

# ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ WATER IQ



Iceland   
Liechtenstein  
Norway grants



Δρ. Νικόλαος Δεπούνης, Συντονιστής & Επιστημονικός Υπεύθυνος

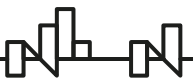
# WATER IQ: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΓΟΥ

- Water IQ: Δράσεις για τη βελτίωση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή του παράκτιου Υπόγειου Υδατικού Συστήματος «Λάρισος» της λεκάνης απορροής Πείρου-Βέργας-Πηνειού (ΕΛ02), Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου
- Χρηματοδότηση: ΕΟΧ 2014-2021
- Διάρκεια: 23 months (01/06/2022 - 30/04/2024)
- Επιλέξιμη Δαπάνη: 200,358 €
- Το Water IQ στοχεύει στη βελτίωση της γνωσιακής βάσης του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος (ΥΥΣ) του π. Λαρισσού Δυτικής Αχαΐας (πιλοτική περιοχή) με την εξάλειψη των αβεβαιοτήτων που υπάρχουν για την κατάσταση των υπόγειων υδάτων του, που θα οδηγήσει σε συγκεκριμένες προτάσεις, ενέργειες και διαδικασίες που απαιτούνται για τη βελτίωση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης του ΥΥΣ και τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.



# Παρακολούθηση της ποιότητας των υπόγειων υδάτων στην πιλοτική περιοχή του ΥΥΣ Λαρισσού

Ε. Ζαγγανά, Αν. Καθηγήτρια ΠΠ  
Μ. Παπαηλιοπούλου, Γεωλόγος Msc



# Υφαλμύριση παράκτιων υδροφόρων

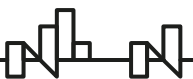
✓ Η μεγαλύτερη απειλή των παράκτιων υδροφόρων είναι από τη διείσδυση του θαλασσινού νερού.

Συνολικά το 50% του συνολικού πλυθυσμού της γης απαντάται στις παράκτιες ζώνες

- ✓ Προβλήματα υφαλμύρισης στην Ευρώπη : Ιταλία, τυνήσια, Ισπανία, Γερμανία, Τουρκία, Δανία, Πορτογαλία, Μαρόκο, Κύπρος
- ✓ Προβλήματα υφαλμύρισης στις ΗΠΑ : Los Angeles, Florida, Virginia, California

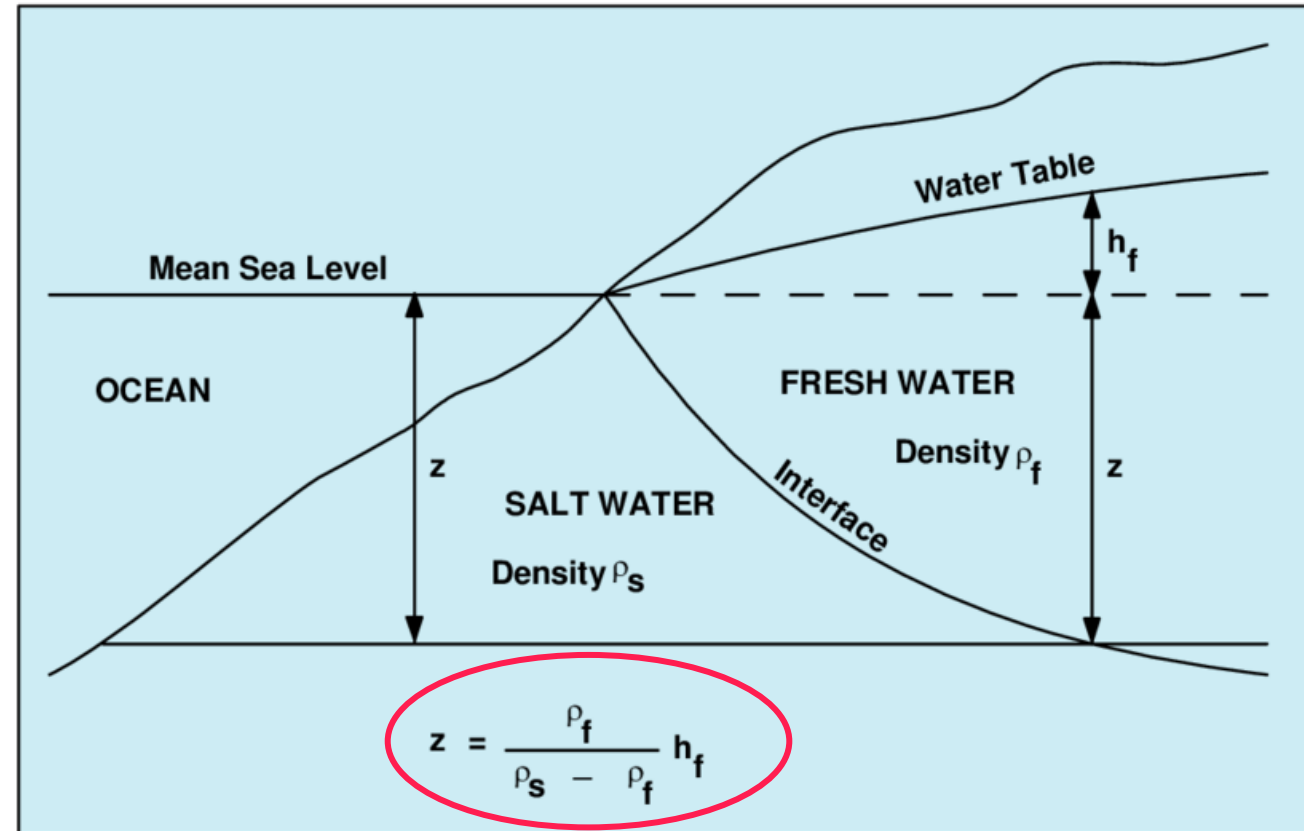
Παράμετροι για τον προσδιορισμό της υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων

- ✓ Φυσικοχημικές παράμετροι
- ✓ Σύνολο διαλυμένων στερεών TDS
- ✓ Χημική σύσταση του υπόγειου νερού με τα ιόντα χλωρίου  $Cl^-$  να αποτελούν την ευρέως χρησιμοποιούμενη παράμετρο για την ποιότητα των υπόγειων υδάτων.
- ✓ Ιοντικοί λόγοι  $Na/Cl$ ,  $Mg/Cl$ ,  $K/Cl$ ,
- ✓ Σύσταση κύριων ιόντων με διάγραμμα Piper
- ✓ Διαγράμματα διασποράς



# Σχέση γλυκού-θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές κατά Ghyben-Herzberg

- ✓ Οι Ghyben (1888) και Herzberg (1901) ερεύνησαν την διεπιφάνεια που σχηματίζεται μεταξύ δύο υγρών (αλμυρό και γλυκό) τα οποία έχουν διαφορετική πυκνότητα.
- ✓ Με αντικατάσταση των πυκνοτήτων προκύπτει η σχέση  $z=40h$
- Όταν υπάρχει μείωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m σε έναν ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα τότε θα γίνει άνοδος της διεπιφάνειας κατά 40m.
- ✓ Γενικά σε περιοχές που το αλμυρό νερό βρίσκεται κάτω από το γλυκό υπόγειο νερό τότε με οποιαδήποτε άντληση θα γίνει άνοδος της διεπιφάνειας μεταξύ των δύο υγρών.



# Χημικές αναλύσεις νερού

✓ Φασματοφωτόμετρο

Κύρια ανιόντα

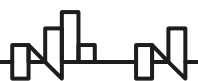
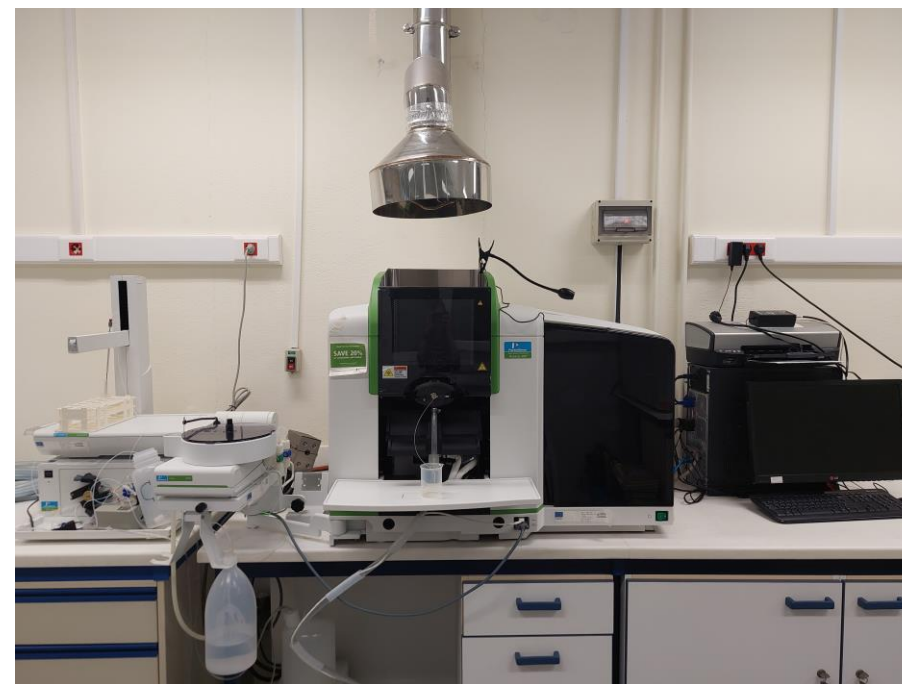
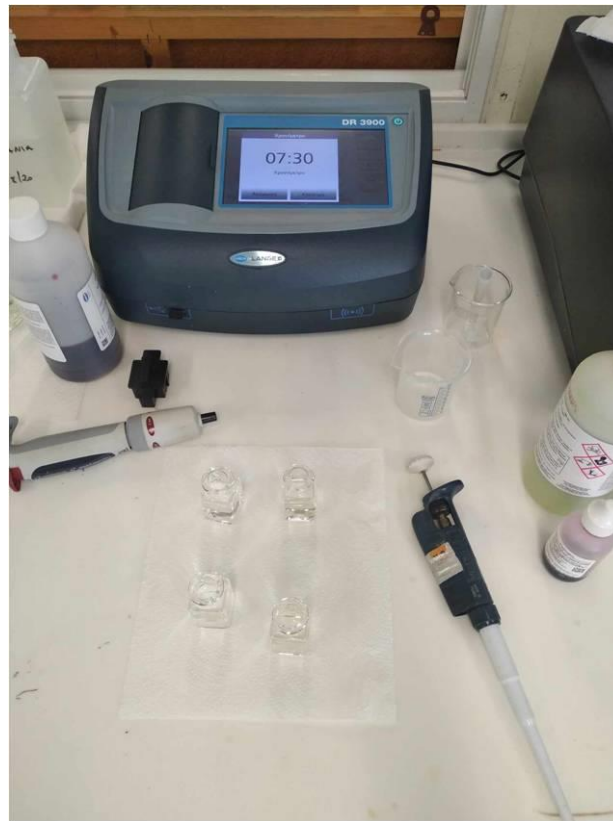
$\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , και  $\text{PO}_4^{3-}$

✓ Φλογοφωτόμετρο

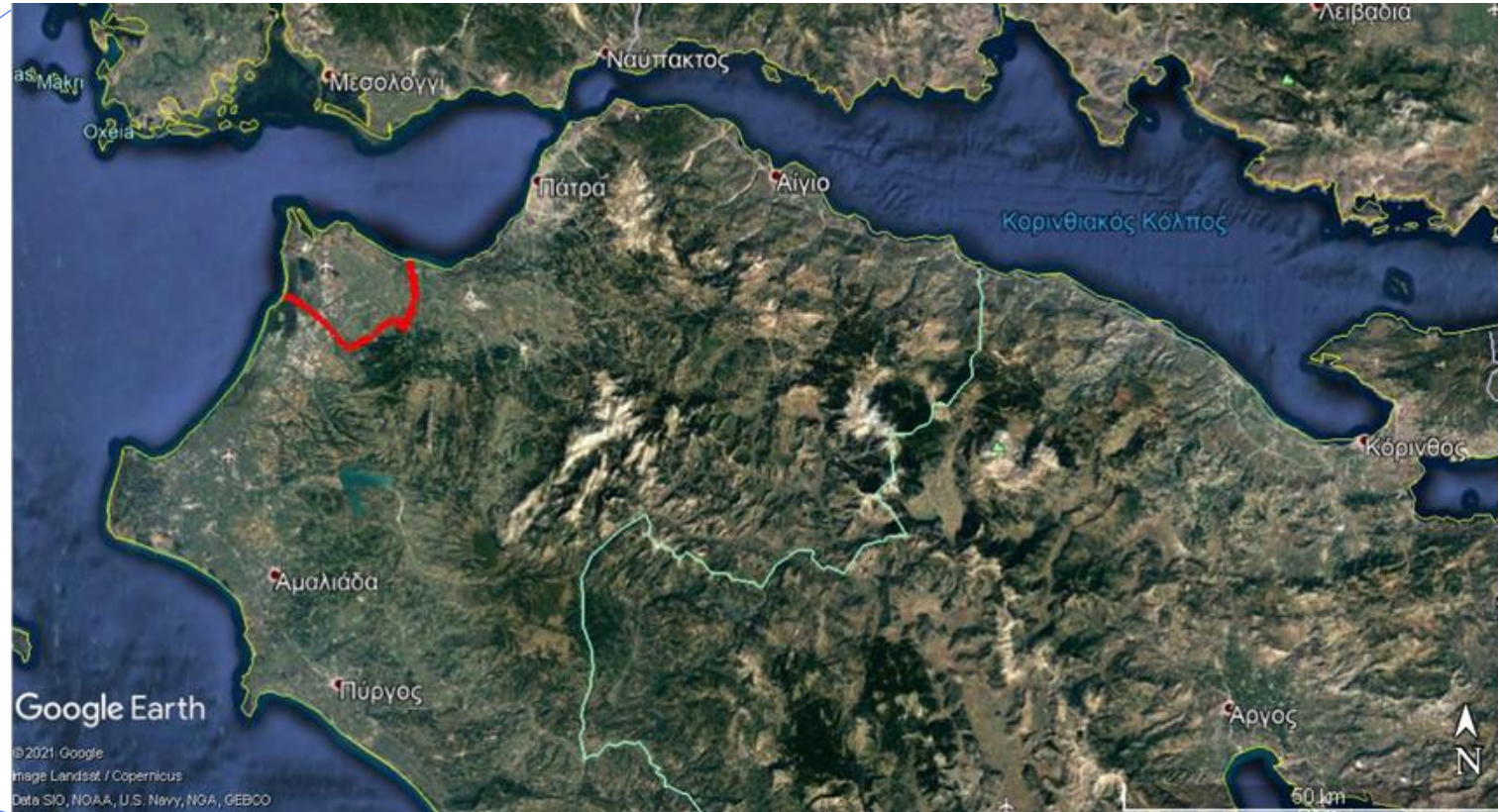
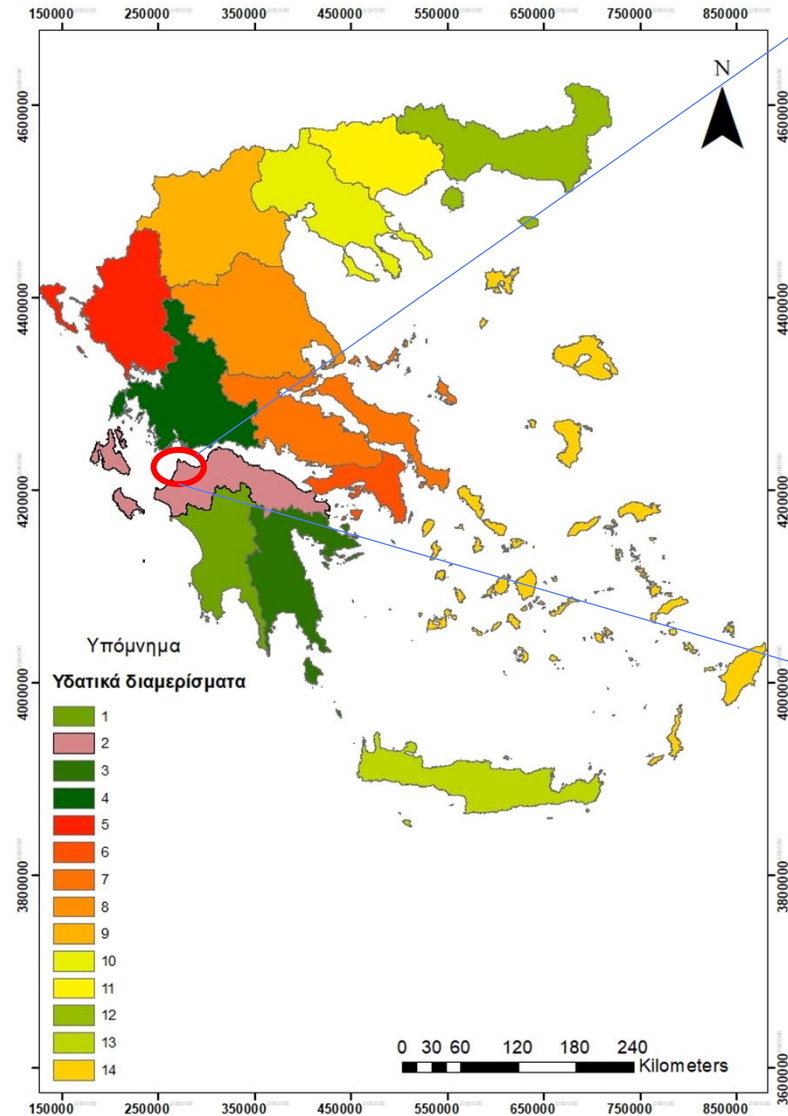
Αλκάλια:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

✓ Ατομική απορρόφηση

Αλκαλικές γαίες:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$

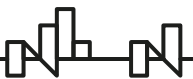


# Περιοχή έρευνας



1η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του ΥΔ Βόρειας Πελοποννήσου

1. Ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου
2. Μέση ετήσια τροφοδοσία  $35 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$
3. Μέσες ετήσιες απολήψεις μέσω γεωτρήσεων  $34,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$
4. Έκταση  $162.8 \text{ km}^2$



# Θέσεις δειγματοληψίας

✓ Μάιος (υγρή περίοδος)

30 δείγματα νερού

✓ Σεπτέμβριος (ξηρή περίοδος)

33 δείγματα νερού



## Legend

☆ Boreholes

■ Lakes

## Faults

— Fault visible

- - - Fault probable

## Geological formations

### Quaternary

#### Holocene

■ Alluvial deposits

■ Eluvial deposits

■ Recent cones of scree

■ Lagoonal, coastal deposits

■ Old Quaternary deposits

■ Littoral sand formation

■ Scree

#### Pleistocene

■ Red clayey sand

■ Marine terrace of conglomerate

### Neogene

■ Friable limestones

■ Ionian zone

■ Eocene

■ Flysch

■ Paleocene

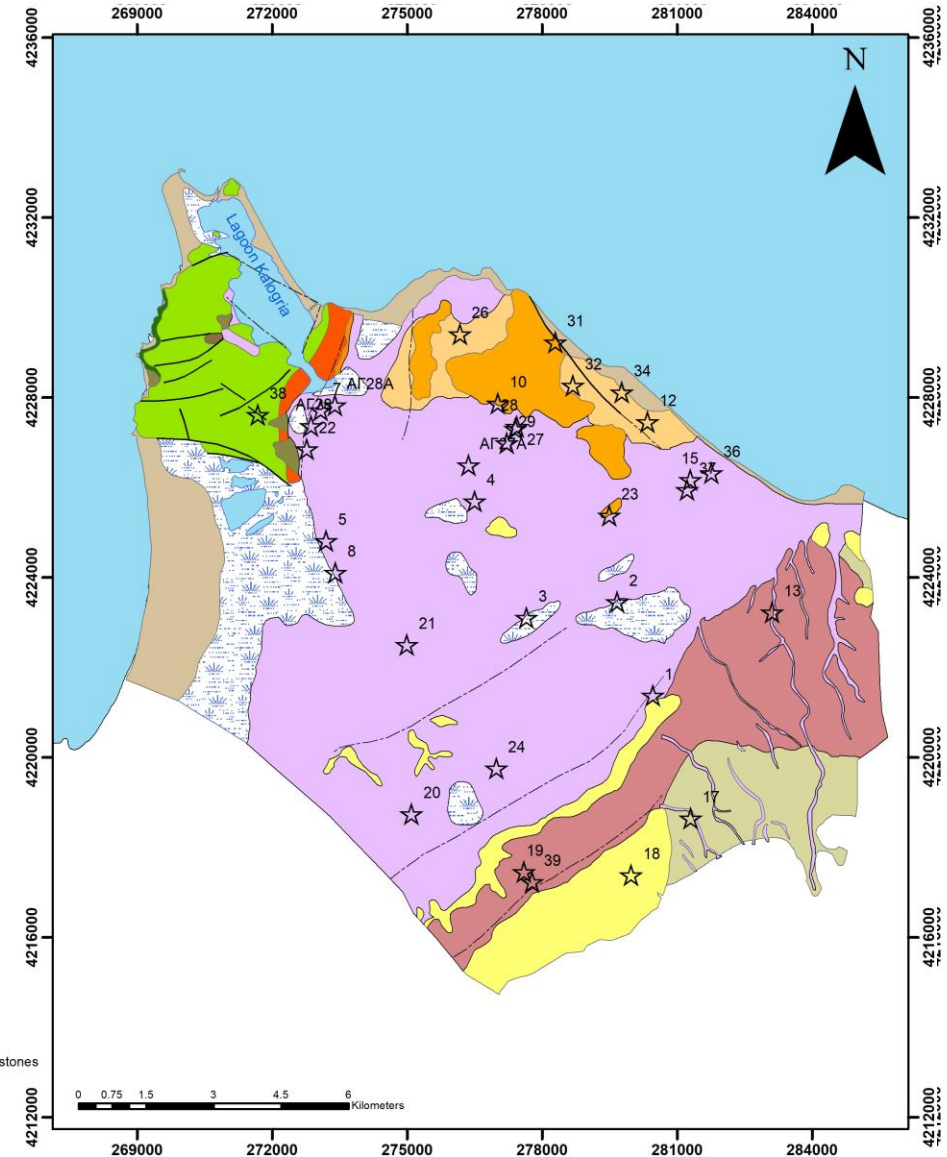
■ Limestones white to light brown

■ Upper Cretaceous

■ Limestones series of white to light brown limestones

■ Upper Jurassic

■ Series of Vigla limestones





# In situ μετρήσεις

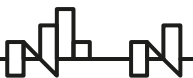
## Ασταθείς φυσικοχημικές παράμετροι

- ✓ pH
- ✓ Ηλεκτρική αγωγιμότητα (25° C)
- ✓ Θερμοκρασία νερού
- ✓ Αλκαλικότητα: είναι η ικανότητα του νερού να εξουδετερώνει οξέα. Η μέτρηση της προσδιορίζεται με τιτλοδότηση του δείγματος του νερού με διάλυμα θειϊκού οξέος.



# Συλλογή και επεξεργασία δειγμάτων

- ✓ Τα δείγματα συλλέχθηκαν σε φιάλες πολυαιθυλενίου
- ✓ Η κάθε γεώτρηση από την οποία πάρθηκε δείγμα βρισκόταν υπό λειτουργία
- ✓ Επιπλέον λήφθηκαν δείγματα σε φιαλίδια πολυαιθυλενίου 150ml και αμέσως διηθήθηκαν και συντηρήθηκαν με προσθήκη πυκνού νιτρικού οξέος
- ✓ Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν εντός 24ωρου για να είναι τα αποτελέσματα αντιπροσωπευτικά από τη στιγμή της δειγματοληψίας
- ✓ Έγιναν μετρήσεις των κύριων ιόντων στο φασματοφωτόμετρο, φλογοφωτόμετρο και στην ατομική απορρόφηση



# Κατανομή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Μάιος

Σεπτέμβριος

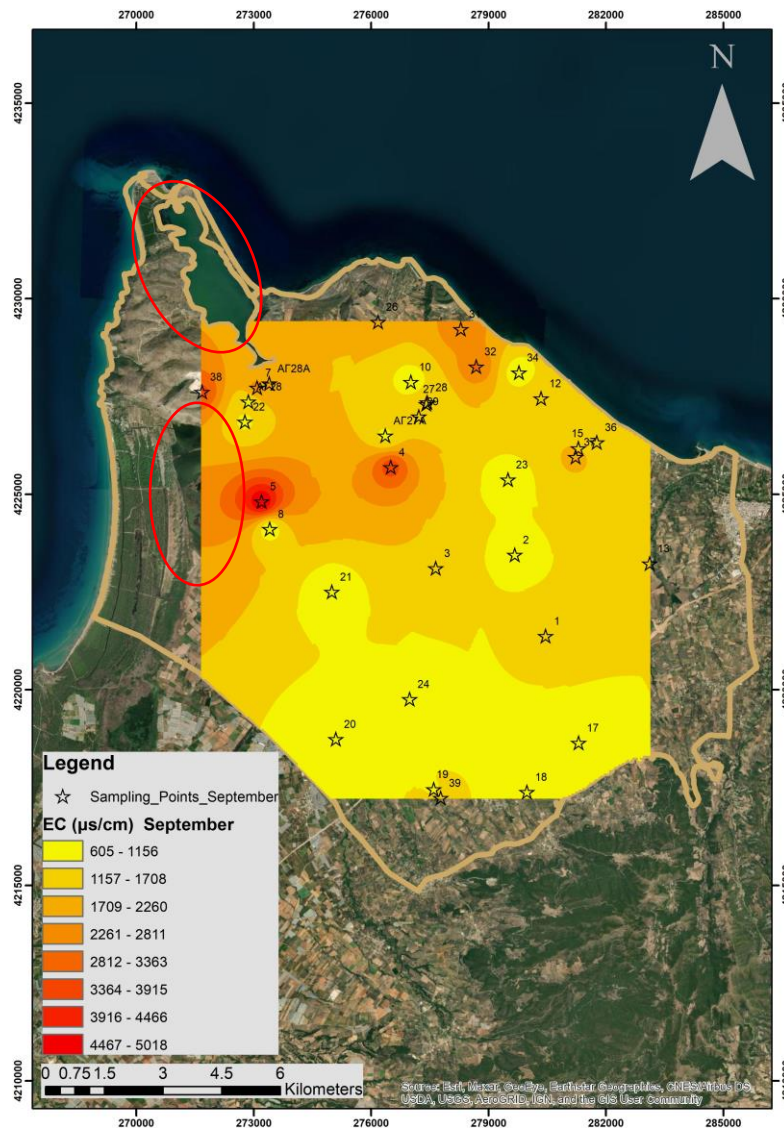
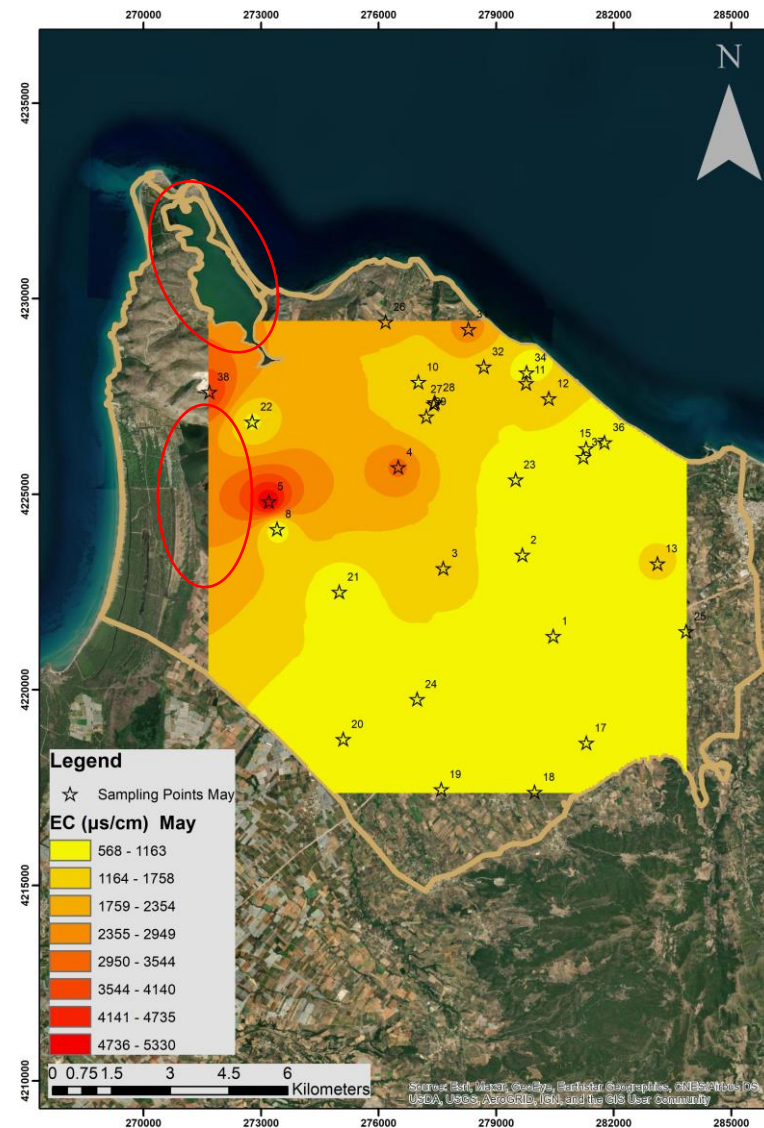
Μάιος

Ec: 560-5300 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Σεπτέμβριος

Ec: 600-5000 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

- ✓ Διακρίνονται 2 μέτωπα υφαλμύρισης Δ και ΒΔ
- ✓ Στην ξηρή περίοδο επεκτείνεται και από τα βόρεια



# Κατανομή του pH

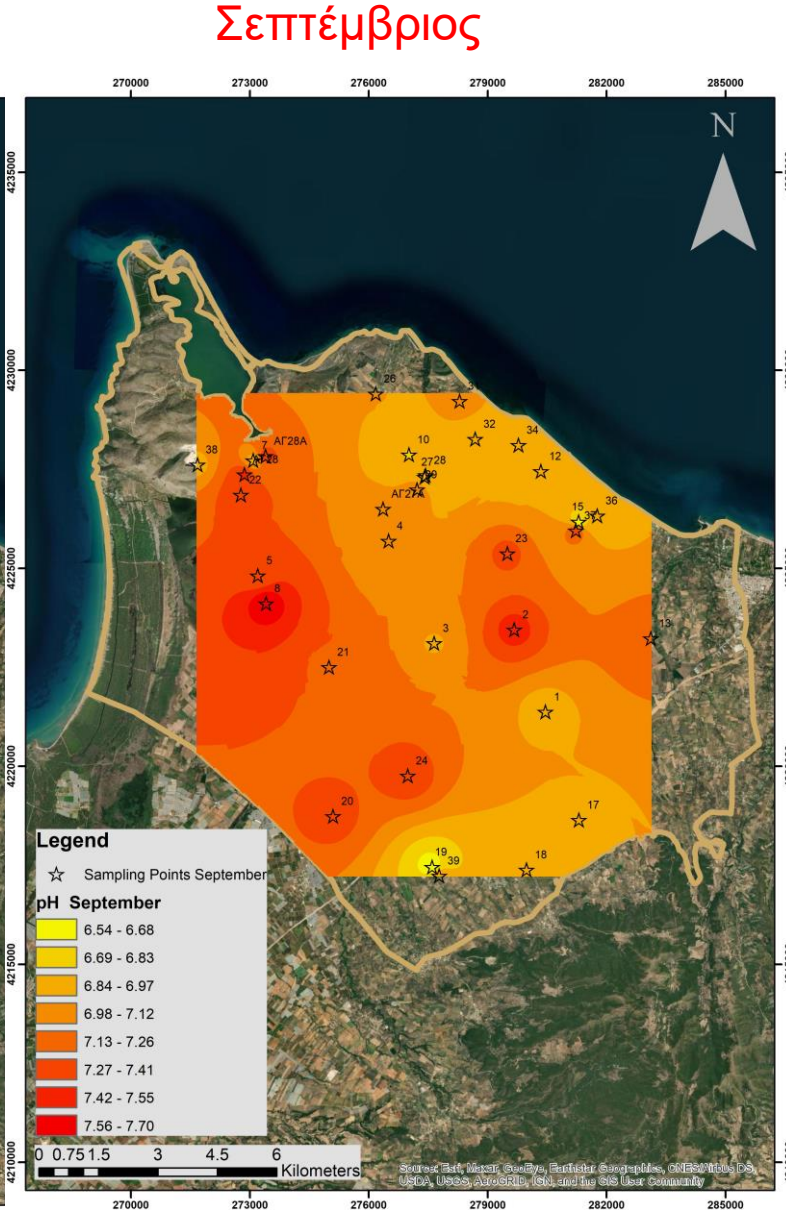
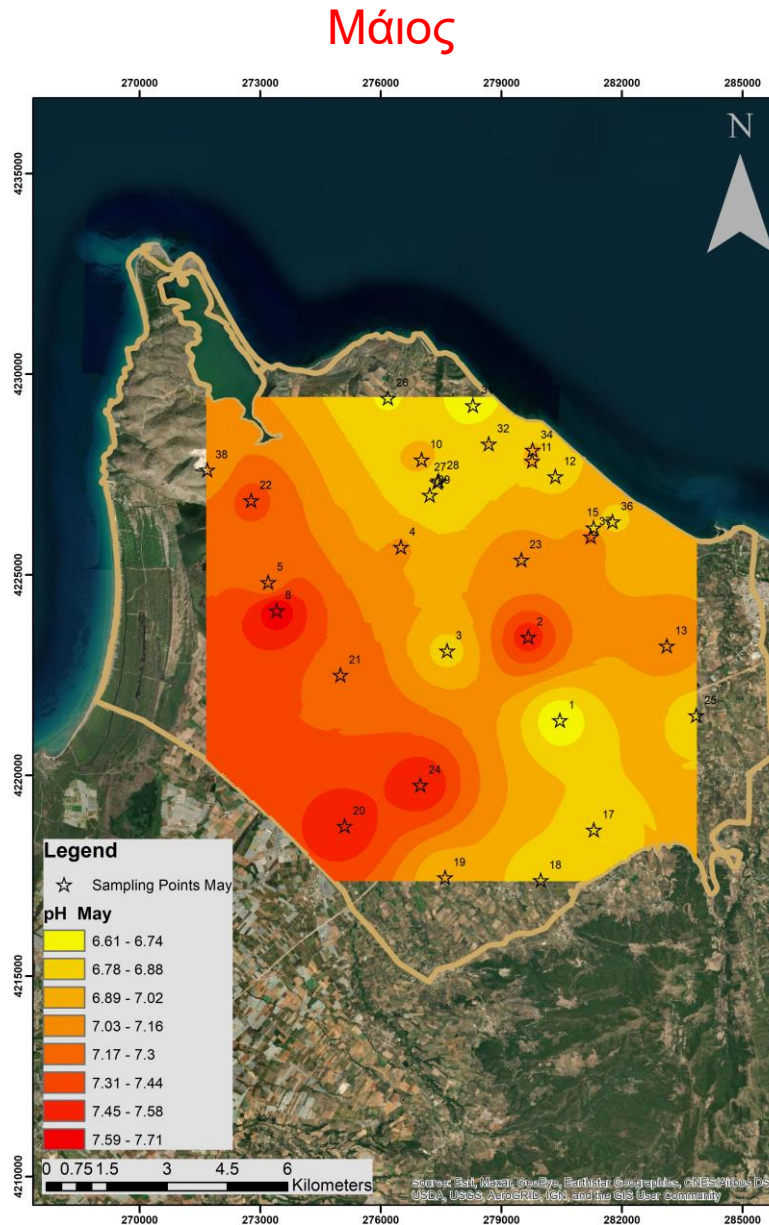
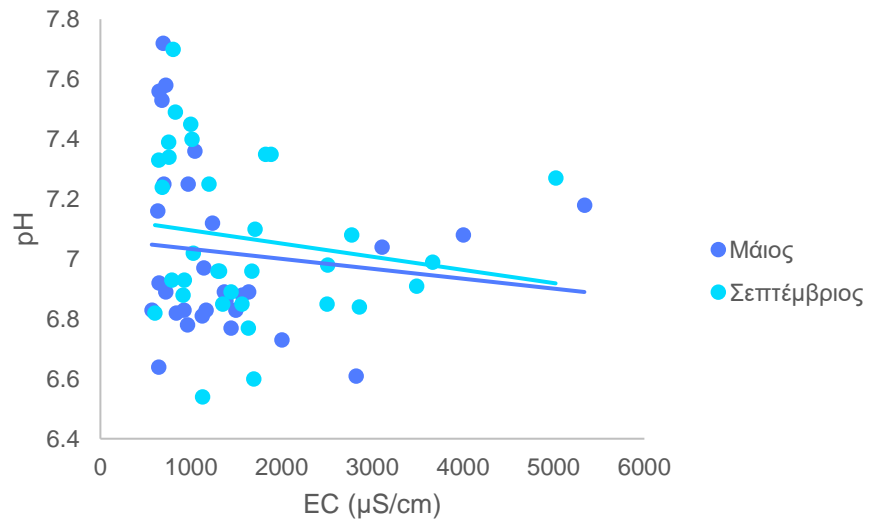
Μάιος

Ec: 6.61-7.71

Σεπτέμβριος

Ec: 6.54-7.70

- ✓ Η τιμή του pH επηρεάζεται από την τιμή της EC με τρόπο αντιστρόφως ανάλογο
- ✓ Στο Β κομμάτι της περιοχής μελέτης όπου τα νερά είναι περισσότερο επιβαρυσμένα έχουν χαμηλότερες τιμές του pH

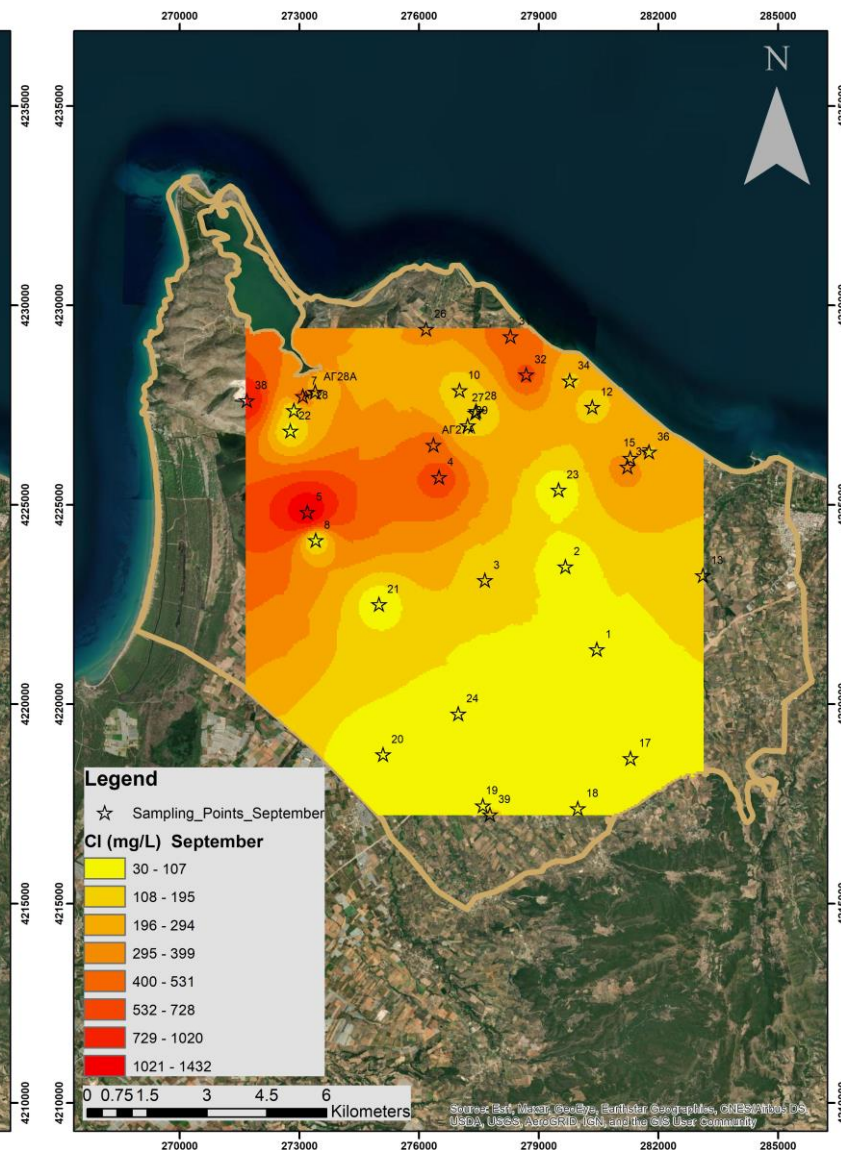
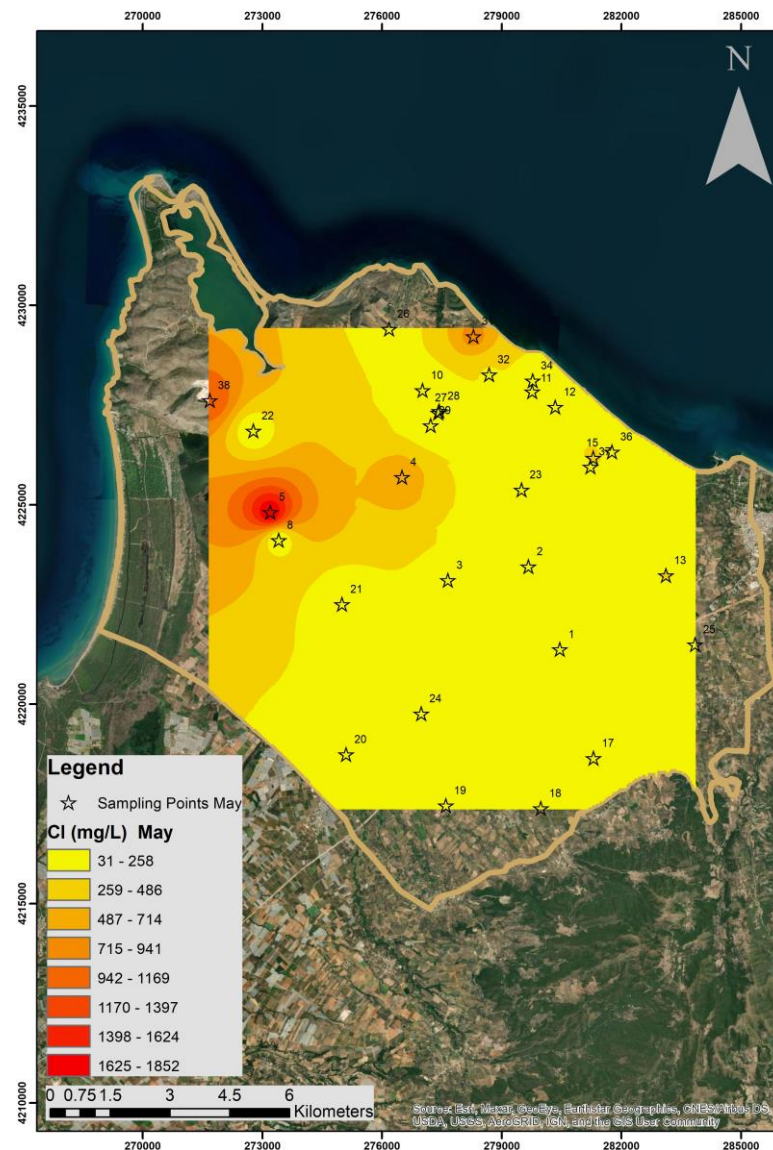


# Κατανομή των χλωρίων ( $Cl^-$ )

Μάιος

Σεπτέμβριος

- ✓ Συνεχής εξάπλωση της θαλάσσιας διείσδυσης ειδικά σε σημεία που γειτνιάζουν με τη θάλασσα.
- ✓ Στην ξηρή περίοδο εντείνεται το πρόβλημα κατά τη διάρκεια της αντλητικής περιόδου



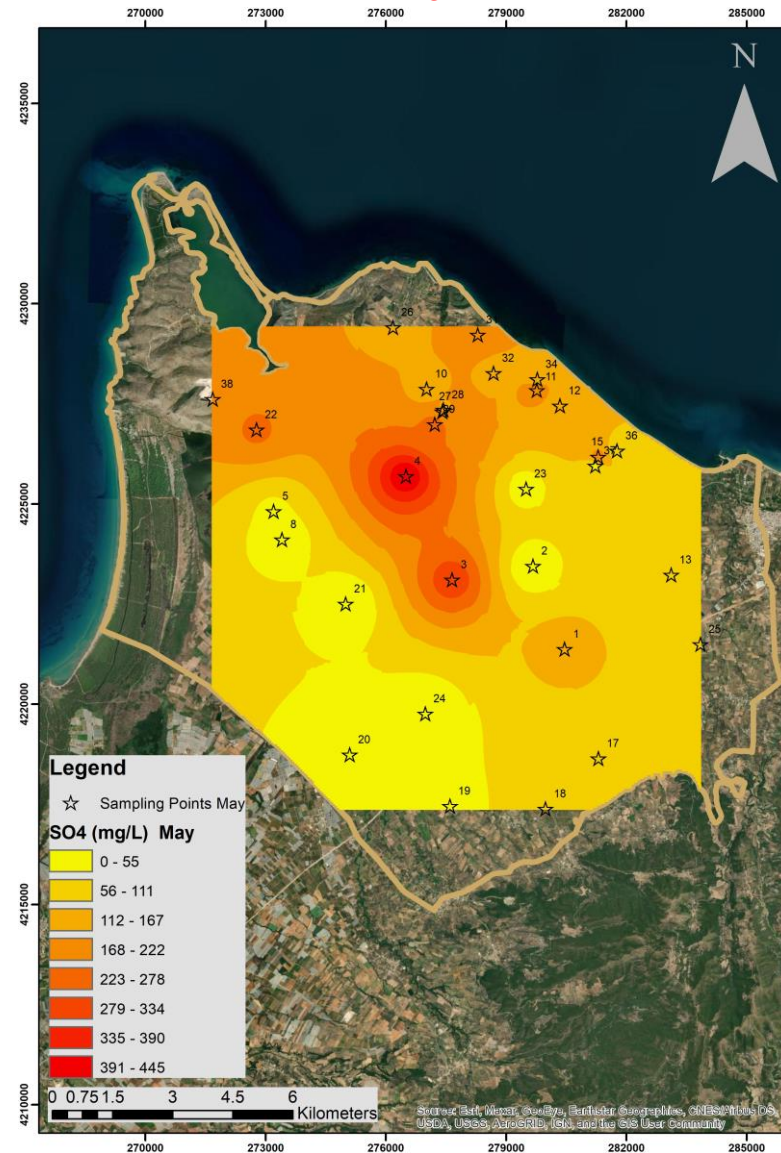
# Κατανομή των θεικών ( $SO_4^{-2}$ )

Μάιος

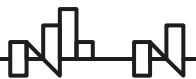
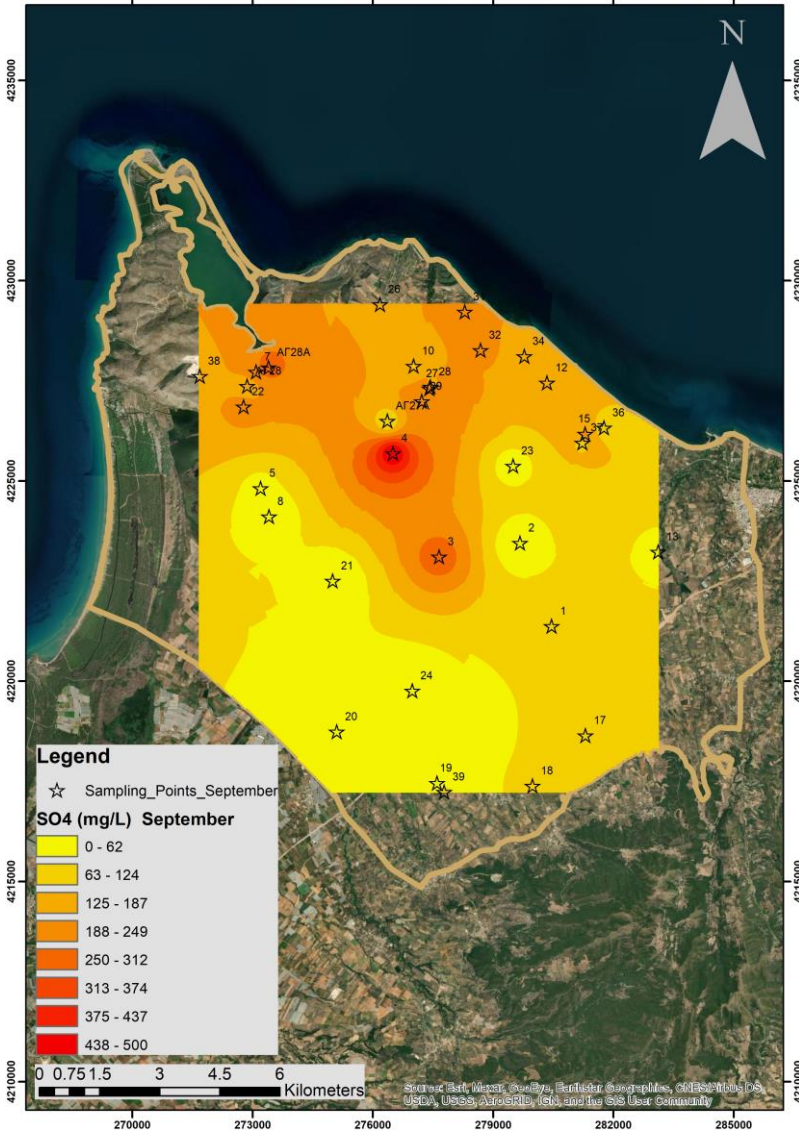
Μάιος  
 $SO_4^{-2}$  : 0-450 (mg/L)

Σεπτέμβριος  
 $SO_4^{-2}$  : 0-500 (mg/L)

- ✓ Στους χάρτες φαίνεται ίδια ποιοτική κατάσταση στην υγρή και στην ξηρή περίοδο



Σεπτέμβριος



# Κατανομή των νιτρικών ( $\text{NO}_3^-$ )

Μάιος

Μάιος

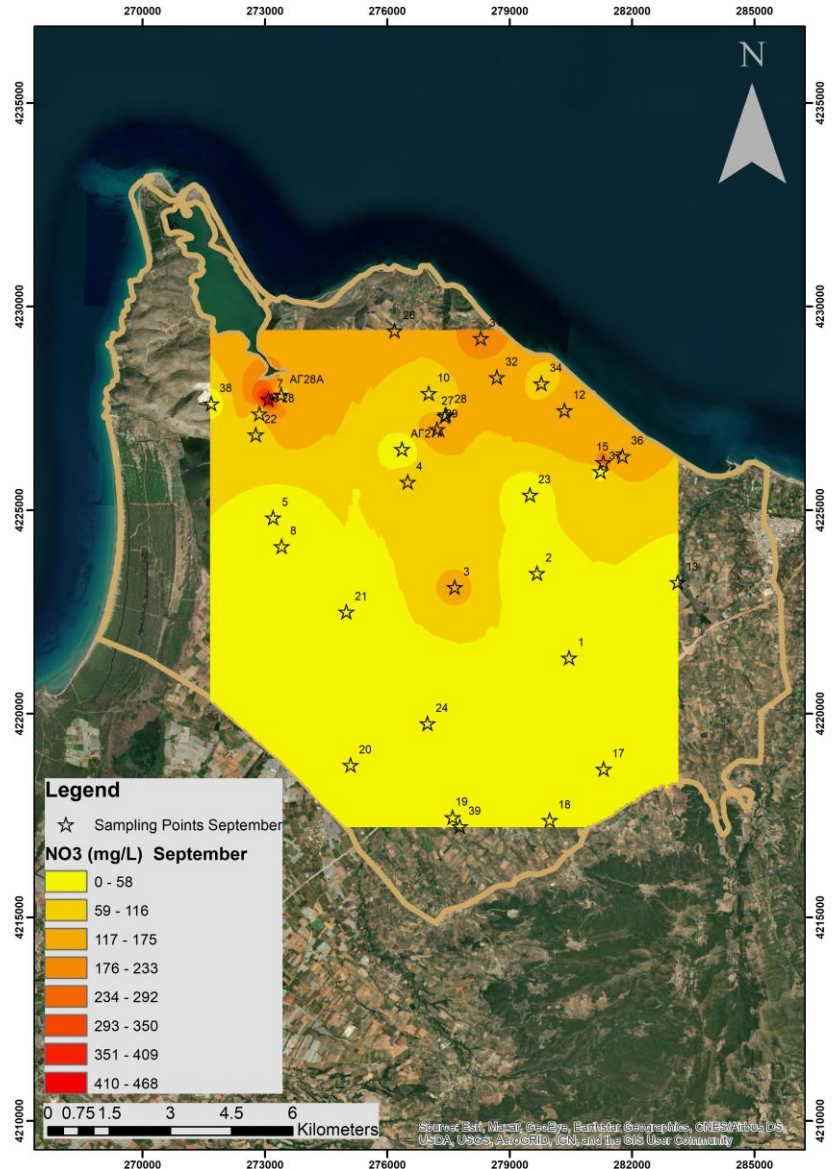
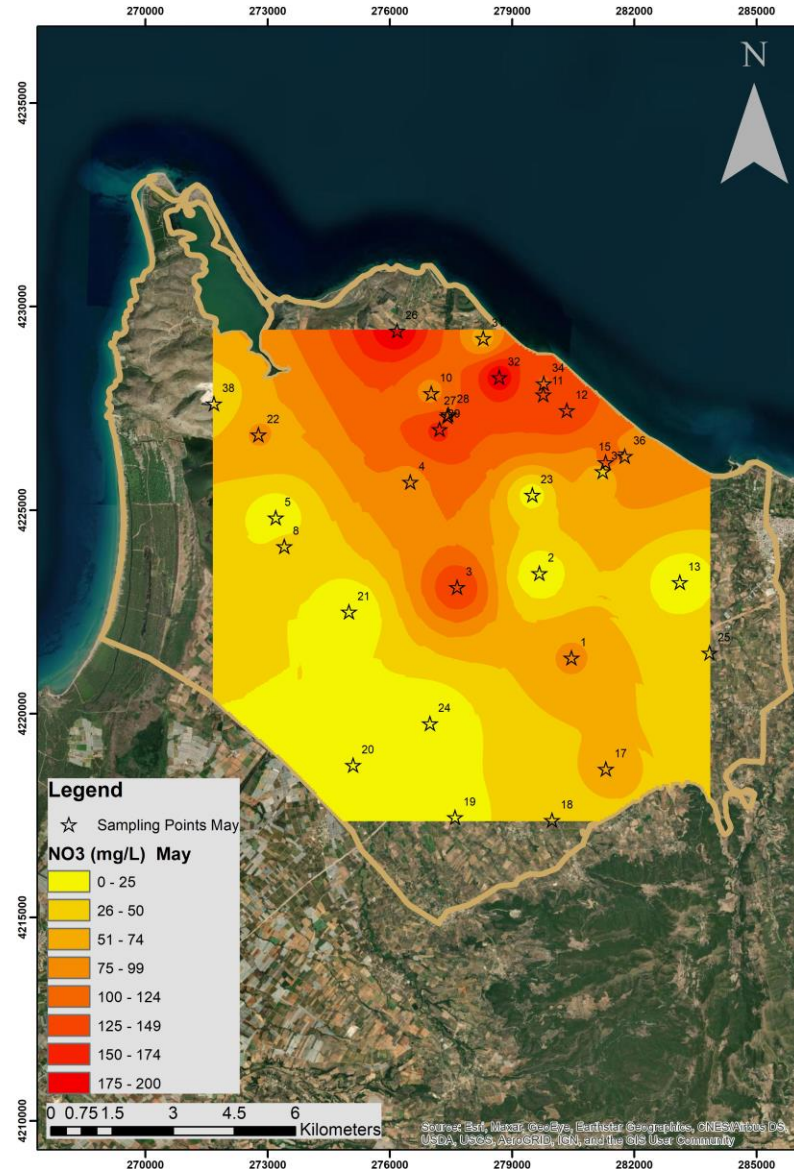
$\text{NO}_3^-$ : 0-200 (mg/L)

Σεπτέμβριος

$\text{NO}_3^-$ : 0-468 (mg/L)

- ✓ Τα νιτρικά βρίσκονται στα χημικά λιπάσματα
- ✓ Τα νιτρικά συσσωρεύονται σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις αφού οι αγρότες διαχέουν ανόργανα λιπάσματα.

Σεπτέμβριος



# Συντελεστής Revelle

$$\text{Revelle} = \text{Cl}^- / (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$$

<1 Καλό υπόγειο νερό χωρίς ρύπανση από θάλασσα

1-2 ελαφρά ρυπασμένο νερό

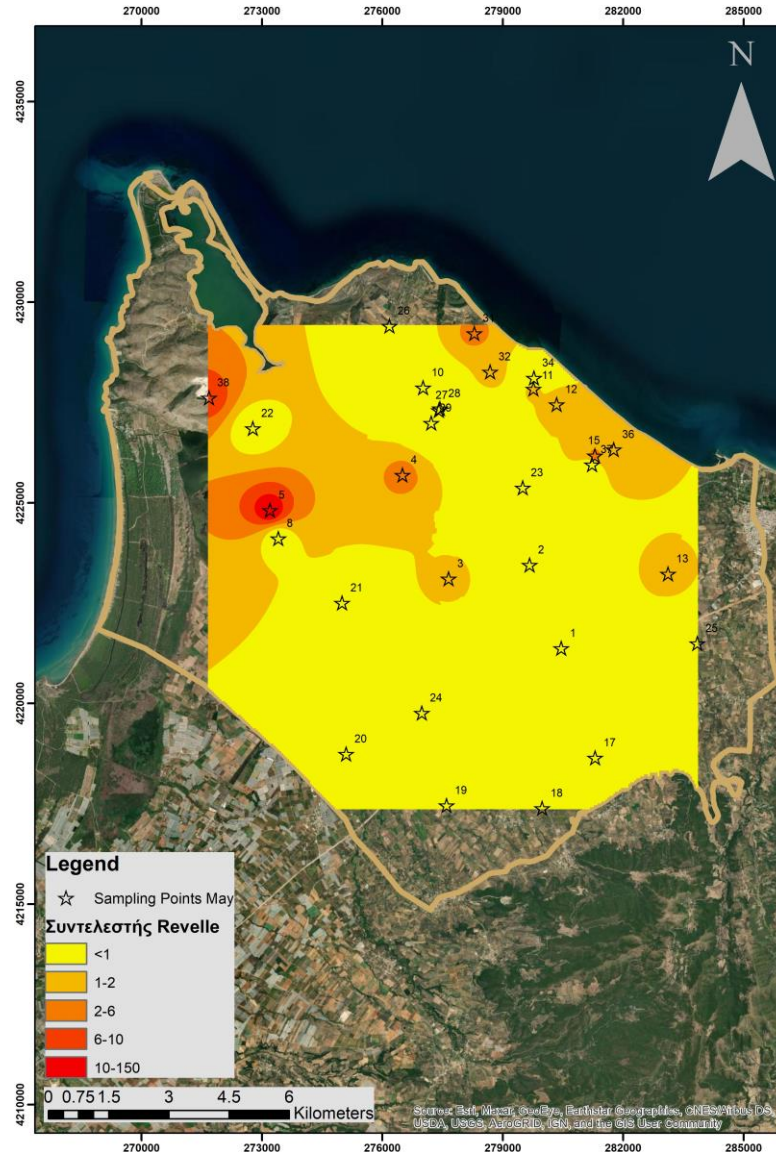
2-6 μέτρια ρυπασμένο νερό

6-10 σοβαρά ρυπασμένο νερό

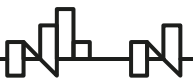
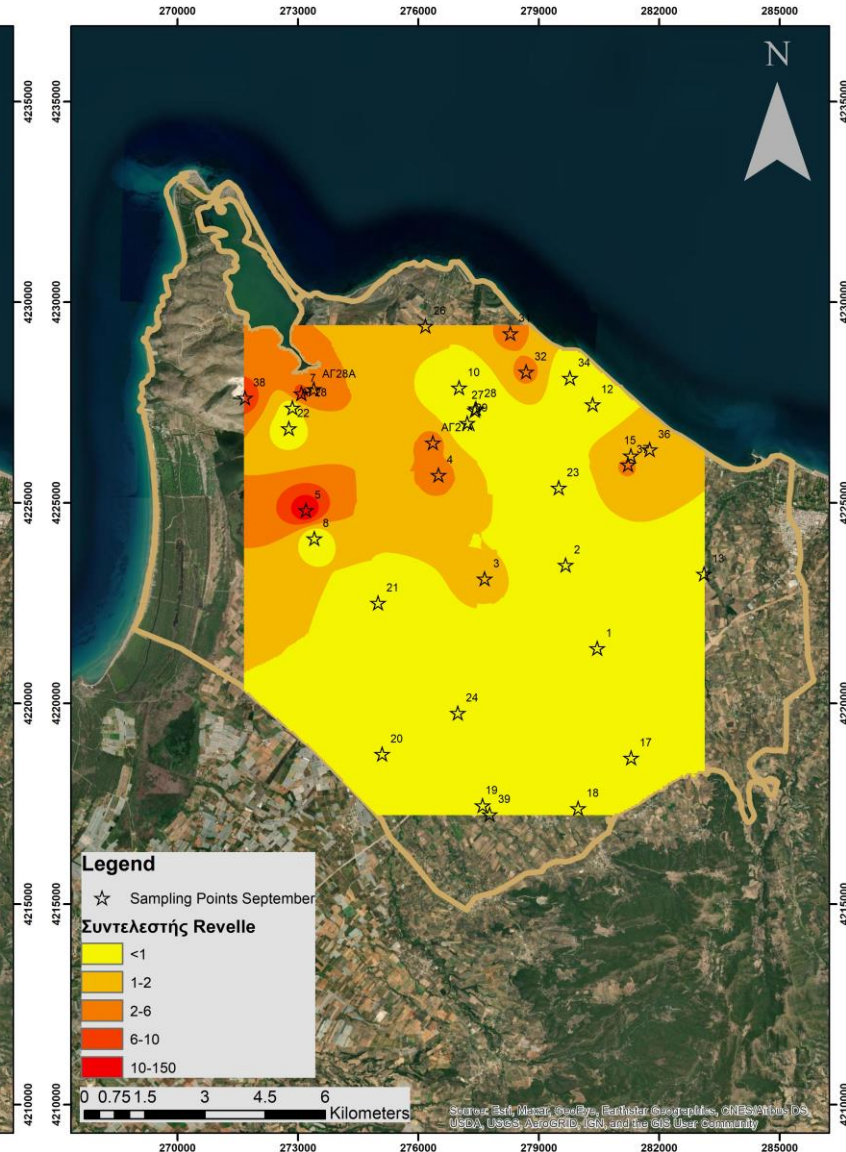
10-150 επικίνδυνα ρυπασμένο νερό

✓ Συνεχής εξάπλωση του μετώπου υφαλμύρινσης με κύριο χαρακτηριστικό τις αυξημένες τιμές του δείκτη Revelle.

Μάιος



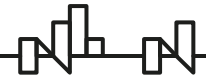
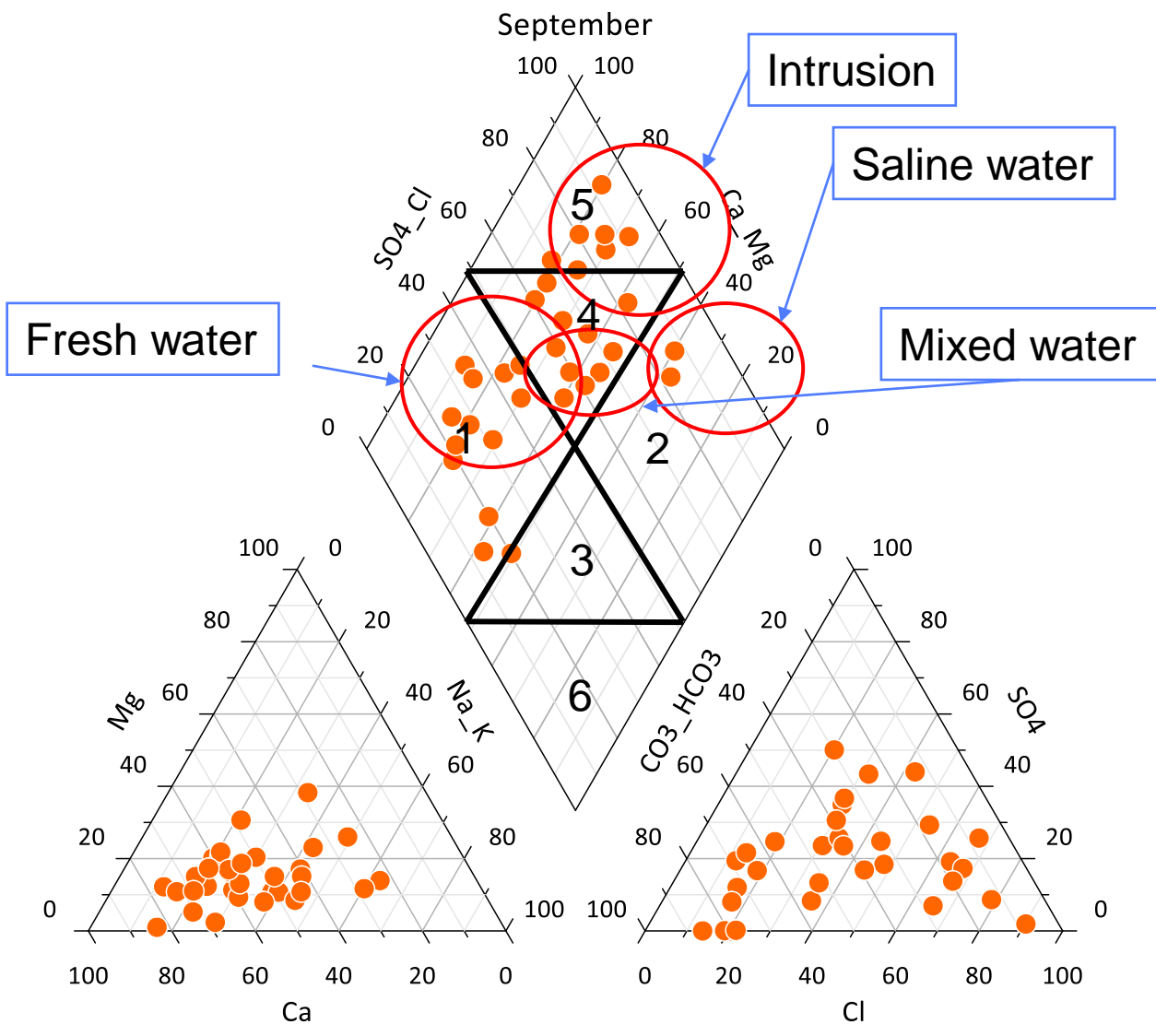
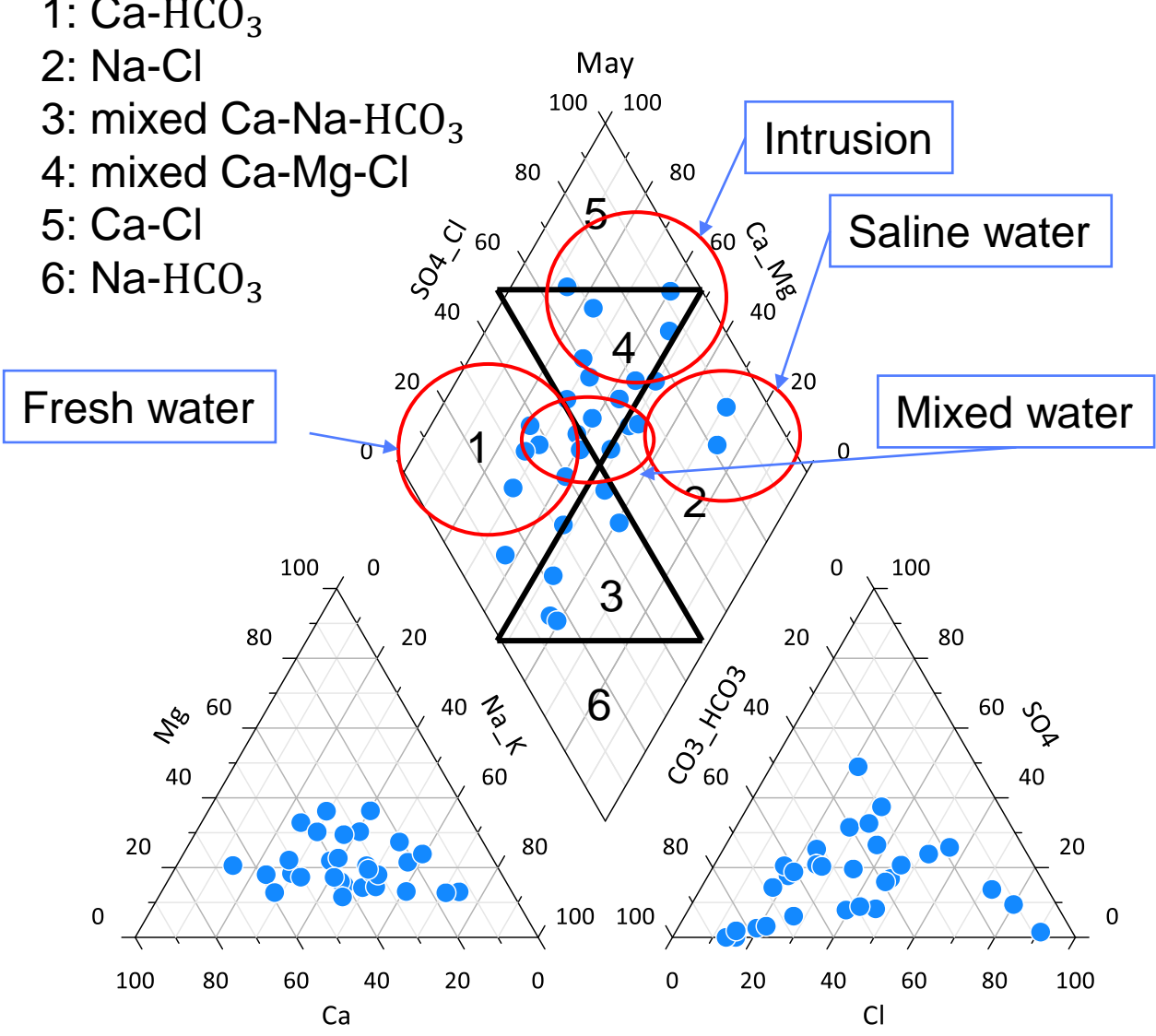
Σεπτέμβριος





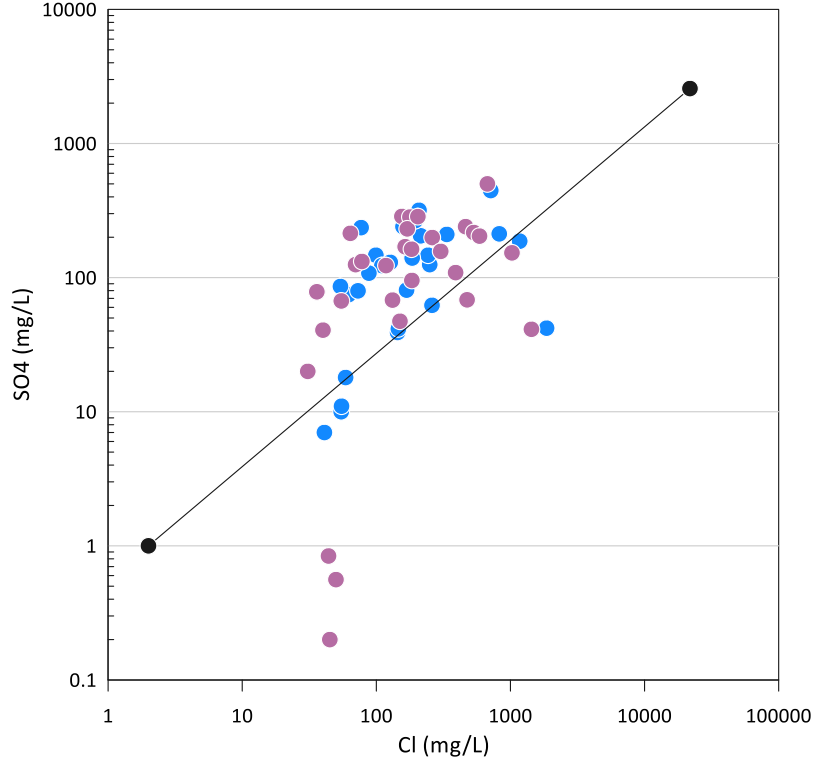
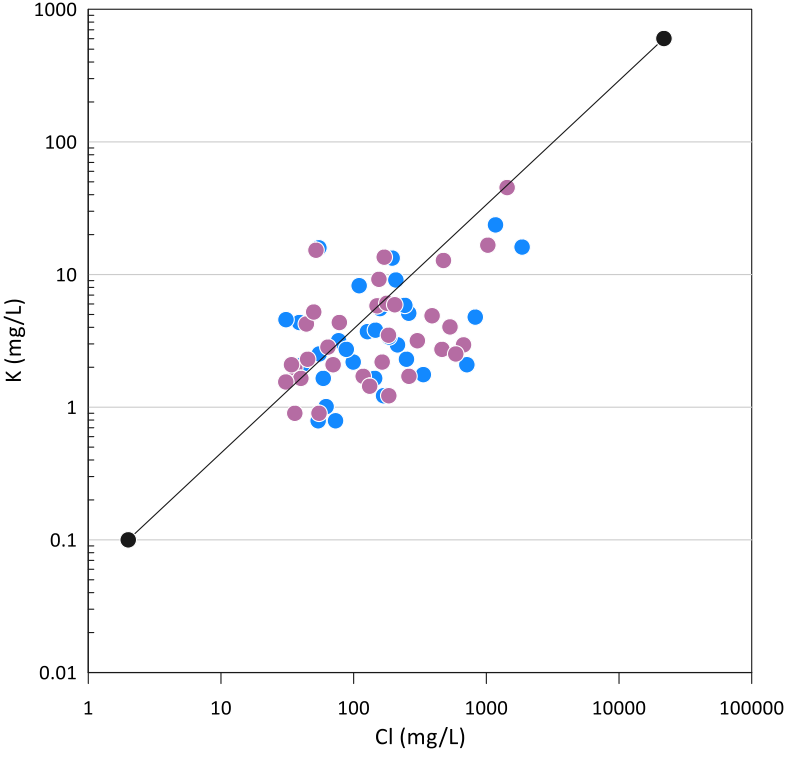
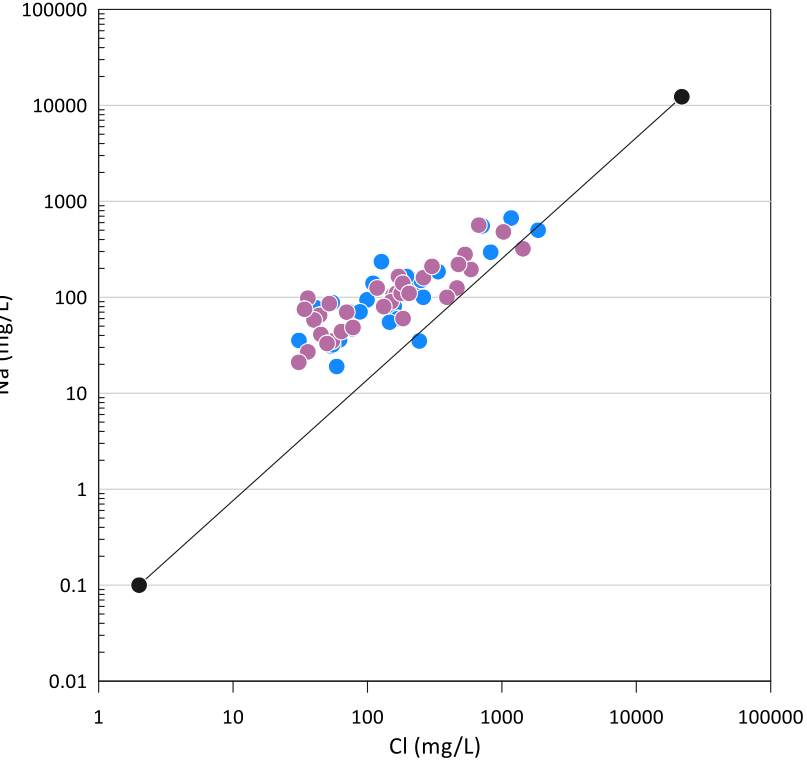
# Διάγραμμα Piper

- 1: Ca-HCO<sub>3</sub>
- 2: Na-Cl
- 3: mixed Ca-Na-HCO<sub>3</sub>
- 4: mixed Ca-Mg-Cl
- 5: Ca-Cl
- 6: Na-HCO<sub>3</sub>

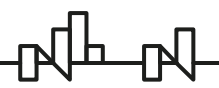


# Ιοντική σχέση και προέλευση της διαλυμένης ουσίας

## Διαγράμματα διασποράς

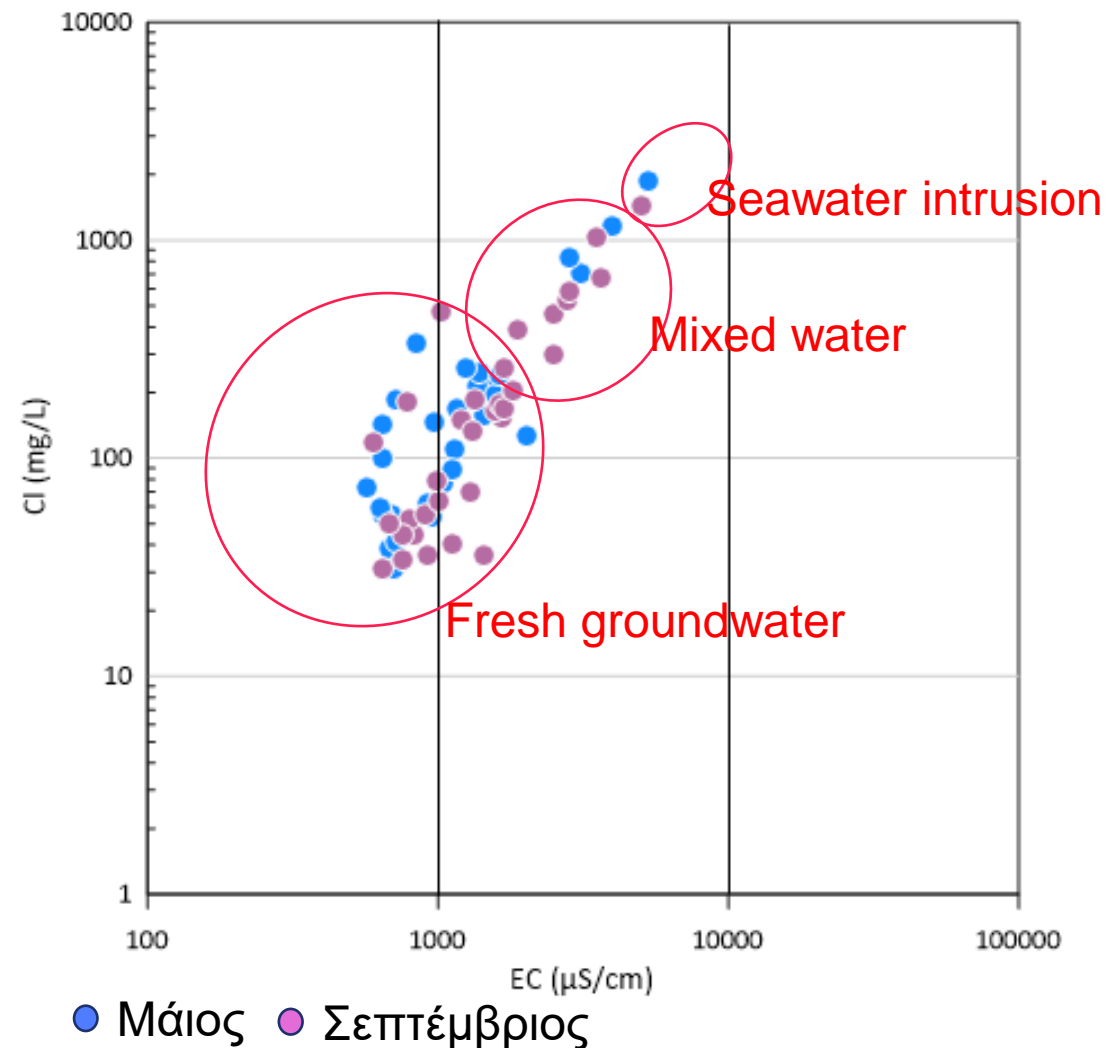


● Μάιος ● Σεπτέμβριος



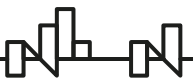
# Αναγνώριση γλυκού και θαλασσινού νερού

- ✓ Τα δείγματα νερού σχεδιάστηκαν στο διάγραμμα και εξετάζεται η σχέση μεταξύ των Cl και της EC.
- ✓ Η διαφορά κορεσμού μεταξύ των Cl και της EC σε αυτό το διάγραμμα έδειξε μια γραμμική σχέση που υποδεικνύει διείσδυση θαλασσινού νερού
- ✓ Το διάγραμμα δείχνει ότι τα περισσότερα δείγματα συγκαταλέγονται στην κατηγορία fresh water.
- ✓ Υπάρχουν 10 δείγματα τα οποία δείχνουν ότι έχουν mixed water.
- ✓ Τα 2 δείγματα τα οποία δείχνουν seawater intrusion είναι από την ίδια γεώτρηση, η 5.



# Συμπεράσματα

- ✓ Το Υ.Υ.Σ. Λαρισσού γεωτεκτονικά δομείται από τους σχηματισμούς της Ιόνιας ζώνης ενώ στο μεγαλύτερο μέρος καλύπτεται από αλουβιακά ιζήματα.
- ✓ Με βάση την κατανομή της EC υπάρχουν δύο μέτωπα θαλάσσιας διείσδυσης Δ και ΒΔ. Στην ξηρή περίοδο το μέτωπο υφαλμύρινσης επεκτείνεται και από τα βόρεια.
- ✓ Σύμφωνα με την κατανομή των χλωρίων αυξημένες τιμές εμφανίζονται σε τμήματα της περιοχής μελέτης τα οποία γειτνιάζουν με τη θάλασσα.
- ✓ Με βάση το συντελεστή Revelle φαίνεται ότι υπάρχει εξάπλωση του μετώπου υφαλμύρινσης και συγκεκριμένα στην ξηρή περίοδο όπου αυξάνονται οι αντλήσεις.
- ✓ Από τα διαγράμματα ιοντική σχέση και προέλευση της διαλυμένης ουσίας οι συγκεντρώσεις νατρίου εμφανίζονται αρκετά αυξημένες σε σχέση με αυτές των χλωριόντων.
- ✓ Σύμφωνα με τα διαγράμματα PIPER τα νερά των γεωτρήσεων χωρίζονται στις εξής κατηγορίες Ca-HCO<sub>3</sub>, Na-Cl, mixed Ca-Na-HCO<sub>3</sub>, mixed Ca-Mg-Cl και στην ξηρή περίοδο εμφανίζεται και ο χημικός τύπος Ca-Cl λόγω της διείσδυσης του θαλασσινού νερού



**Ευχαριστώ για την προσοχή σας**

