



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ &
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΙΜΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΝΕΡΟΥ
ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΙΜΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή του Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΣΑΜΑΡΑΣ ΗΛΙΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, Δρ. Σαμαρά Ηλία για την ανάθεση της πτυχιακής εργασίας και τις πολύτιμες υποδείξεις του. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. χημικό – υγιεινολόγο Δερμοσόνογλου Δημήτριο που μου πρόσφερε την πολύτιμη καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους, το οποίο διεξάχθηκε στο χημείο της Ε.Υ.Α.Θ. (Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης). Επίσης, ευχαριστώ τον καθηγητή του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, Δρ. Πετρίδη Δημήτριο για την βοήθειά του στην υλοποίηση του πειραματικού μέρους της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΙΜΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα
Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έγιναν μετρήσεις ανά εβδομάδα σε δείγματα νερού από δύο σημεία δειγματοληψίας ΑΔ (Κεντρικό Αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου) και Δ3 (Τελική δεξαμενή παροχής νερού προς το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης και προς τη βιομηχανική περιοχή). Στα δείγματα υπολογίστηκαν η θολότητα, τα χλωριούχα, το pH, η αγωγιμότητα, ο σίδηρος και το μαγγάνιο. Επίσης, κάθε μήνα έγιναν μετρήσεις νιτρικών, φθοριούχων, θεικών και οξειδωσιμότητας. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι τόσο το νερό ΑΔ όσο και το νερό Δ3 είναι κατάλληλα για ανθρώπινη χρήση και η περιεκτικότητα των μεταβλητών που μετρήθηκαν ήταν πολύ κάτω από τα ανώτατα όρια. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη μεταβλητότητα των τιμών στις δύο πηγές δειγματοληψίας με το νερό ΑΔ να έχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα. Η μεγαλύτερη μεταβλητότητα του νερού ΑΔ αποδόθηκε στην προέλευσή του και στη μη διύλισή του. Το νερό ΑΔ επίσης εμφάνισε κατά κανόνα μεγαλύτερη περιεκτικότητα των παραμέτρων που υπολογίστηκαν χωρίς όμως να πλησιάσει τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια. Οι υψηλότερες τιμές του νερού ΑΔ αποδόθηκαν στην προέλευσή του.

Παράλληλα με τις χημικές αναλύσεις έγιναν και μικροβιολογικές εξετάσεις ανά εβδομάδα στα δύο σημεία δειγματοληψίας. Μετρήθηκαν η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 22°C, η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 37°C, τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή, η *Escherichia Coli* και το *Clostridium Perfringens*. Στο νερό Δ3 όλες οι μετρήσεις έδειξαν απουσία μικροοργανισμών, ενώ στο νερό ΑΔ σε δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκαν 1 έως 2 αποικίες Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας τόσο στους 22°C όσο και στους 37°C. Η ύπαρξη των αποικιών αυτών δεν εμπνέει καμία

ανησυχία και πιθανολογείται ότι ήταν αποτέλεσμα επιμόλυνσης κατά τη δειγματοληψία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή	1
2.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	2
2.1	Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης	2
2.1.1	Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	2
2.1.2	Οργανοληπτικές παράμετροι	2
2.1.2.1	Χρώμα	2
2.1.2.2	Θολότητα	3
2.1.2.3	Οσμή	3
2.1.2.4	Γεύση	3
2.1.3	Φυσικοχημικές παράμετροι	4
2.1.3.1	Θερμοκρασία	4
2.1.3.2	Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)	4
2.1.3.3	Αγωγιμότητα	5
2.1.3.4	Χλωριούχα	5
2.1.3.5	Θειικά	5
2.1.3.6	Ασβέστιο	5
2.1.3.7	Μαγνήσιο	6
2.1.3.8	Νάτριο	7
2.1.3.9	Κάλιο	7
2.1.3.10	Σκληρότητα	7
2.1.3.11	Διαλυμένο οξυγόνο	8
2.1.3.12	Οξειδωσιμότητα	9
2.1.4	Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες	9
2.1.4.1	Αμμωνία	9
2.1.4.2	Νιτρώδη	9
2.1.4.3	Νιτρικά	10
2.1.4.4	Σίδηρος	10
2.1.4.5	Μαγγάνιο	11
2.1.4.6	Χαλκός	11
2.1.4.7	Ψευδάργυρος	12
2.1.4.8	Φώσφορος	12
2.1.4.9	Φθόριο	13

2.1.4.10	Χλώριο υπολειμματικό	13
2.1.5	Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες	14
2.1.5.1	Αρσενικό	14
2.1.5.2	Κάδμιο	14
2.1.5.3	Χρώμιο	14
2.1.5.4	Μόλυβδος	15
2.1.6	Μικροβιολογικές παράμετροι	16
2.1.6.1	Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ.) στους 22°C και στους 37°C	16
2.1.6.2	Ολικά Κολοβακτηριοειδή	16
2.1.6.3	<i>Escherichia Coli</i>	17
2.1.6.4	<i>Clostridium Perfringens</i>	18
2.1.7	Εξυγίανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	18
2.1.7.1	Γενικά	18
2.1.7.2	Απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	19
2.1.7.3	Χλωρίωση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	20
3.	Σκοπός της εργασίας	22
4.	Πειραματικό μέρος	23
4.1	Υλικά και μέθοδοι	23
4.1.1	Γενικά	23
4.1.2	Μεταχείριση των δοχείων που προορίζονται για μικροβιολογική ανάλυση πριν τη δειγματοληψία του νερού	23
4.1.3	Δειγματοληψία νερού	24
4.1.4	Βοηθητικά όργανα και αντιδραστήρια δειγματοληψίας	25
4.1.5	Μεταχείριση των δειγμάτων πριν την εξέταση	26
4.1.6	Αντιδραστήρια	26
4.1.7	Υποστρώματα	30
4.1.8	Όργανα	33
4.2	Μέθοδοι ανάλυσης	37
4.2.1	Προσδιορισμός Θολότητας	37
4.2.2	Προσδιορισμός Χλωριούχων	37
4.2.3	Προσδιορισμός pH	37
4.2.4	Προσδιορισμός Αγωγιμότητας	38
4.2.5	Προσδιορισμός Σιδήρου	38

4.2.6	Προσδιορισμός Μαγγανίου	38
4.2.7	Προσδιορισμός Νιτρικών	39
4.2.8	Προσδιορισμός Φθοριούχων	39
4.2.9	Προσδιορισμός Θεικών	40
4.2.10	Προσδιορισμός Οξειδωσιμότητας	41
4.2.11	Προσδιορισμός Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ) στους 22°C	41
4.2.12	Προσδιορισμός Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) στους 37°C	42
4.2.13	Προσδιορισμός Ολικών Κολοβακτηριοειδών	42
4.2.14	Προσδιορισμός <i>Escherichia Coli</i>	43
4.2.15	Προσδιορισμός <i>Clostridium Perfringens</i>	43
5.	Αποτελέσματα και συζήτηση	44
5.1	Θολότητα	45
5.2	Χλωριούχα	49
5.3	pH	53
5.4	Αγωγιμότητα	57
5.5	Σίδηρος	61
5.6	Μαγγάνιο	65
5.7	Νιτρικά	67
5.8	Φθοριούχα	71
5.9	Θειικά	75
5.10	Οξειδωσιμότητα	79
5.11	Μικροβιολογικές παράμετροι	83
6.	Συμπεράσματα	88
7.	Βιβλιογραφία	91

1. Εισαγωγή

Το νερό είναι απαραίτητος συντελεστής της ζωής και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του κόσμου. Δίχως υπερβολή το ζωικό και φυτικό βασίλειο εξαρτώνται πλήρως από το νερό, διότι είναι πηγή ζωής.

Το νερό στον πλανήτη μας είναι το ίδιο με αυτό που εξυπηρετήθηκαν προηγούμενες γενιές ανθρώπων. Δεν έχει προστεθεί άλλο νερό, ούτε άλλαξε, ούτε χάθηκε. Παρ' όλα αυτά σήμερα τα αποθέματα καθαρού και υγιεινού νερού είναι περιορισμένα σ' όλο τον κόσμο.

Το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης έχει δύο κορμούς υδροδότησης. Ο ένας κορμός είναι οι πηγές Αραβησσού και ο αγωγός μεταφοράς του νερού μέχρι το κεντρικό αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου. Ο άλλος κορμός είναι ο ποταμός Αλιάκμονας, ξεκινώντας από το φράγμα στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας με έναν αγωγό προσαγωγής μεταφέρεται το νερό μέχρι το διυλιστήριο όπου καθίσταται κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση (διυλίζεται) και τροφοδοτεί την πόλη.

Μέχρι τον Αύγουστο του 2003, το πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης προμηθεύονταν νερό μόνο από τις πηγές της Αραβησσού και από έναν αριθμό γεωτρήσεων που λειτουργούσαν ανάλογα με τις ανάγκες της πόλης.

Από τις 26 Αυγούστου του 2003 άρχισε να υδροδοτείται με νερό του ποταμού Αλιάκμονα μέσω του διυλιστηρίου πρώτα η βιομηχανική περιοχή της Θεσσαλονίκης και σταδιακά ένα μεγάλο μέρος του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης.

Σκοπός της εργασίας ήταν η εκτίμηση της διακύμανσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού που τροφοδοτεί το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης και η σύγκριση μεταξύ των δύο κορμών υδροδότησης.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης

2.1.1 Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Το νερό είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες για την ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας. Είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος και η βιώσιμη διαχείριση του συμβάλλει στην αειφορία του Περιβάλλοντος και την Προαγωγή της Υγείας. Αποτελεί το 60 % περίπου της μάζας του σώματος και είναι βασικός παράγοντας της κυκλοφορίας και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας του οργανισμού μας. Ποσοστό περίπου 0,5 % από την ολική ποσότητα του νερού στη φύση (υπογείου και επιφανειακού) προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Το πόσιμο νερό αποτελεί το υπ' αριθμόν ένα είδος διατροφής και είναι υψίστης σημασίας για την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών του ανθρώπου.

Το νερό το προοριζόμενο για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία του ανθρώπου, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για τη Δημόσια Υγεία.

Η προστασία του πόσιμου νερού αποτελεί στόχο Εθνικής και Κοινοτικής πολιτικής και υπόκειται σε συμφωνίες υποχρεωτικού χαρακτήρα με σκοπό τη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του, ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της Δημόσιας Υγείας. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ ορισμένων αποδεκτών ορίων, που αποτελούν και τα πρότυπα ποιότητας του νερού, θεσπίζονται νομοθετικά.

Τα πρότυπα αυτά έχουν καθορισθεί με την Οδηγία 98/83 Ε.Κ. και αναφέρονται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/11.7.2001).

(http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=528)

2.1.2 Οργανοληπτικές παράμετροι

2.1.2.1 Χρώμα

Το χρώμα στο νερό οφείλεται σε κολλοειδείς ή διαλυμένες ουσίες φυσικής προελεύσεως ή σε τεχνικές χρωστικές ουσίες.

Στο υπόγειο νερό το χρώμα οφείλεται σε διαλυμένες ορυκτές ουσίες, ιδίως σιδηρούχες ενώσεις, που δίνουν χροιά κοκκινόφαιη καθώς επίσης και σε άλατα μαγγανίου που δίνουν χροιά ρόδινη.

Στο επιφανειακό νερό το χρώμα οφείλεται ή σε διαλύματα οργανικών ουσιών που προέρχονται από την παρουσία λυμάτων εργοστασίων ή σε εκκένωση χρωστικών ουσιών ή σε ανάπτυξη φυκιών.

Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης για να είναι ελκυστικό και υγιεινό επιβάλλεται να είναι άχρωμο. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.2 Θολότητα

Η θολότητα οφείλεται σε αιωρούμενες ουσίες. Το υπόγειο νερό είναι κατ' αρχή διαυγές. Αιφνίδια αύξηση θολότητας υποδηλώνει άμεση επικοινωνία με επιφανειακό νερό και το καθιστά ύποπτο ρύπανσης ή και μόλυνσης, γι' αυτό επιβάλλεται άμεση Υγειονομική Έρευνα και διακοπή υδροδότησης για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί ο έλεγχος του δικτύου.

Η διαπίστωση θολότητας στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πάνω από τα όρια το καθιστά ακατάλληλο.

Το νερό για να είναι πόσιμο και υγιεινό, πρέπει να είναι διαυγές.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.3 Οσμή

Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πρέπει να είναι άοσμο και κάθε οσμή υποδηλώνει πιθανή ρύπανσή του. Η παρουσία δυσάρεστων οσμών στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης προκαλεί την δυσφορία και τα παράπονα των καταναλωτών.

Οσμές προερχόμενες από οργανικές ουσίες σε αποσύνθεση προσδίδουν στο νερό οσμή “μούχλας”. Υπάρχει νερό πηγής που έχει οσμή υδρόθειου και οφείλεται στα εν διαλύσει θειούχα άλατα όπως π.χ. Λουτρά Μεθάνων, Θερμοπυλών κ.λ.π.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.4 Γεύση

Η ευχάριστη γεύση του νερού οφείλεται κυρίως στην παρουσία οξυγόνου και ορισμένων αλάτων εν διαλύσει σε μικρές ποσότητες ιδίως σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η δυσάρεστη γεύση του νερού είναι δυνατό να οφείλεται στην παρουσία οργανικών ουσιών και διαφόρων ενώσεων μετάλλων.

Επιβάλλεται Υγειονομική Έρευνα για τον εντοπισμό της προέλευσης της ρύπανσης.

Επίσης η υπερχλωρίωση του νερού αρκετές φορές προσδίδει δυσάρεστη γεύση. Το υγιεινό νερό δεν πρέπει να έχει γεύση αλμυρή, πικρή και στυπτική.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3 Φυσικοχημικές παράμετροι

2.1.3.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία επιβάλλεται να είναι τέτοια ώστε να παρέχει ευχάριστη γεύση. Όσο ανέρχεται η θερμοκρασία του νερού γίνεται λιγότερο εύγευστο λόγω αποβολής των εν διαλύσει αερίων.

Η θερμοκρασία του υπόγειου νερού και του νερού πηγής συνήθως είναι σταθερή, ενώ του επιφανειακού νερού ακολουθεί τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Όρια θερμοκρασίας νερού σε °C

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1. Ανεκτή | 4 – 7°C |
| 2. Ευχάριστη | 7 – 12°C |
| 3. Επιθυμητή | 12 – 17°C |
| 4. Λιγότερο επιθυμητή | 17 – 25°C |
| 5. Ανεπιθύμητη | 25°C και άνω |

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.2 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)

Ο καλύτερος τρόπος για τη μέτρηση του pH είναι το πεχάμετρο. Το πεχάμετρο μετράει τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου και υπολογίζει την ακριβή τιμή του pH. (Taylor, 2000)

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου (pH) στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης προσδιορίζει την ενεργό οξύτητα του νερού.

Το pH του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης πρέπει να έχει αντίδραση ασθενώς αλκαλική, ποτέ όξινη, διότι εκτός των άλλων καθίσταται διαβρωτικό και δαπανηρό για την συντήρηση του δικτύου διανομής.

Αποκλίσεις του pH προς τα άνω ή κάτω από τα όρια 7,0 – 7,5 δημιουργούν σοβαρές ενδείξεις ρύπανσης με διάφορες χημικές ουσίες. (Δερμοσόνογλου, 1998)

Το pH, σε συνδυασμό με άλλα συστατικά, μας φανερώνει αν το νερό είναι διαβρωτικό ή αν βοηθά στο κατακάθισμα του στρώματος αλάτων (πουρί) στους σωλήνες ή στο εσωτερικό λεβήτων και σωλήνων. (Ταμιωλάκης, 2002)

2.1.3.3 Αγωγιμότητα

Είναι μία παράμετρος που εκφράζει την συνολική περιεκτικότητα αλάτων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Δεν υπάρχει ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση, αλλά μόνο ενδεικτικό επίπεδο.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.4 Χλωριούχα

Συνήθως στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τα χλωριούχα άλατα υπάρχουν σε διάφορες συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από το υπέδαφος. Είναι άλατα του Na και Mg και οι επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ανέρχονται στα 200mg/l.

Η παρουσία των χλωριούχων σε ποσά πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια έχει επίδραση μόνο στη γεύση και όχι στην υγεία.

Μεγάλη σημασία από Υγιεινολογική άποψη έχει μια απότομη και ξαφνική αύξηση των χλωριούχων. Κατά πάσα πιθανότητα αποτελεί ένδειξη ρύπανσης του νερού από οικιακά λύματα.

Επειδή τα χλωριούχα άλατα είναι πιθανός δείκτης μόλυνσης, βάση της Υγειονομικής Διάταξης επιβάλλεται καθημερινά ο έλεγχός τους.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.5 Θεϊκά

Τα θεϊκά άλατα ανιχνεύονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε διάφορες συγκεντρώσεις και εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το υπέδαφος όταν προέρχεται από υπόγειες συλλογές. Στο επιφανειακό νερό η παρουσία τους συνηγορεί υπέρ της πρόσμιξης με βιομηχανικά απόβλητα και λύματα.

Το υγιεινό νερό δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 50 – 60 mg/l αλάτων, ενώ η ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 250 mg/l.

Όταν τα θεϊκά άλατα, ιδίως του μαγνησίου, υπερβούν ορισμένες πυκνότητες είναι δυνατόν να προκαλέσουν γαστρεντερικές διαταραχές.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.6 Ασβέστιο

Το ασβέστιο ανιχνεύεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και τα άλατά του είναι το κύριο συστατικό που προσδίδει την σκληρότητα. Το ασβέστιο βρίσκεται στη

φύση σε μεγάλη αφθονία και αποτελεί το κύριο συστατικό των οστών και των οδόντων. Αποτελεί κατά υπολογισμούς το 1,9 % του βάρους του ανθρωπίνου σώματος. Οι ημερήσιες απαιτήσεις του ενήλικα σε ασβέστιο ανέρχονται σε 0,5 – 0,7 g/24 και είναι μεγαλύτερες στα παιδιά και τους εφήβους. Οι ανάγκες της γυναίκας κατά την εγκυμοσύνη και τον θηλασμό σε ασβέστιο είναι πολύ αυξημένες διότι παρέχει στο έμβρυο και το νεογνό το απαιτούμενο ασβέστιο.

Το ασβέστιο βρίσκεται σε μεγάλη περιεκτικότητα στο γάλα και τα προϊόντα του (τυρί, γιαούρτι, κασέρι). Γενικά ο ρόλος του ασβεστίου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύπλευρος.

Σημαντικές ποσότητες ασβεστίου παίρνουμε και από το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και μάλιστα από το σκληρό νερό. Δεν υπάρχει ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση παρά μόνο ενδεικτικό επίπεδο 100 mg/l.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.7 Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο ανιχνεύεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και τα άλατα του μαγνησίου είναι το συστατικό που προσδίδει την σκληρότητα.

Το μαγνήσιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και βρίσκεται στα οστά. Το σώμα ενός ενήλικα περιέχει περίπου 25 g μαγνησίου.

Η σημασία του μαγνησίου για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύπλευρη:

- α. Παίξει σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών στην καρδιακή λειτουργία και ασκεί προστατευτική δράση στο μυοκάρδιο.
- β. Συμμετέχει έμμεσα στις λειτουργίες παραγωγής ενέργειας.
- γ. Συμμετέχει έμμεσα στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, στην καλή κατάσταση των κυττάρων και στην ανάπτυξη του μυϊκού συστήματος. Τα ιόντα του μαγνησίου φαίνεται ότι ασκούν προστατευτική δράση στο μυοκάρδιο.

Η ανεπάρκεια του μαγνησίου, προκαλεί ανορεξία, κόπωση, ταχυκαρδία, αρρυθμίες κ.λ.π. Ενώ η υψηλή ποσότητα έχει καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες.

Η πρόσληψη του μαγνησίου από τον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται από τις τροφές και το νερό. Ορισμένες τροφές είναι πλούσιες σε μαγνήσιο, όπως ψωμί, αλεύρι ολικής αλέσεως, λαχανικά, μπιζέλια κ.λ.π.

Ως ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση αναφέρεται 50 mg/l.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.8 Νάτριο

Το νάτριο υπάρχει στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ανάλογα με την προέλευσή του. Είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και ο οργανισμός χρειάζεται μεγάλες ποσότητες συγκριτικά με άλλα στοιχεία, βρίσκεται κυρίως στα εξωκυττάρια υγρά του σώματος. Η οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έχει καθορίσει μία ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση την οποία με την Υ.Δ. την αποδέχτηκε και η χώρα μας. Υπάρχουν διάφορες επιτροπές και ομάδες εργασίας που ασχολούνται με το θέμα της συνολικής πρόσληψης χλωριούχου νατρίου.

Όταν υπάρχει έλλειψη νατρίου συνήθως το καλοκαίρι λόγω εφιδρώσεως, επιβάλλεται να αναπληρωθεί αμέσως, διότι μείωση νατρίου προκαλεί πτώση της αρτηριακής πίεσης και ταχυκαρδία κ.λ.π. Συνήθως προσλαμβάνεται από το μαγειρικό αλάτι και αποβάλλεται με τα ούρα. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.9 Κάλιο

Το κάλιο βρίσκεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση 12 mg/l.

Το κάλιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και αποτελεί το βασικό ενδοκυττάριο κατιόν ιόν στο ανθρώπινο σώμα. Μια μεγάλη ποσότητα από το σύνολο του καλίου βρίσκεται στο ενδοκυττάριο υγρό κυρίως του μυϊκού ιστού.

Το κάλιο συμβάλλει στο σχηματισμό πρωτεϊνών εντός των κυττάρων και συμμετέχει στην ομαλή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Μια σημαντική δράση του είναι η διατήρηση της ισορροπίας του νερού εντός των κυττάρων του ανθρώπινου οργανισμού. Ακόμη συντελεί στη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας του ανθρώπου μαζί με τα ιόντα ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου.

Η έλλειψη καλίου στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί εμέτους, πτώση της αρτηριακής πίεσης, πολυδιψία, παράλυση ακόμη και κώμα.

Τις ημερήσιες ανάγκες ο οργανισμός τις καλύπτει αρκετά εύκολα από τις φυτικές τροφές που είναι πλούσιες σε κάλιο. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.10 Σκληρότητα

Η σκληρότητα εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και εξαρτάται από τα πετρώματα που έχει περάσει το νερό. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά

(διττανθρακικά) άλατα και στην μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά).

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η σκληρότητα του νερού δρα επιβλαβώς στον οργανισμό του ανθρώπου. Όμως υπάρχουν κάποιες επιδημιολογικές έρευνες που έγιναν στην Ιαπωνία και αναφέρουν ότι άτομα που κατανάλωναν σκληρό νερό παρουσίασαν μικρότερα καρδιαγγειακά επεισόδια συγκρινόμενα με άτομα που κατανάλωναν μαλακό νερό. Έτσι άρχισαν επιδημιολογικές έρευνες με σκοπό τον εντοπισμό και την πιθανή σχέση μεταξύ της σκληρότητας του νερού και της υγείας του ανθρώπου. Οι πρώτες παρατηρήσεις έδειξαν ότι η θνησιμότητα από καρδιαγγειακά επεισόδια σε πόλεις που το νερό ήταν σκληρό παρουσίαζαν τάσεις πτωτικές, συγκριτικά με πόλεις όπου το νερό τους ήταν μαλακό και ως πιθανή αιτία αναφέρεται η παρουσία ιόντων Μαγνησίου.

Υποψίες σχετικές με την πρόκληση “χολολιθίασης” και “νεφρολιθίασης” εξαιτίας της κατανάλωσης σκληρού νερού δεν έχει επιβεβαιωθεί.

Διαπιστώθηκε ότι το μαλακό νερό είναι επικίνδυνο διότι διαβρώνει σωληνώσεις αγωγών υδρεύσεως και υδατοδεξαμενές από μόλυβδο και μακροχρόνια κατανάλωση αυτού δύναται να επιφέρει χρόνια μολυβδίαση. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.11 Διαλυμένο οξυγόνο

Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλ. 100 %, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση.

Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία, που να συνδέονται άμεσα με την ελάττωση ή την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Υπάρχουν όμως κάποιες έμμεσες επιπτώσεις: Διαβρώνονται οι σωληνώσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιεκτικότητα του νερού σε μέταλλα (π.χ. σίδηρο, ψευδάργυρο, μόλυβδο, κάδμιο). Επίσης δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες που βοηθούν την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, των θεικών σε θειούχα, με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών.

Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.3.12 Οξειδωσιμότητα

Ο προσδιορισμός της οξειδωσιμότητας εκφράζει την περιεκτικότητα του δείγματος σε οργανικές ουσίες που οξειδώνονται με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου. Πολλές οργανικές και ορισμένες ανόργανες ουσίες οξειδώνονται με υπερμαγγανικό κάλιο σε όξινο, ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον.

2.1.4 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες

2.1.4.1 Αμμωνία

Η ανεύρεση αμμωνίας στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι σπάνια και προέρχεται από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών ή από την ρύπανση του υδροφόρου στρώματος με αμμωνιακά λιπάσματα ή από αναγωγή νιτρικών αλάτων σε αμμωνία. Γενικά η αμμωνία είναι χημικός δείκτης μόλυνσης του νερού. Πάντως με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση βακτηριδίων, η αμμωνία οξειδώνεται και σχηματίζει κατ' αρχάς νιτρώδη και τελικώς νιτρικά άλατα.

Σε περίπτωση που η αμμωνία προέρχεται από διάσπαση πρωτεϊδών, τότε είναι σίγουρο ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης έχει προσμιχθεί με οργανικές ουσίες. Η διαπίστωση αν οι οργανικές ουσίες οφείλονται σε πρόσμειξη με περιττωματικές ουσίες θα γίνει με μικροβιολογική εξέταση. Το νερό με αμμωνία εκ πρωτεϊδών είναι επικίνδυνο και ακατάλληλο για πόση.

Η ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 0,5 mg/l. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.2 Νιτρώδη

Η παρουσία νιτρωδών αλάτων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι σπάνια και πιθανή ύπαρξη τους βεβαιώνει πρόσφατη ρύπανση του νερού με οργανικές ουσίες των οποίων το άζωτο άρχισε να οξειδώνεται και θεωρείται ύποπτο ρύπανσης.

Τα νιτρώδη άλατα αποτελούν μια μεταβατική κατάσταση κατά την αποσύνθεση και οξείδωση των αζωτούχων ουσιών μεταξύ αμμωνίας και νιτρικών αλάτων.

Η παρουσία νιτρωδών αλάτων πάνω από τα επιτρεπτά όρια στο νερό υποδηλώνει ότι δεν έγινε πλήρης οξείδωση των αζωτούχων αλάτων, ότι λαμβάνει χώρα βακτηριδιακή δράση και ότι μπορεί να υπάρξουν και επικίνδυνοι μικροοργανισμοί. Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 0,1 mg/l. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.3 Νιτρικά

Τα νιτρικά άλατα που ανιχνεύονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πιθανόν να προέρχονται από το υπέδαφος ή από αζωτούχες ενώσεις (λιπάσματα), που φθάνουν μέχρι τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης νιτρικών σε νερό που προέρχεται από μεγάλο βάθος συνηγορεί υπέρ της προέλευσης από ορυκτά. Αν υπάρχουν κάποια ίχνη νιτρικών στο νερό και δεν βρίσκονται άλλες μορφές αζώτου, αμμωνία, νιτρώδη, τότε η ρύπανση χαρακτηρίζεται παλιά.

Τα νιτρικά άλατα δεν είναι τοξικά για τον άνθρωπο, μετατρέπονται όμως σε νιτρώδη άλατα, τα οποία προκαλούν σοβαρότατα προβλήματα στην υγεία των βρεφών κάτω των τριών μηνών. Τα άλατα αυτά με την επίδραση των βακτηριδίων του πεπτικού συστήματος μετατρέπονται σε νιτρώδη και τα οποία συνδέονται με την αιμοσφαιρίνη, σχηματίζοντας την μεθαιμοσφαιρίνη που προκαλεί διαταραχή της μεταφοράς του οξυγόνου στους ιστούς, κλινικό σύνδρομο της μεθαιμοσφαιρινοπάθειας.

Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης 50 mg/l.
(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.4 Σίδηρος

Υπάρχει κυρίως σε υπόγειο νερό, που διέρχεται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται στο νερό, διαλύει το σίδηρο σε διττανθρακικά άλατα. Αυτά, όσο το νερό είναι ακόμη στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα, δεν έχουν καμιά επίπτωση. Έτσι, όταν αντλείται, το νερό είναι τελείως διαυγές. Μόλις όμως βγει στην ατμόσφαιρα και έρθει σ' επαφή με το οξυγόνο, ο διττανθρακικός σίδηρος οξειδώνεται προς υδροξείδιο του σιδήρου, το οποίο θολώνει το νερό (δίνοντάς του ένα υποκίτρινο χρώμα) και το καθιστά ακατάλληλο για χρήση. Η ύπαρξη σιδήρου στο νερό βοηθά την ανάπτυξη σιδηροβακτηριδίων. Τα σιδηροβακτηρίδια (μύκητας κρινόθρυξ) εναποθέτουν, με τη μορφή σκουριάς, το σίδηρο στα τοιχώματα των αγωγών μεταφοράς. Με την πάροδο του χρόνου, φορτώνονται τα τοιχώματα με πολλά σιδηροβακτηρίδια. Με την παραμικρή αλλαγή της ταχύτητας του νερού μέσα στον αγωγό, αυτά αποκολλώνται και συμπαρασύρονται με το νερό. Παρουσιάζονται σαν μικρά μαυράδια και κάνουν το νερό τελείως ακατάλληλο προς πόση και οικιακή χρήση. (Ταμιωλάκης, 2002)

Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσει σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση). Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

Ο σίδηρος στο νερό προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (δημιουργούνται λεκέδες στα υφάσματα) και στους αγωγούς διανομής νερού (ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργούνται αποθέσεις).
(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.5 Μαγγάνιο

Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση.

Το μαγγάνιο προκαλεί λεκέδες στα υφάσματα σε πλυντήρια και υφαντήρια. Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.
(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.6 Χαλκός

Η οδηγία 98/83/EK ορίζει σαν παραμετρική τιμή 2 mg/l και κατατάσσει το χαλκό στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία.

Ωστόσο συγκεντρώσεις μικρότερες από την προτεινόμενη τιμή μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το χρώμα, την οσμή και τη γεύση του νερού.

Ο χαλκός είναι ένα βασικό μέταλλο για τον άνθρωπο. Είναι απαραίτητο σε πολλά ένζυμα. Η ημερήσια ανάγκη σε χαλκό υπολογίζεται σε 30 μg ανά κιλό βάρους σώματος για τους ενήλικες και 80 μg για τα νεογνά. Το 50 % του χαλκού που λαμβάνεται με την τροφή αφομοιώνεται. Ο χαλκός βρίσκεται σε όλα τα όργανα και ο χρόνος ημι – ζωής του στα υγιή άτομα είναι 4 εβδομάδες.

Κατά λάθος λήψη υψηλών ποσοτήτων χαλκού (15 – 17 mg) προκαλεί γαστρεντερικές ανωμαλίες. Φαινόμενο χρόνιας δηλητηρίασης με χαλκό δεν αναφέρεται. Ωστόσο, πολλές μελέτες έχουν δείξει πιθανή συσχέτιση μεταξύ υψηλής λήψης χαλκού με παιδικές τροφές σε νεογνά κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής και

περιπτώσεις ασθενειών (κύρωση του ήπατος). Μία πρόσφατη μελέτη στην Φινλανδία έδειξε ότι ο χαλκός του ορού είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την πρόοδο της αθηροσκλήρωσης. Σαφή συμπτώματα όπως αιμόλυση, βλάβη στα νεφρά και το συκώτι έχουν παρατηρηθεί μετά την κατάποση υψηλών ποσοτήτων αλάτων χαλκού που έχουν προκαλέσει στο αίμα συγκεντρώσεις 3 – 8 mg/l.

Η παρουσία χαλκού στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης αν και δεν συνιστά κίνδυνο για την υγεία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά ορισμένες οικιακές χρήσεις του νερού όπως η διευκόλυνση της διάβρωσης επιφανειών από αλουμίνιο ή ψευδάργυρο. Λέκιασμα των υδραυλικών εξαρτημάτων και των πλυντηρίων μπορεί να προκληθεί με συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1000 µg/l. (Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.4.7 Ψευδάργυρος

Είναι σημαντικό στοιχείο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πηγές ψευδαργύρου στο νερό είναι η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων και τα απόβλητα μεταλλείων και επιμεταλλωτηρίων. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/l προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.
(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.8 Φώσφορος

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στο νερό είτε διαλυμένες, είτε σαν σωματίδια είτε στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών. Ο φώσφορος, όπως και το άζωτο, είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό του επιφανειακού νερού.

Η μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον μεταβολισμό. Επίσης υπάρχει σε πολλά απορρυπαντικά και στα φωσφορικά λιπάσματα. Μικρά ποσά φωσφορικών εισέρχονται στα δίκτυα από την επεξεργασία του νερού, όπου χρησιμοποιούνται για να εμποδιστεί η διάβρωση στις σωληνώσεις και τα επικαθήματα στους λέβητες.

Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.
(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.9 Φθόριο

Το φθόριο συναντάται στο νερό σαν φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Συνήθως βρίσκεται στο υπόγειο νερό παρά στο επιφανειακό. Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό.

Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Από έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες διαπιστώθηκε, ότι το φθόριο σε μικρά ποσά στο νερό (μέχρι 1 mg/l) είναι ωφέλιμο, γιατί εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί τη φθορίαση (μαύρες κηλίδες στην αδαμαντίνη των δοντιών) ή και βλάβες στα οστά.

Χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά.

Σε νερό που δεν περιέχει φθόριο γίνεται φθορίωση με προσθήκη φθοριούχων και φθοριοπυριτικών ενώσεων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται συχνά η περιεκτικότητα του νερού σε φθόριο, ώστε να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.10 Χλώριο υπολειμματικό

Σε νερό που χλωριώνεται πρέπει να μετρηθεί υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής. Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη μολυνθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις.

Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα.

Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5 Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

2.1.5.1 Αρσενικό

Οι περισσότερες πηγές φυσικού νερού περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 μg/l. Φθάνει στους αποδέκτες από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από τα εντομοκτόνα και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι οι ηφαιστειογενείς δράσεις και η αποσύνθεση της φυτικής οργανικής ύλης.

Είναι τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο. Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα. Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg As είναι θανατηφόρες.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.2 Κάδμιο

Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα. Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στο φυσικό νερό βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια. Σε μη ρυπασμένο νερό η συγκέντρωση του καδμίου είναι κάτω από 1 μg/l. Πηγές του καδμίου στο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα και η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων. Σε συστήματα ύδρευσης, που τροφοδοτούνται με νερό μαλακό χαμηλού pH, μπορεί να βρεθούν υψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτό το νερό είναι πιο διαβρωτικό και η διαλυτότητα του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα.

Το κάδμιο προσβάλλει το συκώτι, τα νεφρά, τη σπλήνα και το θυρεοειδή αδένα, εναποτίθεται στα οστά, όπου αντικαθιστά το ασβέστιο προκαλώντας τη νόσο ΙΤΑΙ – ΙΤΑΙ. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.3 Χρώμιο

Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο. Στο νερό βρίσκονται κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου, επειδή είναι ευδιάλυτα, ενώ σπάνια υπάρχει σαν τρισθενές, γιατί οι ενώσεις του είναι αδιάλυτες και καθιζάνουν. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται στα αεροζόλ και παρασύρεται από τη βροχή

ή εναποτίθεται στο έδαφος ρυπαίνοντας το επιφανειακό νερό. Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2 – 1 μg/l, στο θαλασσινό 0,05 μg/l και στο φυσικό νερό 0,5 – 2 μg/l, ενώ στο υπόγειο είναι πολύ χαμηλή. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες χρωμάτων και δέρματος, στα επιμεταλλωτήρια, στην παρασκευή κραμάτων και καταλυτών. Συχνά προστίθενται σε νερό ψύξης χρωμικές ενώσεις για έλεγχο της διάβρωσης.

Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το συκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.4 Μόλυβδος

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Το φυσικό νερό συνήθως περιέχει μέχρι 5 μg/l μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Μεγάλες ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Στις περισσότερες χώρες έχει εγκαταλειφθεί και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών.

Οι επιπτώσεις του μολύβδου στην υγεία μελετήθηκαν πριν πολλά χρόνια, γιατί υπήρξαν δηλητηριάσεις από μόλυβδο στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, που προήλθε από διάβρωση των μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εγκαταλειφθούν οι μολύβδινοι σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακόσμηση.

Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.6 Μικροβιολογικές παράμετροι

2.1.6.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ.) στους 22°C και στους 37°C

Για την καταμέτρηση των αποικιών των ψυχροφίλων, τα τρυβλία επωάζονται στους 22°C για 72 ώρες. Στη θερμοκρασία αυτή και σε αερόβιες συνθήκες επώασης, η καταμέτρηση αφορά τα αερόβια, ψυχρόφιλα βακτήρια. Ενώ για την καταμέτρηση των αποικιών των μεσοφίλων, τα τρυβλία επωάζονται στους 37°C για 48 ώρες. Στη θερμοκρασία αυτή και σε αερόβιες συνθήκες επώασης, η καταμέτρηση αφορά τα αερόβια, μεσόφιλα βακτήρια.

Ο πληθυσμός αυτός των βακτηρίων που αναπτύσσεται στο άγαρ καταμετρήσεως και κάτω από τις συνθήκες επώασης (θερμοκρασία, O₂) χαρακτηρίζεται ως Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ.). (Δεληγκάρης, 1992)

Η καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης μας δίνει μια εικόνα της μικροβιολογικής καθαρότητας του νερού, ιδίως για τις περιπτώσεις που αυτό χρησιμοποιείται από βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων.

Για τα δίκτυα ύδρευσης η σταθερότητα του αριθμού τους είναι σημαντικός δείκτης της ακεραιότητας του δικτύου και της επάρκειας της χλωρίωσης. Αιφνίδια αύξηση του αριθμού τους κατά 1 – 2 λογαρίθμους μπορεί να υποδηλώνει ανεπάρκεια στο σύστημα επεξεργασίας του νερού, επιμόλυνση της πηγής υδροληψίας ή την ανάπτυξη βιολογικού υμενίου στο δίκτυο.

Πολλές φορές είναι το πρώτο ανιχνεύσιμο σημείο μόλυνσης.
(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/velonakis_e.pdf)

2.1.6.2 Ολικά Κολοβακτηριοειδή

Τα βακτήρια των γενών *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* και *Enterobacter* αποτελούν την ομάδα των Ολικών Κολοβακτηριοειδών (Total Coliforms). Αυτά έχουν όλα τα γνωρίσματα της οικογένειας *Enterobacteriaceae*. Κύριο και κοινό γνώρισμά τους είναι η ικανότητά τους να ζυμώνουν τη λακτόζη γρήγορα σε οξύ και αέριο.

Τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή χρησιμεύουν ως δείκτες εντερικής ρύπανσης των τροφίμων, δηλαδή η παρουσία τους σε ένα τρόφιμο δείχνει ότι το τρόφιμο αυτό έχει ρυπανθεί με κόπρανα και πιθανόν είναι μολυσμένο με εντεροπαθογόνα βακτήρια. Γι' αυτό έχουν μεγάλη σπουδαιότητα για τη δημόσια υγεία.

Όλα όμως τα γένη που αποτελούν τα Κολοβακτηριοειδή δεν έχουν την ίδια αξία ως δείκτες.

Η *Escherichia Coli* είναι βέβαιης εντερικής προέλευσης και άρα η παρουσία της στα τρόφιμα σημαίνει βέβαιη εντερική ρύπανση.

Η *Klebsiella* είναι πιθανής εντερικής προέλευσης.

Τα βακτήρια των γενών *Citrobacter* και *Enterobacter* που συχνά βρίσκονται στα υδραγωγεία, είναι συνήθως φυτικής προέλευσης. (Δεληγκάρης, 1980)

Η ένδειξη των Ολικών Κολοβακτηριοειδών θεωρείται ευρύτατα ο πιο αξιόπιστος δείκτης για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Το γεγονός ότι η ένδειξη παραμένει η κύρια μικροβιολογική παράμετρος στα περισσότερα πρότυπα ποιότητας νερού είναι μία αναγνώριση της αξιοπιστίας του δείκτη.

Η διατήρηση της ένδειξης στην καινούρια οδηγία για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εγγυάται ότι θα παραμείνει ο δείκτης – κλειδί της μικροβιολογικής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε όλη την Ευρώπη μέχρι η οδηγία να επανεξεταστεί.

Ωστόσο, για πολλά χρόνια ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων από μία μεγάλη ποικιλία επιστημονικών κλάδων έχουν αναρωτηθεί για τη χρησιμότητα των Ολικών Κολοβακτηριοειδών σαν ένα μέτρο της ποιότητας του νερού.

Οι Gleeson & Gray (1997) υποστηρίζουν ότι από την πρώτη εφαρμογή του δείκτη των Ολικών Κολοβακτηριοειδών ως κύρια μικροβιολογική παράμετρος του νερού μέχρι σήμερα έγινε μεγάλη πρόοδος στη δημόσια υγεία από άποψη μικροβιολογίας, ώστε ο δείκτης αυτός να χάνει ολοένα την σημαντικότητά του.

Τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή δεν είναι αξιόπιστοι δείκτες της μόλυνσης του νερού ούτε αξιόπιστοι δείκτες της παρουσίας των παθογόνων μικροοργανισμών, διότι μερικά Κολοβακτηριοειδή βρίσκονται εκ φύσεως στα εδάφη, στο θαλάσσιο περιβάλλον, στα συστήματα διανομής πόσιμου νερού και στις φυτικές ύλες, όπου μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Επιπλέον, στο νερό μπορεί να υπάρχουν παθογόνοι μικροοργανισμοί και να εκδηλωθεί ασθένεια ακόμη και όταν δεν υπάρχουν Κολοβακτηριοειδή. (Chigbu & Sobolev, 2007)

2.1.6.3 *Escherichia Coli*

Η *Escherichia Coli* είναι ένας Gram αρνητικός μικροοργανισμός, ο οποίος ζει στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των θηλαστικών ως μέρος της φυσικής χλωρίδας του. Η *E. Coli* εκτελεί σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες του εντέρου και επίσης, δεν έχει βρεθεί να ζει σε άλλο περιβάλλον, αλλά έχει αναφερθεί ότι πολλαπλασιάζεται στο επιφανειακό νερό, ειδικά σε τροπικό περιβάλλον.

Η παρουσία της *E. Coli* στο νερό και στα τρόφιμα μπορεί να είναι ένδειξη επιμόλυνσης από κόπρανα, ωστόσο η κατανάλωσή τους δε σημαίνει απαραίτητα άσχημη επίδραση στην υγεία. Παρ' όλα αυτά κάποια στελέχη της *E. Coli* θεωρείται ότι είναι υπεύθυνα για διαρροϊκές ασθένειες και πιθανόν να επιφέρουν πιο σοβαρές μορφές ασθενειών. (Chigbu & Sobolev, 2007)

2.1.6.4 *Clostridium Perfringens*

Το *Clostridium Perfringens* είναι ένα αναερόβιο Gram θετικό βακτηρίδιο, το οποίο παράγει σπόρους ωοειδείς στο κέντρο του μικροβίου. Οι σπόροι του *C. Perfringens* όπως όλοι οι σπόροι αντέχουν στη θερμοκρασία των 70°C περίπου, στην οποία καταστρέφονται οι βλαστικές μορφές όλων των μικροβίων. Μπορούν να επιζήσουν για μήνες στο νερό, πολύ περισσότερο από βλαστικές μορφές μικροοργανισμών κοπρανώδους προέλευσης. Η παρουσία τους στο νερό μπορεί να είναι ένδειξη μακρινής ή ασυνεχούς επιμόλυνσης από κόπρανα. Οι σπόροι δεν απενεργοποιούνται πάντα με τη χλωρίωση. Έτσι καθίσταται αναγκαίος και χρήσιμος ο προσδιορισμός του *C. Perfringens* στα στάδια της επεξεργασίας του νερού για την αποτελεσματική επεξεργασία του νερού. (World Health Organization, 2004)

2.1.7 Εξυγίανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

2.1.7.1 Γενικά

Σήμερα, είναι πολύ επικίνδυνο να καταναλώνουμε το νερό στη φυσική του κατάσταση, χωρίς καθαρισμό. Για λόγους ασφαλείας, το λιγότερο που μπορούμε να ζητήσουμε είναι μια προφυλακτική απολύμανση, ακόμη και αν έχει διαπιστωθεί ότι το νερό της πηγής είναι καθαρό, χωρίς μικρόβια – γιατί ποτέ δεν ξέρουμε πότε και πώς θα μολυνθεί. Μετά τον καθαρισμό, το νερό πρέπει να πληροί τους όρους υγιεινής.

Για να το πετύχουμε αυτό, χρειάζεται συνεχής επαγρύπνηση και φροντίδα. Οποιοδήποτε νερό, με τα σημερινά τεχνικό – οικονομικά δεδομένα, μπορεί να καθαριστεί ώστε να πληροί τους όρους υγιεινής. Βέβαια, για λόγους οικονομίας, πρέπει πάντα να φροντίζουμε να χρησιμοποιούμε εκείνο το νερό που θέλει τη μικρότερη βελτίωση.

Στην εποχή μας, οι εγκαταστάσεις καθαρισμού έχουν πάρει βιομηχανικές διαστάσεις και απαιτούν έμπειρο προσωπικό με εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις,

ώστε να είναι εφικτή η άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ασφαλή και ακίνδυνη, για την ανθρώπινη υγεία, υδροδότηση.

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων εξαρτάται από την κατάσταση της ποιότητας του νερού και από την πηγή πορισμού του. Όπως είπαμε όμως πιο πάνω, είναι απαραίτητη και επιβεβλημένη η προληπτική απολύμανση του νερού. Εκτός από την απολύμανση, αν το νερό είναι επιφανειακό, που σημαίνει πως έχει και φερτές ύλες, είναι απαραίτητη πρώτα η αφαίρεση αυτών των υλών με δεξαμενές καθίζησης ή διυλιστήρια. (Assembly of Life Sciences, 1987)

2.1.7.2 Απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Με τον όρο απολύμανση εννοούμε την καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών, που περιέχονται στο νερό.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι απολύμανσης. Εδώ θα μιλήσουμε για απολύμανση ποσοτήτων νερού που απαιτούνται για να καλύψουν τις υδρευτικές ανάγκες μεσαίων και μεγάλων οικιστικών μονάδων. Η απολύμανση τέτοιων ποσοτήτων γίνεται:

- A. Με χημικές ουσίες
- B. Με υπεριώδεις ακτίνες

Οι χημικές ουσίες που απολυμαίνουν το νερό είναι: το χλώριο, το όζον, και το υπερμαγγανικό κάλιο. Και οι τρεις αυτές ουσίες, ύστερα από χημικές αντιδράσεις, εκλύουν τελικά ατομικό («εν τω γεννάσθαι») οξυγόνο που δρα στο λιπώδες περίβλημα των μικροβίων και διαταράσσεται έτσι η ισορροπία ώσμωσης στις μεμβράνες του κυττάρου των μικροβίων, με τελικό αποτέλεσμα το θάνατό τους.

Οι υπεριώδεις ακτίνες οφείλουν τη δραστηριότητά τους στο ότι διεγείρουν τα πρωτεϊνικά μόρια του πρωτοπλάσματος και των ενζύμων και τα καθιστούν ευκολότερα οξειδώσιμα ακόμη και από το διαλυμένο οξυγόνο.

Όσον αφορά τις χημικές ουσίες, ευρέως χρησιμοποιείται στην απολύμανση το χλώριο – εξαιτίας των πλεονεκτημάτων του έναντι των άλλων. Το όζον, για παράδειγμα, δεν μπορεί να παραμείνει στο νερό ως υπόλοιπο για να αντιμετωπίσει τις τυχόν μικρομολύνσεις που θα παρουσιαστούν κατά τη διανομή. Επίσης, είναι ακριβότερο από το χλώριο και πρέπει να παράγεται στον τόπο εφαρμογής του, γιατί είναι ασταθές και έχει την τάση να διασπάται προς οξυγόνο «εν τω γεννάσθαι». Τέλος, το όζον έχει και άλλη μια αδυναμία, που οφείλεται κυρίως στη βραχύβια ύπαρξή του.

Το υπερμαγγανικό κάλιο δεν χρησιμοποιείται για απολύμανση νερού που προορίζεται για κατανάλωση, γιατί χρωματίζει το νερό. Γίνεται χρήση υπερμαγγανικού καλίου μόνο για απολύμανση δικτύων που πρωτολειτουργούν, αλλά και εδώ σε περιορισμένη κλίμακα, γιατί καλύπτεται ο τομέας αυτός από τη χρήση του υποχλωριώδους νατρίου ή υποχλωριώδους ασβεστίου. (Alth et al. 1992)

2.1.7.3 Χλωρίωση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Η χλωρίωση σκοπό έχει να απολυμάνει το νερό και να προφυλάξει το καταναλωτικό κοινό από διάφορες μολυσματικές ασθένειες. Το χλώριο, αν και δηλητήριο, είναι το αποτελεσματικότερο και φθηνότερο μέσο απολύμανσης, και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον κόσμο.

Το χλώριο είναι ένα χλωροπράσινο αέριο βαρύτερο από τον αέρα. Δεν αναφλέγεται ούτε εκρήγνυται μόνο του και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού, αλλά αποδεικνύεται εξαιρετικά επικίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου όταν εισπνευσθεί σε μεγάλη ποσότητα. Γι' αυτό, μεταφέρεται πάντα σε ειδικές χαλύβδινες φιάλες που πληρούν όλους τους όρους ασφαλείας. Σήμερα υπάρχουν δύο ειδών τέτοιες φιάλες, ανάλογα με την ποσότητα χλωρίου που περιέχουν. Υπάρχουν φιάλες των 900 kg και των 47 ή 60 kg.

Το χλώριο σε υγρή κατάσταση, χωρίς υγρασία, δεν είναι σοβαρά διαβρωτικό. Όταν όμως υπάρχει έστω λίγη υγρασία, τότε είναι πολύ διαβρωτικό για κάθε είδος μετάλλου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει ο θάλαμος χλωρίωσης να παραμένει όσο γίνεται ξηρός, χωρίς δηλαδή υγρασία. Επίσης, θα πρέπει να απομακρύνεται και το νερό του δαπέδου.

Στην χλωρίωση του πόσιμου νερού οφείλεται η εντυπωσιακή μείωση (από τις αρχές ήδη του 20^{ου} αιώνα) των λοιμώξεων που μεταδίδονται με το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Πολλές επιδημίες που συνέβησαν σε μικρές πόλεις έγινε γνωστό εκ των υστέρων ότι οφείλονταν σε μολύνσεις του νερού στην πηγή ή στο (κακό) δίκτυο διανομής. Είναι κάτι παραπάνω από βέβαιο πως υδρεύσεις πόλεων και οικισμών που δεν χλωριώνονται δεν είναι ασφαλείς για τη δημόσια υγεία. Το υπόλειμμα χλωρίου που παραμένει στο νερό, αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις μικρομολύνσεις που συμβαίνουν κατά τη διαδρομή του νερού προς τον τελικό προορισμό του.

Αλλά η χλωρίωση απαιτεί προσεκτική επιτήρηση, ιδίως όταν το μικροβιακό φορτίο του νερού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Τελευταία χρησιμοποιούνται κι άλλοι τρόποι απολύμανσης του νερού (π.χ. με όζον ή με υπεριώδεις ακτίνες), αλλά το

χλώριο έχει το πλεονέκτημα ότι παραμένει για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στο νερό και έτσι αντιμετωπίζει τις τυχόν μικρομολύνσεις που θα παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια της διανομής του στο δίκτυο, ενώ οι άλλοι τρόποι απολυμαίνουν το νερό μόνο κατά τη στιγμή της επαφής τους με αυτό και δεν παραμένουν καθόλου για μετά. Ασφαλή αποστείρωση επιτυγχάνουμε, μόνο όταν γίνεται καλά η ανάμειξη του νερού με το χλώριο και ο χρόνος δράσης είναι αρκετός.

(Johnson & Jolley, 1990)

3. Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν:

- Ο μικροβιολογικός και χημικός έλεγχος στις δύο πηγές (Αραβησσού και Αλιάκμονα) υδροληψίας του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης.
- Η εκτίμηση της διακύμανσης των μικροβιολογικών και χημικών παραμέτρων στις δύο προαναφερθείσες πηγές για διάστημα 6 μηνών.
- Η σύγκριση των διακυμάνσεων τόσο των μικροβιολογικών όσο και των χημικών παραμέτρων σε κάθε πηγή.
- Η σύγκριση των διακυμάνσεων για κάθε παράμετρο μεταξύ των δύο πηγών.

4. Πειραματικό μέρος

4.1 Υλικά και μέθοδοι

4.1.1 Γενικά

Επιλέχθηκαν δύο πηγές δειγματοληψίας:

α) Το κεντρικό αντλιοστάσιο του Δενδροποτάμου (ΑΔ).

β) Η τελική δεξαμενή παροχής νερού προς το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης και προς τη βιομηχανική περιοχή (Δ3).

Το νερό του ΑΔ προέρχεται από το νερό των πηγών Αραβησσού που συνεπικουρείται από γεωτρήσεις μεγάλου βάθους στο ύψος της Χαλκηδόνας.

Το νερό του Δ3, το οποίο είναι επιφανειακό, προέρχεται από τον ποταμό Αλιάκμονα και μετά το διυλιστήριο τροφοδοτεί τη βιομηχανική περιοχή Θεσσαλονίκης και μέρος του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Η τελική δεξαμενή Δ3 βρίσκεται στην περιοχή Δήμου Εχεδώρου.

Οι μικροβιολογικοί παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 22°C, η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 37°C, τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή, η *Escherichia Coli* και το *Clostridium Perfringens*. Η συχνότητα δειγματοληψίας ήταν μία δειγματοληψία την εβδομάδα. Συνολικά εξετάστηκαν 24 δείγματα από κάθε πηγή υδροληψίας.

Οι χημικοί παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν η Θολότητα, τα Χλωριούχα, το pH, η Αγωγιμότητα, ο Σίδηρος και το Μαγγάνιο. Η συχνότητα δειγματοληψίας ήταν μία δειγματοληψία ανά εβδομάδα. Συνολικά εξετάστηκαν 24 δείγματα από κάθε πηγή υδροληψίας.

Επίσης, από τους χημικούς παραμέτρους εξετάστηκαν τα Νιτρικά, το Φθόριο, τα Θεικά και η Οξειδωσιμότητα. Η συχνότητα δειγματοληψίας ήταν ένα δείγμα ανά μήνα. Συνολικά εξετάστηκαν 6 δείγματα ανά πηγή υδροληψίας.

4.1.2 Μεταχείριση των δοχείων που προορίζονται για μικροβιολογική ανάλυση πριν τη δειγματοληψία του νερού

Τα δείγματα για μικροβιολογική ανάλυση συλλέγονται σε σκούρα γυάλινα μπουκάλια, τα οποία έχουν καθαρισθεί και ξεπλυθεί προσεκτικά και τέλος ξεπλένονται με αποσταγμένο νερό.

Στη συνέχεια προστίθενται στα δοχεία 10 σταγόνες $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Υποθειώδες Νάτριο) και τοποθετούνται στον κλίβανο. Το Υποθειώδες Νάτριο είναι ένας ικανοποιητικός αποχλωρωτικός παράγοντας που εξουδετερώνει το υπολειμματικό χλώριο και

εμποδίζει τη συνέχιση της βακτηριογόνου δράσης κατά τη μεταφορά των δειγμάτων. Στη συνέχεια, η ανάλυση θα δείξει με περισσότερη ακρίβεια την πραγματική περιεκτικότητα των μικροβίων στο νερό στο χρόνο της δειγματοληψίας.

Αφού έχει εξατμιστεί το $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ και έχουν κρυώσει τα δοχεία, κλείνονται με εσφυρισμένα πώματα, τα οποία είναι τυλιγμένα με αλουμινόχαρτο και στη συνέχεια αποστειρώνονται σε ξηρό κλίβανο στους 183°C επί 2,5 ώρες.

(Hunt & Rice, 2005)

4.1.3 Δειγματοληψία νερού

Από βρύση χωρίς εξαρτήματα

A) Για χημική ανάλυση

Ανοίγεται η βρύση, αφήνεται το νερό να τρέξει για 4 – 5 min. Η ολιγόλεπτη ροή του νερού εξασφαλίζει πράγματι την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος της υδροφόρου συλλογής. Παραλαμβάνεται έτσι νερό του δικτύου υδρεύσεως και όχι των σωληνώσεων μέσα στις οποίες ρέει και όπου είναι δυνατόν να μεταβληθεί προσωρινά η σύσταση του νερού από την δράση της τυχόν υπάρχουσας μικροβιακής χλωρίδας ή από την διαβρωτική ενέργεια του νερού στα τοιχώματα των σωλήνων ή των δεξαμενών ή από την παρείσφρηση ξένων προς την αληθινή ποιότητα του νερού ουσιών από το περιβάλλον. (Κατσουγιαννόπουλος, 1991)

Στη συνέχεια, μετράται το υπολειμματικό χλώριο και γεμίζεται το πλαστικό δοχείο δειγματοληψίας, αφού προηγουμένως έχει ξεπλυθεί 2 – 3 φορές με το προς ανάλυση νερό.

B) Για μικροβιολογική ανάλυση

Αν πρόκειται να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία από βρύση χωρίς εξαρτήματα, επιλέγεται μία βρύση, η οποία τροφοδοτείται με νερό από τον υπηρεσιακό (οικιακό) σωλήνα, ο οποίος είναι απ' ευθείας συνδεδεμένος με τον κεντρικό σωλήνα.

Αρχικά καίγεται το στόμιο της βρύσης με φλόγιστρο για αρκετή ώρα και στη συνέχεια αφήνεται το νερό να τρέξει για 4 – 5 min.

Απομακρύνεται το αλουμινόχαρτο με το εσφυρισμένο πώμα μαζί σαν ένα, δεν μολύνεται η εσωτερική επιφάνεια του αλουμινόχαρτου, του εσφυρισμένου πώματος και του λαιμού του δοχείου. Γεμίζεται το δοχείο χωρίς να ξεπλυθεί, επανατοποθετείται το εσφυρισμένο πώμα μαζί με το αλουμινόχαρτο αμέσως.

Αφού συλλεχθεί το δείγμα, αφήνεται αρκετό διάστημα στο δοχείο (περίπου 2,5 cm), ώστε να διευκολυνθεί η ανάμειξή του πριν την ανάλυση.

Τα δείγματα συλλέγονται κατά τη ροή του νερού και χρησιμοποιούνται ασηπτικές τεχνικές για την αποφυγή μόλυνσης του δοχείου. Επίσης, το δοχείο δειγματοληψίας κρατείται κλειστό μέχρι τη στιγμή του γεμίσματος. (Hunt & Rice, 2005)

Από ποτάμι

Μόνο για χημική ανάλυση

Μετράται η θερμοκρασία και το διαλυμένο οξυγόνο, εμβαπτίζεται ένας δειγματολήπτης (βαρίδιο), έτσι ώστε το δείγμα να παρθεί μισό μέτρο κάτω από την επιφάνεια, δηλαδή να μην είναι ούτε επιφανειακό ούτε από τον πάτο.

Η δειγματοληψία γίνεται κατά μήκος του καναλιού και από διάφορα σημεία.

Το νερό αυτό δεν είναι επεξεργασμένο, δηλαδή αποτελεί την πρώτη ύλη και στη συνέχεια κατευθύνεται στο δυλιστήριο για να επεξεργαστεί.

Από εκκένωση αγωγού καθαρισμού

A) Για χημική ανάλυση

Αφήνεται ο σωλήνας να τρέξει, ξεπλένεται το στόμιο του σωλήνα, μετράται το υπολειμματικό χλώριο και παίρνεται δείγμα, αφού προηγουμένως έχει ξεπλυθεί το πλαστικό δοχείο 2 – 3 φορές με το προς ανάλυση νερό.

B) Για μικροβιολογική ανάλυση

Αφήνεται ο σωλήνας να τρέξει, ξεπλένεται το στόμιο του σωλήνα, μετράται το υπολειμματικό χλώριο και παίρνεται δείγμα με το γυάλινο δοχείο. ΠΡΟΣΟΧΗ! Το γυάλινο δοχείο δεν ξεπλένεται.

4.1.4 Βοηθητικά όργανα και αντιδραστήρια δειγματοληψίας

Από βρύση χωρίς εξαρτήματα

- Φλόγιστρο
- Δοκιμαστικός σωλήνας
- Αντιδραστήριο DPD (Διμέθυλο – Παραφαινυλένο – Διαμίνη)

Από ποτάμι

- Θερμόμετρο
- Μετρητής διαλυτού οξυγόνου
- Δειγματολήπτης (βαρίδιο)

Από εκκένωση αγωγού καθαρισμού

- Δοκιμαστικός σωλήνας
- Αντιδραστήριο DPD (Διμέθυλο – Παραφαινυλένο – Διαμίνη)

4.1.5 Μεταχείριση των δειγμάτων πριν την εξέταση

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις των δειγμάτων πρέπει να γίνονται εντός 6 ωρών, αφού τα δείγματα μεταφερθούν συντηρημένα σε χαμηλές θερμοκρασίες με τη βοήθεια μικρού φορητού ψυγείου, το οποίο περιέχει παγοκύστες. Αν οι μικροβιολογικές αναλύσεις δεν γίνουν εντός 6 ωρών, τότε τα δείγματα μπορούν να συντηρηθούν στο ψυγείο στους 4 – 8°C.

Οι χημικές αναλύσεις πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Αν για κάποιο λόγο οι χημικές αναλύσεις δεν γίνουν κατευθείαν, τότε συντηρούνται στο ψυγείο στους 4 – 8°C.

Τα δείγματα που προορίζονται για τη μέτρηση βαριών μετάλλων με ατομική απορρόφηση, όπως χαλκός, αργίλιο, μόλυβδος, βόριο, χρώμιο, κάδμιο, νικέλιο συντηρούνται με διάλυμα νιτρικού οξέος 1,5 ml/l.

Τα δείγματα που προορίζονται για ανάλυση με το σύστημα FIAS (σύστημα υδριδίων) συντηρούνται με 1 % HCL. Στο σύστημα FIAS γίνεται ανάλυση ως προς το σελήνιο, το αρσενικό, τον υδράργυρο και το αντιμόνιο.

4.1.6 Αντιδραστήρια

Όλα τα αντιδραστήρια και οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται στη συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα είναι αναλυτικής καθαρότητας.

Για τον προσδιορισμό των Χλωριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Διάλυμα Χρωμικού Καλίου

Διαλύονται 50 g K_2CrO_4 σε 100 – 150 ml αποσταγμένο νερό. Προστίθενται 3 – 5 ml διάλυμα $AgNO_3$ (προς κατακράτηση χλωριούχων) μέχρι να σχηματισθεί ένα καθαρά κόκκινο ίζημα. Αφήνεται το διάλυμα να καθιζάνει για 12 ώρες. Διηθείται με απλό ηθμό και αραιώνεται με αποσταγμένο νερό σε 1 l. Το ίζημα του $AgCl$ είναι λευκό.

β) Διάλυμα ογκομετρήσεως 0,0282 N $AgNO_3$

Ετοιμάζεται διάλυμα N/10 $AgNO_3$ από αμπούλα Titrisol® . Στη συνέχεια μεταφέρονται 282 ml από το διάλυμα αυτό και αραιώνεται με αποσταγμένο νερό σε 1 l.

Για τον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιείται το εξής αντιδραστήριο:

α) Ρυθμιστικό διάλυμα pH 7,00 (25°C), κίτρινου χρώματος

Η σύστασή του ανά λίτρο είναι 3,54 g Δισόξινο Φωσφορικό Κάλιο και 14,7 g Οξινο Φωσφορικό Δινάτριο. Επίσης περιέχει συντηρητικό.

(http://www.scharlau.com/TDS/SO3007_TDS.pdf)

Για τον προσδιορισμό του Σιδήρου χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Υδροχλωρικό Οξύ (HCL) πυκνό, με σίδηρο σε περιεκτικότητα λιγότερο από 0,00005 %.

β) Διάλυμα Υδροξυλαμίνης

Διαλύονται 10 g $NH_2OH \cdot HCl$ σε 100 ml νερό αποσταγμένο.

γ) Ρυθμιστικό διάλυμα Οξικού Αμμώνιου

Διαλύονται 250 g CH_3COONH_4 σε 150 ml αποσταγμένο νερό. Προστίθενται 700 ml πυκνό Οξικό Οξύ. Επειδή το Οξικό Αμμώνιο περιέχει σημαντική ποσότητα σιδήρου, κάθε φορά που ετοιμάζεται το ρυθμιστικό, ετοιμάζονται και καινούρια πρότυπα διαλύματα.

δ) Διάλυμα Φαινανθρολίνης

Διαλύονται 0,1 g (100 mg) 1,10 – Φαινανθρολίνη, $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$, σε 100 ml αποσταγμένο νερό με ανάδευση και με ελαφρά θέρμανση το πολύ μέχρι 80°C. Δεν βράζεται. Εάν σκουραίνει το διάλυμα, απορρίπτεται. Εάν δεν επιθυμείται θέρμανση, προστίθενται 2 σταγόνες πυκνό HCL (1 ml του αντιδραστηρίου επαρκές για 100 μg Fe).

ε) Πρότυπο διάλυμα σιδήρου

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα σιδήρου 1000 mg/l του οίκου Merck (CertiPUR[®]).

Παίρνονται 50 ml από το έτοιμο διάλυμα σιδήρου και αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη.

Τίτλος τελικού διαλύματος : 0,5 mg/l.

Για τον προσδιορισμό του Μαγγανίου χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Ειδικό Αντιδραστήριο Μαγγανίου

Διαλύονται 75 g HgSO₄ σε 400 ml πυκνού HNO₃ και 200 ml αποσταγμένου νερού. Προστίθενται 200 ml 85 % Φωσφορικό Οξύ (H₃PO₄) και 35 mg AgNO₃. Αραιώνεται το μίγμα στο 1 l με αποσταγμένο νερό αφού προηγουμένως το διάλυμα πάρει θερμοκρασία δωματίου.

β) Υπερθεϊκό Αμμώνιο – (NH₄)₂S₂O₈ – στερεό.

γ) Πρότυπο διάλυμα μαγγανίου

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα μαγγανίου 1000 mg/l του οίκου Merck (CertiPUR[®]).

Παίρνονται 50 ml από το έτοιμο διάλυμα μαγγανίου και αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη.

Τίτλος τελικού διαλύματος : 0,5 mg/l.

Για τον προσδιορισμό των Νιτρικών χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Νερό ελεύθερο νιτρικών

Χρησιμοποιείται αποσταγμένο νερό υψηλής καθαρότητας για την προετοιμασία των διαλυμάτων.

β) Υδροχλωρικό οξύ (HCL) 1N

γ) Πρότυπο διάλυμα νιτρικών

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα νιτρικών 1000 mg/l NO₃⁻ του οίκου Merck (CertiPUR[®]).

Παίρνονται 1,540 ml από το έτοιμο διάλυμα νιτρικών, αραιώνονται στα 50 ml σε ογκομετρική φιάλη και προστίθεται 1 ml HCL 1N.

Για τον προσδιορισμό των Φθοριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Πρότυπο διάλυμα φθοριούχων

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα φθοριούχων 1000 mg/l F⁻ του οίκου Merck (CertiPUR[®]).

Παίρνονται 9,97 ml από το έτοιμο διάλυμα φθοριούχων, αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη και παρασκευάζεται διάλυμα 100 mg/l F⁻.

β) Ρυθμιστής ολικής ιοντικής ισχύος (TISAB III).

Ο ρυθμιστής TISAB III παρέχει σταθερή ιοντική ισχύ, ελευθερώνει το φθόριο και ρυθμίζει το pH.

Για τον προσδιορισμό των Θεικών χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Ρυθμιστικό διάλυμα Α

Διαλύονται σε 500 ml αποσταγμένο νερό και συμπληρώνονται στο 1 l:

- 30 g Χλωριούχο Μαγνήσιο (MgCl₂ * 6H₂O)
- 5 g Οξικό Νάτριο (CH₃COONa * 3H₂O)
- 1 g Νιτρικό Κάλιο (KNO₃)
- 20 ml Οξικό Οξύ (CH₃COOH 99 %)

β) Χλωριούχο Βάριο

Κρύσταλλοι, mesh 20 – 30, BaCl₂, ζυγίζονται περίπου 0,3 g για κάθε δείγμα.

γ) Πρότυπο διάλυμα θεικών

Χρησιμοποιείται έτοιμο stock διάλυμα θεικών 1000 mg/l SO₄²⁻ του οίκου Merck (CertiPUR[®]).

Για τον προσδιορισμό της Οξειδωσιμότητας χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Θεικό Οξύ 1 : 3 (25 %)

Αραιώνονται 100 ml πυκνού Θεικού Οξέος σε 300 ml αποσταγμένου νερού. ΠΑΝΤΑ προστίθεται οξύ σε νερό, πολύ σιγά. ΠΡΟΣΟΧΗ!

β) N/100 Οξαλικό Οξύ (C₂H₂O₄ * 2H₂O)

Διαλύονται 0,45 g Οξαλικού Οξέος σε 1000 ml αποσταγμένο νερό ή χρησιμοποιείται N/10 Titrisol.

γ) Υπερμαγγανικό Κάλιο N/100 (KMnO₄)

Αραιώνονται 100 ml από N/10 Υπερμαγγανικό Κάλιο Titrisol σε 1000 ml αποσταγμένο νερό. Το διάλυμα πρέπει να είναι πρόσφατα παρασκευασμένο.

Για τον προσδιορισμό του *Clostridium Perfringens* χρησιμοποιείται το εξής αντιδραστήριο:

α) Anaerocult A

Το Anaerocult A περιέχει συστατικά, τα οποία δεσμεύουν χημικά το οξυγόνο τελείως και γρήγορα, δημιουργώντας ένα ελεύθερο από οξυγόνο (αναερόβιο) περιβάλλον και μία ατμόσφαιρα CO₂.

(http://www.emdchemicals.com/analytics/Micro_Manual/TEDISdata/prods/10641.html)

4.1.7 Υποστρώματα

Για τον προσδιορισμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στους 22°C και στους 37°C χρησιμοποιείται το εξής υπόστρωμα:

- Λιωμένο άγαρ “Yeast extract agar”

Μεταφέρονται 24 g “Yeast extract agar” σε 1 l αποσταγμένο νερό, το διάλυμα διαλύεται με θέρμανση σε ποτήρι ζέσεως και ξαφρίζεται, διότι βγάζει αφρούς. Όταν το διάλυμα διαυγάσει, μοιράζεται σε κωνικές φιάλες των 200 ml, οι οποίες πωματίζονται με υδρόφοβο βαμβάκι και πάνω από το βαμβάκι γίνεται επικάλυψη με αλουμινόχαρτο στο οποίο γίνονται μερικές τρύπες για να αερίζεται το υπόστρωμα.

Στη συνέχεια, οι κωνικές φιάλες αποστειρώνονται σε αυτόκλειστο με υγρή αποστείρωση σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 1,2 bar. Μετά την αποστείρωση, αφού έχουν πάρει θερμοκρασία περιβάλλοντος, συντηρούνται στο ψυγείο.

Για τον προσδιορισμό των Ολικών Κολοβακτηριοειδών χρησιμοποιείται το εξής υπόστρωμα:

- m – Endo άγαρ

Σύσταση ανά λίτρο

Λακτόζη: 12,5 g

Πεπτόνη: 10,0 g

Χλωριούχο Νάτριο: 5,0 g

Pancreatic digest of casein: 5,0 g

Peptic digest of animal tissue: 5,0 g

Όξινο Φωσφορικό Κάλιο: 4,375 g

Θειώδες Νάτριο: 2,1 g

Εκχύλισμα Μαγιάς: 1,5 g
Δισόξινο Φωσφορικό Κάλιο: 1,375 g
Βασική Φουξίνη: 1,05 g
Sodium deoxycholate: 0,1 g
Αιθανόλη 95°: 20,0 ml

pH $7,2 \pm 0,1$ στους 25°C (Atlas, 2006)

Παρασκευή του υποστρώματος: Προστίθεται η αιθανόλη σε περίπου 900,0 ml αποσταγμένου νερού, έπειτα, προστίθενται τα υπόλοιπα συστατικά, φέρεται στο 1 l με αποσταγμένο νερό και αναδεύεται καλά.

Στη συνέχεια, θερμαίνεται σε σιγανή φωτιά και φέρεται σε βρασμό. Έπειτα, ψύχεται γρήγορα σε θερμοκρασία κάτω από 45°C και τέλος το υπόστρωμα εισέρχεται σε πλαστικές αμπούλες, όπου κάθε μία περιέχει 2 ml υποστρώματος. (Atlas, 2006)

Αυτό το υπόστρωμα χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των Ολικών Κολοβακτηριοειδών. Τα βακτήρια ζυμώνουν τη λακτόζη παράγοντας ακεταλδεΐδη, η οποία αντιδρά με το Θειώδες Νάτριο και τη Φουξίνη σχηματίζοντας κόκκινες αποικίες. Η ανάπτυξη μεταλλικής ανταύγειας λαμβάνει χώρα όταν ο οργανισμός παράγει αλδεΐδες με τη γρήγορη ζύμωση της λακτόζης.

Το υπόστρωμα αποθηκεύεται στους 2 – 10°C.

Για τον προσδιορισμό της *Escherichia Coli* χρησιμοποιείται το εξής υπόστρωμα:

- Θρεπτικό υλικό TBX

Το TBX βασίζεται σε άγαρ τρυπτόνης ή πεπτόνης και περιέχει το χρωμογόνο X – γλυκορουνίδιο (5 – βρωμο – 4χλωρο – 3 – ινδοϋλ – β – D – γλυκορουνίδιο), το οποίο ανιχνεύει την ενεργότητα της γλυκορουνιδάσης. Η γλυκορουνιδάση είναι ένα ένζυμο με μεγάλη εξειδίκευση στην *E. Coli*, αν και έχει βρεθεί ότι περίπου 3 – 4 % της *E. Coli* είναι γλυκορουνιδάση αρνητικά και ειδικά τα στελέχη *E. Coli* 0157.

Τα κύτταρα της *E. Coli* απορροφούν αυτό το σύμπλοκο και στη συνέχεια η ενδοκυτταρική γλυκορουνιδάση διασπά το δεσμό μεταξύ του χρωμοφόρου και του γλυκορουνιδίου. Το χρωμοφόρο που απελευθερώνεται είναι έγχρωμο και υπάρχει μέσα στα κύτταρα με αποτέλεσμα οι αποικίες της *E. Coli* να εμφανίζονται

χρωματισμένες μπλε / πράσινες. Η ανάπτυξη υπαρχόντων Gram θετικών μικροοργανισμών παρεμποδίζεται με τη χρήση αλάτων bile και την υψηλή θερμοκρασία επώασης στους 44°C.

Σύσταση TBX

Παραγωγής Merck

Πεπτόνη: 20,0 g/l

Άλατα bile No 3: 1,5 g/l

X – γλυκορουνίδιο: 0,075 g/l

Άγαρ – άγαρ: 15,0 g/l

Παρασκευή θρεπτικού υλικού

Αναμιγνύονται 36,6 g TBX σε 1 l αποσταγμένο νερό και θερμαίνονται σε υδρόλουτρο σε βρασμό ή σε ρεύμα ατμού μέχρι το μίγμα να διαλυθεί πλήρως. Στη συνέχεια αποστειρώνεται στους 121°C για 15 min. Ψύχεται στους 45 – 50°C σε υδρόλουτρο, ανακινείται ελαφρά και μεταφέρεται σε αποστειρωμένα τρυβλία.

Το θρεπτικό υλικό που παρασκευάζεται είναι διαφανές, υποκίτρινο, με pH = 7,2 ± 0,2 στους 25°C και μπορεί να διατηρηθεί απουσία φωτός τουλάχιστον για 1 εβδομάδα στο ψυγείο.

Για τον προσδιορισμό του *Clostridium Perfringens* χρησιμοποιείται το εξής υπόστρωμα:

- Θρεπτικό υλικό TSC

Για τον προσδιορισμό του *Clostridium Perfringens* χρησιμοποιούνται υλικά για την καλλιέργεια του σε αναερόβιες συνθήκες, τα οποία πρέπει να περιέχουν αντιβιοτικά για την αναστολή της ανάπτυξης λοιπών μικροβίων (βακτηριακή χλωρίδα).

Ένα τέτοιο υλικό είναι το TSC άγαρ (tryptonic sulfite cycloserine), το οποίο περιέχει D – cycloserine, η οποία αναστέλλει την ανάπτυξη λοιπών βακτηρίων. Επίσης το 4 – methylumbelliferylphosphate Disodium salt (MUP) είναι ένα φθορογόνο υλικό για την αλκαλική και όξινη φωσφατάση. Η όξινη φωσφατάση είναι ένα ένζυμο με μεγάλη εξειδίκευση στο *Clostridium Perfringens*, η οποία διασπά το φθορογόνο MUP με ταυτόχρονο σχηματισμό του 4 – methylumbelliferone, το οποίο φθορίζει σε λάμπα UV και μπορεί έτσι να αποδειχθεί η ύπαρξη του *Clostridium Perfringens*.

Σύσταση TSC

Άγαρ βάσης παραγωγής Merck

Τρυπτόνη: 15,0 g/l

Πεπτόνη σόγιας: 5 g/l

Εκχύλισμα μαγιάς: 5 g/l

Θειώδες νάτριο: 1,0 g/l

Αμμωνιακός κιτρικός σίδηρος (III): 1,0 g/l

Άγαρ – άγαρ: 15,0 g/l

Ειδικό συμπλήρωμα κυκλοσερίνης παραγωγής Merck

D – cycloserin: 4 mg

4 – methylumbelliferylphosphate Disodium salt (MUP): 200 mg

Παρασκευή θρεπτικού υλικού

A. Άγαρ βάσης

Αναμιγνύονται 42 g TSC σε 1 l (21 g/500 ml) αποσταγμένο νερό και θερμαίνονται σε υδρόλουτρο με θέρμανση μέχρι το μίγμα να διαλυθεί πλήρως. Στη συνέχεια αποστειρώνεται στους 121°C για 15 min. Ψύχεται στους 45 – 50°C σε υδρόλουτρο και σ' αυτό το στάδιο μπορεί να διατηρηθεί για 1 μήνα στο ψυγείο ($5 \pm 3^\circ\text{C}$).

B. Ειδικό συμπλήρωμα κυκλοσερίνης

Το ειδικό συμπλήρωμα κυκλοσερίνης παρασκευάζεται με διάλυση του περιεχόμενου του φιαλιδίου σε 3 ml αποστειρωμένο αποσταγμένο νερό και όλο το περιεχόμενο αντιστοιχεί για 500 ml άγαρ βάσης.

Για να παρασκευαστεί το πλήρες θρεπτικό υλικό προστίθενται στο άγαρ βάσης στους 45 – 50°C το ειδικό συμπλήρωμα κυκλοσερίνης. Τέλος το πλήρες θρεπτικό υλικό ανακινείται ελαφρά και μεταφέρεται σε αποστειρωμένα τρυβλία με πάχος τουλάχιστον 5 mm.

Το θρεπτικό υλικό που παρασκευάζεται έχει $\text{pH} = 7,4 \pm 0,2$ στους 25°C.

4.1.8 Όργανα

Για τον προσδιορισμό της θολότητας χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Γυάλινο δοχείο με καπάκι κατάλληλο για θολόμετρο
- Θολόμετρο (2100AN Turbidimeter – HACH)

Για τον προσδιορισμό των Χλωριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Προχοΐδα αυτόματου μηδενισμού

Για τον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Πεχάμετρο (model 420A pHmeter – ORION)
- Ηλεκτρόδιο
- Θερμόμετρο
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml

Για τον προσδιορισμό της Αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Αγωγιμόμετρο (Cond 730 – inoLab)
- Ηλεκτρόδιο
- Θερμόμετρο
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml

Για τον προσδιορισμό του Σιδήρου χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 100 ml
- Γυάλινες μπίλιες βρασμού
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- Φασματοφωτόμετρο (U – 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 1 cm
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό του Μαγγανίου χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Γυάλινες μπίλιες βρασμού
- Σιφόνιο πλήρωσεως

- Σιφόνιο μετρήσεως
- Κουταλάκι
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml
- Φασματοφωτόμετρο (U – 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 5 cm
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό των Νιτρικών χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Γυάλινο δοχείο των 150 ml
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Φασματοφωτόμετρο (U – 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 1 cm
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό των Φθοριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- Πιπέτα
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Φθοριόμετρο (model 710A pH/ISEmeter – ORION)
- Ηλεκτρόδιο
- Μαγνητικός αναδευτήρας

Για τον προσδιορισμό των Θεικών χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Κουταλάκι
- Χρονόμετρο

- Κυψελίδα μήκους 5 cm
- Φασματοφωτόμετρο (U – 1100 Spectrophotometer - HITACHI)
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό της Οξειδωσιμότητας χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Σιφόνιο πλήρωσεως
- Σιφόνιο μετρήσεως
- Γυάλινες μπίλιες βρασμού
- Χρονόμετρο
- Προχοΐδα

Για το προσδιορισμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στους 22°C και στους 37°C χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Σιφόνιο μετρήσεως
- Τρυβλίο Petri
- Επωαστικός κλίβανος

Για τον προσδιορισμό των Ολικών Κολοβακτηριοειδών χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Συσκευή διηθήσεως (MILLIPORE)
- Μembrάνη διηθήσεως (MILLIPORE)
- Λαβίδα
- Τρυβλίο Petri
- Επωαστικός κλίβανος

Για τον προσδιορισμό της *Escherichia Coli* χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Συσκευή διηθήσεως (MILLIPORE)
- Μembrάνη διηθήσεως (MILLIPORE)
- Λαβίδα
- Τρυβλίο Petri
- Επωαστικός κλίβανος

Για τον προσδιορισμό του *Clostridium Perfringens* χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Συσκευή διηθήσεως (MILLIPORE)
- Μembrάνη διηθήσεως (MILLIPORE)
- Λαβίδα
- Τρυβλίο Petri
- Ειδικό δοχείο (Γζάρα)

4.2 Μέθοδοι ανάλυσης

4.2.1 Προσδιορισμός Θολότητας

Για τον προσδιορισμό της θολότητας χρησιμοποιείται καθαρό γυάλινο δοχείο, το οποίο γεμίζεται με νερό και κλείνεται με καπάκι. Στη συνέχεια τοποθετείται στον υποδοχέα του θολομέτρου όπου μετράται η θολότητα του νερού σε ειδικό πίνακα μέτρησης. Εάν η θολότητα έχει διακυμάνσεις μετράται ξανά 2 – 3 φορές μέχρι η τιμή να βρεθεί σταθερή.

Η θολότητα εκφράζεται σε NTU.

(NTU – Nephelometric Turbidity Unit = Νεφελομετρική Μονάδα Θολότητας)

(Δερμοσόνογλου, 1998)

4.2.2 Προσδιορισμός Χλωριούχων

Μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθεται 1 ml K_2CrO_4 (Χρωμικό Κάλιο) και ογκομετρείται με $AgNO_3$ (Νιτρικός Άργυρος), μέχρι το διάλυμα να πάρει απόχρωση ελαφρώς πορτοκαλί.

Τα χλωριούχα εκφράζονται σε mg/l.

4.2.3 Προσδιορισμός pH

Για τον προσδιορισμό του pH, αρχικά σταντάρεται το πεχάμετρο σε pH 7,00 τοποθετώντας το ηλεκτρόδιο μαζί με το θερμομέτρο σε ρυθμιστικό διάλυμα pH 7,00. Το θερμομέτρο ανάγει το pH του δείγματος νερού οποιασδήποτε θερμοκρασίας σε pH 25°C.

Στη συνέχεια μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού σε πλαστικό ποτήρι, γίνεται εμφάπτιση του ηλεκτροδίου μαζί με το θερμομέτρο και παίρνεται η ένδειξη.

4.2.4 Προσδιορισμός Αγωγιμότητας

Η μέτρηση της αγωγιμότητας (σύνολο των εν διαλύσει αλάτων) γίνεται στους 20°C σε δείγμα νερού 100 ml σε ειδικό όργανο (αγωγιμόμετρο) και εκφράζεται σε $\mu\text{S}/\text{cm}$.

($\mu\text{S}/\text{cm} = \text{microsiemens}/\text{cm}$)

(Δερμοσόνογλου, 1998)

4.2.5 Προσδιορισμός Σιδήρου

Κωνική φιάλη των 100 ml, η οποία περιέχει μερικές γυάλινες μπίλιες βρασμού πλένεται καλά με πυκνό HCL (37 %) – (Υδροχλωρικό Οξύ) και αποσταγμένο νερό 1 : 1 και στη συνέχεια ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό πριν τη χρήση για την απομάκρυνση εναποθέσεων οξειδίου του σιδήρου.

Μεταφέρονται 50 ml δείγματος νερού στην κωνική φιάλη των 100 ml, προστίθενται 2 ml πυκνό HCL (37 %) και 1 ml $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCL}$ (Υδροχλωρική Υδροξυλαμίνη). Στη συνέχεια θερμαίνεται σε βρασμό και συνεχίζεται ο βρασμός μέχρι να ελαττωθεί ο όγκος στα 15 – 20 ml, φέρεται σε θερμοκρασία δωματίου και προστίθενται 10 ml ρυθμιστικού διαλύματος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (Οξικό Αμμώνιο) και 2 ml φαινανθρολίνη. Το διάλυμα πρέπει να δείχνει διαυγές. Αν σε περίπτωση το διάλυμα περιέχει σίδηρο θα πάρει απόχρωση ελαφρώς ροζέ προς πορτοκαλί.

Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml, συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή, αναμειγνύεται καλά και αφήνεται να παραμείνει για 10 min. Μετράται η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 525 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα μήκους 1 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το λευκό και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα σιδήρου. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Ο σίδηρος εκφράζεται σε $\mu\text{g}/\text{l}$.

4.2.6 Προσδιορισμός Μαγγανίου

Σε κωνική φιάλη των 250 ml προστίθενται μερικές γυάλινες μπίλιες βρασμού, στη συνέχεια μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού, προστίθενται 5 ml ειδικό αντιδραστήριο Μαγγανίου και συμπυκνώνεται στα 90 ml με βρασμό. Προστίθεται 1 g στερεό Υπερθειικό Αμμώνιο και βράζεται για 1 min πάνω σε δυνατή φλόγα. Στη συνέχεια ψύχεται για 1 min σε τρεχούμενο νερό. Το διάλυμα πρέπει να δείχνει διαυγές. Αν σε περίπτωση το διάλυμα περιέχει μαγγάνιο θα πάρει απόχρωση ροζ.

Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή, αναμειγνύεται καλά και αφήνεται να παραμείνει για 10 min. Μετράται η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 525 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα μήκους 5 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το λευκό και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα μαγγανίου. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Το μαγγάνιο εκφράζεται σε mg/l.

4.2.7 Προσδιορισμός Νιτρικών

Σε 50 ml δείγματος νερού προστίθεται 1 ml HCL 1N και αναδεύεται καλά. Στη συνέχεια, μετράται η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο στα 220 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα UV μήκους 1 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με αποσταγμένο νερό που περιέχει 1 ml HCL 1N και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα νιτρικών. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Τα νιτρικά εκφράζονται σε mg/l.

4.2.8 Προσδιορισμός Φθοριούχων

Σε μία ογκομετρική φιάλη των 50 ml προστίθενται 50 μl “F” std: 100 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Μετά αδειάζεται σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 0,1.

Σε μία άλλη ογκομετρική φιάλη των 50 ml προστίθενται 500 μl “F” std: 100 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Μετά αδειάζεται σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 1,0.

Μεταφέρονται 50 ml δείγματος νερού σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Στη συνέχεια, τα δύο πρότυπα διαλύματα και το δείγμα νερού φέρονται σε θερμοκρασία 25°C και προστίθενται 5 ml TISAB III και στο δείγμα νερού και στα δύο πρότυπα διαλύματα.

Ξεπλένεται το ηλεκτρόδιο, στεγνώνεται και τοποθετείται αρχικά στο πρότυπο διάλυμα 1,0, μετά στο πρότυπο διάλυμα 0,1 και στη συνέχεια στο δείγμα νερού. Παίρνονται οι ενδείξεις σε mV. Υπολογίζεται η συγκέντρωση του δείγματος από πρότυπη καμπύλη. Η πρότυπη καμπύλη έχει κατασκευασθεί από το πρότυπο διάλυμα 0,1 και το πρότυπο διάλυμα 1,0.

Τα φθοριούχα εκφράζονται σε mg/l.

4.2.9 Προσδιορισμός Θεικών

Μεταφέρονται 100 ml δείγματος ή ένα αραιωμένο δείγμα νερού συμπληρωμένο στα 100 ml, σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 20 ml ρυθμιστικό διάλυμα Α και αναμειγνύεται. Ενώ το διάλυμα ανακινείται, προστίθενται 0,3 g κρύσταλλοι $BaCl_2$ (Χλωριούχο Βάριο) και αρχίζει αμέσως η χρονομέτρηση. Αναδεύεται για 1 min σε σταθερή ταχύτητα σε θερμοκρασία δωματίου.

Αμέσως μετά το πέρας του χρόνου ανάδευσης, φέρεται σε κυψελίδα των 5 cm μέρος του διαλύματος και μετράται η θολότητα του $BaSO_4$ (Θεικό Βάριο) ακριβώς στα 5 min από τη στιγμή της χρονομέτρησης, σε μήκος κύματος 420 nm σε φασματοφωτόμετρο.

Υπολογίζεται η συγκέντρωση των θεικών στο δείγμα συγκρίνοντας τη μέτρηση της θολότητας με αυτή της καμπύλης αναφοράς που ετοιμάστηκε από πρότυπα διαλύματα των θεικών.

Τα πρότυπα διαλύματα των θεικών παρασκευάζονται ως εξής:

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθεται αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 0.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 500 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 5.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 1000 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 10.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 1500 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 15.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 2000 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 20.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 2500 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 25.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 3000 μl “Stock SO_4 1000 ppm” και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 30.

Όλα τα πρότυπα διαλύματα επεξεργάζονται με τον ίδιο τρόπο όπως το δείγμα.

Τα θεικά εκφράζονται σε mg/l.

4.2.10 Προσδιορισμός Οξειδωσιμότητας

Φέρονται 100 ml από το προς ανάλυση νερό σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 5 ml Θεικό Οξύ (1 : 3) και 10 ml διαλύματος Υπερμαγγανικού Καλίου 0,01 N. Προστίθενται μερικές γυάλινες μπίλιες βρασμού, θερμαίνεται μέχρι βρασμού και διατηρείται ο βρασμός για 10 min.

Μόλις απομακρυνθεί η κωνική φιάλη από τη φωτιά προστίθενται 10 ml διαλύματος Οξαλικού Οξέος 0,01 N και αναμειγνύεται καλά. Το διάλυμα αποχρωματίζεται εντός ολίγου.

Το ζεστό διάλυμα ογκομετρείται με διάλυμα Υπερμαγγανικού Καλίου 0,01 N, μέχρι να εμφανιστεί ελαφρό ροζ χρώμα που παραμένει για μικρό χρονικό διάστημα.

Η οξειδωσιμότητα εκφράζεται σε mg O₂/l.

4.2.11 Προσδιορισμός Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (O.M.X) στους 22°C

Μεταφέρεται 1 ml δείγμα νερού και τοποθετείται στο κέντρο του πυθμένα αποστειρωμένου τρυβλίου Petri. Στο τρυβλίο προστίθενται 15 ml λιωμένου άγαρ “Yeast extract agar” στους 45 – 46°C. Η θερμοκρασία του υποστρώματος δεν πρέπει να είναι υψηλότερη από 46°C, γιατί θα σκοτώσει τα θερμοευαίσθητα κύτταρα.

Η ανάμειξη του ενοφθαλμίσιματος με το υπόστρωμα πρέπει να γίνει πολύ καλά με ήπιες κυκλικές κινήσεις αρχικά (τρεις δεξιά και τρεις αριστερά) και οριζόντιες στη συνέχεια (μπρος – πίσω, δεξιά – αριστερά). Χρειάζεται προσοχή κατά τις κινήσεις αναμείξεως, ώστε η διασπορά του ενοφθαλμίσιματος και άρα των μικροβίων στη μάζα του υποστρώματος να είναι ομοιόμορφη, αλλά να μη ρυπανθούν τα τοιχώματα ή το καπάκι του τρυβλίου με υπόστρωμα.

Μετά την πήξη του υποστρώματος, τα τρυβλία αναστρέφονται και τοποθετούνται στον επωαστικό κλίβανο.

Για την καταμέτρηση των αποικιών των ψυχροφίλων, τα τρυβλία επωάζονται στους 22°C για 72 ώρες.

Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 22°C εκφράζεται σε CFU/ml.

(CFU – Colony Forming Units = Αριθμός Σχηματιζόμενων Αποικιών)

(Δεληγκάρης, 1992)

4.2.12 Προσδιορισμός Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) στους 37°C

Μεταφέρεται 1 ml δείγμα νερού και τοποθετείται στο κέντρο του πυθμένα αποστειρωμένου τρυβλίου Petri. Στο τρυβλίο προστίθενται 15 ml λιωμένου άγαρ “Yeast extract agar” στους 45 – 46°C. Η θερμοκρασία του υποστρώματος δεν πρέπει να είναι υψηλότερη από 46°C, γιατί θα σκοτώσει τα θερμοευαίσθητα κύτταρα.

Η ανάμειξη του ενοφθαλμίσματος με το υπόστρωμα πρέπει να γίνει πολύ καλά με ήπιες κυκλικές κινήσεις αρχικά (τρεις δεξιά και τρεις αριστερά) και οριζόντιες στη συνέχεια (μπρος – πίσω, δεξιά – αριστερά). Χρειάζεται προσοχή κατά τις κινήσεις αναμείξεως, ώστε η διασπορά του ενοφθαλμίσματος και άρα των μικροβίων στη μάζα του υποστρώματος να είναι ομοιόμορφη, αλλά να μη ρυπανθούν τα τοιχώματα ή το καπάκι του τρυβλίου με υπόστρωμα.

Μετά την πήξη του υποστρώματος, τα τρυβλία αναστρέφονται και τοποθετούνται στον επωαστικό κλίβανο.

Για την καταμέτρηση των αποικιών των μεσοφίλων, τα τρυβλία επωάζονται στους 37°C για 48 ώρες.

Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 37°C εκφράζεται σε CFU/ml.

(Δεληγκάρης, 1992)

4.2.13 Προσδιορισμός Ολικών Κολοβακτηριοειδών

Η καταμέτρηση των Ολικών Κολοβακτηριοειδών γίνεται με τη μέθοδο των μεμβρανών διήθησης.

Στο δοχείο της συσκευής διηθήσεως προστίθενται 100 ml δείγματος νερού, στη συνέχεια ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται το δείγμα. Η συσκευή λειτουργεί ώσπου η μεμβράνη αποκτά όψη ξηρή.

Με μια αποστειρωμένη λαβίδα μεταφέρεται η μεμβράνη διηθήσεως και τοποθετείται προσεκτικά στην επιφάνεια στερεού υποστρώματος: m – Endo άγαρ, το οποίο είναι τοποθετημένο σε τρυβλίο Petri.

Στη συνέχεια τα τρυβλία επωάζονται στους 37°C για 24 ώρες.

Αριθμούνται οι ερυθρές αποικίες με μερική ή ολική μεταλλική ανταύγεια.

Τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή εκφράζονται σε CFU/100 ml.

(Δεληγκάρης, 1992)

4.2.14 Προσδιορισμός *Escherichia Coli*

Σε δείγμα νερού εφαρμόζεται η τεχνική της διήθησης μεμβρανών. Διηθούνται 100 ml νερού και η μεμβράνη μεταφέρεται στο θρεπτικό υλικό TBX που φυλάσσεται στο αποστειρωμένο τρυβλίο Petri στο ψυγείο.

Τέλος, τα ανεστραμμένα τρυβλία επωάζονται στους 44°C για 24 ώρες.

Μετρώνται όλες οι μπλε – πράσινες αποικίες που σχηματίζονται ως τυπικές αποικίες *E. Coli*, θετικές στη γλυκορουινιάση.

Η *E. Coli* εκφράζεται σε CFU/100 ml.

4.2.15 Προσδιορισμός *Clostridium Perfringens*

Σε δείγμα νερού εφαρμόζεται η τεχνική της διήθησης μεμβρανών. Διηθούνται 100 ml νερού και η μεμβράνη μεταφέρεται στο θρεπτικό υλικό TSC που φυλάσσεται στο αποστειρωμένο τρυβλίο Petri στο ψυγείο.

Τέλος, τα ανεστραμμένα τρυβλία επωάζονται στους 44°C για 24 ώρες σε αναερόβιες συνθήκες.

Οι αναερόβιες συνθήκες (δέσμευση O₂ και παραγωγή CO₂) επιτυγχάνεται σε ειδικά δοχεία (τζάρες) χωρητικότητας 2,5 l με προσθήκη στο αντιδραστήριο Anaerocult A 35 ml αποσταγμένου νερού κρατώντας το σε οριζόντια θέση με αργό ρυθμό. Το Anaerocult A μετά την ύγρανσή του τοποθετείται σε όρθια θέση στη τζάρα με την τυπωμένη πλευρά να κοιτάει προς τα τρυβλία. Οι αναερόβιες συνθήκες επιτυγχάνονται σε 4 ώρες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί δείκτης, ο οποίος με την αλλαγή του χρώματος επιβεβαιώνει την επίτευξη των συνθηκών.

Μετρώνται όλες οι ανοιχτόχρωμες μπλε φθορίζουσες αποικίες που σχηματίζονται ως τυπικές αποικίες *C. Perfringens*.

Το *C. Perfringens* εκφράζεται σε CFU/100 ml.

5. Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα συγκριθούν με τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια σύμφωνα με την Νομοθεσία. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ότι είναι απαραίτητο στο σημείο αυτό να παρατεθεί ο Πίνακας 1 που περιλαμβάνει τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των παραμέτρων που μετρήθηκαν.

Πίνακας 1: Παράμετροι και ανώτατες παραμετρικές τιμές.

Παράμετρος	Ανώτατη παραμετρική τιμή
Θολότητα	1,0 NTU
Χλωριούχα	250 mg/l
pH	$\geq 6,5$ και $\leq 9,5$
Αγωγιμότητα	2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στους 20°C
Σίδηρος	200 $\mu\text{g}/\text{l}$
Μαγγάνιο	50 $\mu\text{g}/\text{l}$
Νιτρικά	50 mg/l
Φθοριούχα	1,5 mg/l
Θειικά	250 mg/l
Οξειδωσιμότητα	5 mgO ₂ /l
O.M.X. 22°C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής
O.M.X. 37°C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής
Ολικά Κολοβακτηριοειδή	0 CFU/100 ml
<i>Escherichia Coli</i>	0 CFU/100 ml
<i>Clostridium Perfringens</i>	0 CFU/100 ml

(Υγειονομική Διάταξη Υ2/2600/2001)

5.1 Θολότητα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί:

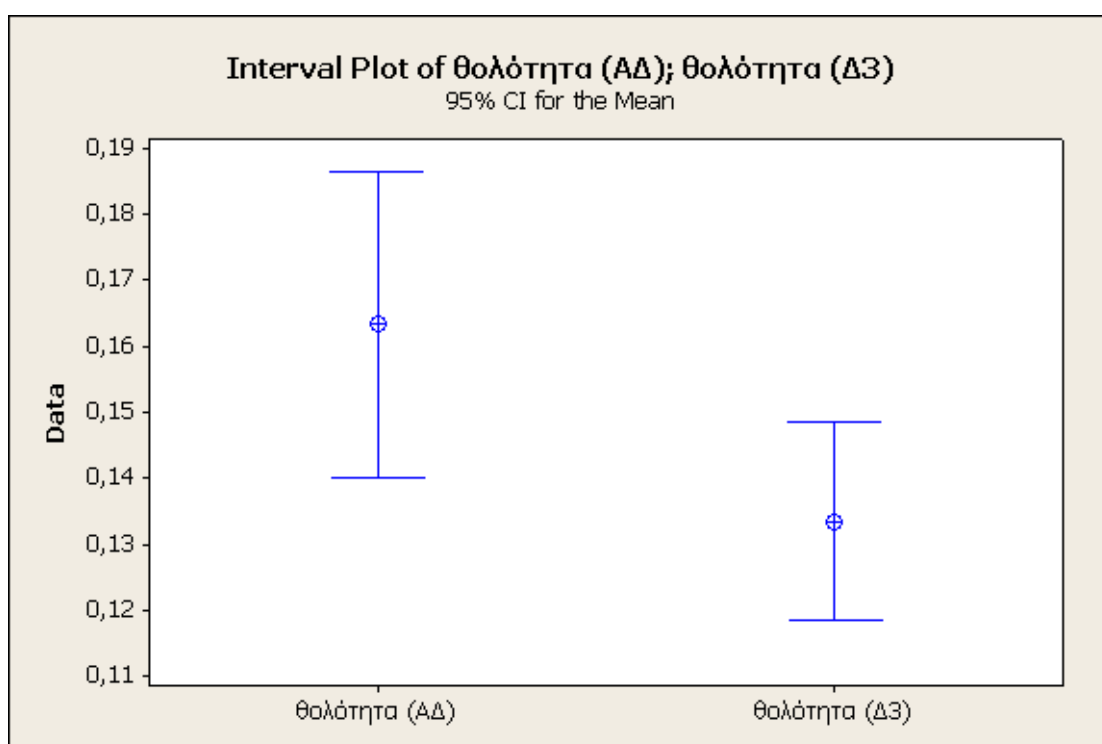
Πίνακας 2: Αποτελέσματα των μετρήσεων της θολότητας του νερού.

Ημερομηνία	Θολότητα – ΑΔ (NTU)	Θολότητα - Δ3 (NTU)
8/12/2008	0,092	0,09
15/12/2008	0,193	0,113
22/12/2008	0,215	0,095
29/12/2008	0,198	0,082
5/1/2009	0,172	0,175
13/1/2009	0,165	0,177
19/1/2009	0,092	0,167
26/1/2009	0,3	0,168
2/2/2009	0,195	0,088
9/2/2009	0,212	0,181
16/2/2009	0,176	0,148
23/2/2009	0,253	0,112
2/3/2009	0,09	0,08
9/3/2009	0,114	0,153
16/3/2009	0,183	0,157
23/3/2009	0,103	0,112
30/3/2009	0,104	0,146
6/4/2009	0,135	0,15
13/4/2009	0,119	0,113
20/4/2009	0,208	0,136
27/4/2009	0,152	0,081
4/5/2009	0,104	0,132
11/5/2009	0,186	0,156
18/5/2009	0,158	0,193

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, εμφανίζει μέση τιμή θολότητας 0,1633. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,1401 – 0,1865). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 33,68 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, εμφανίζει μέση τιμή θολότητας 0,1335. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,1185 – 0,1486). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 26,72 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 1 ότι υπάρχει μερική επικάλυψη των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3.

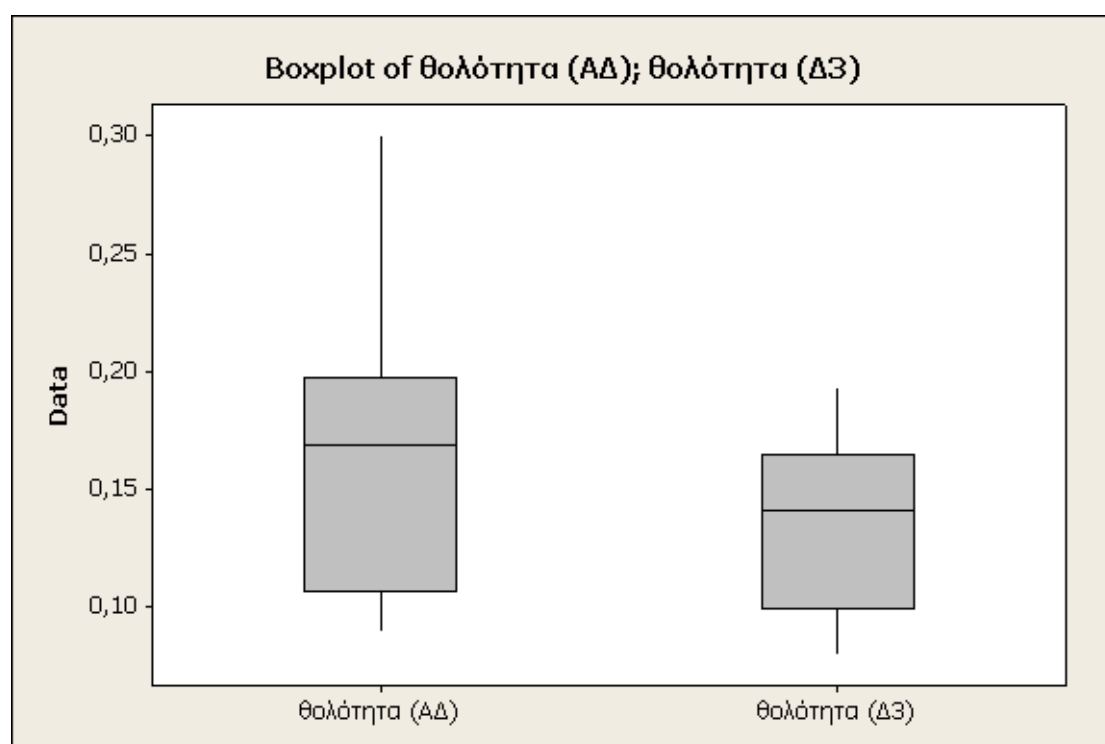


Σχήμα 1: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης της θολότητας.

Στο Σχήμα 2 φαίνεται το θηκόγραμμα της θολότητας τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,1685. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,1065 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,1973. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,1410. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,0993 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,1645. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.



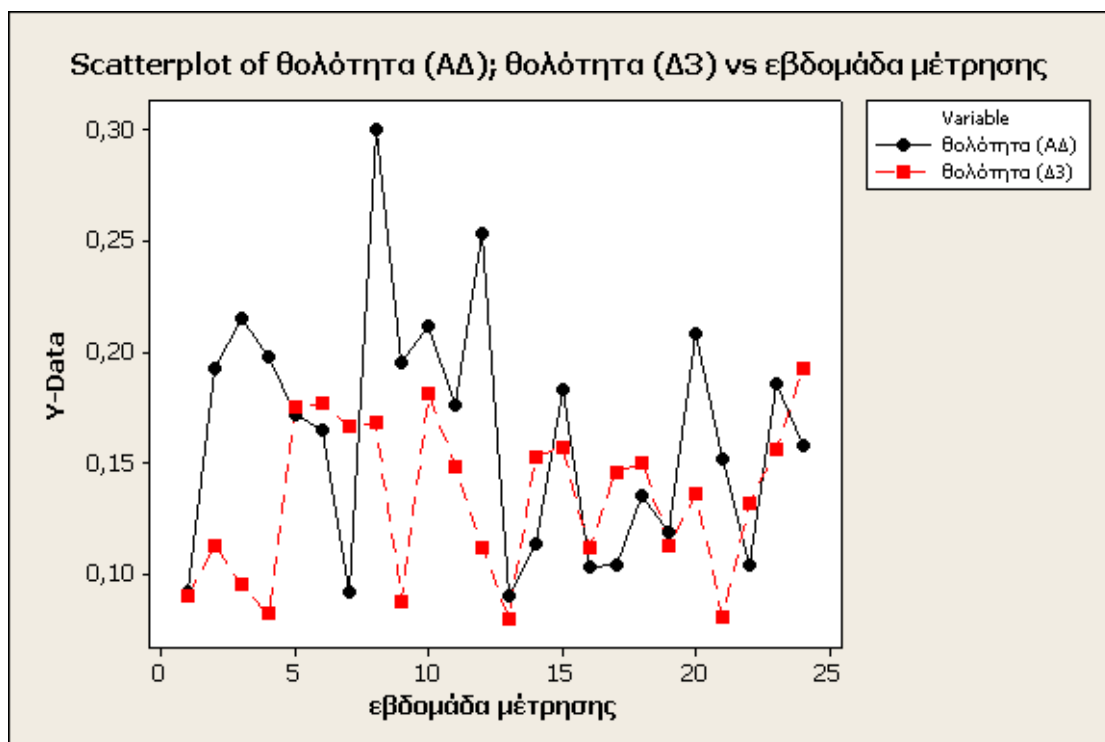
Σχήμα 2: Θηκόγραμμα της θολότητας.

Στο Σχήμα 3 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) της θολότητας στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει μία έξαρση της θολότητας στην 8^η εβδομάδα. Στις υπόλοιπες εβδομάδες οι τιμές ακολουθούν μία μικρή διασπορά.

Όσον αφορά το νερό Δ3 παρατηρείται μία σχετικά μικρή διασπορά.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό ΑΔ εμφανίζει μεγαλύτερη διασπορά από το νερό Δ3.



Σχήμα 3: Γράφημα διασποράς της θολότητας.

5.2 Χλωριούχα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 3 που ακολουθεί:

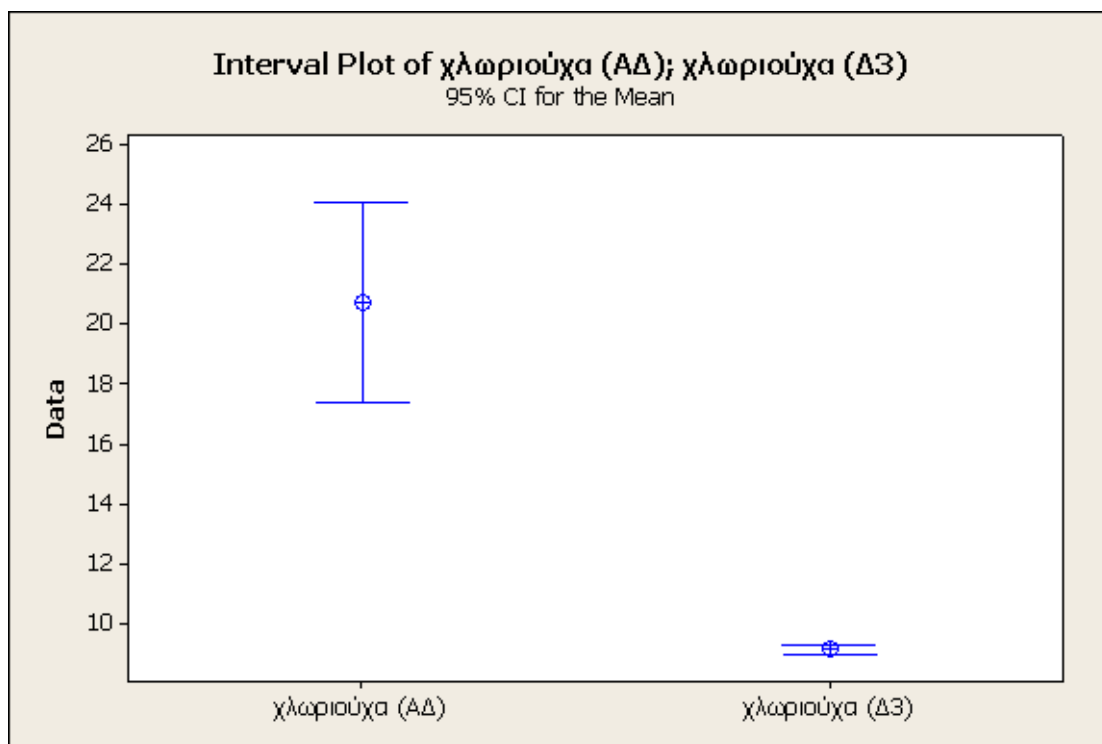
Πίνακας 3: Αποτελέσματα των μετρήσεων των χλωριούχων του νερού.

Ημερομηνία	Χλωριούχα – ΑΔ (mg/l)	Χλωριούχα - Δ3 (mg/l)
8/12/2008	44	9
15/12/2008	41	9
22/12/2008	33	9
29/12/2008	20	9
5/1/2009	25	9
13/1/2009	24	9
19/1/2009	24	10
26/1/2009	17	9
2/2/2009	16	9
9/2/2009	17	10
16/2/2009	16	9
23/2/2009	15	9
2/3/2009	18	9
9/3/2009	15	9
16/3/2009	20	10
23/3/2009	17	9
30/3/2009	17	10
6/4/2009	17	9
13/4/2009	17	9
20/4/2009	18	9
27/4/2009	17	9
4/5/2009	18	9
11/5/2009	15	9
18/5/2009	16	9

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, εμφανίζει μέση τιμή χλωριούχων 20,7. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (17,4 – 24,0). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 38,06 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, εμφανίζει μέση τιμή χλωριούχων 9,2. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (9,0 – 9,3). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 4,15 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 4 ότι δεν υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα χλωριούχων από το νερό Δ3.

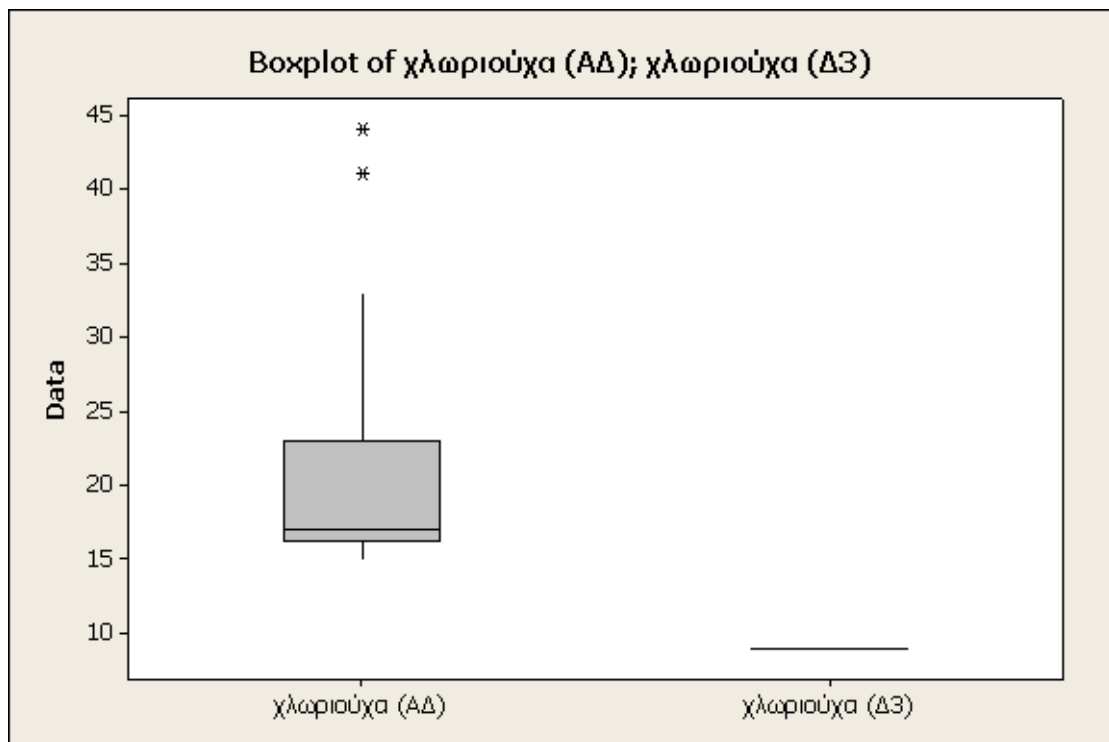


Σχήμα 4: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης των χλωριούχων.

Στο Σχήμα 5 φαίνεται το θηκόγραμμα των χλωριούχων τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 17,0. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 16,3 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 23,0. Παρατηρούνται δύο ακραίες τιμές (41, 44). Παρ' όλο που οι τιμές 41 και 44 είναι ακραίες θεωρούνται φυσιολογικές, διότι βρίσκονται μέσα στα όρια της Νομοθεσίας. Από το θηκόγραμμα προκύπτει επίσης θετική ασυμμετρία.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή, πρώτο τεταρτημόριο και τρίτο τεταρτημόριο την ίδια τιμή, 9,0. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.



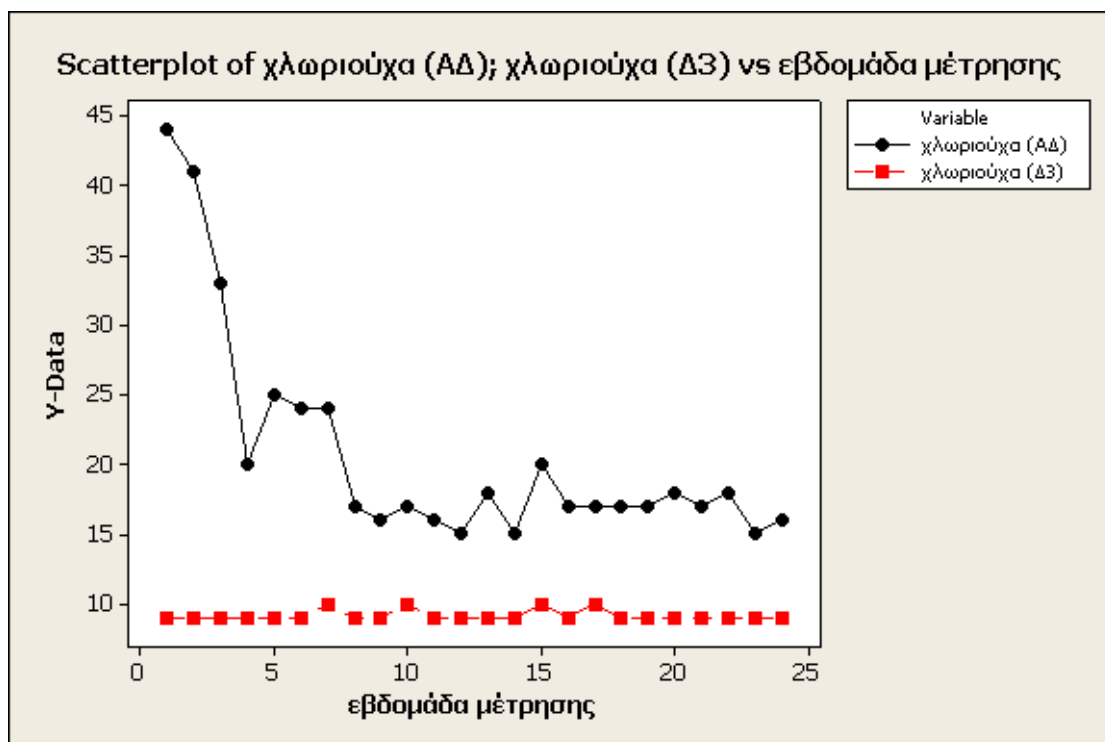
Σχήμα 5: Θηκόγραμμα των χλωριούχων.

Στο Σχήμα 6 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) των χλωριούχων στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει ότι με την έναρξη των μετρήσεων οι τιμές ήταν μεγάλες, με την πάροδο του χρόνου μειώθηκαν και ακολούθησαν μία μικρή διασπορά.

Όσον αφορά το νερό Δ3 παρατηρείται μία μικρή διασπορά.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό ΑΔ εμφανίζει μεγαλύτερη διασπορά από το νερό Δ3.



Σχήμα 6: Γράφημα διασποράς των χλωριούχων.

5.3 pH

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί:

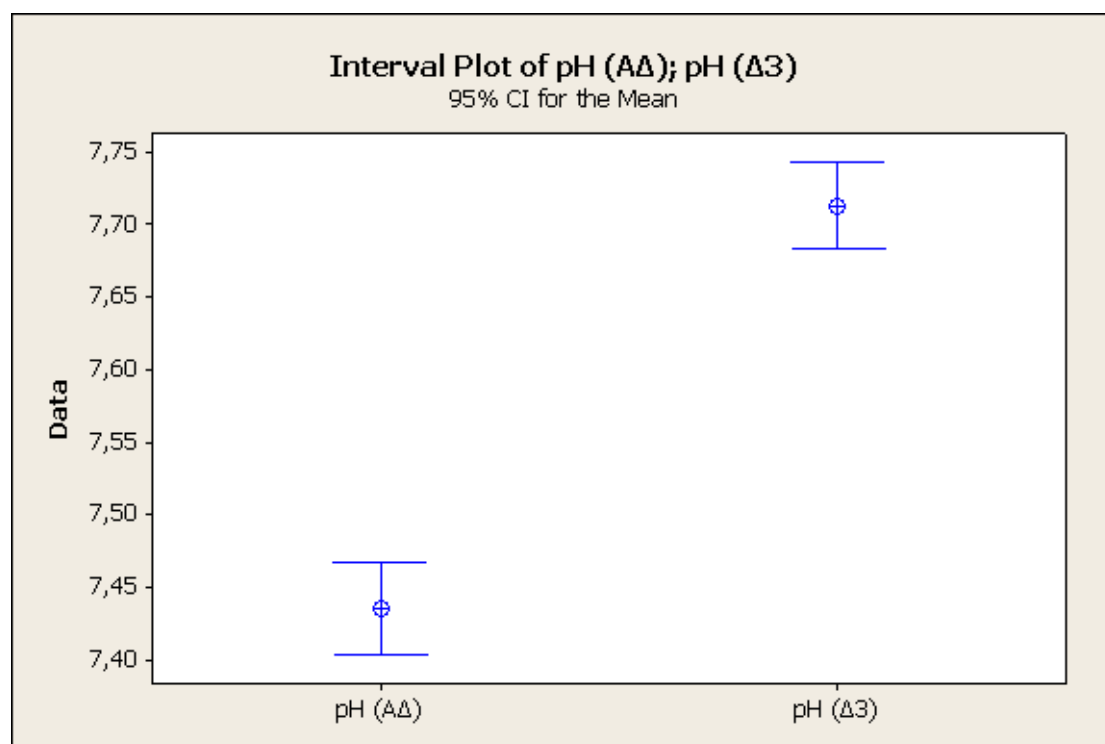
Πίνακας 4: Αποτελέσματα των μετρήσεων του pH του νερού.

Ημερομηνία	pH – ΑΔ	pH – Δ3
8/12/2008	7,55	7,77
15/12/2008	7,42	7,73
22/12/2008	7,5	7,73
29/12/2008	7,36	7,53
5/1/2009	7,3	7,61
13/1/2009	7,55	7,73
19/1/2009	7,56	7,75
26/1/2009	7,29	7,69
2/2/2009	7,42	7,64
9/2/2009	7,45	7,78
16/2/2009	7,44	7,76
23/2/2009	7,43	7,67
2/3/2009	7,57	7,81
9/3/2009	7,45	7,71
16/3/2009	7,42	7,75
23/3/2009	7,46	7,77
30/3/2009	7,38	7,82
6/4/2009	7,37	7,59
13/4/2009	7,43	7,72
20/4/2009	7,47	7,76
27/4/2009	7,36	7,74
4/5/2009	7,41	7,69
11/5/2009	7,44	7,71
18/5/2009	7,42	7,65

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7, εμφανίζει μέση τιμή pH 7,435. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (7,404 – 7,467). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 1 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7, εμφανίζει μέση τιμή pH 7,713. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (7,683 – 7,742). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 0,9 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 7 ότι δεν υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει μικρότερη τιμή pH από το νερό Δ3.

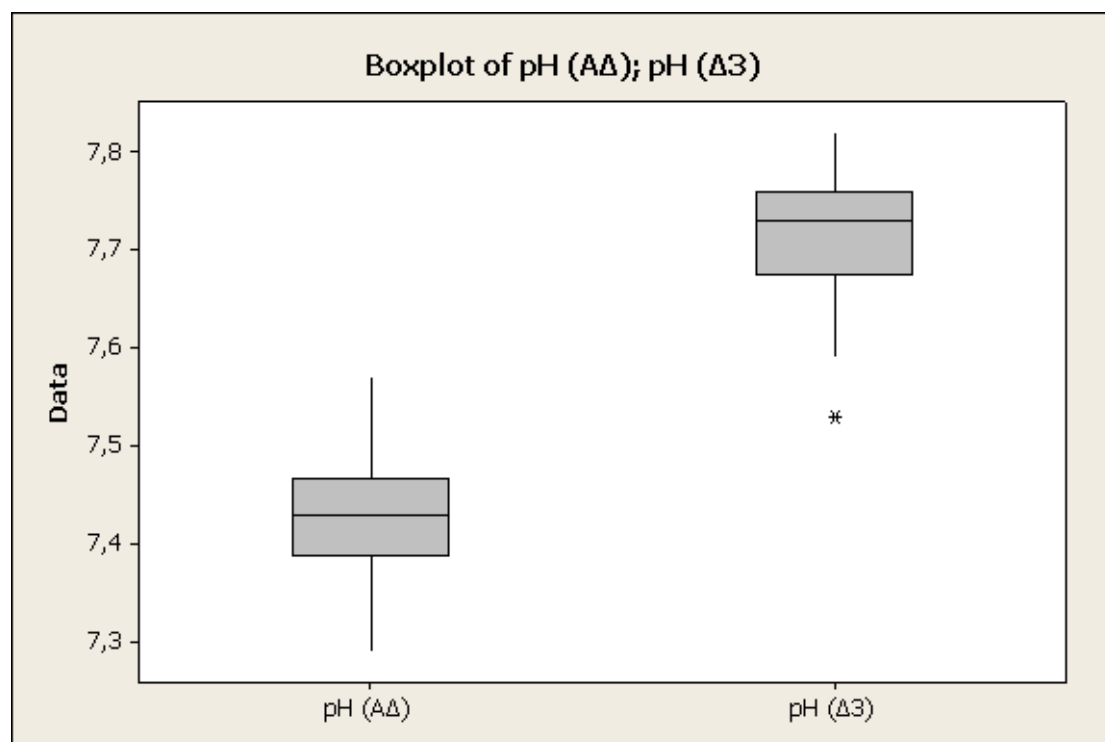


Σχήμα 7: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του pH.

Στο Σχήμα 8 φαίνεται το θηκόγραμμα του pH τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 7,430. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,388 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,468. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 7,730. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,675 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,760. Παρατηρείται μία ακραία τιμή (7,53). Παρ' όλο που στο νερό Δ3 υπάρχει μία ακραία τιμή, αυτή εντάσσεται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής pH. Από το θηκόγραμμα προκύπτει επίσης αρνητική ασυμμετρία.

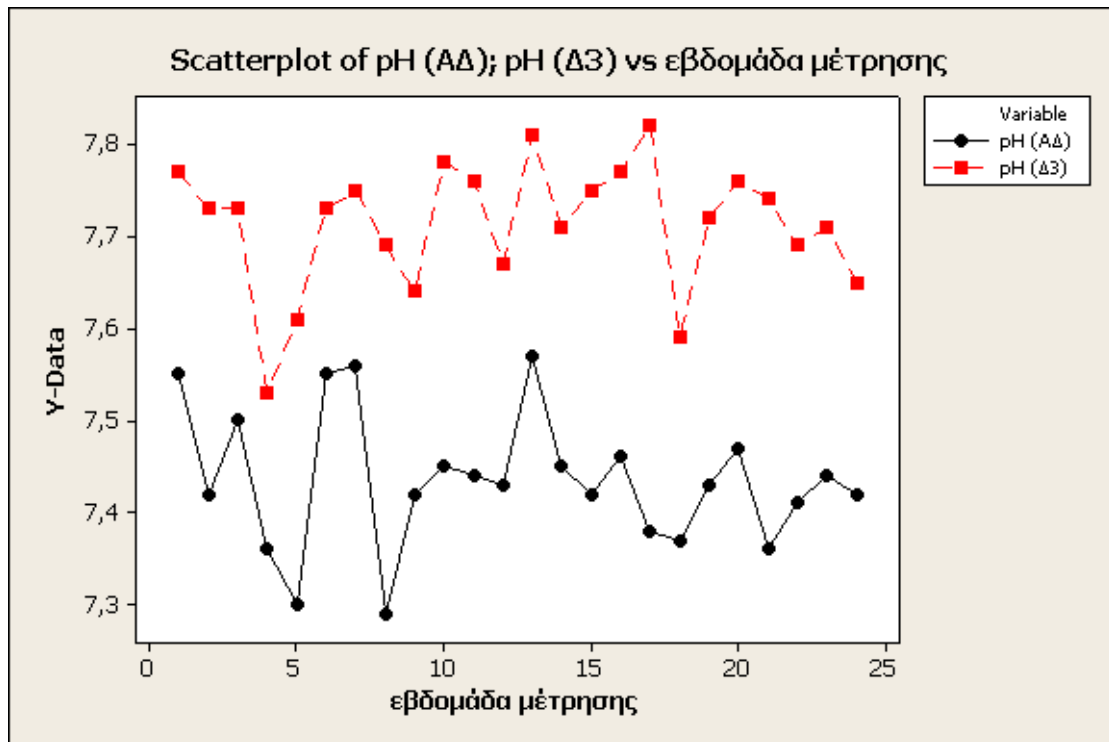


Σχήμα 8: Θηκόγραμμα του pH.

Στο Σχήμα 9 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) του pH στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει μία μικρή διασπορά των τιμών pH, το ίδιο συμβαίνει και στο νερό Δ3.

Παρατηρείται ότι οι τιμές pH του νερού Δ3 είναι υπεράνω των αντίστοιχων τιμών του νερού ΑΔ.



Σχήμα 9: Γράφημα διασποράς του pH.

5.4 Αγωγιμότητα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί:

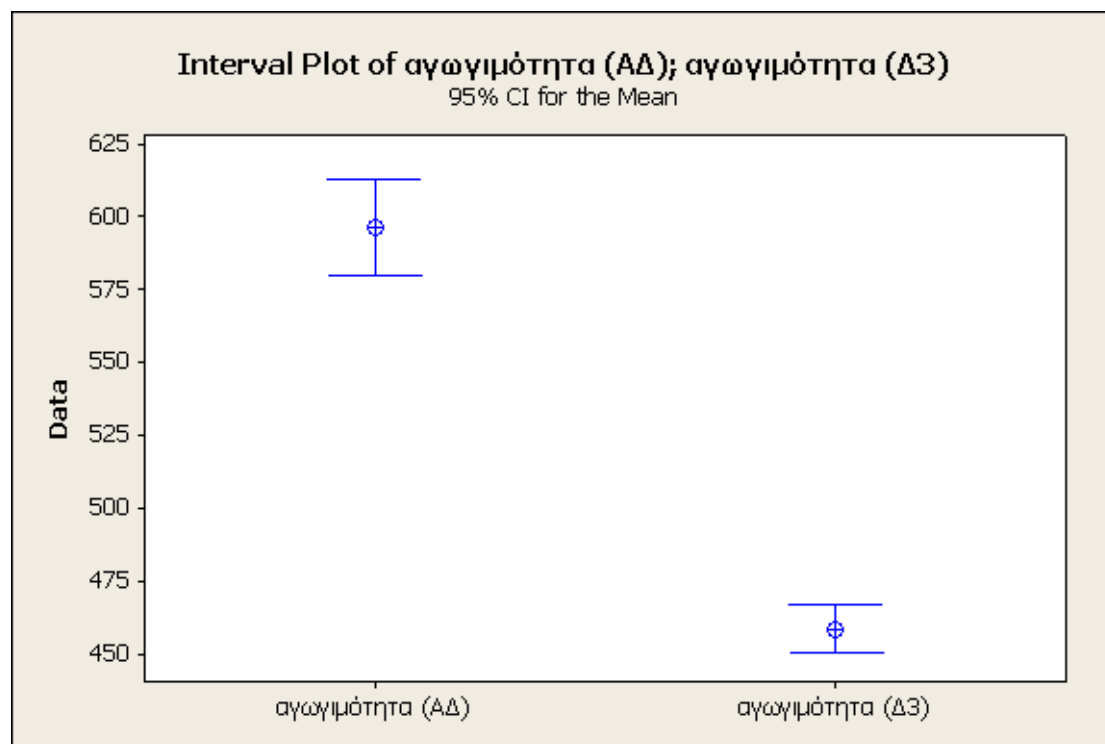
Πίνακας 5: Αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας του νερού.

Ημερομηνία	Αγωγιμότητα – ΑΔ ($\mu\text{S/cm}$)	Αγωγιμότητα – Δ3 ($\mu\text{S/cm}$)
8/12/2008	680	460
15/12/2008	680	420
22/12/2008	680	460
29/12/2008	600	460
5/1/2009	580	470
13/1/2009	620	480
19/1/2009	600	480
26/1/2009	600	460
2/2/2009	600	460
9/2/2009	580	460
16/2/2009	580	460
23/2/2009	580	480
2/3/2009	600	470
9/3/2009	580	460
16/3/2009	600	480
23/3/2009	580	460
30/3/2009	500	395
6/4/2009	560	430
13/4/2009	600	460
20/4/2009	580	450
27/4/2009	600	460
4/5/2009	580	460
11/5/2009	580	480
18/5/2009	580	460

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10, εμφανίζει μέση τιμή αγωγιμότητας 596,7. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (580,2 – 613,1). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 6,53 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10, εμφανίζει μέση τιμή αγωγιμότητας 459,0. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (450,6 – 467,3). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 4,31 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 10 ότι δεν υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη τιμή αγωγιμότητας από το νερό Δ3.

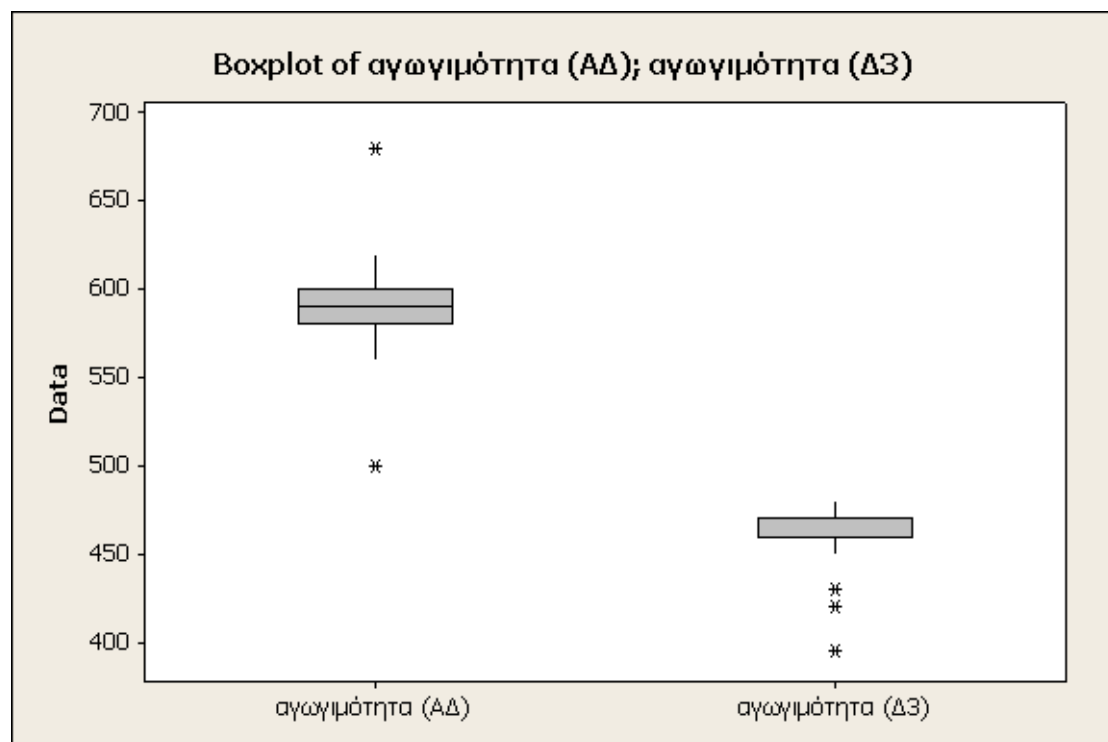


Σχήμα 10: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης της αγωγιμότητας.

Στο Σχήμα 11 φαίνεται το θηκόγραμμα της αγωγιμότητας τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 590,0. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 580,0 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 600,0. Παρατηρούνται τέσσερις ακρότατες τιμές (500, 680, 680, 680). Η εμφάνιση των ακρότατων τιμών αποδίδεται στην χρησιμοποίηση διαφορετικών πηγών υδροληψίας. Κάθε πηγή υδροληψίας έχει διαφορετική αγωγιμότητα.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή και πρώτο τεταρτημόριο 460,0. Το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 470,0. Παρατηρούνται τρεις ακρότατες τιμές (395, 420, 430). Οι τιμές αυτές αν και ακρότατες τιμές του δείγματός μας θεωρούνται φυσιολογικές τιμές του πληθυσμού. Αν είχαμε μεγαλύτερο δείγμα πολύ πιθανόν οι τιμές αυτές να μην εμφανιζόταν ως ακρότατες.



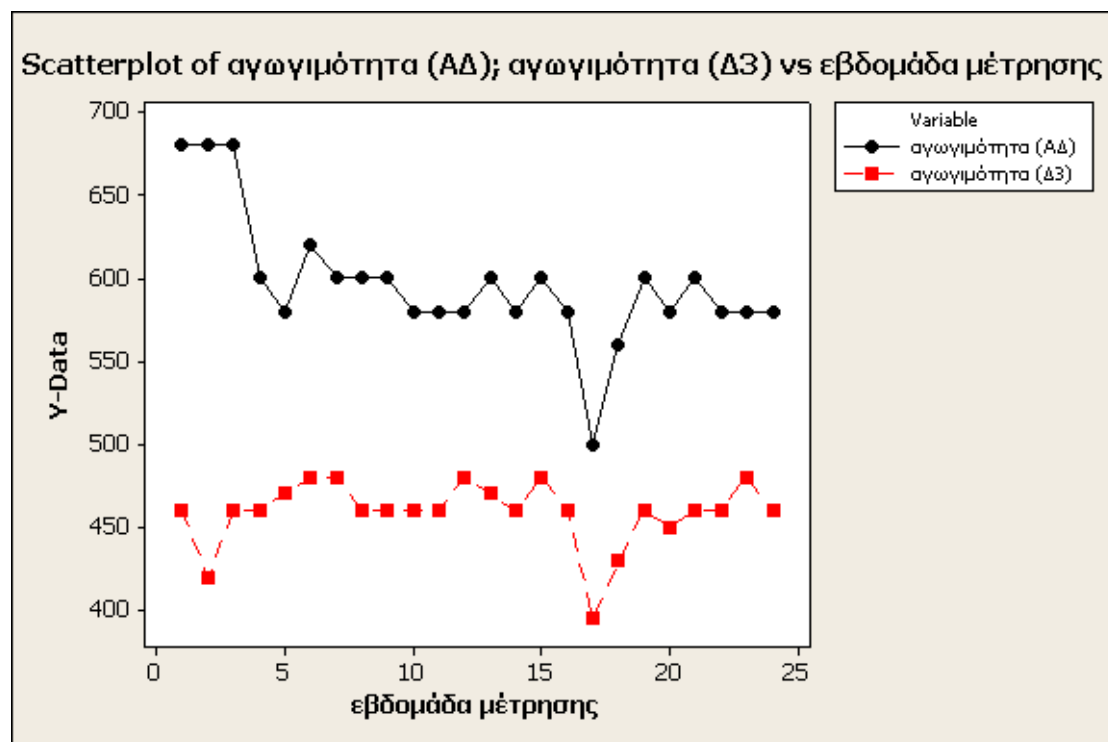
Σχήμα 11: Θηκόγραμμα της αγωγιμότητας.

Στο Σχήμα 12 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) της αγωγιμότητας στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει μία κορυφή που αντιστοιχεί στην πρώτη, στη δεύτερη και στην τρίτη εβδομάδα μέτρησης, με τιμή 680, η οποία από το θηκόγραμμα βγήκε ως ακρότατη. Επίσης, παρατηρείται μία έξαρση διασποράς στην 17^η εβδομάδα, η τιμή της οποίας (500) από το θηκόγραμμα βγήκε ως ακρότατη.

Όσον αφορά το νερό Δ3 παρατηρείται έξαρση της διασποράς την 2^η καθώς και την 17^η εβδομάδα. Οι τιμές της 2^{ης} εβδομάδας (420) και της 17^{ης} εβδομάδας (395) από το θηκόγραμμα προέκυψαν ως ακρότατες.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό ΑΔ εμφανίζει μεγαλύτερη διασπορά από το νερό Δ3.



Σχήμα 12: Γράφημα διασποράς της αγωγιμότητας.

5.5

Σίδηρος

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 6 που ακολουθεί:

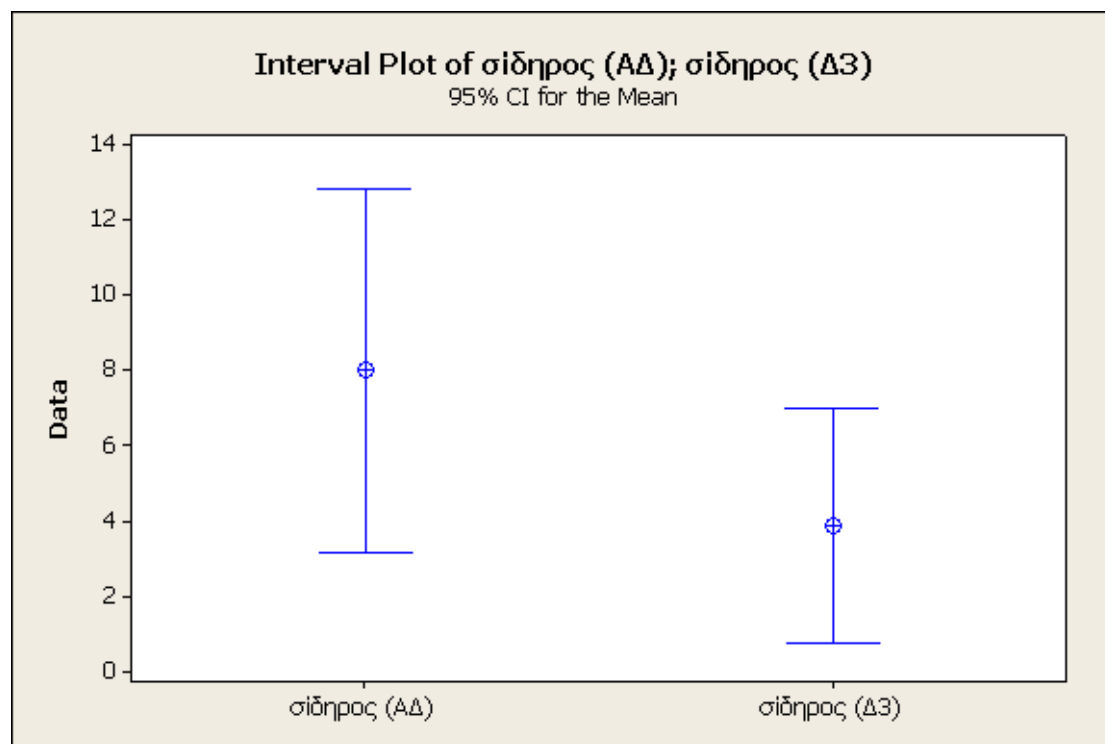
Πίνακας 6: Αποτελέσματα των μετρήσεων του σιδήρου του νερού.

Ημερομηνία	Σίδηρος – ΑΔ (μg/l)	Σίδηρος – Δ3 (μg/l)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	35	27
5/1/2009	0	12
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	12	13
2/2/2009	32	0
9/2/2009	13	0
16/2/2009	14	0
23/2/2009	32	14
2/3/2009	0	0
9/3/2009	15	0
16/3/2009	12	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	13	15
13/4/2009	0	0
20/4/2009	0	0
27/4/2009	14	12
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 13, εμφανίζει μέση τιμή σιδήρου 8,0. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (3,2 – 12,8). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 142,28 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 13, εμφανίζει μέση τιμή σιδήρου 3,9. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,8 – 7,0). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 189,99 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 13 ότι υπάρχει σημαντική επικάλυψη των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των δειγμάτων ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει στατιστικά ίδια περιεκτικότητα σιδήρου με το νερό Δ3.



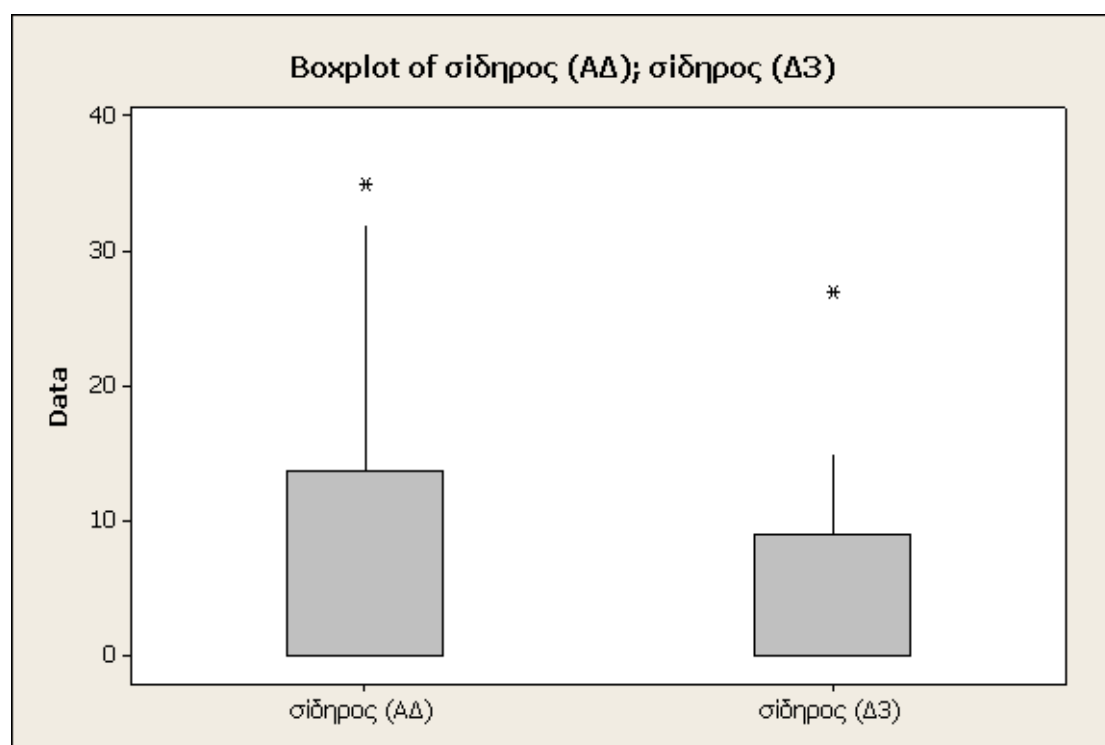
Σχήμα 13: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του σιδήρου.

Στο Σχήμα 14 φαίνεται το θηκόγραμμα του σιδήρου τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή και πρώτο τεταρτημόριο 0,0. Το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 13,8. Παρατηρείται μία ακραία τιμή (35). Η ακραία τιμή οφείλεται στο κλείσιμο κάποιων γεωτρήσεων που τροφοδοτούν με νερό και στην ενεργοποίηση νέων γεωτρήσεων.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή και πρώτο τεταρτημόριο 0,0. Το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 9,0. Παρατηρείται μία ακραία τιμή (27). Η ακραία τιμή θεωρείται μη φυσιολογική, δεν μπορεί να εξηγηθεί η παρουσία της και αποδίδεται σε πειραματικό σφάλμα.

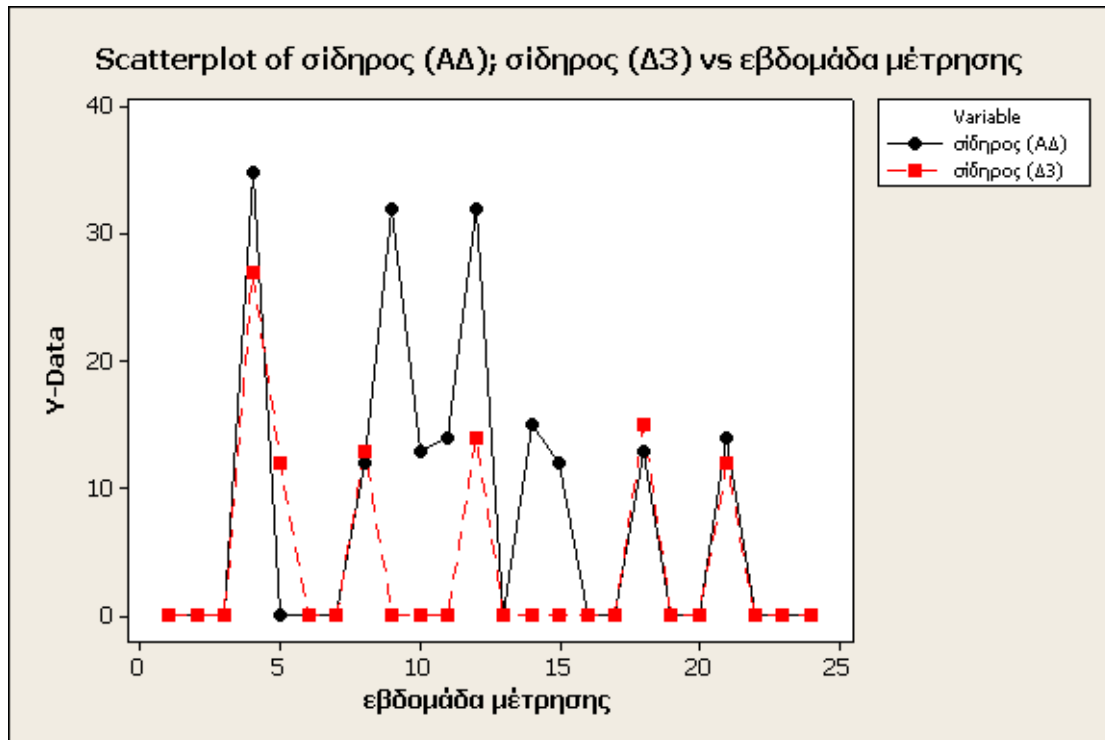
Από τα θηκογράμματα προκύπτει θετική ασυμμετρία τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.



Σχήμα 14: Θηκόγραμμα του σιδήρου.

Στο Σχήμα 15 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) του σιδήρου στο νερό.

Τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3 προκύπτει έντονη διασπορά (πολλές εξάρσεις της διασποράς). Η διασπορά όμως του νερού ΑΔ είναι μεγαλύτερη από τη διασπορά του νερού Δ3.



Σχήμα 15: Γράφημα διασποράς του σιδήρου.

5.6 Μαγγάνιο

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 7 που ακολουθεί:

Πίνακας 7: Αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγγανίου του νερού.

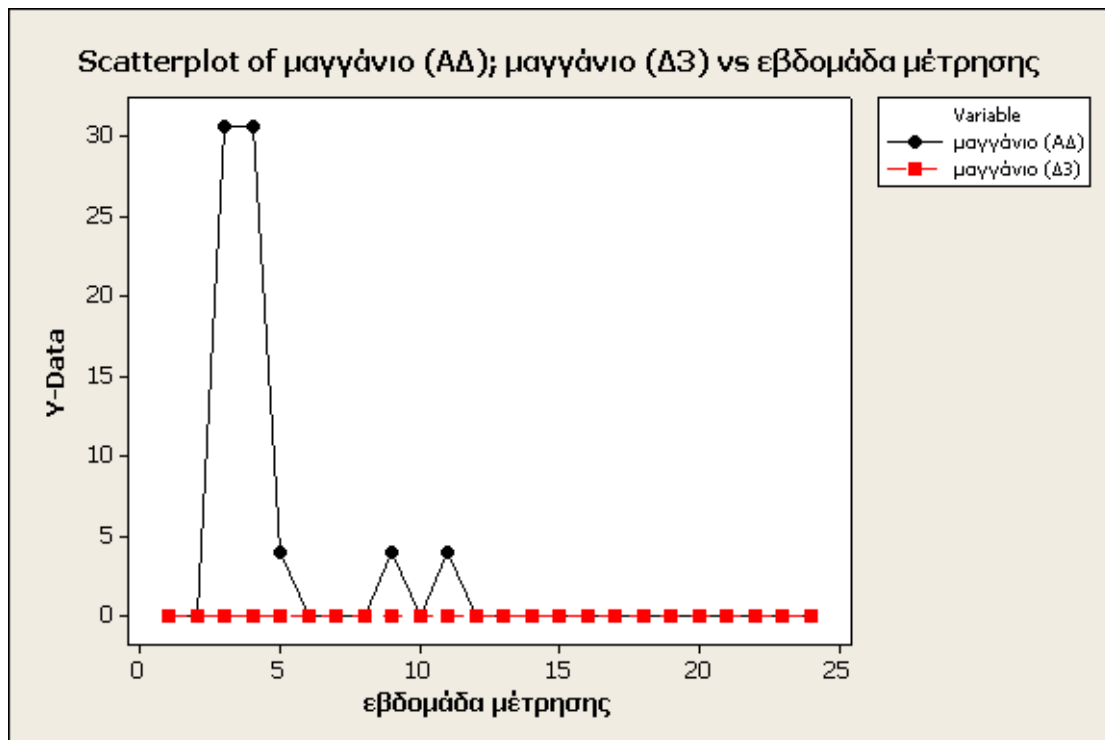
Ημερομηνία	Μαγγάνιο – ΑΔ (μg/l)	Μαγγάνιο – Δ3 (μg/l)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	30,58	0
29/12/2008	30,6	0
5/1/2009	4	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	4	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	4	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	0	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Επειδή οι τιμές της περιεκτικότητας του μαγγανίου για το νερό Δ3 είναι όλες μηδέν, δεν υπάρχει λόγος να εξαχθούν τα θηκογράμματα, η μέση τιμή και το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου.

Στο Σχήμα 18 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) του μαγγανίου στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει μία απότομη μεταβολή της περιεκτικότητας του μαγγανίου στην 3^η και 4^η εβδομάδα, στη συνέχεια όμως η περιεκτικότητα του μαγγανίου παραμένει πρακτικά ίδια.

Όσον αφορά το νερό Δ3 δεν εμφανίζει καμία διασπορά, όλες οι τιμές είναι μηδέν.



Σχήμα 18: Γράφημα διασποράς του μαγγανίου.

5.7 Νιτρικά

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 8 που ακολουθεί:

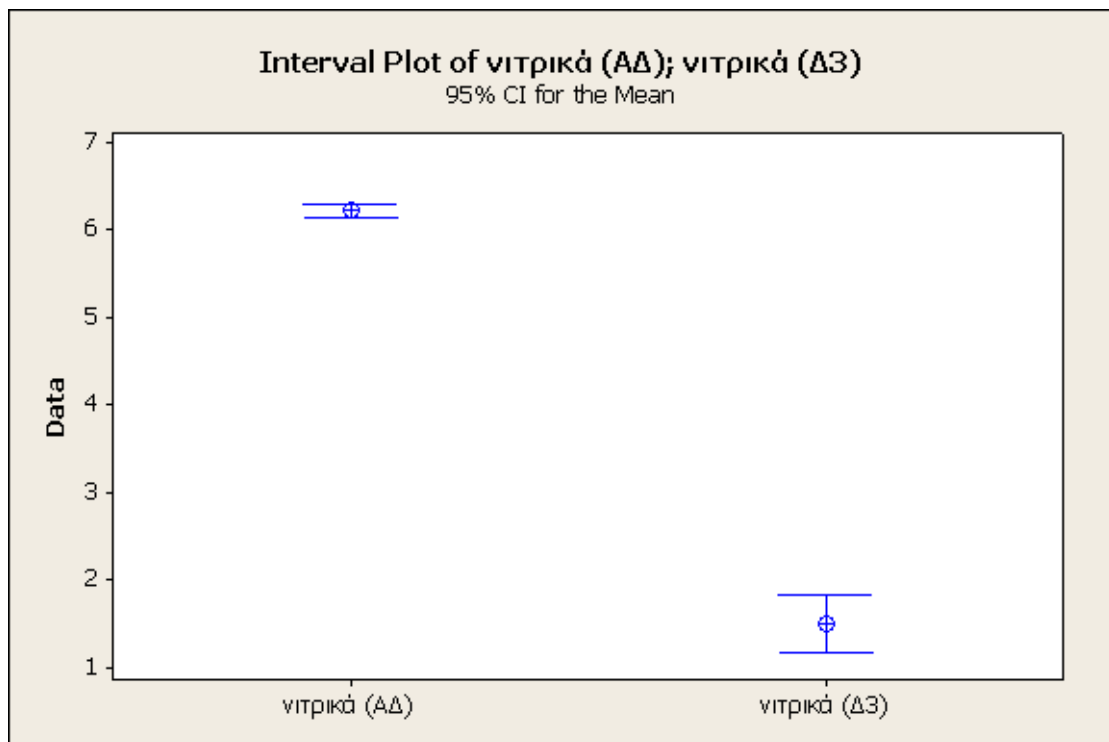
Πίνακας 8: Αποτελέσματα των μετρήσεων των νιτρικών του νερού.

Ημερομηνία	Νιτρικά – ΑΔ (mg/l)	Νιτρικά – Δ3 (mg/l)
8/12/2008	6,21	1,5
26/1/2009	6,18	1,88
9/2/2009	6,103	1,49
9/3/2009	6,27	1,27
18/3/2009	6,32	1,067
13/4/2009	6,2	1,85

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 19, εμφανίζει μέση τιμή νιτρικών 6,2138. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (6,1352 – 6,2925). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 1,21 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 19, εμφανίζει μέση τιμή νιτρικών 1,5095. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (1,1754 – 1,8436). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 21,09 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 19 ότι δεν υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα νιτρικών από το νερό Δ3.

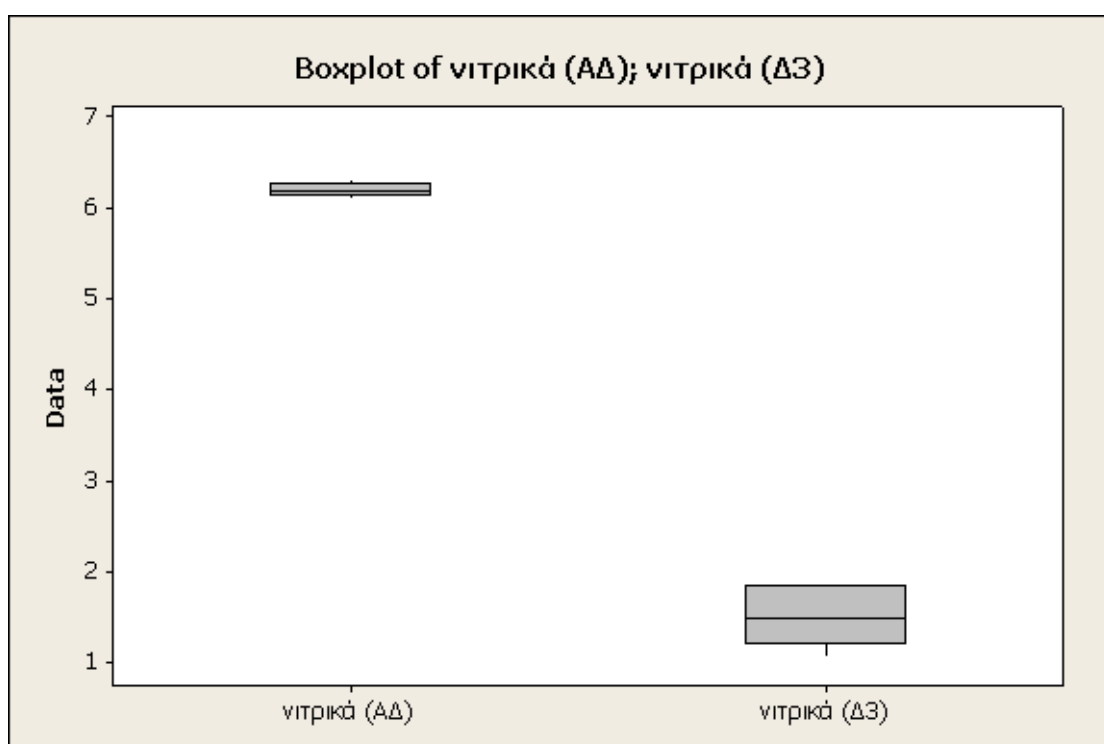


Σχήμα 19: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης των νιτρικών.

Στο Σχήμα 20 φαίνεται το θηκόγραμμα των νιτρικών τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 6,2050. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 6,1608 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 6,2825. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 1,4950. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 1,2193 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 1,8575. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.



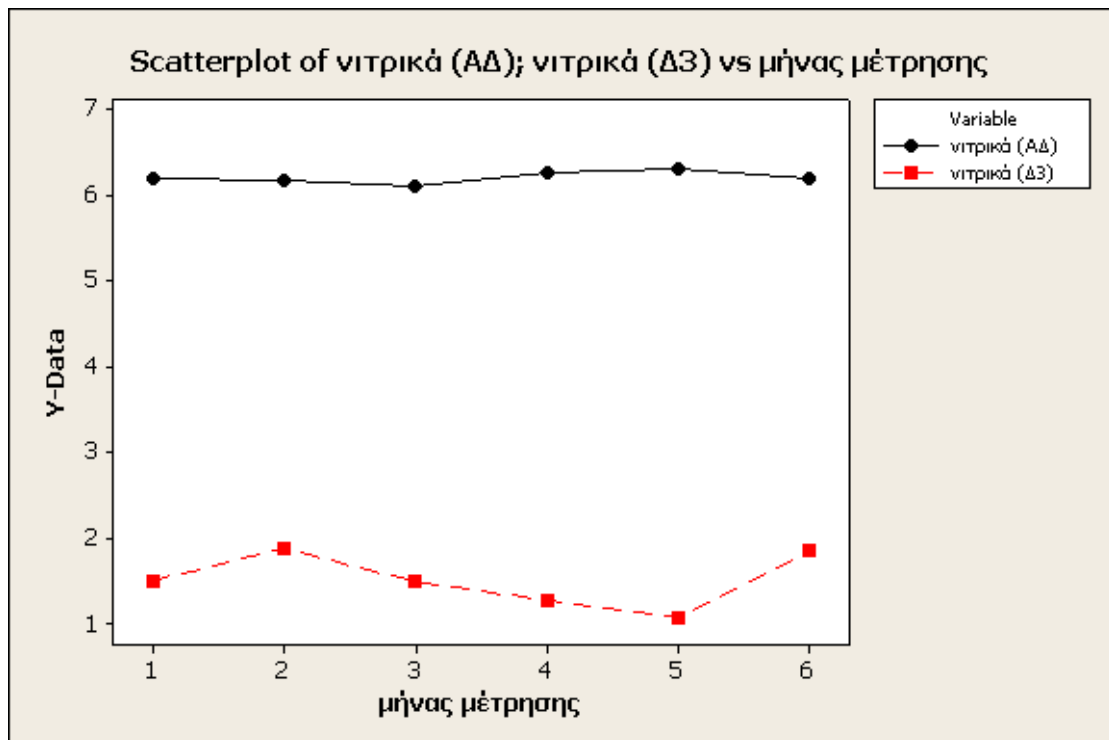
Σχήμα 20: Θηκόγραμμα των νιτρικών.

Στο Σχήμα 21 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) των νιτρικών στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ παρατηρείται μία μικρή διασπορά των τιμών.

Όσον αφορά το νερό Δ3 παρατηρείται μία σχετικά μικρή διασπορά των τιμών.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό Δ3 εμφανίζει μεγαλύτερη διασπορά από το νερό ΑΔ.



Σχήμα 21: Γράφημα διασποράς των νιτρικών.

5.8 Φθοριούχα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 9 που ακολουθεί:

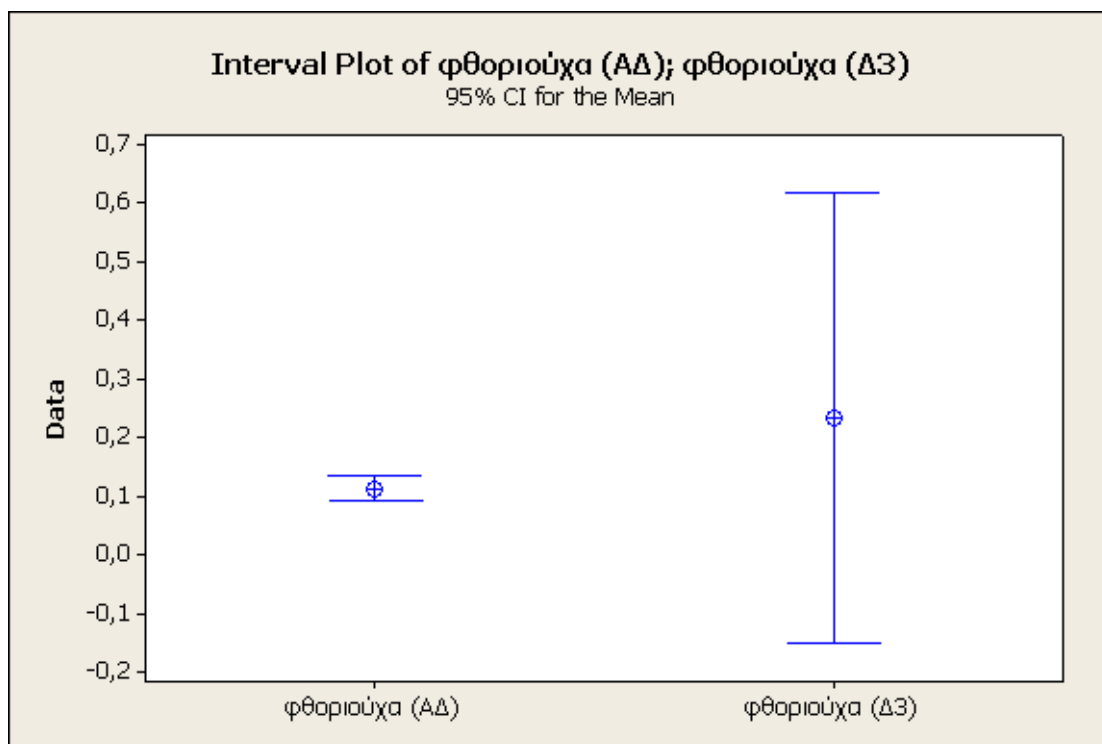
Πίνακας 9: Αποτελέσματα των μετρήσεων των φθοριούχων του νερού.

Ημερομηνία	Φθοριούχα – ΑΔ (mg/l)	Φθοριούχα – Δ3 (mg/l)
8/12/2008	0,15	0,09
26/1/2009	0,117	0,98
9/2/2009	0,101	0,085
9/3/2009	0,113	0,093
18/3/2009	0,115	0,093
13/4/2009	0,088	0,068

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 22, εμφανίζει μέση τιμή φοθoriούχων 0,1140. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,0922 – 0,1358). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 18,2 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 22, εμφανίζει μέση τιμή φοθoriούχων 0,2348. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (-0,1484 – 0,6181). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 155,5 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 22 ότι υπάρχει σημαντική επικάλυψη των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει στατιστικά ίδια περιεκτικότητα φοθoriούχων με το νερό Δ3.

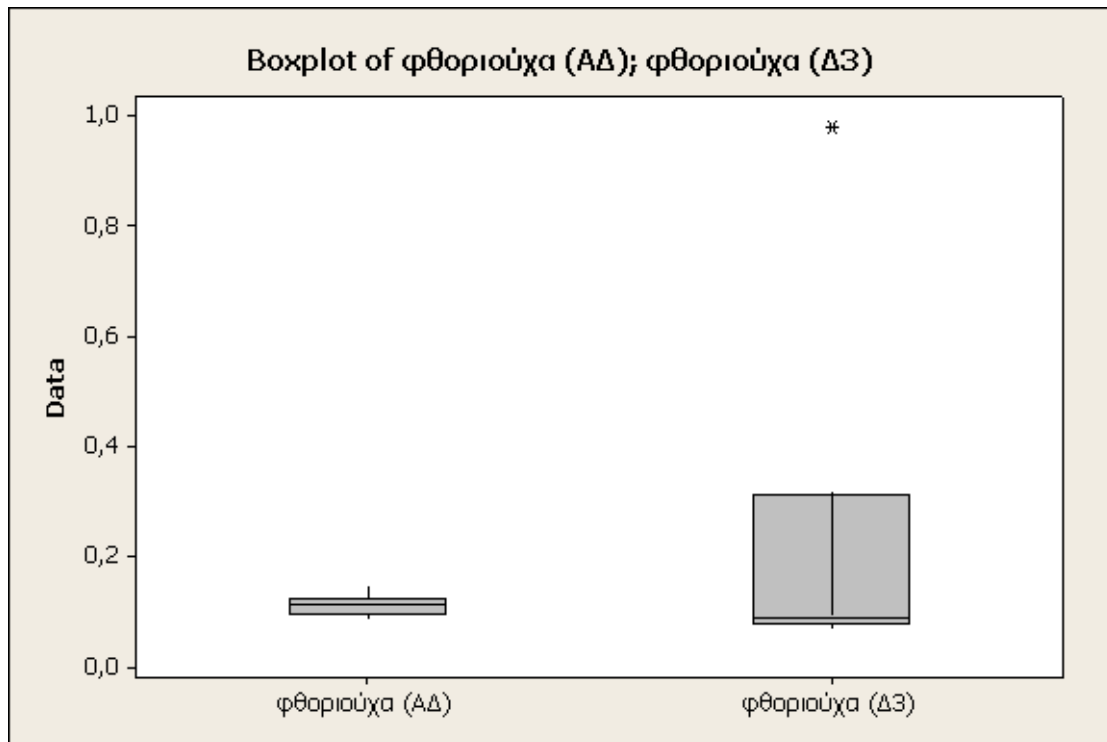


Σχήμα 22: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης των φοθoriούχων.

Στο Σχήμα 23 φαίνεται το θηκόγραμμα των φθοριούχων τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,1140. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,0978 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,1253. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,0915. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,0808 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,3148. Παρατηρείται μία ακραία τιμή (0,980). Η ακραία τιμή θεωρείται μη φυσιολογική και αποδίδεται σε πειραματικό σφάλμα.



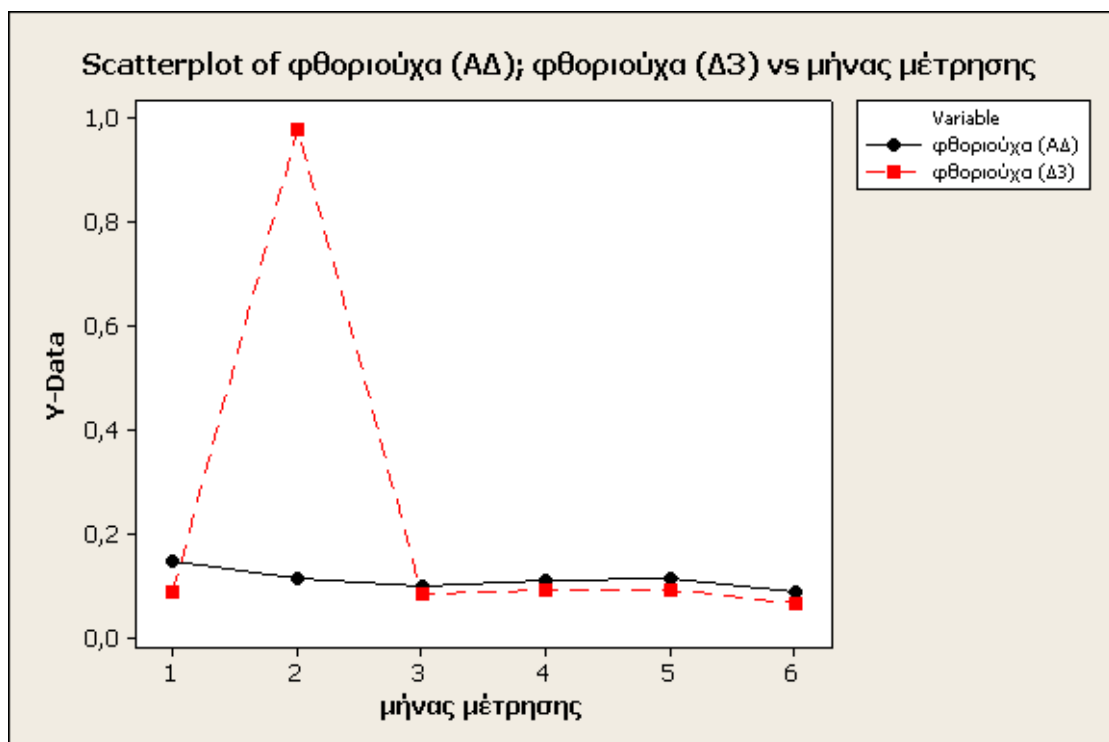
Σχήμα 23: Θηκόγραμμα των φθοριούχων.

Στο Σχήμα 24 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) των φθοριούχων στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ παρατηρείται μία μικρή διασπορά των τιμών.

Όσον αφορά το νερό Δ3 προκύπτει μία έξαρση της περιεκτικότητας σε φθοριούχα το 2^ο μήνα.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό ΑΔ εμφανίζει μικρότερη διασπορά από το νερό Δ3.



Σχήμα 24: Γράφημα διασποράς των φθοριούχων.

5.9 Θειικά

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 10 που ακολουθεί:

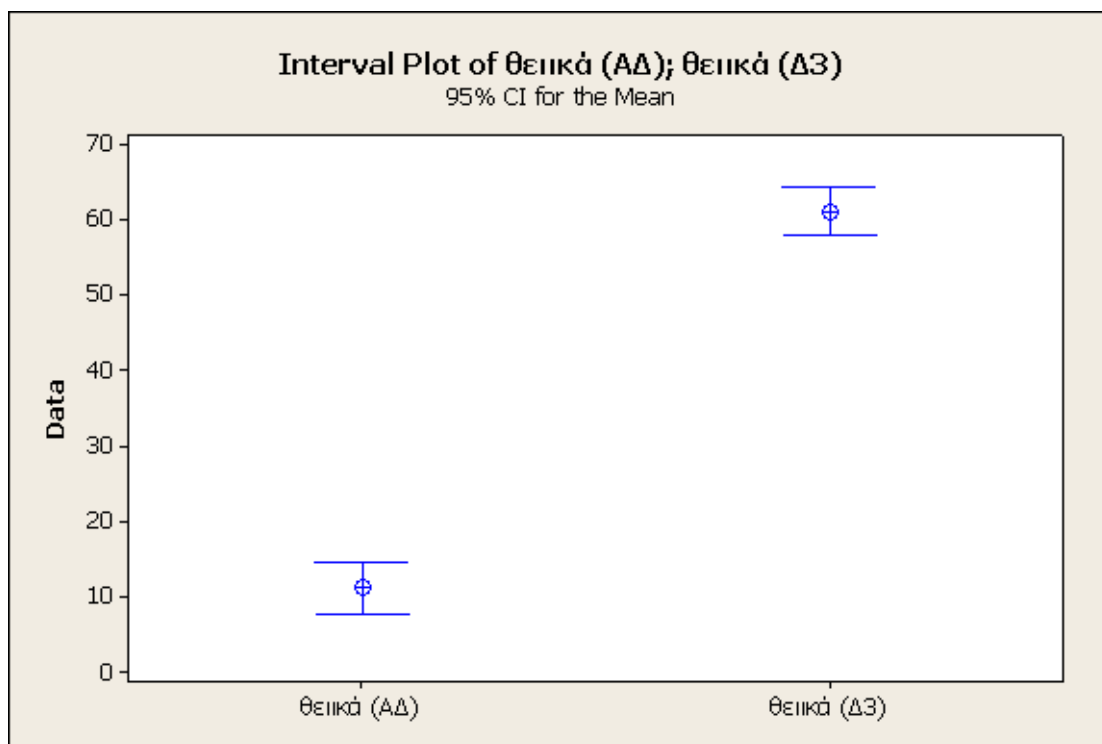
Πίνακας 10: Αποτελέσματα των μετρήσεων των θεικών του νερού.

Ημερομηνία	Θειικά – ΑΔ (mg/l)	Θειικά – Δ3 (mg/l)
8/12/2008	17,71	57,4
26/1/2009	9,46	58,52
9/2/2009	8,55	61,44
9/3/2009	10,69	60
18/3/2009	11,78	64,92
13/4/2009	9,09	63,96

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 25, εμφανίζει μέση τιμή θεικών 11,213. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (7,655 – 14,771). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 30,24 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 25, εμφανίζει μέση τιμή θεικών 61,040. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (57,912 – 64,168). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 4,88 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 25 ότι δεν υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3. Επομένως, συμπεραίνεται ότι το νερό ΑΔ έχει μικρότερη περιεκτικότητα θεικών από το νερό Δ3.

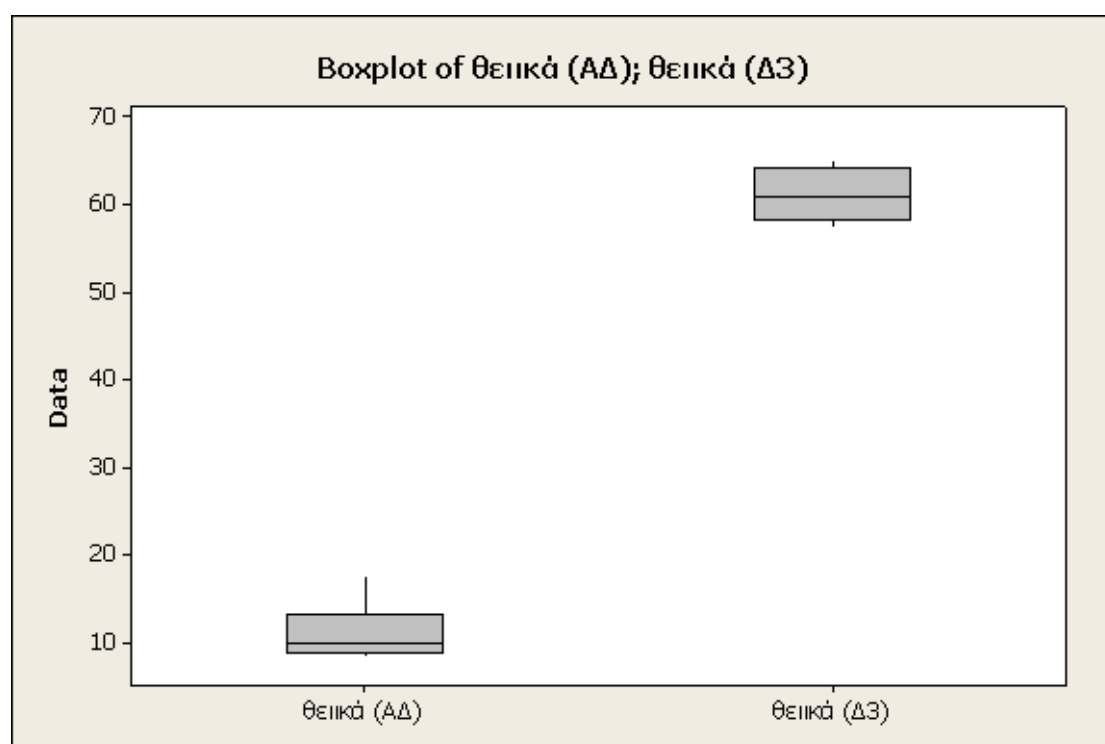


Σχήμα 25: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης των θεικών.

Στο Σχήμα 26 φαίνεται το θηκόγραμμα των θεικών τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 10,075. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 8,955 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 13,263. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές. Από το θηκόγραμμα προκύπτει επίσης θετική ασυμμετρία.

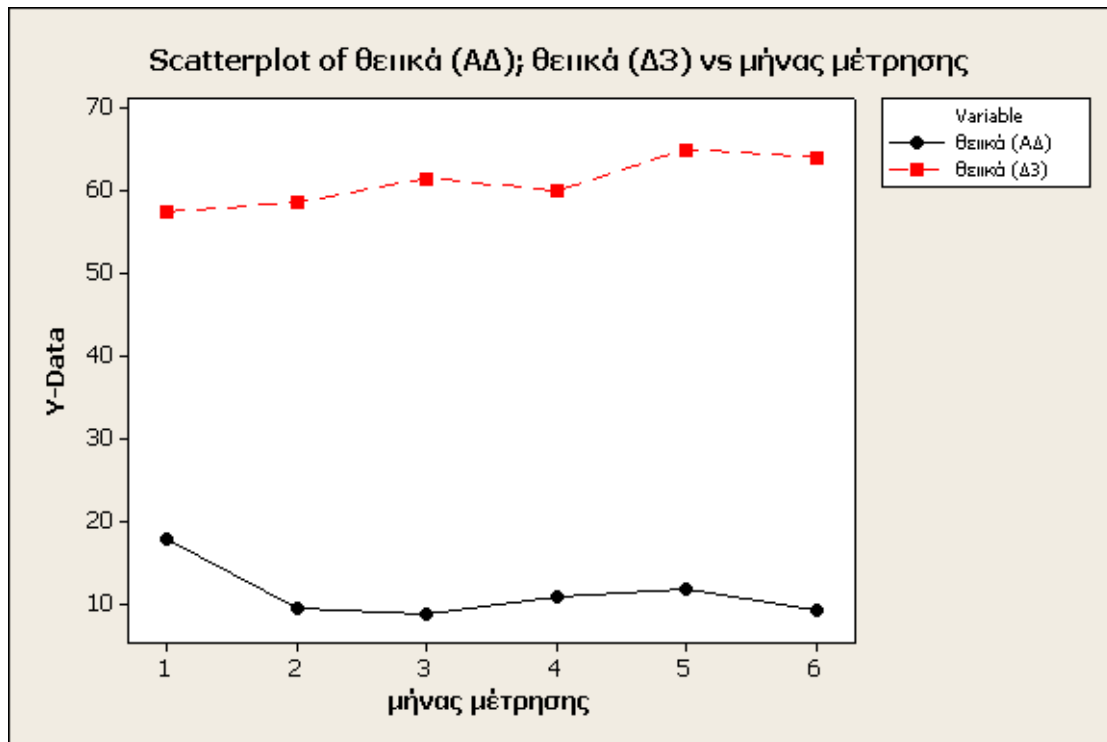
Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 60,720. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 58,240 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 64,200. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.



Σχήμα 26: Θηκόγραμμα των θεικών.

Στο Σχήμα 27 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) των θεικών στο νερό.

Τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3 προκύπτει μικρή διασπορά των τιμών.



Σχήμα 27: Γράφημα διασποράς των θεικών.

5.10 Οξειδωσιμότητα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 11 που ακολουθεί:

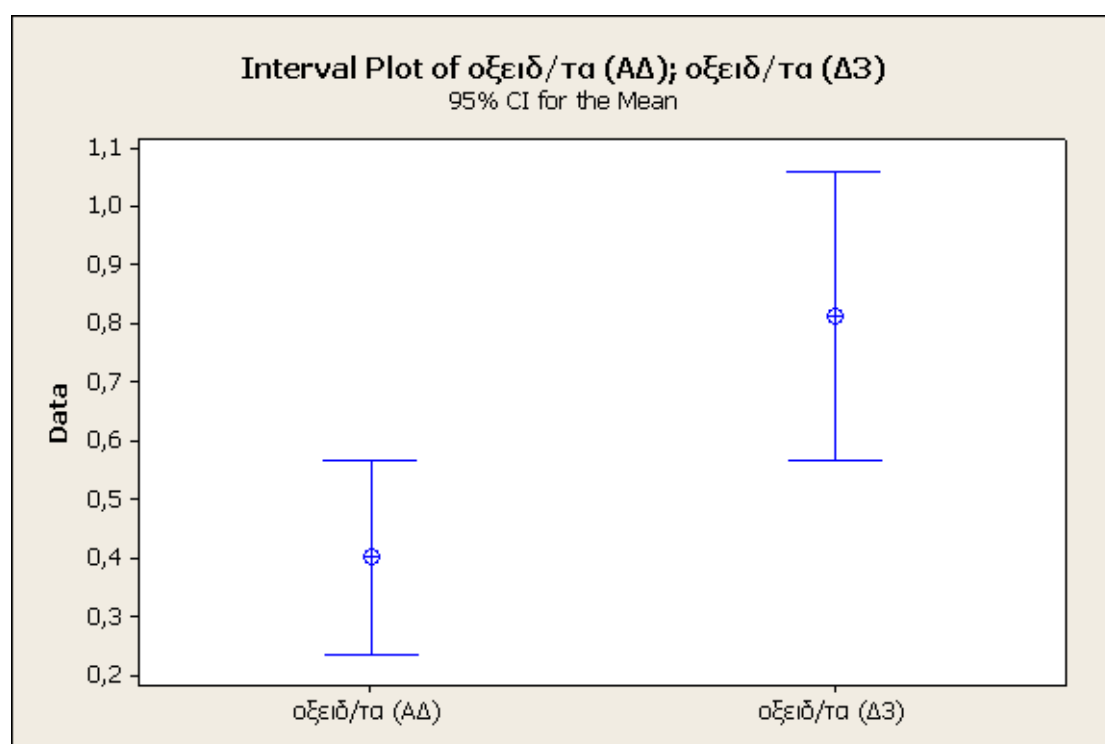
Πίνακας 11: Αποτελέσματα των μετρήσεων της οξειδωσιμότητας του νερού.

Ημερομηνία	Οξειδ/τα – ΑΔ (mg O₂/l)	Οξειδ/τα – Δ3 (mg O₂/l)
8/12/2008	0,72	0,96
26/1/2009	0,32	0,72
9/2/2009	0,32	0,56
9/3/2009	0,4	0,56
18/3/2009	0,34	0,96
13/4/2009	0,32	1,12

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 28, εμφανίζει μέση τιμή οξειδωσιμότητας 0,403. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,237 – 0,569). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού ΑΔ είναι 39,22 %.

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στο Σχήμα 28, εμφανίζει μέση τιμή οξειδωσιμότητας 0,813. Το 95 % διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι (0,568 – 1,059). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του νερού Δ3 είναι 28,79 %.

Παρατηρείται στο Σχήμα 28 ότι υπάρχει μία οριακά μερική επικάλυψη των 95 % ορίων εμπιστοσύνης των πηγών ΑΔ και Δ3.

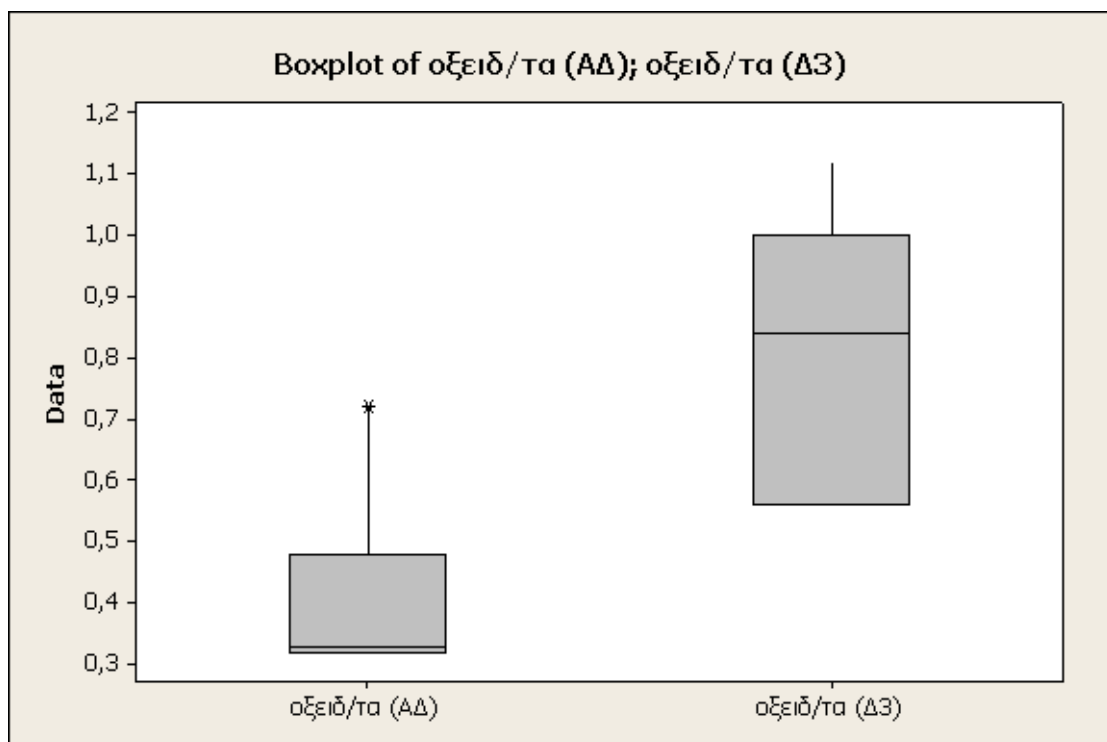


Σχήμα 28: Μέση τιμή και 95 % διάστημα εμπιστοσύνης της οξειδωσιμότητας.

Στο Σχήμα 29 φαίνεται το θηκόγραμμα της οξειδωσιμότητας τόσο για το νερό ΑΔ όσο και για το νερό Δ3.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,330. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,320 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,480. Παρατηρείται μία ακραία τιμή (0,720). Η ακραία τιμή θεωρείται φυσιολογική.

Όσον αφορά το νερό Δ3, εμφανίζει διάμεσο τιμή 0,840. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,560 και το τρίτο τεταρτημόριο έχει τιμή 1,000. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές.



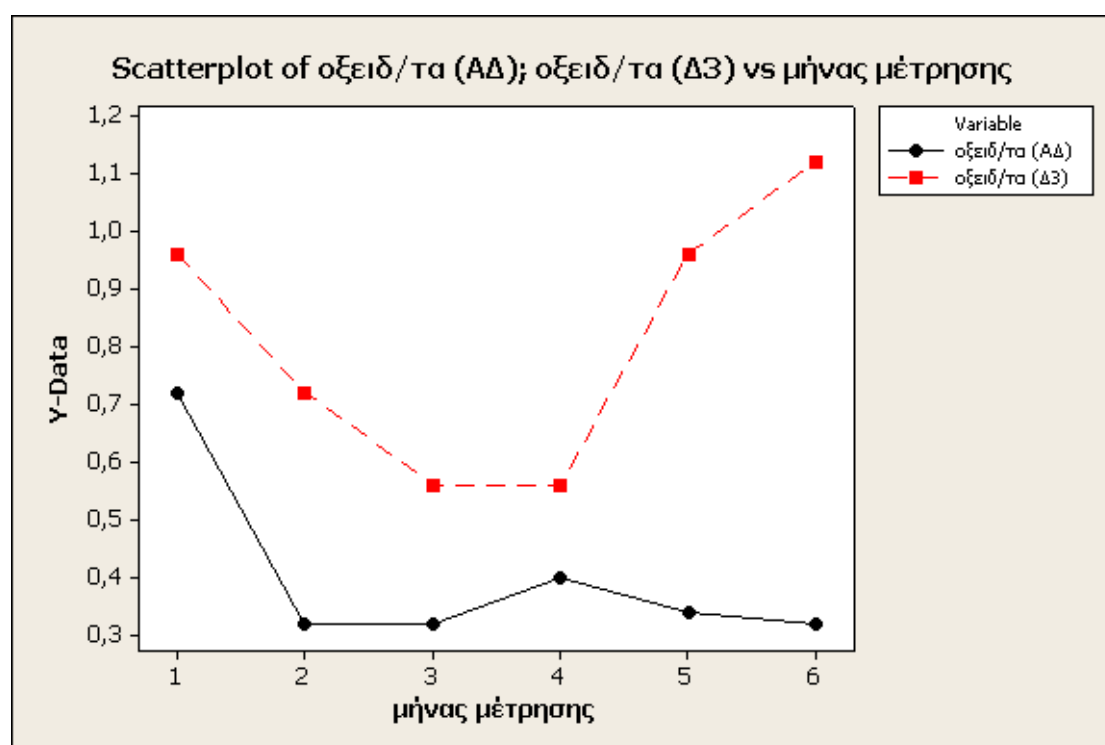
Σχήμα 29: Θηκόγραμμα της οξειδωσιμότητας.

Στο Σχήμα 30 φαίνονται τα γραφήματα διασποράς (scatterplots) της οξειδωσιμότητας στο νερό.

Όσον αφορά το νερό ΑΔ προκύπτει ότι με την έναρξη των μετρήσεων η τιμή ήταν μεγάλη, στον επόμενο μήνα μειώθηκε σημαντικά και ακολούθησε μία μικρή διασπορά.

Όσον αφορά το νερό Δ3 προκύπτει ότι με την έναρξη των μετρήσεων η τιμή ήταν μεγάλη, μειώθηκε σταδιακά, παρέμεινε σταθερή στον 3^ο και 4^ο μήνα, αυξήθηκε απότομα στον 5^ο μήνα και συνέχισε την αύξηση στον 6^ο μήνα.

Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων προκύπτει ότι το νερό ΑΔ εμφανίζει μικρότερη διασπορά από το νερό Δ3.



Σχήμα 30: Γράφημα διασποράς της οξειδωσιμότητας.

5.11 Μικροβιολογικές παράμετροι

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) στους 22°C φαίνονται στον Πίνακα 12 που ακολουθεί:

Πίνακας 12: Αποτελέσματα των μετρήσεων της Ο.Μ.Χ. 22°C του νερού.

Ημερομηνία	Ο.Μ.Χ. 22°C – ΑΔ (CFU/ml)	Ο.Μ.Χ. 22°C – Δ3 (CFU/ml)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	2	0
5/1/2009	0	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	0	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	0	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	2	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) στους 37°C φαίνονται στον Πίνακα 13 που ακολουθεί:

Πίνακας 13: Αποτελέσματα των μετρήσεων της Ο.Μ.Χ. 37°C του νερού.

Ημερομηνία	Ο.Μ.Χ. 37°C – ΑΔ (CFU/ml)	Ο.Μ.Χ. 37°C – Δ3 (CFU/ml)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	1	0
5/1/2009	0	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	0	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	0	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	2	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Όσον αφορά το νερό ΑΔ, όπως φαίνεται στους Πίνακες 12 και 13, εμφανίστηκαν στις 29/12/2008 (4^ο δείγμα) 2 αποικίες στους 22°C (Ο.Μ.Χ.) και 1 αποικία στους 37°C (Ο.Μ.Χ.). Επίσης, στις 20/4/2009 (20^ο δείγμα) εμφανίστηκαν 2 αποικίες στους 22°C (Ο.Μ.Χ.) και 2 αποικίες στους 37°C (Ο.Μ.Χ.).

Όσον αφορά το νερό Δ3, όπως φαίνεται στους Πίνακες 12 και 13 δεν εμφανίστηκε καμία αποικία (Ο.Μ.Χ.).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των Ολικών Κολοβακτηριοειδών φαίνονται στον Πίνακα 14 που ακολουθεί:

Πίνακας 14: Αποτελέσματα των μετρήσεων των Ολικών Κολοβακτηριοειδών του νερού.

Ημερομηνία	Ολικά Κολοβακτηριοειδή – ΑΔ (CFU/100 ml)	Ολικά Κολοβακτηριοειδή – Δ3 (CFU/100 ml)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	0	0
5/1/2009	0	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	0	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	0	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	0	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της *Escherichia Coli* φαίνονται στον Πίνακα 15 που ακολουθεί:

Πίνακας 15: Αποτελέσματα των μετρήσεων της *Escherichia Coli* του νερού.

Ημερομηνία	<i>E. Coli</i> – ΑΔ (CFU/100 ml)	<i>E. Coli</i> – Δ3 (CFU/100 ml)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	0	0
5/1/2009	0	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	0	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	0	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	0	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του *Clostridium Perfringens* φαίνονται στον Πίνακα 16 που ακολουθεί:

Πίνακας 16: Αποτελέσματα των μετρήσεων του *Clostridium Perfringens* του νερού.

Ημερομηνία	<i>Clostr. Perfringens</i> – ΑΔ (CFU/100 ml)	<i>Clostr. Perfringens</i> – Δ3 (CFU/100 ml)
8/12/2008	0	0
15/12/2008	0	0
22/12/2008	0	0
29/12/2008	0	0
5/1/2009	0	0
13/1/2009	0	0
19/1/2009	0	0
26/1/2009	0	0
2/2/2009	0	0
9/2/2009	0	0
16/2/2009	0	0
23/2/2009	0	0
2/3/2009	0	0
9/3/2009	0	0
16/3/2009	0	0
23/3/2009	0	0
30/3/2009	0	0
6/4/2009	0	0
13/4/2009	0	0
20/4/2009	0	0
27/4/2009	0	0
4/5/2009	0	0
11/5/2009	0	0
18/5/2009	0	0

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όπως φαίνονται στους Πίνακες 14, 15 και 16, για Ολικά Κολοβακτηριοειδή, *Escherichia Coli* και *Clostridium Perfringens* έδειξαν απουσία μικροοργανισμών τόσο στο νερό ΑΔ όσο και στο νερό Δ3.

6. Συμπεράσματα

Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων καταρτίστηκε ο Πίνακας 17, ο οποίος δείχνει το αποτέλεσμα της σύγκρισης μεταξύ των δύο πηγών των μέσων όρων των τιμών των παραμέτρων που εξετάστηκαν.

Πίνακας 17: Πίνακας σύγκρισης μέσων όρων των τιμών των μεταβλητών που εξετάστηκαν μεταξύ των δύο πηγών.

Παράμετροι	Αποτέλεσμα σύγκρισης
Θολότητα	$A\Delta > \Delta 3$
Χλωριούχα	$A\Delta > \Delta 3$
Αγωγιμότητα	$A\Delta > \Delta 3$
Νιτρικά	$A\Delta > \Delta 3$
pH	$A\Delta < \Delta 3$
Θειικά	$A\Delta < \Delta 3$
Οξειδωσιμότητα	$A\Delta < \Delta 3$
Σίδηρος	$A\Delta = \Delta 3$
Φθοριούχα	$A\Delta = \Delta 3$
Ολικά Κολοβακτηριοειδή	$A\Delta = \Delta 3 = 0$
<i>Escherichia Coli</i>	$A\Delta = \Delta 3 = 0$
<i>Clostridium Perfringens</i>	$A\Delta = \Delta 3 = 0$

Στον Πίνακα 17 δεν συμπεριλαμβάνεται το Μαγγάνιο, η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 22°C και η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 37°C, διότι στο νερό Δ3 όλες οι τιμές είναι μηδέν, ενώ στο νερό ΑΔ βρέθηκαν κάποιες τιμές.

Στη συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα συμπεραίνεται ότι ο συντελεστής μεταβλητότητας είναι μεγαλύτερος στο νερό ΑΔ στους προσδιορισμούς της Θολότητας, των Χλωριούχων, του pH, της Αγωγιμότητας, του Μαγγανίου, των Θεικών και της Οξειδωσιμότητας, ενώ στους προσδιορισμούς του Σιδήρου, των Νιτρικών και των Φθοριούχων είναι μικρότερος.

Επειδή το νερό ΑΔ προέρχεται από τις πηγές Αραβησσού και συμπληρώνεται με νερό γεωτρήσεων από την ευρύτερη περιοχή της Χαλκηδόνας και δεν υφίσταται καμία άλλη επεξεργασία πλην της χλωρίωσης, ενώ το νερό Δ3 προέρχεται από τον ποταμό Αλιάκμονα και υφίσταται την διαδικασία της διύλισης, αναμενόμενο ήταν το

νερό ΑΔ να εμφανίσει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά από το νερό Δ3.

Όσον αφορά το pH και τον σίδηρο μπορεί να εμφανίζεται το νερό Δ3 με μεγαλύτερη μεταβλητότητα, αλλά οι δύο μεταβλητότητες έχουν μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Όσον αφορά τα φθοριούχα, το νερό Δ3 εμφάνισε μεγάλη τιμή συντελεστή μεταβλητότητας που είναι 155,5 %, ενώ το νερό ΑΔ εμφάνισε συντελεστή μεταβλητότητας μόνο 18,20 %.

Ολικά Κολοβακτηριοειδή, *Escherichia Coli* και *Clostridium Perfringens* δεν ανιχνεύθηκαν σε κανένα από τα δύο νερά. Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 22°C και η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα στους 37°C ήταν μηδέν στο νερό Δ3, ενώ στο νερό ΑΔ σε δύο ημερομηνίες (29/12/08 και 20/4/09) αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί, στις 29/12/08 εμφανίστηκαν 2 αποικίες στους 22°C και 1 αποικία στους 37°C, ενώ στις 20/4/09 εμφανίστηκαν 2 αποικίες στους 22°C και 2 αποικίες στους 37°C.

Επειδή και τα δύο νερά χλωριώνονται, κανονικά δεν έπρεπε να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί, όμως η ύπαρξη 1 ή 2 αποικιών δεν εμπνέει ανησυχία και εξ' άλλου δεν αποκλείεται κάποια επιμόλυνση κατά τη δειγματοληψία.

Στο νερό Δ3 δεν ανιχνεύθηκε Μαγγάνιο, ενώ στο νερό ΑΔ βρέθηκε Μαγγάνιο στις 5 από τις 24 μετρήσεις. Πιθανόν να τέθηκε σε λειτουργία μία γεώτρηση, το νερό της οποίας είχε Μαγγάνιο ή πιθανόν το ελάχιστο Μαγγάνιο που είχε εναποτεθεί στα τοιχώματα με την αλλαγή ταχύτητας του νερού στο δίκτυο να παρασύρθηκε το Μαγγάνιο στο νερό.

Όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 17, το νερό ΑΔ εμφανίζει στατιστικά μεγαλύτερη Θολότητα και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Χλωριούχα και Νιτρικά, καθώς και μεγαλύτερη τιμή Αγωγιμότητας από το νερό Δ3. Επίσης, εμφανίζει στατιστικά μικρότερη περιεκτικότητα σε Θεϊκά, μικρότερη Οξειδωσιμότητα, καθώς και μικρότερη τιμή pH από το νερό Δ3. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε σίδηρο και σε φθοριούχα βρέθηκε να είναι στατιστικά ίση με το νερό Δ3.

Το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη Θολότητα, διότι δεν υφίσταται καμία επεξεργασία, ενώ το νερό Δ3 περνάει από κλίνες άμμου και άνθρακα, οι οποίες μειώνουν την Θολότητα. Οι κλίνες άνθρακα έχουν κύρια αποστολή την κατακράτηση τυχόν ανεπιθύμητων οσμών.

Το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Χλωριούχα από το νερό Δ3, διότι το νερό ΑΔ προέρχεται από ένα μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων, όπου κάθε γεώτρηση

έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε Χλωριούχα. Ενώ το νερό Δ3 είναι επιφανειακό και η περιεκτικότητα σε Χλωριούχα παραμένει σταθερή και είναι πολύ κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια της Υ.Δ. Υ2/2600/2001.

Το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Νιτρικά, διότι είναι νερό γεωτρήσεων, ενώ το νερό Δ3 είναι βουνίσιο.

Το νερό ΑΔ έχει μεγαλύτερη αγωγιμότητα από το νερό Δ3, διότι το νερό ΑΔ προέρχεται από ένα μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων, όπου κάθε γεώτρηση έχει διαφορετική αγωγιμότητα. Ενώ το νερό Δ3 είναι επιφανειακό και η αγωγιμότητα παραμένει σταθερή.

Το νερό Δ3 έχει μεγαλύτερη οξειδωσιμότητα από το νερό ΑΔ, διότι το νερό Δ3 είναι επιφανειακό και δέχεται οργανικές ύλες στο πέρασμά του, ενώ το νερό ΑΔ προέρχεται από μεγαλύτερα βάθη.

Σε κάθε περίπτωση οι μετρήσεις έδειξαν ότι το νερό είναι κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση. Σε καμιά περίπτωση δεν ξεπεράστηκαν οι τιμές που ορίζει η Νομοθεσία.

7. Βιβλιογραφία

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alth M., Alth C. and Duncan S. B. (1992). Wells and Septic Systems, pp 231 – 234. 2nd Edition. TAB Books. U.S.A.
- Assembly of Life Sciences (U.S.). (1987). Drinking Water and Health, **7**, 190 – 195. National Academy Press. Washington, D.C.
- Atlas R. (2006). Handbook of Microbiological Media for the Examination of Food, pp 107. 2nd Edition. CRC Press / ITPS.
- Chigbu P. and Sobolev D. (2007). Bacteriological Analysis of Water. In: Handbook of Water Analysis, (Nollet L., Ed), pp 102 – 103, 2nd Edition, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, U.S.A.
- Gleeson C. and Gray N. (1997). The Coliform Index and Waterborne Disease, pp 43 – 44. E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall. U.K.
- Hunt M. E. and Rice E. W. (2005). Microbiological Examination. In: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, (Eaton A. D., Clesceri L. S., Rice E. W. and Greenberg A. E., Ed), pp 20, 21st Edition, Centennial Edition, U.S.A.
- Johnson J.D. and Jolley R.L. (1990). Water Chlorination: The Challenge. In: Water Chlorination: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects, (Jolley C., Johnson K., Minear M. and Jacobs, Ed), **6**, 21 – 25. Lewis Publishers, Inc. U.S.A.
- Taylor C. (2000). The Kingfisher Science Encyclopedia, pp 186. Oxford University Press.

- World Health Organization (2004). Guidelines for Drinking – water Quality: Recommendations, 1, 288. 3rd Edition. Geneva.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δεληγκάρης Νικόλαος (1980). Μικροβιολογία τροφίμων, pp 129 – 130. Θεσσαλονίκη.
- Δεληγκάρης Νικόλαος (1992). Μικροβιολογικός έλεγχος των τροφίμων, pp 38 – 39, 53. Θεσσαλονίκη.
- Δερμοσόνογλου Δ. (1998). Μελέτη των φυσικών και χημικών παραμέτρων υγιεινολογικού ελέγχου επιφανειακών και πηγαίων υδάτων, pp 30 – 40. Διδακτορική Διατριβή. Τυπογραφεία Δεδούση. Θεσσαλονίκη.
- Κατσουγιαννόπουλος Β. (1991). Εγχειρίδιο Υγιεινής, pp 98. Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.
- Σκληβανιώτης Μ. (2004). Ποιότητα πόσιμου νερού, pp 187 – 188. Έκδοση Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Πάτρας. Πάτρα.
- Ταμιωλάκης Γ. (2002). Εξυγίανση του πόσιμου νερού, pp 33 – 34. Θεσσαλονίκη.
- Υγειονομική Διάταξη Υ2/2600/2001 σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 (ΦΕΚ 892/11 – 7 – 2001, Τεύχος Β') “Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης”.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf
- http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/velonakis_e.pdf
- http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=528
- http://www.scharlau.com/TDS/SO3007_TDS.pdf
- http://www.emdchemicals.com/analytics/Micro_Manual/TEDISdata/prods/10641.html

