



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ  
ΠΟΡΩΝ

---

## ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΑ



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**Μπλαζάκη Ελευθερία**

Επιβλέπων: Καθηγητής Σταυρουλάκης Γεώργιος

ΧΑΝΙΑ 2023



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ  
ΠΟΡΩΝ

---

## ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Μπλαζάκη Ελευθερία

Επιβλέπων : Καθηγητής Σταυρουλάκης Γιώργος

Επιτροπή: Αναπληρωτής Καθηγητής Καλδέρης Δημήτρης (Μέλος)  
Αξιολόγησης Δρ Παπαφιλίππκη Ανδρονίκη Επιστημονικός Συνεργάτης  
/Νέος Διδάκτορας (Μέλος)

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 98

ΧΑΝΙΑ 2023

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1.....	5
Περίληψη .....	5
Abstract.....	5
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	6
2.1 Το νερό.....	6
2.2 Ο κύκλος του νερού .....	7
2.3 Επιφανειακά νερά .....	8
2.4 Ποταμός .....	9
2.5 Δέλτα ποταμού.....	10
2.6 Λεκάνη απορροής .....	10
Κεφάλαιο 3: Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού.....	11
3.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά .....	11
3.1.1 Χρώμα .....	11
3.1.2 Οσμή .....	11
3.1.3 Θολότητα .....	11
3.2 Φυσικοχημικές παράμετροι .....	12
3.2.1 Ενεργός οξύτητα (pH).....	12
3.2.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα .....	12
3.2.3 Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS) .....	12
3.2.4 Σκληρότητα .....	13
3.3 Ανόργανα συστατικά.....	14
3.3.1 Διαλυμένο οξυγόνο .....	14
3.3.2 Χλωριόντα.....	15
3.3.3 Νιτρικά ιόντα .....	15
3.3.4 Αμμωνιακά ιόντα .....	15
3.3.5 Φωσφορικά ιόντα .....	16
3.3.6 Θειικά ιόντα.....	16
3.4 Μικροβιολογικές παράμετροι.....	16
3.4.1 Κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms/FC) .....	17
3.4.2 Escherichia coli (E-coli) .....	17
3.4.3 Εντερόκοκκος.....	17
Κεφάλαιο 4.....	18
Έλεγχος ποιότητας νερών ποταμών Δήμου Αποκόρωνα .....	18
Δέλφινας .....	18
Καβρός .....	18
Μουσέλας.....	19
Περαστικός.....	19
Κοιλάρης .....	20
Μορώνης.....	20

<b>4.1 Υλικά και μέθοδοι .....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Ενεργός οξύτητα (pH) .....	21
4.1.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC).....	21
4.1.3 Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS) .....	21
4.1.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO).....	22
4.1.5 Θολρότητα .....	22
4.1.6 Σκληρότητα .....	22
4.1.7 Χλωριόντα .....	22
4.1.8 Νιτρικά ιόντα .....	23
4.1.9 Αμμωνιακά ιόντα .....	23
4.1.10 Φωσφορικά ιόντα.....	24
4.1.11 Θεϊκά ιόντα.....	24
4.1.12 Κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms/FC) / Escherichia coli (E-coli) / Εντερόκοκκος.....	24
<b>4.2 Αποτελέσματα αναλύσεων ανά σημείο .....</b>	<b>26</b>
4.2.1 Δέλφινας .....	26
4.2.2 Καβρός .....	29
4.2.3 Μουσέλας.....	31
4.2.4 Περαστικός .....	34
4.2.5 Κοιλιάρης .....	36
4.2.6 Μορώνης .....	39
<b>4.3 Χωρική μεταβολή ποιοτικών χαρακτηριστικών ανά ημερομηνία δειγματοληψίας .....</b>	<b>41</b>
4.3.1 Πρώτη δειγματοληψία .....	41
4.3.2 Δεύτερη δειγματοληψία .....	44
4.3.3 Τρίτη δειγματοληψία.....	47
4.3.4 Τέταρτη δειγματοληψία.....	50
<b>4.4 Αποτελέσματα και συμπεράσματα ανά παράμετρο .....</b>	<b>52</b>
<b>4.5 Αποτελέσματα και συμπεράσματα μέσου όρου.....</b>	<b>58</b>
<b>4.6 Αποτελέσματα και συμπεράσματα της στατιστικής επεξεργασίας .....</b>	<b>64</b>
<b>Κεφάλαιο 5 Γενικό συμπέρασμα – Βιβλιογραφία .....</b>	<b>72</b>
5.1 Γενικό συμπέρασμα .....	72
5.2 Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	74

## **Κεφάλαιο 1**

### **Περίληψη**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό τον έλεγχο ποιότητας των υδάτων των ποταμών που βρίσκονται στην περιοχή του Αποκόρωνα, μέσω της μέτρησης φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων. Ελήφθησαν δείγματα από τους ποταμούς Δέλφινα, Καβρό, Μουσέλα, Περαστικό, Κοιλιάρη και Μορώνης κατά την περίοδο Ιούλιος 2015 – Μάρτιος 2016.

Οι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα TDS, το διαλυμένο οξυγόνο, η θολερότητα, η σκληρότητα, οι συγκεντρώσεις των χλωριόντων, των νιτρικών, αμμωνιακών, φωσφορικών και θεικών ιόντων. Επίσης μετρήθηκαν οι αποικίες των κοπρανώδη κολοβακτηρίων, της E-coli και του εντερόκοκκου.

Βάσει των αποτελεσμάτων φαίνεται η επιβάρυνση των επιφανειακών νερών από την γεωργική, κτηνοτροφική και ξενοδοχειακή δραστηριότητα στην περιοχή του Αποκόρωνα.

Στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αναφέρονται γενικές πληροφορίες για το νερό, διάφοροι ορισμοί.

Στο κεφάλαιο 3 περιγράφονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και στο κεφάλαιο 4 γίνεται η περιγραφή του πειραματικού μέρους κάθε παραμέτρου, παρουσιάζονται οι ποταμοί που μελετήθηκαν καθώς και τα αποτελέσματα των αναλύσεων γραπτά και σε γραφικές απεικονίσεις.

Στο τελευταίο κεφάλαιο υπάρχει το γενικό συμπέρασμα και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

## **“STUDY OF THE POLLUTION LEVEL OF SURFACE AND GROUNDWATER IN THE MUNICIPALITY OF APOKORONAS”**

### **Abstract**

This thesis aims to monitor the water quality of the rivers in the area of Apokoronas, through the measurement of physicochemical and microbiological parameters. Samples were taken from the rivers Delphina, Kavros, Mousela, Perastiko, Kiliaris and Moroni during the period July 2015 - March 2016.

The parameters measured were pH, electrical conductivity, TDS, dissolved oxygen, turbidity, hardness, concentrations of chloride, nitrate, ammonia, phosphate and sulphate ions. Colonies of fecal coliform bacteria, E-coli and enterococci were also measured.

Based on the results, the pollution of surface waters by agricultural, livestock and hotel activity in the area of Apokoronas is shown.

In the literature review chapter, general information about water, various definitions are given.

Chapter 3 describes the water quality characteristics and chapter 4 describes the experimental part of each parameter, presents the rivers studied and the results of the analyses in written and graphical form.

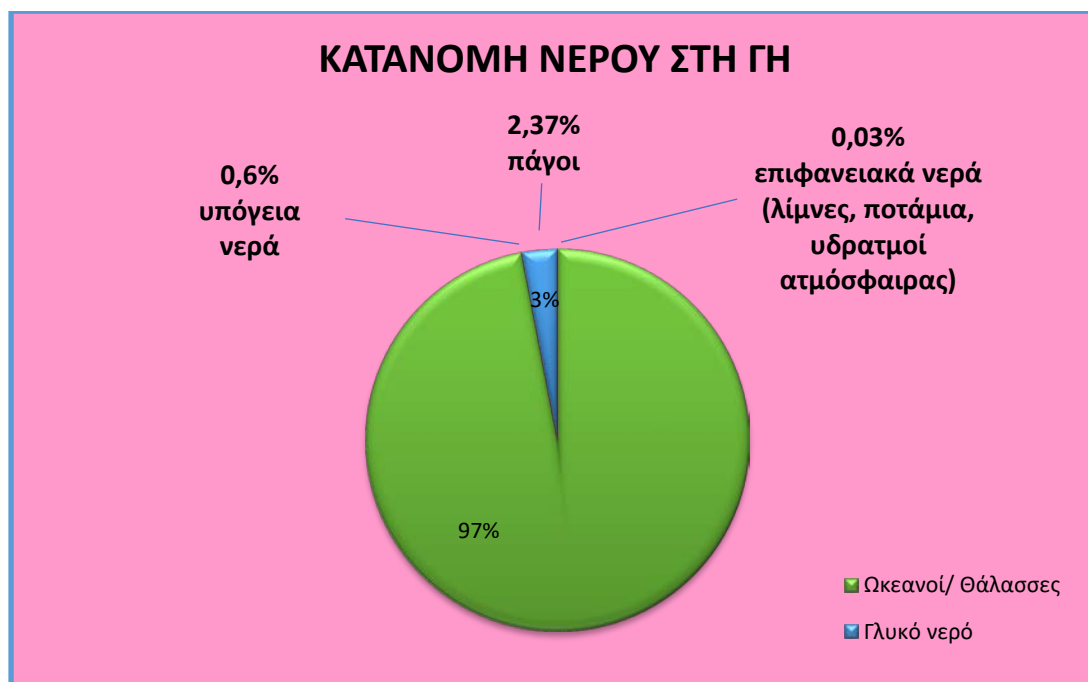
In the last chapter there is the general conclusion and the literature used.

## Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Το νερό

Το νερό είναι φυσικός ανανεώσιμος πόρος και αποτελεί βασικό στοιχείο για την ζωή και την ανάπτυξη. Παρόλο που στον πλανήτη μας καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό περίπου το 2,5% είναι γλυκό.[1],[2],[3]

Συγκεκριμένα:



Εικόνα 1.: Κατανομή του νερού στη γη (Κ.Π.Ε. Καστοριάς)

Το νερό δεν είναι ένα εμπόρευμα, όπως όλα τα άλλα, όμως δεν αποτελεί και ένα δημόσιο αγαθό, στο οποίο η πρόσβαση μπορεί να είναι ανεξέλεγκτη. Απαιτεί συνετή διαχείριση, με στόχο την ικανοποίηση των πολλών και συχνά αντικρουόμενων χρήσεών του. Για την επίτευξη μιας συνετής διαχείρισης είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που δεν αντιμετωπίζει τις εκάστοτε χρήσεις αποσπασματικά, αλλά σε αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Μια προσέγγιση που επί πλέον λαμβάνει σοβαρά υπόψη, όχι μόνο τις ανθρώπινες απαιτήσεις σε νερό, αλλά και τις απαιτήσεις των οικοσυστημάτων (δημοσίευση Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας). [4]

Η σχέση του ανθρώπου με το νερό φαίνεται από την μυθολογία, τη λαογραφία και τις θρησκευτικές τελετουργίες. Στην ελληνική μυθολογία, ο ωκεανός θεωρούνταν ο πατέρας όλων των θεών και οι θεοί του Ολύμπου ορκίζονταν στα νερά της Στύγας. Ο Θαλής ο Μιλήσιος είπε το περίφημο «Αρχή πάντων ύδωρ» θεωρώντας το νερό ως αρχή όλων. Οι Αιγύπτιοι είχαν ως αρχαιότερο θεό τον Νουν (Ωκεανός), ενώ στην Ινδία πιστεύουν ότι στην αρχή του κόσμου υπήρχε μόνο το νερό. Ο χριστιανισμός συνδέθηκε με τη χρήση του νερού ως μέσου εξαγνισμού και λύτρωσης (βάπτισμα, αγιασμός κ.λπ). Στην ελληνική λαογραφία το νερό έχει σημαντικό ρόλο.

Σε πολλές ιστορίες γίνεται αναφορά σε πηγές, ποτάμια, λίμνες, βρύσες, πηγάδια, γεφύρια κ.α. Ακόμα και σε έθιμα είναι σημαντικός ο ρόλος του, όπως για παράδειγμα σε χωριά της Κεντρικής Ελλάδας, τα μεσάνυχτα της παραμονής των Χριστουγέννων, οι κοπέλες πηγαίνουν στις βρύσες του χωριού και τις αλείφουν με βούτυρο και μέλι με την ευχή όπως τρέχει το νερό, να τρέχει και η προκοπή στο σπίτι και όσο γλυκό είναι το μέλι, έτσι γλυκιά να είναι και η ζωή τους («τάισμα της βρύσης»). Υπάρχουν παροιμίες που λέγονται, όπως «δεν δίνει του αγγέλου νερό», «Αν βρέξει ο Μάρτης δυο νερά και ο Απρίλης άλλο ένα, χαρά σε εκείνο το γεωργό που έχει πολλά σπαρμένα». Το νερό επίσης αποτελεί πηγή πολιτισμού αφού μέσω λιμανιών και ποταμών μπορούσαν να μεταφέρονται προϊόντα από μια περιοχή στην άλλη. [5], [6]

Λόγω της αύξησης των ανθρώπινων αναγκών, αυξάνεται και η ζήτηση σε νερό. Οι γεωργικές, οι βιομηχανικές δραστηριότητες γίνονται ολοένα και πιο υδροβόρες. Δεν είναι δύσκολο κανείς να αντιληφθεί ότι λόγω έλλειψης νερού σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, την πεπερασμένη ποσότητά του στον πλανήτη και την ανισομέρεια στη χρήση του, το νερό μπορεί να λειτουργήσει σαν μοχλός άσκησης γεωπολιτικής επιρροής και κοινωνικής πίεσης, το οποίο συμβαίνει ήδη σε πολλές περιοχές στον κόσμο και θα συνεχίσει να συμβαίνει ακόμα πιο έντονα στο μέλλον.

Στις αρχές του 2000 σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και στην χώρα μας συντάχθηκε νομοθετικό πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/EK). Ο στόχος είναι να σταματήσει η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

## 2.2 Ο κύκλος του νερού



Εικόνα 2: Ο κύκλος του νερού (<https://www.usgs.gov/>)

Κύκλος του νερού ή υδρολογικός κύκλος είναι η συνεχής κίνηση του νερού στο σύστημα γης – ατμόσφαιρα. Το νερό, με τη βοήθεια του ήλιου, εξατμίζεται από τις επιφάνειες των θαλασσών, των ωκεανών, των λιμνών και των ποταμών και από το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι ακόμα μια λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς (εξατμοδιαπνοή). Όταν ψυχθούν οι υδρατμοί, συμπυκνώνονται, σχηματίζονται σύννεφα και δημιουργούνται τα επιφανειακά κατακρημνίσματα. Ένα μέρος απορρέει επιφανειακά και μέσα από τα υδρογραφικά δίκτυα καταλήγει στη θάλασσα και στις λίμνες. Το υπόλοιπο κατεισδύει μέσα από τους πόρους της επιφάνειας, περνά στο υπέδαφος και συγκεντρώνεται στους υπόγειους υδροφόρους, όπου αποτελεί το υπόγειο νερό και επανέρχεται στην επιφάνεια με τις πηγές. [7], [8]

### **2.3 Επιφανειακά νερά**

Επιφανειακό νερό είναι κάθε συσσώρευση νερού πάνω στο έδαφος όπου συμπεριλαμβάνονται ρέματα, ποτάμια, λίμνες κ.α. Οι θάλασσες και οι ωκεανοί, παρόλο που είναι αλμυρό νερό, θεωρούνται και αυτά επιφανειακό νερό. Οι βροχοπτώσεις και η απορροή νερού τροφοδοτούν τα επιφανειακά ύδατα. [9]

Στην εφημερίδα της κυβέρνησης, που εκδόθηκε το 2003 και παρουσιάζει τον νόμο περί προστασίας και διαχείρισης των υδάτων, τα επιφανειακά νερά ορίζονται ως «τα εσωτερικά νερά, εκτός των υπόγειων υδάτων, τα μεταβατικά και τα παράκτια ύδατα. Στα επιφανειακά ύδατα περιλαμβάνονται και τα χωρικά ύδατα για τη χημική τους κατάσταση».

Τα επιφανειακά νερά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Τα πολυετή (ή μόνιμα): είναι τα νερά που παραμένουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και αναπληρώνονται από τις βροχοπτώσεις και από τα υπόγεια ύδατα
- Τα εφήμερα (ή ημιμόνιμα): είναι τα νερά που υπάρχουν μόνο για ένα μέρος του έτους (π.χ μικρά ρυάκια)
- Τα τεχνητά: είναι τα νερά που βρίσκονται σε τεχνητές κατασκευές όπως τεχνητοί υγρότοποι, φράγματα.

Λόγω του ότι τα επιφανειακά νερά είναι πιο εύκολα προσβάσιμα, βασίζονται σε αυτά πολλές ανθρώπινες χρήσεις και δραστηριότητες. Επίσης μπορούν να παρακολουθούνται με επιφανειακές μετρήσεις αλλά και με δορυφορικές εικόνες.





Εικόνα 3: «Τύποι υδάτινων σωμάτων» (<https://outforia.com/types-of-bodies-of-water/>)

## 2.4 Ποταμός

Ποταμός είναι ένα υδάτινο ρεύμα που χαρακτηρίζεται από μία σχετική συνέχεια και σταθερότητα τροφοδοσίας. Το σημείο στο οποίο «γεννιέται» ένας ποταμός λέγεται πηγή. Ένας ποταμός μπορεί να προέρχεται, από ένα φρέαρ ή από την ένωση κάποιων χειμάρρων. Τα νερά του καταλήγουν σε μία λίμνη ή στη θάλασσα. Το σημείο όπου καταλήγουν τα νερά του ονομάζεται εκβολή. Αν τα νερά του ποταμού ενώνονται με ενός άλλου, το σημείο το σημείο στο οποίο ενώνονται ονομάζεται συμβολή των δύο ποταμών και ο μικρότερος από αυτούς τους δύο λέγεται παραπόταμος. [11]

## 2.5 Δέλτα ποταμού

Δέλτα ποταμού είναι ο σχηματισμός γης που δημιουργείται από την απόθεση ιζημάτων που μεταφέρει ένας ποταμός στην εκβολή του. Ο όρος δέλτα εμφανίστηκε πρώτη φορά σε κείμενο του Ηρόδοτου, για να περιγράψει τις αλλουβιακές αποθέσεις (αποθέσεις αργίλου, άμμου, χαλικιών) του ποταμού Νείλου στην εκβολή του.

Οι παράγοντες που σχηματίζουν το ποτάμιο δέλτα είναι η μεγάλη προσφορά ιζήματος από το ποτάμι λόγω των συνθηκών που επικρατούν (κλιματικές συνθήκες, είδος και πυκνότητα βλάστησης, φράγματα, λιθολογική σύσταση κ.α.) καθώς και η ύπαρξη κατάλληλων συνθηκών στη θαλάσσια λεκάνη «υποδοχής» των ιζημάτων (χαμηλή κυματική ενέργεια, μικρό βάθος, ρεύματα κ.α.). Κάποιες από τις διαφορές μεταξύ εκβολών και δέλτα είναι οι παρακάτω:

- Η γη του δέλτα είναι γόνιμη, ενώ η περιοχή γύρω από την εκβολή ενός ποταμού δεν είναι.
- Σε εκβολές είναι κατάλληλες οι αλιευτικές δραστηριότητες, ενώ το δέλτα είναι καλό για γεωργικές δραστηριότητες.
- Με εκβολές, εννοούμε ένα υδάτινο σώμα, αποτελούμενο από υφάλμυρο νερό. Είναι ένας τύπος όπου ο ποταμός συναντά τη θάλασσα. Από την άλλη πλευρά, το δέλτα ορίζεται ως οι υγρότοποι, που σχηματίζεται όταν ένας γρήγορος ποταμός ενώνει ένα βραδέως κινούμενο υδατικό σώμα και έτσι εκκενώνει τα ιζήματα στο στόμα του. [11], [12], [13], [14]

## 2.6 Λεκάνη απορροής

Ως λεκάνη απορροής ενός ποταμού ορίζεται το τμήμα εκείνο της επιφάνειας του εδάφους πάνω στο οποίο τα νερά που ρέουν επιφανειακά φέρονται με το υδρογραφικό δίκτυο στην κοίτη του ποταμού, ο οποίος τα οδηγεί στη θάλασσα απευθείας ή μέσω άλλου ποταμού, του οποίου είναι παραπόταμος (Ζαγγανά Ελένη, γεωλόγος, Πανεπιστήμιο Πατρών). [15]

Οι λεκάνες απορροής παίζουν σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη οικοσυστημάτων και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ρυθμίζουν τη ροή του νερού οπότε μειώνεται ο κίνδυνος φυσικών καταστροφών, ρυθμίζουν την ποιότητα του νερού και τέλος, επειδή η ροή του νερού είναι πολύ γρήγορη στη λεκάνη απορροής, υπάρχει η δυνατότητα να πάρουμε υδροηλεκτρική ενέργεια. [15], [16]

## Κεφάλαιο 3: Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά διαχωρίζονται σε οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, σε φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους, ανόργανα συστατικά. [17], [18]

### 3.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

#### 3.1.1 Χρώμα

Χρώμα στο νερό μπορούν να δώσουν διάφοροι φυσικοί και ανθρωπογενείς παράγοντες όπως το πλαγκτόν, απόβλητα βιομηχανιών κλπ. Στα επιφανειακά νερά, η παρουσία χρώματος μπορεί να επηρεάσει τις συνθήκες διαβίωσης υδρόβιων οργανισμών, περιορίζει τη φωτοσύνθεση και συνεπώς το διαθέσιμο οξυγόνο στο νερό. Ακόμα περιορίζει τη χρήση των υδάτων από τον άνθρωπο.

Το χρώμα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, το φαινόμενο και το αληθινό. Το φαινόμενο χρώμα οφείλεται στην απορρόφηση και τη διάθλαση του φωτός ενώ το αληθινό εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των διαλυμένων ουσιών στο νερό. Η διαφορά ανάμεσα σε φαινόμενο και αληθινό χρώμα σχετίζεται άμεσα με την θολότητα του νερού. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

#### 3.1.2 Οσμύ

Η οσμύ και η γεύση αποτελούν εμπειρικά κριτήρια, εδώ και αιώνες, στα οποία στηρίζονται οι άνθρωποι για να αποφεύγουν τροφές και νερό που μπορεί να είναι επικίνδυνα και τοξικά για της υγείας τους. Η δημιουργία οσμής στα φυσικά ύδατα συνήθως προέρχονται από οργανικές και ανόργανες ενώσεις, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης, σε διάλυση ή εναιώρηση στο νερό.

Φυσικής προέλευσης οσμές μπορεί να προέρχονται από μικροφύκη και πρωτόζωα ή από προϊόντα αποσύνθεσής τους. Ανθρωπογενούς προέλευσης οσμές μπορούν να προέλθουν από επεξεργασμένα ή ανεπεξεργαστα λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

#### 3.1.3 Θολότητα

Θολότητα ή θολερότητα είναι μία έκφραση της ιδιότητας ενός δείγματος νερού να απορροφά και να σκεδάζει το φως που διέρχεται από αυτό και να μην το μεταδίδει σε ευθεία γραμμή. Η συσχέτιση της θολότητας με το περιεχόμενο του δείγματος σε βάρος αιωρούμενων στερεών είναι δύσκολη, διότι το διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και σύσταση των στερεών επηρεάζουν το βαθμό σκέδασης του φωτός.

Ο προσδιορισμός της θολότητας αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού λιμνών, ποταμών και θαλασσών και τον έλεγχο των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων.

Σύγχρονη μέθοδος για τον προσδιορισμό την θολότητας είναι η νεφελομετρία που ενδείκνυται για χαμηλές τιμές θολότητας. Η μέθοδος αυτή γίνεται με τα νεφελόμετρα. Το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει φυσαλίδες αερίων, έγχρωμα συστατικά, ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Η θολερότητα εκφράζεται σε μονάδες N.T.U (Nephelometric Turbidity Units).

Η τιμή της θολότητας στο πόσιμο νερό, βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10mg/L. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

## 3.2 Φυσικοχημικές παράμετροι

### 3.2.1 Ενεργός οξύτητα (pH)

Ενεργός οξύτητα (pH) είναι η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου που περιέχει ένα δείγμα και ορίζεται ως η αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση υδρογονοκατιόντων που περιέχει ένα διάλυμα. Το καθαρό νερό είναι ελάχιστα ιονισμένο και σε κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου και υδροξυλίου προκύπτει από τη σχέση:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}, \text{ στους } 25^\circ\text{C και } [H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

όπου  $[H^+] =$  η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου σε moles/L  
 $[OH^-] =$  η συγκέντρωση ιόντων υδροξυλίου σε moles/L

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 έως 14. Ένα διάλυμα θεωρείται ουδέτερο όταν το pH είναι ίσο με 7,0. Τιμές μικρότερες από αυτήν δείχνουν ότι το διάλυμα είναι όξινο ενώ τιμές μεγαλύτερες από αυτήν δείχνουν ότι το διάλυμα είναι αλκαλικό (βασικό). [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

### 3.2.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Στην περίπτωση ενός δείγματος νερού εξαρτάται από την ολική συγκέντρωση των ιοντιζόμενων ουσιών που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι mS/m (στην δικιά μας περίπτωση  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

### 3.2.3 Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)

Το σύνολο των διαλυμένων στερεών, αποτελεί ένα μέτρο προσδιορισμού των συνολικών ιόντων οργανικών και ανόργανων ουσιών που είναι διαλυμένα σε ένα δείγμα νερού. Μετράται σε μονάδες ppm ή mg / l. Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ TDS και ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Η σχέση των συνολικά διαλυμένων στερεών και της αγωγιμότητας για τα υπόγεια ύδατα μπορεί να προσεγγιστεί από την εξίσωση:  $TDS = keEC$  όπου το  $TDS$  εκφράζεται σε  $mg/l$  ή  $ppm$  και το  $EC$  είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε  $\mu\text{S}/\text{cm}$  στους  $25^\circ\text{C}$ . Ο συντελεστής συσχέτισης  $ke$  είναι μεταξύ  $0,55 - 0,8$ .

Λόγω της σχέσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) με τα TDS ενός δείγματος νερού, το σύνολο των διαλυμένων στερεών μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$TDS \left( \frac{mg}{l} \right) = 0.5 \times EC \left( \frac{dS}{m} \text{ or } \frac{mmho}{cm} \right) \text{ or } = 0.5 \times 1000 \times EC \left( \frac{mS}{cm} \right)$$

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τιμές TDS, βάσει του νομοθετικού πλαισίου, όπου χαρακτηρίζουν το νερό. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]]

**Πίνακας 1: Χαρακτηρισμός του νερού σε σχέση με τις τιμές των TDS**

Τιμές TDS	Χαρακτηρισμός νερού
<1000 mg/l	Γλυκό νερό
1000-3000 mg/l	Ελαφρά αλμυρό νερό
3000-10000 mg/l	Μέτρια υφάλμυρο νερό
>10000 mg/l	Πολύ αλμυρό νερό

### 3.2.4 Σκληρότητα

Σκληρότητα νερού ορίζεται ως η ποσότητα διαλυμένου ασβεστίου ( $\text{Ca}^{2+}$ ) και μαγνησίου ( $\text{Mg}^{2+}$ ) σε αυτό. Εξαρτάται από την γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων όπου περνάει το νερό με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό του σε άλατα ή μη. Η σκληρότητα χωρίζεται σε δύο είδη:

- **Την παροδική ή ανθρακική σκληρότητα** όπου οφείλεται σε ανθρακικά και όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) τα οποία απομακρύνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας και τον βρασμό του νερού.
- **Την μόνιμη ή μη ανθρακική σκληρότητα** η οποία οφείλεται στα χλωριούχα και θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) και δεν εξαφανίζεται με τον βρασμό.

Το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας εκφράζει την **ολική σκληρότητα** και έχει αριθμητική τιμή.

Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης με συνηθέστερες να είναι: mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , Γαλλικοί, Γερμανικοί, Βρετανικοί βαθμοί και παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, από μηδενική τιμή έως και αρκετές εκατοντάδες mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που έχει υποστεί. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

Ακολουθεί πίνακας μετατροπής μονάδων σκληρότητας

**Πίνακας 2.Μετατροπή μονάδων σκληρότητας**

	mmol/L ιόντων	meq/L ιόντων	Γερμανικοί βαθμοί °d	Γαλλικοί βαθμοί °f	ppm $\text{CaCO}_3$
1 mmol/L ιόντων	1,00	2,00	5,60	10,00	100,0
1 meq/L ιόντων	0,50	1,00	2,80	5,00	50,0
1 Γερμανικός βαθμός °d	0,18	0,357	1,00	1,78	17,8
1 Γαλλικός βαθμός °f	0,10	0,20	0,560	1,00	10,0
1 ppm $\text{CaCO}_3$	0,01	0,02	0,056	0,100	1,00

### 3.3 Ανόργανα συστατικά

#### 3.3.1 Διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο οξυγόνο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα του νερού και επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την πίεση και την αλατότητα. Έτσι σε δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας, πίεσης και αλατότητας η διαλυτότητα του οξυγόνου σε επιφανειακά νερά είναι συγκεκριμένη και εφόσον δεν υπάρχουν άλλοι παράγοντες που να την επηρεάζουν μπορεί να υπολογιστεί από πίνακες.

Παρόλα αυτά υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό, όπως οι οργανικές ουσίες από λύματα ή απόβλητα που για να αποσυντεθούν καταναλώνουν οξυγόνο. Αντίθετα, η ύπαρξη υδρόβιων φυτών και μικροφυκών προσδίδουν οξυγόνο στο νερό. Σε συνθήκες ευτροφισμού, πολλές φορές, παρατηρείται την ημέρα αύξηση της συγκέντρωσης οξυγόνου ενώ τη νύχτα παρατηρείται σημαντική μείωση αυτού. Στον πίνακα 3 παρουσιάζεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό σε συνάρτηση με την θερμοκρασία. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

**Πίνακας 3: Διαλυτότητα οξυγόνου στο νερό σε συνάρτηση με την θερμοκρασία**

<b>Θερμοκρασία °C</b>	<b>DO mg/L (γλυκό νερό)</b>
0.0	14.62
2.0	13.83
4.0	13.11
6.0	12.45
8.0	11.84
10.0	11.29
12.0	10.48
14.0	10.31
16.0	9.87
18.0	9.47
20.0	9.09
22.0	8.74
24.0	8.42
26.0	8.11
28.0	7.83
30.0	7.56
32.0	7.31
34.0	7.07
36.0	6.84
38.0	6.62
40.0	6.41
42.0	6.21
44.0	6.02
46.0	5.84
48.0	5.65
50.0	5.48

### 3.3.2 Χλωριόντα

Τα χλωριόντα αποτελούν από τα βασικά ανόργανα ανιόντα των υδάτων και των αποβλήτων. Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά η συγκέντρωσή τους διαφέρει και εξαρτάται κυρίως από την χημική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Μπορεί όμως να προκύψουν και από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή από την διείδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές.

Στο πόσιμο νερό, βάσει της νομοθεσίας, το επιτρεπόμενο όριο χλωριόντων κυμαίνεται από 25 mg/L έως 250 mg/L. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις το νερό γίνεται γλυφό. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]]

### 3.3.3 Νιτρικά ιόντα

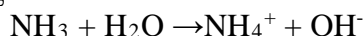
Τα νιτρικά ιόντα αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά και η συγκέντρωσή τους πρέπει να είναι χαμηλή. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων οφείλεται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Επίσης, υπάρχουν και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, όπου είτε εναποτίθενται στο έδαφος είτε παρασύρονται με τη βροχή.

Όσα νιτρικά άλατα δεν αφομοιώνονται από τα φυτά ξεπλένονται με το πότισμα ή τη βροχή με αποτέλεσμα να μολύνουν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και εν συνεχεία τα ποτάμια και τους λίμνες όπου προκαλείται ευτροφισμός. Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ενώσεων παρατηρούνται σε περιοχές με αυξημένη γεωργική δραστηριότητα, όπου γίνεται συχνή χρήση αζωτούχων λιπασμάτων καθώς και σε περιοχές με μεγάλες συγκεντρώσεις ζωικών αποβλήτων.

Βάσει της Ελληνικής και Διεθνούς νομοθεσίας το ανώτατο όριο συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι 50 mg/L. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [28]

### 3.3.4 Αμμωνιακά ιόντα

Οι μορφές που μπορεί να βρίσκεται το αμμωνιακό άζωτο είναι είτε σε αμμωνιακά ιόντα ( $\text{NH}_4^+$ ), είτε σε μορφή ελεύθερης αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ). Οι μορφές αυτές εξαρτώνται από το pH και την θερμοκρασία του διαλύματος σύμφωνα με την παρακάτω σχέση ισορροπίας:



Όταν το περιβάλλον είναι αλκαλικό η αντίδραση μετατοπίζεται στα αριστερά, ενώ σε όξινο περιβάλλον η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Επίσης, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά, ενώ όταν υπάρχει πτώση της θερμοκρασίας η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

Η αμμωνία αποτελεί προϊόν αποσύνθεσης φυτικών και ζωικών πρωτεϊνών και απορριμμάτων. Μπορεί ακόμα να σχηματιστεί από την διάσπαση της ουρίας και του ουρικού οξέος. Δεδομένου ότι πολλά λιπάσματα περιέχουν αμμωνία και ενώσεις της, κατά την έκπλυση του εδάφους μπορεί αν αυξηθεί η συγκέντρωσή της στο νερό.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/L, ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για τη διαβίωση της πέστροφας αλλά και ειδών της οικογένειας των Σαλμονιδών και Κυπρινιδών, είναι 0,025 mg/L. Στα απόβλητα που εκβάλουν στα επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15 mg/L. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

### 3.3.5 Φωσφορικά ιόντα

Ο φώσφορος, στα επιφανειακά νερά και απόβλητα συναντάται σε διάφορες μορφές, πιο συχνά στη μορφή ορθοφωσφορικών ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) και πολυορθοφωσφορικών (π.χ.  $\text{Na}_3(\text{PO}_3)_6$ ) ιόντων αλλά και ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις. Ο φώσφορος αποτελεί βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψή του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής σε μια υδατική μάζα. Αν ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας, η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξέργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπτώσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την ανάπτυξη φωτοσυνθετικών υδρόβιων φυτών ή μακροφυτών όπου αυτά με τη σειρά τους προκαλούν ευτροφισμό. Ο ευτροφισμός αποτελεί πρόβλημα σε ποταμούς, λίμνες, εκβολές ποταμών και παράκτιες περιοχές.

Τα φωσφορικά ιόντα εκτός την προέλευση τους από τις βροχές και τη διάβρωση ορθοφωσφορικών πετρωμάτων (π.χ. πυρομορφίτης), η παρουσία τους οφείλεται και σε πηγές φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται σε καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται πλήρως από τα φυτά ή το έδαφος με αποτέλεσμα οι εκπτώσεις των εδαφών να περιέχουν σημαντικά φορτία φωσφόρου. Επίσης, σε πολλά απορρυπαντικά, οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης, περιέχονται πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού.

Βάση την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, το ανώτατο επιτρεπτό όριο φωσφορικών ιόντων στο νερό είναι 5 mg/L ενώ ενδείκνυται η ποσότητα των 0,4 mg/L. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

### 3.3.6 Θειικά ιόντα

Θειικά ιόντα συναντιούνται στα φυσικά νερά, επιφανειακά και υπόγεια, με την μορφή αλάτων όπως θειικό νάτριο, θειικό μαγνήσιο, θειικό ασβέστιο, κ.α. Μπορεί να προέρχονται από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό, από το νερό της βροχής αλλά και από ανθρωπογενή αίτια όπως λιπάσματα και βιομηχανικά λύματα.

Ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων και τις ανθρώπινες δραστηριότητες, διαφοροποιείται η συγκέντρωση των θειικών ιόντων στο νερό. Συγκεκριμένα βακτήρια (π.χ. *Sporogibrio*) στο νερό μπορούν να οδηγήσουν σε αναγωγή των θειικών ενώσεων σε θειούχες, οι οποίες δίνουν χαρακτηριστική οσμή «κλούβιου αυγού» στο νερό. Είναι σημαντική η μέτρηση των θειικών ιόντων, καθώς θειικά άλατα ασβεστίου ( $\text{CaSO}_4$ ) και μαγνησίου ( $\text{MgSO}_4$ ) έχουν δείξει καθαρτική δράση στους ανθρώπους. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο θειικών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/L. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

## 3.4 Μικροβιολογικές παράμετροι

Τα μικρόβια θεωρούνται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά. Συχνά ως μικρόβια αναφέρονται λαθεμένα, σύνολο μικροοργανισμών, ιδιαίτερα των βακτηρίων και των μυκήτων. Βάσει των σημερινών γνώσεων βιολογίας των μικροσκοπικών οργανισμών, στη φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που έχουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες και ελάχιστα είδη προκαλούν παθογόνα φαινόμενα στον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά. Για παράδειγμα υπάρχουν μικροοργανισμοί που είναι βιολογικοί παράγοντες στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης, δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο κτλ. Ακόμα μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για την παραγωγή αγαθών, όπως τρόφιμα (π.χ. τυρί, γιαούρτι, κρασί), φάρμακα (π.χ. αντιβιοτικά). Η κυριότερη πηγή



των παθογόνων μικροοργανισμών είναι τα αστικά λύματα, οι κοινωνίες οργανισμών του συστήματος των υπονόμων, το νερό απορροής των καταιγίδων και τα απόβλητα καθαρισμού των αστικών περιοχών. Κάποιες βιομηχανίες, ανάλογα με τις πρώτες ύλες και το είδος της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να περιλαμβάνουν τέτοιους μικροοργανισμούς στα απόβλητά τους.

Οι μικροοργανισμοί ταξινομούνται σε 5 βασικές κατηγορίες: τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, οι ιοί και τα φύκη. Έτσι, όταν αναφερόμαστε σε μικροοργανισμούς, το ορθό είναι να προσδιορίζεται η κατηγορία στην οποία υπάγονται, ανεξάρτητα από την χρησιμότητα ή την βλαπτικότητα των οργανισμών αυτών και να αποφεύγεται ο όρος «μικρόβια».

Ως «μικροβιολογική εξέταση του νερού» εννοείται ο εντοπισμός και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μικροοργανισμών που περιέχονται σε ένα δείγμα νερού και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό. Συνήθως περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παθογόνων μικροοργανισμών για τον άνθρωπο και τα ζώα.

Σκοπός της μικροβιολογικής εξέτασης του νερού, είναι η εξέταση του βαθμού μόλυνσης των υδάτων από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα καθώς και ο έλεγχος της καταλληλότητας του νερού για διάφορες χρήσεις όπως κολύμβηση και πόση.

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για την μικροβιολογική εξέταση του νερού είναι τα κοπρανώδη κολοβακτήρια (faecal coliforms), ο εντερόκοκκος (enterococcus) και η *Escherichia coli* (E-coli). [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27]

#### **3.4.1 Κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms/FC)**

Τα κοπρανώδη κολοβακτήρια ζουν στο έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Επίσης περιέχονται στα περιττώματα, λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Είναι από τις πρώτες ομάδες κολοβακτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού. Η επιβίωσή τους στο νερό ποικίλλει από ώρες έως εβδομάδες. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27]

#### **3.4.2 *Escherichia coli* (E-coli)**

Είναι μέλος της οικογένειας των εντεροβακτηριακών. Η παρουσία της E-coli φανερώνει κοπρανώδη μόλυνση του νερού. Εντοπίζεται σε αφθονία στο γαστρεντερικό σύστημα των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων και αποβάλλεται με τα κόπρανα. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης του και η ευαισθησία του στην απολύμανση είναι παρόμοια με αυτά άλλων παθογόνων βακτηρίων (π.χ. *Salmonella*) και δεν πολλαπλασιάζεται σε επεξεργασμένα νερά. Η απουσία της από το υδάτινο περιβάλλον δεν σημαίνει ότι το νερό είναι απαλλαγμένο από άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27]

#### **3.4.3 Εντερόκοκκος**

Ο εντερόκοκκος αποτελεί σημαντικό βακτηριακό δείκτη για τον έλεγχο της κοπρανώδους ρύπανσης των νερών. Η εμφάνισή του στο νερό προέρχεται κυρίως από τα κόπρανα ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων. Δεν πολλαπλασιάζεται στο νερό και, αν και ευαίσθητοι στη χλωρίωση, είναι πιο ανθεκτικοί από άλλους μικροοργανισμούς. Η παρουσία του στο νερό σε συνδυασμό με την απουσία της E-coli φανερώνει παλιά μόλυνση του νερού.

Βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας η τιμή των κοπρανωδών κολοβακτηρίων, E-coli και εντερόκοκκου πρέπει να είναι 0 αποικίες/100ml δείγματος. [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27]

## Κεφάλαιο 4

### Έλεγχος ποιότητας νερών ποταμών Δήμου Αποκόρωνα

Στα πλαίσια της πτυχιακής έγιναν δειγματοληψίες και αναλύσεις νερών από τους ποταμούς Δέλφινα, Καβρό, Μουσέλα, Περαστικό, Κοιλιάρη του δήμου Αποκόρωνα. Δύο δείγματα επίσης λήφθηκαν από τον ποταμό Μορώνη του δήμου Χανίων, λόγω της οικολογικής αξίας στον κόλπο της Σούδας.

#### Δέλφινας

Ο ποταμός Δέλφινας βρίσκεται ανατολικά του νομού Χανίων, αποτελεί την ξεχειλίστρα της λίμνης του Κουρνά και έχει μόνο γλυκό νερό. Στον ποταμό Δέλφινα πραγματοποιήθηκε μόνο μία δειγματοληψία. [29]



Εικόνα 5: Εκβολή ποταμού Δέλφινα (29)

#### Καβρός

Ο ποταμός Καβρός βρίσκεται 42 χλμ. ανατολικά των Χανίων και αρδεύει την περιοχή της παραλίας του Κουρνά μαζί με τον Δέλφινα και τον Μουσέλλα. Πιθανόν η ονομασία του να προήλθε από τα πολλά καβούρια που υπήρχαν στην περιοχή αυτή. Στον Καβρό πραγματοποιήθηκαν τέσσερις δειγματοληψίες. [29]



Εικόνα 6: Εκβολή ποταμού Καβρού (29)

### **Μουσέλας**

Ο ποταμός Μουσέλας διαρρέει τις κοιλάδες που σχηματίζονται ανατολικά των Λευκών Ορέων και χύνεται στο δυτικό όριο της μεγάλης παραλίας της Επισκοπής, στο μεγάλο κόλπο του Αλμυρού που έχει τα περισσότερα ποτάμια στην Κρήτη. Αποτελεί το φυσικό σύνορο των νομών Χανίων και Ρεθύμνου. Στην έξοδο του Μουσέλα φημιολογείται ότι ήταν κτισμένη η αρχαία πόλη Υδραμία (σήμερα Δράμια), τμήμα της οποίας είναι βυθισμένο στη θάλασσα. Το μεγαλύτερο μέρος των υδάτων του ποταμού προέρχεται από τις πηγές της Αργυρούπολης. Η πορεία του, ωστόσο, ξεκινάει ακόμη νοτιότερα, καθώς αρχικά συγκεντρώνει τα νερά της Ασή Γωνιάς και των Μυριοκεφάλων. Στη συνέχεια περνάει ανατολικά του όγκου του Ομανιτέ (κορυφή στα ανατολικά Λευκά Όρη), όπου τροφοδοτείται από τις πηγές της Αργυρούπολης, και από εκεί συνεχίζει την πορεία του ως τη θάλασσα. [29]



**Εικόνα 7: Μουσέλας-παραλία (29)**

### **Περαστικός**

Ο Περαστικός ποταμός βρίσκεται στην περιοχή της Γεωργιούπολης και το νερό του είναι υφάλμυρο. Ο Περαστικός έχει μεγάλη παροχή νερού όλο το χρόνο και δημιουργεί ένα σημαντικό υδροβιότοπο παρά το πολύ μικρό του μήκος (σχεδόν πενήντα μέτρα). Γύρω από της πηγές του δημιουργείται ένας καλαμιώνας όπου φιλοξενούνται πολλά υδρόβια πουλιά, έντομα, αμφίβια, χελώνες αλλά και υδροχαρή φυτά. Στο σημείο που το νερό του συναντά την θάλασσα, υπάρχει αμμουδιά. [29]



**Εικόνα 8: Περαστικός (29)**

### **Κοιλιάρης**

Ο Κοιλιάρης πηγάζει από του Βαρσάμου την κορφή και τη Μαύρη των Λευκών Ορέων. Ξεκινάει κοντά στο χωριό Στύλος και εκβάλλει στην παραλία της Κυανής Ακτής στις Καλύβες. Στην αρχαιότητα ονομαζόταν Πυκνός λόγω των πυκνών θάμνων και δέντρων οι βρίσκονταν στις όχθες του. Παρόλο που τα μήκος του είναι περίπου 5 χιλιόμετρα, αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο ποταμό σε ροή νερού στην Κρήτη. Έχει 4 παραπόταμους, τον Κεραμιώτη και την Αναβρετή, όπου στερεύουν το καλοκαίρι, και τον Μυλαύλακα και τον Μανταμά, όπου έχουν νερό όλο το χρόνο. Μαζί με τους τέσσερις παραπόταμους το συνολικό δίκτυο του Κοιλιάρη φτάνει τα 36 χιλιόμετρα. Κατά τους χειμερινούς μήνες πολλοί επισκέπτονται περιοχές που περνάει ο ποταμός για να κάνουν rafting.

Σύμφωνα με τον καθηγητή και περιηγητή Δέφνερ, ο ποταμός ονομάζεται Κυλιάρης διότι προέρχεται από το ρήμα κυλώ. Είναι δηλαδή ο ποταμός που με την ορμή του κυλάει τις πέτρες. [29]



**Εικόνα 9: Κοιλιάρης (29)**

### **Μορώνης**

Ο Μορώνης συγκεντρώνει τα νερά του από την περιοχή της Σούδας και του Βιοτεχνικού Πάρκου και τα μεταφέρει στην παραλία της Σούδας. Το μήκος τους δεν ξεπερνάει τα 5 χιλιόμετρα, παρόλα αυτά έχει ροή όλο το χρόνο. Στις εκβολές του σχηματίζεται υδροβιότοπος με αλμυρό νερό αλλά λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας έχει συρρικνωθεί. Παλιότερα ολόκληρη η περιοχή της Σούδας ήταν βάλτος, ενώ στην παραλία παραγόταν αλάτι από τις αλυκές. Σήμερα, ο Μορώνης ρυπαίνεται όλο και περισσότερο επιβαρύνοντας τον κλειστό κόλπο της Σούδας. [29]



**Εικόνα 9: Μορώνης (29)**

## 4.1 Υλικά και μέθοδοι

Οι μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν ήταν σύμφωνες με το Standard methods for the examination of water and waste water (Ζανάκη, 2001). [19]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα σημεία δειγματοληψίας καθώς και οι ημερομηνίες που πάρθηκαν τα δείγματα.

Πίνακας 4. Σημεία δειγματοληψίας καθώς και οι ημερομηνίες που πάρθηκαν τα δείγματα

Ημερομηνίες		22/07/2015	25/08/2015	24/09/2015	30/03/2016
Σημεία Δειγματοληψίας	Δέλφινας	✓			
	Καβρός	✓	✓	✓	✓
	Μουσέλας	✓	✓	✓	✓
	Περαστικός	✓	✓	✓	
	Κοιλιάρης	✓	✓	✓	
	Μορώνης	✓	✓		

### 4.1.1 Ενεργός οξύτητα (pH)

Γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τα πρότυπα διαλύματα του κατασκευαστή σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια γίνεται καλή έκπλυση του ηλεκτροδίου με απιονισμένο νερό, σκουπίζεται προσεκτικά και απορροφητικό χαρτί και τοποθετείται μέσα στο δείγμα. Μετά από κάθε μέτρηση ακολουθεί η διαδικασία έκπλυσης και στεγνώματος του ηλεκτροδίου. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λήψη μέτρησης είναι να βρίσκεται ο αισθητήρας του ηλεκτροδίου βυθισμένος στο δείγμα. Έπειτα σταθεροποιείται το όργανο και εμφανίζεται στην οθόνη του η ένδειξη της μέτρησης. Ακολουθεί η ίδια διαδικασία για όλα τα δείγματα.

Για την μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε το πεχάμετρο SCHOTT SI Analytics.[19], [22], [23], [30]

### 4.1.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)

Αρχικά γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τα πρότυπα διαλύματα του κατασκευαστή σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια γίνεται καλή έκπλυση του ηλεκτροδίου με απιονισμένο νερό, σκουπίζεται προσεκτικά και απορροφητικό χαρτί και τοποθετείται μέσα στο δείγμα. Μετά από κάθε μέτρηση ακολουθεί η διαδικασία έκπλυσης και στεγνώματος του ηλεκτροδίου. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λήψη μέτρησης είναι να βρίσκεται ο αισθητήρας του ηλεκτροδίου βυθισμένος στο δείγμα. Έπειτα σταθεροποιείται το όργανο και εμφανίζεται στην οθόνη του η ένδειξη της μέτρησης. Ακολουθεί η ίδια διαδικασία για όλα τα δείγματα.

Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της αγωγιμότητας ήταν το SCHOTT LF 413T.3 [19], [22], [23], [30]

### 4.1.3 Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για τον προσδιορισμό του TDS, η βαρυμετρική ανάλυση και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στο σύνολο αυτής της εργασίας ήταν η δεύτερη, με την χρήση αγωγιμόμετρου. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO)

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου γινόταν μαζί με τη μέτρηση της θερμοκρασίας απευθείας με τη λήψη του δείγματος. Χρησιμοποιήθηκε οξυγονόμετρο με ηλεκτρόδια γαλβανικού τύπου. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.5 Θολερότητα

Για την μέτρηση της θολερότητας στα δείγματά μας χρησιμοποιήσαμε θολερόμετρο (ή νεφελόμετρο) με εύρος μέτρησης 0-1000 NTU (νεφελομετρικές μονάδες).

Έγινε βαθμονόμηση του θολερόμετρου βάσει των πρότυπων διαλυμάτων του κατασκευαστή. Το κενό φιαλίδιο που περιέχεται στο όργανο, ξεπλένεται με μια μικρή ποσότητα του υπό εξέταση δείγματος και στη συνέχεια γεμίζεται με αυτό. Το φιαλίδιο σφραγίζεται καλά και με καθαρό χαρτί καθαρίζεται εξωτερικά ώστε να μην υπάρχει τυχόν υγρασία και αποτυπώματα. Έπειτα τοποθετείται στην υποδοχή που υπάρχει στο θολερόμετρο και γίνεται η μέτρηση. [19], [22], [23]

#### 4.1.6 Σκληρότητα

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταφέρονται 25,0 ml δείγματος, 1,0 ml πυκνής αμμωνίας NH<sub>3</sub>, μια ταμπλέτα σκληρότητας (Indicator buffer tablets) και γίνεται ανάδευση ώστε να διαλυθεί η ταμπλέτα και να αλλάξει το αρχικό χρώμα του διαλύματος, δηλαδή να γίνει καφέ-κόκκινο. Στη συνέχεια σε μία προχοΐδα τοποθετείται ποσότητα διαλύματος EDTA 0.01 M αφού πρώτα την έχει ξεπλυθεί με μια μικρή ποσότητα EDTA. Καταγράφεται η αρχική ένδειξη του αρχικού όγκου διαλύματος EDTA που είναι στην προχοΐδα. Ακολουθεί η τιτλοδότηση του δείγματος.

Η στρόφιγγα της προχοΐδας ανοίγεται προσεκτικά ώστε το διάλυμα EDTA να πέφτει στην κωνική φιάλη με αργό και σταθερό ρυθμό αναδεύοντάς την ταυτόχρονα. Μόλις το χρώμα του διαλύματος, στην κωνική φιάλη, αλλάξει χρώμα, από καφέ-κόκκινο γίνει σκούρο πράσινο, σταματάει η τιτλοδότηση, κλείνουμε την στρόφιγγα της προχοΐδας και καταγράφουμε την τελική ένδειξη του όγκου διαλύματος EDTA. Για να υπολογιστεί η σκληρότητα σε mg CaCO<sub>3</sub>/L χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$\text{Σκληρότητα (EDTA) σε mg/L} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml δείγματος}}$$

όπου: A είναι τα ml διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν  
B είναι τα mg του CaCO<sub>3</sub> που περιέχονται σε 1 ml διαλύματος EDTA. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.7 Χλωριόντα

Σε κωνική φιάλη 250 ml μεταφέρονται 25,0 ml δείγματος και προστίθεται 1 ml δείκτη K<sub>2</sub>Cr<sub>4</sub> 2%. Το χρώμα του δείγματος αλλάζει με την προσθήκη του δείκτη και γίνεται κίτρινο. Σε προχοΐδα τοποθετείται μια ποσότητα AgNO<sub>3</sub> 0,0141 N. Καταγράφεται ο αρχικός όγκος του διαλύματος της προχοΐδας και ανοίγεται η στρόφιγγα ώστε το διάλυμα AgNO<sub>3</sub> να πέφτει με σταθερό ρυθμό αναδεύοντας ταυτόχρονα την κωνική φιάλη. Όταν το χρώμα του δείγματος αλλάξει και γίνει πορτοκαλί, σταματάει η τιτλοδότηση και καταγράφεται ο τελικός όγκος του διαλύματος στην προχοΐδα.

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης χλωριόντων χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\text{mg/L Cl}^- = \frac{(A-B) \times N \times 35.450}{c}$$

όπου A τα ml διαλύματος AgNO<sub>3</sub> που καταναλώθηκαν για το δείγμα  
B τα ml διαλύματος AgNO<sub>3</sub> που καταναλώθηκαν για το τυφλό δείγμα  
N η κανονικότητα του διαλύματος AgNO<sub>3</sub>  
C τα ml του δείγματος [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.8 Νιτρικά ιόντα

Για την μέτρηση της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων στα δείγματα, χρησιμοποιήθηκε το Merck Spectroquant Nitrate Test με εύρος μέτρησης 0,10 – 25,0 mg/L NO<sub>3</sub>-N.

Σε στεγνό δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήθηκαν με πιπέτα 4,0 ml αντιδραστήριου NO<sub>3</sub> – 1, 0,50 ml δείγματος και τέλος προστέθηκαν 0,50 ml αντιδραστήριου NO<sub>3</sub> – 2. Ο δοκιμαστικός σωλήνας σφραγίζεται και ανακινείται προσεκτικά κρατώντας τον από το πάνω μέρος διότι δημιουργείται εξώθερμη αντίδραση.

Αφού ανακινήθει, αφήνεται σε στατήρα δοκιμαστικών σωλήνων για 10 λεπτά ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση. Έπειτα μπαίνει σε λειτουργία το φωτόμετρο και πραγματοποιείται ο αυτοέλεγχος του. Σε κυψελίδα χαλαζία με πάχος 10mm μεταφέρεται μια ποσότητα δείγματος. Καθαρίζεται εξωτερικά και προσεκτικά η κυψελίδα και τοποθετείται στον υποδοχέα κυψελίδων του φωτόμετρου. Το αποτέλεσμα της μέτρησης εμφανίζεται στην οθόνη. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.9 Αμμωνιακά ιόντα

Χρησιμοποιήθηκε το kit Merck 114752 (0.010 – 3.00 mg/L NH<sub>4</sub> – N).

Με σιφόνιο λαμβάνονται 5,0 ml δείγματος νερού και τοποθετούνται σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια προστίθενται 0,60 ml αντιδραστήριου NH<sub>4</sub>-1 και αναδεύεται για μερικά δευτερόλεπτα σε ειδικό παλινδρομικό αναδευτήρα.

Κατόπιν, με το ειδικό δοσομετρητή που περιέχει το kit, προστίθεται συγκεκριμένη ποσότητα από το αντιδραστήριο NH<sub>4</sub>-2 και ανακινείται έντονα ο δοκιμαστικός σωλήνας ωσότου να διαλυθεί το αντιδραστήριο πλήρως. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, αφήνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας σε ηρεμία για 5 λεπτά. Μετά το πέρας των 5 λεπτών τοποθετούνται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο NH<sub>4</sub>-3 και γίνεται ανάδευση του σωλήνα. Αφήνεται για άλλα 5 λεπτά σε ηρεμία. Έπειτα μεταφέρεται το διάλυμα σε κυψελίδα και γίνεται φωτομέτρηση, καθώς πρώτα έχει γίνει φωτομέτρηση σε τυφλό δείγμα για να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.10 Φωσφορικά ιόντα

Χρησιμοποιήθηκε το kit Merck 114848 (0.0025 - 5.00 mg/L PO<sub>4</sub>-P).

Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται με σιφόνιο 5 ml δείγματος. Έπειτα προστίθενται 5 σταγόνες αντιδραστήριου PO<sub>4</sub>-1 και αναδεύεται το διάλυμα. Στη συνέχεια με ειδικό δοσομετρητή προστίθεται 1 δόση του αντιδραστήριου PO<sub>4</sub>-2. Ο δοκιμαστικός σωλήνας ανακινείται έντονα μέχρι το δεύτερο αντιδραστήριο να διαλυθεί πλήρως. Το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Ωστόσο μπαίνει σε λειτουργία το φωτόμετρο και πραγματοποιείται ο αυτοέλεγχός του.

Μετά το πέρας των 5 λεπτών το δείγμα μεταφέρεται σε κυψελίδα 10mm και τοποθετείται στο φωτόμετρο. Το αποτέλεσμα της μέτρησης εμφανίζεται στην οθόνη. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.11 Θεϊκά ιόντα

Για την μέτρηση των θεϊκών ιόντων στο νερό χρησιμοποιήθηκε το kit Merck 114791 (25 - 300 mg/L SO<sub>4</sub>).

Με πιπέτα μεταφέρονται 2,5 ml δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα και προστίθενται 2 σταγόνες αντιδραστήριου SO<sub>4</sub>-1. Ο δοκιμαστικός σωλήνας ανακινείται καλά. Στη συνέχεια με τον δοσομετρητή προστίθεται μία δόση αντιδραστήριου SO<sub>4</sub>-2, ο δοκιμαστικός σωλήνας ανακινείται και αφήνεται σε υδατόλουτρο για 5 λεπτά σε σταθερή θερμοκρασία 40°C.

Μόλις τελειώσει αυτή η διαδικασία προστίθενται 2,5 ml αντιδραστήριου SO<sub>4</sub>-3 και ανακινείται ο δοκιμαστικός σωλήνας, Έπειτα, σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετείται χωνάκι με απλό φίλτρο και μεταφέρεται το περιεχόμενο του πρώτου δοκιμαστικού σωλήνα.

Όταν φιλτραριστεί όλο το δείγμα προστίθενται 4 σταγόνες αντιδραστήριου SO<sub>4</sub>-4 και ανακινείται. Ο δοκιμαστικός σωλήνας αφήνεται ξανά στο υδατόλουτρο για άλλα 7 λεπτά. Μετά το πέρας των 7 λεπτών, το διάλυμα μεταφέρεται σε κυψελίδα και τοποθετείται στο φωτόμετρο. [19], [22], [23], [30]

#### 4.1.12 Κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms/FC) / *Escherichia coli* (E-coli) / Εντερόκοκκος

Για τα κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα Membrane Lauryl Sulfate Broth. Ζυγίζεται συγκεκριμένη ποσότητα σκόνης και διαλύεται σε αποστειρωμένο απιονισμένο νερό. Το μπουκάλι που περιέχει το μείγμα τοποθετείται στον κλίβανο για 10 λεπτά στους 115°C. Μετά το πέρας των 10 λεπτών, το μείγμα, κόκκινου χρώματος, διαμοιράζεται σε τρυβλία.

Για την παρασκευή υποστρώματος E-coli χρησιμοποιήθηκε Harlequin Tryptone Bile Glucuronide Agar (TBX). Ακολουθήθηκαν οι οδηγίες όπως αναγράφονται στη συσκευασία. Η φιάλη που περιέχει το υπόστρωμα τοποθετήθηκε σε κλίβανο υγρής αποστείρωσης σε θερμοκρασία 121°C για 15 λεπτά. Αφού ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, διαμοιράζεται το μίγμα σε τρυβλία.

Για την μέτρηση αποικιών εντερόκοκκου χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα Slanetz and Bartley Medium. Ζυγίζεται συγκεκριμένη ποσότητα σκόνης και διαλύεται σε αποστειρωμένο απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια το μπουκάλι που περιέχει το μίγμα, τοποθετείται σε θερμομαντική πλάκα μέχρι την έναρξη του βρασμού όπου και αποστειρώνεται. Έπειτα το μίγμα διαμοιράζεται σε τρυβλία.

Για την διήθηση των δειγμάτων νερού χρησιμοποιείται μαγνητική χοάνη όπου προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Με λαβίδα, που εμβαπτίζεται σε αιθανόλη και έπειτα περνιέται σε φλόγα για να αποστειρωθεί, λαμβάνεται ένα αποστειρωμένο φίλτρο και τοποθετείται πάνω στη βάση της μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης.



Η αντλία μπαίνει σε λειτουργία και διηθούνται 100ml δείγματος. Όταν περάσει όλη η ποσότητα δείγματος από το φίλτρο, η διήθηση διακόπτεται. Το φίλτρο πρέπει να τοποθετηθεί με πολύ προσοχή στο τρυβλίο με το ανάλογο θρεπτικό υλικό, ώστε να μην δημιουργηθούν και παγιδευτούν φυσαλίδες αέρα κατά την επαφή τους. Λόγω του ότι είναι τρεις οι μικροβιολογικοί παράμετροι που θα μετρηθούν, γίνονται τρεις διηθήσεις σε κάθε δείγμα νερού. Τέλος, σε κάθε τρυβλίο αναγράφεται η ονομασία τους δείγματος, ο μικροβιολογικός δείκτης και τοποθετούνται στο θάλαμο επώασης.

❖ **Κοπρανώδη κολοβακτήρια (fecal coliforms/FC)**

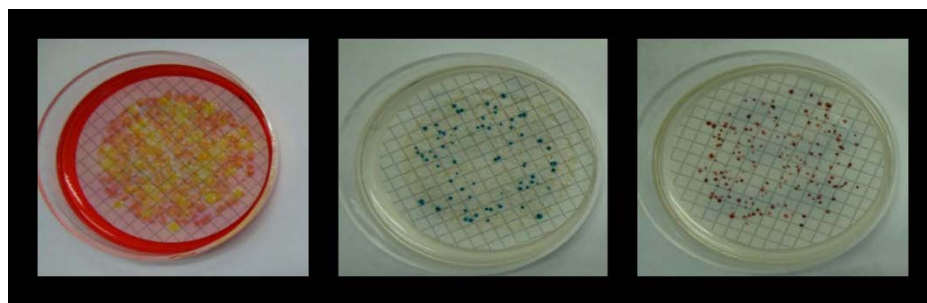
Τα τρυβλία σε θάλαμο επώασης με θερμοκρασία 37°C για 24 ώρες. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία γίνεται η καταμέτρηση των κίτρινων κηλίδων όπου αποτελούν τις αποικίες/100ml δείγματος.

❖ **Escherichia coli (E-coli)**

Τα τρυβλία τοποθετούνται σε θάλαμο επώασης με θερμοκρασία 44°C για 24 ώρες. Μετά το πέρας των 24 ωρών γίνεται καταμέτρηση των μπλε κηλίδων όπου αποτελούν τις αποικίες/100ml δείγματος.

❖ **Εντερόκοκκος**

Τα τρυβλία τοποθετούνται σε θάλαμο επώασης με θερμοκρασία 38°C για 48 ώρες. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, γίνεται καταμέτρηση των μωβ κηλίδων που αποτελούν τις αποικίες/100ml δείγματος. [19], [22], [23]



Εικόνα 4: 1. Fecal Coliforms – 2. E-coli – 3. Εντερόκοκκος

## 4.2 Αποτελέσματα αναλύσεων ανά σημείο δειγματοληψίας

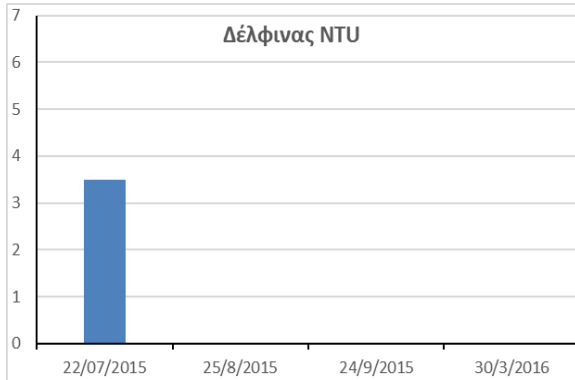
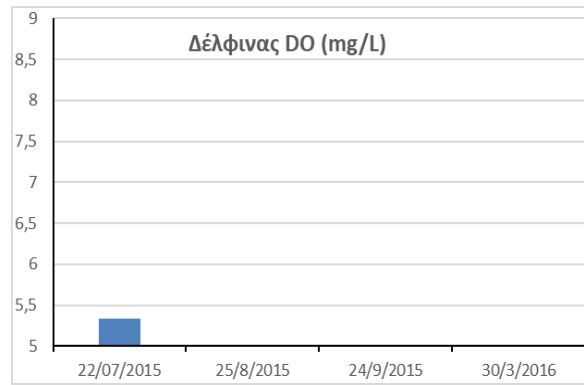
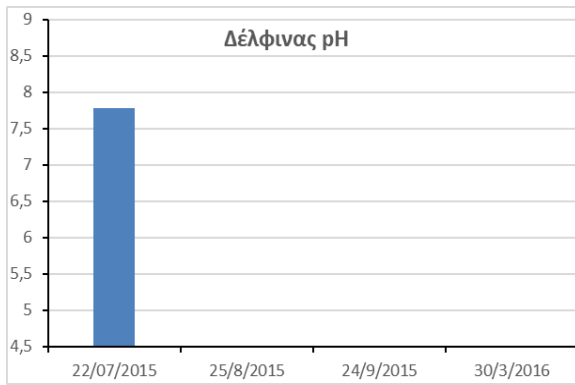
Στην ενότητα αυτή αναφέρονται τα σημεία δειγματοληψίας, τα διαγράμματα ανά παράμετρο και τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι ημερομηνίες και οι παράμετροι που μετρήθηκαν αντίστοιχα.

**Πίνακας 5: Παράμετροι που μετρήθηκαν κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας για τους έξι ποταμούς**

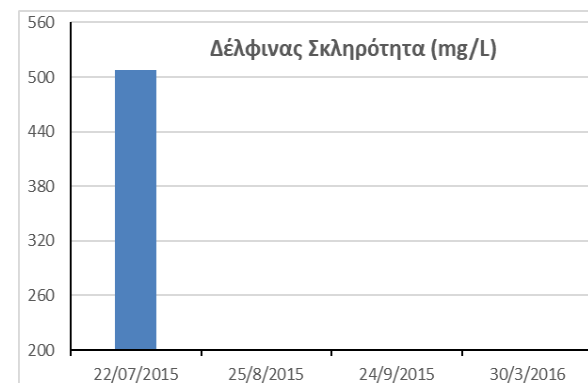
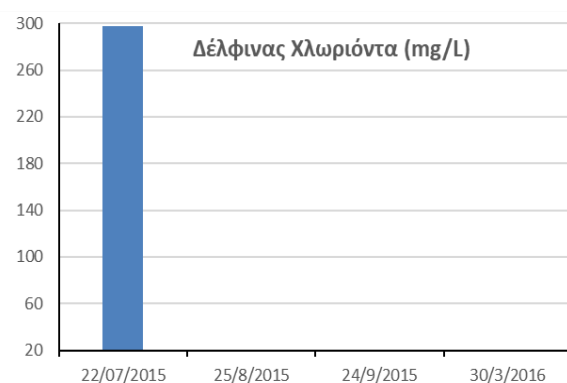
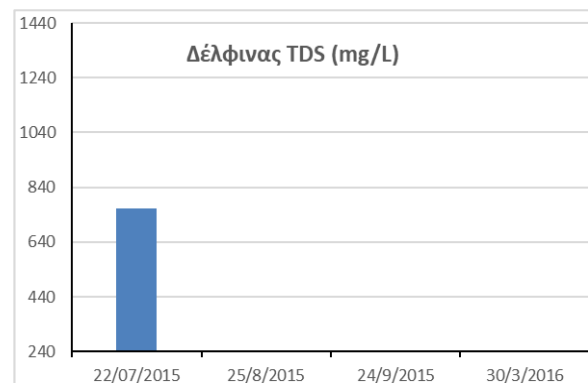
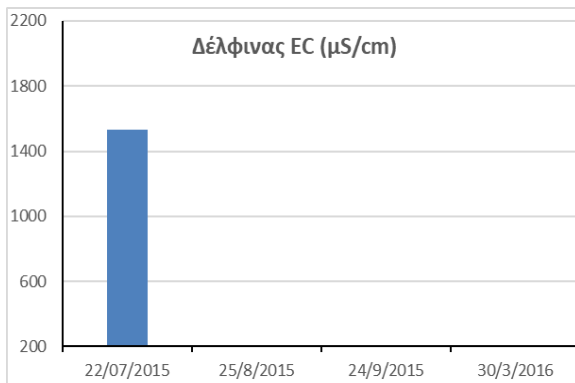
Ημερομηνία	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Θολρότητα (NTU)	Σκληρότητα (mg/L)	Χλωριόντα (mg/L)	Νιτρικά ιόντα (mg/L)	Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	Θειικά ιόντα (mg/L)	FC (αποικίες/100 mL)	E coli (αποικίες/100 mL)	Εντερόκοκκοι (αποικίες/100 mL)
22/7/2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25/8/2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24/9/2015	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30/3/2016	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### 4.2.1 Δέλφινας

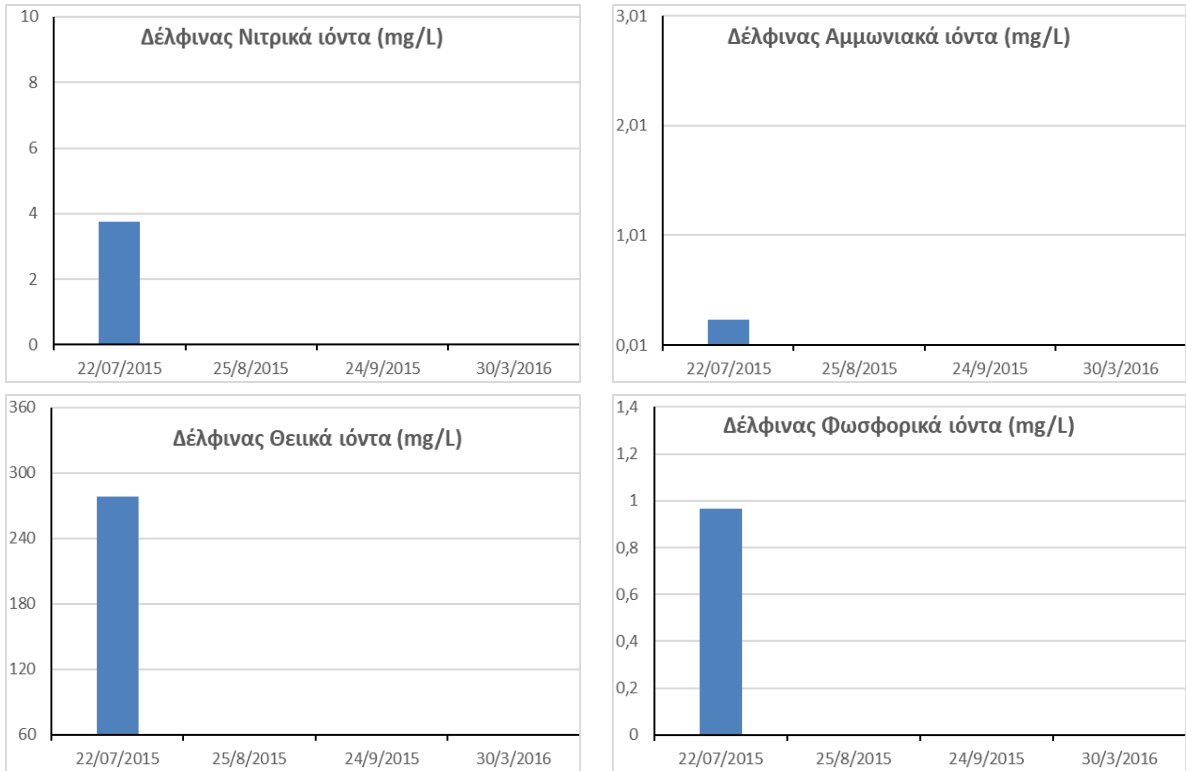
Το pH του δείγματος είναι 7,78 και βρίσκεται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια βάσει της νομοθεσίας (Σχ 1). Η αγωγιμότητα είναι 1532 μS/cm στα όρια γλυκού με υφάλμυρου νερού (Σχ2). Οι συγκεντρώσεις των θεικών (278 mg/L), αμμωνιακών (0,24453 mg/L) και χλωριόντων (297,9 mg/L) (Σχ 3) είναι λίγο πάνω από τα όρια της νομοθεσίας και αυτό μάλλον οφείλεται σε εισροή λυμάτων ζωικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις Fecal coliforms (22000 αποικίες/100ml), E coli (11000 αποικίες/100ml) και Εντερόκοκκου (200 αποικίες/100ml) (Σχ 4) οι οποίες καθιστούν το νερό μολυσμένο και επικίνδυνο για κάθε ανθρώπινη επαφή και χρήση.



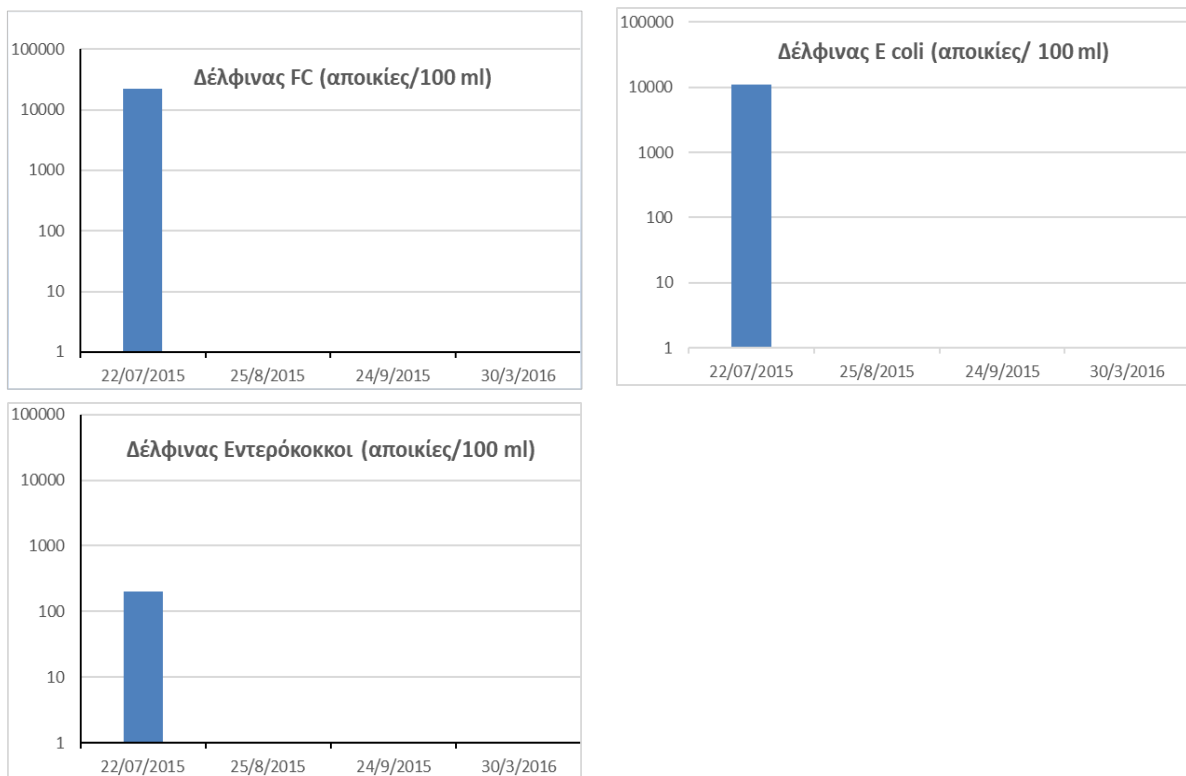
**Σχήμα 1: Μεταβολή του pH του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Δέλφινα**



**Σχήμα 2: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Δέλφινα**



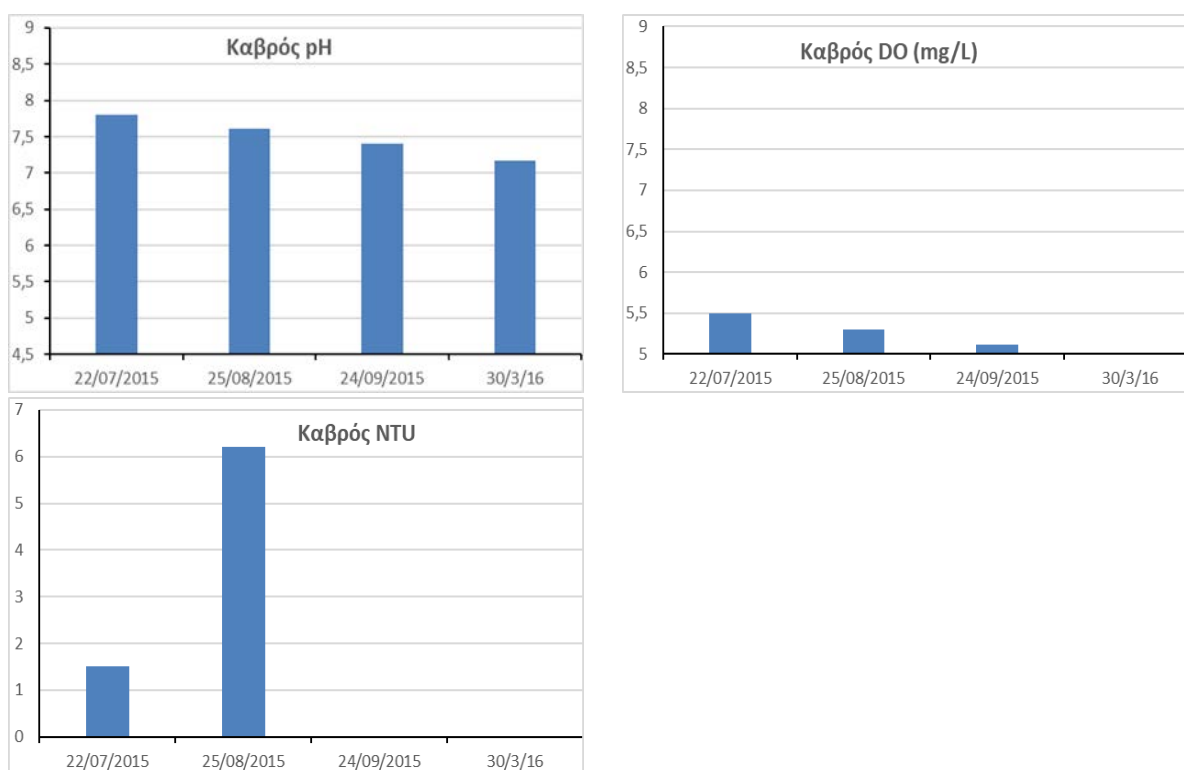
**Σχήμα 3: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Δέλφινα**



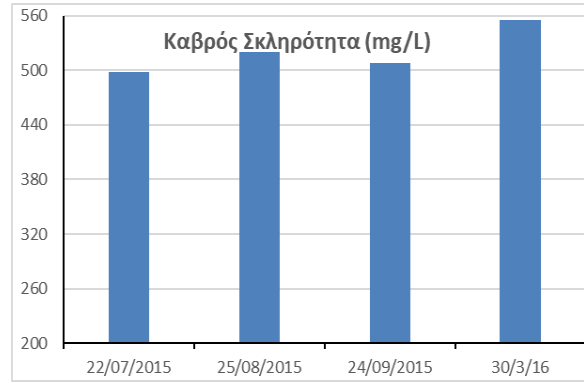
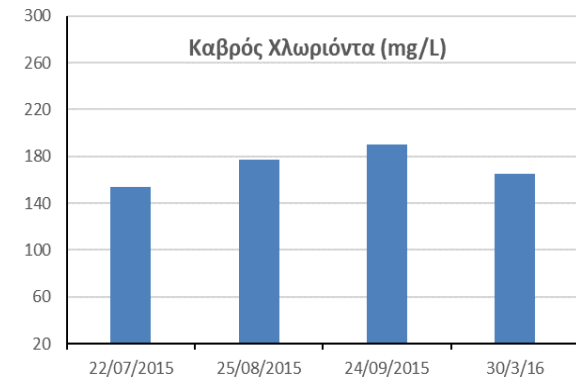
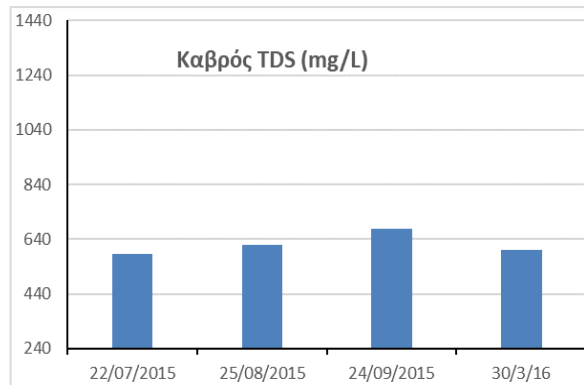
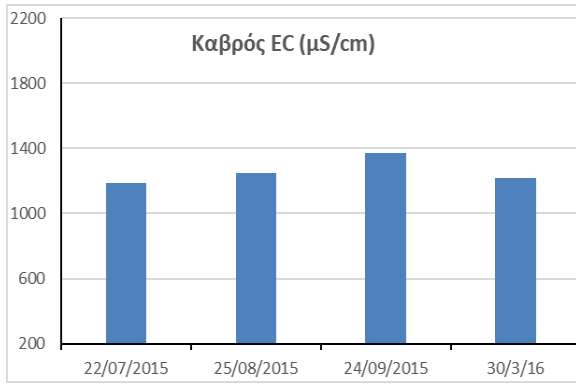
**Σχήμα 4: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανωδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Δέλφινα**

## 4.2.2 Καβρός

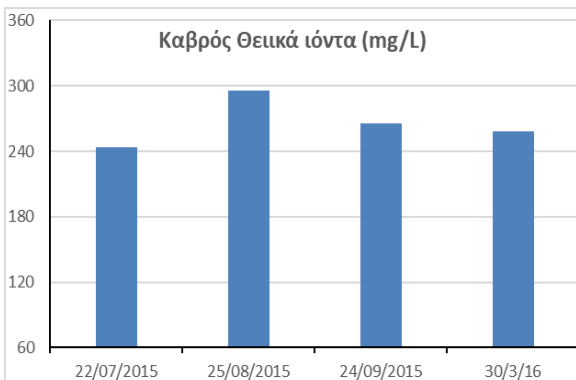
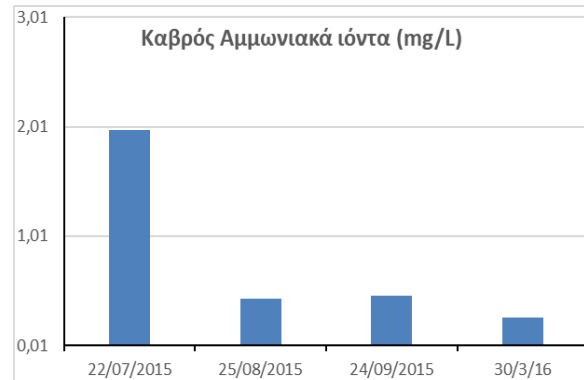
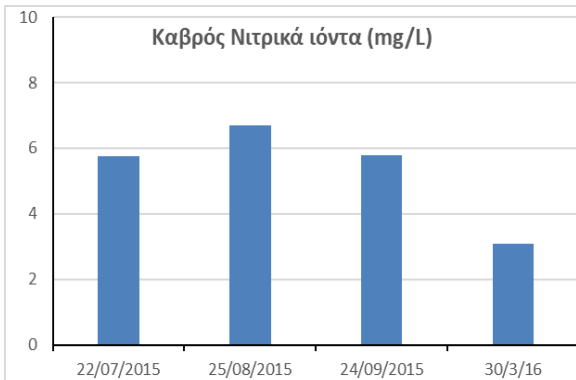
Παρατηρείται ελαφρά πτώση του pH εντός του νόμιμου εύρους. Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (1187–1370  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), των αιωρούμενων διαλυμένων στερεών (585–678 mg/L) και των χλωριόντων (154–189,94 mg/L) αυξάνονται κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου με μέγιστη τιμή τον μήνα Σεπτέμβρη ενώ τον μήνα Μάρτη της επόμενης χρονιάς έχουν ξανά μειωθεί (σχήμα 6). Και στις συγκεντρώσεις της σκληρότητας (498–555 mg/L) φαίνεται μια μικρή αυξομείωση αλλά τον μήνα Μάρτη παρατηρείται η μεγαλύτερη τιμή της συγκέντρωσης αυτής (Σχήμα 6). Το διαλυμένο οξυγόνο μειώνεται, κάτι που μπορεί να οφείλεται σε αλλαγές θερμοκρασίας ή στην παρουσία οργανικού φορτίου (σχήμα 5). Οι αποικίες της E coli και του εντερόκοκκου μειώθηκαν σταδιακά μεταξύ Ιουλίου και Σεπτεμβρίου ενώ τα κοπρανώδη κολοβακτήρια αυξήθηκαν λόγω διαρροών λυμάτων από κατοικίες και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις στην περιοχή (Σχήμα 8).



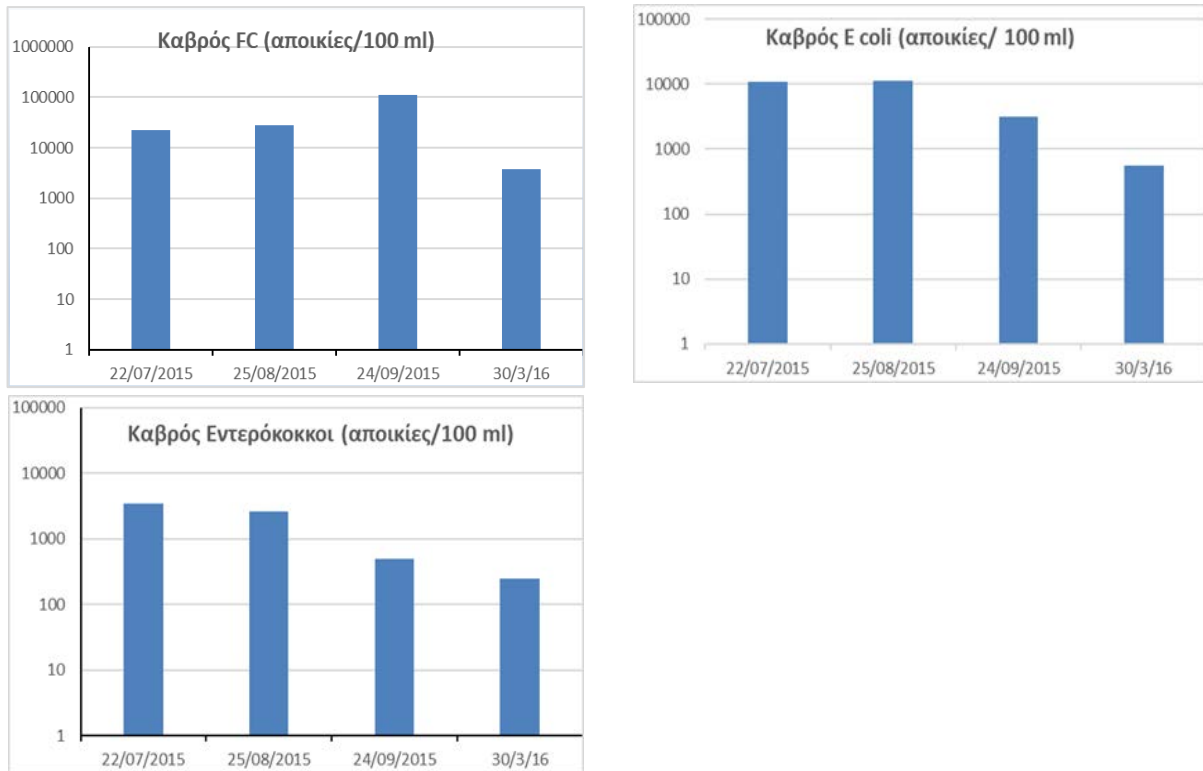
Σχήμα 5: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Καβρό



**Σχήμα 6: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Καβρό**



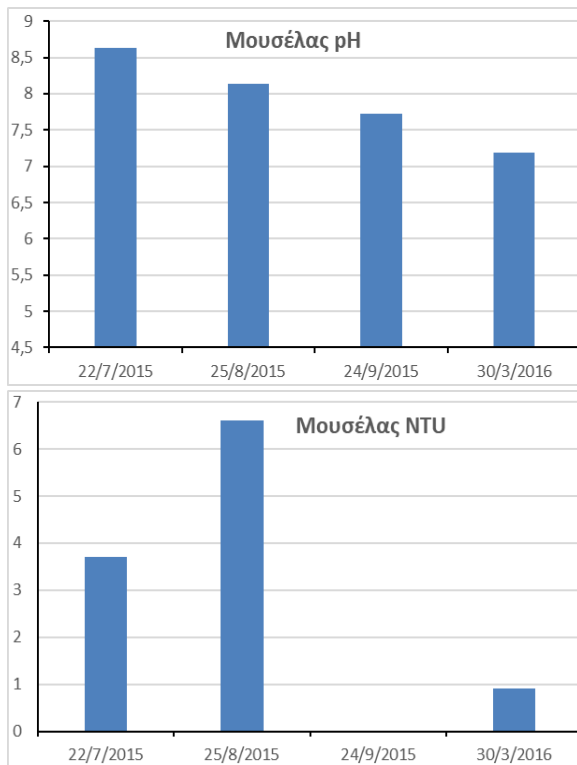
**Σχήμα 7: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Καβρό**



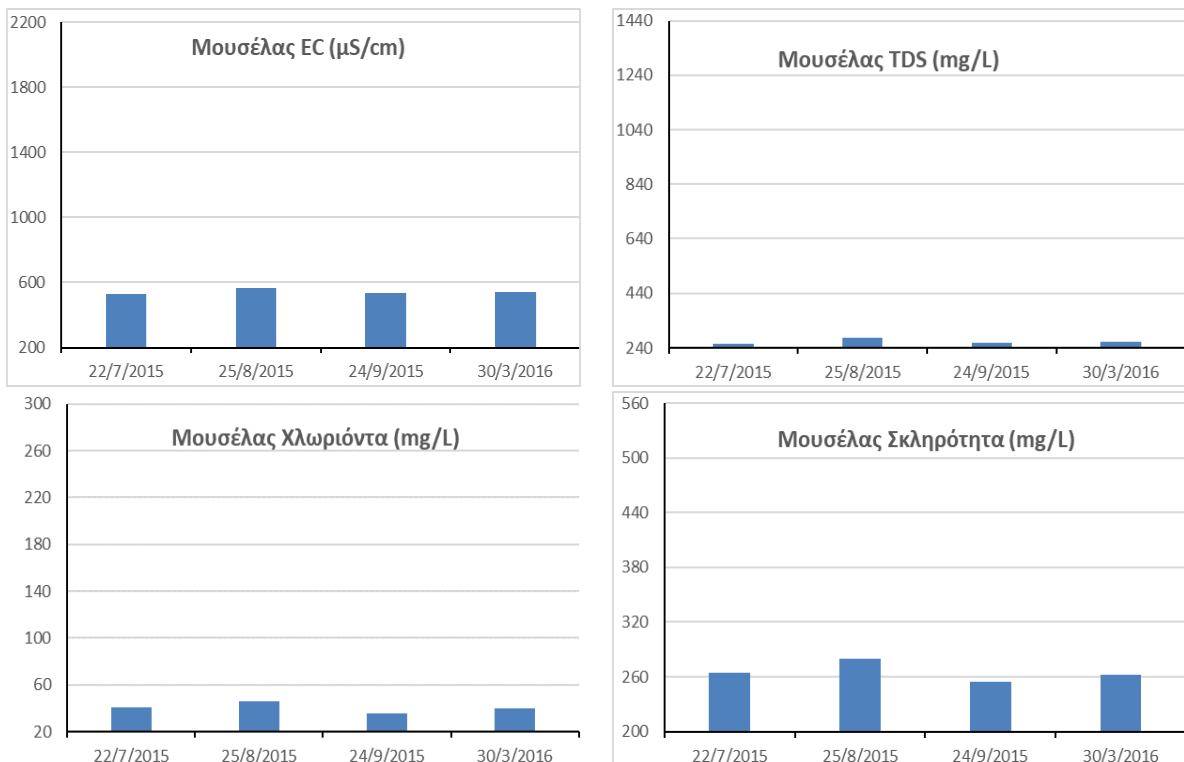
**Σχήμα 8: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Καβρό**

#### 4.2.3 Μουσέλας

Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται μείωση του pH και σταθερότητα στην αγωγιμότητα. Η θολερότητα (0,9-6,6 NTU) κατά τον μήνα Αύγουστο παρουσιάζει σημαντική αύξηση ενώ τον Μάρτιο της επόμενης χρονιάς μειώνεται. Αυτό ίσως να οφείλεται στη παρουσία φυτοπλαγκτόν, λάσπης ή μικροσωματιδίων. Σχετική σταθερότητα παρουσιάζουν οι τιμές της αγωγιμότητας (528-568  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), των TDS (256-276  $\text{mg}/\text{L}$ ), των χλωριόντων (35,99-45,99  $\text{mg}/\text{L}$ ) και της σκληρότητας (254-280  $\text{mg}/\text{L}$ ) (σχήμα 10). Οι συγκεντρώσεις των Fecal Coliforms (12600-88000 αποικίες/100ml) και της E coli (9700-55000 αποικίες/100ml) είναι αρκετά αυξημένες σε σχέση με τις συγκεντρώσεις του εντερόκοκκου (600-2300 αποικίες/100ml), όπου πιθανόν οφείλεται στα καταλύματα και στον οικισμό που βρίσκονται στην περιοχή (σχήμα 12). Τέλος κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβρη υπάρχει αύξηση της συγκέντρωσης των φωσφορικών ιόντων (0,25-1,32  $\text{mg}/\text{L}$ ). Αυτό οφείλεται είτε στη χρήση γεωργικών λιπασμάτων στην περιοχή, είτε λόγω χρήσης οικιακών και βιομηχανικών απορρυπαντικών στον εκεί οικισμό (σχήμα 11).

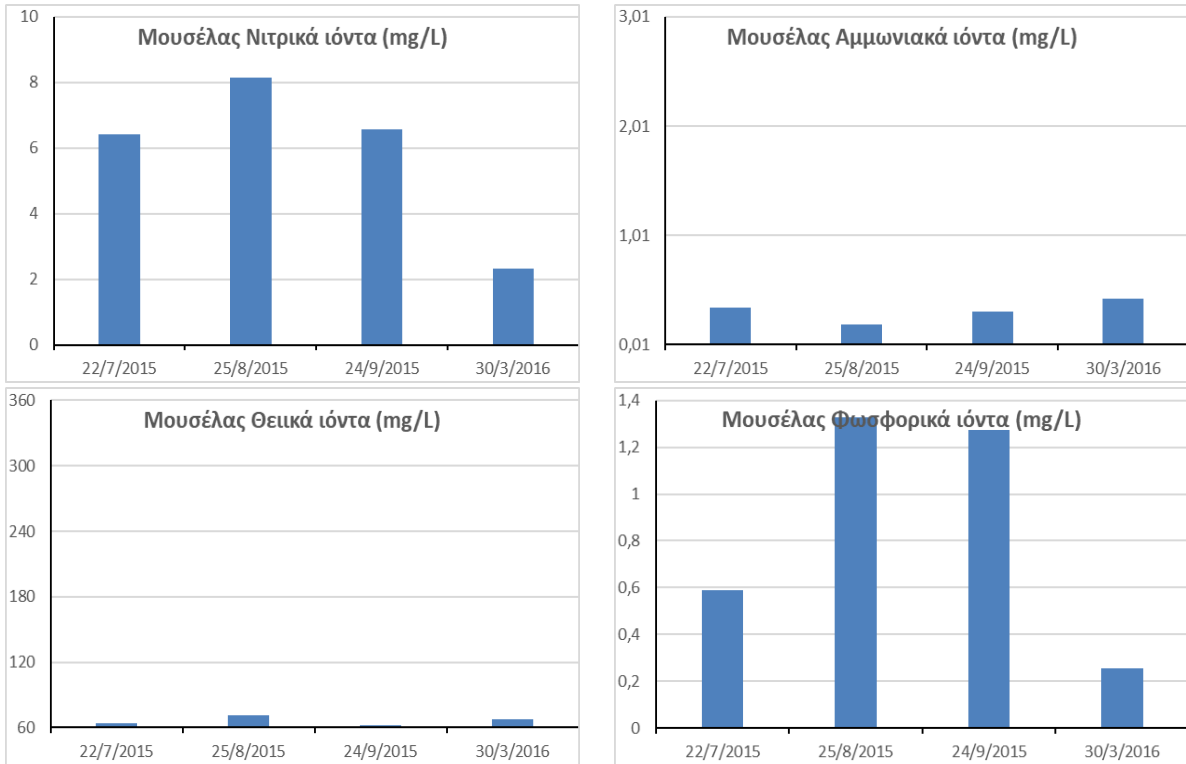


**Σχήμα 9: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Μουσέλα**

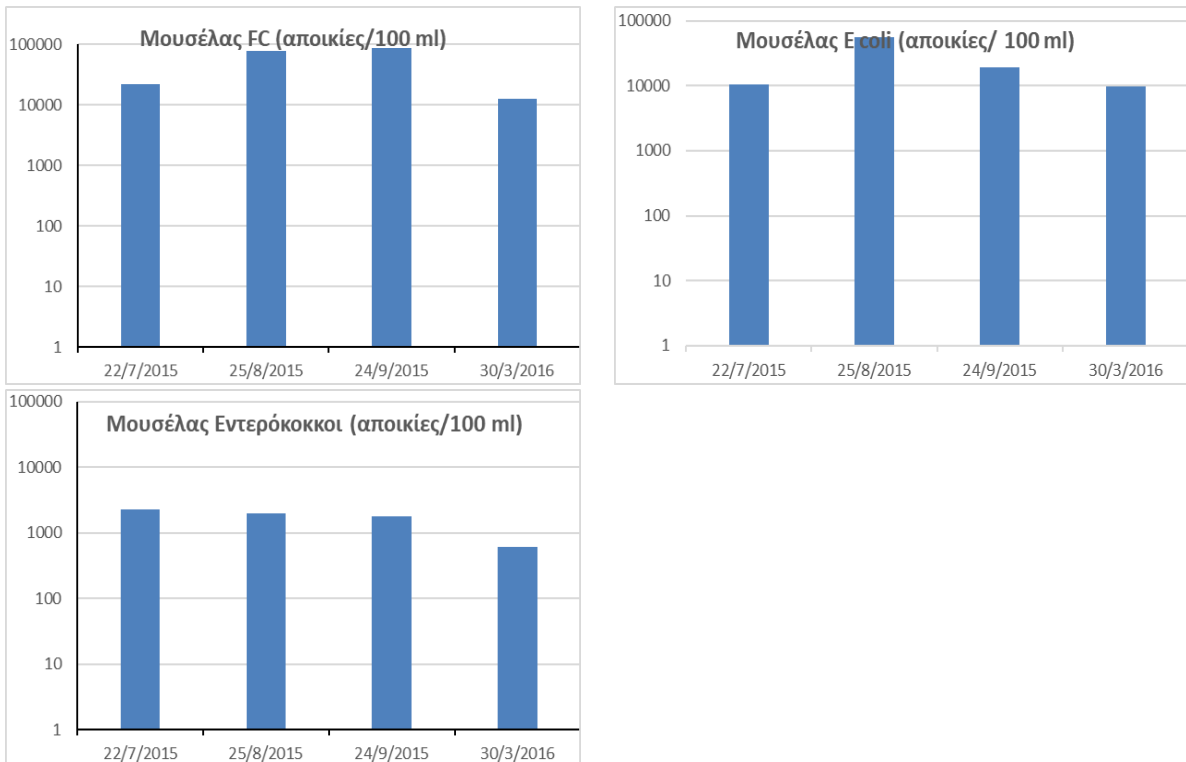


**Σχήμα 10: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Μουσέλα**





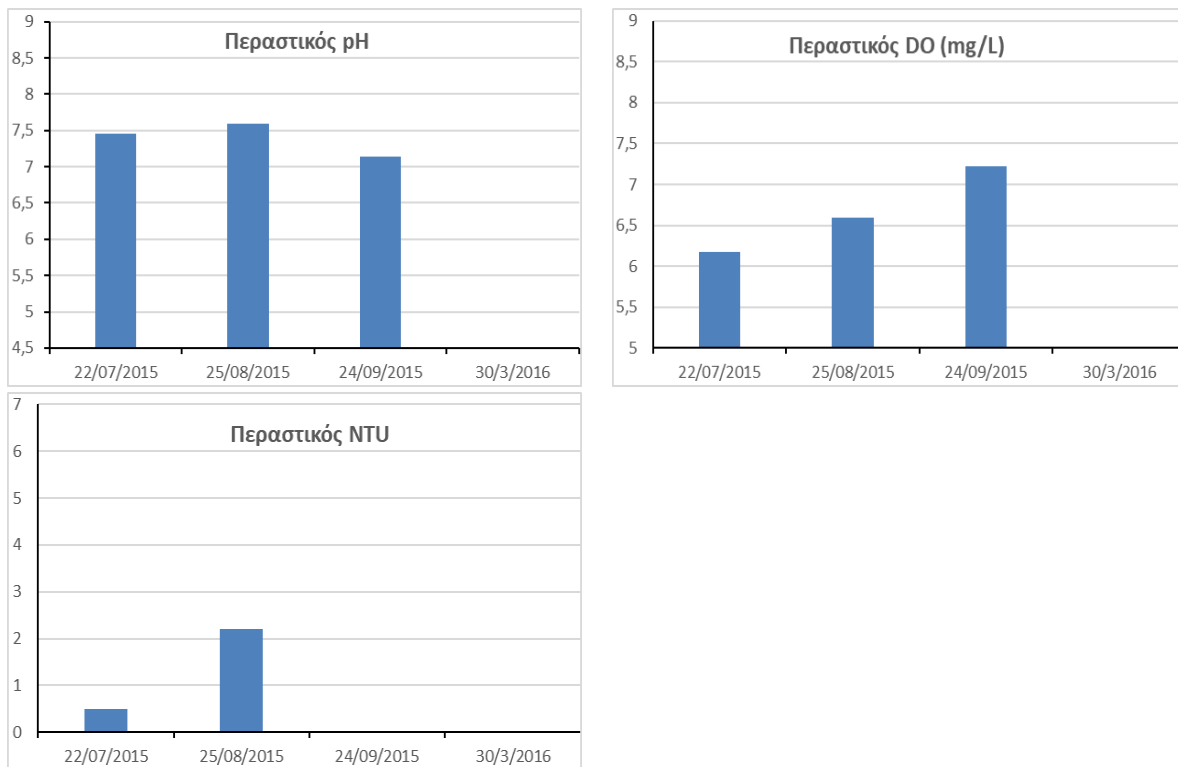
**Σχήμα 11: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών, θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Μουσέλα**



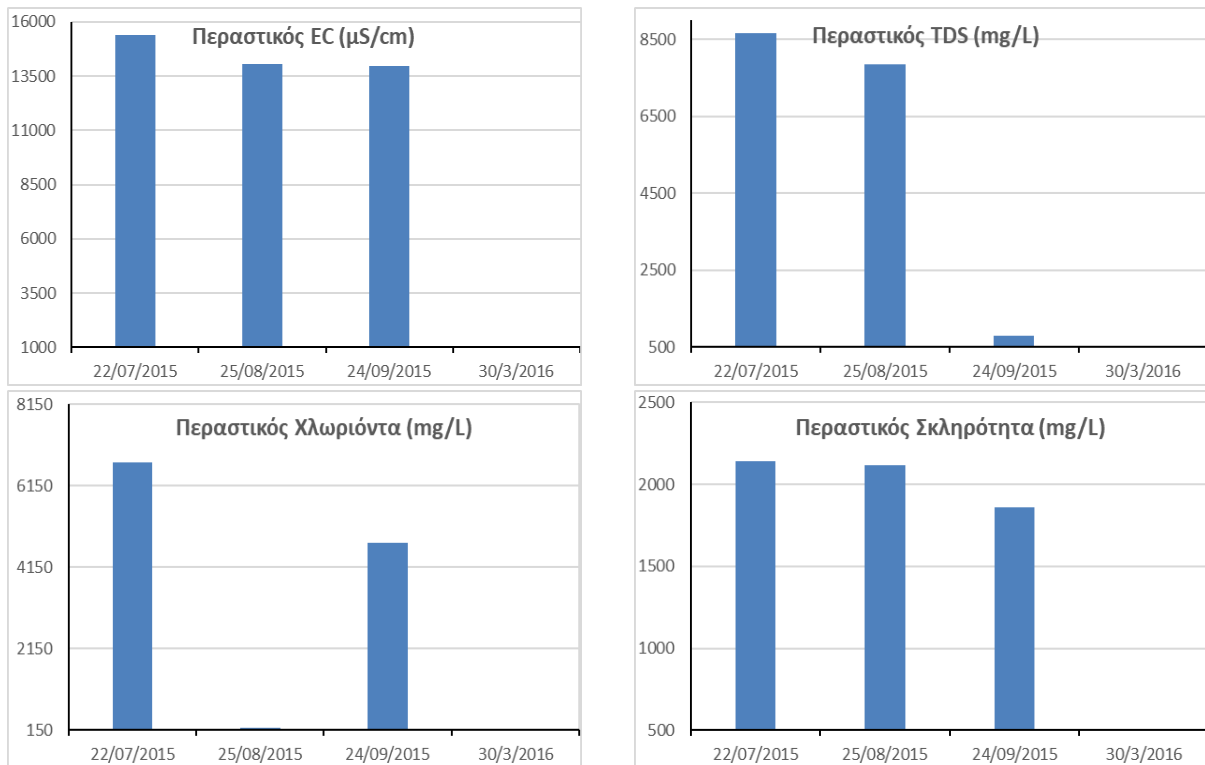
**Σχήμα 12: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανώδων κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Μουσέλα**

#### 4.2.4 Περαστικός

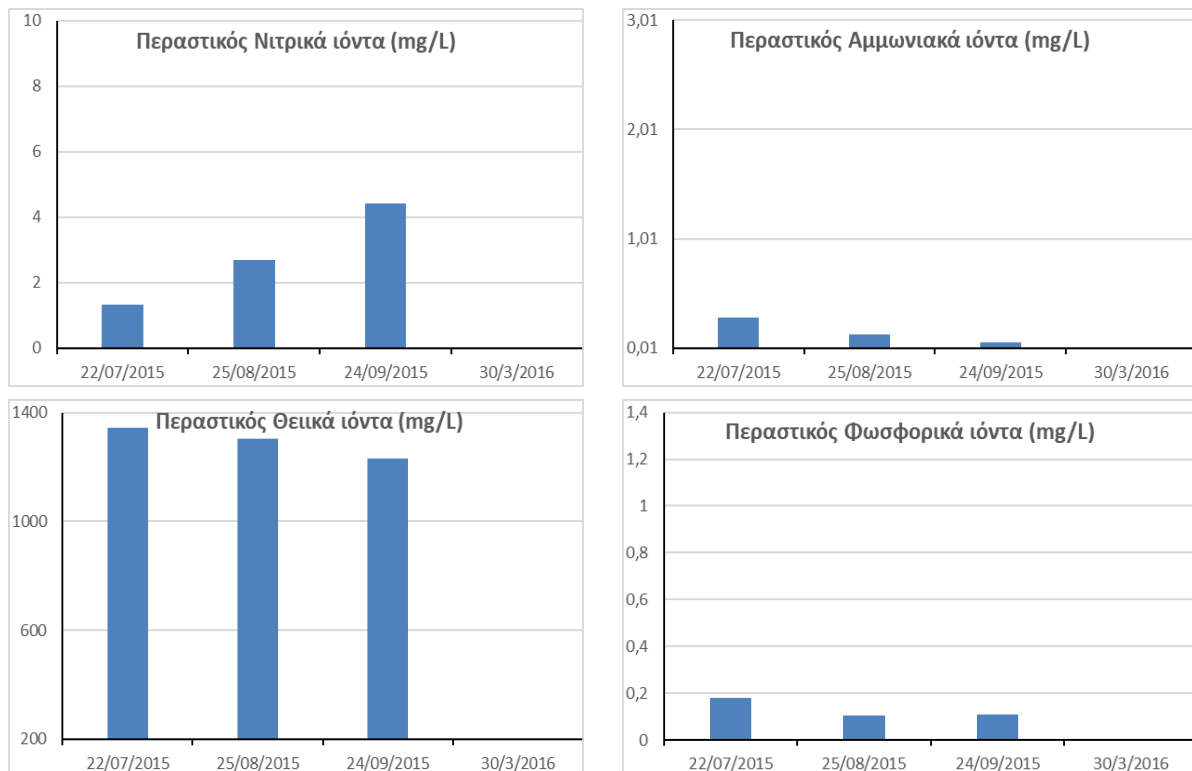
Στον ποταμό Περαστικό πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες, τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβρη. Το δέλτα του Περαστικού βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα συνεπώς, υπάρχει μίγμα γλυκού με θαλασσινού νερού. Οι τιμές του pH (7,14-7,59) παρουσιάζουν μία σταθερότητα, ενώ οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου (6,17-7,22 mg/L) και της θολερότητας (0,5-2,2 NTU) αυξάνονται ελάχιστα (σχήμα 13). Αντιθέτως οι τιμές της αγωγιμότητας (13950-15400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), των TDS (798-8660 mg/L) και της σκληρότητας (1860-2120 mg/L) μειώνονται κατά την περίοδο αυτή (σχήμα 14). Η συγκεντρώσεις των θειικών ιόντων, παρόλο που πραγματοποιήθηκαν αραιώσεις κατά την διάρκεια του εργαστηριακού ελέγχου, παραμένουν υψηλές (1230-1345 mg/L) λόγω της εισροής του θαλασσινού νερού στο σημείο της δειγματοληψίας (σχήμα 15). Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους, κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβρη οι αποικίες των κοπρανώδη κολοβακτηρίων και της E coli αυξάνονται, ενώ του εντερόκοκκου παρουσιάζουν αυτούς τους δύο μήνες σημαντική πτώση (σχήμα 16).



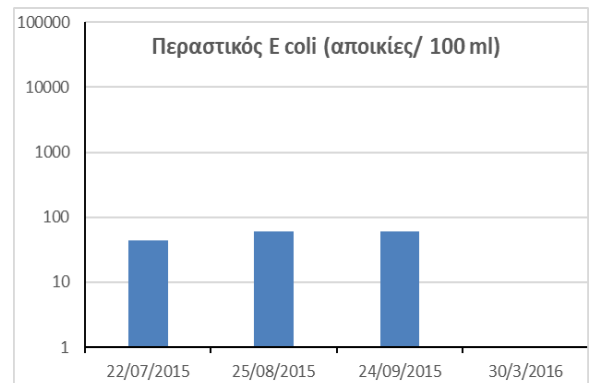
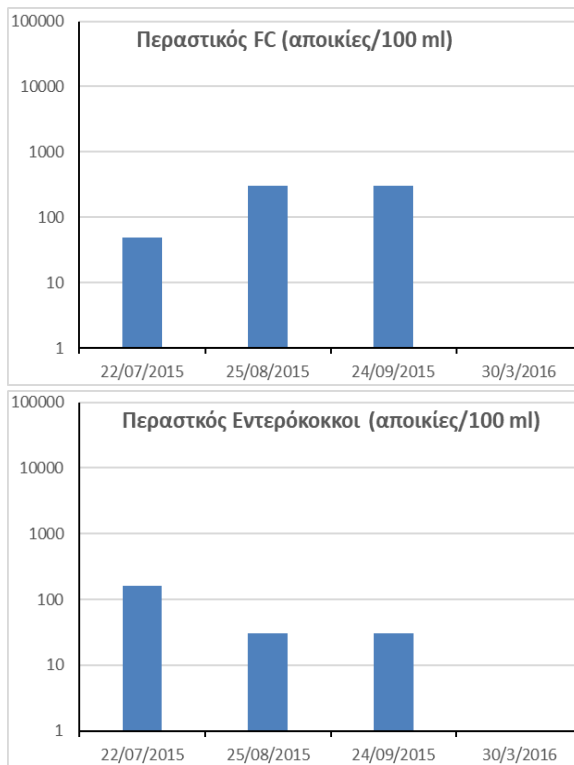
Σχήμα 13: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Περαστικό



**Σχήμα 14: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Περαστικό**



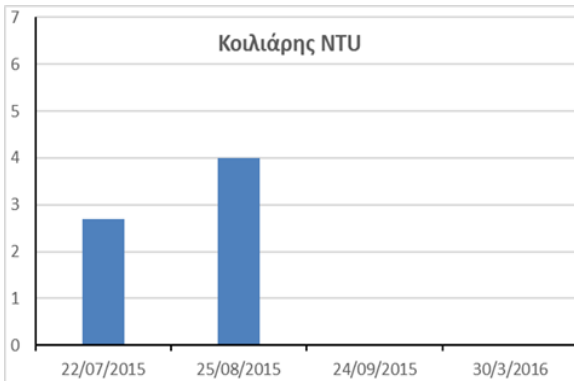
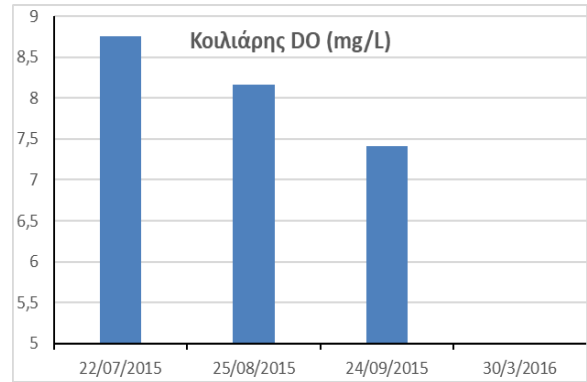
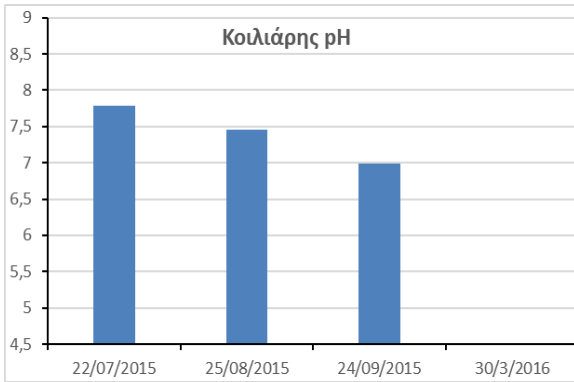
**Σχήμα 15: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Περαστικό**



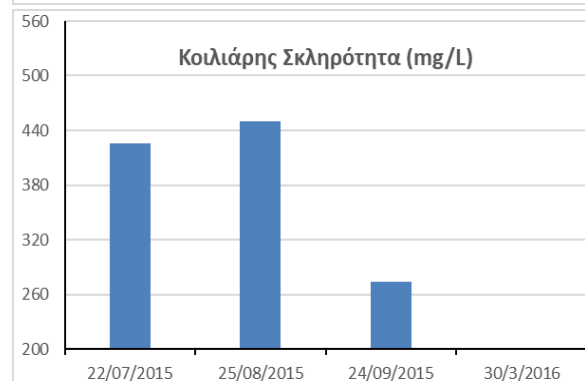
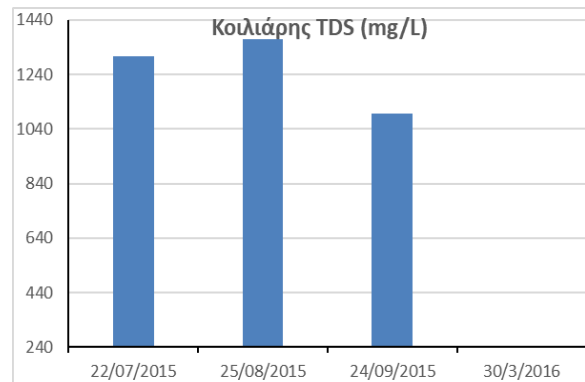
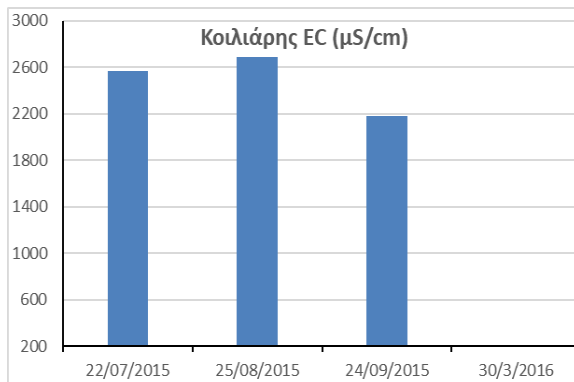
**Σχήμα 16: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανωδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Περαστικό**

#### 4.2.5 Κοιλιάρης

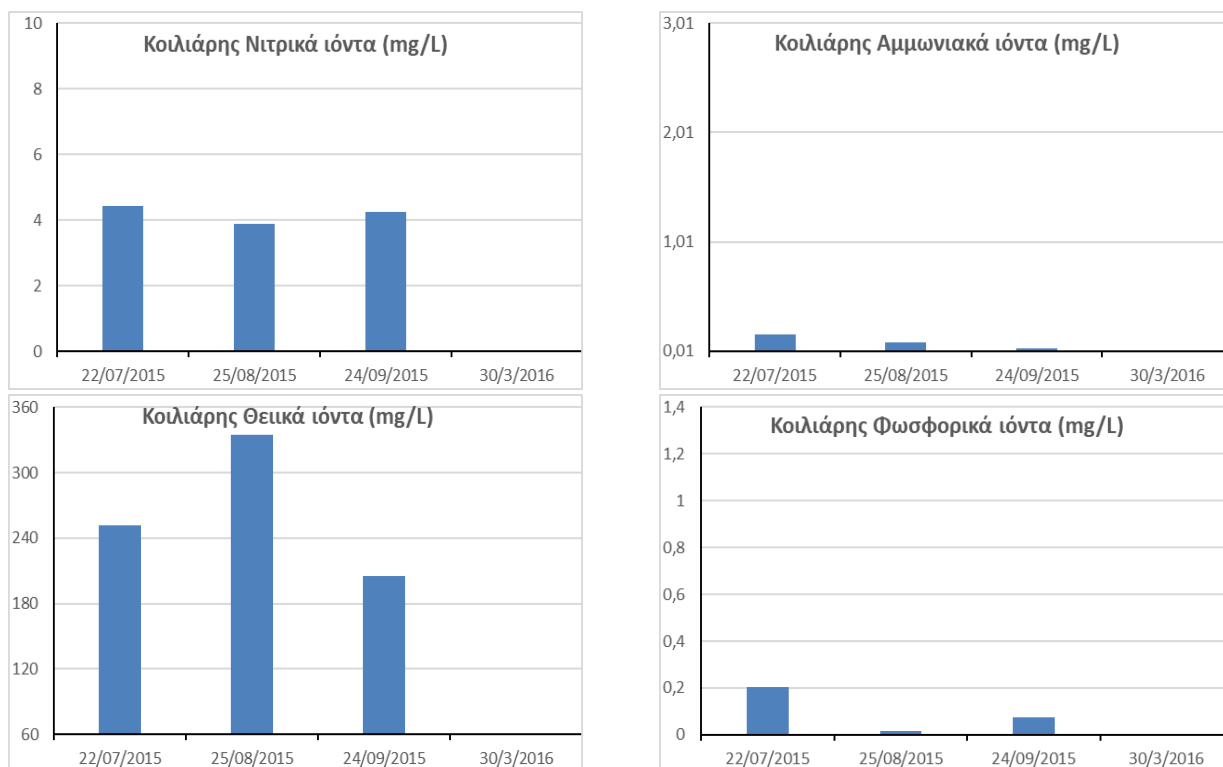
Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων ολικών διαλυμένων στερεών οφείλεται στη γεωργική και αστική απορροή, στην απόπλυση των αποβλήτων από το έδαφος και στην εκπομπή λυμάτων από τον οικισμό των Καλυβών. Τον μήνα Αύγουστο είναι η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης TDS και βάσει τον παραπάνω αυξήθηκε και η συγκέντρωση θεϊκών ιόντων τον ίδιο μήνα. Η μείωση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου από τον μήνα Ιούλιο μέχρι τον Αύγουστο ίσως να οφείλεται στην αποικοδόμηση οργανικού φορτίου.



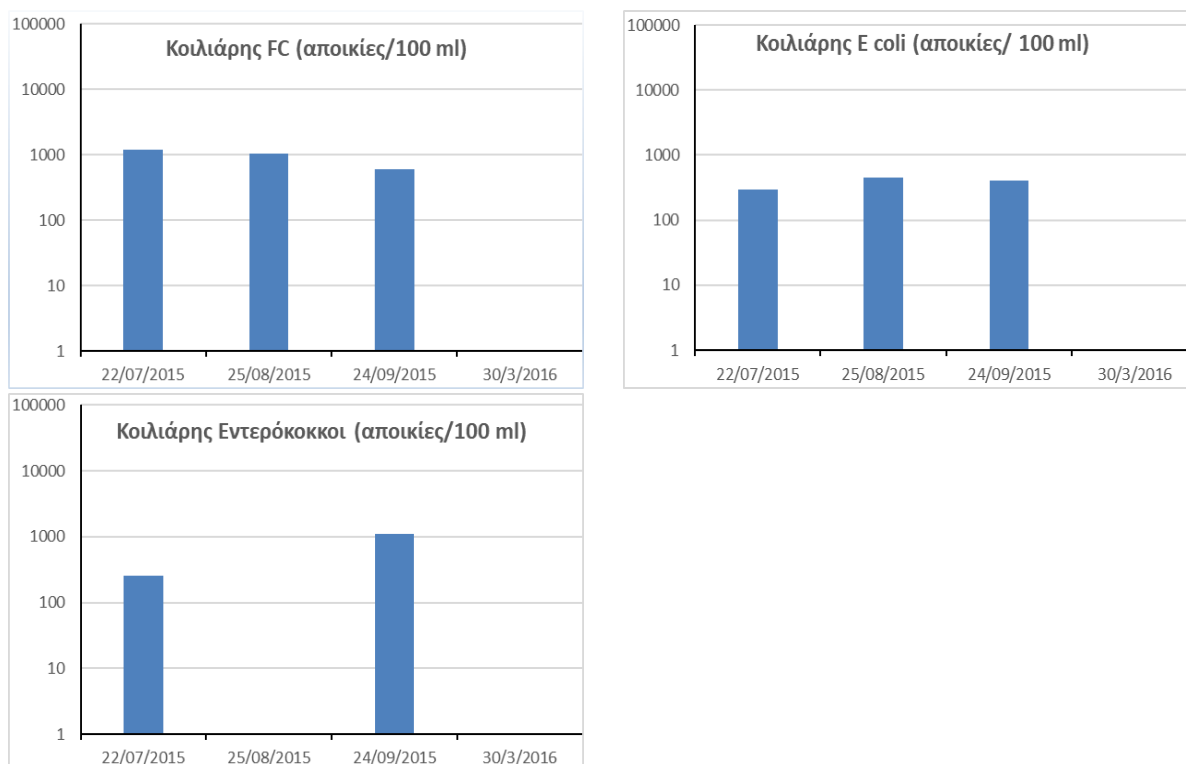
**Σχήμα 17: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Κοιλιάρη**



**Σχήμα 18: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Κοιλιάρη**



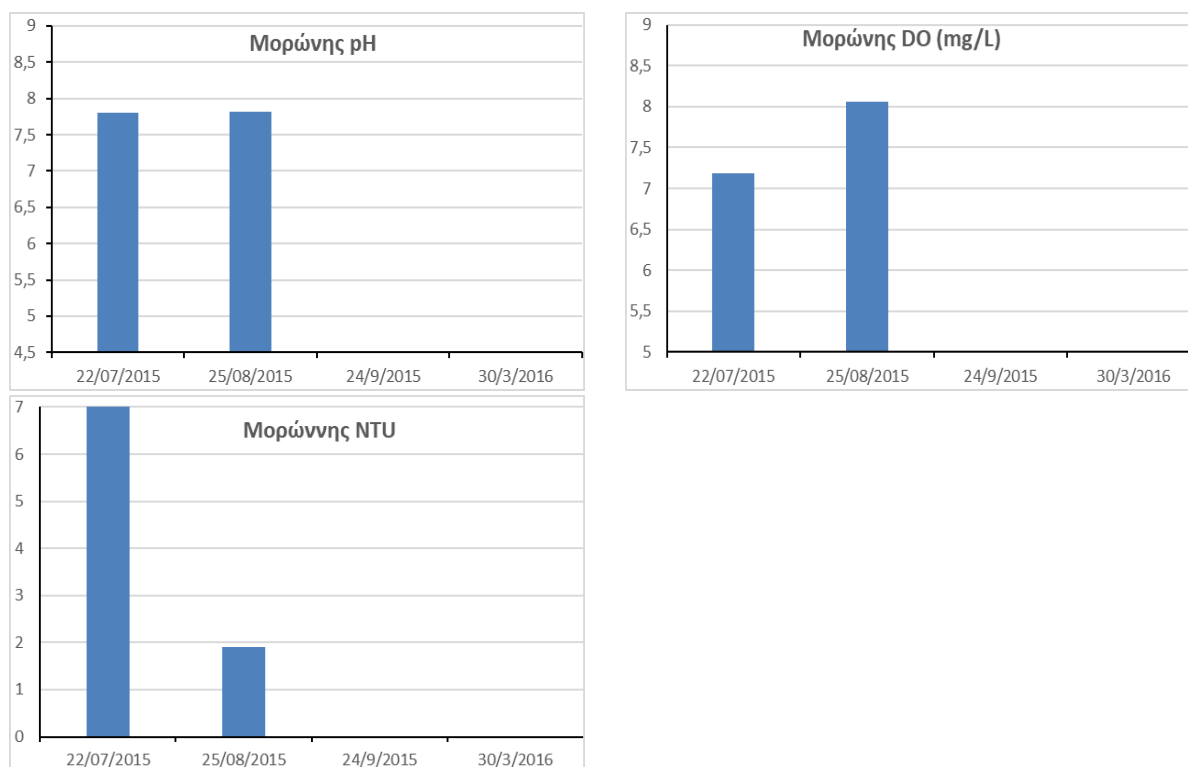
**Σχήμα 19: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών, θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Κοιλιάρη**



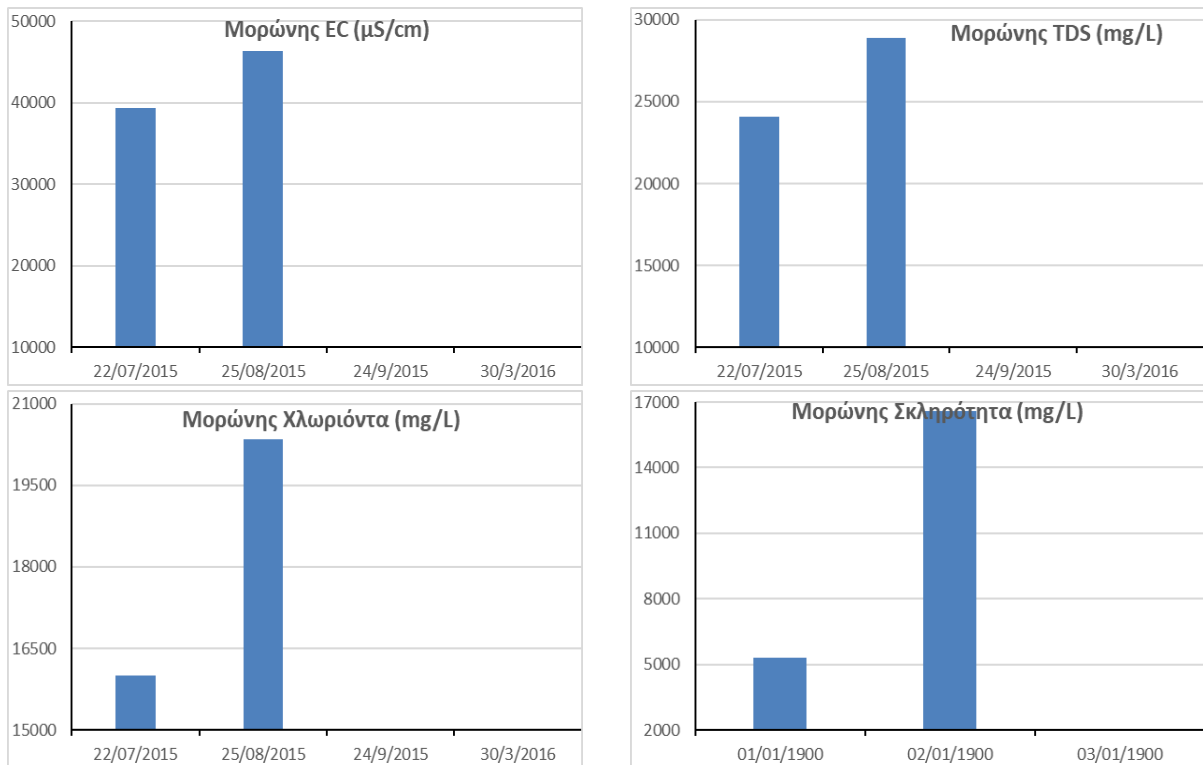
**Σχήμα 20: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανωδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Κοιλιάρη**

#### 4.2.6 Μορώνης

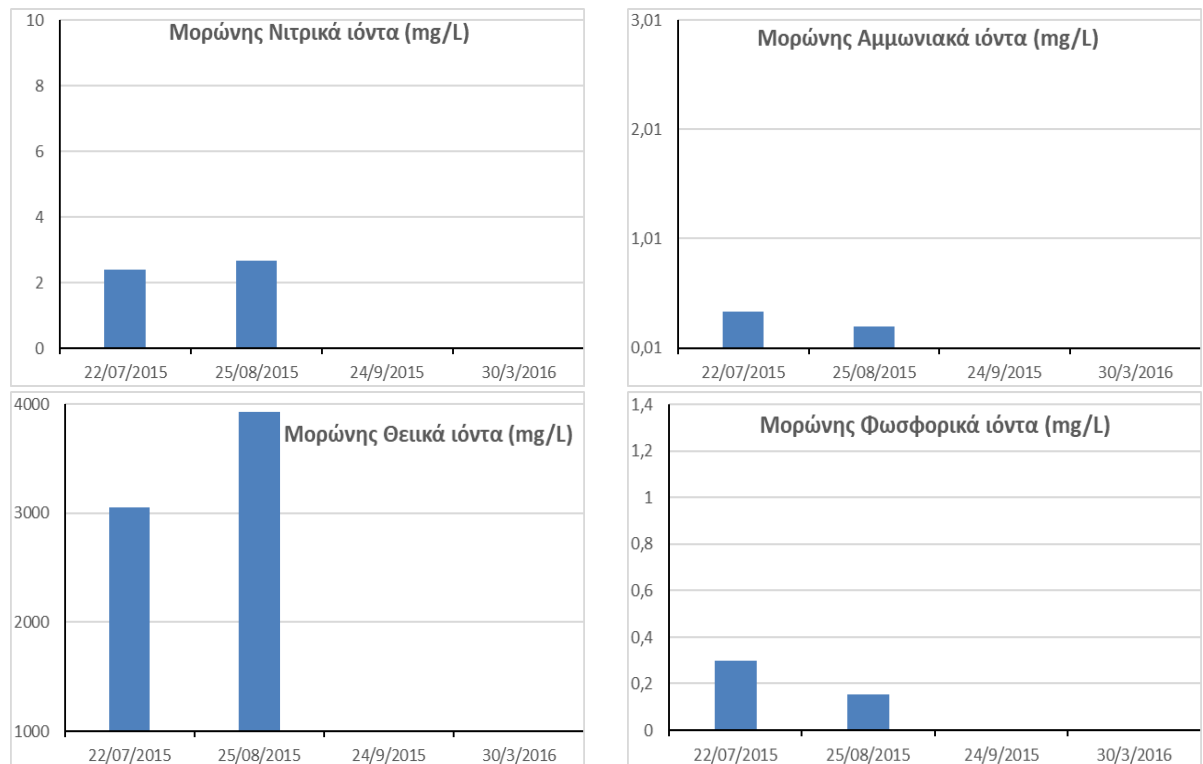
Στον ποταμό Μορώνη διεξήχθησαν δύο δειγματοληψίες, μία τον Ιούλιο και μία τον Αύγουστο. Κατά τον μήνα Αύγουστο παρατηρείται αύξηση στην αγωγιμότητα, στη συγκέντρωση των TDS, στο διαλυμένο οξυγόνο, στην τιμή της σκληρότητας, καθώς και στις συγκεντρώσεις των χλωριόντων και θεικών. Ταυτόχρονα, οι μικροβιολογικές παράμετροι επίσης εμφανίζουν αύξηση κατά τον ίδιο μήνα. Αξίζει να σημειωθεί πως τον Ιούλιο η θολερότητα του ποταμού ήταν υψηλή, φτάνοντας τα 9,6 NTU.



**Σχήμα 21:** Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Μορώνη

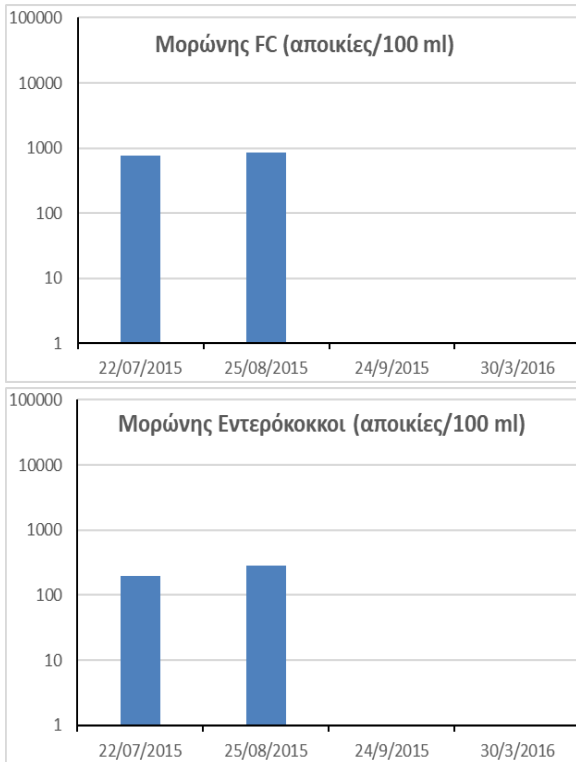


**Σχήμα 22: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού στον ποταμό Μορώνη**



**Σχήμα 23: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού στον ποταμό Μορώνη**





Σχήμα 24: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού στον ποταμό Μορώνη

### 4.3 Χωρική μεταβολή ποιοτικών χαρακτηριστικών ανά ημερομηνία δειγματοληψίας

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκε η χρονική εξέλιξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού για κάθε σημείο δειγματοληψίας κατά την περίοδο μελέτης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβολές των ποιοτικών χαρακτηριστικών σε όλα τα σημεία προκειμένου να δειχθεί το επίπεδο ρύπανσης ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

#### 4.3.1 Πρώτη δειγματοληψία

Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 22/07/2015 και έγινε συλλογή από όλα τα ποτάμια.

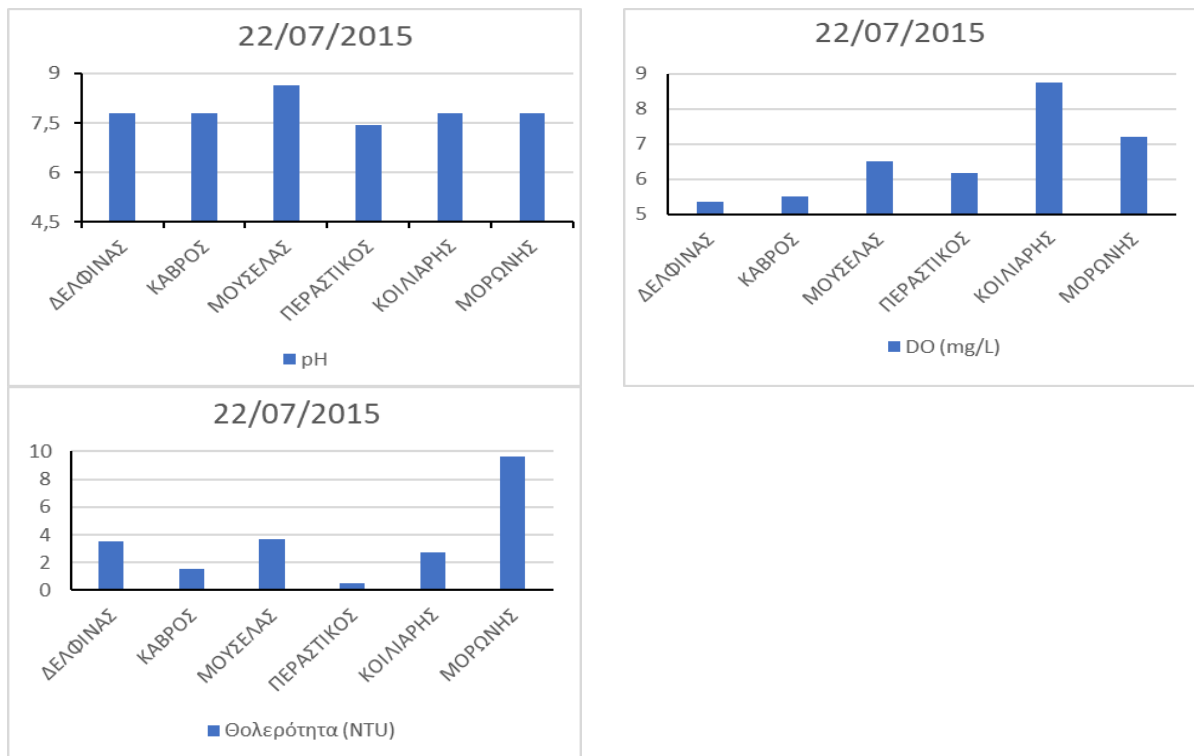
Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων την πρώτη ημερομηνία δειγματοληψίας σε κάθε έναν ποταμό

22/7/2015	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Θολρότητα (NTU)	Σκληρότητα (mg/L)	Χλωριόντα (mg/L)	Νιτρικά ιόντα (mg/L)	Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	Θειικά ιόντα (mg/L)	FC (αποικίες/100 ml)	E coli (αποικίες/100 ml)	Εντερόκοκκοι (αποικίες/100 ml)
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	7,78	1532	762	5,34	3,5	508	14,9	3,7638	0,24453	0,96516	278	22000	11000	200
ΚΑΒΡΟΣ	7,8	1187	585	5,5	1,5	498	154	5,7564	1,98198	0,848728	244	22000	11000	3500
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	8,63	528	256	6,5	3,7	264	41	6,4206	0,34749	0,588288	64	22000	10400	2300
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	7,45	15400	8660	6,17	0,5	2140	6722,9	1,3284	0,288288	0,180776	1345	50	44	160
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	7,78	2570	1305	8,75	2,7	426	748	4,428	0,162162	0,202224	252	1200	296	260
ΜΟΡΩΝΗΣ	7,8	39300	24100	7,19	9,6	5300	15995	2,39112	339768	0,297208	3050	760	40	200

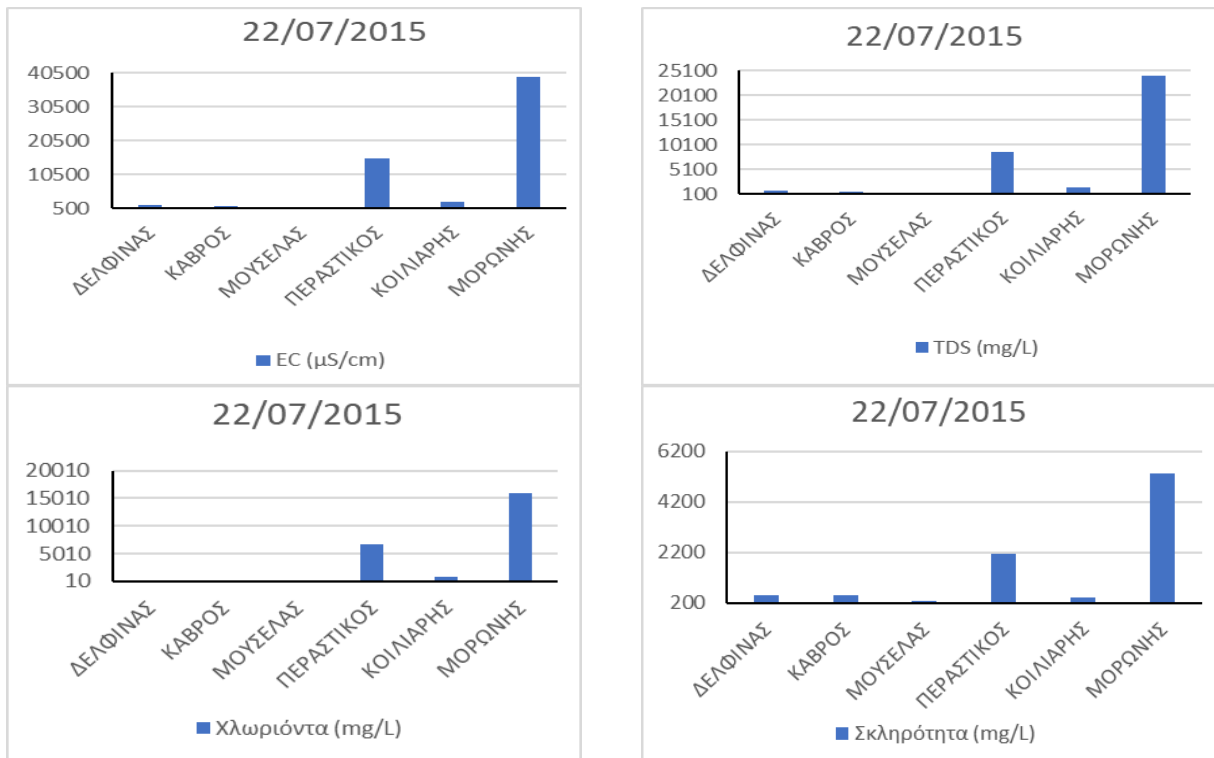
Από τον πίνακα και τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι υπάρχουν εμφανείς διαφορές στις ποιοτικές παραμέτρους στα 6 ποτάμια. Οι τιμές του pH κυμαίνονται από 7,45 μέχρι 8,63 (Σχ 25).

Ο ποταμός Περαιτικός και ο ποταμός Μορώνης διακρίνονται για την αρκετά υψηλή αγωγιμότητα και την συγκέντρωση των θεικών, όπου οφείλονται στην παρουσία αλμυρού νερού. Επίσης, στους ίδιους ποταμούς, παρατηρούμε υψηλή συγκέντρωση των ολικών διαλυμένων στερεών, καθώς αυτά συσχετίζονται με την αγωγιμότητα (Σχ 26,27).

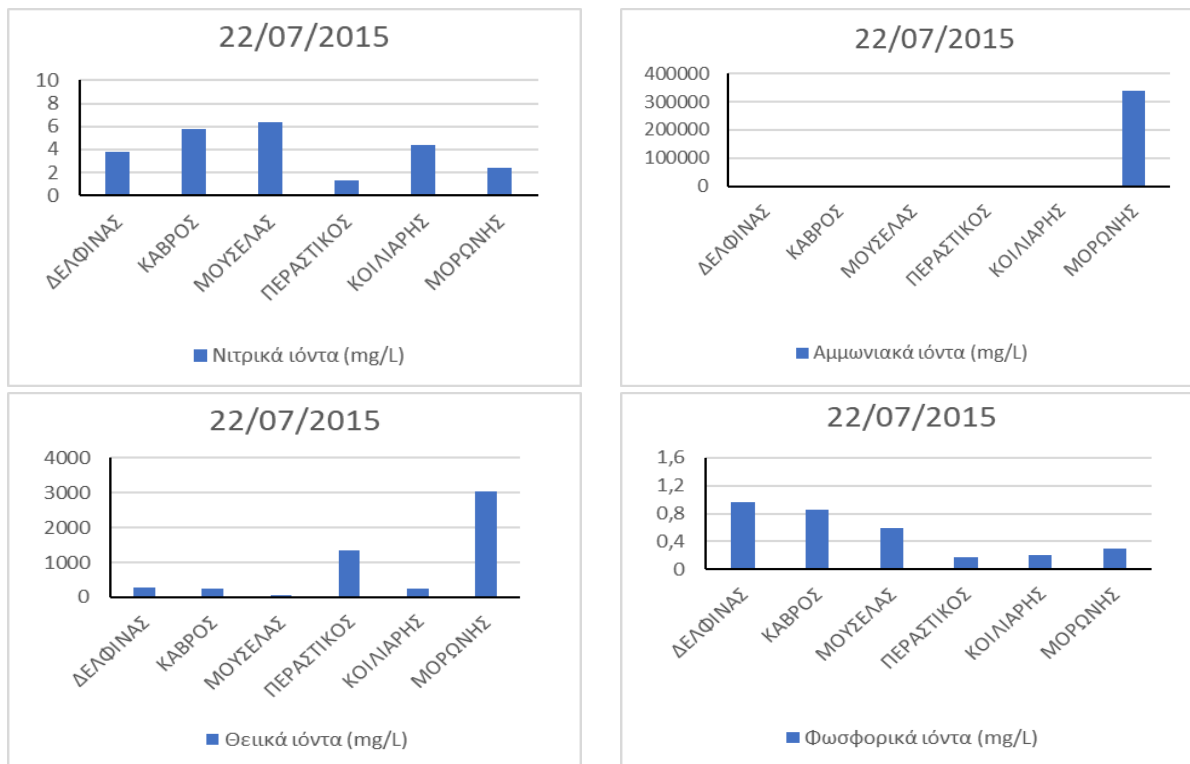
Στον ποταμό Δέλφινα, τον Καβρό και τον Μουσέλα παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις κοπρανωδών κολοβακτηρίων και E-coli. Αυτό πιθανότατα οφείλεται είτε στον οικισμό και τις ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις στην περιοχή, είτε στην κτηνοτροφική δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στις περιοχές αυτές (Σχ 28).



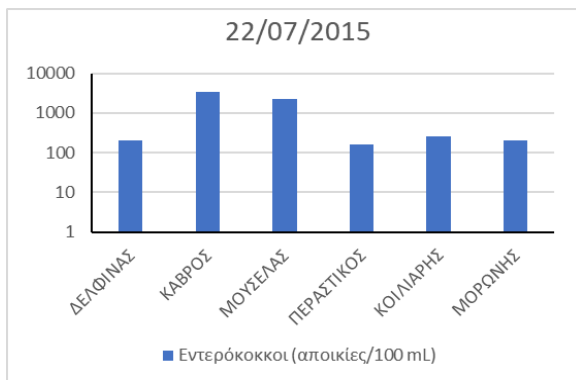
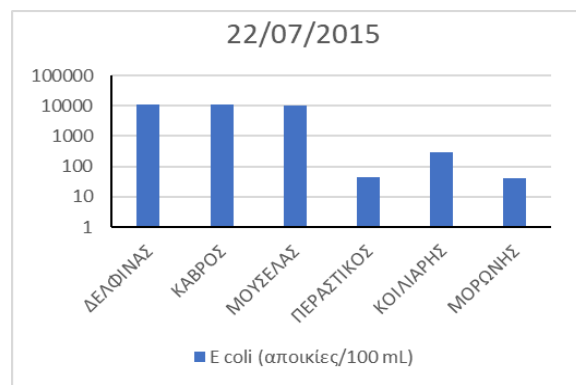
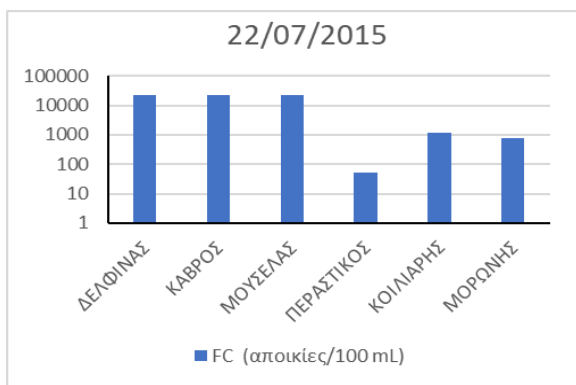
**Σχήμα 25: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού κατά την πρώτη δειγματοληψία**



Σχήμα 26: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού κατά την πρώτη δειγματοληψία



Σχήμα 27: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού κατά την πρώτη δειγματοληψία



Σχήμα 28: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού κατά την πρώτη δειγματοληψία

#### 4.3.2 Δεύτερη δειγματοληψία

Η δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 25/08/2015 στους ποταμούς Καβρό, Μουσέλα, Περαστικό, Κοιλιάρη και Μορώνη.

Πίνακας 7: Αποτελέσματα μετρήσεων τη δεύτερη ημερομηνία δειγματοληψίας σε κάθε έναν ποταμό

25/8/2015	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Θολρότητα (NTU)	Σκληρότητα (mg/L)	Χλωριόντα (mg/L)	Νιτρικά ιόντα (mg/L)	Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	Θειικά ιόντα (mg/L)	FC (αποικίες/100 mL)	E coli (αποικίες/100 mL)	Εντερόκοκκοι (αποικίες/100 mL)
ΔΕΛΦΙΝΑΣ														
ΚΑΒΡΟΣ	7,61	1251	618	5,3	6,8	520	176,95	6,68628	0,432432	0,395256	296	28500	11200	2600
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	8,14	568	276	7,66	6,6	280	45,99	8,14752	0,198192	1,326712	71	77000	55000	2000
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	7,59	14060	7860	6,59	2,2	2120	202,94	2,70108	0,137709	0,104176	1305	310	60	30
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	7,46	2690	1370	8,16	4	450	814,75	3,89664	0,088803	0,01532	335	1040	450	
ΜΟΡΩΝΗΣ	7,82	46400	28900	8,06	1,9	16600	20343,69	2,6568	0,20592	0,1532	3925	850	210	280

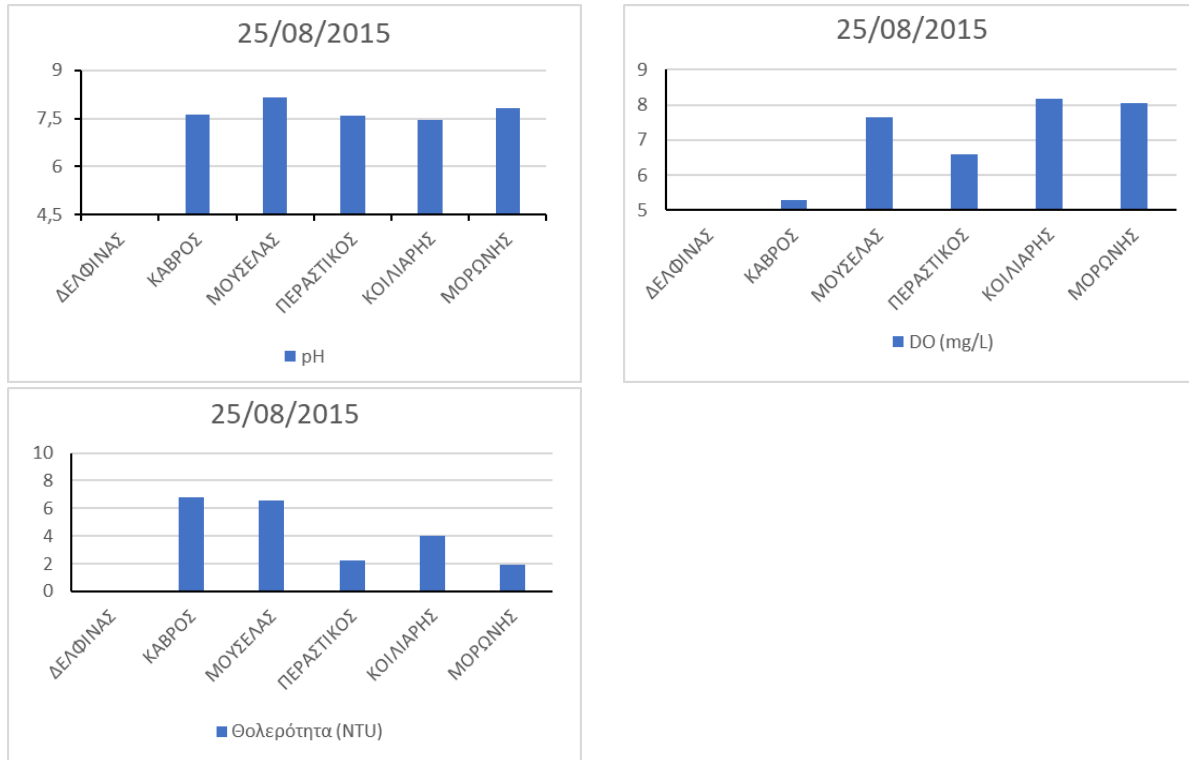
Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, δεν συλλέχθηκε δείγμα από τον ποταμό Δέλφινα. Οι τιμές του pH (7,61 - 8,14) παραμένουν στα ίδια επίπεδα. Η αγωγιμότητα παρουσιάζει μικρή αύξηση, εκτός από τον ποταμό Περαστικό όπου έχει μειωθεί.

Ειδικότερα, στον ποταμό Μορώνη παρατηρείται αύξηση της αγωγιμότητας κατά περίπου 18%. Αυτές οι αυξομειώσεις της αγωγιμότητας έχουν ως αποτέλεσμα και μια αυξομείωση στις συγκεντρώσεις των ολικών διαλυμένων στερεών στα δείγματα.

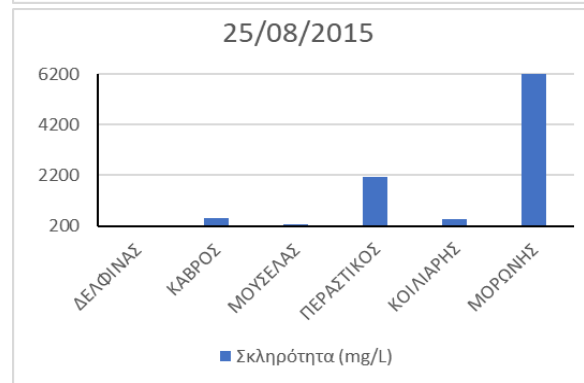
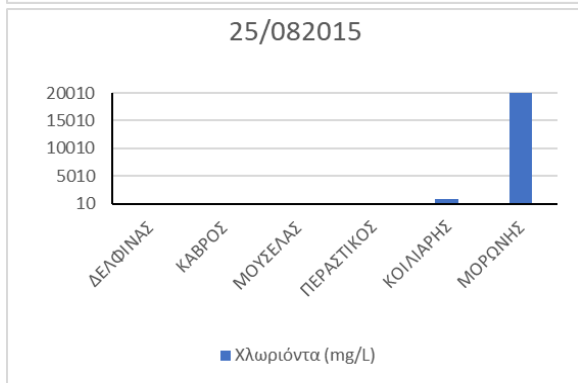
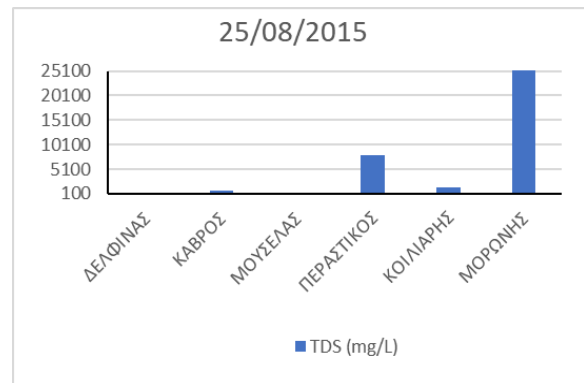
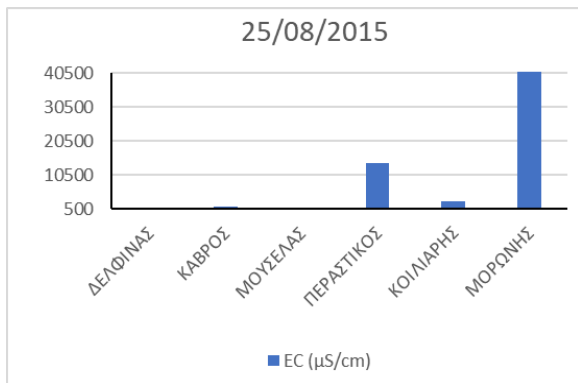
Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων, παρατηρείται αύξηση στον ποταμό Καβρό, ενώ στους υπόλοιπους ποταμούς παρουσιάζεται μείωση.

Στον ποταμό Περαστικό, η συγκέντρωση των θειϊκών ιόντων έχει μειωθεί ελάχιστα σε σχέση με την πρώτη δειγματοληψία, ενώ στους υπόλοιπους ποταμούς έχει αυξηθεί.

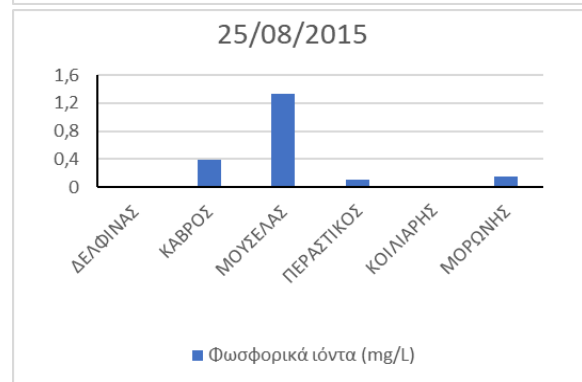
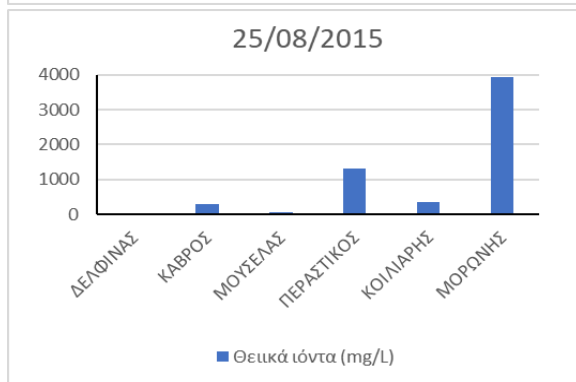
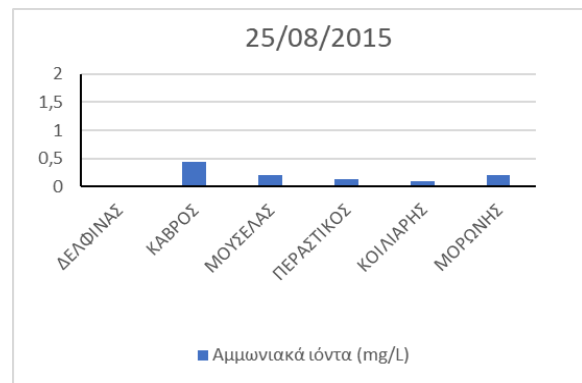
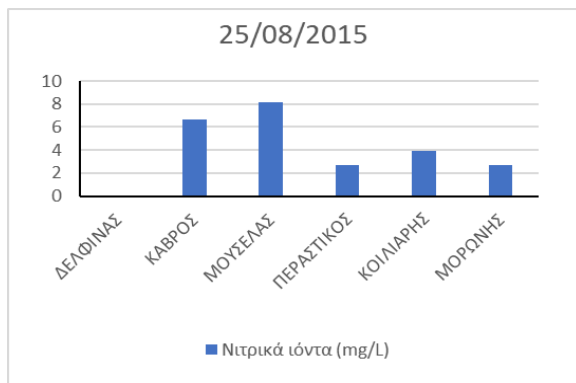
Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους, παρατηρείται αύξηση σε όλα τα ποτάμια κατά τη δεύτερη δειγματοληψία. Η αυξημένη παρουσία μπορεί να οφείλεται στη θερινή σεζόν και στην πιθανή επίδραση των ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων και καταστημάτων υγειονομικού ενδιαφέροντος στις περιοχές αυτές.



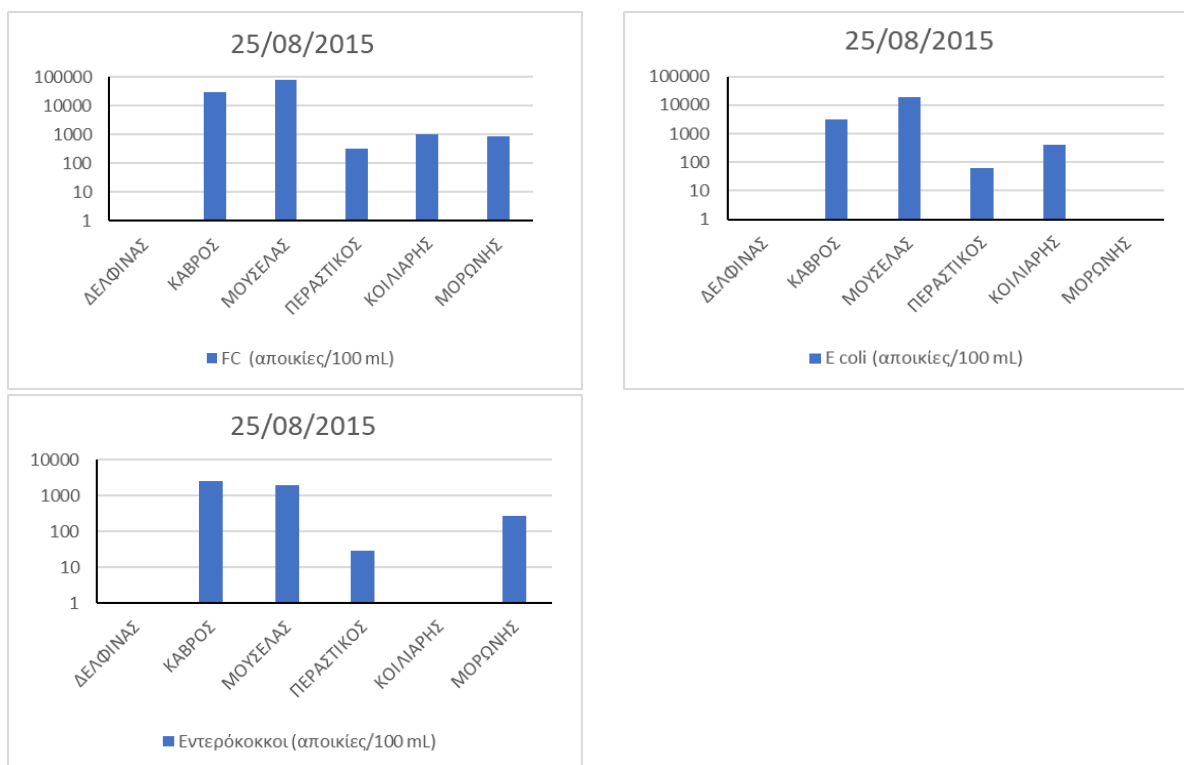
**Σχήμα 29: Μεταβολή του pH, του διαλυμένου οξυγόνου και της θολερότητας δειγμάτων νερού κατά τη δεύτερη δειγματοληψία**



**Σχήμα 30: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού κατά τη δεύτερη δειγματοληψία**



**Σχήμα 31: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού κατά τη δεύτερη δειγματοληψία**



Σχήμα 32: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού κατά τη δεύτερη δειγματοληψία

### 4.3.3 Τρίτη δειγματοληψία

Η τρίτη δειγματοληψία έγινε τον Σεπτέμβριο του 2015 στα ποτάμια Καβρός, Μουσελάς, Περαστικός και Κοιλιάρης.

Πίνακας 8: Αποτελέσματα μετρήσεων την τρίτη ημερομηνία δειγματοληψίας σε κάθε έναν ποταμό

24/9/2015	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Θολρότητα (NTU)	Σκληρότητα (mg/L)	Χλωριόντα (mg/L)	Νιτρικά ιόντα (mg/L)	Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	Θειικά ιόντα (mg/L)	FC (αποικίες/100 mL)	E coli (αποικίες/100 mL)	Εντερόκοκκοι (αποικίες/100 mL)
ΔΕΛΦΙΝΑΣ														
ΚΑΒΡΟΣ	7,41	1370	678	5,11		508	189,94	5,80068	0,462033	0,186904	266	110000	3200	500
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	7,73	532	258	6,64		254	35,99	6,55344	0,315315	1,274624	62	88000	19500	1800
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	7,14	13950	7980	7,22		1860	4748,53	4,428	0,059202	0,110304	1230	310	60	30
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	6,99	2180	1098	7,41		274	674,79	4,25088	0,036036	0,073536	205	600	400	1100
ΜΟΡΩΝΗΣ														

Στην τρίτη δειγματοληψία, δεν συλλέχθηκαν δείγματα από τον ποταμό Δέλφινα και τον ποταμό Μορώνη. Σημειώνεται μια μικρή πτώση των τιμών του pH και της αγωγιμότητας, εκτός από τον ποταμό Καβρό όπου παρατηρείται μικρή αύξηση.

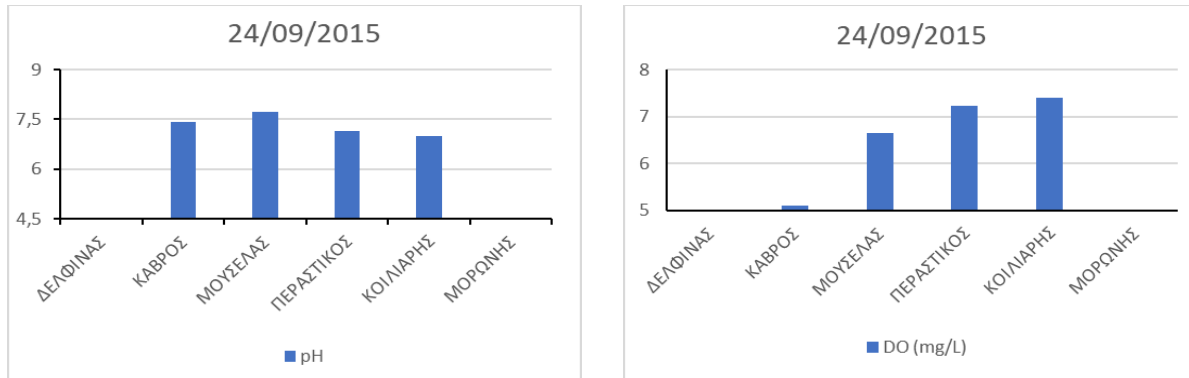
Η μεταβολή της τιμής της αγωγιμότητας σε κάθε ποταμό έχει ως αποτέλεσμα και την μεταβολή της συγκέντρωσης των TDS του καθενός. Οι συγκεντρώσεις της σκληρότητας και των θειικών είναι μικρότερες σε σχέση με την προηγούμενη δειγματοληψία.

Παρατηρείται αύξηση στις συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφορικών ιόντων στους ποταμούς Περαστικό και Κοιλιάρη. Αυτό μπορεί πιθανότατα να οφείλεται στη χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες γύρω από τους ποταμούς. Επίσης, παρατηρείται

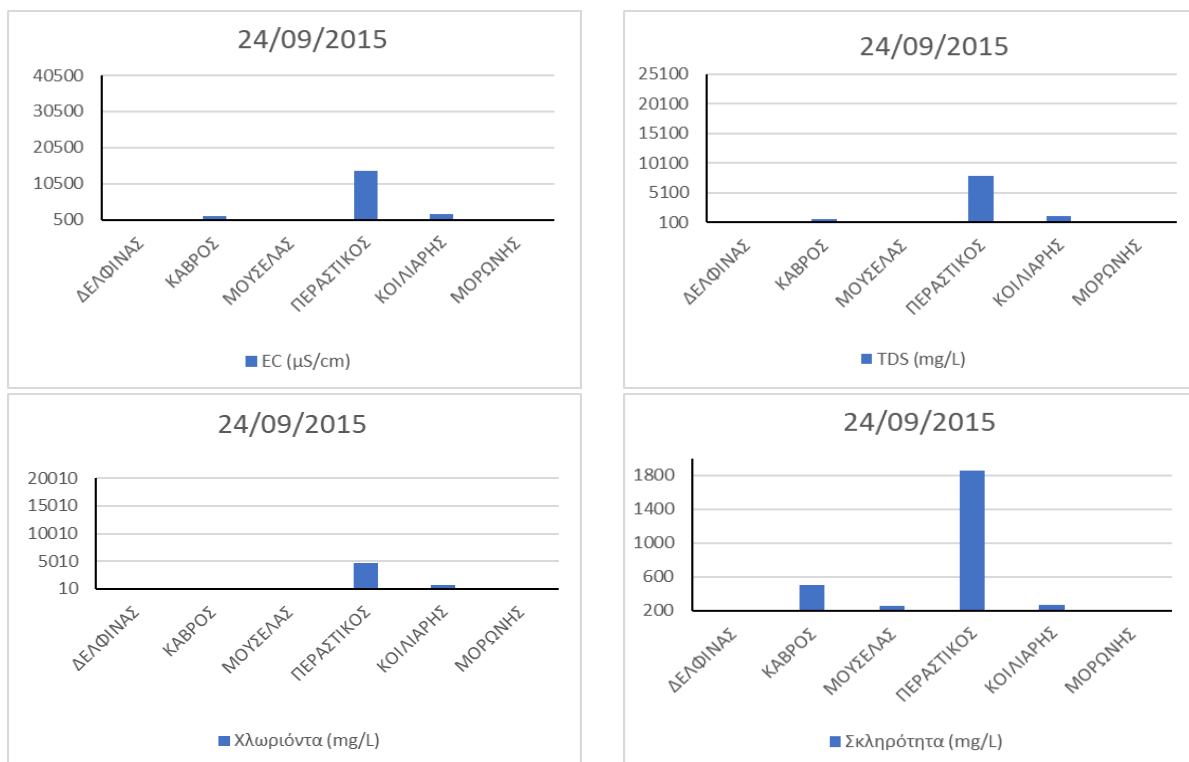
αύξηση στις συγκεντρώσεις χλωριόντων στους ποταμούς Καβρό και Περαστικό, καθώς και αύξηση των αμμωνιακών ιόντων στον ποταμό Μουσέλα.

Ωστόσο, η συγκέντρωση των θειικών ιόντων έχει μειωθεί σε όλους τους ποταμούς σε σχέση με την προηγούμενη δειγματοληψία.

Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους, παρατηρείται ενδιαφέρον στον ποταμό Καβρό και στον ποταμό Μουσέλα, όπου αυξάνονται οι αποικίες των κοπρανώδη κολοβακτηριδίων, ενώ μειώνονται οι αποικίες της E coli και του εντερόκοκκου. Στον ποταμό Περαστικό, οι αποικίες παραμένουν σταθερές σε αριθμό, ενώ στον ποταμό Κοιλιάρη παρατηρείται πτώση του αριθμού αποικιών των FC και της E coli, και αύξηση των αποικιών του εντερόκοκκου.

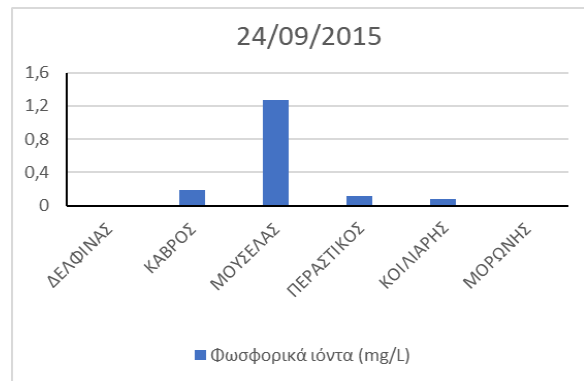
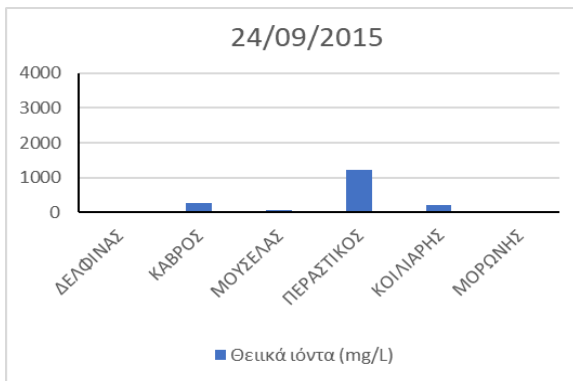
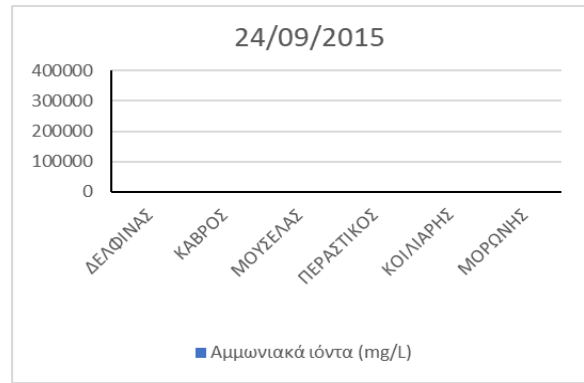
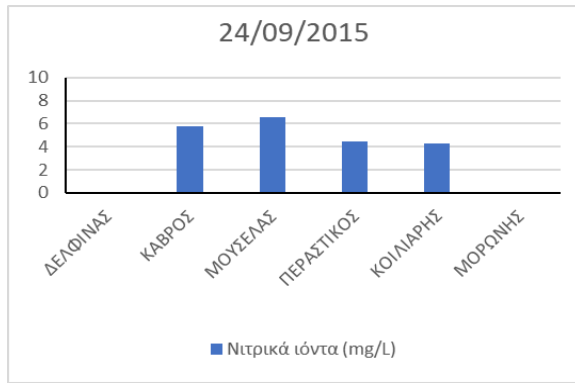


**Σχήμα 33: Μεταβολή του pH και του διαλυμένου οξυγόνου δειγμάτων νερού κατά την τρίτη δειγματοληψία**

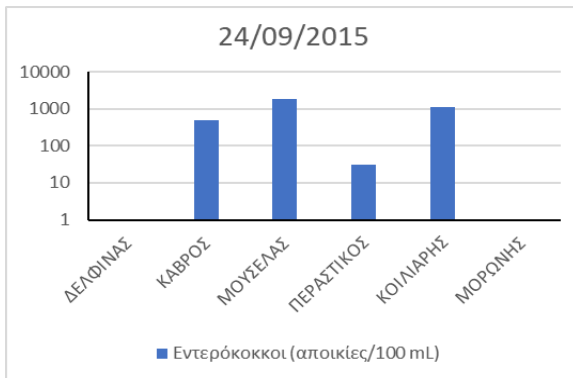
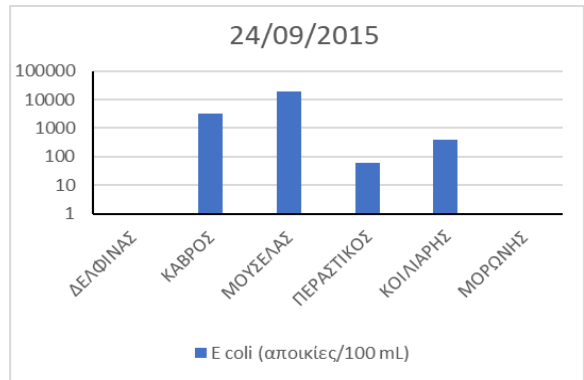
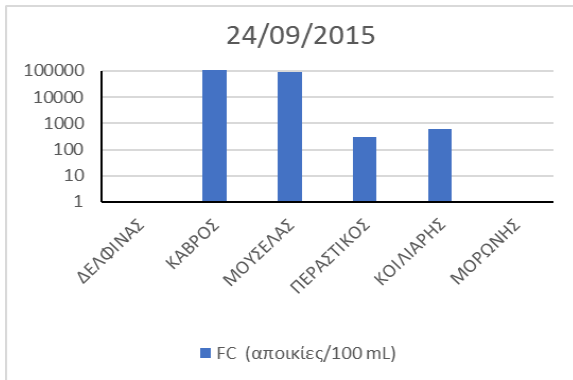


**Σχήμα 34: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού κατά την τρίτη δειγματοληψία**





**Σχήμα 35: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού κατά την τρίτη δειγματοληψία**



**Σχήμα 36: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανωδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού κατά την τρίτη δειγματοληψία**

#### 4.3.4 Τέταρτη δειγματοληψία

Η τέταρτη δειγματοληψία έγινε τέλη Μαρτίου του 2016 μόνο στους ποταμούς Καβρό και Μουσέλα.

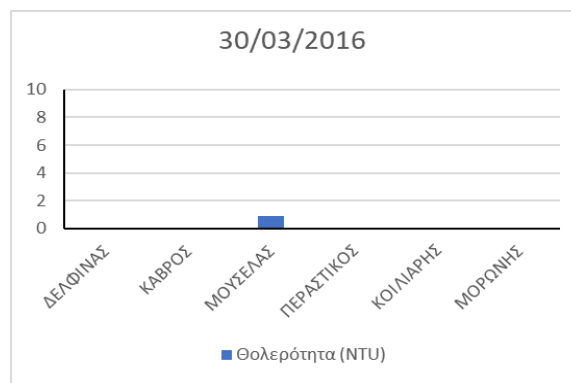
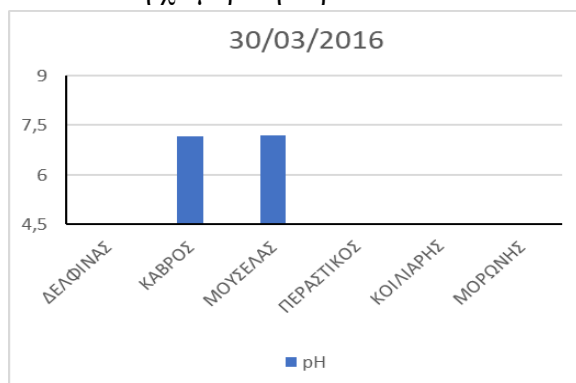
**Πίνακας 9: Αποτελέσματα μετρήσεων την τέταρτη ημερομηνία δειγματοληψίας σε κάθε έναν ποταμό**

30/3/2016	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	Θολερότητα (NTU)	Σκληρότητα (mg/L)	Χλωριόντα (mg/L)	Νιτρικά ιόντα (mg/L)	Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	Θειικά ιόντα (mg/L)	FC (αποικίες/100 mL)	E coli (αποικίες/100 mL)	Εντερόκοκκοι (αποικίες/100 mL)
ΔΕΛΦΙΝΑΣ														
ΚΑΒΡΟΣ	7,17	1218	601		0	555	164,95	3,09	0,27	0,06	258	3800	550	250
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	7,19	541	262		0,9	262	39,99	2,32	0,44	0,25	68	12600	9700	600
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ														
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ														
ΜΟΡΩΝΗΣ														

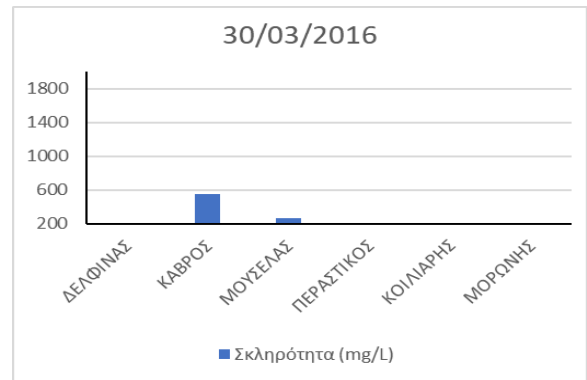
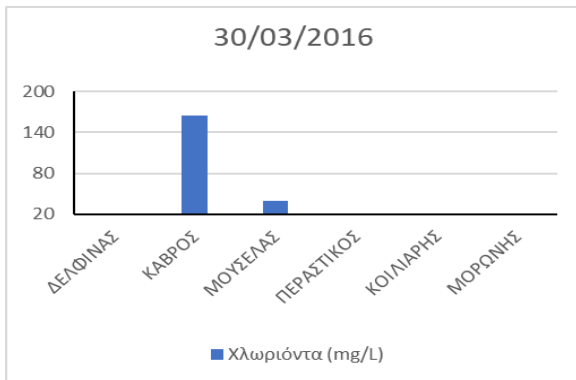
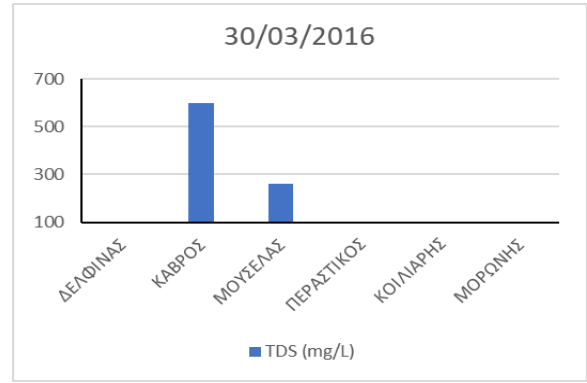
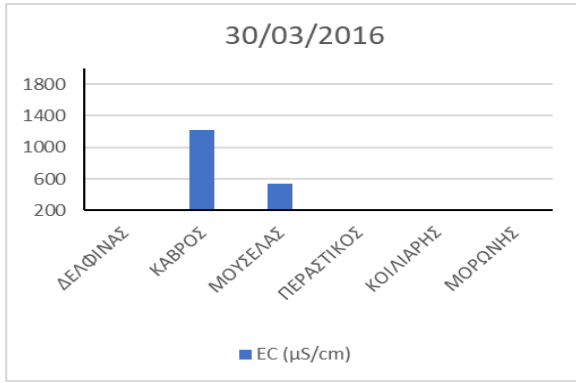
Η τέταρτη και τελευταία δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε περίπου 6 μήνες μετά από την προτελευταία, και παρατηρούνται αρκετές και εμφανείς διαφορές στις φυσικοχημικές, χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους. Σε αυτή την δειγματοληψία, παρατηρείται μικρή μείωση του pH στους δύο ποταμούς, καθώς και της αγωγιμότητας, με αποτέλεσμα να μειωθεί και η συγκέντρωση των ολικών διαλυμένων στερεών. Επιπλέον, παρατηρείται εμφανής μείωση στη θολερότητα σε σχέση με τις προηγούμενες δειγματοληψίες του Ιουλίου και του Αυγούστου του 2015.

Στον ποταμό Μουσέλα, οι συγκεντρώσεις των χλωριόντων, των αμμωνιακών και των θειικών ιόντων έχουν αυξηθεί λίγο σε σχέση με 6 μήνες πριν, ενώ στον ποταμό Καβρό οι συγκεντρώσεις αυτές έχουν μειωθεί. Και στους δύο ποταμούς παρατηρείται μείωση στη συγκέντρωση των φωσφορικών ιόντων.

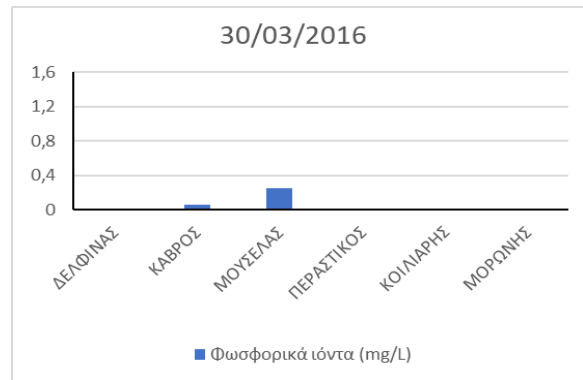
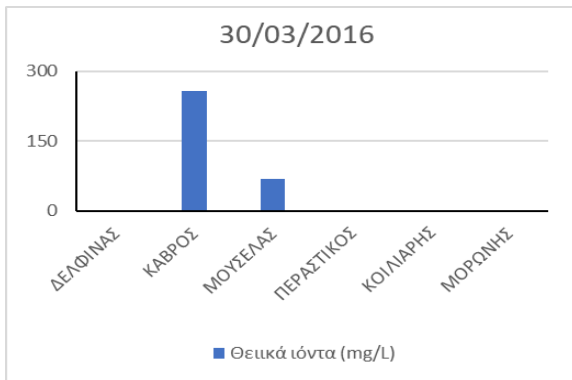
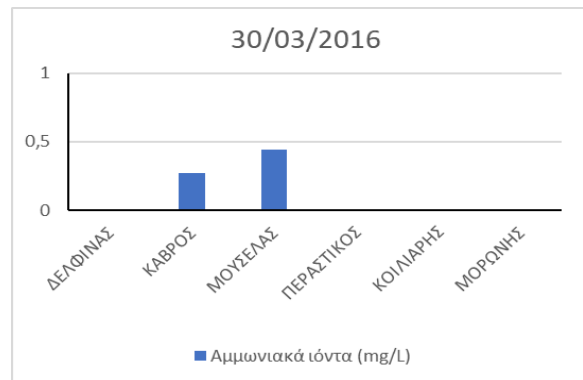
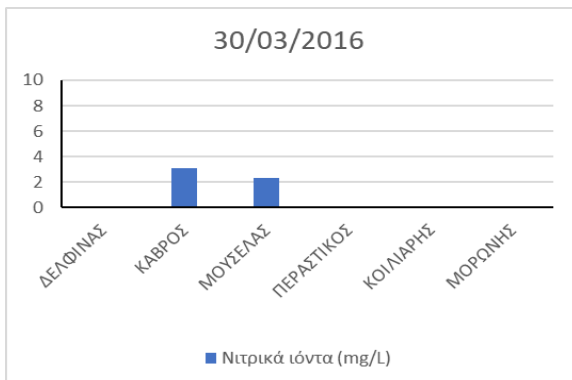
Επίσης, αισθητή και μεγάλη είναι η μείωση των αποικιών των μικροβιολογικών παραμέτρων και στους δύο ποταμούς. Αυτές οι μειώσεις μπορεί να οφείλονται στη μείωση ξενοδοχειακής δραστηριότητας που συνήθως συμβαίνει στην περιοχή αυτή κατά τη χειμερινή περίοδο.



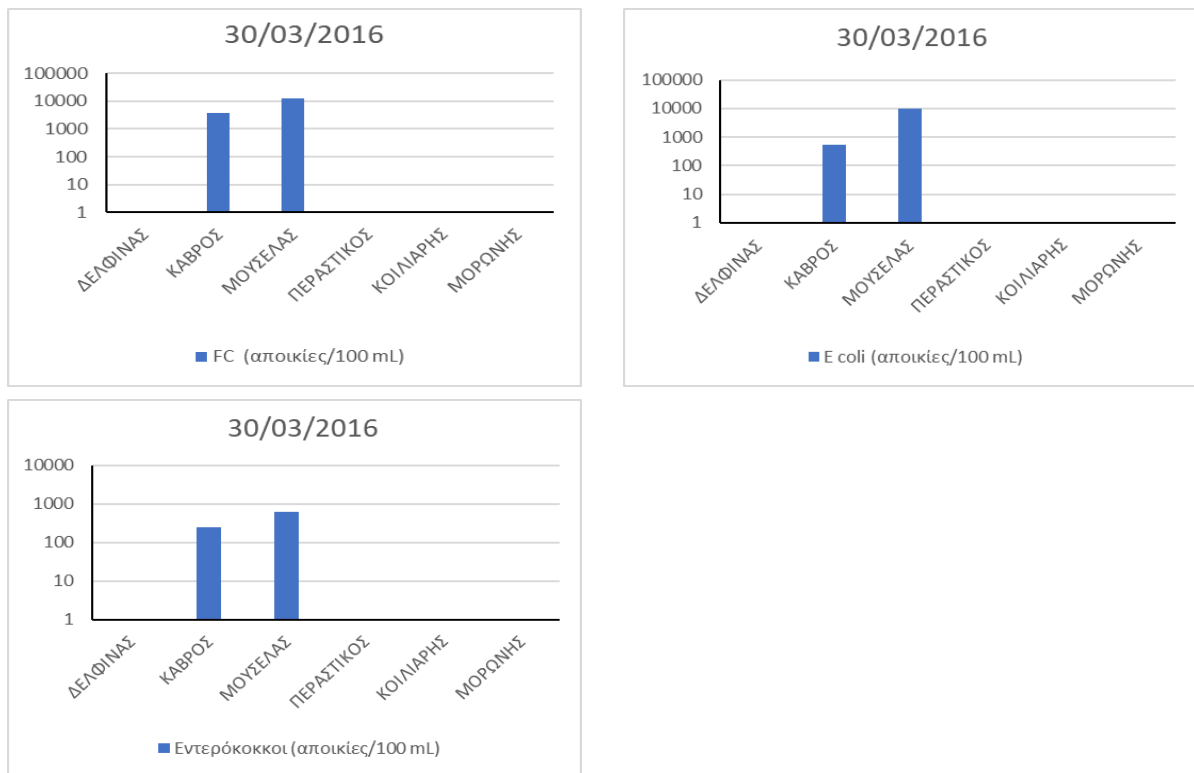
**Σχήμα 37: Μεταβολή του pH και της θολερότητας δειγμάτων νερού κατά την τέταρτη δειγματοληψία**



**Σχήμα 38: Μεταβολή της αγωγιμότητας, των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας δειγμάτων νερού κατά την τέταρτη δειγματοληψία**



**Σχήμα 39: Μεταβολή των νιτρικών, αμμωνιακών θειικών και φωσφορικών ιόντων δειγμάτων νερού κατά την τέταρτη δειγματοληψία**



**Σχήμα 40: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100 ml) των κοπρανώδων κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου δειγμάτων νερού κατά την τέταρτη δειγματοληψία**

#### 4.4 Αποτελέσματα και συμπεράσματα ανά παράμετρο

**pH:** Δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις τιμές του pH μεταξύ των ποταμών. Ωστόσο, παρατηρείται μια μικρή μείωση του pH σε όλους τους ποταμούς στην τελευταία δειγματοληψία.

**Αγωγιμότητα και ολικά διαλυμένα στερεά (TDS):** Οι ποταμοί Μορώνης και Περαιτικός παρουσιάζουν την υψηλότερη αγωγιμότητα, ενώ παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις τιμές μεταξύ των ποταμών. Η τελευταία δειγματοληψία δείχνει μια μικρή μείωση των τιμών.

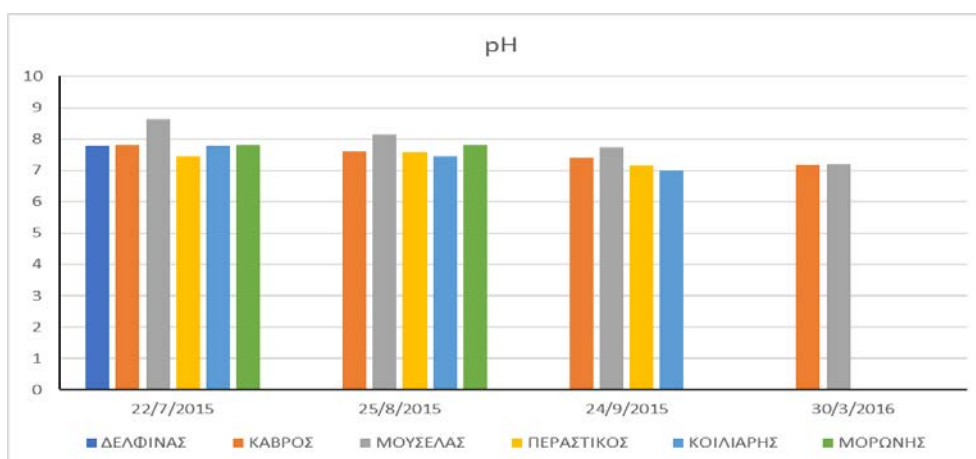
**Διαλυμένο οξυγόνο:** Ο ποταμός Κοιλιάρης εμφανίζει υψηλή τιμή διαλυμένου οξυγόνου στην πρώτη δειγματοληψία, ενώ οι υπόλοιποι ποταμοί διατηρούν σταθερές τιμές σε όλες τις δειγματοληψίες.

**Θολρότητα:** Ο ποταμός Μορώνης έχει τις υψηλότερες τιμές θολρότητας στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία, αλλά μειώνεται αρκετά στην τελευταία. Στους υπόλοιπους ποταμούς, παρατηρείται σχετική σταθερότητα.

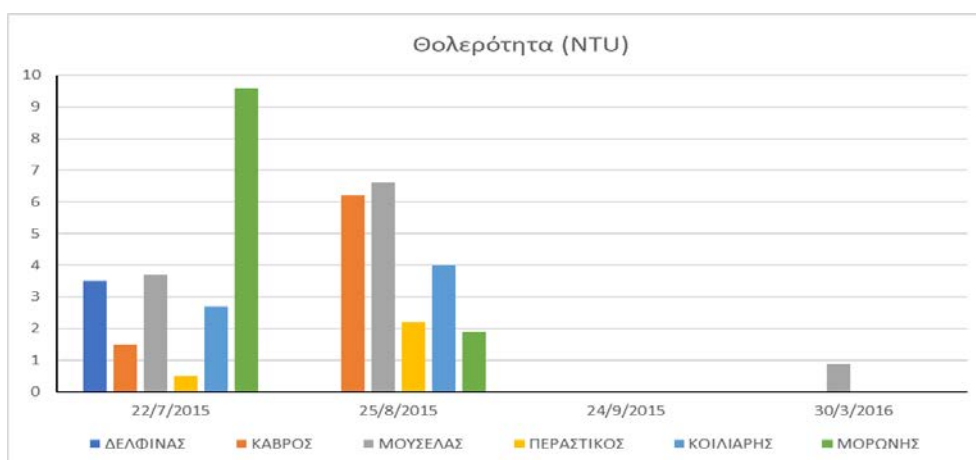
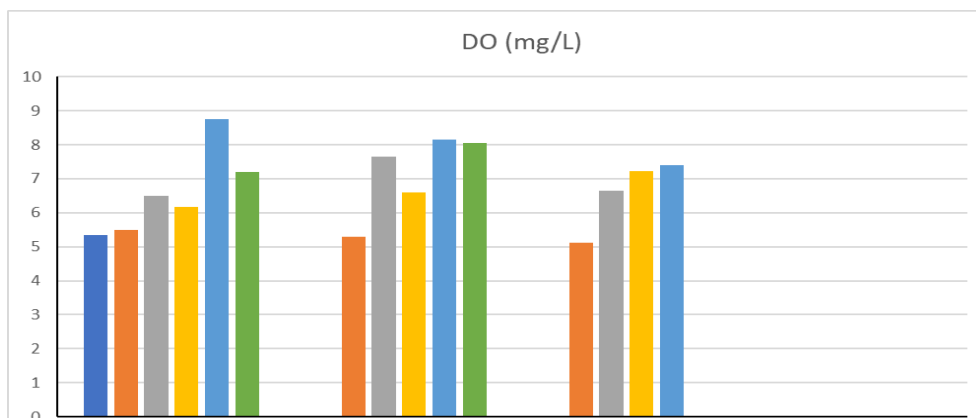
**Χημικές παράμετροι (χλωριόντα, αμμωνιακά, φωσφορικά, θειικά):** Οι τιμές των χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν αυξομειώσεις ανάμεσα στις διαφορετικές δειγματοληψίες και ανάμεσα στους διάφορους ποταμούς. Ο ποταμός Μορώνης φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καθώς παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων, αμμωνιακών και θειικών ιόντων.

**Μικροβιολογικές παράμετροι (κοπρανώδη κολοβακτηρίδια, E. coli, εντερόκοκκοι):** Όλοι οι ποταμοί παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις μικροβίων που προέρχονται από ζωική ή ανθρωπογενή προέλευση. Οι τιμές διαφοροποιούνται ανάμεσα στις δειγματοληψίες, με ορισμένους ποταμούς να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση στο μικροβιολογικό φορτίο στην τελευταία δειγματοληψία.

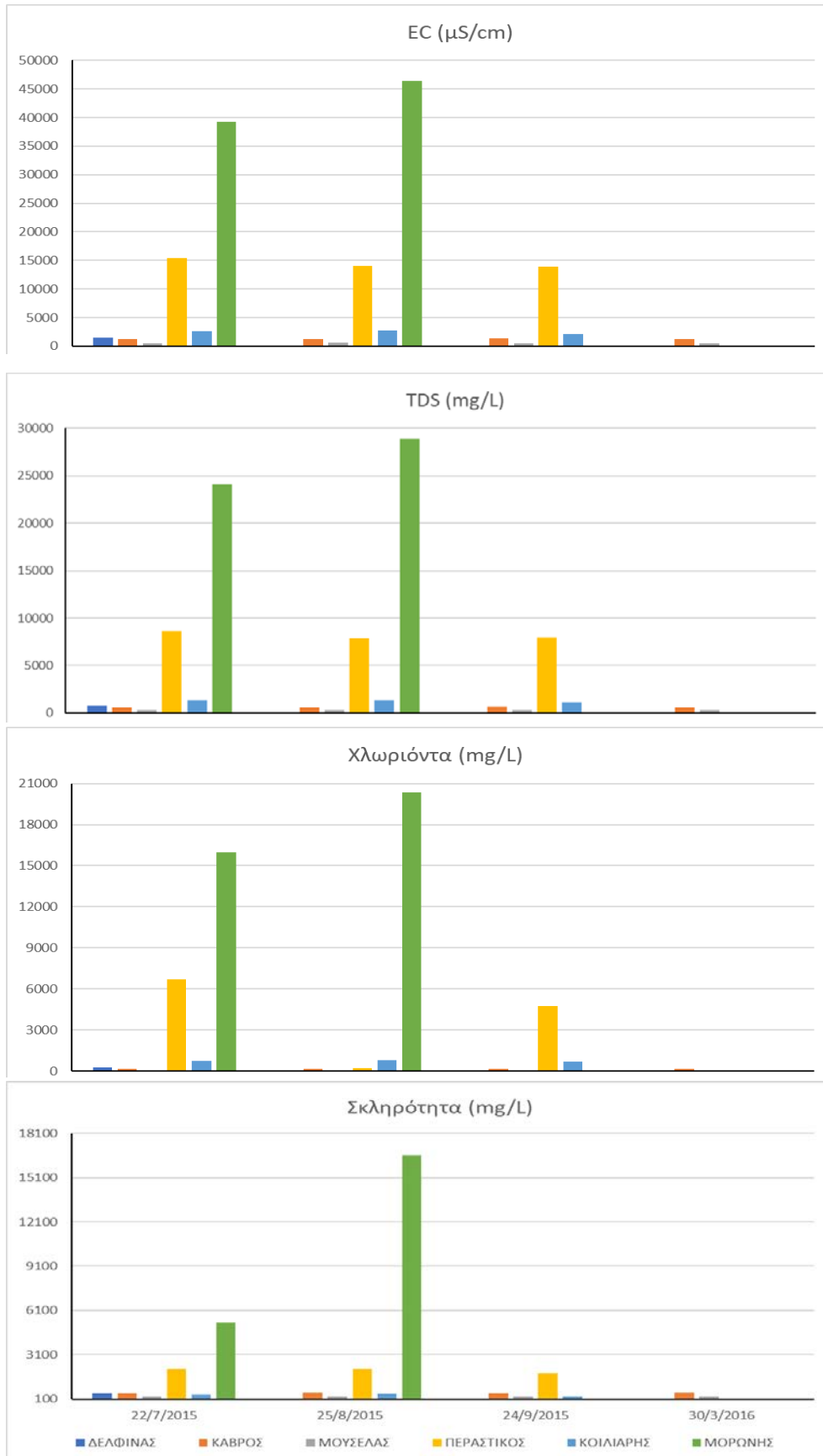
Συνολικά, οι ποταμοί φαίνεται να επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ανθρώπινης δραστηριότητας, εποχικών μεταβολών και φυσικών παραγόντων, που επηρεάζουν τις παραμέτρους του νερού. Οι διαφορές μεταξύ των ποταμών μπορεί να οφείλονται σε διαφορές στο γεωλογικό υπόβαθρο, την υδρολογία, τη χρήση γης και τις απορρίψεις ουσιών στο περιβάλλον τους. Οι αυξομειώσεις που παρατηρούνται σε διάφορες περιόδους έναρξης της δειγματοληψίας επίσης δείχνουν ότι η παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων είναι σημαντική για την αξιολόγηση της υγείας του οικοσυστήματος και την εντοπισμό πιθανών προβλημάτων που πρέπει να αντιμετωπιστούν.



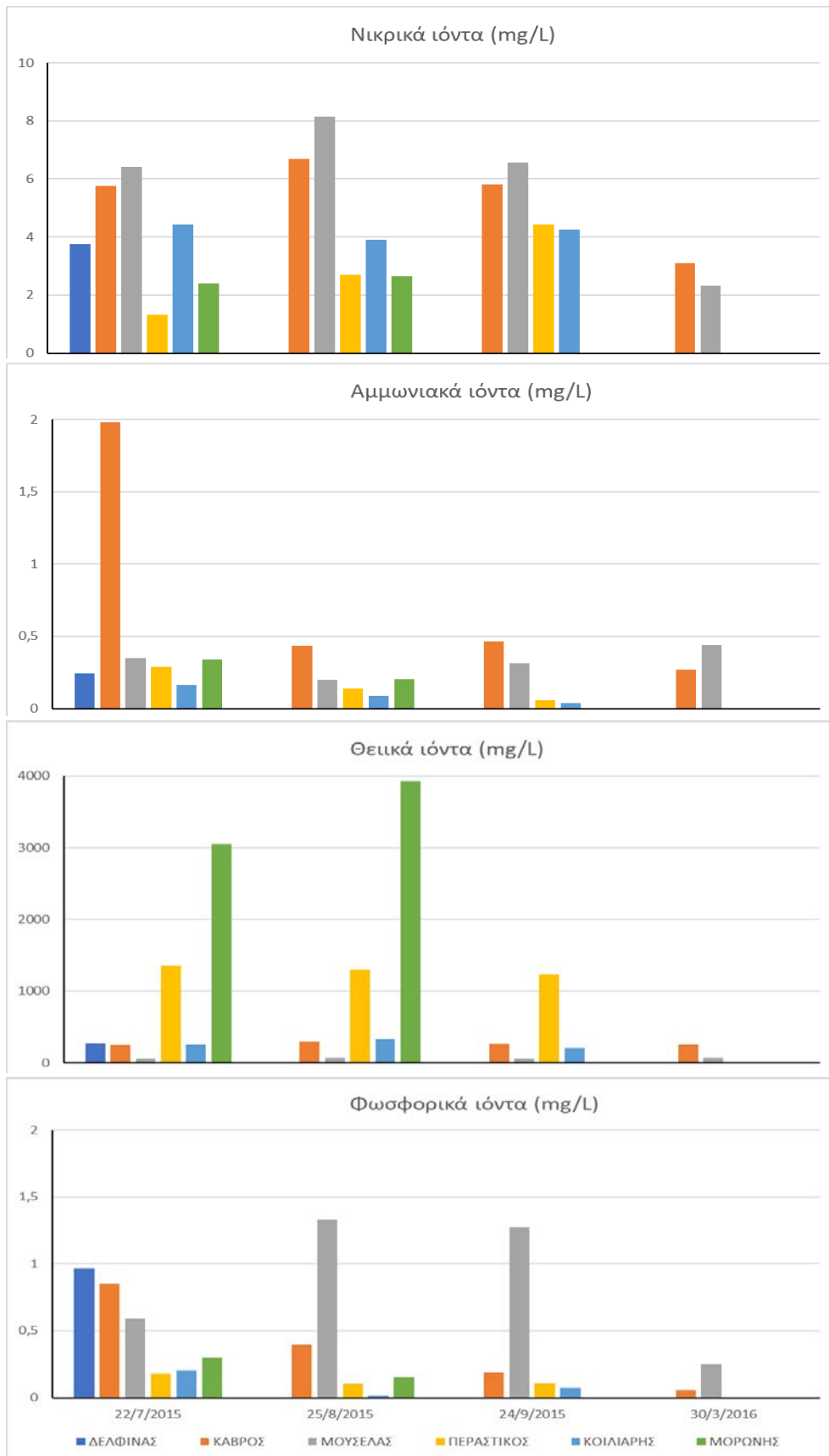
Σχήμα 41: Σύγκριση δειγματοληψιών για τις τιμές του pH



Σχήμα 42: Σύγκριση δειγματοληψιών για την συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και την θολερότητα

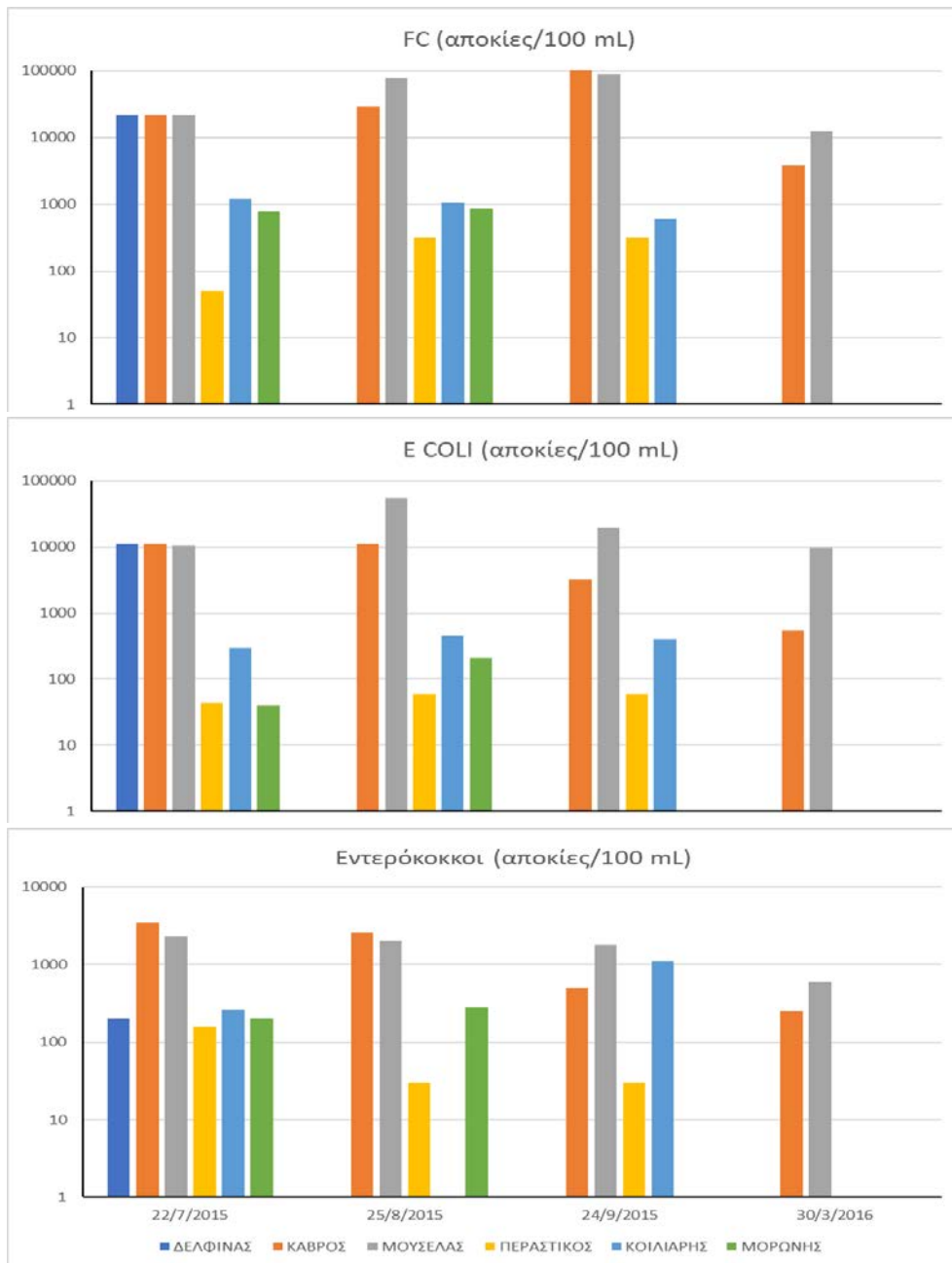


Σχήμα 43: Σύγκριση δειγματοληψιών για την αγωγιμότητα, την συγκέντρωση των TDS, των χλωριόντων και της σκληρότητας



Σχήμα 44: Σύγκριση δειγματοληψιών για τις συγκεντρώσεις νιτρικών, αμμωνιακών, θειικών και φωσφορικών ιόντων





Σχήμα 45: Σύγκριση δειγματοληψιών για τον αριθμό αποικιών κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου

#### 4.5 Αποτελέσματα και συμπεράσματα μέσου όρου

Υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών για κάθε παράμετρο από όλες τις δειγματοληψίες, και για κάθε ποταμό προκειμένου να αποτυπωθεί κατά μέσο όρο το επίπεδο ρύπανσης σε κάθε σημείο δειγματοληψίας

Οι τιμές του pH στα επιφανειακά νερά κυμαίνονται από 6,5 μέχρι 9,5. Από τις εργαστηριακές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν φαίνεται ότι οι τιμές το δειγμάτων βρίσκονται εντός του εύρους τιμών. Το pH είναι μεταξύ των τιμών 7,39 - 7,92.

Η αγωγιμότητα στα δείγματα διαφέρει σημαντικά μεταξύ τους. Οι τιμές της κυμαίνονται από 542  $\mu\text{S}/\text{cm}$  έως 42850  $\mu\text{S}/\text{cm}$  με τον Κοιλιάρη να έχει αγωγιμότητα 2480  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τον Περαιτικό με 14470  $\mu\text{S}/\text{cm}$  και τον Μορώνη με 42850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Στα επιφανειακά νερά οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 50 - 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ενώ στο υφάλμυρο νερό από 1600 - 48000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Βάσει αυτού, συμπεραίνεται ότι στους ποταμούς Κοιλιάρη, Περαιτικό και Μορώνη το νερό είναι υφάλμυρο. Ανάλογα με τις τιμές της αγωγιμότητας στους ποταμούς, αλλάζουν και οι συγκεντρώσεις των ολικών διαλυμένων στερεών. Ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων των ολικών στερεών κυμαίνεται από 263 mg/L που είναι και η μικρότερη τιμή έως 26500 mg/L που είναι και η μεγαλύτερη. Οι πολύ υψηλές τιμές οφείλονται πιθανότητα σε ανθρώπινα, βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα.

Η θολρότητα διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές οφείλονται σε αιωρούμενα σωματίδια ανόργανης ή οργανικής φύσης που βρίσκονται στα νερά.

Η σκληρότητα κυμαίνεται από 265 έως 10950 mg/L με τον Μορώνη να έχει την μεγαλύτερη τιμή μέσου όρου και τον Μουσέλα την μικρότερη. Η σκληρότητα οφείλεται κυρίως στις συγκεντρώσεις ανθρακικών αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου οι τιμές του μέσου όρους συγκέντρωσης κυμαίνονται από 40 έως 18169 mg/L με πάλι τον Μορώνη να έχει την πρωτιά στις υψηλές συγκεντρώσεις. Αντιθέτως στον μέσο όρο των νιτρικών ιόντων την μεγαλύτερη τιμή την έχει ο Μουσέλας με 5,86 mg/L. Η παρουσία τους μάλλον οφείλεται σε λιπάσματα, ζωικά και ανθρώπινα απόβλητα. Στον μέσο όρο συγκέντρωσης αμμωνιακών ιόντων ο Καβρός παρουσιάζει την μεγαλύτερη τιμή 0,78 mg/L ενώ ο Κοιλιάρης έχει τον μικρότερο μέσο όρο 0,095 mg/L. Στις συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων πάλι ο Κοιλιάρης έχει τον μικρότερο μέσο όρο 0,097 mg/L και ο Δέλφινας έχει την μεγαλύτερη 0,96 mg/L έχοντας όμως μόνο μία δειγματοληψία. Βλέποντας τον μέσο όρο των θεικών ιόντων παρατηρείται ότι ο Περαιτικός έχει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις με τον μέσο όρο να είναι 1293 mg/L. Μπορεί να προέρχονται από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ανθρωπογενή αίτια όπως λιπάσματα και λύματα.

. Όλοι οι ποταμοί που μελετήθηκαν εκτός του Μορώνη περνάνε και εκβάλουν σε περιοχές με αυξημένη γεωργική και τουριστική δραστηριότητα. Οι αριθμοί των αποικιών στα κοπρανώδη κολοβακτήρια εμφανίζουν αυξητική τάση την θερινή περίοδο.

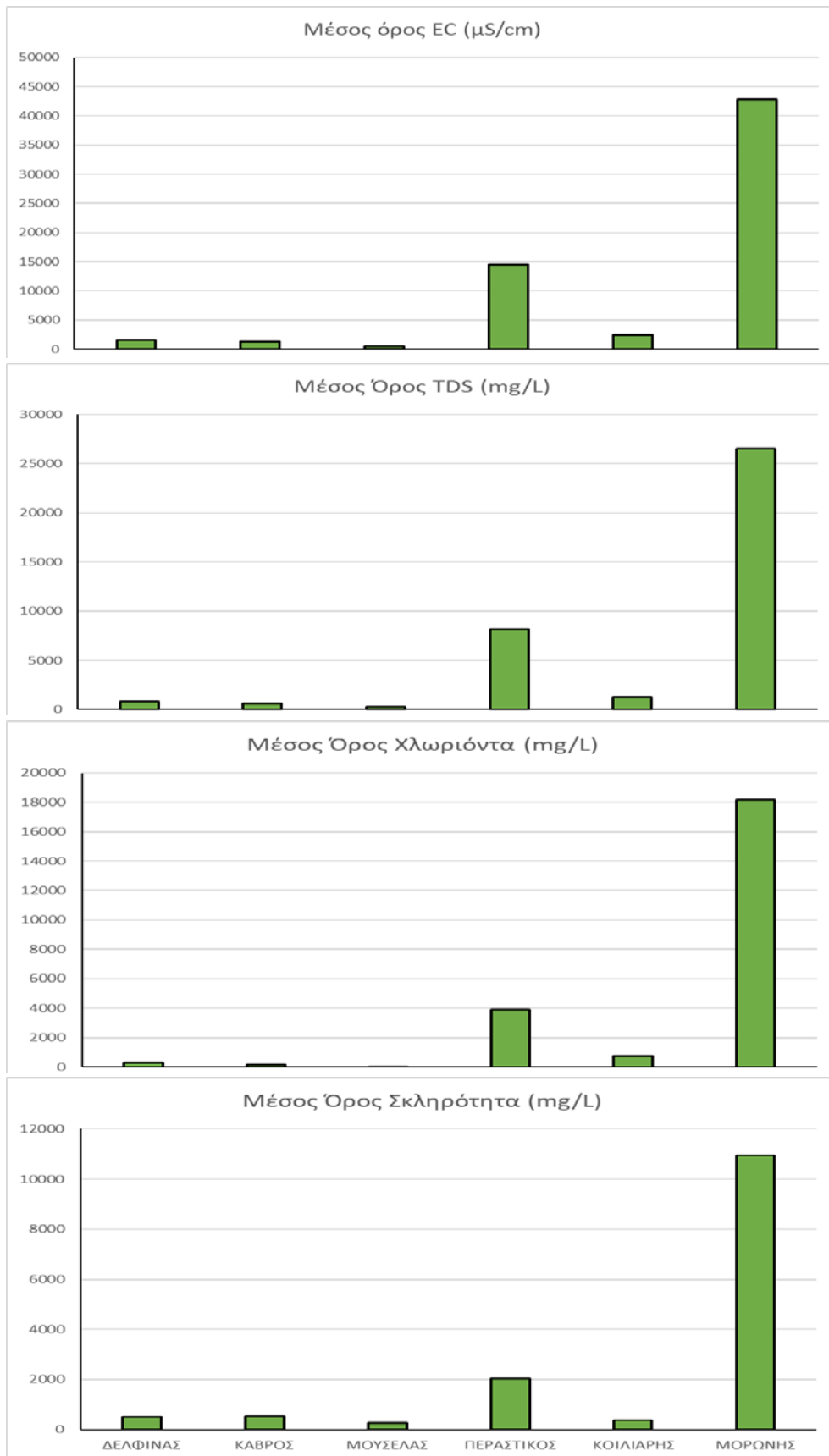
Ο Μουσέλας έχει τον μεγαλύτερο μέσο όρο αποικιών κολοβακτηρίων 49900 αποικίες/100 mL καθώς και τον μεγαλύτερο μέσο όρο αποικιών E-coli 23650 αποικίες/100 mL ενώ ο ποταμός Καβρός έχει τον μεγαλύτερο μέσο όρο αποικιών εντερόκοκκου 1712,5 αποικίες/100 mL με τον ποταμό Μουσέλα να έρχεται στη δεύτερη θέση με 1675 αποικίες/100 mL. Τις πιο μικρές τιμές κολοβακτηρίων και E-coli τις παρουσιάζει ο Μορώνης με 805 αποικίες/100 mL και 125 αποικίες/100 mL αντίστοιχα ενώ ο Δέλφινας έχει τις λιγότερες αποικίες εντερόκοκκου 200 αποικίες/100 mL έχοντας όμως μόνο μία δειγματοληψία για όλη την περίοδο.

Οι ποταμοί διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σε όλες τις παραμέτρους, όπως pH, αγωγιμότητα, συγκεντρώσεις ολικών διαλυμένων στερεών, χημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά. Αυτό υποδεικνύει ότι κάθε ποταμός έχει μοναδικά χαρακτηριστικά και πιθανότατα διαφορετικές πηγές ρύπανσης.

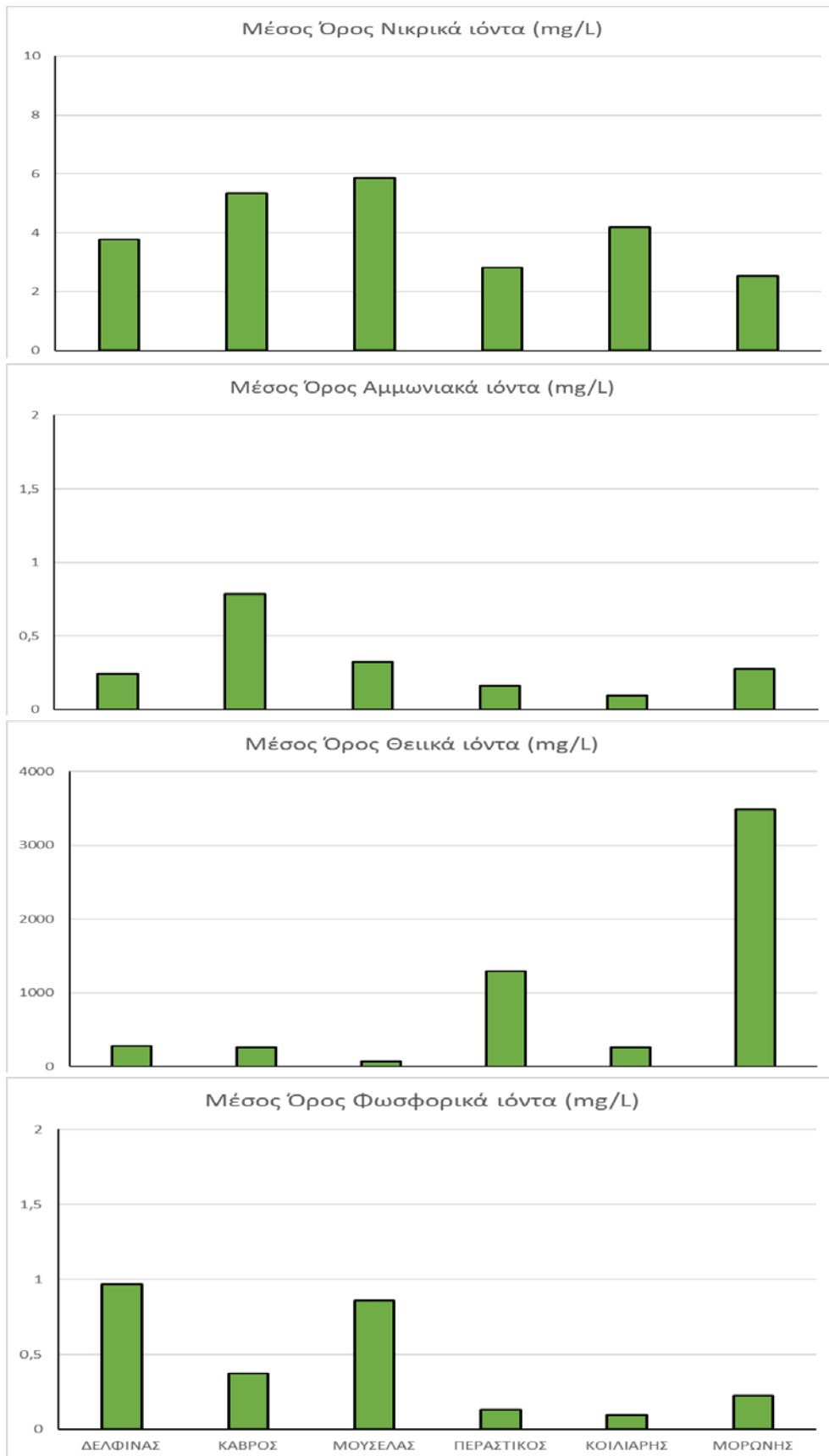
Για την επιβεβαίωση και περαιτέρω εξήγηση αυτών των συμπερασμάτων, θα πρέπει να συνεχίσουν τα περιβαλλοντικά μελετητικά προγράμματα και να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες όπως η γεωλογία της περιοχής, η χρήση της γης και οι ανθρώπινες δραστηριότητες για την προστασία και βελτίωση της ποιότητας των υδάτων.



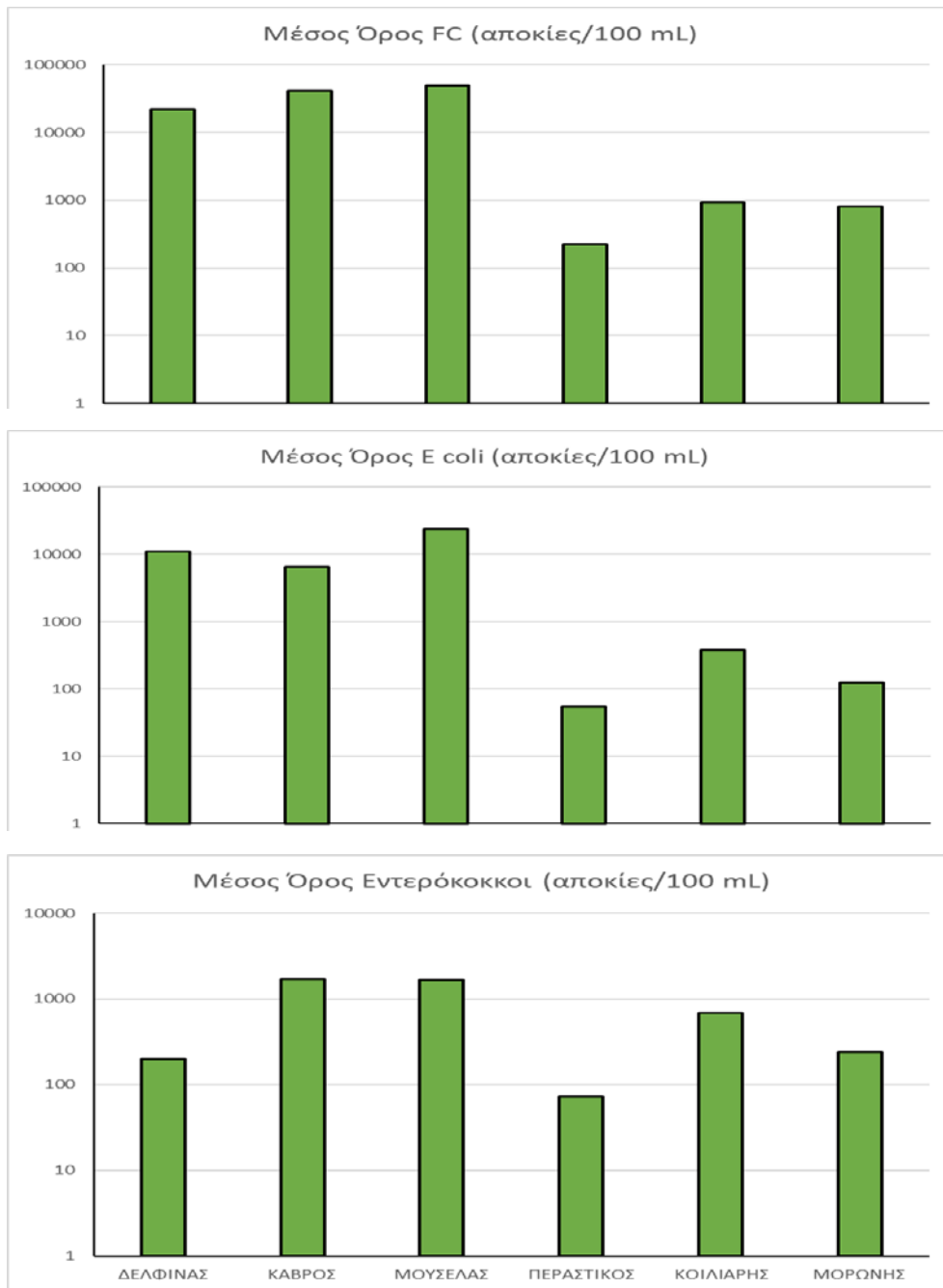
**Σχήμα 46:** Μέσος όρος για τις παραμέτρους pH, διαλυμένο οξυγόνο και θολερότητας



Σχήμα 47: Μέσος όρος για τις παραμέτρους της αγωγιμότητας, των TDS, χλωριόντων και σκληρότητας



Σχήμα 48: Μέσος όρος για τις παραμέτρους των νιτρικών, αμμωνιακών, θειικών και φωσφορικών ιόντων



**Σχήμα 49: Μέσος όρος για τις παραμέτρους των κοπρανοδών κολοβακτηρίων, της E coli και του εντερόκοκκου**

#### 4.6 Αποτελέσματα και συμπεράσματα της στατιστικής επεξεργασίας

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση.

Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέτρο που χρησιμοποιείται για να μετρήσει τον βαθμό διασποράς ή απόκλισης των δεδομένων από τον μέσο όρο σε ένα σύνολο δεδομένων. Η τυπική απόκλιση υπολογίζεται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

όπου:

$\bar{x}$  είναι ο μέσος όρος του πληθυσμού

$n$  είναι το πλήθος των δεδομένων του πληθυσμού.

Ο συντελεστής ομοιογένειας είναι ένας στατιστικός δείκτης που χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει την ομοιογένεια ή την ομοιομορφία ενός συνόλου δεδομένων ή μιας διανομής. Στην ουσία, ο συντελεστής ομοιογένειας μετράει πόσο ομοιόμορφα κατανέμονται τα δεδομένα σε ένα δεδομένο εύρος. Ο συντελεστής ομοιογένειας υπολογίζεται συνήθως ως η αναλογία της τυπικής απόκλισης προς τον μέσο όρο.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Για να χαρακτηριστεί ένα δείγμα ως ομοιογενές, απαιτείται ο συντελεστής ομοιογένειας να είναι μικρότερος ή ίσος με 0,1, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 10%. Αυτό υποδηλώνει ότι το δείγμα δεν εμφανίζει σημαντική διακύμανση στις παραμέτρους που εξετάζονται, καθιστώντας το ομοιογενές σε σχέση με αυτές τις παραμέτρους. [31]

Η ανάλυση του συντελεστή ομοιογένειας μπορεί να παρέχει σημαντική πληροφορία για την υγεία του οικοσυστήματος και την ποιότητα των υδάτων. Οι ανομοιογένειες που παρατηρούνται στα διάφορα ιόντα και το μικροβιολογικό φορτίο μπορεί να προκληθούν από ποικίλους παράγοντες, όπως βιολογική και χημική ρύπανση, κλιματικές μεταβολές, γεωλογικές διαφορές και άλλους παράγοντες περιβαλλοντικής επίδρασης.

Παρακάτω παρατίθενται πίνακες και σχόλια αναφορικά με τον συντελεστή ομοιογένειας των ποταμών, ο οποίος αξιολογήθηκε με βάση διάφορες παραμέτρους.

Οι τιμές στον συντελεστή ομοιογένειας % έχουν στρογγυλοποιηθεί.



Πίνακας 10:Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για το pH κάθε ποταμού

pH	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	7,78				7,78	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	7,8	7,61	7,41	7,17	7,4975	0,23402724	3,12%
ΜΟΥΣΣΕΛΑΣ	8,63	8,14	7,73	7,19	7,9225	0,52949858	7%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	7,45	7,59	7,14		7,39333333	0,18803073	3%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	7,78	7,46	6,99		7,41	0,32444825	4%
ΜΟΡΩΝΗΣ	7,8	7,82			7,81	0,01	0%

Πέρα από τον ποταμό Δέλφινα, όπου πραγματοποιήθηκε μόνο μία δειγματοληψία οπότε ο συντελεστής ομοιογένειας του pH είναι 0%, στον ποταμό Μορώνη στις δύο δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν, ο συντελεστής είναι 0% αφού η διαφορά των μετρήσεων pH ήταν ελάχιστη. Στους ποταμούς Καβρό και Περαστικό οι συντελεστές ομοιογένειας είναι 3,12 % και 3% αντίστοιχα, αποδεικνύοντας ότι οι τιμές του pH δεν εμφάνισαν μεγάλες διακυμάνσεις. Στον Κοιλιαρή παρατηρείται πτώση του pH οπότε προκύπτει ο συντελεστής ομοιογένειας να είναι 4%. Τέλος, στον ποταμό Μουσέλα ο συντελεστής ομοιογένειας είναι 7% καθώς παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της τιμής του pH. Από τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι στα δείγματα των ποταμών υπάρχει ομοιογένεια όσον αφορά το pH.

Πίνακας 11:Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για την αγωγιμότητα κάθε ποταμού

EC ( $\mu S/cm$ )	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	1532				1532	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	1187	1251	1370	1218	1256,5	69,327123	5,52%
ΜΟΥΣΣΕΛΑΣ	528	568	532	541	542,25	15,59447	3%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	15400	14060	13950		14470	659,14085	5%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	2570	2690	2180		2480	217,71541	9%
ΜΟΡΩΝΗΣ	39300	46400			42850	3550	8%

Ο ποταμός Μουσέλας παρουσιάζει μικρές διαφορές στην αγωγιμότητα στις τέσσερις δειγματοληψίες, με έναν συντελεστή ομοιογένειας της τάξης του 3%. Ακολουθούν οι ποταμοί Καβρός και Περαστικός με συντελεστές ομοιογένειας 5,2% και 5% αντίστοιχα. Στον ποταμό Μορώνη, παρατηρείται σημαντική αύξηση στην αγωγιμότητα, με αποτέλεσμα ο συντελεστής ομοιογένειας να ανέρχεται στο 8%. Τέλος, στον ποταμό Κοιλιαρή παρουσιάζονται σημαντικές διακυμάνσεις στις μετρήσεις της αγωγιμότητας, με αποτέλεσμα ο συντελεστής να είναι υψηλότερος από ό,τι στα υπόλοιπα ποτάμια. Παρά τα παραπάνω, τα δείγματα εμφανίζουν ομοιογένεια στην αγωγιμότητα.

**Πίνακας 12: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα TDS κάθε ποταμού**

TDS (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	762				762	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	585	618	678	601	620,5	35,1887766	5,67%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	256	276	258	262	263	7,81024968	3%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	8660	7860	7980		8166,6667	352,262528	4%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	1305	1370	1098		1257,6667	115,977967	9%
ΜΟΡΩΝΗΣ	24100	28900			26500	2400	9%

Σε ό,τι αφορά τα ολικά διαλυμένα στερεά, παρατηρούμε ότι οι ποταμοί Μουσέλας και Περαστικός έχουν τον χαμηλότερο συντελεστή ομοιογένειας, καταγράφοντας 3% και 4% αντίστοιχα. Ακολουθεί ο ποταμός Καβρός με ένα ποσοστό συντελεστή ομοιογένειας της τάξης του 5,67%. Όσον αφορά τον Κοιλιάρη, παρατηρούμε αυξομειώσεις στις συγκεντρώσεις των TDS, με αποτέλεσμα ο συντελεστής ομοιογένειας να ανέρχεται στο 9%. Το ίδιο ποσοστό ομοιογένειας έχει και ο ποταμός Μορώνης. Όλοι αυτοί οι ποταμοί δείχνουν την ομοιογένειά τους στην περίπτωση των ολικών διαλυμένων στερεών καθώς οι συντελεστές τους είναι κάτω από το 10%.

**Πίνακας 13: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για το διαλυμένο οξυγόνο κάθε ποταμού**

DO (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	5,34				5,34	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	5,5	5,3	5,11		5,3033333	0,1592343	3%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	6,5	7,66	6,64		6,9333333	0,5169999	7%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	6,17	6,59	7,22		6,66	0,431509	6%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	8,75	8,16	7,41		8,1066667	0,5483511	7%
ΜΟΡΩΝΗΣ	7,19	8,06			7,625	0,435	6%

Τα αποτελέσματα του συντελεστή ομοιογένειας για το διαλυμένο οξυγόνο, όπως παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, δείχνουν ότι όλα τα δείγματα είναι ομοιογενή. Ο ποταμός Καβρός, με ένα ποσοστό 3%, παρουσιάζει μια μικρή μείωση στα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου. Οι ποταμοί Περαστικός και Μορώνης έχουν συντελεστές ομοιογένειας 6%, ενώ οι ποταμοί Μουσέλας και Κοιλιάρης έχουν συντελεστές 7%. Σε αυτούς τους τέσσερις ποταμούς παρατηρούνται αυξομειώσεις στις μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου.

**Πίνακας 14: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για την θολερότητα κάθε ποταμού**

Θολερότητα (NTU)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	3,5				3,5	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	1,5	6,2			3,85	2,35	61,04%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	3,7	6,6			5,15	1,45	28%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	0,5	2,2			1,35	0,85	63%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	2,7	4			3,35	0,65	19%
ΜΟΡΩΝΗΣ	9,6	1,9			5,75	3,85	67%

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι δεν διατίθενται μετρήσεις της θολερότητας για όλες τις δειγματοληψίες. Αν και οι τιμές της θολερότητας παραμένουν εντός των επιτρεπόμενων ορίων, παρατηρείται ανομοιογένεια σε όλα τα δείγματα. Αυτό οφείλεται στις σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μετρήσεις κάθε ποταμού. Η μεγαλύτερη ανομοιογένεια παρατηρείται στον ποταμό Μορώνη, με ποσοστό 67%, καθώς η θολερότητα μειώνεται από 9,6 NTU σε 1,9 NTU.

**Πίνακας 15: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για την σκληρότητα κάθε ποταμού**

Σκληρότητα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	508				508	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	498	520	508	555	520,25	21,5217913	4,14%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	264	280	254	262	265	9,43398113	4%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	2140	2120	1860		2040	127,540843	6%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	426	450	274		383,33333	77,9287424	20%
ΜΟΡΩΝΗΣ	5300	16600			10950	5650	52%

Σχετικά με τον συντελεστή ομοιογένειας για τη σκληρότητα, παρατηρούμε ότι τα δείγματα από τους ποταμούς Καβρό, Μουσέλα και Περαστικό εμφανίζουν ομοιογένεια, καθώς ο συντελεστής ομοιογένειας κυμαίνεται στα ποσοστά 4,14%, 4% και 6%, αντίστοιχα. Αντιθέτως, στον ποταμό Κοιλιάρη παρατηρούνται αυξομειώσεις στις συγκεντρώσεις της σκληρότητας. Αυτό οδηγεί σε υψηλό συντελεστή ομοιογένειας, 20%, και καθιστά το δείγμα ανομοιογενές ως προς τη σκληρότητα. Επίσης, ανομοιογενές δείγμα για τη σκληρότητα αποτελεί και ο ποταμός Μορώνης, με συντελεστή ομοιογένειας 52%, διότι η σκληρότητα αυξάνεται από 5300 mg/L σε 16600 mg/L.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα χλωριόντα κάθε ποταμού

Χλωριόντα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	297,9				297,9	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	154	176,95	189,94	164,95	171,46	13,4059893	7,82%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	41	45,99	35,99	39,99	40,7425	3,56212981	9%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	6722,9	202,94	4748,53		3891,4567	2729,88408	70%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	748	814,75	674,79		745,84667	57,1587149	8%
ΜΟΡΩΝΗΣ	15995	20343,69			18169,345	2174,345	12%

Στην περίπτωση των χλωριόντων, παρατηρούμε ότι υπάρχουν αρκετές διαφορές στους συντελεστές ομοιογένειας. Ο Καβρός έχει έναν συντελεστή ομοιογένειας 7,82%, ο Μουσέλας 9%, και ο Κοιλιάρης 8%. Παρόλο που αυτά τα ποσοστά είναι πολύ κοντά στο όριο του συντελεστή ομοιογένειας (10%), τα ποσοστά αυτά καθιστούν τα δείγματα ομοιογενή όσον αφορά τα χλωριόντα. Αντίθετα, ο Μορώνης παρουσιάζει ένα ποσοστό συντελεστή ομοιογένειας 12%, ελαφρώς υπέρ του ορίου, με αποτέλεσμα το δείγμα να θεωρείται ανομοιογενές. Ωστόσο, και ο ποταμός Περαστικός παρουσιάζει υψηλό ποσοστό, δηλαδή 70%, λόγω των σημαντικών διαφορών στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Συνεπώς, το δείγμα του ποταμού αυτού θεωρείται ανομοιογενές στην περίπτωση των χλωριόντων.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα νιτρικά ιόντα κάθε ποταμού

Νιτρικά ιόντα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	3,7638				3,7638	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	5,7564	6,68628	5,80068	3,09	5,33334	1,34725716	25,26%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	6,4206	8,14752	6,55344	2,32	5,86039	2,15403566	37%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	1,3284	2,70108	4,428		2,81916	1,26815804	45%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	4,428	3,89664	4,25088		4,19184	0,22090745	5%
ΜΟΡΩΝΗΣ	2,39112	2,6568			2,52396	0,13284	5%

Στον πίνακα των νιτρικών ιόντων, παρατηρούμε σημαντικές διαφορές στους συντελεστές ομοιογένειας. Οι ποταμοί Κοιλιάρης και Μορώνης διαθέτουν έναν συντελεστή ομοιογένειας 5%, καθιστώντας τα δείγματά τους ομοιογενή. Ωστόσο, στην περίπτωση του Μουσέλα, κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, παρατηρείται σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων, ενώ στην τρίτη δειγματοληψία, επανέρχεται σε πολύ κοντινά επίπεδα με αυτά της πρώτης δειγματοληψίας. Αυτό οδηγεί σε έναν συντελεστή ομοιογένειας 37%, καθιστώντας το δείγμα ανομοιογενές. Σε αντίθεση, ο Καβρός παρουσιάζει μικρότερες αποκλίσεις στα αποτελέσματα των μετρήσεων, αλλά ακόμη και στην περίπτωση του, το δείγμα θεωρείται ανομοιογενές. Τέλος, το δείγμα του ποταμού Περαστικού, με ποσοστό 45% συντελεστή ομοιογένειας, θεωρείται επίσης ανομοιογενές.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα αμμωνιακά ιόντα κάθε ποταμού

Αμμωνιακά ιόντα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	0,24453				0,24453	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	1,98198	0,432432	0,462033	0,27	0,7866113	0,69400786	88,23%
ΜΟΥΣΣΕΛΑΣ	0,34749	0,198198	0,315315	0,44	0,3252508	0,08646256	27%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	0,288288	0,137709	0,059202		0,161733	0,09505424	59%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	0,162162	0,088803	0,036036		0,095667	0,05171897	54%
ΜΟΡΩΝΗΣ	0,339768	0,20592			0,272844	0,066924	25%

Όσον αφορά τα αποτελέσματα των συντελεστών ομοιογένειας για τα αμμωνιακά ιόντα, παρατηρούμε ότι όλοι οι ποταμοί, εκτός από τον Δέλφινα - όπου διαθέτουμε μόνο μία δειγματοληψία, με αποτέλεσμα τον συντελεστή ομοιογένειας να είναι 0 - παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά. Αυτό καθιστά τα δείγματα των υπόλοιπων ποταμών ανομοιογενή. Συγκεκριμένα, ο Καβρός εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό με 88,23%, ενώ οι Μορώνης, Μουσέλας, Κοιλιάρης, και Περαστικός παρουσιάζουν ποσοστά 25%, 27%, 54%, και 59% αντίστοιχα.

Πίνακας 19: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα φωσφορικά ιόντα κάθε ποταμού

Φωσφορικά ιόντα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	0,96516				0,96516	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	0,848728	0,395256	0,186904	0,06	0,372722	0,29975526	80,42%
ΜΟΥΣΣΕΛΑΣ	0,588288	1,326712	1,274624	0,25	0,859906	0,45707235	53%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	0,180776	0,104176	0,110304		0,131752	0,03475536	26%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	0,202224	0,01532	0,073536		0,0970267	0,07809027	80%
ΜΟΡΩΝΗΣ	0,297208	0,1532			0,225204	0,072004	32%

Και στην περίπτωση του συντελεστή ομοιογένειας για τα φωσφορικά ιόντα, φαίνεται ότι όλα τα δείγματα των ποταμών είναι ανομοιογενή. Ο ποταμός Περαστικός παρουσιάζει το χαμηλότερο ποσοστό, 26%, καθώς οι μετρήσεις του εμφανίζουν λίγες διακυμάνσεις. Ακολουθεί ο Μορώνης με ποσοστό 32%, ενώ ο Μουσέλας καταγράφει 53%. Τέλος, οι ποταμοί Κοιλιάρης και Καβρός έχουν παρόμοια ποσοστά συντελεστή ομοιογένειας, 80% και 80,42% αντίστοιχα.

**Πίνακας 20: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τα θεϊκά ιόντα κάθε ποταμού**

Θεϊκά ιόντα (mg/L)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	278				278	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	244	296	266	258	266	19,0262976	7,15%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	64	71	62	68	66,25	3,49106001	5%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	1345	1305	1230		1293,3333	47,6678322	4%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	252	335	205		264	53,7463177	20%
ΜΟΡΩΝΗΣ	3050	3925			3487,5	437,5	13%

Ο ποταμός Περαστικός καταγράφει ένα ποσοστό συντελεστή ομοιογένειας μόλις 4% για τα θεϊκά ιόντα. Ακολουθεί αμέσως ο ποταμός Μουσέλας με 5%, και μετά ο ποταμός Καβρός με 7,15%. Όλα αυτά τα ποσοστά είναι κάτω από το 10%, σύμφωνα με τη θεωρία του συντελεστή ομοιογένειας. Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα δείγματα από αυτούς τους τρεις ποταμούς είναι ομοιογενή όσον αφορά τα θεϊκά ιόντα. Αυτό δεν ισχύει για τους ποταμούς Μορώνη και Κοιλιάρη, καθώς τα ποσοστά του συντελεστή ομοιογένειας είναι 13% και 20% αντίστοιχα, τα οποία είναι υψηλότερα από το κατώφλι του 10%. Συνεπώς τα δύο αυτά δείγματα είναι ανομοιογενή για τα θεϊκά ιόντα.

**Πίνακας 21: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τις αποικίες των κοπρανόδη κολοβακτηρίων κάθε ποταμού**

FC (αποικίες/100 mL)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
ΔΕΛΦΙΝΑΣ	22000				22000	0	0%
ΚΑΒΡΟΣ	22000	28500	110000	3800	41075	40810,7446	99,36%
ΜΟΥΣΕΛΑΣ	22000	77000	88000	12600	49900	32998,9394	66%
ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ	50	310	310		223,33333	122,565175	55%
ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ	1200	1040	600		946,66667	253,683968	27%
ΜΟΡΩΝΗΣ	760	850			805	45	6%

Από τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι όλοι οι ποταμοί εμφανίζουν ανομοιογένεια όσον αφορά τα κοπρανόδη κολοβακτήρια, εκτός από τον Μορώνη, όπου το ποσοστό του είναι 6%. Συνεπώς, μπορούμε να θεωρήσουμε το δείγμα του Μορώνη ως ομοιογενές. Ο ποταμός Καβρός κατατάσσεται πρώτος στην ανομοιογένεια, με ποσοστό 99,36%, το οποίο είναι το υψηλότερο σε σχέση με τους άλλους ποταμούς. Αυτό φαίνεται και από τις μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Δεύτερος στην ανομοιογένεια είναι ο Μουσέλας με 66%, έπειτα ο Περαστικός με 55%, και τελευταίος ο Κοιλιάρης με 27%.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τις αποικίες της E-coli κάθε ποταμού

<i>E coli</i> (αποκίες/100 mL)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
<b>ΔΕΛΦΙΝΑΣ</b>	11000				11000	0	0%
<b>ΚΑΒΡΟΣ</b>	11000	11200	3200	550	6487,5	4707,22516	72,56%
<b>ΜΟΥΣΕΛΑΣ</b>	10400	55000	19500	9700	23650	18508,1739	78%
<b>ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ</b>	44	60	60		54,666667	7,54247233	14%
<b>ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ</b>	296	450	400		382	64,1456676	17%
<b>ΜΟΡΩΝΗΣ</b>	40	210			125	85	68%

Εκτός από τον ποταμό Δέλφινα, όπου ο συντελεστής ομοιογένειας είναι 0% λόγω του ενός δείγματος που λήφθηκε, σε όλα τα υπόλοιπα ποτάμια ο συντελεστής ομοιογένειας υπερβαίνει το 10%. Κοντά σε αυτό το ποσοστό βρίσκονται ο ποταμός Περαστικός με 14% και ο ποταμός Κοιλιάρης με 17%. Αυτά τα ποσοστά δείχνουν ότι τα δείγματα από αυτούς τους ποταμούς είναι ανομοιογενή. Ωστόσο, τα δείγματα από τους ποταμούς Μορώνη, Καβρό και Μουσέλα είναι επίσης ανομοιογενή, καθώς οι συντελεστές ομοιογένειάς τους υπερβαίνουν σημαντικά το 10%.

Πίνακας 23: Αποτελέσματα συντελεστή ομοιογένειας για τις αποικίες εντερόκοκκου κάθε ποταμού

<i>Εντερόκοκκοι</i> (αποκίες/100 mL)	22/7/2015	25/8/2015	24/9/2015	30/3/2016	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής ομοιογένειας %
<b>ΔΕΛΦΙΝΑΣ</b>	200				200	0	0%
<b>ΚΑΒΡΟΣ</b>	3500	2600	500	250	1712,5	1377,66787	80,45%
<b>ΜΟΥΣΕΛΑΣ</b>	2300	2000	1800	600	1675	645,658579	39%
<b>ΠΕΡΑΣΤΙΚΟΣ</b>	160	30	30		73,333333	61,2825877	84%
<b>ΚΟΙΛΙΑΡΗΣ</b>	260		1100		680	420	62%
<b>ΜΟΡΩΝΗΣ</b>	200	280			240	40	17%

Στον τελευταίο πίνακα, που παρουσιάζει τα αποτελέσματα του συντελεστή ομοιογένειας για τις αποικίες εντερόκοκκου σε κάθε ποταμό, παρατηρούμε ότι όλα τα δείγματα από τους ποταμούς είναι ανομοιογενή όσον αφορά τους εντερόκοκκους. Το χαμηλότερο ποσοστό παρουσιάζει ο ποταμός Μορώνης με 17%, το οποίο ωστόσο υπερβαίνει το κατώφλι του 10%. Ακολουθεί ο ποταμός Μουσέλας με 39%, ενώ ο ποταμός Κοιλιάρης φαίνεται να είναι ακόμα πιο ανομοιογενής με 62%. Οι ποταμοί Καβρός και Περαστικός παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά, με 80,45% και 84% αντίστοιχα. Αυτά τα ποσοστά είναι αισθητά υψηλότερα από το όριο της ομοιογένειας.

## Κεφάλαιο 5

### 5.1 Γενικό συμπέρασμα

Η πτυχιακή εργασία αναδεικνύει ότι οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο περιβάλλον έχουν σοβαρό αντίκτυπο στη μόλυνση των υδάτων, κάτι που επιβεβαιώνεται με την ανάλυση της ποιότητας των ποταμών στην ευρύτερη περιοχή του Αποκόρωνα. Η μη σωστή χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, τα ανθρώπινα απορρίμματα και απόβλητα, η κτηνοτροφική δραστηριότητα, τα απόβλητα ελαιουργεία και τα τουριστικά καταλύματα συμβάλλουν στην μολυσματική επιβάρυνση των ποταμών και επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα των υδάτων.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων καταδεικνύουν την ανάγκη για ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης της λεκάνης απορροής κάθε ποταμού. Επίσης, απαιτείται η επίβλεψη και ο έλεγχος των πρακτικών που χρησιμοποιούνται για άρδευση και λίπανση των εκτάσεων, με έμφαση στη σωστή και βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων.

Ειδικά κατά τη θερινή περίοδο, καταγράφεται αύξηση του πληθυσμού λόγω του τουριστικού ενδιαφέροντος, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις σε νερό. Συνεπώς, είναι επιτακτική η ανάγκη για ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των κατοίκων, προκειμένου να προωθηθεί η σωστή διάθεση των λυμάτων από τους τοπικούς οικισμούς και τις μονάδες αναψυχής (π.χ. εστιατόρια), προλαμβάνοντας έτσι την περαιτέρω επιβάρυνση του υδάτινου συστήματος. Μέσω συντονισμένων προσπαθειών, θα μπορέσουμε να διατηρήσουμε την ποιότητα των υδάτων, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον και εξασφαλίζοντας ένα βιώσιμο μέλλον για τις μελλοντικές γενεές.

Επιπλέον από τα ήδη αναφερθέντα, η πτυχιακή εργασία αποτυπώνει τη σημασία της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και της υιοθέτησης βιώσιμων πρακτικών στην περιοχή του Αποκόρωνα. Η αναγνώριση των πηγών μόλυνσης και η κατανόηση των αντικτύπων που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στον υδάτινο πόρο μας υπενθυμίζει πόσο εύθραστο είναι το οικοσύστημα και πόσο σημαντικό είναι να διατηρήσουμε την οικολογική ισορροπία.

Είναι σημαντικό να προωθηθεί η συνεργασία μεταξύ των αρχών, των επιστημονικών φορέων, των αγροτών, των κτηνοτρόφων, των επιχειρήσεων και των κατοίκων, ώστε να επιτευχθεί ολοκληρωμένη και βιώσιμη διαχείριση των πόρων. Πρέπει να ενθαρρυνθούν και να υποστηριχθούν οι βιώσιμες πρακτικές στη γεωργία, την εκτροφή ζώων και τον τουρισμό, με σεβασμό στο περιβάλλον.

Η δημιουργία ενημερωτικών προγραμμάτων και εκστρατειών για την ευαισθητοποίηση του κοινού αποτελεί επίσης κρίσιμο κομμάτι του σχεδίου διαχείρισης. Οι κάτοικοι και οι επισκέπτες πρέπει να κατανοήσουν τον αντίκτυπο των πράξεων τους στο περιβάλλον και να λάβουν ενεργό μέρος στη διατήρηση της περιβαλλοντικής ποιότητας.

Επιπλέον, η παροχή ενίσχυσης και επιβολή κανονισμών και περιβαλλοντικών πολιτικών από τις αρχές είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η συμμόρφωση των επιχειρήσεων και των γεωργικών δραστηριοτήτων με βιώσιμες πρακτικές.



Ταυτόχρονα, πρέπει να υπάρχουν μέτρα παρακολούθησης και αξιολόγησης της ποιότητας των υδάτων και της ορθής εφαρμογής των μέτρων διαχείρισης.

Εν κατακλείδι, η διαχείριση της μόλυνσης των υδάτων στην περιοχή του Αποκόρωνα απαιτεί συνεκτική προσέγγιση και συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων φορέων. Με την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών, την προστασία των υδάτινων πόρων και την προώθηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, μπορούμε να διασφαλίσουμε ένα υγιές και βιώσιμο περιβάλλον για τις τρέχουσες και τις μελλοντικές γενεές. Το σύνολο αυτών των προσπαθειών θα συμβάλει στη διατήρηση της υγείας των υδάτινων οικοσυστημάτων, της βιοποικιλότητας και της αειφορίας του περιβάλλοντος στην περιοχή του Αποκόρωνα και πέρα από αυτήν.

## 5.2 Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] [«Το νερό και η σημασία του»](#), δημοσίευση της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Π
- [2] [ΚΠΕ Καστοριάς, 2000-2007, εκπαιδευτικό πρόγραμμα «ΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – Η ΛΙΜΝΗ ΤΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ»](#)
- [3] [Υδάτινη Ενέργεια, ΚΠΕ Κισσάβου Ελασσόνας](#)
- [4] [«Υδατικοί πόροι»](#), δημοσίευση Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας
- [5] [Εγλυκλοπαίδεια του περιβάλλοντος National Geographic](#)
- [6] [«Το νερό στην λαϊκή μας παράδοση»](#), δημοσίευση 12ο Γυμνάσιο Πάτρας
- [7] [Ο υδρολογικός κύκλος, U.S. Geological Survey](#)
- [8] ΔΕΥΑΒΑ [Ο κύκλος του νερού](#),
- [9] Ζούρος Ν [«Ποτάμια Γεωμορφολογία»](#), Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- [10] [Τύποι υδάτινων σωμάτων, Gaby Pilson](#)
- [11] [Ποταμός, δημοσίευση από τη Βικιπαίδεια](#)
- [12] Βαβίζος Γ, Βερροϊόπουλος Γ και Μπεντάλι Φ. 2008 «Εγχειρίδιο μελέτης του φυσικού περιβάλλοντος», εκδόσεις Παπασωτηρίου
- [13] [Παράκτιες Γεωμορφές Περιβαλλόντων που Κυριαρχούνται από την Ποτάμια Τροφοδοσία Ιζήματος, Τμήμα Μηχανικών Κατασκευών, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο](#)
- [14] [Τα ποτάμια του κόσμου, Γεωγραφία-Γεωλογία Α Γυμνασίου](#)
- [15] Ζαγγανά Ελένη, [Υδροχημεία, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών](#)
- [16] Βλυσίδης Ανέστης. [Τεχνολογία Πόσιμου νερού, Τμήμα μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πατρών](#)
- [17] [Σημασία Ελεγχόμενων Παραμέτρων, δημοσίευση ΕΥΑΘ](#)
- [18] [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία \(ΕΕ\) 2015/1787 \(L260, 7.10.2015\)](#)
- [19] Ζανάκη, Κ. 2001 «Έλεγχος ποιότητας νερού», , εκδόσεις «ΙΩΝ»
- [20] Στουρνάρας Γεώργιος Κ. 2008 «ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΣΤΟΝ 21ο ΑΙΩΝΑ», ομιλία βασισμένη στο βιβλίο «Νερό. Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή», εκδόσεις «ΤΖΙΟΛΑ»
- [21] Αντωνόπουλος Β 2010 «Υδραυλική περιβάλλοντος και ποιότητα επιφανειακών υδάτων». εκδόσεις «ΤΖΙΟΛΑ»

- [22] Μηλιτσοπούλου Μ. και Μούτσου Στ, 2021 «Διερεύνηση της χημικής συγγένειας των υπόγειων υδάτων και του επιπέδου ρύπανσης στον κάμπο των Χανίων» Πτυχιακή Εργασία . Τμήμα Μηχ Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος ΤΕΙ Κρήτης. Χανιά
- [23] Σακελλαράκη Ε. 2017 «Χωροχρονική μεταβολή του επιπέδου ρύπανσης των επιφανειακών απορροών των ποταμών Ταυρωνίτη, Κερίτη, Κλαδισού. Ποιοτική επιβάρυνση της θαλάσσιας περιοχής Νέας Χώρας (λιμανάκι και παραλία)», Πτυχιακή Εργασία . Τμήμα Μηχ Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος ΤΕΙ Κρήτης. Χανιά
- [24] Κοκολογιάννη Α. 2012 «Μελέτη επιφανειακών νερών στην περιοχή του Στύλου Αποκορώνου». Πτυχιακή Εργασία. Τμήμα Μηχ Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος ΤΕΙ Κρήτης. Χανιά
- [25] Καλημέρη Μαρία 2004 «Ποιοτικός έλεγχος των υδάτων των ποταμών Κοιλιάρη και Ταυρωνίτη», Πτυχιακή Εργασία . Τμήμα Μηχ Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος ΤΕΙ Κρήτης. Χανιά
- [26] Γαλάνη Αγγελική Απ.. [Προσδιορισμός Χλωριούχων Νερού-Μέθοδος Mohr, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πατρών](#)
- [27] Cabral João P. S. 2010. «Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water», , International Journal of Environmental Research and Public Health ISSN 1660-4601, <https://www.mdpi.com/journal/ijerph>
- [28] [Υδατικοί Πόροι, Νιτρορύπανση, δημοσίευση Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας](#)
- [29] [Ποταμοί της Κρήτης, Ταξιδιωτικός Οδηγός](#)
- [30] [Analytical Procedures Appendices, Spectroquant® Prove Spectrophotometer 300, Supelco](#)
- [31] Διαμαντόπουλος Επαμεινώνδας 2012, «Σημειώσεις Στατιστικής και εφαρμογή με το LibreOffice Calc και το R – Project», Τμήμα Στατιστικής και Αναλογιστικών-Χρηματοοικονομικών Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, [http://msc.actuar.aegean.gr/notes/statistics with calc and R project.pdf](http://msc.actuar.aegean.gr/notes/statistics_with_calc_and_R_project.pdf)