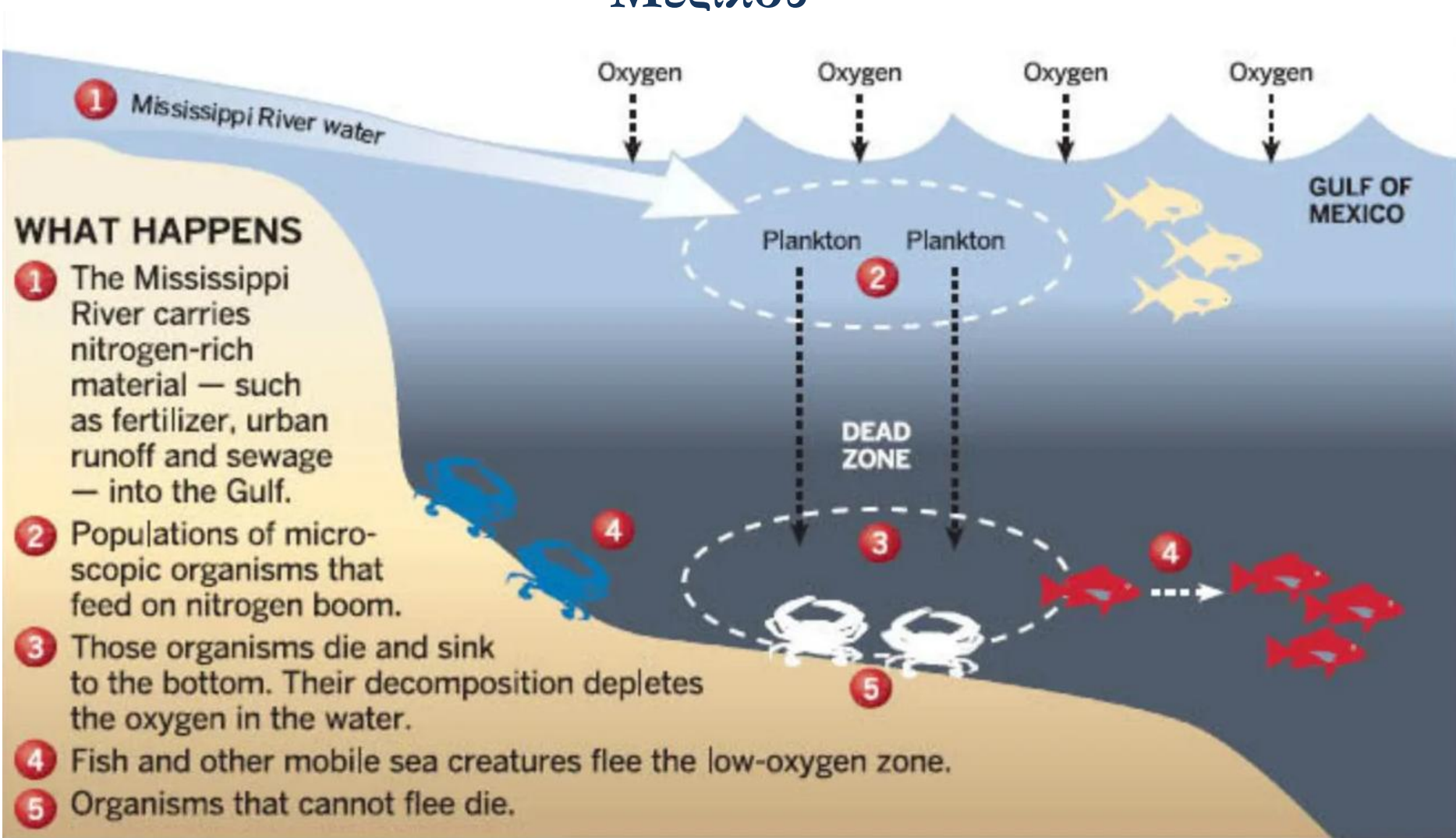


3 Starved of oxygen and cut off from resupply, the deeper water becomes a dead zone. Fish avoid the area or die in massive numbers. Tiny organisms that form the vital base of the Gulf food chain also die. Winter brings respite, but spring runoffs start the cycle anew.

STAFF GRAPHIC BY DAN SWENSON



Πώς δημιουργείται μια «νεκρή ζώνη» στον Κόλπο του Μεξικού



Source: U.S. Environmental Protection Agency

Advocate graphic

Μείωση οξυγόνου στους ωκεανούς

During the past 50 years, the area of low oxygen water in the open ocean has increased by 4.5 million km².¹ The world's oceans are now losing approximately 1 gigaton of oxygen each year (Keeling and Garcia 2002).

The Baltic Sea has the largest coastal water hypoxic zone. In 2011 the area of water with dissolved oxygen concentrations <2 mg L⁻¹ was nearly 80,000 km². (Castensen et al. 2014).

The Millennium Ecosystem Assessment released by the United Nations in 2005 reported that the supply of nitrogen-containing compounds input to the world's oceans grew by 80% from 1860 to 1990. For individual coastal water bodies the increase has been as high as 100 fold or more.

Upwelling of low oxygen waters can cause massive fish kills but also brings nutrient-rich waters to the surface to fuel fisheries' production.

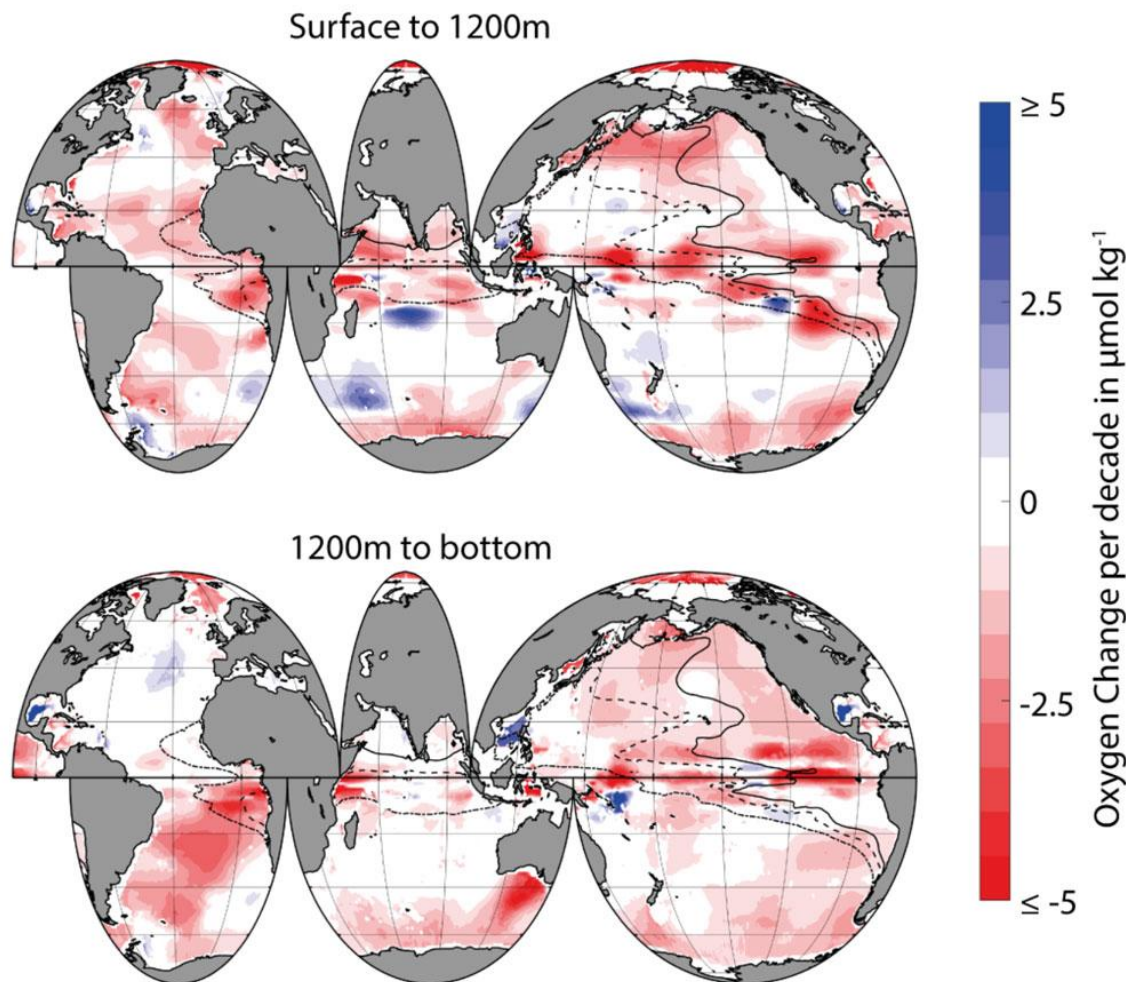
Over 500 coastal water bodies now report dissolved oxygen concentrations below 2.2 mg L⁻¹ [Diaz and Rosenberg 2008 and Diaz unpublished update].

Deoxygenation alters the goods and services delivered by marine ecosystems to humans. Services reduced can include food production through fisheries and aquaculture, climate regulation, nutrient cycling and resilience.

¹The estimate is for 200 m – a slightly shallower depth than shown on this map.



Υπερθέρμανση του πλανήτη και επίπεδα οξυγόνου στους ωκεανούς





Επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή

Απώλεια οικοτόπων για άσημους οργανισμούς και βενθική πανίδα.

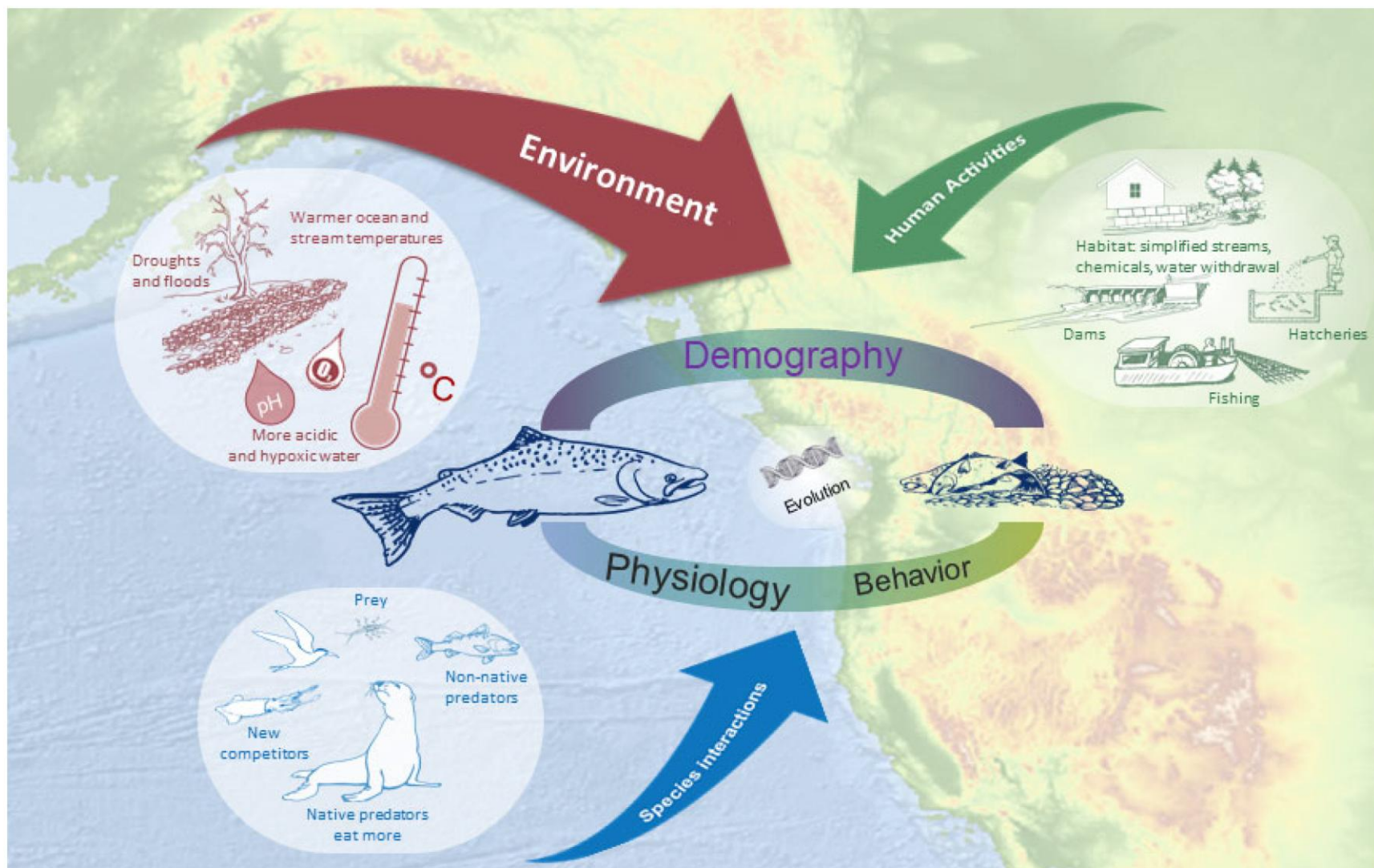
Συμπίεση οικοτόπων για ψάρια και κινητά ασπόνδυλα.

Αυξημένος ανταγωνισμός και κίνδυνοι θήρευσης.

Μείωση του πληθυσμού σε εμπορικά σημαντικά είδη.



Πολλαπλές βιολογικές διεργασίες διαμορφώνουν τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στον σολομό (Crozier, Siegel, 2023).





Στρατηγικές μετριασμού

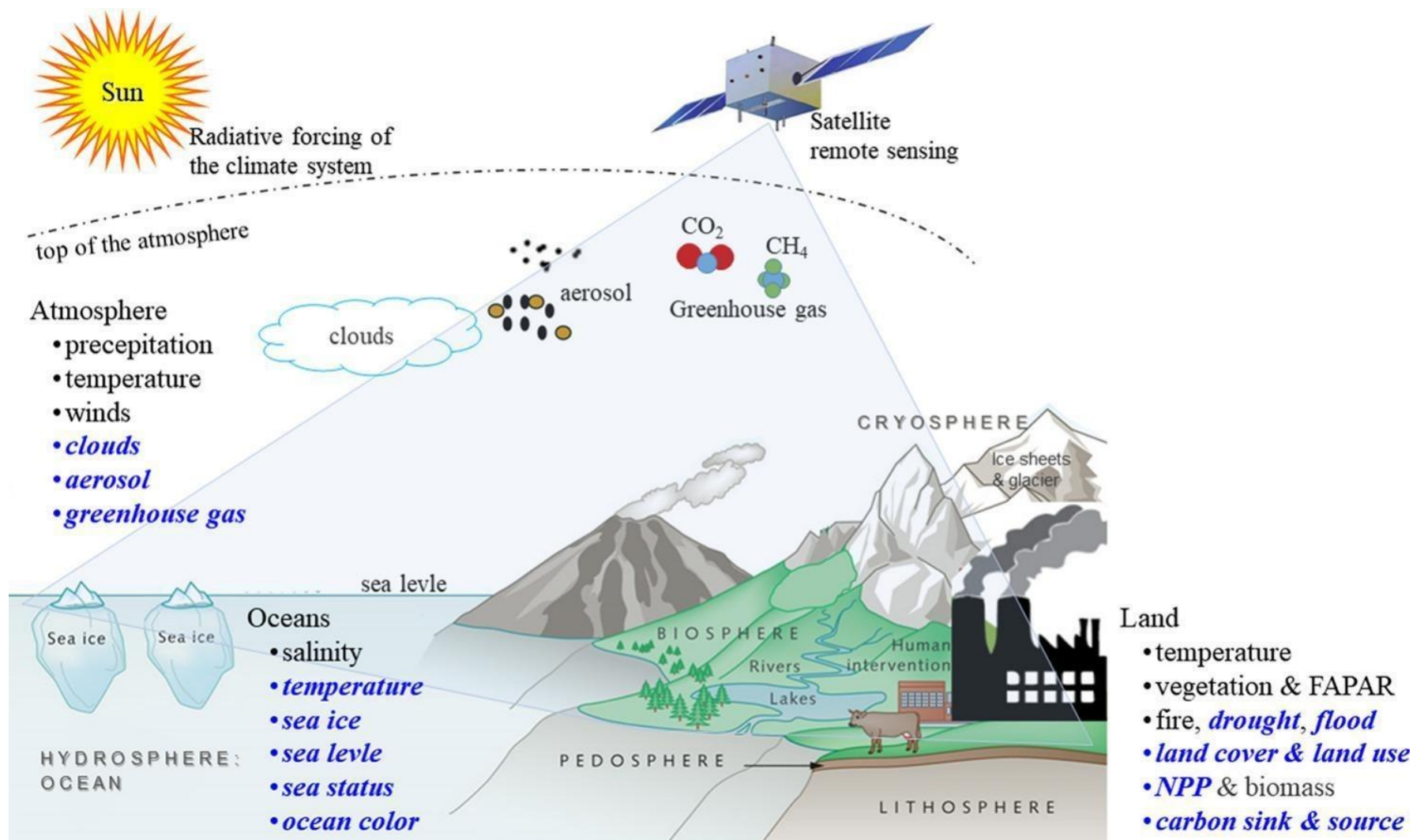
1. Ενισχυμένη
παρακολούθηση:
Τηλεπισκόπηση για
έγκαιρη ανίχνευση.

2. Διαχείριση θρεπτικών
συστατικών: Μείωση της
γεωργικής απορροής.

3. Συστήματα οξυγόνωσης:
Αερισμός και έγχυση
οξυγόνου στην
υδατοκαλλιέργεια.

4. Μετριασμός της
κλιματικής αλλαγής:
Μείωση των εκπομπών
διοξειδίου του άνθρακα για
την καταπολέμηση της
υπερθέρμανσης.

Επισκόπηση κλιματικού συστήματος με τυπικές μεταβλητές μελέτης (Zhao et al., 2023)





1.2. Αυξήσεις θερμοκρασίας, μεταβολικές και αλλαγές ανάπτυξης

Επιπτώσεις των υψηλότερων θερμοκρασιών:

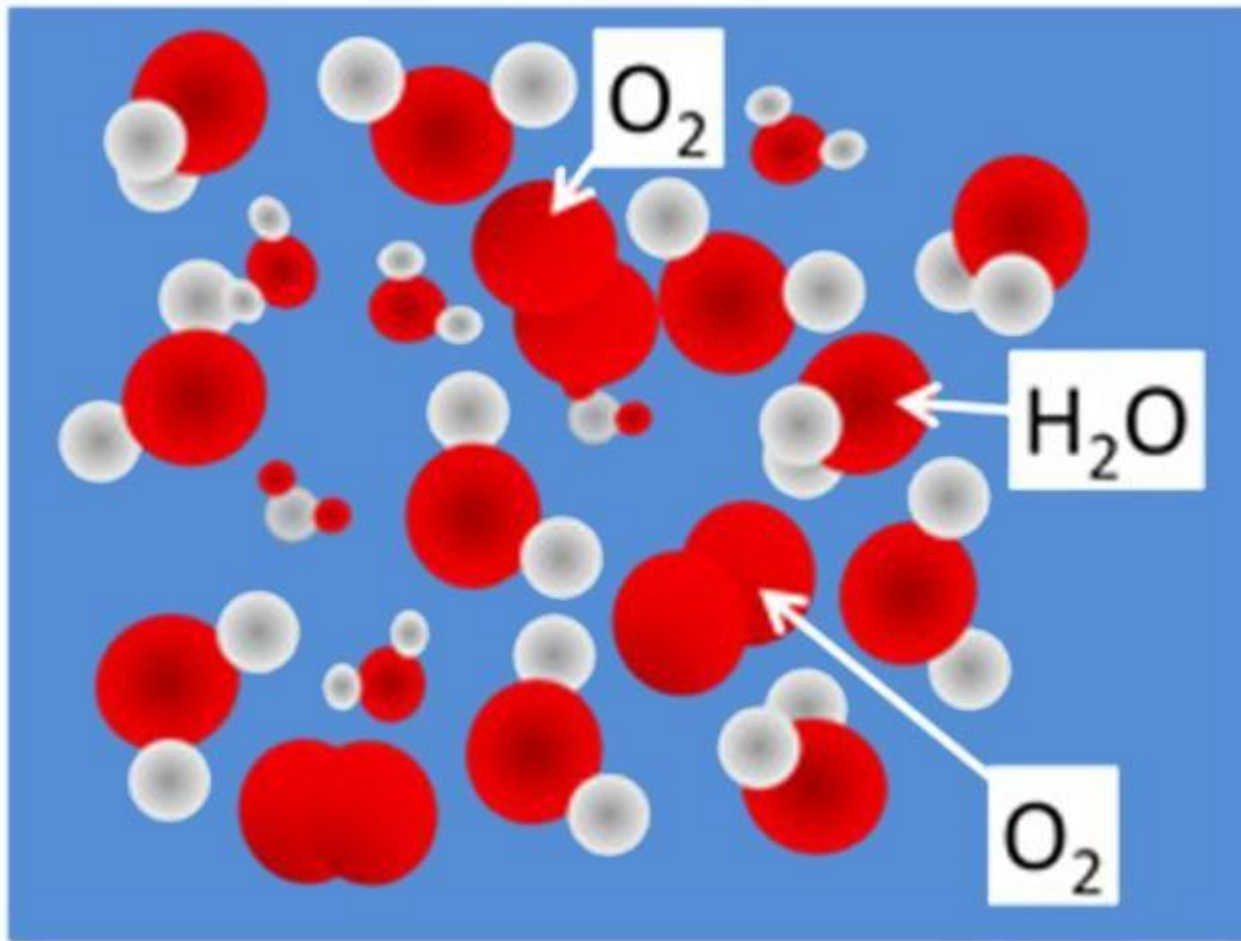
- Αυξάνει τους μεταβολικούς ρυθμούς στους υδρόβιους οργανισμούς.
- Αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων.
- Εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία υποξία:
- Η διαθεσιμότητα οξυγόνου μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Περιορίζει την αερόβια ικανότητα, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή (Seibel, 2024).

Ευρήματα μεταβολικού δείκτη:

- Η ανεπαρκής παροχή οξυγόνου σε υψηλότερες θερμοκρασίες περιορίζει τις φυσιολογικές διεργασίες (Deutsch et al., 2020).

Ευπάθειες ψαριών:

- Οι αυξημένοι μεταβολικοί ρυθμοί απαιτούν περισσότερο οξυγόνο, προκαλώντας σε ζεστά περιβάλλοντα χαμηλού οξυγόνου.
- Επηρεάζει την ανάπτυξη και την επιβίωση, ειδικά σε ρηχά ή στρωματοποιημένα νερά (Okon et al., 2024).



Μοριακή άποψη του διαλελυμένου οξυγόνου που καταλαμβάνει χώρους μεταξύ μορίων νερού (Wilson, 2019)

Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια[DiBluCa]”

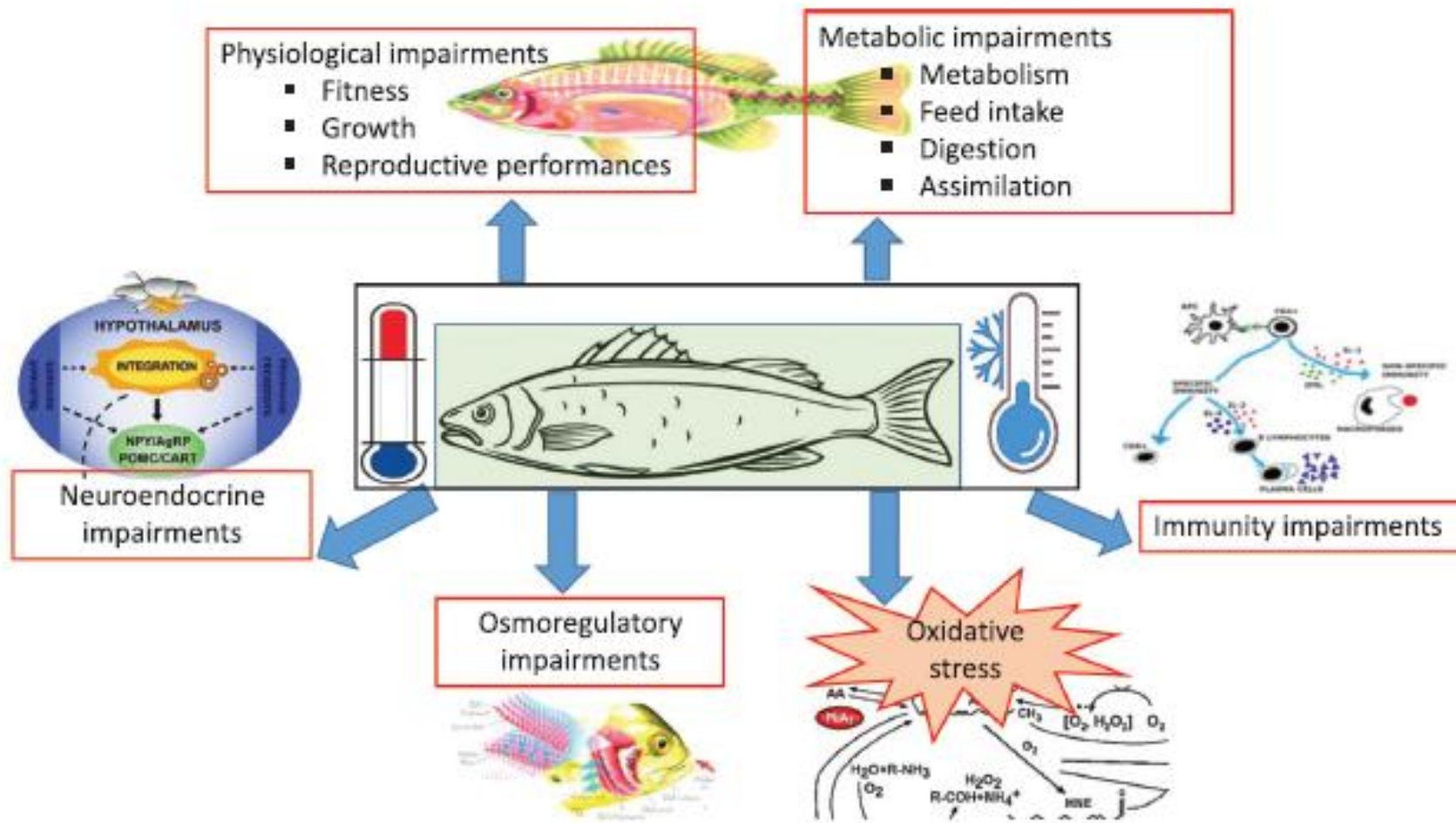
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Ανάπτυξη και αναπαραγωγικές προκλήσεις

- Επιπτώσεις των θερμότερων υδάτων:
 - Οδηγεί σε πρόωρη ωρίμανση αλλά μικρότερη διάρκεια ζωής στα ψάρια.
 - Διαταράσσει τη δυναμική του πληθυσμού και την ισορροπία του οικοσυστήματος (Liu et al., 2024).
- Αναπαραγωγικές επιπτώσεις:
 - Μειωμένη ποιότητα γαμετών και μειωμένη επιτυχία ωοτοκίας.
 - Τα είδη του βορειοδυτικού Ειρηνικού άλλαξαν τις αναπαραγωγικές στρατηγικές λόγω θερμικών μετατοπίσεων (Liu et al., 2024).
- Ευρύτερες επιπτώσεις στο οικοσύστημα:
 - Αλυσιδωτές επιπτώσεις στα τροφικά πλέγματα και στον κύκλο των θρεπτικών ουσιών.
 - Αυξημένη ευαισθησία σε παθογόνους παράγοντες και ασθένειες (Okon et al., 2024).

Επιπτώσεις καταπόνησης θερμοκρασίας στα ψάρια (Islam et al., 2021)

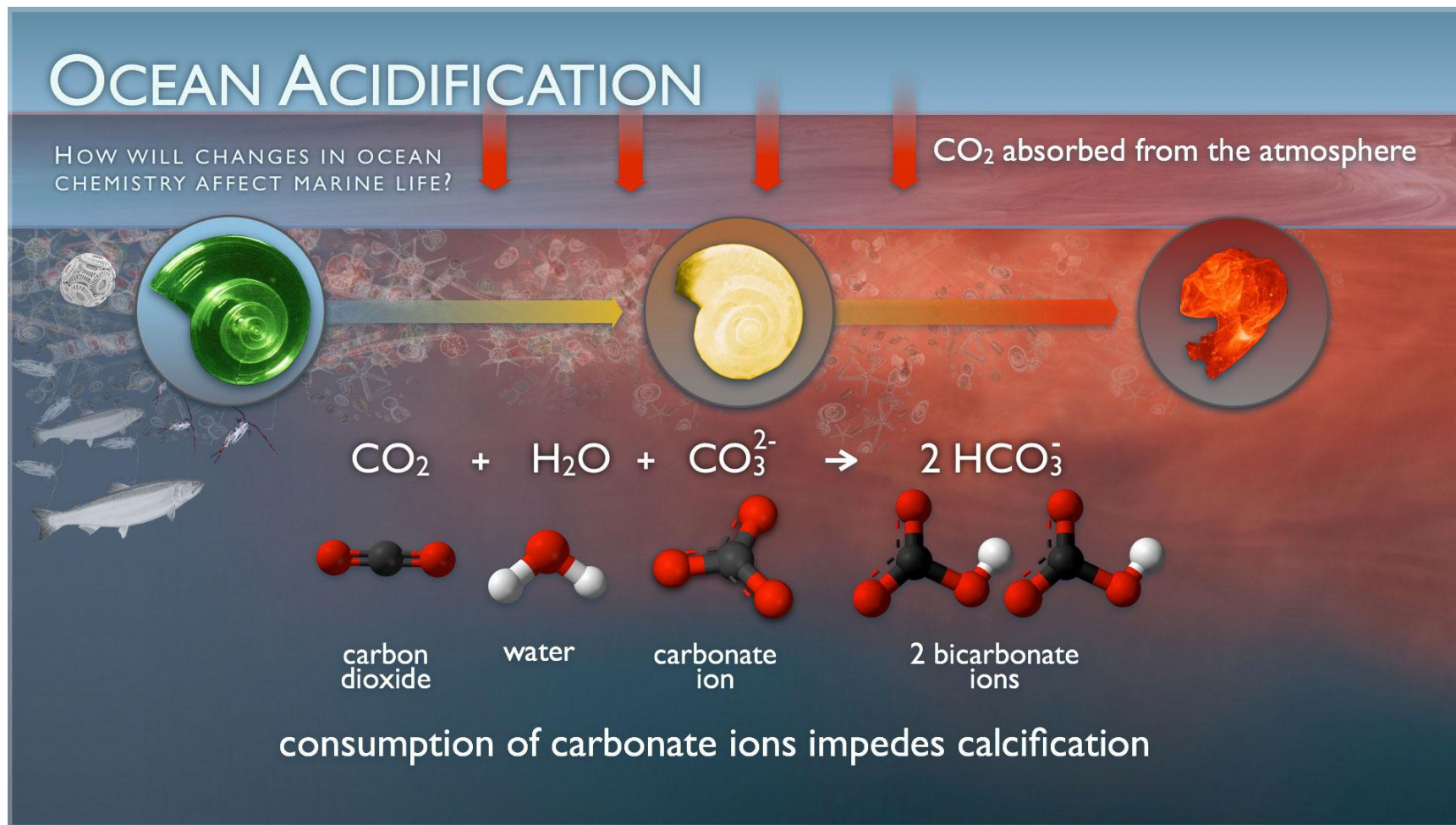




1.3. Οξίνιση των ωκεανών

- Επίπεδα pH και οξίνιση των ωκεανών:
 - Η απορρόφηση του CO₂ από τους ωκεανούς μειώνει τα επίπεδα pH, αυξάνοντας τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου.
 - Το pH των επιφανειακών ωκεανών έχει μειωθεί κατά ~0,1 μονάδες από την προβιομηχανική εποχή (Duarte et al., 2022).
 - Η μειωμένη διαθεσιμότητα ανθρακικών ιόντων επηρεάζει τους ασβεστοποιητικούς οργανισμούς (π.χ. οστρακοειδή, κοράλλια).
- Επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή:
 - Ασβεστοποιητικοί οργανισμοί:
 - Μειωμένος σχηματισμός κελύφους, αυξημένη θνησιμότητα (Andreyeva et al., 2024).
 - Μη ασβεστοποιητικά είδη:
 - Αλλοιωμένες αισθητηριακές λειτουργίες και συμπεριφορά (Grabba et al., 2024).

Οξίνιση των ωκεανών(NOAA, 2025)



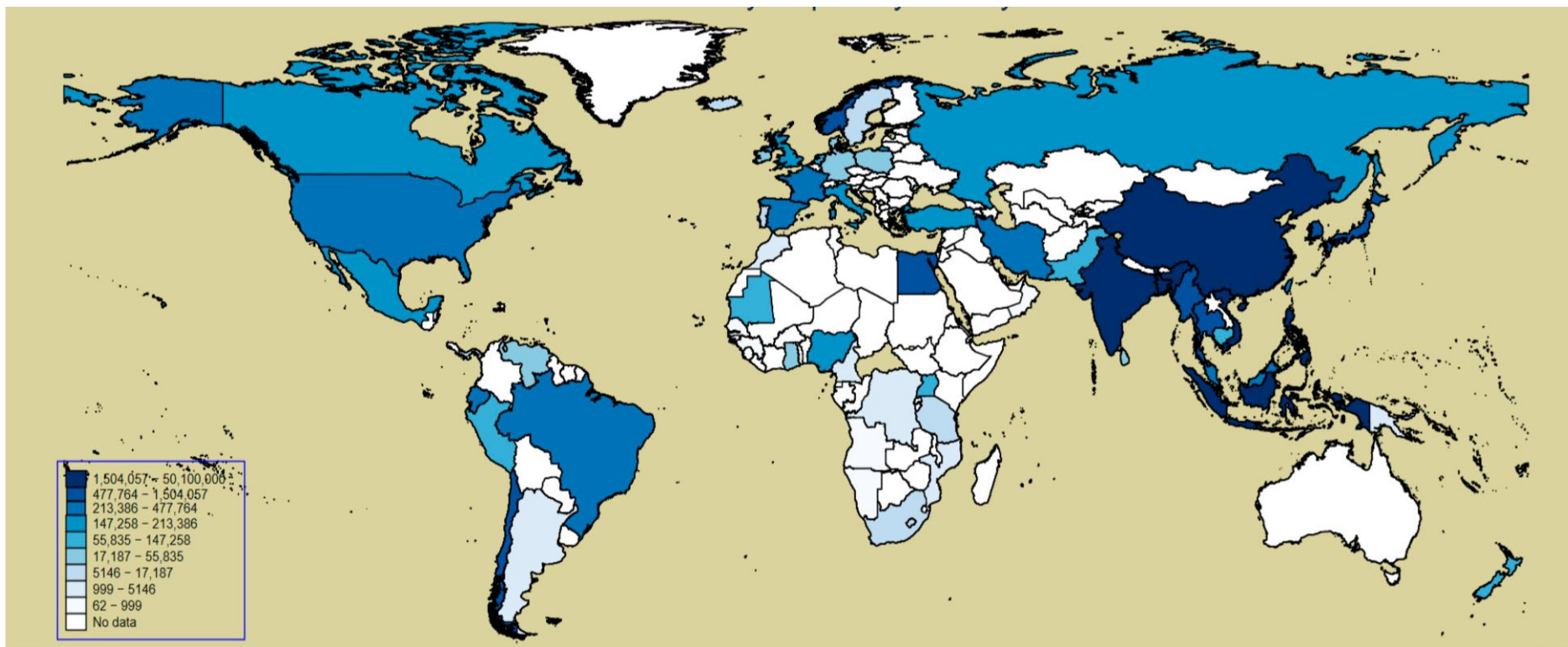


Οικονομικές και οικολογικές συνέπειες

- Οικονομικές επιπτώσεις:
 - Προκλήσεις για την αλιεία οστρακοειδών και την υδατοκαλλιέργεια.
 - Οι απώλειες αλιείας στο Ηνωμένο Βασίλειο προβλέπονται στο 14%-28% υπό σενάρια υψηλών εκπομπών (Mangi et al., 2018).
- Οικολογικές διαταραχές:
 - Οι μειωμένοι πληθυσμοί ασβεστοποιών οργανισμών επηρεάζουν τη δυναμική θηρευτή-θηράματος.
 - Η πολυτροφική υδατοκαλλιέργεια ως στρατηγική μετριασμού (Hamilton et al., 2022).



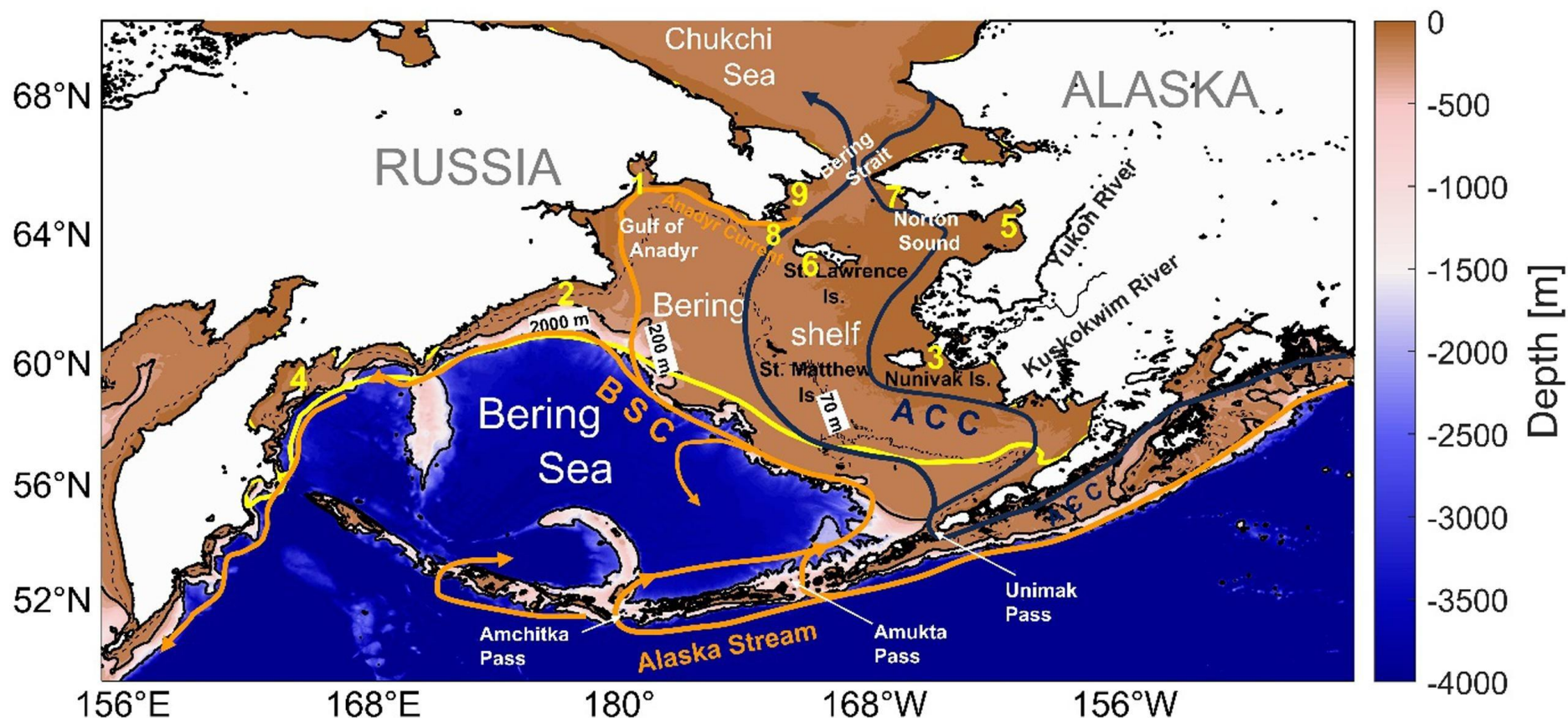
Γεωγραφικές θέσεις της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής από το 2001 έως το 2020 (Pham et al., 2023)





1.4. Αλλαγές στην αλατότητα

- Μηχανισμοί που οδηγούν σε αλλαγές αλατότητας:
 - Εισροές γλυκού νερού από τήξη παγετώνων, βροχοπτώσεις και απόρριψη ποταμών.
 - Ο βόρειος κόλπος της Αλάσκας επηρεάζεται από παγετώδη νερά (Reister et al., 2024).
 - Βερίγγειο Θάλασσα:
 - Ο μειωμένος θαλάσσιος πάγος αυξάνει τους όγκους του νερού τήξης, αποδυναμώνει τη διαστρωμάτωση και μετατοπίζει τους κύκλους των θρεπτικών ουσιών (Mensah et al., 2025).
- Επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς και στους οργανισμούς των εκβολών ποταμών:
 - Διαταράσσει την οσμωρύθμιση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή.
 - Κόλπος Τσέσαπικ:
 - Οι αλλαγές στην αλατότητα μειώνουν την ποικιλότητα των ειδών και μεταβάλλουν τη σύνθεση της κοινότητας (Zhang et al., 2024).

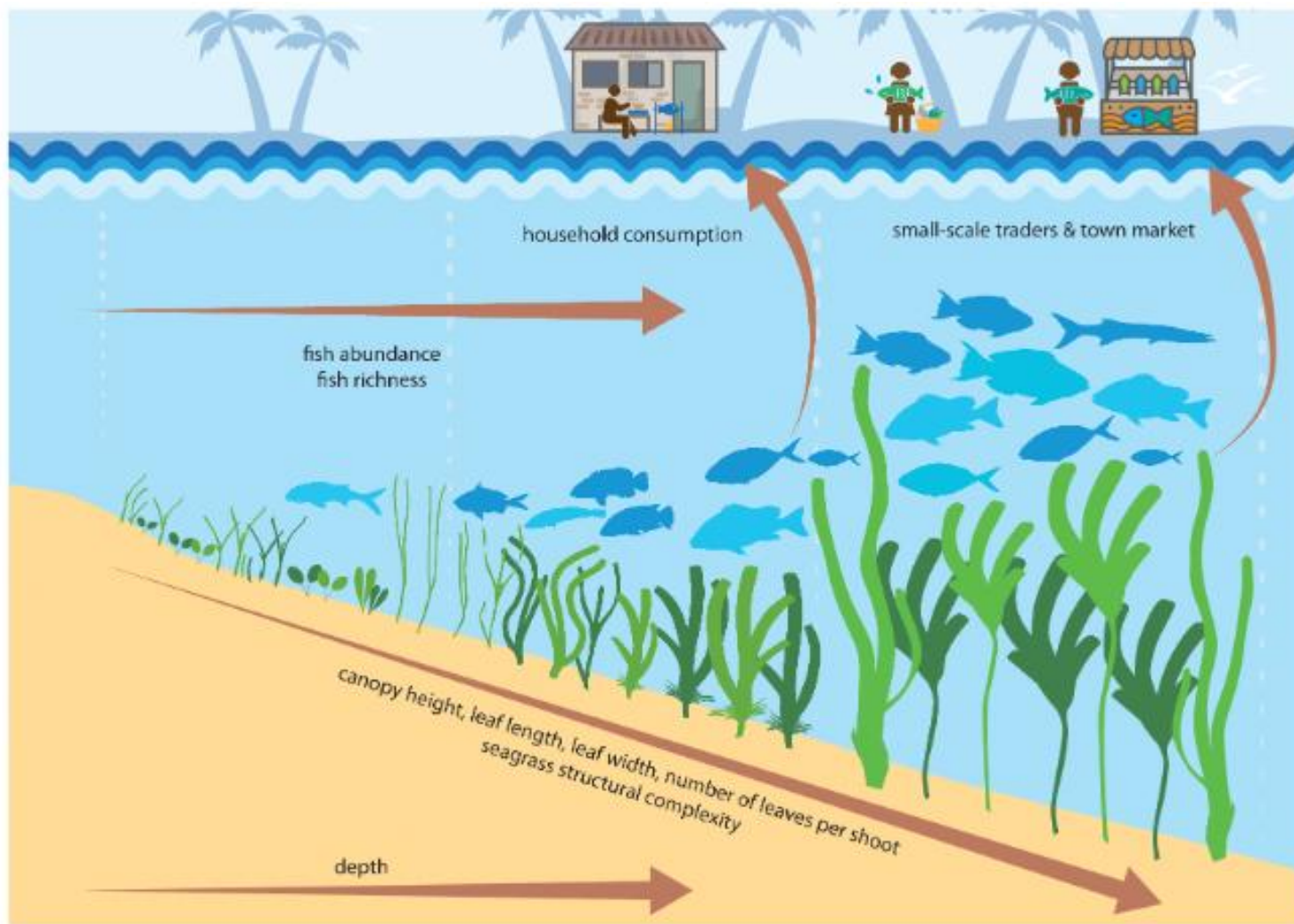


Επισκόπηση Βερίγγειος Θάλασσα: Βαθυμετρία και εποχιακή δυναμική πάγου (Mensah et al., 2024)



Στρατηγικές μετριασμού και μελλοντικές προοπτικές

- Μετριασμός θερμοκρασίας και αλατότητας:
 - Αποκατάσταση της παρόχθιας βλάστησης για τη μείωση του θερμικού φορτίου.
 - Βελτιώστε τη ροή του νερού σε στρωματοποιημένα συστήματα για να βελτιώσετε την κατανομή οξυγόνου.
- Στρατηγικές οξίνισης των ωκεανών:
 - Αποκατάσταση των θαλάσσιων λιβαδιών και των μαγκρόβιων για την απορρόφηση CO₂.
 - Εφαρμογή τεχνικών ρύθμισης του pH στην υδατοκαλλιέργεια (Hamilton et al., 2022).
- Ευρύτερες προσπάθειες για το κλίμα:
 - Μείωση των εμπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την αντιμετώπιση των βαθύτερων αιτίων των αλλαγών που προκαλούνται από το κλίμα.
 - Προώθηση παγκόσμιων συστημάτων παρακολούθησης και κοινοτικών σχεδίων προσαρμογής.

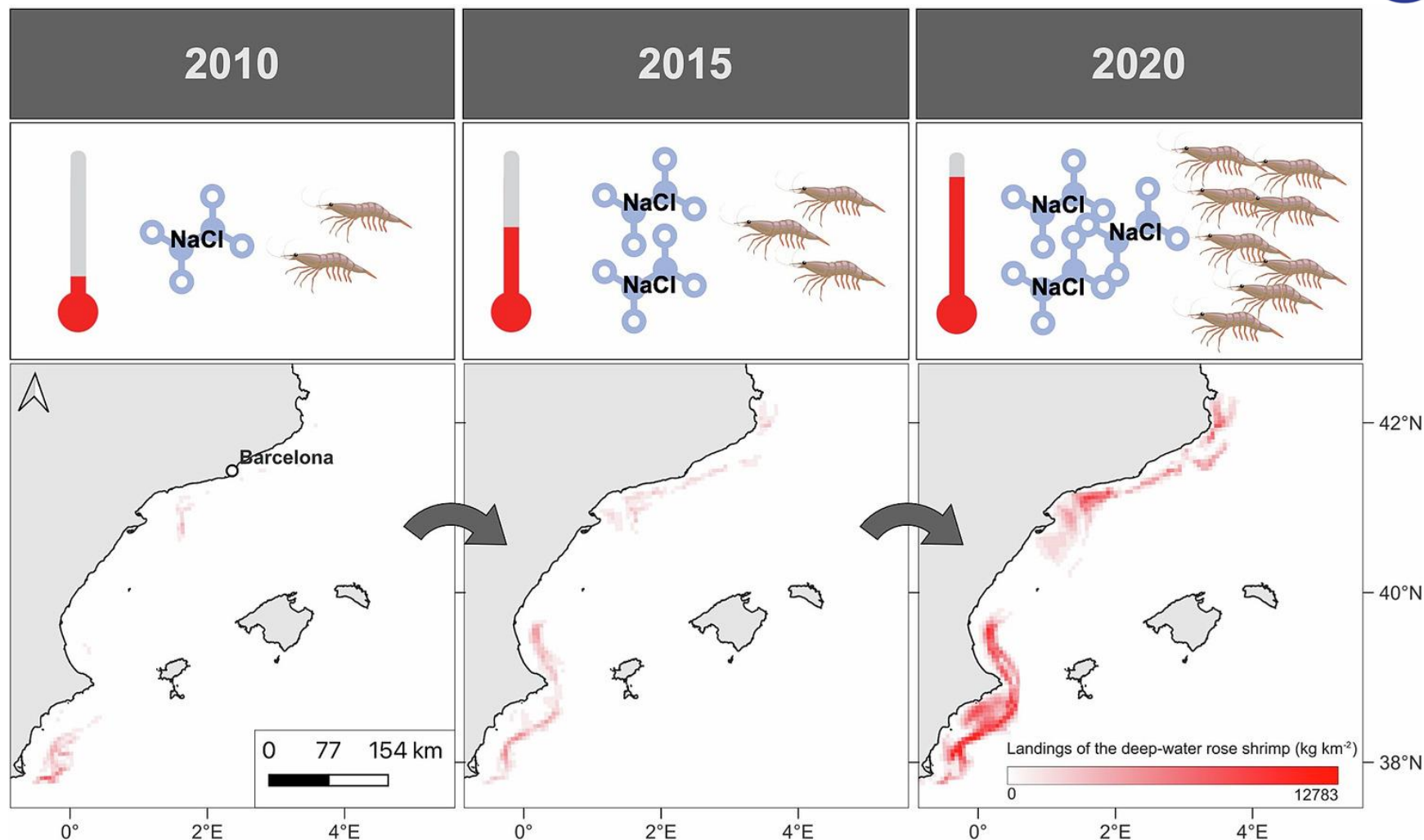


Εννοιολογικό Μοντέλο: Δομή Θαλάσσιων Λιβαδιών και Κοινωνικά-Οικολογικά Αποτελέσματα (Jones et al., 2021)



1.5. Αλλαγές στην αλατότητα του ωκεάνιου νερού και οι επιπτώσεις της στην κατανομή των θαλάσσιων ειδών

- Μηχανισμοί μετατοπίσεων κατανομής που προκαλούνται από την αλατότητα:
 - Εισροές γλυκού νερού, τήξη παγετώνων και μεταβαλλόμενα μοτίβα βροχοπτώσεων.
 - Υπεραλατότητα στις ειβολές ποταμών της Δυτικής Αυστραλίας λόγω μειωμένων εισροών γλυκού νερού (Guimbeau et al., 2024).
 - Τα είδη Ευρυαλίνης ευδοκιμούν σε κυμαινόμενη αλατότητα, ενώ τα είδη στενοχαλίνης μειώνονται.
 - Η μείωση του πληθυσμού συμβαίνει όταν η αλατότητα αποκλίνει από τα βέλτιστα επίπεδα (Rahman & Hung, 2024).
- Επιπτώσεις στην κατανομή των ειδών και την υδατοκαλλιέργεια:
 - Το *Parapenaeus longirostris* μετατοπίζει το εύρος λόγω θέρμανσης και αλάτωσης (Mingote et al., 2024).
 - Η μειωμένη κινητικότητα του σπέρματος σε ευαίσθητα είδη επηρεάζει την παραγωγικότητα της υδατοκαλλιέργειας (Rahman & Hung, 2024).



**Από το 2010 έως το 2020: περιβαλλοντικές αλλαγές και επέκταση της ροζέ
γαρίδας βαθέων υδάτων (Mingote et al., 2023)**

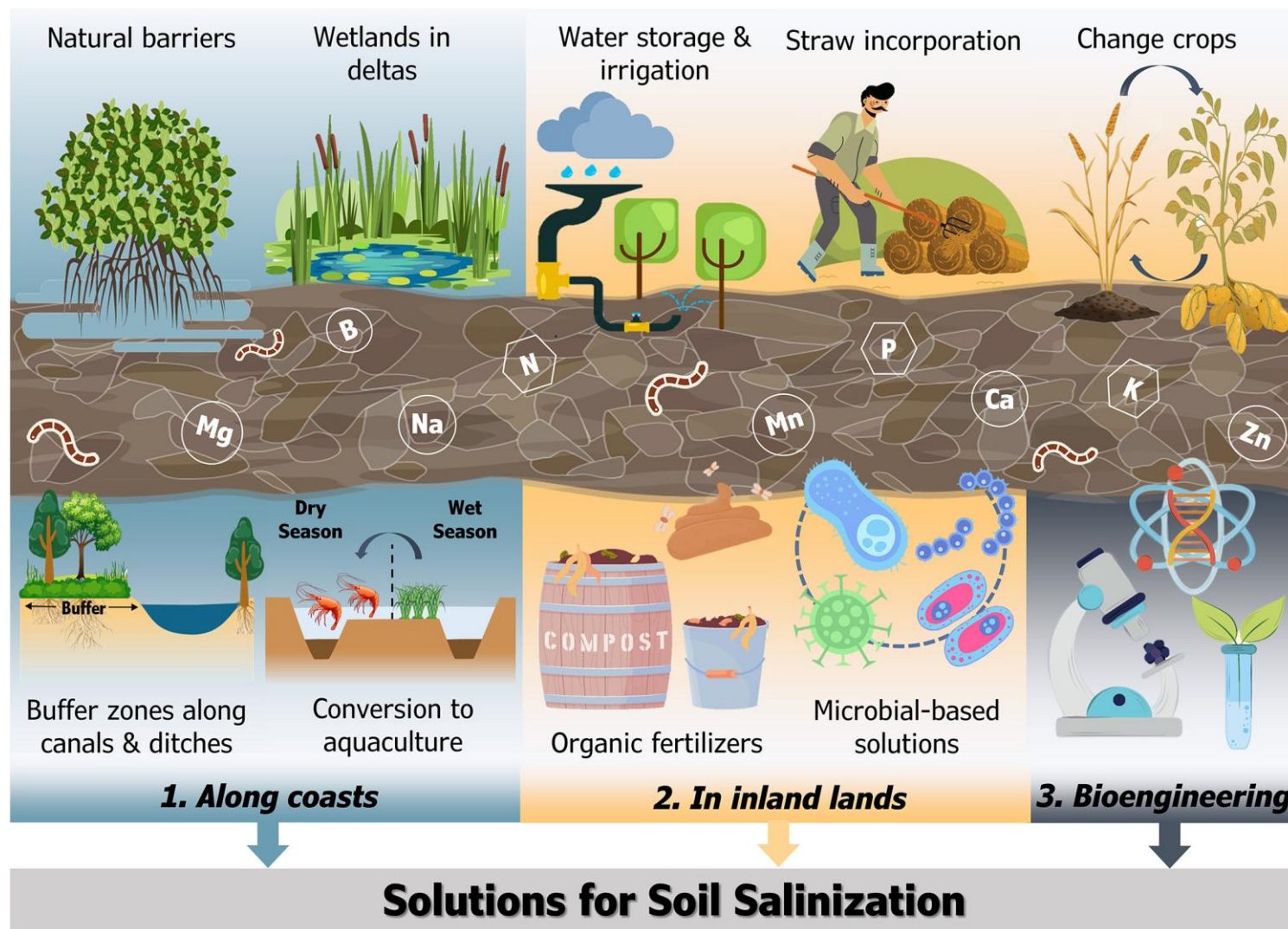
Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Ευρύτερες οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις

- **Οικοσυστημικές Υπηρεσίες:**
 - Οι αλλαγές στη σύνθεση της κοινότητας επηρεάζουν τον κύκλο των θρεπτικών συστατικών και τη σταθερότητα του τροφικού ιστού (Hoeksema et al., 2023).
 - Η μειωμένη βιοποικιλότητα στις υπεραλμυρές εκβολές ποταμών επηρεάζει τη λειτουργία του οικοσυστήματος.
- **Οικονομικές επιπτώσεις:**
 - Η αλιεία αντιμετωπίζει αβεβαιότητες καθώς μεταναστεύουν οι πληθυσμοί-στόχοι.
 - Η διαθεσιμότητα της ροζ γαρίδας μετατοπίζεται στη Μεσόγειο (Mingote et al., 2024).
- **Στρατηγικές μετριασμού και μελλοντικές κατευθύνσεις:**
 - Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τη σταθεροποίηση των περιβαλλοντικών συνθηκών.
 - Αποκατάσταση της παράκτιας βλάστησης για την άμβλυνση των αλλαγών αλατότητας (Guimbeau et al., 2024).
 - Χρήση συστημάτων υδατοκαλλιέργειας με ανακύκλωση (RAS) και επιλεκτικής αναπαραγωγής ειδών ανθεκτικών στο αλάτι.



Βιώσιμες λύσεις αλάτωσης του εδάφους στη γεωργία (Tarolli et al., 2024)

Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια[DiBluCa]”

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



1.6. Φόρτωση θρεπτικών ουσιών και ευτροφισμός

- Μηχανισμοί φόρτωσης θρεπτικών ουσιών και ευτροφισμού:
 - Πηγές:
 - Απορροή γεωργικών εκτάσεων, αστικών λυμάτων και βιομηχανικών λυμάτων.
 - Η λειάνη απορροής του ποταμού Μισισσιπή συμβάλλει στην υποξική ζώνη του Κόλπου του Μεξικού (Day et al., 2024).
 - Η κλιματική αλλαγή ενισχύει την απορροή θρεπτικών ουσιών μέσω αυξημένων βροχοπτώσεων και ακραίων καιρικών συνθηκών.
- Επιπτώσεις του ευτροφισμού:
 - Οικολογικές επιπτώσεις: Η εξάντληση του οξυγόνου αναγκάζει τη μετανάστευση ή τη θνησιμότητα των υδρόβιων ειδών.
 - Chesapeake Bay—μείωση των πληθυσμών ψαριών λόγω υποξίας (Zhang et al., 2024).
 - Επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών(HABs):
 - Παράγουν τοξίνες που επηρεάζουν τη θαλάσσια ζωή και τους ανθρώπους.



Στρατηγικές μετριασμού της φόρτωσης θρεπτικών ουσιών και του ευτροφισμού

Βιώσιμες γεωργικές πρακτικές:

- Περιοπή κάλυψης,
- Ουδέτερες ζώνες,
- Λίπανση ακριβείας για μείωση της απορροής.

Διαχείριση Αστικών Λυμάτων:

- Προηγμένες τεχνολογίες επεξεργασίας για την απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών πριν από την απόρριψη.

Φυσικές λύσεις:

- Αποκατάσταση υγροτόπων και παρόχθιων ζωνών για το φιλτράρισμα των θρεπτικών ουσιών και τη βελτίωση της ποιότητας του νερού.

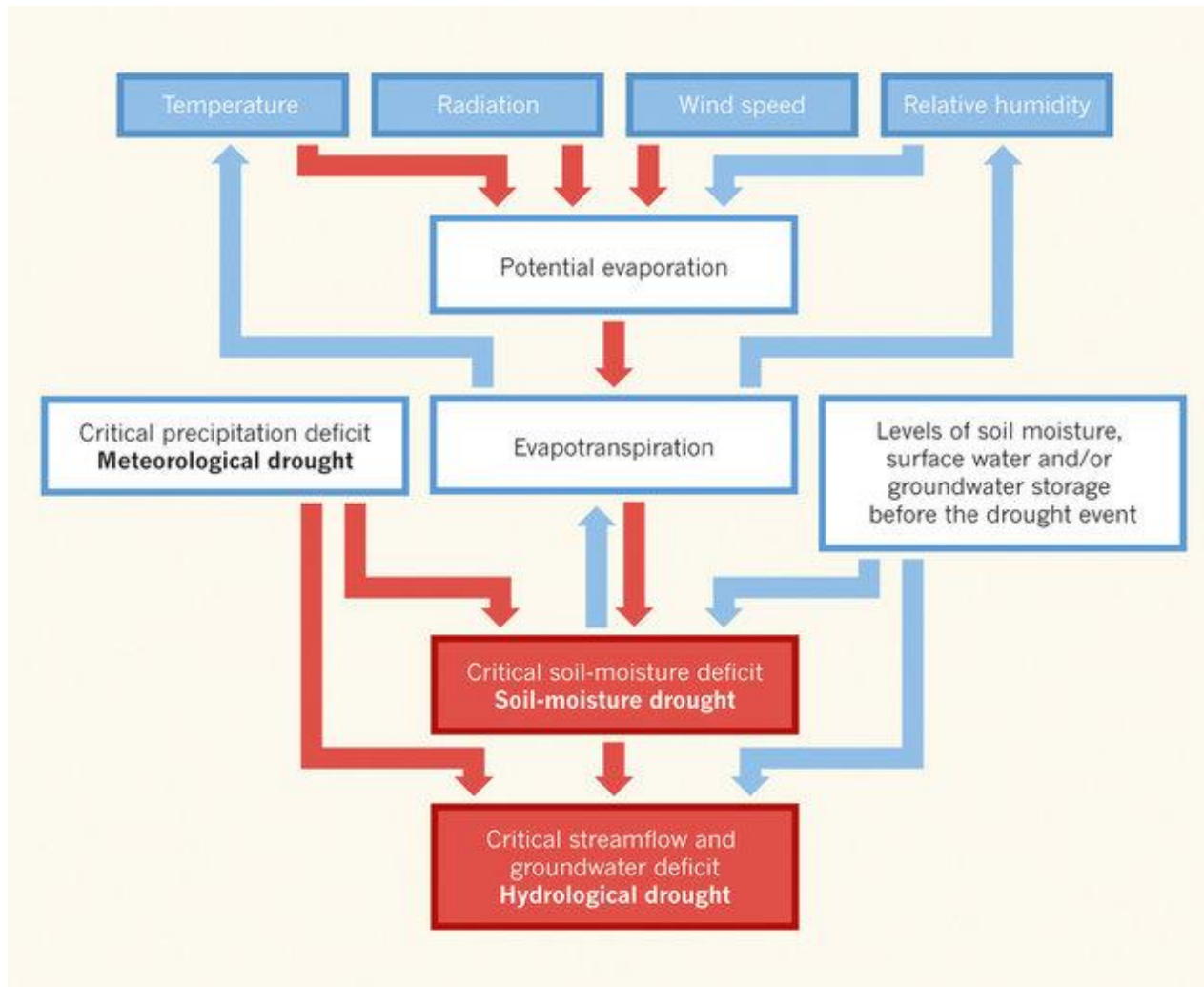
Δημόσια εκπαίδευση και μεταρρυθμίσεις πολιτικής:

- Κανονισμοί διαχείρισης θρεπτικών ουσιών και κίνητρα για βιώσιμες πρακτικές.
- Αποτελεσματική διαχείριση λεκανών απορροής στον Κόλπο του Μεξικού (Day et al., 2024).



1.7. Ξηρασίες, έλλειψη και υποβαθμισμένη ποιότητα νερού

- Παράγοντες ξηρασίας και λειψυδρίας:
 - Κλιματικές διακυμάνσεις:
 - Reduced precipitation and rising temperatures intensify evapotranspiration.
 - Σαουδική Αραβία - υπεράντληση υπόγειων υδάτων aquifers (DeNicola et al., 2015).
 - Ανθρώπινες Δραστηριότητες:
 - Η μη βιώσιμη άντληση νερού και η υποβάθμιση της γης επιδεινώνουν τη φυσική έλλειψη (Zucca et al., 2021).
 - Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής:
 - Μεταβάλλει τα πρότυπα βροχόπτωσης, αυξάνοντας τη συχνότητα και τη σοβαρότητα της ξηρασίας.
 - Οι χώρες του ΣΣΚ αντιμετωπίζουν υπερ-ξηρά κλίματα, ταχεία αστικοποίηση και αυξανόμενη ζήτηση νερού (Moussa et al., 2025).
 - Καινοτόμες στρατηγικές:
 - Η ανακύκλωση λυμάτων και η αφαλάτωση μετριάζουν τη σπανιότητα, αλλά παραμένουν ενεργοβόρες.

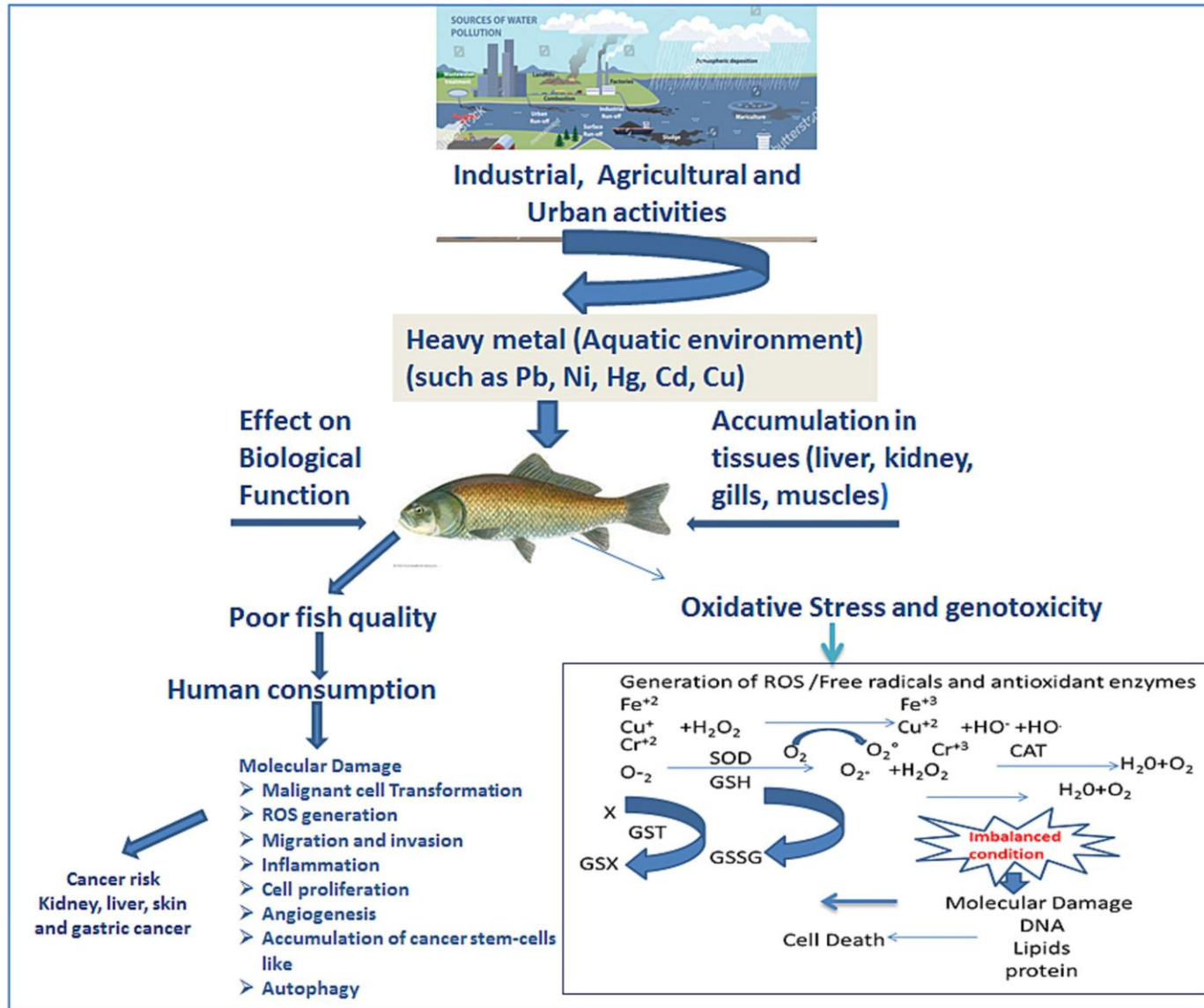


Οδηγοί ξηρασίας (Seneviratne, 2012)



Επιπτώσεις της υποβαθμισμένης ποιότητας των υδάτων

- Πηγές ρύπανσης:
 - Γεωργικές απορροές, βιομηχανικές απορρίψεις και αστικά λύματα.
 - Η φόρτωση θρεπτικών ουσιών οδηγεί σε ευτροφισμό και υποξία, διαταράσσοντας τα οικοσυστήματα (Giri, 2021).
- Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής:
 - Τα ακραία καιρικά φαινόμενα επιδεινώνουν τη μόλυνση των πηγών γλυκού νερού (DeNicola et al., 2015).
- Κοινωνικοοικονομικές συνέπειες:
 - Οι υδατογενείς ασθένειες από μολυσμένο πόσιμο νερό επηρεάζουν τις κοινότητες χαμηλού εισοδήματος.
 - Στο ΣΣΚ: Η μειωμένη γεωργική παραγωγή απειλεί την επισιτιστική ασφάλεια (Moussa et al., 2025).



Πρόκληση οξειδωτικής βλάβης στα ψάρια από βαρέα μέταλλα (Sanaa Abdulaziz Mustafa et al., 2024)

Στρατηγικές μετριασμού

Βιώσιμη Διαχείριση Υδάτων:

- Η συλλογή βρόχινου νερού και η αποτελεσματική άρδευση μειώνουν την υπερεικμετάλλευση (Moussa et al., 2025).
- Η αποκατάσταση υγροτόπων φιλτράρει τους ρύπους και ρυθμίζει τους υδρολογικούς κύκλους (Zucca et al., 2021).

Τεχνολογικές εξελίξεις:

- Η αφαλάτωση και η επεξεργασία λυμάτων προσφέρουν λύσεις για περιοχές με λειψυδρία.
- Έμφαση στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη βελτίωση της προσβασιμότητας.

Διεθνής Συνεργασία:

- Ανταλλαγή γνώσεων και ανάπτυξη ικανοτήτων για την αντιμετώπιση των παγκόσμιων προκλήσεων στον τομέα του νερού (DeNicola et al., 2015).

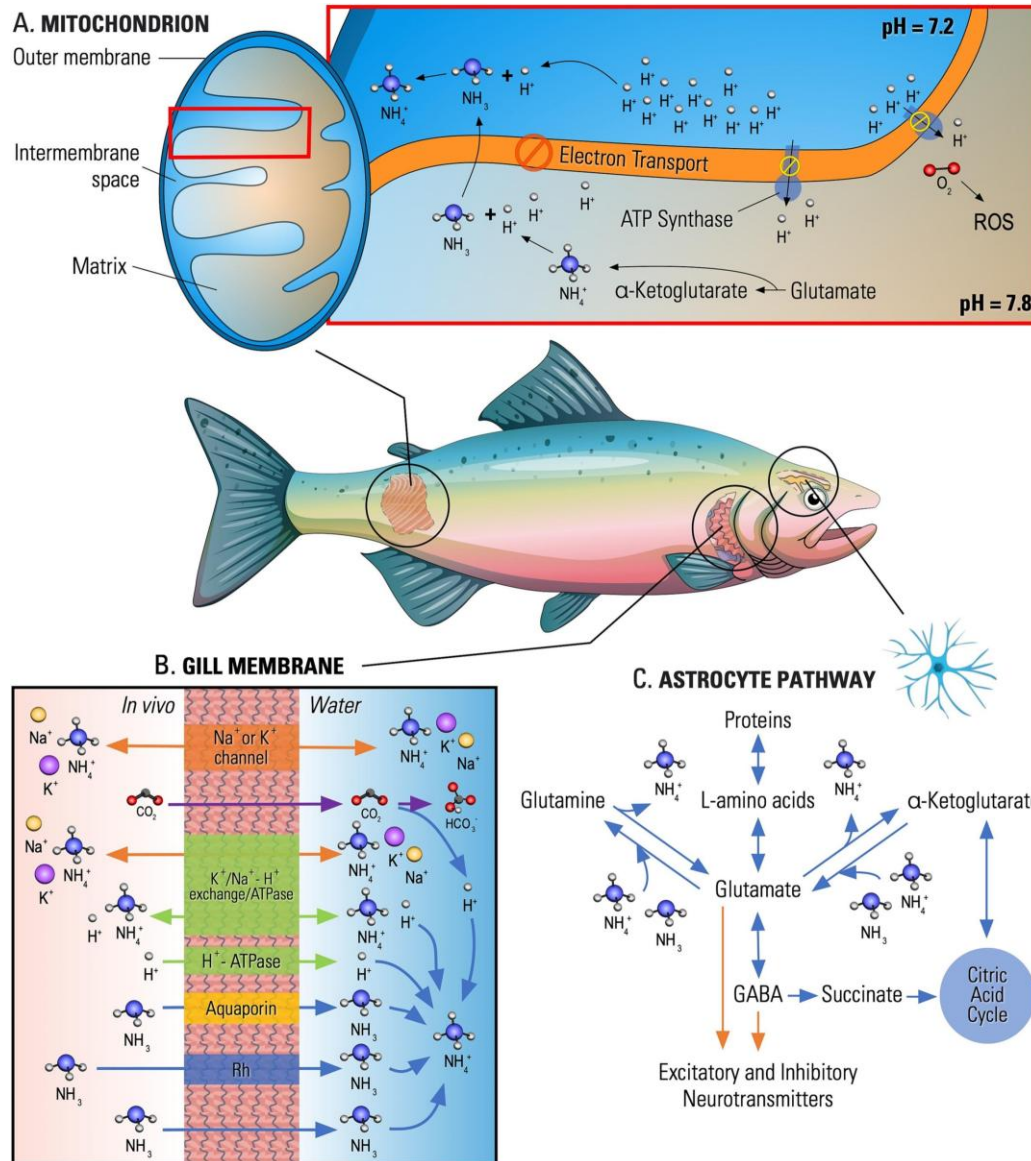


2. Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην ευπάθεια των ειδών υδατοκαλλιέργειας



Ευαισθησία θερμοκρασίας και ευπάθεια ειδών

- Τα υδρόβια είδη βασίζονται σε σταθερές θερμοκρασίες νερού για ανάπτυξη, αναπαραγωγή και επιβίωση.
- Τα τροπικά είδη (γαρίδες, τιλάπια) είναι ευάλωτα στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, διαταράσσοντας τις ενζυματικές δραστηριότητες (Giri, 2021).
- Η παρατεταμένη έκθεση σε ακατάλληλες θερμοκρασίες οδηγεί σε θνησιμότητα που προκαλείται από το στρες και χαμηλότερες αποδόσεις υδατοκαλλιέργειας (DeNicola et al., 2015).
- Η Αραβική Χερσόνησος αντιμετωπίζει αυξανόμενες θερμοκρασίες νερού, μείωση των επιπέδων διαλυμένου οξυγόνου και αύξηση της τοξικότητας αμμωνίας (Moussa et al., 2025)
- Προσαρμοστικά μέτρα:
 - Επιλεκτική αναπαραγωγή για ανθεκτικά στη θερμοκρασία είδη και συστήματα υδατοκαλλιέργειας ελεγχόμενης θερμοκρασίας.



Φυσιολογία της αμμωνίας και οδοί τοξικότητας αμμωνίας στα ψάρια (Edwards et al., 2023)

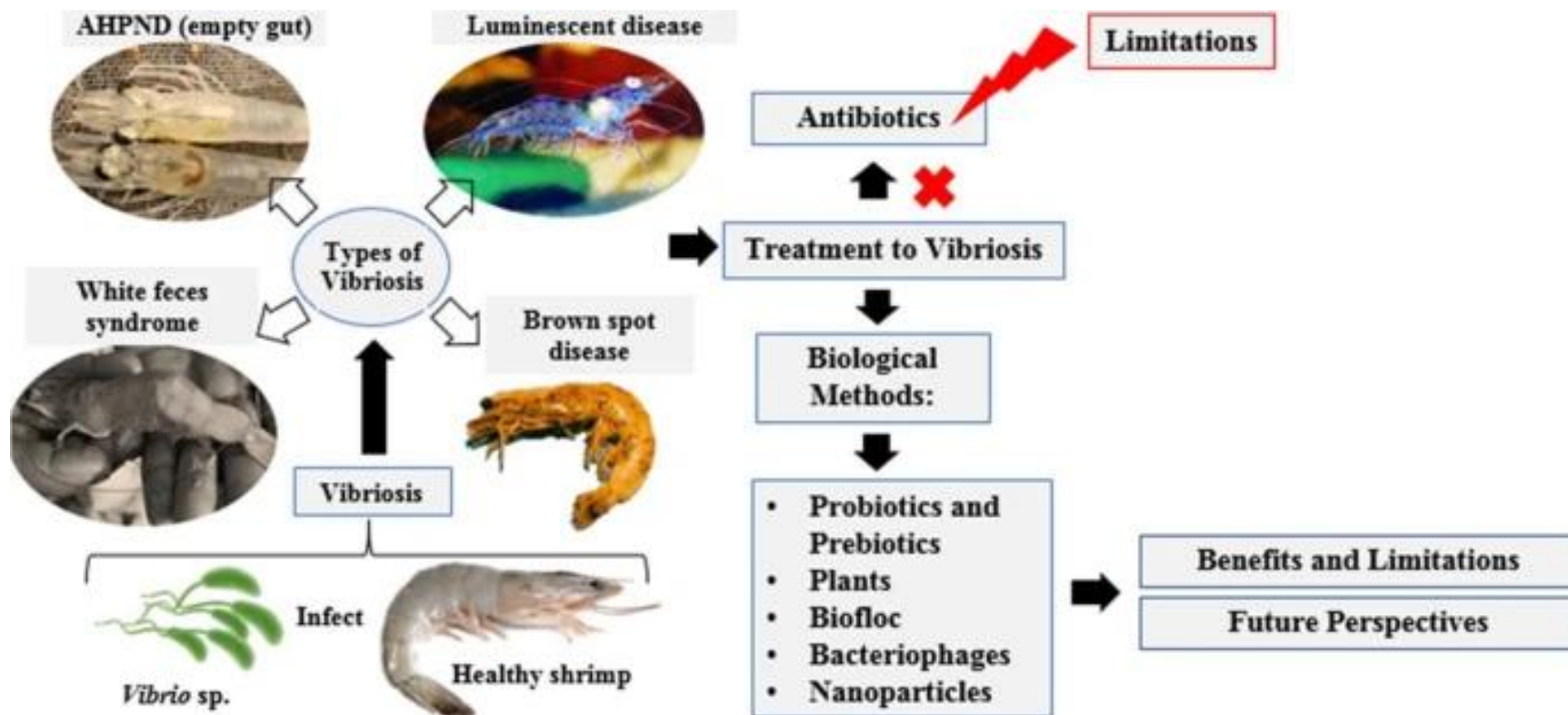
Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρωπο - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια[DiBluCa]”

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Πολλαπλασιασμός ασθενειών και παρασίτων

- Τα θερμότερα νερά επιταχύνουν τους κύκλους ζωής των παθογόνων και των παρασίτων.
 - *Vibrio spp.* και εστίες θαλάσσιων ψειρών σε εκτροφεία γαρίδας και σολομού (Zucca et al., 2021).
 - Τεκμηριωμένο στη Νοτιοανατολική Ασία (αγροκτήματα γαρίδας) και στον Βόρειο Ατλαντικό (αγροκτήματα σολομού).
- Οι αλλαγές που προκαλούνται από το κλίμα στη χημεία του νερού (οξίνιση, μετατοπίσεις αλατότητας) αποδυναμώνουν την αντίσταση του ξενιστή (Giri, 2021).
- Στρατηγικές:
 - Βελτιωμένα συστήματα παρακολούθησης,
 - μέτρα βιοπροφύλαξης,
 - έρευνα για ανθεκτικά στις ασθένειες είδη υδατοκαλλιέργειας.



Vibriosis γαρίδας: συμπτώματα, προκλήσεις θεραπείας και επιλογές βιολογικού ελέγχου (Nurul Ashikin Elias et al., 2023)

Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια[DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



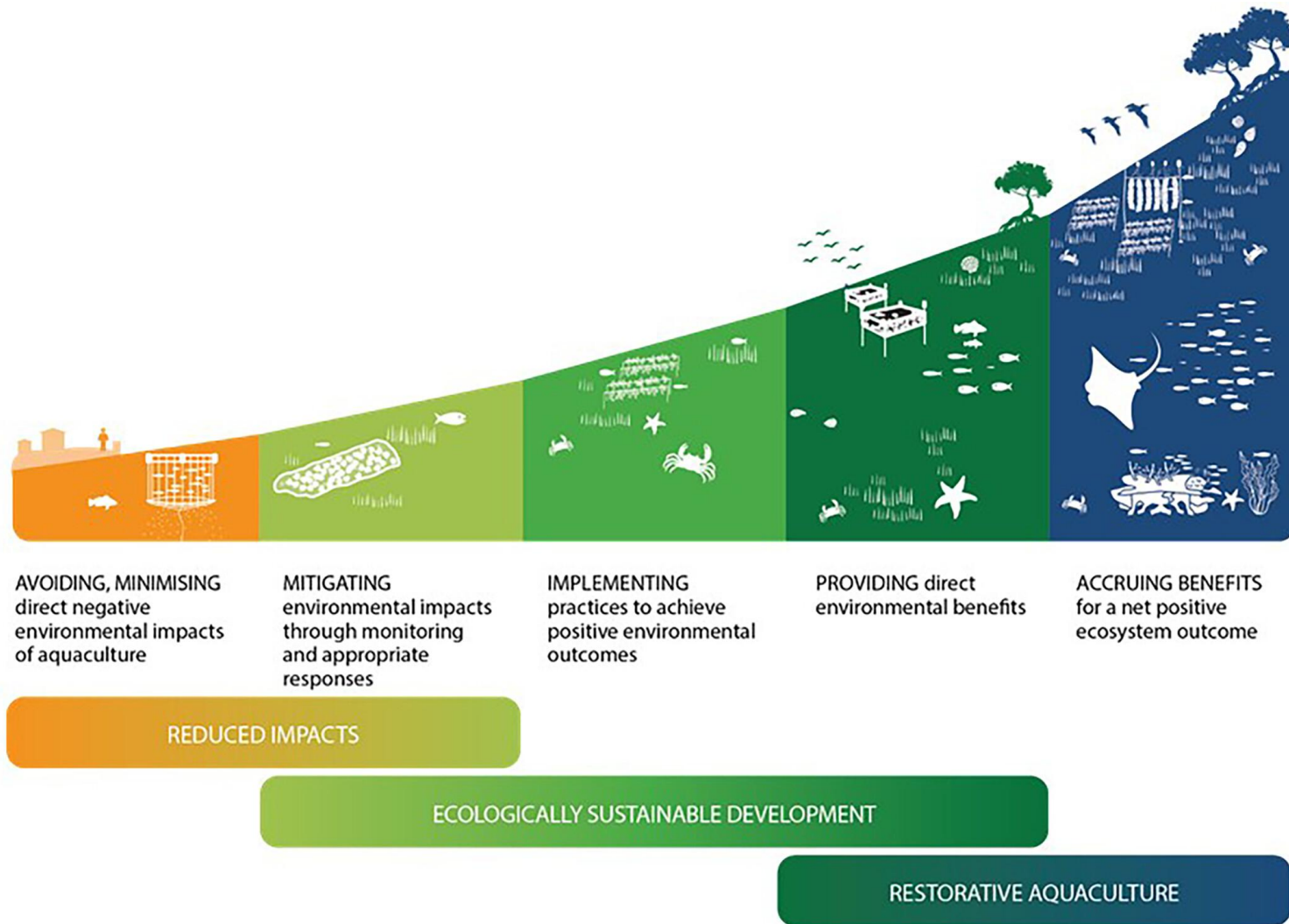
Επιπτώσεις της δονητικής ενέργειας στην υδατοκαλλιέργεια (Nurul Ashikin Elias et al., 2023)

Χώρα	Vibrio sp.	Απώλεια και αντίκτυπος
Κίνα	<i>V. fluvialis</i>	> 120 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ετήσιες απώλειες μεταξύ 1990-1992
Ινδία	<i>V. harveyi</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. alginolyticus</i> , <i>V. anguillarum</i>	Κακή ανάπτυξη, κόκκινος αποχρωματισμός και θνησιμότητα του <i>Penaeus monodon</i>
Ταϊλάνδη	<i>V. harveyi</i>	Μαζική θνησιμότητα του <i>P. monodon</i>
Ιαπωνία	<i>V. carchariae</i>	Μαζική θνησιμότητα του ιαπωνικού αμπαλόνε (<i>Haliotis diversicolor</i>)
Ινδονησία	<i>Luminescent Vibrio</i>	> Απώλεια 100 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ σε εκκολαπτήριο γαρίδας
Ιταλία	<i>V. harveyi</i> , <i>V. ordalii</i> , <i>V. salmonicida</i> , <i>V. vulnificus</i>	Μαζική θνησιμότητα σε αγρόκτημα δίθυρων που βρίσκεται στο Mar Piccolo στον Τάραντα
Μεξικό	<i>V. parahaemolyticus</i>	Οξεία νόσος ηπατοπαγκρεατικής νέκρωσης (AHPND) στο <i>L. vannamei</i>
Αίγυπτος	<i>V. anguillarum</i> , <i>V. alginolyticus</i> , <i>V. ordalii</i> , <i>V. harveyi</i>	Κόκκινες κηλίδες στις κοιλιακές και πλευρικές περιοχές, νέκρωση και αιμορραγικές περιοχές



Στρατηγικές μετριασμού και προσαρμογής

- Τεχνολογικές Καινοτομίες:
 - Τα συστήματα υδατοκαλλιέργειας με ανακύκλωση (RAS) και οι λίμνες ελεγχόμενης θερμοκρασίας μετριάζουν τη θερμική καταπόνηση (Moussa et al., 2025).
 - Τα προγράμματα εμβολιασμού και οι προηγμένες τεχνολογίες ανίχνευσης ασθενειών διαχειρίζονται τους κινδύνους παθογόνων.
- Προστασία του περιβάλλοντος:
 - Αποκατάσταση μαγκρόβιων και υγροτόπων για την άμβλυνση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας και το φιλτράρισμα παθογόνων.
- Συνεργασία:
 - Προώθηση της διεθνούς συνεργασίας για πρακτικές υδατοκαλλιέργειας ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή.
 - Προώθηση της ανταλλαγής γνώσεων και της ανάπτυξης ικανοτήτων.

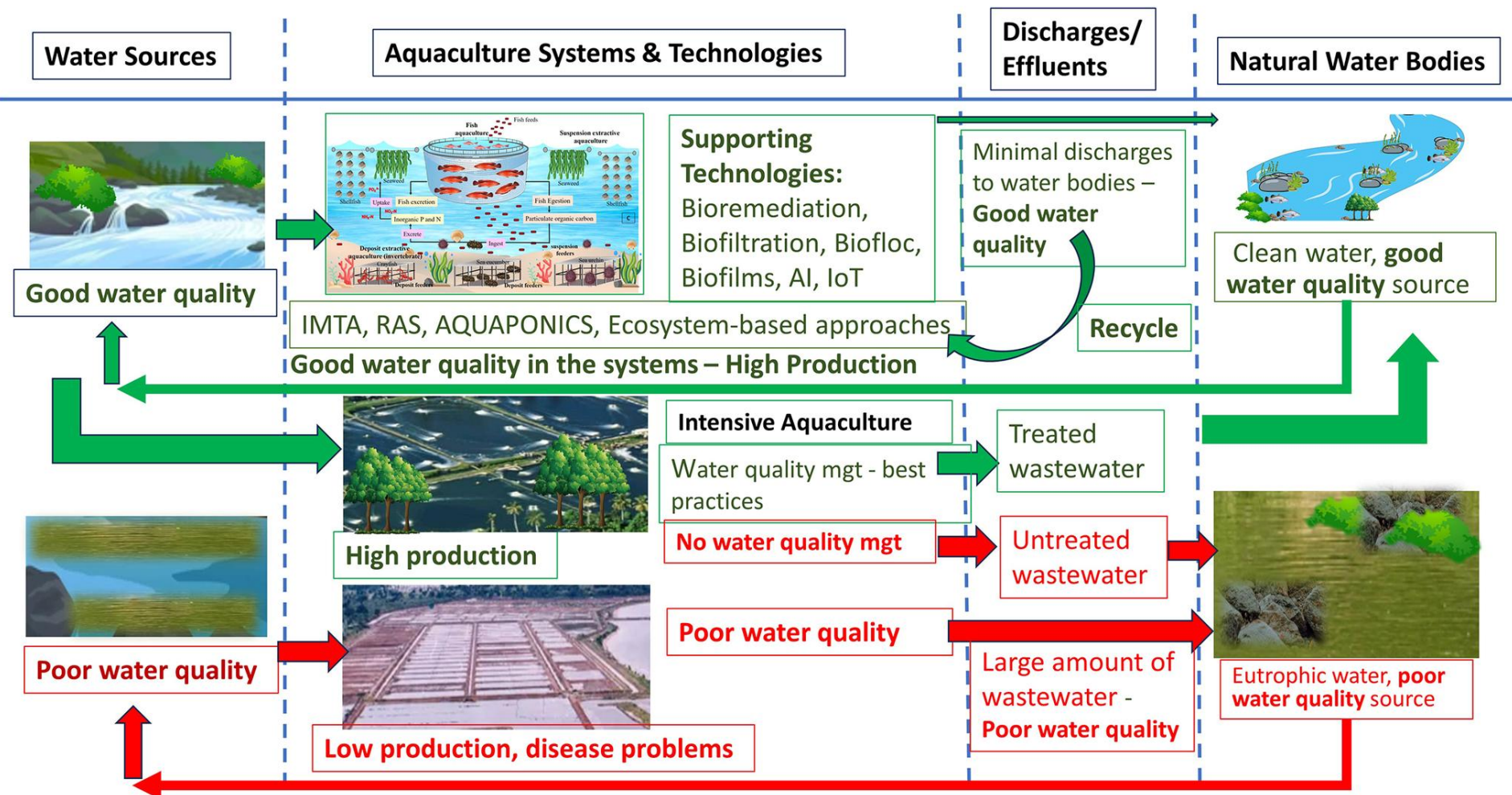


Παγκόσμιες αρχές για την αποκαταστατική υδατοκαλλιέργεια για την προώθηση πρακτικών υδατοκαλλιέργειας που ωφελούν το περιβάλλον (Alleway et al., 2023)



2.1. Οικονομικές συνέπειες των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην υδατοκαλλιέργεια

- Μειωμένη απόδοση θαλασσινών και ψαριών:
 - Η άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας και η οξίνιση διαταράσσουν τα υδρόβια ενδιαιτήματα.
 - Η μειωμένη διαθεσιμότητα οξυγόνου και η μειωμένη ασβεστοποίηση στα οστρακοειδή επηρεάζουν την κερδοφορία της υδατοκαλλιέργειας (Nienhuis et al., 2010).
- Υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και επιδημίες ασθενειών:
 - Οι επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών (HABs) καταστρέφουν το οξυγόνο και απελευθερώνουν τοξίνες.
 - Η ανοσία των στρειδιών αποδυναμώθηκε υπό συνθήκες θέρμανσης (Neokye et al., 2024).
- Κόστος προσαρμογής:
 - Απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις για συστήματα ελεγχόμενης θερμοκρασίας και ανθεκτικά στις ασθένειες είδη.
 - Η γεωγραφική μετεγκατάσταση των δραστηριοτήτων υδατοκαλλιέργειας αυξάνει το κόστος (Mdoe et al., 2025).



Διαχείριση της ποιότητας των υδάτων στην υδατοκαλλιέργεια (Yusoff et al., 2024)



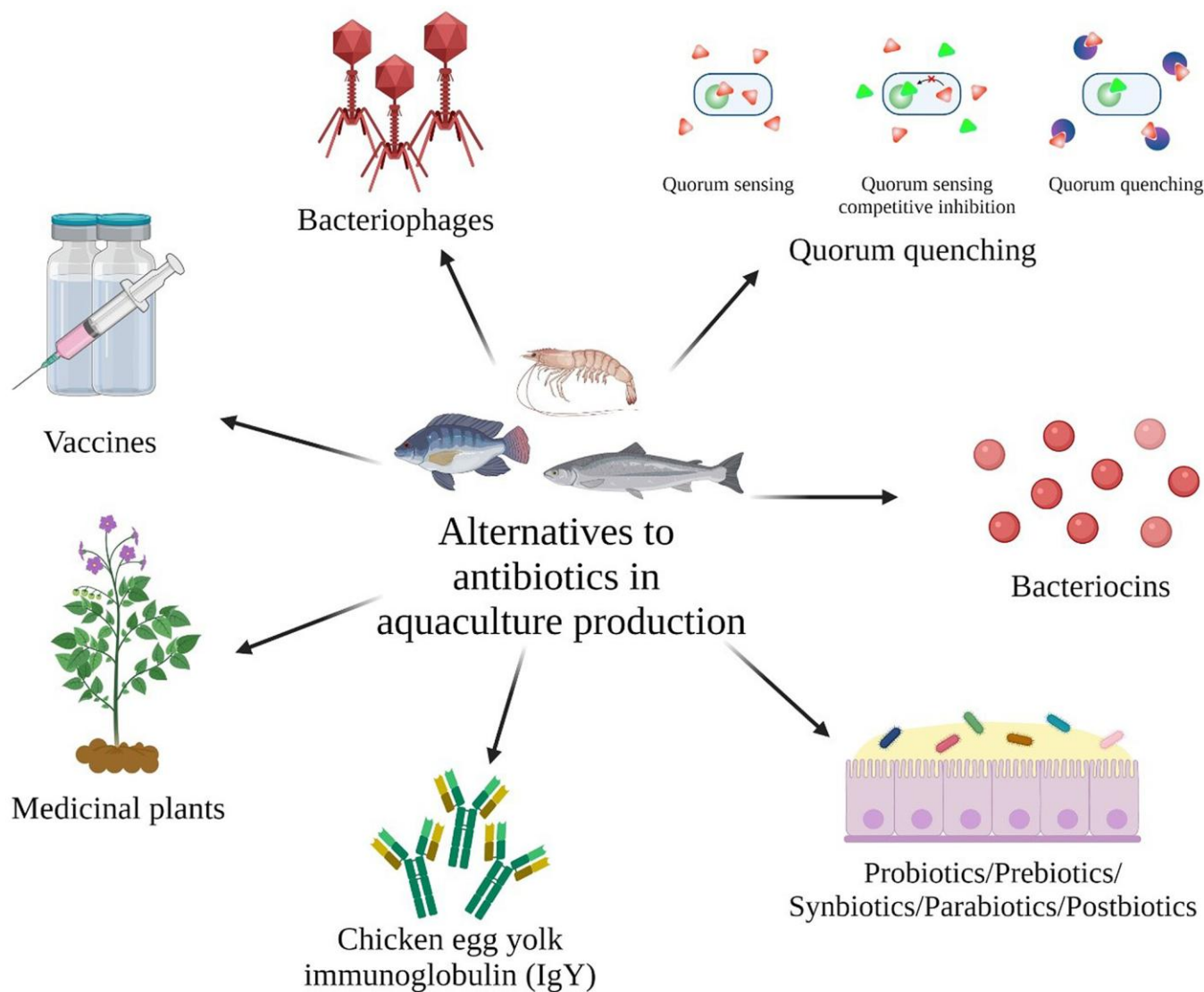
2.2. Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη στις γεωγραφικές μετατοπίσεις της υδατοκαλλιέργειας

- Μετατόπιση ζωνών:
 - Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες ωθούν τις ζώνες υδατοκαλλιέργειας προς τους πόλους.
 - Η τροπικοποίηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος μεταβάλλει τις δομές των οικοσυστημάτων (Zarzychny et al., 2024).
- Χωροκατακτητικά είδη:
 - Ο πολλαπλασιασμός των χωροκατακτητικών ειδών διαταράσσει τα οικοσυστήματα και τις δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας.
 - Τροπικά είδη που μετακινούνται σε εύκρατες ζώνες (Woods et al., 2016).
- Στρατηγικές προσαρμογής:
 - Η ολοκληρωμένη πολυτροφική υδατοκαλλιέργεια (IMTA) ενισχύει την ανθεκτικότητα (Mdoe et al., 2025).
 - Γενετικές βελτιώσεις για ασθένειες και ανοχή θερμοκρασίας (Ross et al., 2023).
 - Συστήματα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης με χρήση προγνωστικών μοντέλων.



Πολιτική και διακυβέρνηση

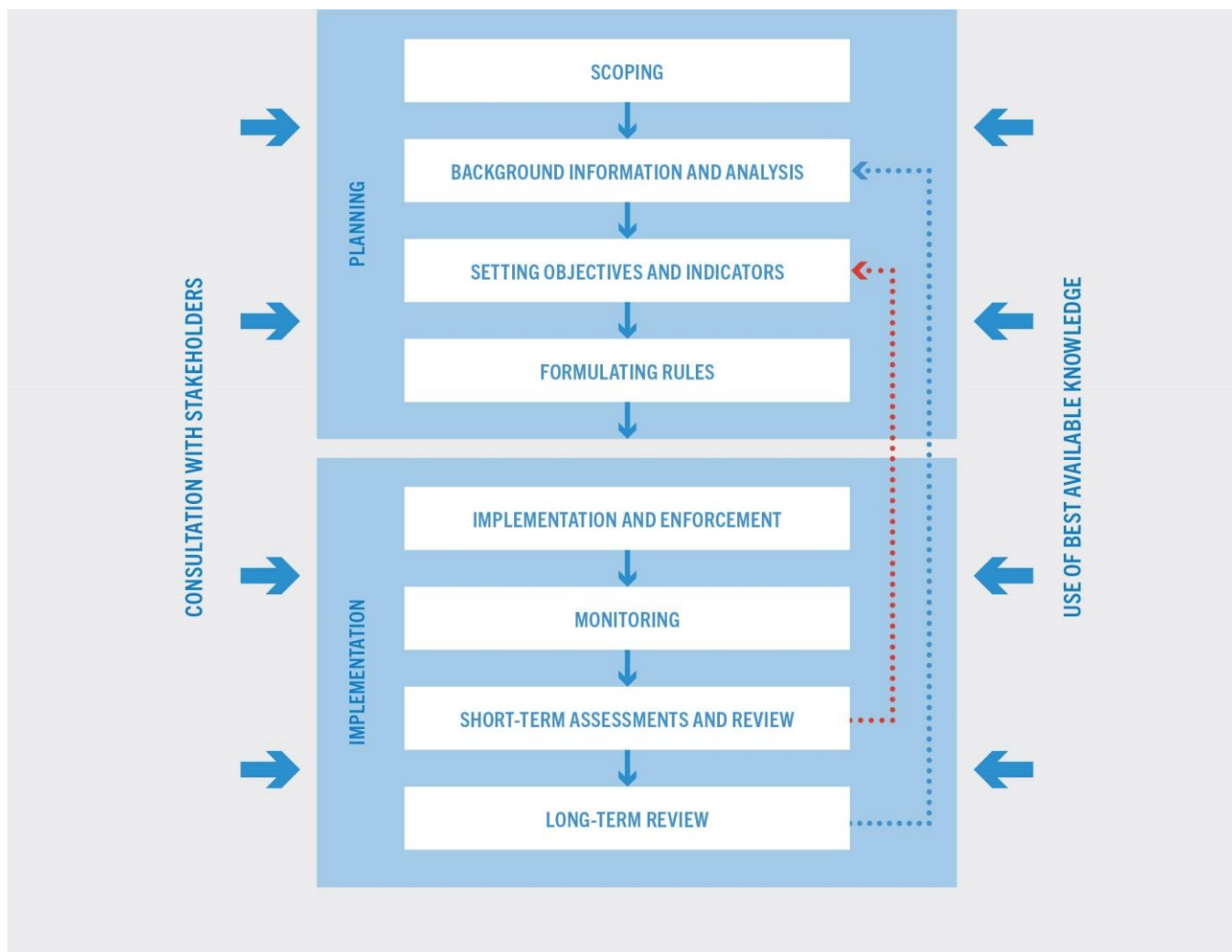
- Αποτελεσματικά πλαίσια:
 - Στήριξη βιώσιμων πρακτικών και έρευνας για ανθεκτικά συστήματα υδατοκαλλιέργειας.
 - Επενδύσεις στη γενετική έρευνα για είδη ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή (Handisyde et al., 2017).
- Ενσωμάτωση στα σχέδια για το κλίμα:
 - Ευθυγράμμιση των πολιτικών υδατοκαλλιέργειας με ευρύτερες στρατηγικές δράσης για το κλίμα.
 - Εξισορρόπηση της οικονομικής ανάπτυξης με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Naylor et al., 2023).
- Αντιμετώπιση των περιφερειακών ανισοτήτων:
 - Υποστήριξη περιφερειών χαμηλού εισοδήματος με χρηματοδότηση, τεχνολογία και εμπειρογνωμοσύνη.
 - Διασφάλιση δίκαιης ανάπτυξης για τη διατήρηση της παγκόσμιας επισιτιστικής ασφάλειας.



Εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση της ανάγκης για αντιμικροβιακά (Bondad-Reantaso et al., 2023)

Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια[DiBluCa]”

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Προσαρμοστικοί κύκλοι διαχείρισης που δείχνουν έναν πρόσθετο βρόχο ανάδρασης για την αντιμετώπιση της δυναμικής φύσης της κλιματικής αλλαγής (Fisheries and Aquaculture Adaptations to Climate Change, 2022)



Περίληψη

- Η θερμική διαστρωμάτωση και η εξάντληση του οξυγόνου απειλούν την υδρόβια ζωή, με σοβαρές οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις.
- Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες αυξάνουν το μεταβολικό στρες των ειδών, επηρεάζοντας την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και την ανθεκτικότητα του οικοσυστήματος.
- Οι διακυμάνσεις της αλατότητας διαταράσσουν την κατανομή των ειδών και τις δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας, επηρεάζοντας τις παράκτιες κοινότητες.
- Ο ευτροφισμός από τη φόρτωση θρεπτικών ουσιών προκαλεί επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών (HABs), απώλεια οξυγόνου και υποβάθμιση του οικοσυστήματος.
- Η λειψυδρία, που επιδεινώνεται από την κλιματική αλλαγή και τις ανθρώπινες πιέσεις, απειλεί την παγκόσμια ασφάλεια των υδάτων.
- Η υδατοκαλλιέργεια είναι όλο και πιο ευάλωτη σε αλλαγές θερμοκρασίας, ασθένειες και παράσιτα, θέτοντας σε κίνδυνο την επισιτιστική ασφάλεια.
- Οι ζώνες υδατοκαλλιέργειας μετατοπίζονται λόγω της κλιματικής αλλαγής, απαιτώντας μετεγνατάσταση και βιώσιμες πρακτικές.



Περίληψη

- **Στρατηγικές Λύσεις:**
 - Ανάπτυξη προσαρμοστικών στρατηγικών που συνδυάζουν τεχνολογία και βιώσιμες πρακτικές.
 - Προώθηση της διεθνούς συνεργασίας, της υποστήριξης πολιτικής και της ενσωμάτωσης της παραδοσιακής οικολογικής γνώσης.
 - Διασφάλιση της ανθεκτικότητας των υδάτινων συστημάτων μέσω καινοτόμων, ολιστικών λύσεων για τη βιοποικιλότητα, τα μέσα διαβίωσης και την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια.



Αναφορές

- Alleway, H. K., Waters, T. J., Brummett, R., Cai, J., Cao, L., Megan Reilly Cayten, Barry Antonio Costa-Pierce, Dong, Y., Brandstrup, C., Liu, S., Liu, Q., Shelley, C., Theuerkauf, S. J., Tucker, L., Wang, Y., & Jones, R. C. (2023). Global principles for restorative aquaculture to foster aquaculture practices that benefit the environment. *Conservation Science and Practice*, 5(8). <https://doi.org/10.1111/csp2.12982>
- Andreyeva, A. Y., Kukhareva, T. A., Gostyukhina, O. L., & Vialova, O. Y. (2024). Impacts of ocean acidification and hypoxia on cellular immunity, oxygen consumption, and antioxidant status in Mediterranean mussel. *Fish and Shellfish Immunology*, 154, 109932. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.109932>
- Bondad-Reantaso, M. G., MacKinnon, B., Karunasagar, I., Fridman, S., Alday-Sanz, V., Brun, E., Le Groumellec, M., Li, A., Surachetpong, W., Karunasagar, I., Hao, B., Dall’Occo, A., Urbani, R., & Caputo, A. (2023). Review of alternatives to antibiotic use in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(4). <https://doi.org/10.1111/raq.12786>
- Crozier, L. G., & Siegel, J. E. (2023). A Comprehensive Review of the Impacts of Climate Change on Salmon: Strengths and Weaknesses of the Literature by Life Stage. *Fishes*, 8(6), 319. <https://doi.org/10.3390/fishes8060319>
- Day, J. W., Rybczyk, J. M., & Stephens, J. R. (2024). Climate change effects on nutrient loading and coastal eutrophication. *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, 6(18), 627–637. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90798-9.00112-8>
- DeNicola, E., Aburizaiza, O. S., Siddique, A., Khwaja, H., & Carpenter, D. O. (2015). Climate change and water scarcity: The case of Saudi Arabia. *Annals of Global Health*, 81(3), 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.005>
- Deutsch, C., Penn, J. L., & Seibel, B. A. (2020). Climate change constrains fish metabolic scope and habitat suitability globally. *Science Advances*, 6(22), eaax0194. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0194>
- Duarte, J. A., Villanueva, R., Seijo, J. C., & Vela, M. A. (2022). Ocean acidification effects on aquaculture of a high resilient calcifier species: A bioeconomic approach. *Aquaculture*, 559, 738426. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738426>
- Edwards, T. M., Puglis, H. J., Kent, D. B., Durán, J. L., Bradshaw, L. M., & Farag, A. M. (2023). Ammonia and aquatic ecosystems – A review of global sources, biogeochemical cycling, and effects on fish. *Science of the Total Environment*, 907, 167911. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167911>
- Fisheries and aquaculture adaptations to climate change*. (2022). Fao.org. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9df19f53-b931-4d04-acd3-58a71c6b1a5b/content/sofia/2022/adaptations-to-climate-crisis.html>



Αναφορές

- Global warming and ocean oxygen levels (2018). <https://www.carbonbrief.org/guest-post-how-global-warming-is-causing-ocean-oxygen-levels-to-fall>
- Grabba, K. C., Ghosh, A., Adekunbi, F. O., Williamson, P., & Widdicombe, S. (2024). Ocean acidification: Causes, impacts, and policy actions. In *Encyclopedia of the Anthropocene* (pp. 51–59). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-14082-2.00011-9>
- Guimbeau, A., Ji, X. J., Long, Z., & Menon, N. (2024). Ocean salinity, early-life health, and adaptation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 125, 102954. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.102954>
- Hamilton, S. L., Elliott, M. S., deVries, M. S., Adelaars, J., & Rintoul, M. D. (2022). Integrated multi-trophic aquaculture mitigates the effects of ocean acidification: Seaweeds raise system pH and improve growth of juvenile abalone. *Aquaculture*, 560, 738571. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738571>
- Hoeksema, S. D., Chuwen, B. M., Tweedley, J. R., & Potter, I. C. (2023). Ichthyofaunas of nearshore, shallow waters of normally-closed estuaries are highly depauperate and influenced markedly by salinity and oxygen concentration. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 291, 108410. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108410>
- How the dead zones forms (2025). https://www.insightsonindia.com/wp-content/uploads/2024/06/DEAD_ZONE-1.jpg
- Islam, M. J., Kunzmann, A., & Slater, M. J. (2021). Responses of aquaculture fish to climate change-induced extreme temperatures: A review. *Journal of the World Aquaculture Society*, 53(2). <https://doi.org/10.1111/jwas.12853>
- Yusoff, F. M., Wahidah A.D. Umi, Ramli, N. M., & Harun, R. (2024). Water Quality Management in Aquaculture. *Cambridge Prisms. Water*, 1–61. <https://doi.org/10.1017/wat.2024.6>
- Jones, B. L., Nordlund, L. M., Unsworth, R. K. F., Jiddawi, N. S., & Eklöf, J. S. (2021). Seagrass Structural Traits Drive Fish Assemblages in Small-Scale Fisheries. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.640528>
- Liu, S., Liu, Y., & Xing, Q. (2024). Climate change drives fish communities: Changing multiple facets of fish biodiversity in the Northwest Pacific Ocean. *Science of the Total Environment*, 955, 176854. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176854>
- Mangi, S. C., Lee, J., Pinnegar, J. K., & Law, R. J. (2018). The economic impacts of ocean acidification on shellfish fisheries and aquaculture in the United Kingdom. *Environmental Science and Policy*, 86, 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.008>



Αναφορές

- Mdoe, C. N., Mahonge, C. P., & Ngowi, E. E. (2025). Mapping the trends, knowledge production, and practices of climate-smart aquaculture. *Aquaculture*, 598, 741939. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741939>
- Mensah, V., Chen, Y.-C., & Ohshima, K. I. (2025). Multidecadal decline in sea ice meltwater volume and implications for nutrient dynamics. *Progress in Oceanography*, 230, 103377. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103377>
- Mingote, M. G., Galimany, E., Sala-Coromina, J., Bahamon, N., Ribera-Altimir, J., Santos-Bethencourt, R., Clavel-Henry, M., & Company, J. B. (2023). Warming and salinization effects on the deep-water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris*, distribution along the NW Mediterranean Sea: Implications for bottom trawl fisheries. *Marine Pollution Bulletin*, 198, 115838. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115838>
- Moussa, L. G., Mohan, M., Arachchige, P. S. P., Rathnasekara, H., Abdullah, M., & Abulibdeh, A. (2025). Impact of water availability on food security in GCC: Systematic literature review-based policy recommendations for a sustainable future. *Environmental Development*, 54, 101122. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2024.101122>
- Naylor, R., et al. (2023). A global view of aquaculture policy. *Food Policy*, 116, 102422. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102422>
- Neokye, E. O., et al. (2024). Climate change impacts on oyster aquaculture: Part II. *Environmental Research*, 259, 119535. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119535>
- Nienhuis, S., et al. (2010). Ocean acidification effects on calcifying organisms. *Marine Ecology Progress Series*, 400, 287-302. <https://doi.org/10.3354/meps08307>
- NOAA. (2025, February 25). *Ocean Acidification*. National Oceanic and Atmospheric Administration; U.S. Department of Commerce. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>
- Nurul Ashikin Elias, Hassan, Nor, Okomoda Victor Tosin, Noor Aniza Harun, Sharifah Rahmah, & Hassan, M. (2023). Potential and limitation of biocontrol methods against vibriosis: a review. *Aquaculture International*, 31(4), 2355–2398. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01091-x>



Αναφορές

- Ocean deoxygenation (2025). <https://www.ioc.unesco.org/en/go2ne>
- Okon, E. M., Oyesiji, A. A., & Eissa, E. H. (2024). The escalating threat of climate change-driven diseases in fish: Evidence from a global perspective. *Environmental Research*, 263, 120184. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120184>
- Pham, C.-V., Wang, H.-C., Chen, S.-H., & Lee, J.-M. (2023). The Threshold Effect of Overfishing on Global Fishery Outputs: International Evidence from a Sustainable Fishery Perspective. *Fishes*, 8(2), 71. MDPI. <https://doi.org/10.3390/fishes8020071>
- Rahman, M. M., & Hung, T.-C. (2024). Impact of salinity and body size on sperm motility in three California smelt species. *Aquaculture Reports*, 39, 102503. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102503>
- Reister, I., Danielson, S., & Aguilar-Islas, A. (2024). Perspectives on Northern Gulf of Alaska salinity field structure, freshwater pathways, and controlling mechanisms. *Progress in Oceanography*, 229, 103373. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103373>
- Ross, F. W. R., Boyd, P. W., & Filbee-Dexter, K. (2023). Potential role of seaweeds in climate change mitigation. *Science of the Total Environment*, 885, 163699. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163699>
- Sanaa Abdulaziz Mustafa, Abdulmotalib Jasim Al-Rudainy, & Noor Mohammad Salman. (2024). Effect of environmental pollutants on fish health: An overview. *Egyptian Journal of Aquatic Research/Egyptian Journal of Aquatic Research*, 50(2). <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2024.02.006>
- Seibel, B. A. (2024). On the validity of using the Metabolic Index to predict the responses of marine fishes to climate change. *Encyclopedia of Fish Physiology*, 3, 549-558. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90801-6.00167-1>
- Seneviratne, S. I. (2012). Historical drought trends revisited. *Nature*, 491(7424), 338–339. <https://doi.org/10.1038/491338a>
- Tarolli, P., Luo, J., Park, E., Barcaccia, G., & Masin, R. (2024). Soil salinization in agriculture: mitigation and adaptation strategies combining nature-based solutions and bioengineering. *IScience*, 27(2), 108830–108830. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108830>



Αναφορές

Wilson, P. C. (2019, November 18). *SL313/SS525: Water Quality Notes: Dissolved Oxygen*. Edis.ifas.ufl.edu.

<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS525>

Woods, J. S., Veltman, K., & Huijbregts, M. A. J. (2016). Towards a meaningful assessment of marine ecological impacts in life cycle assessment. *Environment International*, 89–90, 48–61.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.033>

Zarzczyzny, K. M., Rius, M., & Williams, S. T. (2024). The ecological and evolutionary consequences of tropicalisation. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(3), 267–279. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.10.006>

Zhang, T., Liu, H., Lu, Y., Wang, Q., & Loh, Y. C. (2024). Impact of climate change on coastal ecosystem and outdoor activities: A comparative analysis among four largest coastline covering countries. *Environmental Research*, 250, 118405. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118405>

Zhao, S., Liu, M., Tao, M., Zhou, W., Lu, X., Xiong, Y., Li, F., & Wang, Q. (2023). The role of satellite remote sensing in mitigating and adapting to global climate change. *Science of the Total Environment*, 904, 166820.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166820>

Zucca, C., Middleton, N., Kang, U., & Liniger, H. (2021). Shrinking water bodies as hotspots of sand and dust storms: The role of land degradation and sustainable soil and water management. *Catena*, 207, 105669.

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105669>

•