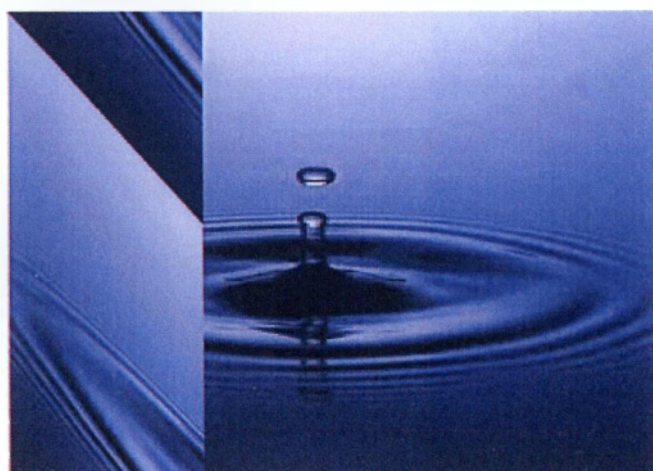




**Α.Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ
ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ
ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**



**Επιβλέποντες καθηγητές: Αναστάσιος Κώτσιρας
Βασίλειος Δημόπουλος**

**Σπουδαστής: Παπαδόπουλος Αναστάσιος
ΑΜ: 2004-102**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

**Α.Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ
ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ
ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**

**Επιβλέποντες καθηγητές: Αναστάσιος Κώτσιρας
Βασίλειος Δημόπουλος
Σπουδαστής: Παπαδόπουλος Αναστάσιος
ΑΜ: 2004-102**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε από τον σπουδαστή Παπαδόπουλο Αναστάσιο στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας για την λήψη του πτυχίου από το τμήμα Βιολογικών Θερμοσκοπικών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2011-2012 υπό την επίβλεψη των καθηγητών **κ. Αναστάσιου Κώτσιρα και κ. Βασίλειο Δημόπουλο**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κώτσιρα και τον κ. Δημόπουλο για την καθοδήγηση και την υποστήριξη και τις γνώσεις που μου παρήχαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική συμπαράστασή τους σε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 8 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. | 9 |
| ΤΟ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ | 9 |
| 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ..... | 10 |
| 1.2 ΔΟΜΗ ΜΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 10 |
| 1.3 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 11 |
| 1.4 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 14 |
| 1.5 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 15 |
| 1.6 ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 16 |
| 1.6.1. ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ..... | 16 |
| 1.6.2. ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ..... | 16 |
| 1.6.3. ΆΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ..... | 17 |
| 1.6.4. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΡΥΠΟΙ..... | 17 |
| 1.7 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 17 |
| 1.7.1 Κλίμα..... | 18 |
| 1.7.2 Στράγγιση..... | 18 |
| 1.7.3 Φυσικές ιδιότητες του εδάφους..... | 18 |
| 1.7.4 Μέθοδος άρδευσης..... | 19 |
| 1.7.5 Διαχείριση εφαρμογής του αρδευτικού νερού..... | 19 |
| 1.8 ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ..... | 20 |
| 1.9 ΤΡΟΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ..... | 20 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. | 22 |
| ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 22 |
| 2.1. ΣΥΣΤΗΜΑ SCOFIELD (1936)..... | 22 |
| 2.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ WILCOX ΚΑΙ MAGISTAD (1943)..... | 23 |
| 2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΗΠΑ (1954)..... | 24 |
| 2.4. ΣΥΣΤΗΜΑ DONEEN..... | 25 |
| 2.5 ΝΕΩΤΕΡΕΣ ΑΠΟΦΥΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ..... | 26 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. | 28 |
| ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 28 |
| 3.1 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ..... | 28 |
| 3.1.1 Ανθεκτικότητα των καλλιεργειών..... | 31 |
| 3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑΣ..... | 32 |
| 3.3 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΑΤΡΙΟ..... | 33 |
| 3.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ..... | 35 |
| 3.5 ΟΛΙΚΑ ΔΙΑΛΕΛΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (TOTAL DISSOLVED SOLIDS)..... | 36 |
| 3.6 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΝΙΟΝΤΑ, ΧΛΩΡΙΟ ΚΑΙ ΒΟΡΙΟ..... | 37 |
| 3.7 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ..... | 40 |
| 3.8 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΒΙΟΚΤΟΝΑ..... | 40 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. | 41 |
| ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 41 |
| 4.1 ΡΗ..... | 41 |

| | |
|---|------------|
| 4.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 43 |
| 4.4 ΑΝΙΟΝΤΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 43 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΧΛΩΡΙΟΥ Cl^- | 43 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΘΕΙΝΩΝ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ Η ΔΙΤΤΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ HCO_3^- | 44 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΘΕΙΩΝ SO_4^{2-} | 45 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ NO_3^- | 46 |
| 4.5 ΚΑΤΙΟΝΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 47 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Ca^{++} ΚΑΙ Mg^{++} | 47 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ K^+ ΚΑΙ Na^+ | 49 |
| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΚΩΝ NH_4^+ | 50 |
| 4.6 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ | 51 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. | 54 |
| ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ Ν. | |
| ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ | 54 |
| 5.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ | 56 |
| 5.1.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Καλαμάτας | 56 |
| 5.1.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Μεσσήνης | 67 |
| 5.1.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Τριφυλλίας | 78 |
| 5.1.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Πύλου Νέστορος | 89 |
| 5.1.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Οιχαλίας | 100 |
| 5.1.6 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Μεσσηνιακής Μάνης | 111 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 122 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 123 |

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νερό αποτελεί μια ενεργειακή πηγή, την οποία εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η ορθή χρήση των υδάτινων πόρων, η οποία εξασφαλίζει τα μέγιστα πλεονεκτήματα χωρίς να απειλεί την αειφορία τους, είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της γεωργίας.

Στα παρακάτω κεφάλαια της εργασίας παρέχονται βιβλιογραφικές γνώσεις για την ποιότητα του αρδευτικού νερού ώστε να πραγματοποιείται με ορθότητα η χρήση του.

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση των αναλύσεων αρδευτικού νερού του Ν. Μεσσηνίας με την χρήση πινάκων και διαγραμμάτων για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων. Κρίθηκε σκόπιμο η αξιολόγηση των δειγμάτων να αξιολογηθεί ανά δήμο για τους έξι δήμους του Ν. Μεσσηνίας για να εστιασθούν περισσότερο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού στις επιμέρους περιοχές.

Τέλος δίνονται τα συμπεράσματα σχετικά με την ποιότητα του αρδευτικού νερού του Ν. Μεσσηνίας και οι βιβλιογραφικές πηγές της εργασίας.

ABSTRACT

The water constitutes an energy source, which exploits the person for thousands years. The equitable use of aquatic resources, which ensures the biggest advantages without it threatens their viability, is essential for the growth of agriculture.

In the following capital of work is provided bibliographic knowledge for the quality of irrigator water so that is realised with correctness his use.

Aim of work is the evaluation of analyses of irrigator water of county Messenia with the use of tables and diagrams on the better comprehension of results. Was judged deliberate the evaluation of samples it was evaluated per municipality for the six municipalities of county Messenia in order to be focused more the qualitative characteristics of irrigator water in the individual regions.

Finally are given the conclusions with regard to the quality of irrigator water of county Messenia and the bibliographic sources of work.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ορθή χρήση των υδάτινων πόρων, η οποία εξασφαλίζει τα μέγιστα πλεονεκτήματα χωρίς να απειλεί την αειφορία τους, είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της γεωργίας. Όσο αυξάνει ο πληθυσμός της γης τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη της ορθολογικής χρήσης και προστασίας των υδάτινων πόρων.

Όλα τα νερά που χρησιμοποιούνται για πότισμα από όπου και αν προέρχονται (πηγές, ποταμούς, υδατοφράκτες, γεωτρήσεις) περιέχουν ορισμένες ποσότητες διαλυτών αλάτων συνολική ποσότητα, καθώς και το είδος των διαλυτών αλάτων που περιέχει το νερό αποτελούν τα κριτήρια ποιότητας του για αρδευτικούς σκοπούς. Για να καθοριστεί το νερό ως κατάλληλο για άρδευση μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως το είδος της καλλιέργειας, ο τύπος και η ιδιότητες του εδάφους, οι κλιματολογικές συνθήκες και η μέθοδος άρδευσης.

Μια πρώτη γενική εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού μπορούμε να έχουμε με τη βοήθεια ενός απλού οργάνου(ECμέτρου),το οποίο μετρά την Ηλεκτρική Αγωγιμότητα του νερού(EC, mmhos/cm). Στην περίπτωση, όμως, που θέλουμε μια πλήρη χημική ανάλυση του νερού για προσδιορισμό όλων των διαλυτών ιόντων(ασβεστίου, νατρίου, χλωρίου, βορίου, νιτρικών κ.ά.), αυτή μπορεί να γίνει στο εργαστήριο. Ένας από τους λόγους που κάνουμε πλήρη ανάλυση του νερού άρδευσης είναι και ο εντοπισμός τυχόν τοξικών για τα φυτά συγκεντρώσεων στοιχείων, όπως του Βορίου, Νατρίου και Χλωρίου.

Η διεξαγωγή ανάλυσης του αρδευτικού νερού είναι απαραίτητη για να εντοπιστούν τυχόν περιοριστικοί παράγοντες όπως το pH, η EC ή τα ποσοστά των διαθέσιμων στοιχείων, επιβάλλεται σε μια νέα διάτρηση, όταν υπάρχουν υποψίες λόγω εμφάνισης ύποπτων συμπτωμάτων στα φυτά και όταν υπάρχει σημαντική αλλαγή στη ροή του νερού. Παράλληλα, επιβάλλεται όπως το δείγμα του νερού για ανάλυση να παίρνεται όχι στο ξεκίνημα της άρδευσης, αλλά να αντιπροσωπεύει το αρδευτικό νερό και να μπαίνει σε καθαρό μπουκάλι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

Το αρδευτικό νερό

Τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς την ποιότητα ανάλογα με τον τύπο και την ποσότητα των διαλυμένων αλάτων. Άλατα υπάρχουν στο νερό άρδευσης σε σχετικά μικρές, αλλά σημαντικές ποσότητες. Προέρχονται από τη διάλυση ή την αποσάθρωση των βράχων και του εδάφους, συμπεριλαμβανομένης της λύσης του ασβεστίου, του γύψου και από άλλα ορυκτά του εδάφους. Τα άλατα αυτά μεταφέρονται με το νερό όπου και αν χρησιμοποιείται αυτό. Στην περίπτωση της άρδευσης, τα άλατα που μεταφέρονται με το νερό παραμένουν πίσω στο έδαφος, καθώς το νερό εξατμίζεται ή χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια (**Ayers and Westcot, 1985**).

Η καταλληλότητα του νερού για άρδευση δεν καθορίζεται μόνο από το συνολικό ποσό αλάτων, αλλά και από το είδος των αλάτων. Η ποιότητα του νερού ή της καταλληλότητάς του για χρήση κρίνεται από την ενδεχόμενη σοβαρότητα των προβλημάτων που αναμένεται να αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια μακροχρόνιας χρήσης.

Τα προβλήματα που προκύπτουν ποικίλουν τόσο σε είδος όσο και σε βαθμό, επιπλέον εξαρτώνται από το έδαφος, το κλίμα των καλλιεργειών, καθώς και από την ικανότητα και τη γνώση του χρήστη. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει ελάχιστο όριο για την ποιότητα του νερού. Η καταλληλότητά του για χρήση καθορίζεται από τις συνθήκες χρήσης οι οποίες επηρεάζουν τη συσσώρευση των συστατικών του νερού και η οποία μπορεί να περιορίσει την απόδοση των καλλιεργειών. Τα προβλήματα του εδάφους χρησιμοποιούνται ως βάση για την αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτων και είναι εκείνα που σχετίζονται με την αλατότητα, το ρυθμό διεύδυσης, τη τοξικότητα και μια ομάδα από διάφορα άλλα προβλήματα (**Ayers and Westcot, 1985**).

1.1 Ιστορικά στοιχεία για το νερό

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση που είναι απαραίτητη σε όλες τις γνωστές μορφές ζωής στον πλανήτη μας . Οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους 60-70% νερό (κατά βάρος), ενώ φθάνει μέχρι και το 90% εκείνου των κυττάρων. Το νερό αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου (**H**) και ένα άτομο οξυγόνου(**O**). Έχει χημικό τύπο H_2O αλλά σε διάφορες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και οι χημικοί τύποι HOH και OH_2 . Η σχετική αναλογία βαρών του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι 2,016:16,000 περίπου δηλ. 1:8.

Το νερό μέχρι το 18ο αιώνα θεωρούνταν ως στοιχείο. Πρώτος ο πατέρας της νεότερης χημείας **Λαβουαζιέ** απέδειξε ότι είναι ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου.

Το όνομα νερό προέρχεται από τη βυζαντινή φράση *νεαρὸν ὕδωρ* το οποίο σήμαινε τρεχούμενο νερό (που μόλις βγήκε από την πηγή), η οποία με τη σειρά της προέρχεται από την αρχαία ελληνική (και την καθαρεύουσα) φράση νήρον ὕδωρ για το νερό. Από το θέμα ὕδωρ έχουν προκύψει πολλοί όροι, μεταξύ των οποίων και χημικοί, που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα, όπως ένυδρο άλας ή υδρογόνο (αυτό που γεννάει νερό). Από το 1992 η 22 Μαρτίου κάθε έτους έχει καθιερωθεί από τη **Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών** ως η παγκόσμια μέρα για το νερό.

1.2. Δομή μορίου του νερού

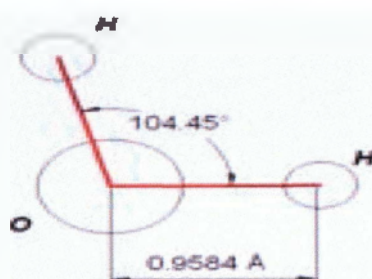
Το μόριο του νερού δεν είναι γραμμικό, δηλαδή οι δεσμοί O-H δε βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία, αλλά σχηματίζουν γωνία $104,5^\circ$. Το μήκος του δεσμού O-H είναι $0,96 \text{ \AA}$ (*Άγκστρεμ*, $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$). Λόγω της γωνιακής διάταξης του δεσμού O-H, το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και έχει υψηλή **διπολική ροπή**. Το κέντρο του θετικού φορτίου βρίσκεται προς την πλευρά του υδρογόνου και του αρνητικού προς την πλευρά του οξυγόνου. Ο υψηλός πολικός χαρακτήρας του μορίου εξηγεί τη μεγάλη του **διηλεκτρική σταθερά** (78 στους 25°C) και άλλες ιδιότητες αυτού, όπως είναι η διάλυση ιοντικών ενώσεων, ιδιότητα που το καθιστά το καλύτερο **διαλυτικό μέσο**.

Το νερό παρουσιάζει έντονα το φαινόμενο της σύζευξης, με τη δημιουργία μεταξύ των μορίων του δεσμών υδρογόνου. Τα μόρια δηλαδή του νερού σχηματίζουν

γέφυρες μεταξύ του ηλεκτροθετικού υδρογόνου ενός μορίου και του ηλεκτραρνητικού οξυγόνου άλλου μορίου.

Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού εξακολουθούν να υπάρχουν και σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία, όπως το μόλις λιωμένο νερό στο οποίο έχουν σπάσει το 15 % των δεσμών υδρογόνου Έτσι, στους 25°C ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού έχει τέτοια τιμή, ώστε ο στοιχειομετρικός τύπος του, στους 25°C, δεν είναι ο γνωστός H_2O , αλλά $H_{180}O_{90}$. Αυτοί οι σχηματισμοί είναι αποτέλεσμα των δεσμών υδρογόνου και ονομάζονται παγοειδή συγκροτήματα, ενώ το μοντέλο που περιγράφει τη συμπεριφορά του νερού με αυτόν τον τρόπο ονομάζεται **ταλαντευόμενο συγκρότημα**.

Εικόνα 1. Το μόριο του νερού και σύνδεση μορίων του με δεσμούς υδρογόνου



Πηγή: en.wikipedia.org

1.3. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του νερού

• ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το νερό είναι υγρό, διαυγές, άχρωμο σε λεπτά στρώματα, κυανίζον σε μεγάλους όγκους. Η καθαρή ουσία είναι άγευστη, ενώ το καλό πόσιμο νερό έχει ευχάριστη γεύση, που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και αέρια. Η πυκνότητα του νερού είναι διαφορετική σε διάφορες θερμοκρασίες, με μέγιστη στους 4C°

Από τον πίνακα (1) φαίνεται πως το νερό σε στερεή κατάσταση έχει μικρότερη πυκνότητα απ' ότι στην υγρή Ο όγκος μιας συγκεκριμένης ποσότητας νερού αυξάνεται κατά την ψύξη, γιατί η μοριακή δομή του πάγου στηρίζεται στους δεσμούς υδρογόνου, οι οποίοι συγκρατούν τα μόρια σε θέσεις με αρκετά κενά μεταξύ τους. Αυτό έχει μεγάλη

σημασία για τη ζωή στον πλανήτη μας: Οι πάγοι επιπλέουν στο νερό και δρουν ως μονωτικά, εμποδίζοντας το νερό που βρίσκεται από κάτω να παγώσει, μ' όλες τις ευεργετικές συνέπειες στη ζωή του υδρόβιου κόσμου.

Χωρίς την "ανωμαλία" αυτή της πυκνότητας του νερού, η ζωή στον πλανήτη μας δε θα υπήρχε, τουλάχιστον με τη σημερινή της μορφή, εξαιτίας της βαθμιαίας ψύξης του νερού της επιφάνειας της Γης.

Η ιδιορρυθμία της πυκνότητας του νερού είναι επίσης και η αιτία της αποσάθρωσης των βράχων. Το νερό που εισέρχεται στις ρωγμές των βράχων στερεοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκαλεί την αποσάθρωσή τους. Ακόμα, το σπάσιμο των σωλήνων διανομής του νερού κατά το χειμώνα οφείλεται στην αύξηση του όγκου του νερού κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση.

Η ανωμαλία αυτή διαρκεί μέχρι τους 4°C περίπου και έπειτα η συμπεριφορά είναι η γνωστή, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, αυξάνεται και ο όγκος.

Το νερό έχει πολύ μεγάλη ειδική θερμότητα(θερμοχωρητικότητα), $1 \text{ cal.g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ και αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα ως ψυκτικό μέσο και ως φορέας θερμότητας στα καλοριφέρ.

Πίνακας 1. Πυκνότητες νερού και πάγου
Πηγή: en.wikipedia.org

| ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΠΑΓΟΥ | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Θερμοκρασία σε °C | Πυκνότητα (gr/cm³) |
| 100 | 0,9586 |
| 80 | 0,9719 |
| 60 | 0,9833 |
| 40 | 0,9923 |
| 20 | 0,9982 |
| 10 | 0,9997 |
| 5 | 0,9999 |
| 0 (πάγος) | 0,9170 |

- **ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

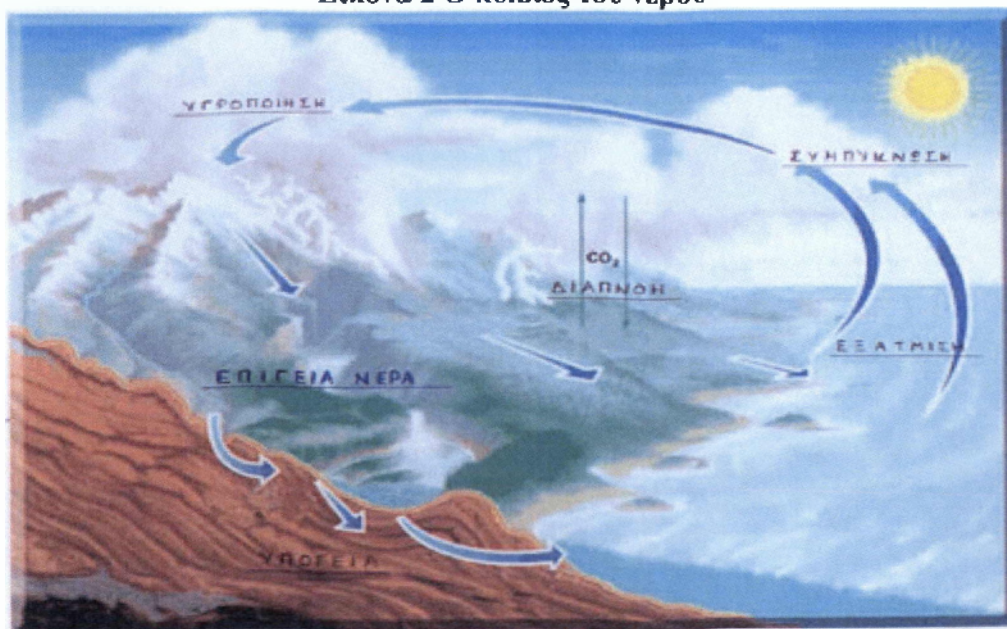
Το νερό έχει ποικίλη χημική δράση. Σχηματίζει "ενώσεις διά προσθήκης" με πολλά άλατα, καθώς και με πολλά μόρια άλλων ουσιών. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται υδρίτες ή ένυδρες ενώσεις. Οι δυνάμεις που ενώνουν τα μόρια των ουσιών και του νερού είναι:

- Ελκτικές δυνάμεις μεταξύ του θετικού ιόντος του μετάλλου και του αρνητικού οξυγόνου του πολωμένου μορίου του νερού
- Σχηματισμός ημιπολικού δεσμού μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και του ιόντος του μετάλλου με ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.
- Σχηματισμός γέφυρας υδρογόνου μεταξύ του μορίου του νερού και της ουσίας.

Άλλος σημαντικός τύπος αντίδρασης του νερού είναι η υδρόλυση (διάσπαση ενώσεων με τη βοήθεια νερού).

Το νερό επιτελεί αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, όπου δρα άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό μέσο.

Εικόνα 2 Ο κύκλος του νερού



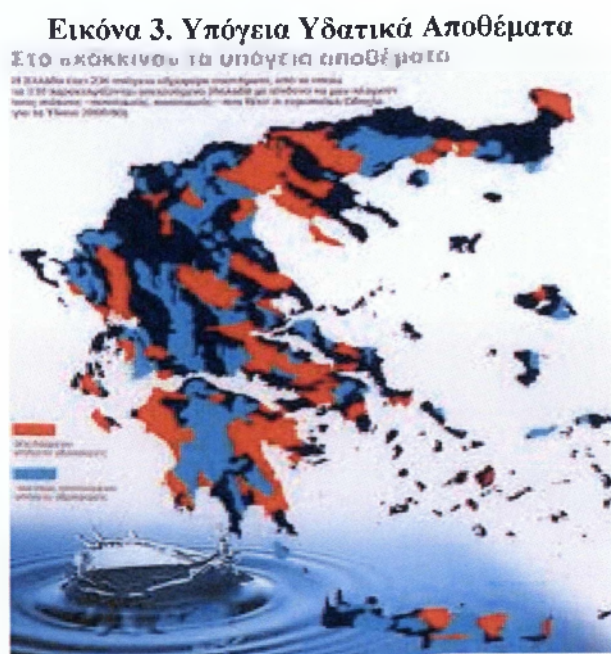
Πηγή: users.sch.gr

1.4. Υφιστάμενη κατάσταση χρήσης αρδευτικού νερού

Ο γεωργικός τομέας στην Ελλάδα θεωρείται ο κύριος καταναλωτής νερού σε ποσοστό 85% περίπου της συνολικής χρήσης νερού, ενώ οι αρδευτικές ανάγκες στο σύνολο της χώρας αυξάνονται (ΕΣΥΕ, 1999).

Το ποσοστό των αρδευόμενων εκτάσεων σε σχέση με τις συνολικά καλλιεργούμενες ήταν 44,6% σημειώνοντας αύξηση κατά 25,2% τη τελευταία δεκαετία ενώ την ίδια περίοδο το σύνολο της γεωργικής γης μειώθηκε κατά 2,6%. Η συνολική αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων κατά τη διάρκεια της τελευταίας 20ετίας εκτιμάται ότι ήταν της τάξης του 65% (OECD, 2008).

Το ποσοστό σύγχρονων αρδευτικών μεθόδων σήμερα θεωρείται αρκετά υψηλό (περίπου 52,9% άρδευση τεχνητής βροχής και 22% σύστημα στάγδην) υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω εξοικονόμησης (τα αντίστοιχα ποσοστά στην Κύπρο αγγίζουν το 90% με 95% (FAO, 1997).



Πηγή: kireas.org

1.5. Ποιότητα αρδευτικού νερού

Ανεξάρτητα από την πηγή προελεύσεως το νερό περιέχει υλικά σε μορφή διαλυμένων ή εν αιωρήσει στερεών. Η ποσότητα και η φύση αυτών υλικών με δεδομένες περιβαλλοντικές, κλιματικές συνθήκες και καλλιέργειες καθορίζουν την χρησιμότητα και την ποιότητα του νερού.

Καλοί δείκτες, που χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό της ποιότητας νερού, είναι η αρχική περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα, το ποσό των αιωρούμενων στερεών και το ποσό των ρύπων (pollutants) από πηγές ανθρώπινης δραστηριότητας. Η αρχική περιεκτικότητα του νερού σε διαλυτά άλατα μπορεί να μεταβληθεί κυρίως λόγω της περιεκτικότητας των εδαφών-πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το αρδευτικό νερό κατά την μεταφορά του στην αρδευόμενη έκταση. Τα αιωρούμενα υλικά που βρίσκονται στο νερό προέρχονται από την διάβρωση περιοχών και επομένως βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα των υλικών αυτών είναι η σύνθεση των υλικών (πετρωμάτων- εδάφους) και η αιτία της διαβρώσεως (π.χ. βροχή). Τέλος οι ρύποι που φθάνουν στο αρδευτικό νερό προέρχονται από υπολείμματα αγροτοχημικών ουσιών όπως τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα.

Προφανώς η ποσότητα και η φύση των υλικών που μεταφέρονται με το αρδευτικό νερό δεν μπορούν από μόνα τους να καθορίσουν απόλυτα την ποιότητα και την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού. Βασικοί συντελεστές για τέτοιους χαρακτηρισμούς είναι εκτός από τα παραπάνω και η αντοχή των φυτών, οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους, το βιολογικό ισοζύγιο στο έδαφος, η υπάρχουσα τεχνολογία των αρδεύσεων (μέθοδος εφαρμογής) και η δυνατότητα για στράγγιση. Για παράδειγμα τα διαλυτά άλατα μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των φυτών και συνεπώς να έχουν αρνητική επίπτωση στην παραγωγή, τα εν αιωρήσει υλικά μπορούν να έχουν αρνητική επίπτωση στην τεχνολογία της μεταφοράς νερού και των αρδεύσεων και τα αγροτοχημικά υπολείμματα μπορούν να καταστρέφουν τη βιολογική ισορροπία του εδάφους. Συνεπώς για την καταλληλότητα του νερού για άρδευση εκτός από τα χαρακτηριστικά του νερού θα πρέπει να εξετάζονται και όλοι οι παραπάνω παράγοντες (**Τσακίρης, 2004**).

1.6. Μεταφερόμενα υλικά και συστατικά του αρδευτικού νερού

1.6.1. Μεταφερόμενα στερεά

Το νερό που χρησιμοποιείται, για άρδευση μεταφέρει υλικά εν αιωρήσει. Η αποδοτικότητα της αρδευόμενης γεωργίας εξαρτάται εκτός των άλλων και από τα μεταφερόμενα οργανικά και ανόργανα υλικά. Περιοχές όπως του Νείλου ή του Δούναβη θεωρούνται εύφορες λόγω των μεταφερόμενων από το νερό υλικών. Σε αντίθεση με την πιθανή θετική επίδραση των στερεών υλικών του νερού στις αρδευόμενες εκτάσεις τα μεταφερόμενα υλικά (αιωρούμενα ή φορτίο κοίτης) πρέπει να εξετάζονται σε σχέση με την υπάρχουσα τεχνολογία. Είναι χαρακτηριστικό ότι τόσο στα δίκτυα αρδύσεως (π.χ. αρδευτικά δίκτυα με σταγόνες) όσο και στα δίκτυα μεταφοράς (π.χ. διάβρωση και εναπόθεση) και αποθήκευσης (π.χ. μείωση του ωφέλιμου όγκου ταμιευτηρίων) τα μεταφερόμενα υλικά έχουν αρνητικές συνέπειες (Τσακίρης, 2004).

1.6.2. Κύρια συστατικά

Η μελέτη των συστατικών του νερού για άρδευση πρέπει να γίνει σε σχέση με την πηγή νερού που χρησιμοποιείται. Για τα επιφανειακά ρέοντα νερά (π.χ. ποταμοί) τα πιο συνηθισμένα ανιόντα είναι τα Διττανθρακικά (HCO_3^-) και τα θειικά (SO_4^-) και τα κύρια κατιόντα είναι το Ασβέστιο (Ca^{++}) και το νάτριο (Na^+). Για τα στάσιμα επιφανειακά νερά (π.χ. λίμνες) η περιεκτικότητα σε άλατα μεταβάλλεται ανάλογα το χρόνο (π.χ. περίοδος βροχοπτώσεων-μικρότερη αλατότητα). Έτσι σε μεγάλες περιόδους χωρίς βροχοπτώσεις και με μεγάλη εξάτμιση η περιεκτικότητα σε άλατα του νερού μιας λίμνης μπορεί να διπλασιασθεί. Αξίζει να σημειωθεί ότι από τα νερά όλων των τύπων το νερό της βροχής περιέχει τα λιγότερα άλατα. Το νερό της βροχής περιέχει διαλυμένα αέρια ($\text{N}_2, \text{O}_2, \text{CO}_2$) διαλυμένα άλατα που προέρχονται από την γήινη επιφάνεια ή τη θάλασσα. Έχει αποδειχθεί ότι η περιεκτικότητα σε Cl^- και Na^+ του νερού της βροχής ποικίλλει σε σχέση και με την απόσταση από τη θάλασσα. Γενικά η περιεκτικότητα του νερού της βροχής σε άλατα στις περιοχές ξηρού και ημίξηρου κλίματος επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα σε άλατα επιφανειακών και υπόγειων νερών (Τσακίρης, 2004).

1.6. 3. Άλλα συστατικά

Πολλές άλλες ουσίες μπορεί να βρεθούν σε νερό για άρδευση σε πολύ μικρές συχνά ποσότητες ώστε συνήθως να μην χρησιμοποιούνται ως δείκτες για την κατάταξη των νερών σε κατηγορίες. Στο νερό μπορούν να βρεθούν Φθόριο, Βρώμιο, Ιώδιο ως και Li, Rb, Cs, Be, Sr και άλλα. Ακόμα τα ιχνοστοιχεία As, Se, Sb, Bi και τα Cu, Co, Ni, Zn, Ti, και άλλα. Ένα στοιχείο που υπάρχει σε μικροποσότητες στο νερό αλλά είναι πολύ επιβλαβές για την ανάπτυξη των καλλιεργειών είναι το Βόριο(**Τσακίρης, 2004**).

1.6. 4. Ανθρωπογενείς ρύποι

Οι ανθρωπογενείς ρύποι που υπάρχουν στο αρδευτικό νερό προέρχονται κυρίως από αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα και εκπλήσσεις γεωργικών εκτάσεων. Μεταξύ των ουσιών (που δεν διασπώνται σε ιόντα) αναφέρονται: λιπαρές ουσίες Φαινόλες, Σύνθετα απορρυπαντικά, Διαλυμένα αέρια, Εντομοκτόνα και Ζιζανιοκτόνα.

Συστατικά με μορφή ιόντων είναι τα νιτρικά και ο διαλυτός φώσφορος που εμπίπτουν στη κατηγορία της παραγράφου γ. Γενικά οι ανθρωπογενείς ρύποι βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες όταν για άρδευση χρησιμοποιείται νερό με οικιακά ή άλλα λύματα. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου περί καλλιεργειών που τα προϊόντα τους τρώγονται ωμά (**Τσακίρης, 2004**).

1.7 Συνθήκες που επηρεάζουν την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού.

Η εκτίμηση της καταλληλότητας του αρδευτικού νερού δε μπορεί να στηριχθεί απλώς σε κάποια μέθοδο ή πίνακα. Η καταλληλότητα του αρδευτικού νερού επηρεάζεται, εκτός από την ίδια την ποιότητά του, από διάφορους παράγοντες που έχουν σχέση με το κλίμα, το έδαφος, την καλλιέργεια, κ.ά.

1.7.1 Κλίμα

Το ύψος των βροχοπτώσεων καθώς και η χρονοκατανομή τους στο έτος παίζουν σημαντικό ρόλο. Αν το ύψος βροχόπτωσης είναι υψηλό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί υφάλμυρο αρδευτικό νερό, διότι η βροχόπτωση συμβάλλει στην αναγκαία έκλυση των εδαφών. Αντιθέτως, σε περιοχές με χαμηλή ετήσια βροχόπτωση, όπου επικρατούν άνεμοι και υψηλές θερμοκρασίες, χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή για την εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού.

1.7.2 Στράγγιση

Λίγοι μελετητές δίνουν έμφαση στις συνθήκες πλήρους στράγγισης, αν και έχει ύψιστη σπουδαιότητα. Η χρήση υδάτων μεγάλης αλατότητας εφαρμόζεται με επιτυχία σε εδάφη, όπου η υπόγεια στάθμη του νερού βρίσκεται σε ένα ικανοποιητικό βάθος κάτω από την επιφάνεια και εκεί παρατηρείται είτε φυσική στράγγιση είτε εφαρμόζεται άντληση. Αντιθέτως, όπου η στράγγιση δεν είναι πλήρης, δηλαδή ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας είναι εντός της ζώνης ριζοστρώματος, το νερό δεν πρέπει να έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα, διότι αυτά δεν παρασύρονται από το νερό σε μεγαλύτερα βάθη και έτσι συσσωρεύονται στην επιφάνεια του εδάφους και το καθιστούν αλατούχο. Λύση μπορεί να δοθεί σε αυτή την περίπτωση με στράγγιση του εδάφους, ώστε να επιτευχθεί ο υποβιβασμός της υπόγειας στάθμης του νερού.

1.7.3 Φυσικές ιδιότητες του εδάφους

Σε γενικές γραμμές τα εδάφη που έχουν μεγάλο μικροπορώδες, μικρό μακροπορώδες και μικρή τιμή διηθητικότητας χαρακτηρίζονται ως βαθιά και είναι προβληματικά στη χρήση όχι μόνο του ποιοτικώς υποβαθμισμένου αρδευτικού νερού, αλλά και του ποιοτικώς αρίστου. Το αντίθετο συμβαίνει με τα ελαφρά εδάφη.

1.7.4 Μέθοδος άρδευσης

Η μέθοδος άρδευσης με κατάκλιση είναι η πλέον κατάλληλη για νερά υψηλής αλατότητας, γιατί εξαιτίας του τρόπου εφαρμογής, μέρος του νερού διηθείται στα κατώτερα στρώματα του εδάφους απομακρύνοντας τα συσσωρευμένα άλατα από τα επιφανειακά στρώματα. Στη μέθοδο με αυλάκια υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων στα πρανή μεταξύ των αυλακιών. Με την καταιόνηση, η συμπύκνωση των αλάτων στο φύλλωμα ίσως να είναι αρκετά επιζήμια για ορισμένες καλλιέργειες, αποτελεί όμως έναν αποδοτικό τρόπο για τη μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων στο επιφανειακό έδαφος. Ακριβώς για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται στο πρώτο πότισμα των ευαίσθητων στην αλατότητα γραμμικών καλλιεργειών, όπως είναι το μμαρούλι. Οι επόμενες αρδεύσεις μπορούν να γίνονται με τη μέθοδο των αυλακιών. Σε περίπτωση υψηλών βροχοπτώσεων η μέθοδος άρδευσης με σταγόνες εφαρμόστηκε με επιτυχία, χρησιμοποιώντας νερά με υψηλότερα επίπεδα αλατότητας από τις προηγούμενες μεθόδους. Βασική όμως προϋπόθεση, στην περίπτωση αυτή, είναι οι ποσοτικά επαρκείς

βροχοπτώσεις, οι οποίες θα εξασφαλίζουν την έκπλυση των αλάτων κάτω από τη ζώνη του ριζοστρώματος. Πρόβλημα στη μέθοδο αυτή του ποτίσματος αποτελεί η έμφραξη των οπών των σταλλακτήρων με άλατα (Μαυρίκος,2009).

1.7.5 Διαχείριση εφαρμογής του αρδευτικού νερού

Η μέθοδος της άρδευσης, σε συνδυασμό με τη σωστή διαχείριση του αρδευτικού νερού, μπορεί να διορθώσει πολλά μειονεκτήματα νερού κακής ποιότητας. Για παράδειγμα, εφαρμόζοντας περίσσεια νερού σε τακτά χρονικά διαστήματα, μπορούμε να αρδεύσουμε με νερό μεγάλης αλατότητας, χωρίς να προκαλέσουμε συσσώρευση αλάτων στο εδαφικό διάλυμα. Αρκεί, βεβαίως, να εξασφαλίσουμε καλή στράγγιση. Σε συνεχώς αρδευόμενες εκτάσεις χρειάζεται ισοζύγιο των πολύ διαλυτών αλάτων νατρίου σ' όλη τη ζώνη του ριζοστρώματος. Οποιαδήποτε διαχείριση νερού, που δε διατηρεί το ισοζύγιο αλάτων του νατρίου, θα μειώσει τελικώς την παραγωγικότητα του εδάφους.

Η επίτευξη του ισοζυγίου είναι εύκολη, όταν αυξάνεται η ομοιομορφία εφαρμογής του νερού, χορηγώντας πλήρεις και όχι υπερβολικές ποσότητες νερού, λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν την έκπλυση, που ολοκληρώνεται από τις εποχιακές βροχοπτώσεις (Μαυρίκος,2009).

1.8 Οδηγίες δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

Σκοπός της δειγματοληψίας είναι να αποκτηθεί ένα δείγμα που να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό του αρδευτικού νερού που πρόκειται να αναλυθεί.

Απαιτούμενη ποσότητα: Για μια πλήρη ανάλυση αρδευτικού νερού είναι αρκετή μια ποσότητα ίση με 1,5 λίτρο.

Δοχεία δειγματοληψίας: Καταλληλότερα είναι τα πλαστικά μπουκάλια από πολυαιθυλένιο (ιδίως αυτά που χρησιμοποιούνται για εμφιαλωμένο νερό). Γυάλινα μπουκάλια δεν συνιστώνται.

Διαδικασία δειγματοληψίας: Τα μπουκάλια, πριν από την λήψη του δείγματος, πρέπει να ξεπλένονται καλά 2 - 3 φορές με το ίδιο νερό που θα αναλυθεί. Μετά τη δειγματοληψία τα μπουκάλια πρέπει να σφραγίζονται καλά και να φυλάσσονται στο ψυγείο (όχι στην κατάψυξη) σε θερμοκρασία περίπου 4 °C μέχρι να μεταφερθούν στο Ινστιτούτο για ανάλυση. Η μεταφορά των δειγμάτων στο Εργαστήριο πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν συντομότερα και να αποφεύγεται η έκθεσή τους στο ηλιακό φως και σε υψηλές θερμοκρασίες.

Συνοδευτικά στοιχεία δείγματος: Το δείγμα στέλνεται στο Εργαστήριο με συνοδευτικό σημείωμα που περιλαμβάνει: Ονοματεπώνυμο, Διεύθυνση, Τηλέφωνο, Περιοχή, Προέλευση νερού (πηγάδι, γεώτρηση, κανάλι), Βάθος δειγματοληψίας, Παροχή, Είδος καλλιέργειας που αρδεύεται, Ημερομηνία δειγματοληψίας (**Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας**).

1.9 Τρόπος δειγματοληψίας

1. Από πηγάδια

Πριν τη δειγματοληψία θα πρέπει να αντληθεί αρκετός όγκος νερού από το πηγάδι έτσι ώστε να ανανεωθεί τουλάχιστον 1 - 2 φορές ο όγκος του νερού που υπάρχει στάσιμος στο πηγάδι. Διαφορετικά το δείγμα δεν θα είναι αντιπροσωπευτικό γιατί θα προέρχεται από στάσιμο νερό. Τα δείγματα συλλέγονται από το σωλήνα εξόδου του νερού από το πηγάδι και περίπου 1 ώρα από την έναρξη λειτουργίας της αντλίας.

2. Από αρδευτικά κανάλια ή ποτάμια

Η δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται από το μέσο της ροής (σε ίσες αποστάσεις από τις δύο όχθες) και από το μέσο περίπου του συνολικού βάθους του καναλιού ή του ποταμιού.

3. Από γεωτρήσεις

Η δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται από το σωλήνα εξόδου του νερού και μετά από συνεχή άντληση 1 - 1,5 ώρα. Καλύτερα είναι να λαμβάνονται μικρά, ίσης ποσότητας δείγματα σε διάφορες χρονικές στιγμές της άντλησης, να αναμειγνύονται και από εκεί να λαμβάνεται το τελικό δείγμα ποσότητας 1 - 1,5 λίτρου (**Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

Συστήματα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού

Πολλά συστήματα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού έχουν προταθεί από ερευνητές και οργανισμούς χωρίς κανένα να θεωρείται γενικά αποδεκτό. Εντούτοις το σύστημα ταξινομήσεως του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα πλησιάζοντας την γενική αναγνώριση. Τα κυριότερα συστήματα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού είναι:

2.1. Σύστημα Scofield (1936)

Ο Scofield (1936) πρότεινε το ακόλουθο σύστημα (Πιν 2.) που περιλαμβάνει τους δείκτες: Αλατότητα, Νάτριο, Χλώριο, και Θειικά.

Πίνακας 2. Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Scofield

| Κατηγορία | Συγκέντρωση διαλυμένων στερεών | | | Συγκέντρωση | |
|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------|----------------|-----------------------------|
| | EC (minho/cm)* | Κατά βάρος (ppm) | Na (%) | Cl (meg/lt) | SO ₄ (meg/lt) |
| 1.Άριστη | 250 | 175 | 20 | 4 | 4 |
| 2.Καλή | 250-750 | 175-525 | 20-40 | 4-7 | 4-7 |
| 3.Επιτρεπόμενη | 750-2000 | 525-1400 | 40-60 | 7-12 | 7-12 |
| 4.Αμφίβολη | 2000-3000 | 1400-2100 | 60-80 | 12-20 | 12-20 |
| 5.Ακατάλληλη | 3000 | 2100 | 80 | 20 | 20 |

2.2. Σύστημα των Wilcox και Magistad (1943)

Οι Wilcox και Magistad πρότειναν την ταξινόμηση που φαίνεται στον (Πίν.3) χρησιμοποιώντας ως δείκτες την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, το περιεχόμενο Νάτριο (%), και τη συγκέντρωση του Χλωρίου και του Βορίου.

Μια παραλλαγή του συστήματος προτάθηκε από τον Wilcox (1948) που χρησιμοποίησε ως δείκτες την αλατότητα και το Νάτριο ως εκατοστιαίο ποσοστό των κατιόντων. Τέλος μια περισσότερο βελτιωμένη πρόταση για την ταξινόμηση των νερών για άρδευση έγινε από τον Wilcox (1958).

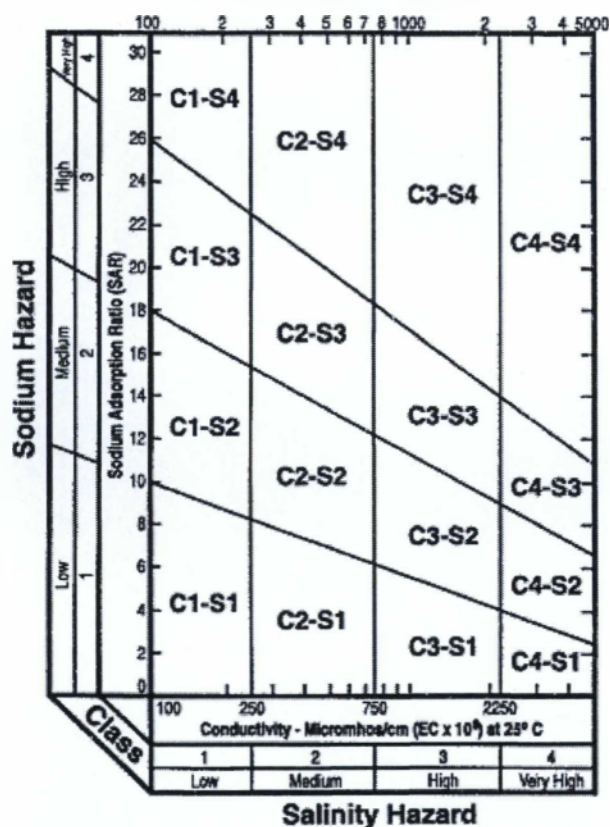
Πίνακας 3 Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Wilcox και Magistad.

| Κατηγορία | I | II | III |
|---|-------------------|---------------------|---------------------------|
| Δείκτες | Άριστη μέχρι καλή | Καλή μέχρι επιζήμια | Επιζήμια μέχρι ακατάλληλη |
| Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα(EC στους 25 °C·mmho/cm) | <1000 | 1000-3000 | >3000 |
| Νάτριο(%) | <60 | 60-75 | >75 |
| Χλώριο,mg/lit | <5 | 5-10 | >10 |
| Βόριο (ppm.) | <0,5 | 0,5-2 | >2 |

2.3. Σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ (1954)

Το σύστημα αυτό παρουσιάζεται στον Πιν.4. Σύμφωνα με τον Πιν.4 διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες: C1, C2, C3 και C4 για την ολική συγκέντρωση αλάτων και S1, S2, S3, S4, για τις αντίστοιχες τιμές του S.A.R

Πίνακας 4. Σύστημα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού κατά το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ.



2.4. Σύστημα Doneen

Κατά το σύστημα Doneen (1958) ο κίνδυνος αλατώσεως εκτιμάται όχι με την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα αλλά με μια ποσότητα που ονομάζεται "ενεργός αλατότητα" (effective salinity, ES) και εκφράζεται συνήθως σε meq/lit. Κατά την θεωρία της "ενεργού αλατότητας" το ανθρακικό ασβέστιο, το ανθρακικό μαγνήσιο και το θειικό ασβέστιο δεν πρέπει να περιλαμβάνονται στον προσδιορισμό της ολικής αλατότητας λόγω της μικρής των διαλυτότητας. Συνεπώς αυτά αφαιρούνται από το σύνολο των αλάτων με αποτέλεσμα να προσδιορίζεται η ενεργός αλατότητα.

Σύμφωνα με το σύστημα Doneen οι δείκτες για την κατάταξη του αρδευτικού νερού είναι η ενεργός αλατότητα και οι συνθήκες στράγγισης του εδάφους. Η προτεινόμενη κατάταξη φαίνεται στον Πιν.5 όπου δίνονται τρεις εκφράσεις της ενεργού αλατότητας.

Πίνακας 5. Σύστημα ταξινομήσεως κατά Doneen

| Συνθήκες στραγγίσεως του εδάφους | Ενεργός Αλατότητα ES | Κατηγορίες | | |
|---|-------------------------|------------|-------------|-------|
| | | I | II | III |
| Ελάχιστη απόπλυση του εδάφους | meq/lit | <3 | 3-5 | >5 |
| | ppm | 165 | 165-275 | 275 |
| | kg/m ³ νερού | 0,165 | 0,165-0,275 | 0,275 |
| Μικρή έως περιορισμένη απόπλυση του εδάφους | meq/lit | <5 | 5-10 | >10 |
| | ppm | 275 | 275-550 | 550 |
| Στράγγιση βραδεία | kg/m ³ νερού | 0,275 | 0,275-0,550 | 0,550 |
| Εδάφη διαπερατά | meq/lit | <7 | 7-15 | >15 |
| Στράγγιση καλή | ppm | 385 | 385-825 | 815 |
| | kg/m ³ νερού | 0,385 | 0,385-0,825 | 0,815 |

2.5 Νεώτερες απόψεις για την ταξινόμηση του νερού άρδευσης.

Παρά τη χρησιμότητα της ταξινόμησης του αρδευτικού νερού χρησιμοποιώντας 1,2 περισσότερα κριτήρια εντούτοις δεν είναι εύκολο πάντα να αποφανθεί κανείς για την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού χωρίς να λάβει υπόψη του τις καλλιέργειες, το κλίμα, το έδαφος, τις συνθήκες στραγγίσεως, την διαχείριση του αρδευτικού νερού την υπάρχουσα τεχνολογία μεταφοράς νερού και αρδεύσεων ως και τους σχετικούς οικονομικούς παράγοντες. Γενικά η καταλληλότητα του νερού για άρδευση είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που δεν μπορεί πάντα να λύνεται απ' ευθείας και μονοσήμαντα. Αν για παράδειγμα οι ανάγκες αρδεύσεως είναι μεγάλες και το διαθέσιμο νερό κρίνεται ακατάλληλο για ένα υπό μελέτη έργο σύμφωνα με τα κριτήρια ενός συστήματος ταξινομήσεως, δεν σημαίνει ότι γι' αυτό τον λόγο η αγροτική ανάπτυξη της περιοχής θα διακοπεί. (Τσακίρης, 2004).

Σ' αυτήν την περίπτωση εξετάζονται άλλες εναλλακτικές λύσεις όπως π.χ. η υιοθέτηση διαφορετικής διαχείρισης του νερού ή ακόμα και η αλλαγή των καλλιεργειών και η υιοθέτηση άλλων ανθεκτικότερων στη παρουσία του συστατικού που δημιουργεί το πρόβλημα. Αν προς την κατεύθυνση αυτή δεν υπάρχει πρόσφορη λύση μπορεί να μελετηθεί και η βελτίωση του νερού με διάφορες μεθόδους εφόσον κρίνεται οικονομικά εφικτό.

Σχετικά με την χημική ανάλυση που εξακολουθεί κατά κύριο λόγο να χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του αρδευτικού νερού έχει επικρατήσει η άποψη να υπολογίζονται οι ακόλουθες επτά ποσότητες (Christiansen *et al*, 1977):

- Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, EC
- Εκατοστιαίο ποσοστό Νατρίου, Na(%)
- Λόγος προσροφήσεως Νατρίου, SAR
- Na_2CO_3
- Χλώριο, Cl
- Ενεργός αλατότητα, ES
- Βόριο

Έξι κατηγορίες αρδευτικού νερού προτείνονται σε σχέση με τους παραπάνω δείκτες που εφαρμόζονται χωριστά. Τα άνω όρια κάθε κατηγορίας που προέρχονται από πολλές βιβλιογραφικές πηγές παρουσιάζονται στον Πιν.6.

Πίνακας 6. Κατηγορίες ποιότητας αρδευτικού νερού (Christiansen *et al*,1977)

| Κατηγορία | EC(mmho/cm) | Na ⁺ (%) | S.A.R | NaNO ₃ (meg/lit) | Cl (meg/lit) | ES (meg/lit) | B (ppm) |
|-----------|-------------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------|
| 1 | 0,5 | 40 | 3 | 0,5 | 3 | 4 | 0,5 |
| 2 | 1,0 | 60 | 6 | 1,0 | 6 | 8 | 1,0 |
| 3 | 2,0 | 70 | 9 | 2,0 | 10 | 16 | 2,0 |
| 4 | 3,0 | 80 | 12 | 3,0 | 15 | 24 | 3,0 |
| 5 | 4,0 | 90 | 15 | 4,0 | 20 | 32 | 4,0 |
| 6 | >4,0 | >90 | >15 | >4,0 | >20 | >32 | >4,0 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

Κριτήρια ποιότητας του αρδευτικού νερού

3.1 Αλατότητα

Η ολική συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων που παρέχει ενδείξεις για τον κίνδυνο αλατώσεως του εδάφους μετράται με την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα που εκφράζεται σε $\text{hm}\Omega/\text{cm}$ στους 25°C . γιατί, όπως η ιοντική δραστηριότητα, έτσι και η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η συσχέτιση της αγωγιμότητας με όλα τα ιόντα δεν είναι η ίδια. Συνήθως η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αυξάνει με το χρόνο παραμονής του νερού στο υπέδαφος, καθώς αυτό συνεχίζει να εμπλουτίζεται σε διάφορα ιόντα ή επειδή προστίθενται ουσίες που το μολύνουν (ανθρωπογενείς παράγοντες).

Όταν το νερό άρδευσης περιέχει διαλυμένα άλατα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το ανεκτό, τότε αυτά συσσωρεύονται στη ζώνη των ριζών του φυτού σε τέτοια συγκέντρωση, η οποία μειώνει τη διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής.

Υπό φυσικές συνθήκες τα άλατα που περιέχονται στο νερό προκύπτουν από τη δίοδο του, μέσα από γεωλογικούς σχηματισμούς, πλούσιους σε διαλυτά άλατα. Δευτερογενής αιτία ύπαρξης πολλών αλάτων στο νερό, είναι η μετακίνηση του μέσα από υπερβολικά αλατούχο υπόγειο ορίζοντα.

Η εξάτμιση της υγρασίας από την επιφάνεια του εδάφους μετακινεί τα άλατα προς τις ανώτερες στρώσεις και επίσης με το φαινόμενο της διαπνοής μικρή ποσότητα των αλάτων απορροφάται από τις ρίζες των φυτών. Η εδαφική αλατότητα επηρεάζει την ανάπτυξη των καλλιεργειών κατά δύο τρόπους:

α) αυξάνεται η οσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος, με αποτέλεσμα το φυτό να αδυνατεί να προσλάβει την απαραίτητη ποσότητα νερού, ακόμα και αν υπάρχει επαρκής

εδαφική υγρασία. Στην περίπτωση αυτή, τα φυτά υποβάλλονται σε οσμωτικό στρες, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της βλάστησης και της καρποφορίας και σε πιο σοβαρές καταστάσεις την αποξηράνσή τους.

β) μερικά άλατα ή ιόντα, όπως το B, Na, Cl, HCO₃ τα οποία είναι επωφελή σε μικρές συγκεντρώσεις, μπορεί να συγκεντρωθούν στο εδαφικό διάλυμα σε τέτοιες ποσότητες, που να αλλοιώσουν το μεταβολισμό των φυτών, οδηγώντας τα σε ιοντικό στρες, με άμεση συνέπεια την εκδήλωση τοξικοτήτων. Από την αντίθετη πλευρά, μπορεί να εμφανιστούν τροφопενίες για στοιχεία, που περιέχονται σε μικρότερες ποσότητες από το επιθυμητό. Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα του νερού άρδευσης και όσο πιο ευαίσθητη είναι η καλλιέργεια, τόσο πιο εύκολα ή σύντομα θα εμφανιστούν τα συμπτώματα της αλατότητας. Τα συμπτώματα ποικίλουν αναλόγως με το στάδιο της ανάπτυξης και τα φυτά είναι γενικώς πιο ευαίσθητα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης.

Για την πρόληψη του προβλήματος της αλατότητας ή για τη διόρθωσή του, πρέπει να εφαρμόζεται τόσο μεγαλύτερο ποσοστό έκπλυσης, όσο πιο ευαίσθητη είναι η καλλιέργεια. Επίσης, επειδή όσο μεγαλύτερο γίνεται το διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων, τόσο τα φυτά αναγκάζονται να απορροφούν νερό από μεγαλύτερα βάθη ριζοστρώματος, για να υπάρχει αποδεκτή παραγωγή θα πρέπει να προσεχθεί ο χρόνος μεταξύ των αρδεύσεων, έτσι ώστε να διατηρείται υψηλά η διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού και να έχουμε μετακίνηση των συσσωρευόμενων αλάτων κάτω από το βάθος του ριζοστρώματος, πριν η συγκέντρωσή τους υπερβεί την ανθεκτικότητα των φυτών.

Θα πρέπει να γίνεται η κατάλληλη διαχείριση του αρδευτικού νερού, ώστε αφενός μεν να εξασφαλίζεται επαρκής ποσότητα νερού για τα φυτά και αφετέρου να εξασφαλίζεται η έκπλυση των αλάτων σε βαθύτερα στρώματα, αλλά όχι σε τέτοιο βαθμό, που να τροφοδοτούνται οι υπόγειοι υδροφορείς με επιπλέον ποσότητες αλάτων.

Γενικά η τιμή της εξαρτάται από:

- (α) Την ορυκτολογική σύσταση του υδροφόρου και τη διαλυτότητα των πετρωμάτων.
- (β) Την υδροπερατότητα και το εμβαδόν της συνολικής επιφάνειας του πετρώματος, που βρίσκεται σε επαφή με το νερό.
- (γ) Την περιεκτικότητα του νερού σε ηλεκτρολύτες.
- (δ) Την θερμοκρασία του νερού.

Το αρδευτικό νερό με βάση την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) κατατάσσεται στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες ποιότητας (**US Salini Laboratory, 1954**):

Κατηγορία C1. Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μικρότερη των 250 μμho/cm στους 25° °C, περιεκτικότητα σε άλατα μικρότερη των 160 ppm, κίνδυνος αλατώσεως μικρός.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση σχεδόν όλων των καλλιεργειών, σε όλα σχεδόν τα εδάφη. Χρειάζεται ελαφριά έκπλυση, η οποία συνήθως συμβαίνει στην πράξη κατά τη διάρκεια των αρδεύσεων, ανάλογα με το σύστημα άρδευσης, εκτός και αν πρόκειται για εδάφη με υπερβολικά μικρή υδατοπερατότητα.

Κατηγορία C2. EC μεταξύ 250-750 μμho/cm στους 25° °C, περιεκτικότητα σε άλατα μεταξύ 160 έως 480 ppm, κίνδυνος αλατώσεως μέσος.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς δυσμενείς για τα φυτά επιπτώσεις, εφόσον εφαρμόζονται μέτρα έκπλυση στα εδάφη, τα οποία πρέπει στραγγίζουν καλώς. Μπορούν να καλλιεργηθούν φυτά μέτριας ανθεκτικότητας στα άλατα, χωρίς να ληφθούν ειδικά μέτρα ελέγχου της αλατότητας.

Κατηγορία C3. EC μεταξύ 750-2250 μμho/cm στους 25° °C, περιεκτικότητα σε άλατα 480 έως 1470 ppm, κίνδυνος αλατώσεως μεγάλος .

Δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εδάφη με ανεπαρκή στράγγιση. Ακόμη και στις περιπτώσεις, κατά τις οποίες η στράγγιση είναι επαρκής, απαιτούνται συνήθως μέτρα ελέγχου της αλατότητας και καλλιέργειες ανθεκτικές στην αλατότητα.

Κατηγορία C4. EC>2250 μμho/cm στους 25° °C, περιεκτικότητα σε άλατα >1470 ppm, κίνδυνος αλατώσεως πολύ μεγάλος.

Είναι ακατάλληλο για άρδευση κάτω από κανονικές, συνηθισμένες συνθήκες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο, όταν συντρέχουν ταυτόχρονα ασυνήθεις ειδικές περιπτώσεις, όπως έδαφος πολύ διαπερατό με επαρκή στράγγιση και εφαρμογή του νερού με περίσσειες ποσότητες, ώστε να επιτυγχάνεται σημαντική έκπλυση και τέλος να καλλιεργούνται φυτά πολύ ανθεκτικά στην αλατότητα.

3.1.1 Ανθεκτικότητα των καλλιεργειών

Το κλίμα παίζει σημαντικό ρόλο στην αντοχή των καλλιεργειών. Γενικώς, καλλιεργείες, που αναπτύσσονται σε δροσερά κλίματα ή κατά τη διάρκεια της ψυχρότερης περιόδου του έτους, είναι πιο ανθεκτικές στην αλατότητα από άλλες, που αναπτύσσονται σε θερμότερα κλίματα ή κατά τη διάρκεια θερμότερων περιόδων του έτους, που χαρακτηρίζονται από χαμηλή υγρασία ή υψηλή εξατμισοδιαπνοή.

Το όριο αντοχής των καλλιεργειών στην αλατότητα ποικίλει. Ακολουθούν πίνακες, όπου παρουσιάζεται η ανθεκτικότητα διαφόρων καλλιεργειών στην αλατότητα, με τη χρήση σταθερών τιμών. Αυτό βεβαίως δεν αντικατοπτρίζει ακριβώς την πραγματικότητα, διότι η αντοχή τους αλλάζει αναλόγως με την ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης, το ριζόστρωμα, τη διαχείριση του αρδευτικού νερού και το κλίμα. Για πολλές καλλιεργείες (τεύτλα, ρύζι, σιτάρι, κριθάρι και αρκετά λαχανικά) το στάδιο φύτευσης των σπόρων είναι το πιο ευαίσθητο για εδαφική αλατότητα E.C. > 4 mmhos/cm, που ίσως καθυστερήσει ή αναχαιτίσει τη βλάστηση και την πρόωμη ανάπτυξη.

Πίνακας 7. Αντοχή ορισμένων καλλιεργειών σε συνθήκες αλατότητας με κριτήριο την ηλεκτρική αγωγιμότητα.

| Ευαίσθητες. (0-4 ds/m) | Μέτρια ανθεκτικές (4-6 ds/m) | Ανθεκτικές (6-8 ds/m) | Πολύ ανθεκτικές (8-12 ds/m) |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Αμυγδαλιά | Καλαμπόκι | Συκιά | Κριθάρι |
| Φασολιά | Σόργο | Βρώμη | Βαμβάκι |
| Τριφύλλι | Μαρούλι | Ροδιά | Ελιά |
| Κρεμμύδι | Σόγια | Ηλίανθος | Ρύζι |
| Πατάτα | Ντομάτα | Σιτάρι | Αγρόπυρο |

3.2 Κατηγορίες αλκαλικότητας

Κατηγορία S1. Νερό μικρής αλκαλικότητας:

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση σχεδόν όλων των εδαφών χωρίς κίνδυνο ανάπτυξης αλκαλίωσης σε βαθμό επικίνδυνο για τα φυτά. Σε ορισμένες όμως ευαίσθητες καλλιέργειες, όπως είναι τα εσπεριδοειδή, είναι δυνατόν να προξενηθούν βλάβες στα φύλλα τους, όταν αρδεύονται με καταιόνηση.

Κατηγορία S2. Νερό μέσης αλκαλικότητας:

Μπορεί να προξενήσει σοβαρή ζημιά σε πολύ λεπτόκοκκα εδάφη, ιδίως όταν η στράγγιση και η έκπλυση είναι ανεπαρκείς. Όταν στο έδαφος υπάρχει επαρκής ποσότητα γύψου, ο κίνδυνος για την πρόκληση ζημιών από το νερό αυτής της κατηγορίας είναι αμελητέος.

Κατηγορία S3. Νερό υψηλής αλκαλικότητας:

Μπορεί να αποβεί επικίνδυνο στα περισσότερα εδάφη. Χρειάζεται πλήρης στράγγιση, ισχυρή έκπλυση και προσθήκη οργανικής ουσίας. Όταν το νερό αυτής της κατηγορίας έχει χαμηλή ή μέση αλατότητα (C1S3 ή C2S3), μπορεί να χρησιμοποιηθεί εφόσον προστεθούν ορισμένες εγγειοβελτιωτικές ουσίες, όπως είναι η γύψος, για την αντικατάσταση του ανταλλάξιμου νατρίου από το ασβέστιο.

Κατηγορία S4. Νερό πολύ υψηλής αλκαλικότητας:

Είναι ακατάλληλο για άρδευση για όλες τις συνηθισμένες περιπτώσεις. Όταν όμως συνδυάζεται με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα (C1S4), μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν προστεθεί γύψος. Ο Eaton (1954) αναφέρει για το Na_2CO_3 , ότι νερά με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 2,5 meq/lit δεν είναι κατάλληλα για άρδευση. Νερά με συγκέντρωση 1,25 – 2,5 meq/lit είναι περιθωριακά, ενώ εκείνα με συγκέντρωση μικρότερη του 1,25 meq/lit είναι πιθανώς ασφαλή.

3.3 Περιεκτικότητα σε Νάτριο

Η περιεκτικότητα σε Νάτριο χρησιμοποιείται ως δείκτης της ποιότητας του αρδευτικού νερού κυρίως λόγω της επίδρασης του Νατρίου στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους όπως η διαπερατότητα, η διηθητικότητα και η καταλληλότητα για γεωργική χρήση. Επειδή η επίδραση του νατρίου τόσο στο έδαφος όσο και στις καλλιέργειες είναι σημαντική, διάφορες ποσότητες έχουν προταθεί ως βάσεις για την ταξινόμηση του νερού ως προς τον κίνδυνο που προέρχεται από τη συγκέντρωση διαλυτού νατρίου.

Η σχέση μεταξύ διαλυτού Νατρίου (Na^+) και των άλλων διαλυτών επίσης κατιόντων Ασβεστίου και Μαγνησίου (Ca^{++} και Mg^{++}) δίνεται από το "Λόγο Προσροφήσεως Νατρίου" (Sodium Absorption Ratio) γνωστό ως S.A.R που προτάθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας των Η. Π. Α. (U.S Salinity Laboratory – 1954):

Όπου οι συγκεντρώσεις Na, Ca και Mg αναφέρονται σε meq/l.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\frac{\sqrt{\text{Ca} + \text{Mg}}}{2}}$$

Εικόνα 4. Ο Λόγος Προσροφήσεως Νατρίου. S.A.R

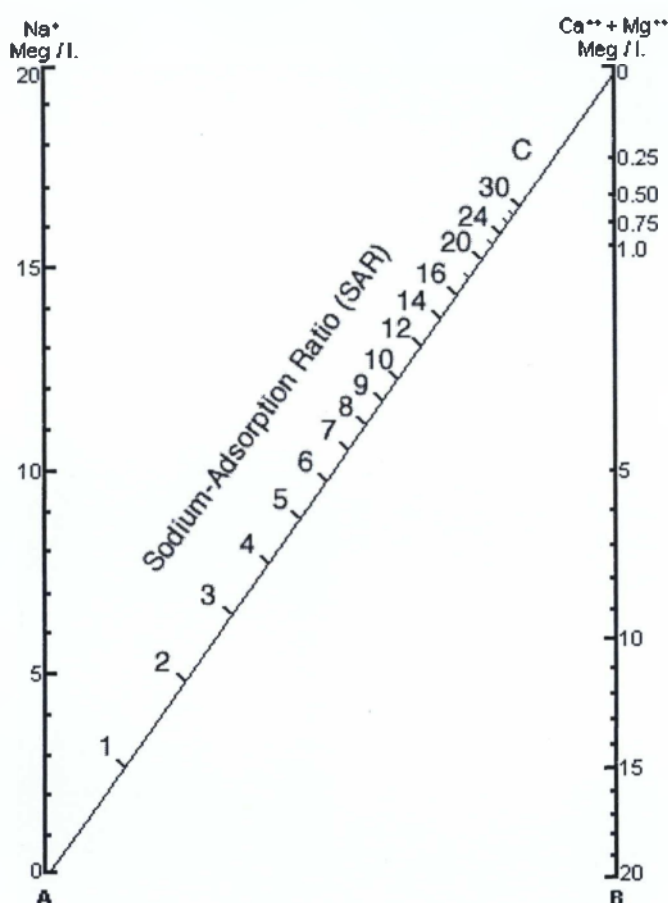
Η τιμή του S.A.R. εκφράζει την ενεργητικότητα των ιόντων νατρίου και καθορίζει την ικανότητα εναλλαγής τους με κατιόντα όπως Ca και Mg που έχουν προσροφηθεί από τα κolloειδή του εδάφους. Με βάση την τιμή του S.A.R. διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες σύμφωνα με την ταξινόμηση του Υπουργείου Γεωργίας των Η. Π. Α. Οι κατηγορίες αυτές για ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα 100μmho/cm είναι οι ακόλουθες:

Κατηγορία 1: S.A.R <10, κίνδυνος νατρίου μικρός

Κατηγορία 2: S.A.R από 10 έως 18, κίνδυνος νατρίου μέσος

Κατηγορία 3: S.A.R από 18 έως 26, κίνδυνος νατρίου μεγάλος

Κατηγορία 4: S.A.R >26, κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος



Εικόνα 5. Νομογράφημα για τον προσδιορισμό της τιμής S.A.R. νερού αρδεύσεως καθώς και για τον προσδιορισμό της τιμής του E.S.P. ενός εδάφους που βρίσκεται σε ισορροπία με το νερό αρδεύσεως.
Πηγή: (U.S. Salinity Lab 1954)

Όπως έχει αποδειχθεί υπάρχει μια ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ των τιμών S.A.R και του βαθμού αλκαλιώσεως του εδάφους (ή εναλλακτικού Na ή ποσοστού εναλλακτικού Νατρίου-Exchangeable Sodium Percentage-E.S.P. Τα ορυκτά της αργίλου και η οργανική ουσία, δηλαδή τα ανόργανα και οργανικά κolloειδή προσροφούν ανιόντα και κατιόντα και τα συγκρατούν με μορφή εναλλακτικών. Το ποσοστό εναλλακτικού Νατρίου-E.S.P ορίζεται ως το ποσοστό (%) του προσροφημένου Na από τα κolloειδή του εδάφους, προς την ολική σε κατιόντα εναλλακτική ικανότητα σε meq/100gr εδάφους:

$$E.S.P = (Na^+ / Na^+ + K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}) * 100$$

Το Na δημιουργεί από συσσωμάτωση του εδάφους, κατά την ανταλλαγή ιόντων Ca από το Na, και έτσι προκαλεί μείωση του αερισμού και της περατότητας του εδάφους, επομένως και μείωση της ταχύτητας διήθησης του αρδευτικού νερού. Εδάφη πλούσια σε Na ονομάζονται αλκαλικά, όταν το ανιόν που επικρατεί είναι η ανθρακική ρίζα και αλατούχα, όταν το ανιόν που επικρατεί είναι το χλώριο ή η θειική ρίζα.

3.4 Επίδραση της Αλατότητας στην ταχύτητα διήθησης

Αυξημένες τιμές SAR του νερού άρδευσης σε συνδυασμό με υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C.), επιδρούν στο έδαφος κατά την άρδευση και μειώνουν την ταχύτητα διήθησης του νερού άρδευσης εντός του εδάφους, με αποτέλεσμα να μην διηθείται αρκετή ποσότητα νερού, ικανή να τροφοδοτήσει τα φυτά κατά το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων και να απομακρύνει τα άλατα από το ριζόστρωμα μέσω βαθιάς έκπλυσης. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διήθησης, αφορούν στις ιδιότητες του εδάφους, όπως η δομή, ο βαθμός συμπίεσης, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και η χημική του κατάσταση.

Προβλήματα διήθησης εμφανίζονται, όταν η κανονική ταχύτητα του νερού άρδευσης ή της βροχόπτωσης είναι χαμηλή και το νερό μένει πολύ καιρό στο έδαφος ή όταν παρατηρείται αργή διήθηση στο έδαφος. Γενικώς το πρόβλημα της διήθησης εντοπίζεται στα πρώτα εκατοστά της επιφάνειας του εδάφους και συνδέεται με τη δομική σταθερότητά της και τη χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca σε σχέση με το Na.

Οι παράγοντες που κατά κύριο λόγο επιδρούν στην ταχύτητα διήθησης είναι:

- α) η συνολική αλατότητα του νερού
- β) η περιεκτικότητα του νερού σε Na σε σχέση με την περιεκτικότητα σε Ca, Mg, η οποία χαρακτηρίζεται από το SAR.

Νερό με χαμηλή αλατότητα ή υψηλό SAR μειώνει την ταχύτητα διήθησης. Όταν ένα έδαφος αρδεύεται με νερό αυξημένης περιεκτικότητας σε Na, αναπτύσσεται επιφανειακώς μία στρώση με αυξημένη περιεκτικότητα σε προσροφημένο Na, η οποία

προκαλεί εξασθένιση στη δομή του. Έτσι, στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να προκληθεί διασπορά της αργίλου, με αποτέλεσμα τη μετακίνησή της στους πόρους του εδάφους και φράξιμό τους. Το ίδιο πρόβλημα δημιουργείται, όταν η συγκέντρωση Ca στην επιφάνεια του εδάφους είναι χαμηλή. Σε μερικές περιπτώσεις, νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα μπορεί να προκαλέσει παρόμοιο πρόβλημα, λόγω της διαβρωτικής δράσης του. Όταν η άρδευση γίνεται με νερό χαμηλής συγκέντρωσης σε άλατα, το νερό διαλυτοποιεί και απομακρύνει από την εδαφική επιφάνεια τα περισσότερα από τα διαλυτά ορυκτά μαζί και το Ca. (Μαυρίκος , 2009)

3.5 Ολικά Διαλυμένα Στερεά (TOTAL DISSOLVED SOLIDS)

Αποτελούν σαφή δείκτη της μεταλλικότητας των υπογείων νερών και εκφράζουν την συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων. Βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση με την ηλεκτρική αγωγιμότητα και κατά αντιστοιχία εκφράζουν έμμεσα τις συνθήκες τροφοδοσίας και ανανέωσης, καθώς και τη γενική εικόνα της υποβάθμισης της φυσικής ποιότητας των υπόγειων νερών. Έχουν προταθεί διάφορες ταξινομήσεις ανάλογα με την περιεκτικότητα των υπογείων νερών σε T.D.S.(Hem 1970, Davis- De Wiest 1966, Gorrell 1958, Carroll 1962).

Σύμφωνα με την νεότερη ισχύει:

Πίνακας 8. Ταξινόμηση κατά Hem(1970)

| T.D.S | Περιγραφή νερού |
|-----------------------|--|
| < 1000 mg/lit | Γλυκό νερό (Fresh) |
| 3000- 10.000 mg/lit | Μέτρια Αλατούχο Νερό (Moderate Saline) |
| 10.000- 35.000 mg/lit | Πολύ Αλατούχο Νερό (Very Saline) |
| > 35.000mg/lit | Υπεράλμυρο (Brine) |

3.6 Περικτικότητα, σε Ανθρακικά ανιόντα, Χλώριο και Βόριο

Τα όξινα ανθρακικά ιόντα (HCO_3^-) έχουν την τάση να σχηματίζουν δυσδιάλυτες ενώσεις με ιόντα Ca^{++} και Mg^{++} με αποτέλεσμα την σχετική αύξηση της συγκεντρώσεως του Na^+ . Εκτός των όξινων ανθρακικών στο νερό υπάρχουν και ουδέτερα ανθρακικά (H_2CO_3) σε αμελητέες όμως συγκεντρώσεις. Η επίδραση, των ανθρακικών ιόντων (όξινων και ουδέτερων) στην ποιότητα του αρδευτικού νερού εκφράζεται ως Υπολειμματικό Ανθρακικό Νάτριο (Residual Sodium Carbonate, RSC) που υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\text{RSC} = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

όπου όλες οι ποσότητες αναφέρονται σε συγκεντρώσεις Meq / l t

Στον Πιν.9 γίνεται η ταξινόμηση του αρδευτικού νερού συναρτήσει της τιμής του Υπολειμματικού Νατρίου (R.S. C. Στην περίπτωση χρήσης νερού της δεύτερης κατηγορίας με R.S.C μεταξύ 1.25 και 2.50 πρέπει να γίνεται σημαντική έκπλυση ώστε η συγκέντρωση των ανθρακικών να συγκρατείται σε χαμηλά επίπεδα και να προστίθενται ποσότητες γύψου ή άλλου διαλυτού άλατος του ασβεστίου ώστε ο λόγος ασβεστίου / νατρίου να παραμένει ευνοϊκός. Στην περίπτωση που το R.S.C. υπερβαίνει τα 2.50 meq / l t το νερό είναι ακατάλληλο για αρδευτική χρήση.

Πίνακας 9. Ταξινόμηση του αρδευτικού νερού ως προς το Ανθρακικό Νάτριο (Wilcox 1958)

| Ποιότητα Νερού | Υπολειμματικό Na_2CO_3 meq/lit |
|----------------|---|
| Αριστη - Καλή | <1.25 |
| Μέτρια | 1.25 - 2.50 |
| Κακή | >2.50 |

Κατά άλλους ερευνητές για την εκτίμηση της επίδρασης του R.S.C.πρέπει να εξετάζεται, ο τύπος του εδάφους. Νερό με δεδομένο R.S.C. μπορεί να είναι επικίνδυνο για το έδαφος με αλκαλικό pH αλλά μπορεί να έχει βελτιωτική επίδραση σε εδάφη με όξινο pH. Τα ιόντα Χλωρίου δεν έχουν σημαντική, επίδραση στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και δεν απορροφούνται από το έδαφος. Αυτός είναι ο λόγος που τα ιόντα Χλωρίου δεν χρησιμοποιήθηκαν αρκετά για την ταξινόμηση του αρδευτικού νερού σε κατηγορίες. Ο Scofield (1935) χρησιμοποίησε πέντε κατηγορίες (ποιότητες)νερού, από άριστη μέχρι κατάλληλη με όρια στα 4,7,12 και 20 meq/lit Αργότερα επικράτησε η άποψη ότι η επίδραση του Χλωρίου μπορεί να αντιμετωπίζεται για ειδικό έδαφος και καλλιέργειες.

Το βόριο ακόμα και σε μικρή συγκέντρωση στο εδαφικό διάλυμα είναι τοξικό για τα φυτά και επιδρά αρνητικά στην παραγωγή. Το βόριο του εδαφικού διαλύματος προέρχεται κατά κύριο λόγο από το νερό αρδεύσεως και συνεπώς απαιτείται η γνώση της περιεκτικότητας σε βόριο του αρδευτικού νερού. Στον Πίν.10 φαίνεται η ταξινόμηση του νερού ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε βόριο και σε σχέση με την αντοχή της αρδευόμενης καλλιέργειας (Scofield,1935). Τέλος τα όρια αντοχής των διαφόρων καλλιεργειών στις συγκεντρώσεις του βορίου παρουσιάζονται στον Πιν. 11

Πίνακας 10. Κατηγορίες αρδευτικού νερού σε σχέση με την περιεκτικότητα σε Βόριο και την αντοχή των καλλιεργειών σε αυτό.

| Ποιότητα νερού | Ομάδες Φυτών | | |
|----------------|--------------|-------------------------|-----------------|
| | Ευπαθή (ppm) | Μετρίως ανθεκτικά (ppm) | Ανθεκτικά (ppm) |
| Άριστη | <0.33 | <0.67 | <1.00 |
| Πολύ καλή | 0.33-0.67 | 0.67-1.33 | 1.00-2.00 |
| Καλή | 0.67-1.00 | 1.33-2.00 | 2.00-3.00 |
| Κακή | 1.00-1.25 | 2.00-2.50 | 3.00-3.75 |
| Χείριστη | >1.25 | >2.50 | >3.75 |

Πηγή: http://www.waterinfo.gr/greek/pdf/irrigation_water_quality.pdf

Πίνακας 11. Ταξινόμηση των καλλιεργειών από πλευράς αντοχής στη συγκέντρωση Βορίου.

| Ευπαθή φυτά | Μετρίως Ανθεκτικά φυτά | Ανθεκτικά φυτά |
|-------------|------------------------|----------------|
| Αχλαδιά | Ηλίανθος | Αρμυρίκι |
| Μηλιά | Πατάτα | Σπαράγγι |
| Αμπέλι | Βαμβάκι | Τεύτλα |
| Κερασιά | Τομάτα | Μηδική |
| Ροδακινιά | Ελιά | Κρεμμύδι |
| Βερικοκιά | Κριθάρι | Λάχανο |
| Πορτοκαλιά | Καλαμπόκι | Μαρούλι |
| Λεμονιά | Βρώμη | Καρότο |

3.7 Περιεκτικότητα σε αιωρούμενα

Όπως αναφέρθηκε ήδη σημαντικές ποσότητες αιωρούμενων υλικών στο αρδευτικό νερό έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην τεχνολογία των αρδεύσεων και στην διαπερατότητα του εδάφους. Στα αρδευτικά δίκτυα καταιονισμού τα μεταφερόμενα υλικά μπορούν να προξενήσουν βιολογική διαταραχή με την συγκέντρωση τους στα φύλλα των καλλιεργειών ενώ στα συστήματα αρδεύσεως με σταγόνες υπάρχει κίνδυνος εμφράξεως των σταλλακτήρων με αποτέλεσμα την κακή λειτουργία του συστήματος και την ανομοιομορφία της κατανομής του αρδευτικού νερού. Επίσης στις μεθόδους επιφανειακής αρδεύσεως, νερό με σημαντική περιεκτικότητα σε στερεά έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της διαπερατότητας των εδαφών. Το πρόβλημα της διαπερατότητας γίνεται εντονότερο όταν τα αρδευόμενα εδάφη είναι λεπτόκοκκα. Σαν αποτέλεσμα δημιουργείται κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους με σταδιακή έμφραξη των πόρων του εδάφους που εκτός της μείωσης της διηθητικότητας δημιουργεί προβλήματα στο φύτευμα των σπόρων.

3.8 Περιεκτικότητα σε βιοκτόνα

Τα βιοκτόνα είναι ισχυρά δηλητήρια που χρησιμοποιούνται στη γεωργία για την προστασία της παραγωγής από ανεπιθύμητα φυτά (ζιζάνια), διάφορους μικροοργανισμούς και ασθένειες. Η χρησιμοποίηση βιοκτόνων στη γεωργία τα τελευταία 30 χρόνια αποτελεί, ως γνωστό, μια δυσάρεστη εξέλιξη για την ποιότητα των επιφανειακών αλλά και των υπόγειων νερών.

Τα βιοκτόνα είναι επικίνδυνα κυρίως για τον μεγάλο χρόνο βιοαποδομήσεως τους με αποτέλεσμα την βιολογική μεγέθυνση στους διάφορους οργανισμούς και τελικά στον άνθρωπο. Τα κυριότερα βιοκτόνα είναι τα: Aldrin, Captan, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, Lindan, Marathion, MCPA, Parathion. Επιτρεπόμενα όρια αυτών των ουσιών καθορίστηκαν από την Διοίκηση για την Μόλυνση των Νερών του Υπουργείου Γεωργίας των Η. Π. Α. μαζί με πληροφορίες για τη διαχείριση του νερού, την ένταση εφαρμογής σε σχέση με τον αγρό και την καλλιέργεια και περιλαμβάνονται στα κυριότερα συγγράμματα που είναι σχετικά με τη μόλυνση του νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

Μετρούμενα χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού

4.1 pH

Το pH είναι ένας δείκτης της οξύτητας ή βασικότητας ενός νερού, αλλά είναι σπάνια ένα πρόβλημα από το pH. Η κύρια χρήση του pH σε μια ανάλυση νερού είναι για την ανίχνευση ενός ανώμαλου νερού. Η κανονική τιμή του pH για το νερό άρδευσης είναι από 6.5 έως 8.4. Μια ανώμαλη τιμή είναι μια προειδοποίηση ότι το νερό χρειάζεται την περαιτέρω αξιολόγηση. Το νερό άρδευσης με ένα pH έξω από την κανονική τιμή μπορεί να προκαλέσει μια θρεπτική δυσαναλογία ή μπορεί να περιέχει ένα τοξικό ιόν. **(Ayers, Westcot 1985)**

Το νερό σε χαμηλή αλατότητα ($EC_w < 0.2$ dS/m) μερικές φορές έχει ένα pH έξω από την κανονική σειρά δεδομένου ότι έχει μια πολύ χαμηλή αποθηκευτική ικανότητα. Αυτό δεν πρέπει να αναγκάσει σε αδικαιολόγητο συναγερμό αλλά να προειδοποιήσει το χρήστη σε μια πιθανή δυσαναλογία των ιόντων και της ανάγκης να καθιερωθεί ο λόγος για το δυσμενές pH μέσω της πλήρους εργαστηριακής ανάλυσης. Τέτοιο νερό προκαλεί κανονικά λίγα προβλήματα για τα χώματα ή τις συγκομιδές αλλά είναι πολύ διαβρωτικό και μπορεί γρήγορα να διαβρώσει τις σωληνώσεις, τους ψεκαστήρες και τον εξοπλισμό ελέγχου. **(Ayers, Westcot 1985)**

Οποιαδήποτε αλλαγή στο pH του χώματος που προκαλείται από το νερό άρδευσης θα πραγματοποιηθεί αργά από το έδαφος διότι είναι έντονα ρυθμιστικό και αντιστέκεται στην αλλαγή. Ένα δυσμενές pH μπορεί να πρέπει να διορθωθεί, εάν είναι δυνατόν, από την εισαγωγή μιας τροποποίησης στο νερό, αλλά αυτό θα είναι μόνο πρακτικό σε μερικές περιπτώσεις. Μπορεί να είναι ευκολότερο να διορθωθεί πρόβλημα στο εδαφολογικό pH που μπορεί να αναπτυχθεί παρά να προσπαθήσει να μεταχειριστεί το νερό. Ο ασβέστης εφαρμόζεται συνήθως στο χώμα για να διορθώσει ένα χαμηλό pH και θείο ή άλλο όξινο υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διορθώσει ένα υψηλό pH. Ο γύψος έχει ελάχιστη

ή καμία επίδραση στον έλεγχο ενός προβλήματος όξινου χώματος εκτός από την παροχή μιας θρεπτικής πηγής ασβεστίου, αλλά είναι αποτελεσματικός στη μείωση ενός υψηλού χώματος pH (pH μεγαλύτερο από 8.5) που προκαλείται από το υψηλό ανταλλάξιμο νάτριο.

Ο μέγιστος άμεσος κίνδυνος ενός ανώμαλου pH στο νερό είναι ο αντίκτυπος στον εξοπλισμό άρδευσης. Ο εξοπλισμός θα πρέπει να επιλεχτεί προσεκτικά για το ασυνήθιστο νερό. (**Ayers, Westcot1985**)

4.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)

Εκφράζει την ικανότητα του νερού να μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται σε γραμμική αναλογία με το σύνολο της συγκέντρωσης των ιόντων των διαλυμένων στο νερό ουσιών. Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γίνεται με αγωγιμόμετρο και πρέπει να πραγματοποιείται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (συνήθως 25 °C), γιατί, όπως η ιοντική δραστηριότητα, έτσι και η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η συσχέτιση της αγωγιμότητας με όλα τα ιόντα δεν είναι η ίδια. Συνήθως η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αυξάνει με το χρόνο παραμονής του νερού στο υπέδαφος, καθώς αυτό συνεχίζει να εμπλουτίζεται σε διάφορα ιόντα ή επειδή προστίθενται ουσίες που το μολύνουν.

Πίνακας 12. Κατάταξη νερού με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα.
Πηγή: Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας

| Ηλ. Αγωγιμ. σε $\mu\text{Siemens/cm}$ (25 °C) | Ποιότητα αρδευτικού νερού |
|---|---------------------------|
| <250 | Άριστο |
| 250-700 | Πολύ καλό |
| 701-1100 | Καλό |
| 1101-1600 | Μέτριο |
| 1601-2200 | Κακό |
| 2200-3000 | Πολύ κακό |
| >3001 | Ακατάλληλο |

4.3 Θερμοκρασία αρδευτικού νερού.

Η θερμοκρασία των υπόγειων νερών εξαρτάται από την θερμοκρασία των πετρωμάτων στα οποία περιέχονται. Στους μικρού βάθους υδροφόρους ορίζοντες η θερμοκρασία των νερών επηρεάζεται και από την θερμοκρασία του εδάφους.

4.4 Ανιόντα του αρδευτικού νερού

Τα κύρια ανιόντα σε νερό άρδευσης είναι τα εξής:

Χλώριο Cl^- , Ώξινα ανθρακικά ή Διττανθρακικά HCO_3^- , Θεϊκά SO_4^{2-} , Νιτρικά NO_3^-

Συγκέντρωση Χλωριού Cl^-

Στις συνηθισμένες περιπτώσεις των φυσικών υπόγειων νερών τα χλωριόντα απαντούν σε μικρές συγκεντρώσεις. Οι πιο σημαντικές πηγές της προέλευσής τους, όταν απαντούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις, είναι η διείσδυση του θαλασσινού νερού που συχνά μολύνει τους παράκτιους υδροφόρους (στην περίπτωση αυτή η παρουσία χλωριόντων χρησιμοποιείται και σαν φυσικός ιχνηθέτης), η παρουσία εβαποριτικών ορυκτών και εγκλωβισμένων, συνήθως σε αργιλικά πετρώματα, απολιθωμένων υπόγειων νερών. Στις παράκτιες περιοχές πηγή προέλευσης των ιόντων χλωρίου στα υπόγεια νερά είναι και τα σταγονίδια του θαλασσινού νερού που μεταφέρονται στο εσωτερικό της χέρσου με την βοήθεια των ανέμων. Αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων χλωριόντων προέρχονται επίσης από την ρύπανση των υδροφόρων οριζόντων από οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα (Σκουπιδότοποι). Σε περιπτώσεις ρύπανσης επειδή το χλώριο είναι το ανιόν που απορροφάται λιγότερο από τα αργιλικά ορυκτά η παρουσία του μπορεί να ληφθεί σαν ιχνηθέτης. Τα ιόντα χλωρίου δεν απορροφούνται από το έδαφος με αποτέλεσμα να περνούν όλες οι ποσότητες στα υπόγεια νερά και να μεταφέρονται σε σημαντικές αποστάσεις. Νερό με συγκέντρωση χλωρίου μικρότερη από 200mg/lι επιτρέπεται να χρησιμοποιείται για πόση. Νερό με περισσότερο από 500mg/lι έχει ανεπιθύμητη γεύση για τον άνθρωπο, ενώ τα ζώα μπορούν να πιουν ακίνδυνα νερό με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Αντίστοιχα, πολύ αυξημένες περιεκτικότητες χλωρίου επηρεάζουν τις καλλιέργειες ανάλογα με το είδος τους. (Μαυρικός, 2009)

Πίνακας 7. Συγκεντρώσεις Χλωρίου στο αρδευτικό νερό.
Πηγή: (ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|-----------------|------------------------------------|
| Cl ⁻ | Περιοχές υγρές <50 Ξηρές 50-200 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

- Τιμές >150 ppm προκαλούν φαινόμενα τοξικότητας στα ευαίσθητα φυτά (οπωρ., εσπεριδ., κηπευτικά)
- Απορροφάται και από τα φύλλα σε εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα όταν βρέχονται με sprayers
- Συμπτώματα τοξικότητας όταν η συγκέντρωσή του στα φύλλα είναι περίπου 0,5%.
- Σε απορρόφηση από τη ρίζα: <142 ppm κανένα πρόβλημα, 142-355 αυξημένο πρόβλημα, > 355 σοβαρό (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Συγκέντρωση Όξινων ανθρακικών ή Διτανθρακικών HCO₃⁻

Τα όξινα ανθρακικά προέρχονται από τα ανθρακικά πετρώματα όταν αυτά διαλυθούν από το νερό. Προέρχονται επίσης από το CO₂ της ατμόσφαιρας ή το σχηματιζόμενο στο έδαφος από την σήψη οργανικών υλών. (Μαυρίκος , 2009)

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

- Το επικρατέστερο ανιόν του νερού.
- Συγκεντρώσεις <90ppm κανένα πρόβλημα, 90-520 έναρξη προβλημάτων, >520 ppm σοβαρό πρόβλημα.
- Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν δέσμευση του Fe στο έδαφος
- Υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν λευκό χρωματισμό στα μπεκ.

- Όταν η άρδευση γίνεται με κατιονισμό, προκαλούνται αποθέσεις στα φύλλα και τους καρπούς και αποκτούν έναν λευκό αποχρωματισμό. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

**Πίνακας 14. Συγκεντώσεις Διττανθρακικών στο αρδευτικό νερό.
Πηγή: (ΠΕΓΕΑΑ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|------------------|--------------------|
| HCO_3^- | <500 |

Συγκέντρωση Θειικών SO_4^{-2}

Τα θειικά προέρχονται από την διάλυση του CaSO_4 της γύψου και του ανυδρίτη. Προέρχονται επίσης από την οξείδωση των πυριτών που εμφανίζονται σε αργίλικά και άλλα πετρώματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρουσιάζονται μειωμένα λόγω αναγωγής τους εξαιτίας μικροβιολογικών αντιδράσεων. Μερικές πηγές προέλευσής τους είναι και τα αστικά- βιομηχανικά απόβλητα. (Μαυρίκος, 2009)

**Πίνακας 8. Συγκεντρώσεις Θειικών σε αρδευτικό νερό.
Πηγή : (ΠΕΓΕΑΑ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|--------------------|--------------------|
| SO_4^{-2} | <100 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

- Στην άρδευση δεν δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα.
- Σε συνδυασμό με Ca^{++} και HCO_3^- σχηματίζει εσωτερική κρούστα στους σωλήνες άρδευσης.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις σε νερά από πηγάδια που επηρεάζονται από απόβλητα.
- Συγκεντρώσεις >500 ppm δίνουν πικρή γεύση στο νερό, ενώ >1.000, έχουν καθαρτικές ιδιότητες. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Συγκέντρωση Νιτρικών NO_3^-

Η νιτρική ρίζα προέρχεται από αζωτούχες ενώσεις μέσα από πολύπλοκες διαδικασίες που περιλαμβάνονται στις διεργασίες της αμμωνιοποίησης και της αζωτοποίησης. Οι διαδικασίες αυτές συντελούνται πάνω από την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, στην εδαφική κυρίως ζώνη, όπου αφθονούν τα οργανικά υλικά και το οξυγόνο. Οι αζωτούχες ενώσεις μπορούν σε υδατικό περιβάλλον να μετασχηματισθούν από μια μορφή σε μια άλλη με έναν αριθμό σύνθετων αντιδράσεων στις οποίες υπεισέρχονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες. Η νιτρική ρίζα ιδιαίτερα παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα στο υπόγειο νερό. Το διαλυμένο άζωτο με την μορφή της νιτρικής ρίζας είναι ο πιο διαδεδομένος ρυπαντής που αναγνωρίζεται στο υπόγειο νερό. Η μεγάλη διάδοσή του οφείλεται στην επιφανειακή και υπόγεια απόρριψη οικιστικών λυμάτων και στις γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες (αζωτούχα και νιτρικά λιπάσματα, απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων κ.α.)

Σε περιεκτικότητα μεγαλύτερη των 50ppm μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας στα παιδιά, ενώ νεώτεροι ερευνητές κατεβάζουν το όριο αυτό στα 15ppm θεωρώντας τις νιτρικές ρίζες καρκινογόνες. (Μαυρίκος, 2009)

Πίνακας 9. Συγκεντώσεις Νιτρικών σε αρδευτικό νερό.
Πηγή : (ΠΕΓΕΑΑ Ξυλοκάστρου ,Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| NO₃⁻ | <20 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

- Δεν δημιουργούν προβλήματα στην άρδευση.
- Υψηλή συγκέντρωση είναι ένδειξη ρύπανσης.
- Σε συγκεντρώσεις >50 ppm, να λαμβάνεται υπόψη στην αζωτούχο λίπανση.
- Συγκεντρώσεις >50 ppm, δίνουν πικρή γεύση στο νερό. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

4.5 Κατιόντα αρδευτικού νερού

Τα κύρια κατιόντα του αρδευτικού νερού είναι:

Ασβέστιο Ca⁺⁺, Μαγνήσιο Mg⁺⁺, Κάλιο K⁺, Νάτριο N⁺, Αμμωνιακά NH₄⁺.

Συγκεντρώσεις Ca⁺⁺ και Mg⁺⁺

Η προέλευση των ιόντων του ασβεστίου στα υπόγεια νερά οφείλεται στα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα και στα μάρμαρα. Σε πολλά φυσικά νερά το ασβέστιο είναι το κύριο κατιόν. (Μαυρίκος, 2009).

Το μαγνήσιο προέρχεται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα που περιέχουν άφθονο μαγνησίτη (MgCO₃) και δολομίτη (CaCO₃,MgCO₃) αλλά και από ορισμένα πυριτικά

ορυκτά όπως ο ολιβίνης και οι χλωρίτες, καθώς και από αργιλικά πετρώματα στα οποία απαντά υπό μορφή Mg^{++} προσροφημένων στο πλέγμα των αργιλικών ορυκτών. Το ασβέστιο όπως και το νάτριο δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρύπος των υπογείων νερών, έχει όμως άμεση σχέση με την καταλληλότητα του νερού για συγκεκριμένες χρήσεις. (Μαυρίκος, 2009)

**Πίνακας 10. Συγκεντρώσεις Ασβεστίου και Μαγνησίου σε αρδευτικό νερό.
Πηγή: (ΠΕΓΕΑΑ
Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|-----------|-----------------------|
| Ca^{++} | <200 |
| Mg^{++} | <30 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

Ca^{++} :

- Οι υψηλές τιμές δεν δημιουργούν πρόβλημα στην άρδευση των φυτών.
- Σε συνδυασμό με CO_3^{-2} , HCO_3^{-} και SO_4^{-2} προκαλούν φράξιμο των μπεκ.
- Σε συνδυασμό με ιόντα λιπαρών οξέων, δεν σχηματίζεται αφρός.

Mg^{++} :

- Τιμές >150 ppm αυξάνουν επικίνδυνα την EC.
- Τιμές >100 ppm να λαμβάνονται υπόψη στη λίπανση, ιδιαίτερα στα θερμοκήπια.
- Συγκέντρωση >50 ppm, χαρακτηρίζουν το νερό ως μεταλλικό. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Συγκεντρώσεις K^+ και Na^+

Το κάλιο προέρχεται κυρίως από την αποσάθρωση των καλιούχων αστρίων και είναι συνδεδεμένο με πετρώματα που περιέχουν ορθόκλαστο ενώ συχνά βρίσκεται σε ιζηματογενείς σχιστόλιθους. Η μεγαλύτερη ποσότητα του νατρίου είναι συνδεδεμένη με τα πλαγιόκλαστα, ενώ σε μικρές ποσότητες βρίσκεται στα ανθρακικά πετρώματα.

Οι αργιλικοί σχιστόλιθοι και τα ορυκτά των αργίλων, λόγω της ιοντοανταλλακτικής τους ικανότητας, προσδίδουν στα υπόγεια νερά σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε ιόντα νατρίου. Στα ανθρακικά πετρώματα το νάτριο βρίσκεται συνήθως σε πολύ μικρές ποσότητες. Επίσης εμφανίζεται ως το αφθονότερο μεταλλικό ιόν στο θαλασσινό νερό, ενώ στα υπόγεια νερά αντιπροσωπεύει μικρό αριθμό mg/l. Δεν αυξάνει την σκληρότητα του νερού. Οι ενώσεις του νατρίου, λόγω υψηλής περιεκτικότητας, δεν καταβυθίζονται και δεν δημιουργούν προβλήματα στις γεωτρήσεις.

Η περιεκτικότητα του νερού σε νάτριο έχει ιδιαίτερη σημασία όταν αυτό προορίζεται για αρδευτικές χρήσεις. (Μαυρίκος, 2009)

Πίνακας 18. Συνήθεις συγκεντρώσεις Καλίου και Νατρίου σε αρδευτικό νερό.
Πηγή : (ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου ,Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|--------|-----------------------|
| K^+ | <10 |
| Na^+ | <200 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

K^{++}

- Δεν δημιουργεί προβλήματα στα φυτά ή στο έδαφος.
- Οι υψηλές τιμές προϋποθέτουν ρύπανση από χοιροστάσια, βόθρους ή κτηνοτροφικά εργοστάσια (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Na⁺:

- Υψηλές τιμές προκαλούν διασπορά των κολλοειδών σωματιδίων του εδάφους και υποβαθμίζουν τις φυσικοχημικές του ιδιότητες.
- Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν τοξικότητα στα φυτά (κάψιμο στην περιφέρεια των φύλλων).
- Αξιολόγηση με βάση το κριτήριο SAR (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Συγκέντρωση Αμμωνιακών NH₄⁺

**Πίνακας 19. Συγκέντρωση Αμμωνιακών σε αρδευτικό νερό.
Πηγή : (ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|------------------------------|--------------------|
| NH ₄ ⁺ | Ίχνη |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

- Υψηλές τιμές δηλώνουν μολύνσεις από αποδόμηση οργανικών ουσιών, ουρίας, κ.λ.π.
- Δεν δημιουργούν προβλήματα στα φυτά. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

4.6 Ιγνοστοιχεία αρδευτικού νερού

Οι συγκεντρώσεις τους στα νερά είναι συνήθως μικρότερες του 1mg/lt. Τα συνηθέστερα είναι: Σίδηρος, Στρόντιο, Βόριο, Βρώμιο, Ιώδιο, Χρώμιο, Χαλκός, Κοβάλτιο, Μόλυβδος, Μαγγάνιο, Νικέλιο και Φωσφορικά. (Μαυρίκος, 2009)

**Πίνακας 20 Συγκεντρώσεις Fe, Mn και B στο αρδευτικό νερό.
Πηγή :(ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ιόν | Συνήθης τιμή (ppm) |
|--|-------------------------------|
| Fe⁺⁺, ⁺⁺⁺ | <0,5 |
| Mn⁺⁺ | <0,2 |
| B | <1 |

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

Fe :

- Σε συνθήκες μόλυνσης με βιομηχανικά απόβλητα, μπορεί να φτάσει και τα 6.000 ppm.
- Σε συγκεντρώσεις >0,1 ppm και μετά από έκθεση στον αέρα, προκαλεί φράξιμο στους σωλήνες άρδευσης και στα μπεκ.
- Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν θολότητα αφήνοντας έγχρωμες κηλίδες (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

Mn :

- Σε συγκεντρώσεις > 0,2 ppm, καθιζάνει με τη βοήθεια του O₂
- Σε συγκεντρώσεις > 0,5 ppm, είναι τοξικό. (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Παρατηρήσεις –Σχόλια:

B :

- Η διαφορά μεταξύ τροφοπενίας και τοξικότητας είναι πολύ μικρή.
- Μπορεί να ανιχνευθεί σε υψηλές συγκεντρώσεις σε μερικά παρθένα και αλατούχα εδάφη.
- Ταξινόμηση και αντοχή φυτών (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

**Πίνακας 21. Ταξινόμηση του αρδευτικού νερού με βάση το Βόριο.
Πηγή :(ΠΕΓΕΕΑΑ Ξυλοκάστρου ,Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)**

| Ποιότητα νερού | Φυτά Ευαίσθητα | Φυτά Ημιανθεκτικά | Φυτά Ανθεκτικά |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Εξαιρετικό | <0,33 | <0,67 | <1,00 |
| Καλό | 0,33-0,67 | 0,67-1,33 | 1,00-2,00 |
| Αποδεκτό | 0,67-1,00 | 1,33-2,00 | 2,00-3,00 |
| Αμφίβολο | 1,00-1,25 | 2,00-2,50 | 3,00-3,75 |
| Ακατάλληλο | >1,25 | >2,50 | <3,75 |

Πίνακας 22. Ταξινόμηση φυτών με βάση την αντοχή τους στο Βόριο.
Πηγή : (ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου, Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας.

| Ευαίσθητα | Ημιανθεκτικά | Ανθεκτικά |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Λεμονιά Πορτοκαλιά | Φασόλια (Lima) | Καρότο |
| Γκρέιπ φρουτ | Γλυκοπατάτα | Μαρούλι |
| Αβοκάντο | Πιπεριά | Λάχανο |
| Βερυκοκιά | Ντομάτα | Κουκιά |
| Ροδακινιά | Κολοκυθιά | Κρεμμύδι |
| Κερασιά | Βρώμη | Φασόλι (Broad) |
| Μηλιά | Καλαμπόκι | Γλαδίολος |
| Αχλαδιά | Σιτάρι | Μηδική |
| Δαμασκηνιά | Κριθάρι | Τεύτλα |
| Φασόλια (Navy) | Ελιά | Χουρμαδιά |
| Αγκινάρα | Μπιζέλι | Σπαράγγι |
| Καρυδιά | Μπιζέλι Βαμβάκι Πατάτα | |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων αναλύσεων αρδευτικού νερού στον Ν. Μεσσηνίας

Οι αναλύσεις αφορούν δείγματα αρδευτικού νερού που ελήφθησαν από διάφορες περιοχές του νομού Μεσσηνίας από υδροληψίες (επιφανειακά ύδατα, γεωτρήσεις, πηγάδια). Οι δειγματοληψίες έγιναν με ορθό τρόπο όπως περιγράφεται στην σελίδα 21. Οι προσδιορισμοί των στοιχείων πραγματοποιήθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας σύμφωνα με τα διεθνή αναλυτικά πρότυπα.

Η αξιολόγηση αφορά τις εξής παραμέτρους : pH, EC, SAR, Ca^{++} , Mg^+ , Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{4-} , HCO_3^- , NO_3^- και πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση σύμφωνα με την βιβλιογραφία που αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια.

Κρίθηκε σωστό η αξιολόγηση να γίνει ανά Δήμο έτσι ώστε να εστιασθούν περισσότερο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού στις επιμέρους περιοχές της Μεσσηνίας, αναλυτικά οι δήμοι από τους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι υδροληψίες και αξιολογήθηκαν είναι οι εξής 1. Δήμος Καλαμάτας, 2. Δήμος Μεσσήνης, 3. Δήμος Τριφυλίας, 4. Δήμος Πύλου Νέστορος, 5. Δήμος Οιχαλίας, 6. Δήμος Μεσσηνιακής Μάνης.

Αφορούν κυρίως καλλιέργειες ελιάς, αμπελιού, κηπευτικών, εσπεριδοειδών, πατάτας και καλλωπιστικών φυτών.



Εικόνα 6. Χάρτης Νομού Μεσσηνίας.
 Πηγή : trifylianews.blogspot.com

5.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων αρδευτικού νερού στον Ν. Μεσσηνίας

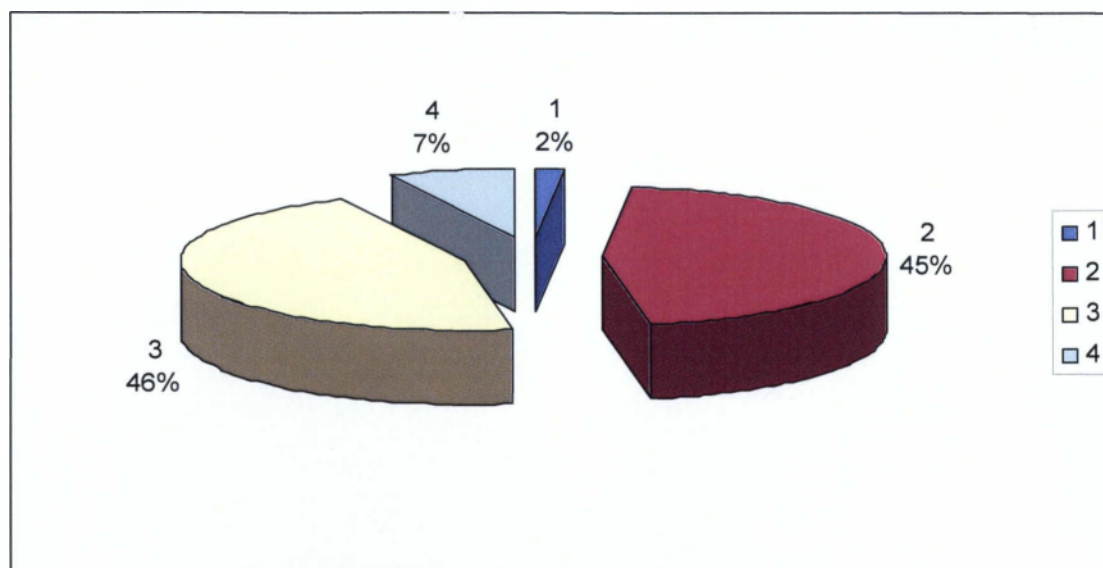
5.1.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Καλαμάτας.

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 55 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες του Δ. Καλαμάτας.

ρΗ του αρδευτικού νερού στον Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 23. ρΗ Αρδευτικού νερού Δ. Καλαμάτας

| ρΗ | Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7) | Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 1,8% | 45,5% | 45,5% | 7,2% |



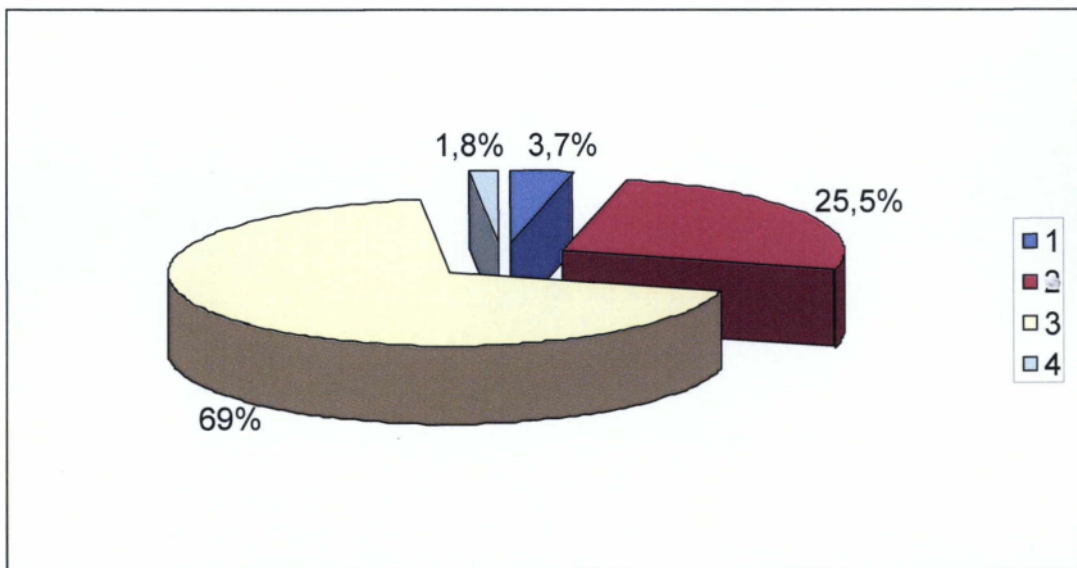
Εικόνα 7. Διαγραμματική απεικόνιση του ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας (1. Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5).

Στην εικόνα 7 παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Καλαμάτας σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ασθενώς αλκαλικό 46% και σε ουδέτερο pH 45% και σε μικρότερα ποσοστά 7% μέτρια αλκαλικά και τέλος 2% ασθενώς όξινα.

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

Πίνακας 11. EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Καλαμάτας

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 3,7% | 25,5% | 69% | 1,8% |



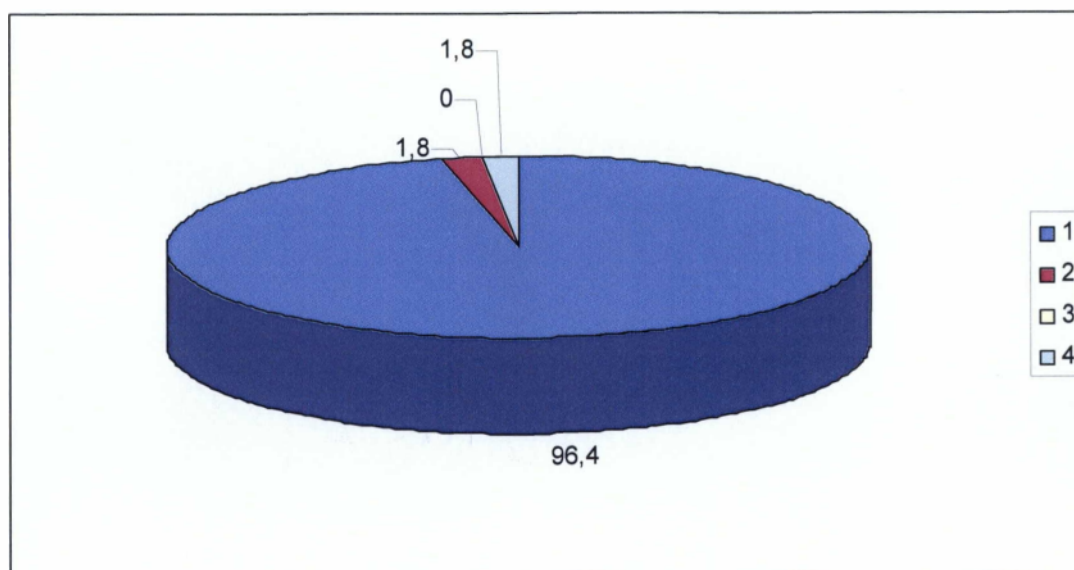
Εικόνα 8. Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Καλαμάτας.
(1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 8 παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Καλαμάτας είναι κατηγορίας C 3 σε ποσοστό 69%, C 2 σε ποσοστό 25,5%, C 1 σε ποσοστό 3,7% και C 4 σε ποσοστό 1,8%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Καλαμάτας

Πίνακας 25. SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|--------------------------------|--|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνος νατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 96,4% | 1,8% | 0% | 1,8% |



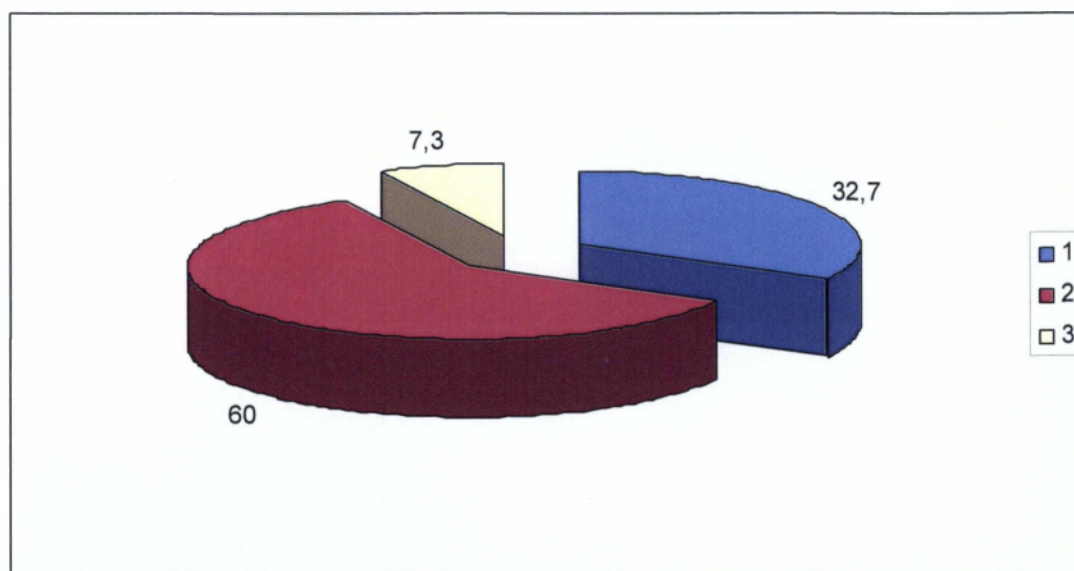
Εικόνα 9. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 9. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας σε μεγαλύτερο ποσοστό 96,4% ανήκουν στην **κατηγορία 1**, 1,8% στην **κατηγορία 2**, 0% στην **κατηγορία 3** και τέλος 1,8% στην **κατηγορία 4**.

Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 26. Συγκέντρωση Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| Ca^{++} | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | 32,7% | 60% | 7,3% |



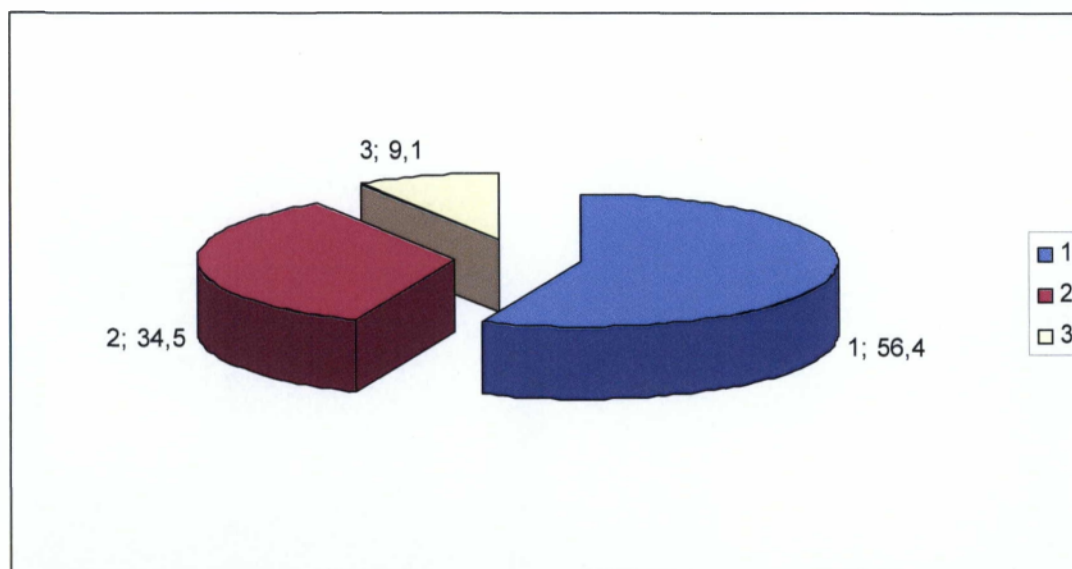
Εικόνα 10. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 10. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 60% σε μεσαία συγκέντρωση, 32,7% σε χαμηλή συγκέντρωση και τέλος 7,3% σε υψηλή συγκέντρωση.

Mg^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

Πίνακας 12. Συγκέντρωση Mg^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| Mg^{++} | Χαμηλή <30 ppm | Μεσαία 30-50 ppm | Υψηλή >50 ppm |
|-----------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 56,4% | 34,5% |



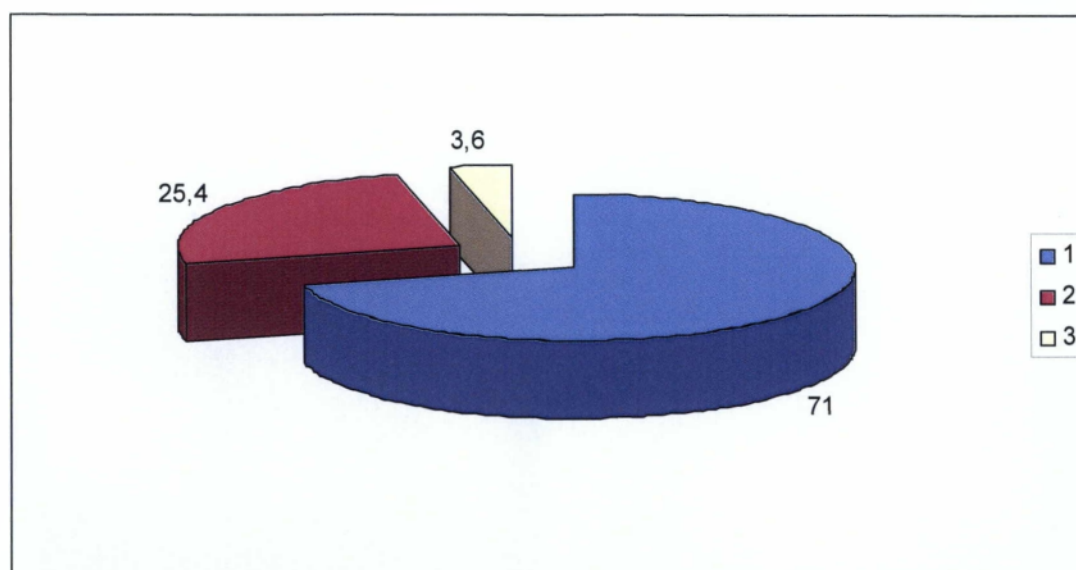
Εικόνα 11. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 11. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται κατά 56,4% σε χαμηλή συγκέντρωση, 34,5% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 9,1% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 13. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 71% | 25,4% | 3,6% |



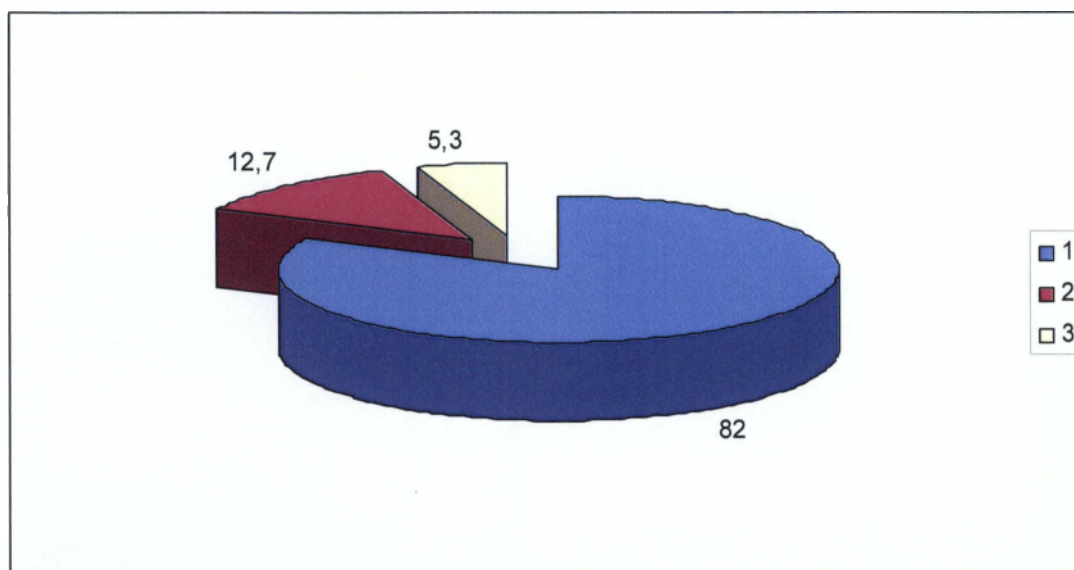
Εικόνα 12. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας
(1=Χαμηλή συγκέντωση, 2= Μεσαία συγκέντωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 12. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του Δ. Καλαμάτας σε μεγαλύτερο ποσοστό 71% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 25,4%μεσαία συγκέντρωση και 3,6% υψηλή συγκέντρωση.

NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 29. Συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

| NH ₄ ⁺ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | | 82% | 12,7% |



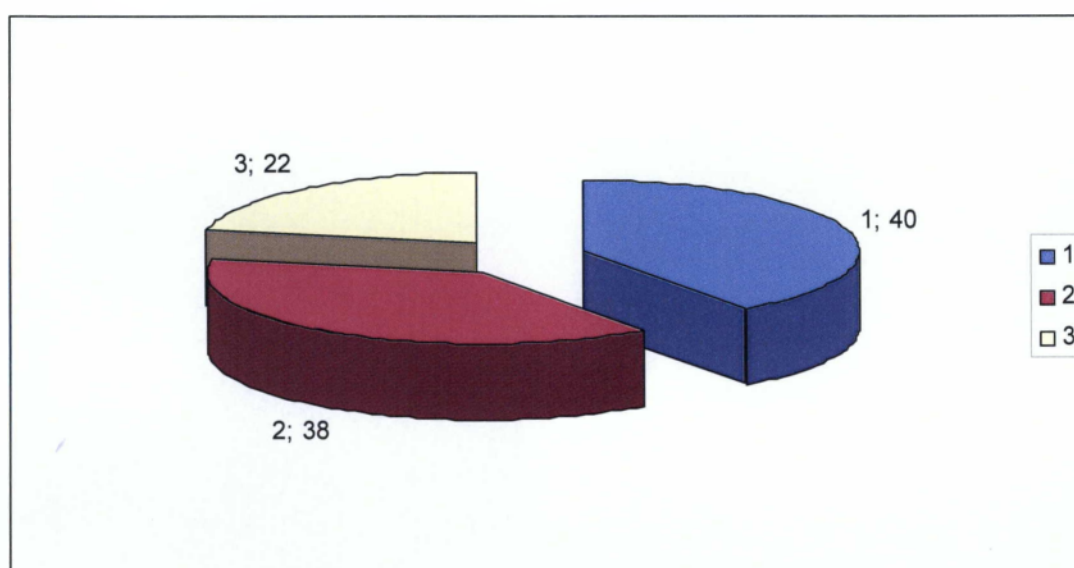
Εικόνα 13. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH₄⁺, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 13. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 82% σε χαμηλή συγκέντρωση, 12,7% σε μεσαία συγκέντρωση και 5,3% σε υψηλή συγκέντρωση.

Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 30. Συγκέντρωση του Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

| Cl ⁻ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 40% | 38% | 22% |



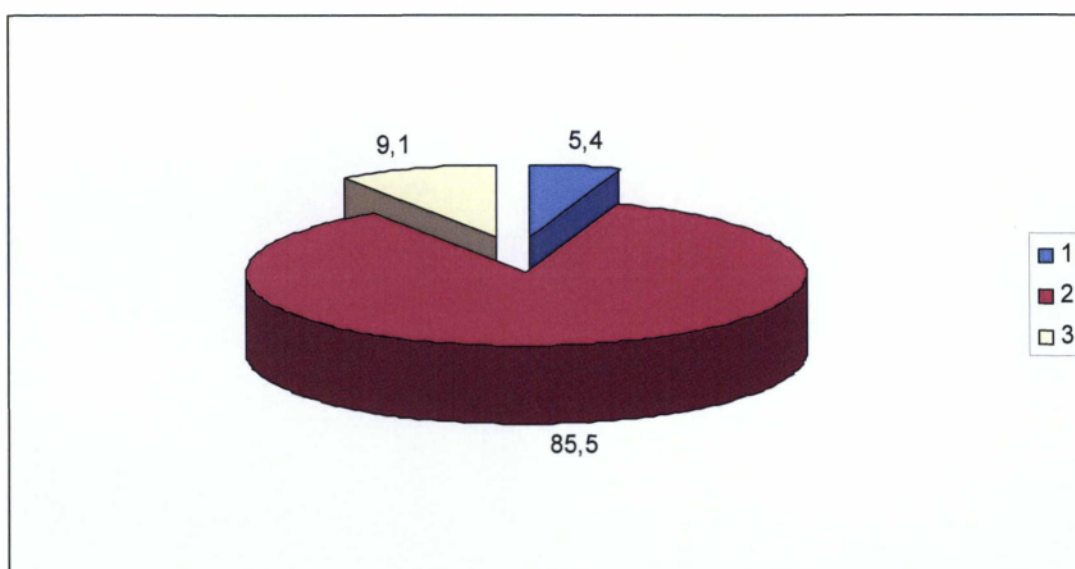
Εικόνα 14. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας (1= Χαμηλή συγκέντρωση Cl⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 14. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 40% σε χαμηλή συγκέντρωση, 38% σε μεσαία συγκέντρωση και 22% σε υψηλή συγκέντρωση.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 31. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-400 ppm | Υψηλή >400 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 5,4% | 85,5% | 9,1% |



Εικόνα 15. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

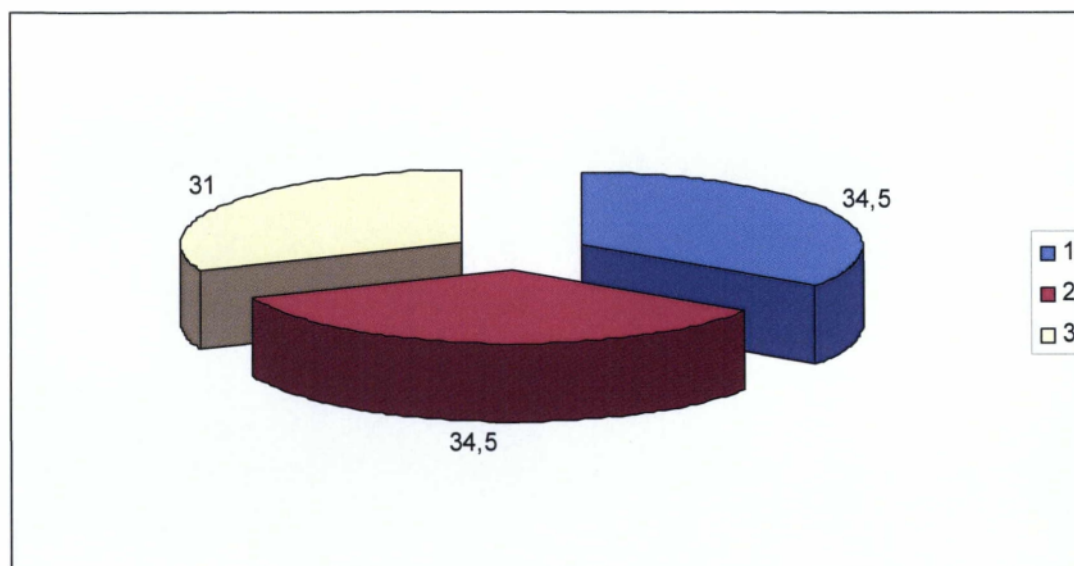
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 15. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 85,5% σε μεσαία συγκέντρωση, 9,1% σε χαμηλή συγκέντρωση και 5,4% σε υψηλή συγκέντρωση.

$S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 32. Συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

| $S0_4^-$ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 34,5% | 34,5% |



Εικόνα 16. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

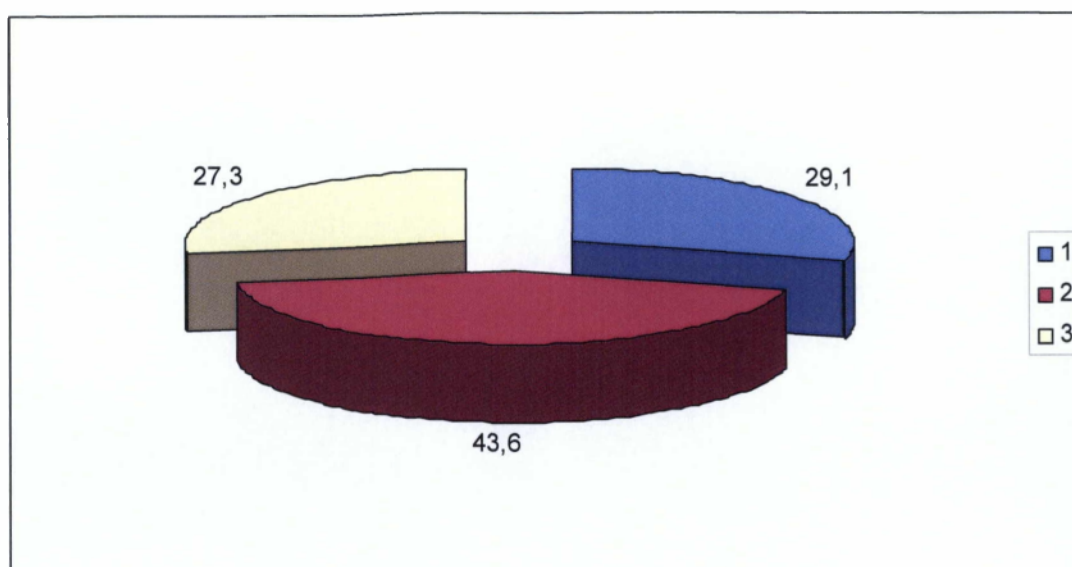
(1= Χαμηλή συγκέντρωση $S0_4^-$, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 16. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 34,5% σε μεσαία συγκέντρωση, 34,5% σε χαμηλή συγκέντρωση και 31% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας

Πίνακας 33. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 29,1% | 43,6% |



Εικόνα 17. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας.

(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 17. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Καλαμάτας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 43,6% σε μεσαία συγκέντρωση, 29,1% σε χαμηλή συγκέντρωση και 27,3% σε υψηλή συγκέντρωση.

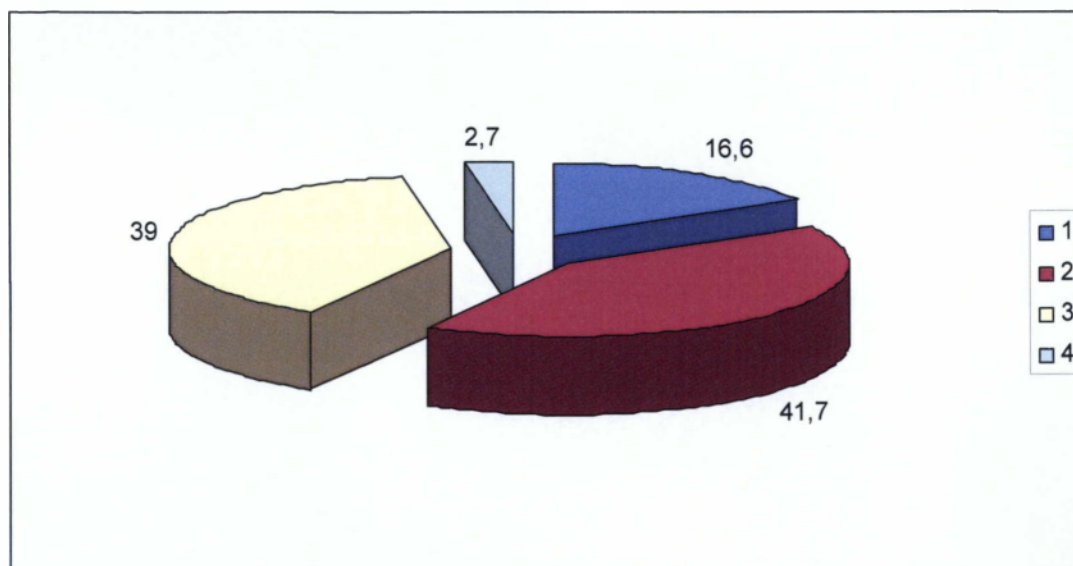
5.1.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Μεσσήνης.

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 36 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες το Δ. Μεσσήνης.

ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 34. ρΗ Αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| ρΗ | Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7) | Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 16,6% | 41,7% | 39% | 2,7% |



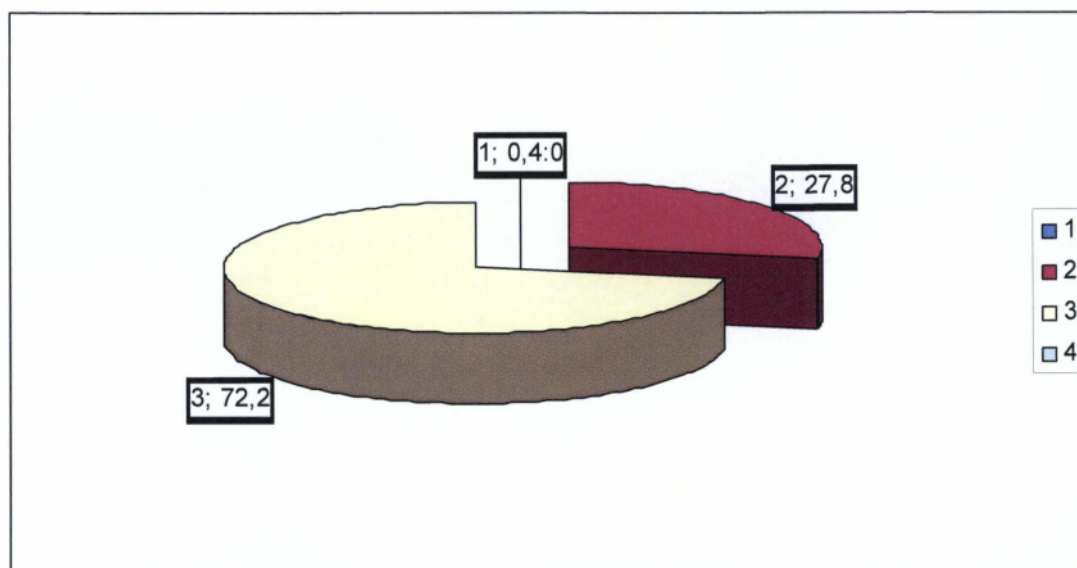
Εικόνα 18. Εικόνα 19. Διαγραμματική απεικόνιση του ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης (1. Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5).

Στην εικόνα 18 παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Μεσσήνης σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ουδέτερο 41,7% και σε ασθενώς αλκαλικό pH 39% και σε μικρότερα ποσοστά 16,6% ασθενώς όξινα και τέλος 2,7% μέτρια αλκαλικά.

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 14. EC του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 0% | 27,8% | 72,2% | 0% |



Εικόνα 20. Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Μεσσήνης.

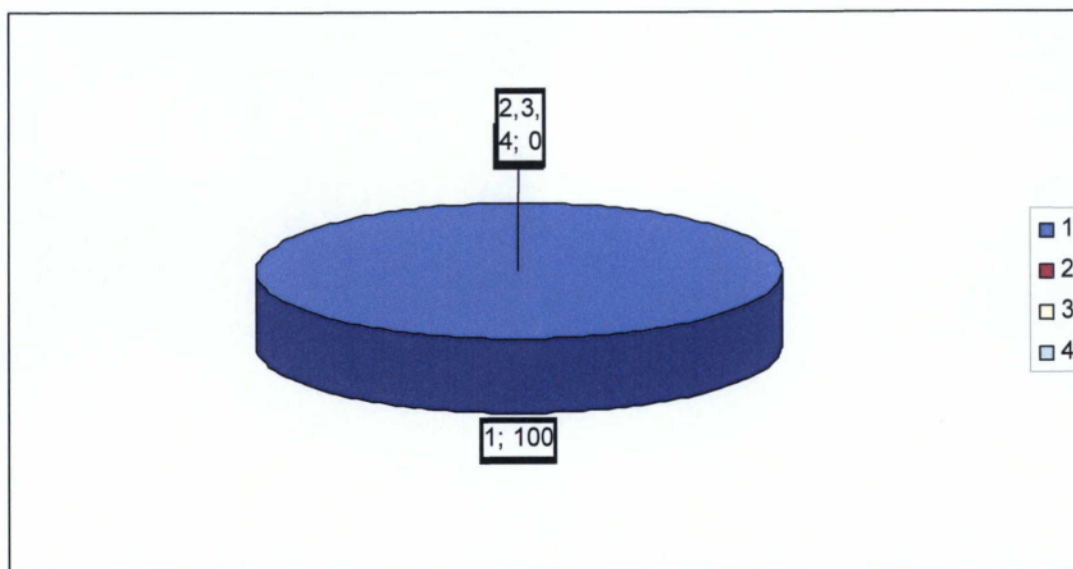
(1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 20 παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Μεσσήνης είναι κατηγορίας C 3 σε ποσοστό 72,2%, C 2 σε ποσοστό 27,8%, C 1 σε ποσοστό 0% και C 4 σε ποσοστό 0%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Μεσσήνης

Πίνακας 15. SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Μεσσήνης

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|-----------------------------------|--|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνος νατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 100% | 0% | 0% | 0% |



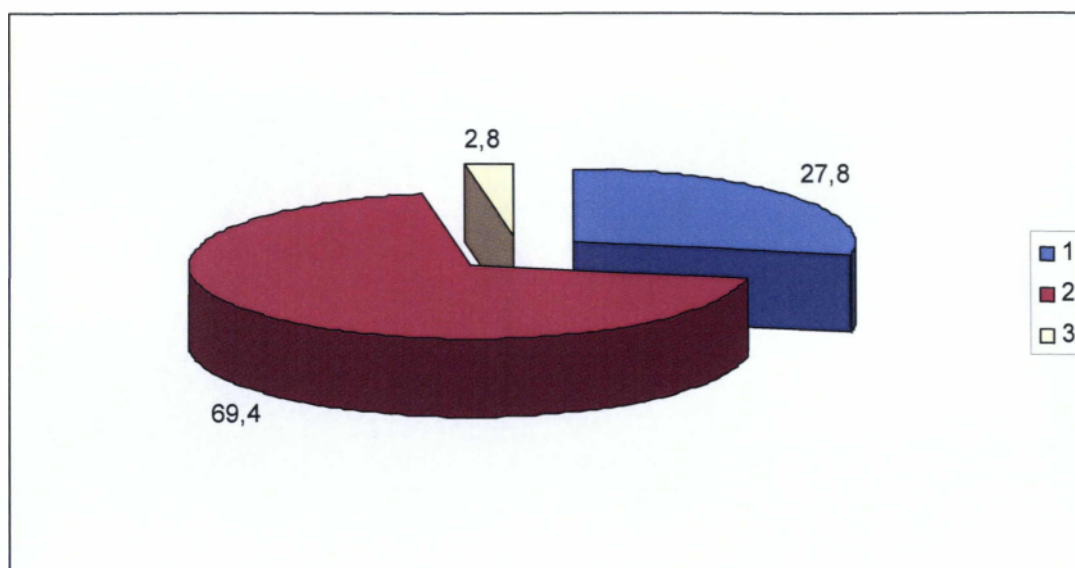
Εικόνα 21. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 21. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης σε μεγαλύτερο ποσοστό 100% ανήκουν στην **κατηγορία 1**, 0% στην **κατηγορία 2** 0% στην **κατηγορία 3** και τέλος 0% στην **κατηγορία 4**.

Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 16. Συγκέντρωση Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| Ca^{++} | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|-----------|-------------------|----------------------|------------------|
| | 27,8% | 69,4% | 2,8% |



Εικόνα 22. . Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης.

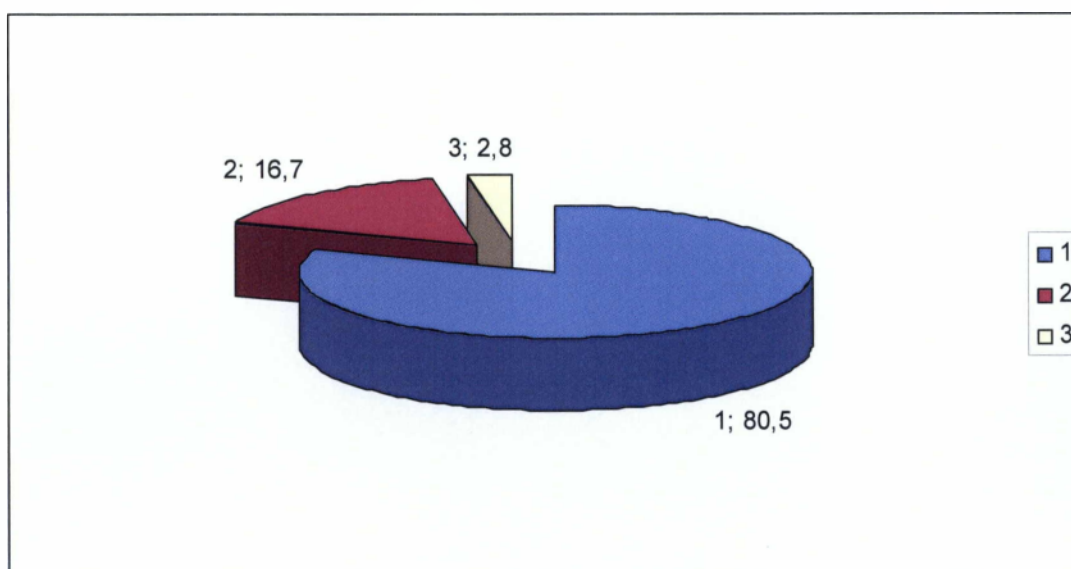
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 22. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca^{++} του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 69,4% σε **μεσαία συγκέντρωση**, 27,8% σε **χαμηλή συγκέντρωση** και τέλος 2,8% σε **υψηλή συγκέντρωση**.

Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ.Μεσσήνης

Πίνακας 38. Συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ.Μεσσήνης

| Mg ⁺⁺ | Χαμηλή <30ppm | Μεσαία 30-50ppm | Υψηλή >50ppm |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | 80,5% | 16,7% | 2,8% |



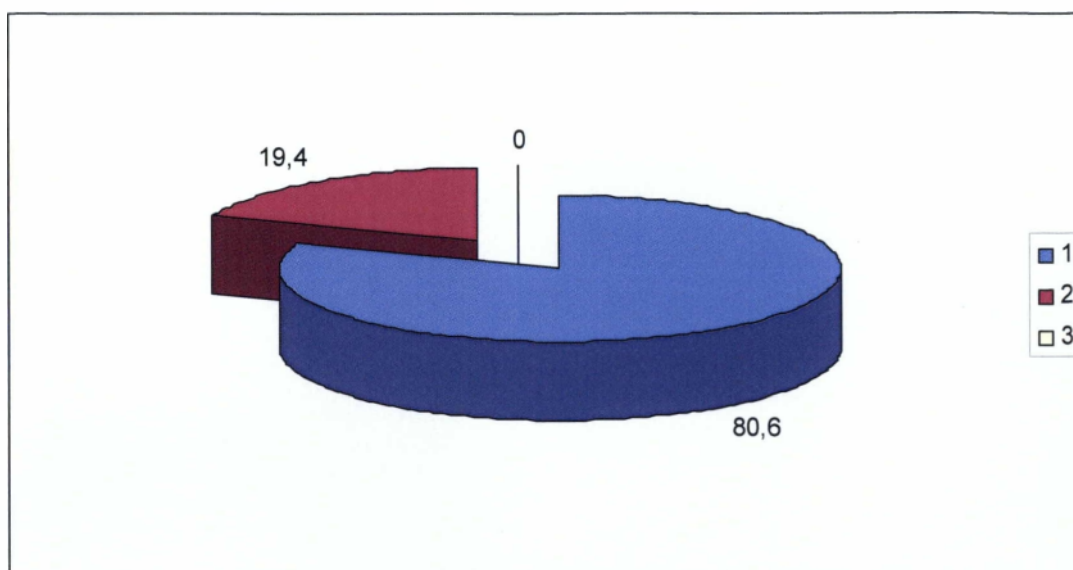
Εικόνα 23. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 23. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται κατά 80,5% σε χαμηλή συγκέντρωση, 16,7% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 2,8% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 17. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 80,6% | 19,4% | 0% |



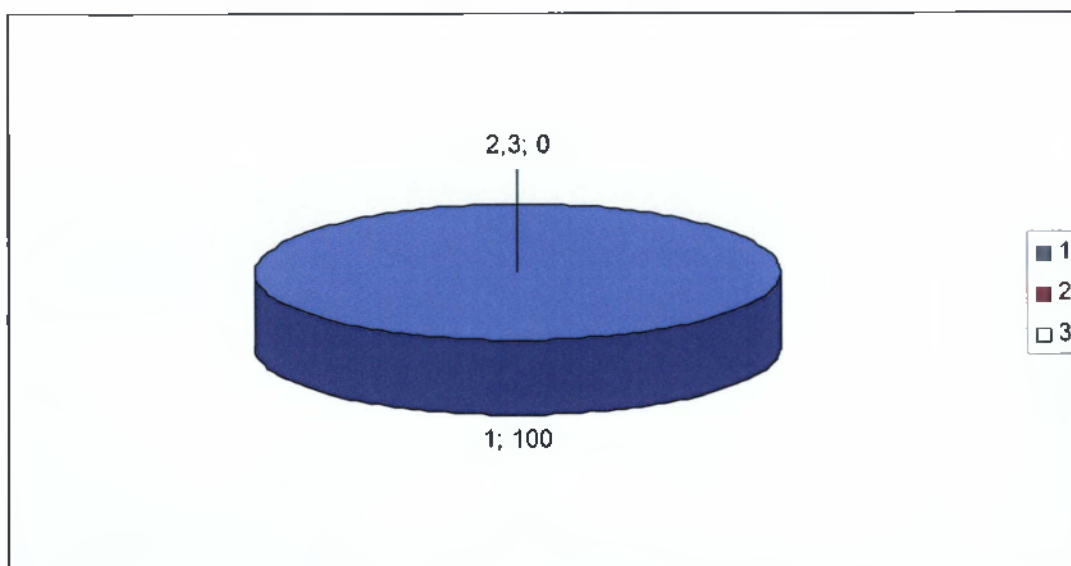
Εικόνα 24. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης
(1=Χαμηλή συγκέντρωση, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 24. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του δήμου Μεσσήνης σε μεγαλύτερο ποσοστό 80,6% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 19,4% μεσαία συγκέντρωση και 0% υψηλή συγκέντρωση.

NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 40. Συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| NH ₄ ⁺ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | | 100% | 0% |



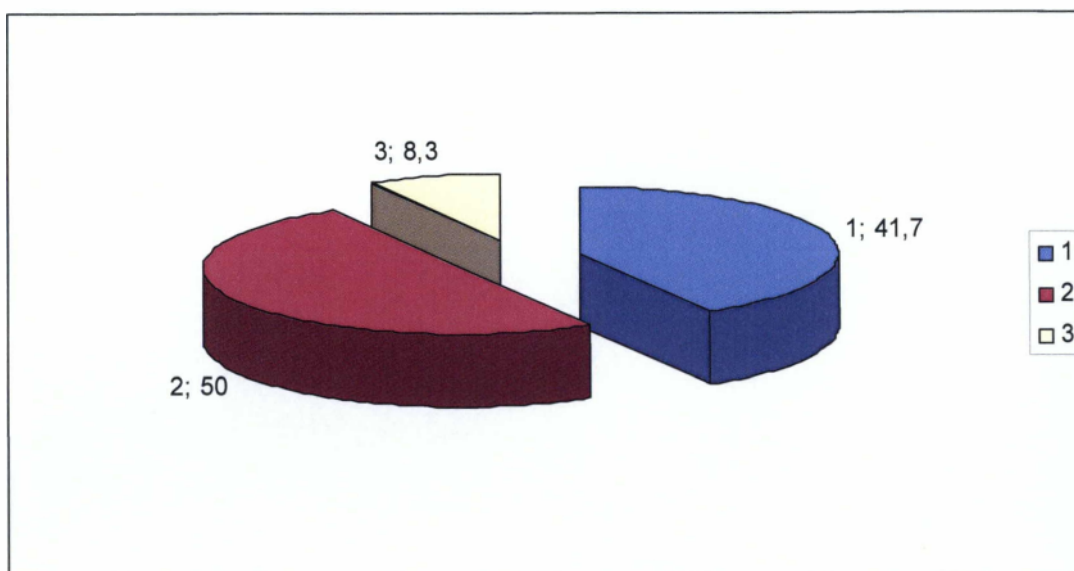
Εικόνα 25. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH₄⁺, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 25. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 100% σε χαμηλή συγκέντρωση, 0% σε μεσαία συγκέντρωση και 0% σε υψηλή συγκέντρωση.

CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 41. Συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| CI | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 41,7% | 50% | 8,3% |



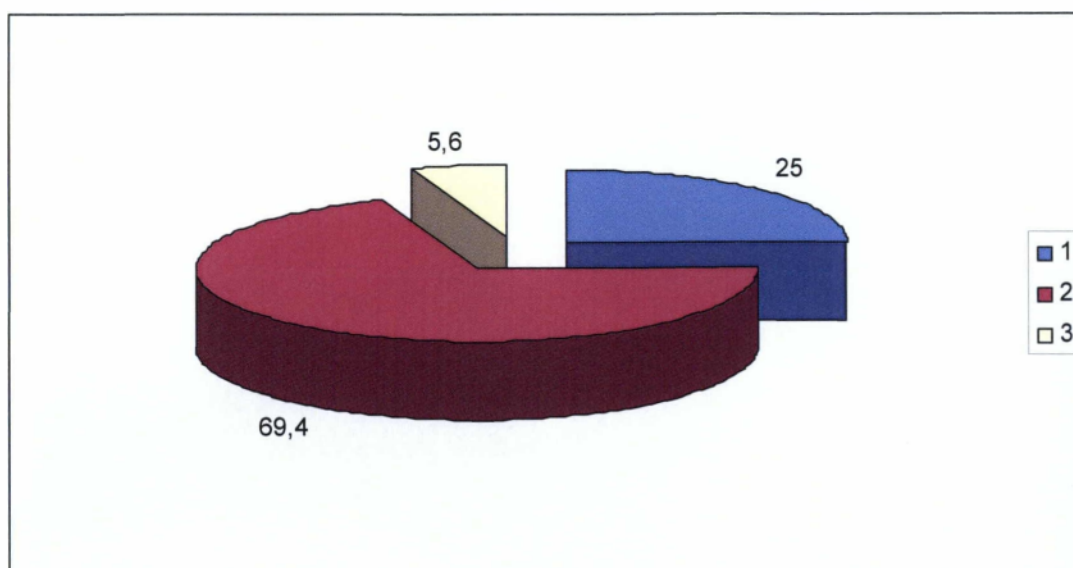
Εικόνα 26. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης (1= Χαμηλή συγκέντρωση CI, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 26. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 50% σε μεσαία συγκέντρωση, 41,7% σε χαμηλή συγκέντρωση και 8,3% σε υψηλή συγκέντρωση.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 42. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-500 ppm | Υψηλή >500 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 25% | 69,4% | 5,6% |



Εικόνα 27. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης.

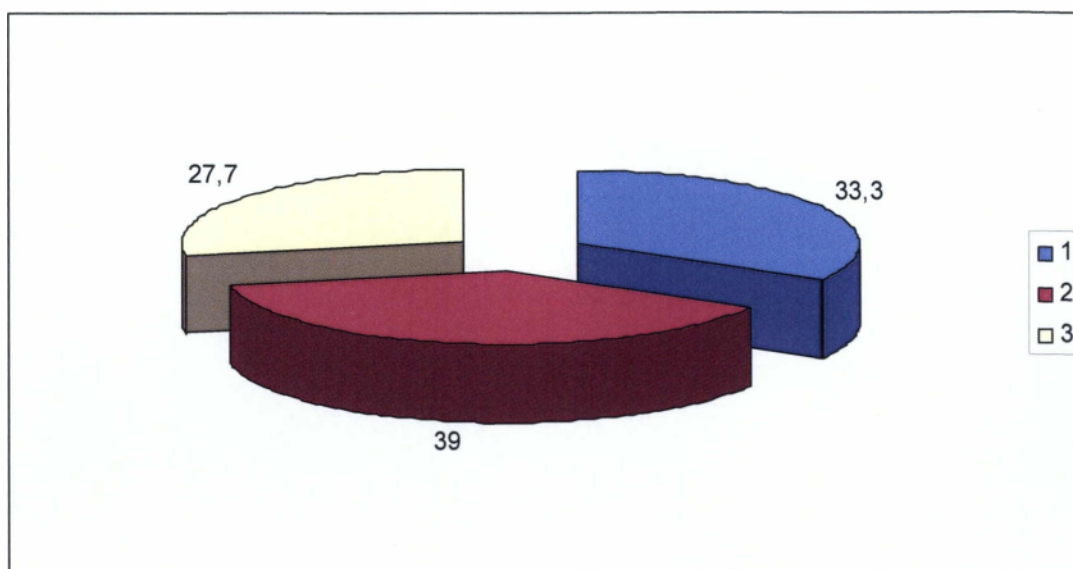
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 27. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 69,4% σε μεσαία συγκέντρωση, 25% σε χαμηλή συγκέντρωση και 5,6% σε υψηλή συγκέντρωση.

$S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 43. Συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| $S0_4^-$ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 33,3% | 39% | 27,7% |



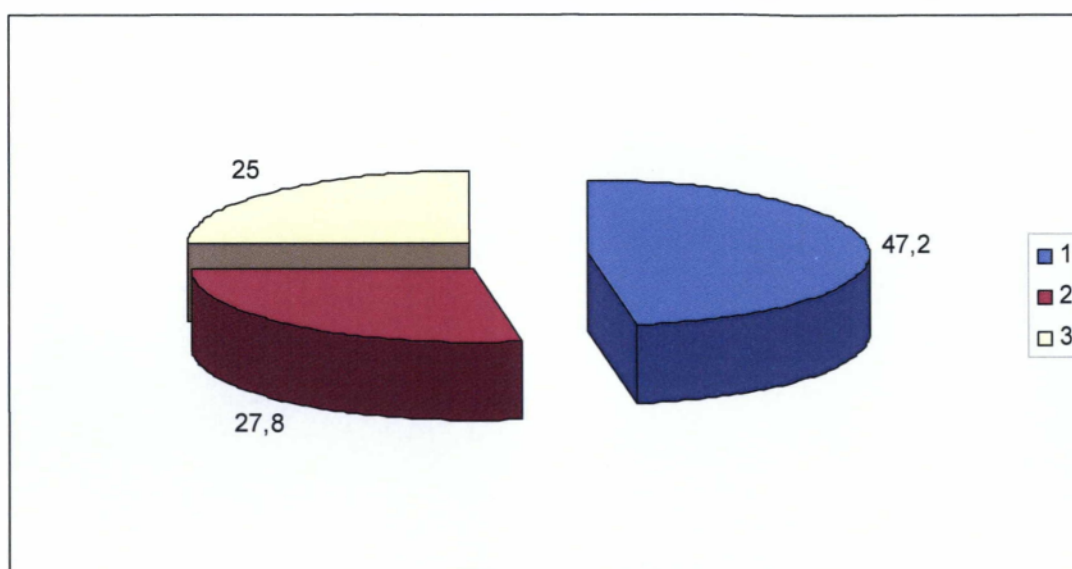
Εικόνα 28. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης
(1= Χαμηλή συγκέντρωση $S0_4^-$, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 28. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 39% σε μεσαία συγκέντρωση, 33,3% σε χαμηλή συγκέντρωση και 27,7% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

Πίνακας 18. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 47,2% | 27,8% |



Εικόνα 29. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης.

(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 29. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσήνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 47,2% σε χαμηλή συγκέντρωση, 27,8% σε μεσαία συγκέντρωση και 25% σε υψηλή συγκέντρωση.

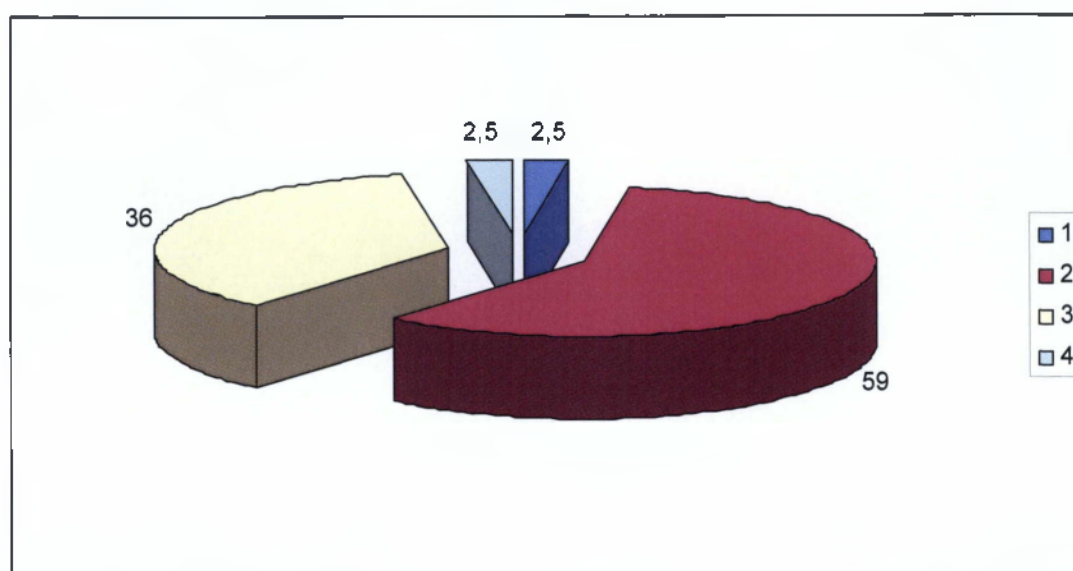
5.1.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Τριφυλίας

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 39 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες του Δ. Τριφυλίας.

ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 45. ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| ρΗ | Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7) | Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 2,5% | 59% | 36% | 2,5% |



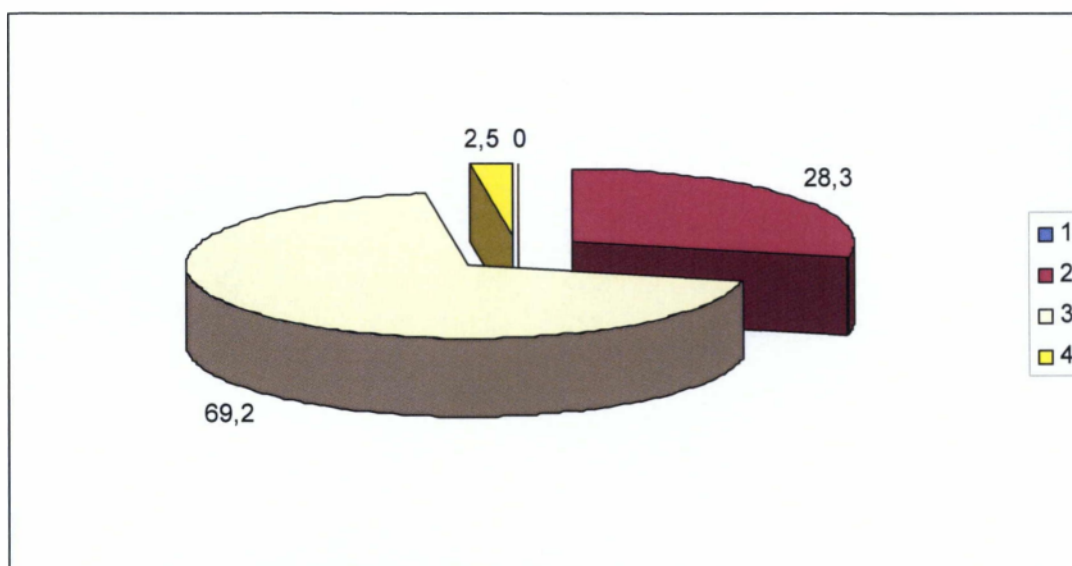
Εικόνα 30. Διαγραμματική απεικόνιση του ρΗ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας
(1. Ασθενώς όξινα ρΗ (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα ρΗ (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά ρΗ (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά ρΗ (7,9-8,5).

Στην εικόνα 30. παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Τριφυλλίας σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ουδέτερο 59% και σε ασθενώς αλκαλικό pH 36% και σε μικρότερα ποσοστά 2,5% ασθενώς όξινα και τέλος 2,5% μέτρια αλκαλικά.

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

Πίνακας 19. EC του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 0% | 28,3% | 69,2% | 2,5% |



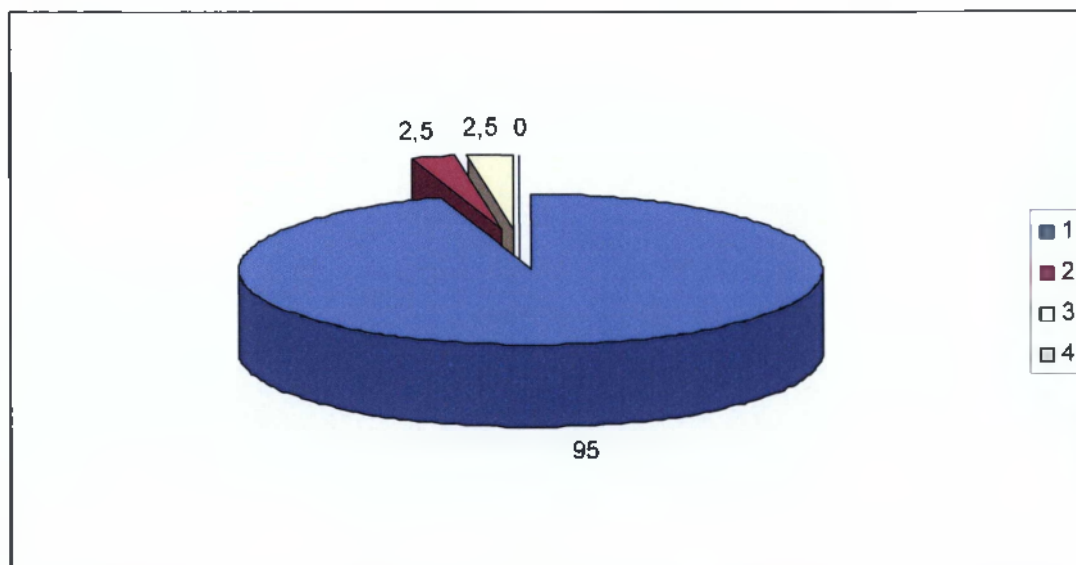
Εικόνα 31. Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Τριφυλλίας (1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 31 παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Τριφυλλίας είναι κατηγορίας C 3 σε ποσοστό 69,2%, C 2 σε ποσοστό 28,3%, C 1 σε ποσοστό 0% και C 4 σε ποσοστό 2,5%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Τριφυλλίας

Πίνακας 20. SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Τριφυλλίας

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|--------------------------------------|---|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνος νατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 95% | 2,5% | 2,5% | 0% |



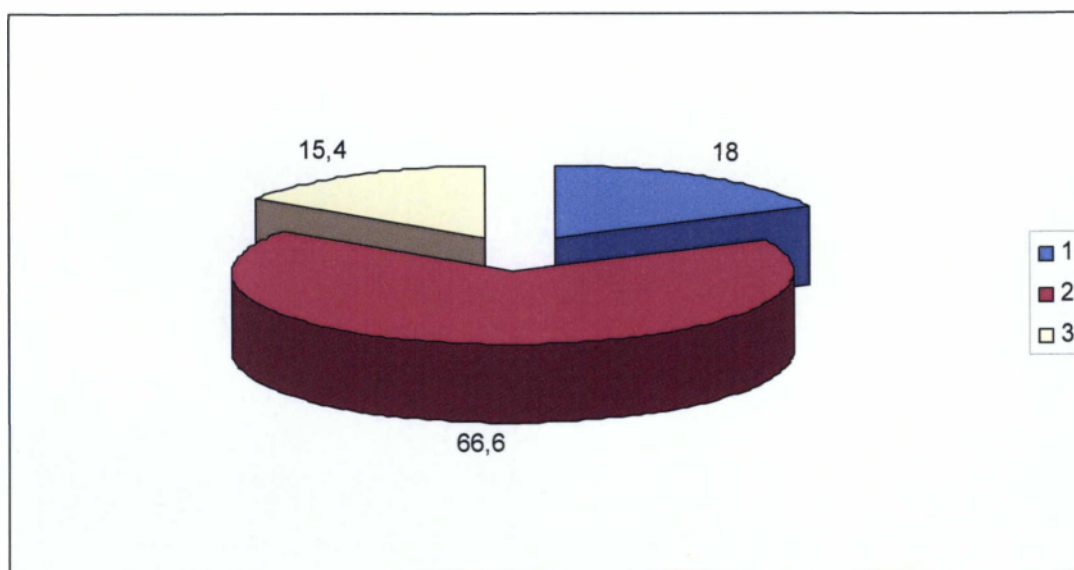
Εικόνα 32. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 32. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας σε μεγαλύτερο ποσοστό 95% ανήκουν στην **κατηγορία 1**, 2,5% στην **κατηγορία 2**, 2,5% στην **κατηγορία 3** και τέλος 0% στην **κατηγορία 4**.

Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 21. Συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| Ca ⁺⁺ | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | 18% | 66,6% | 15,4% |



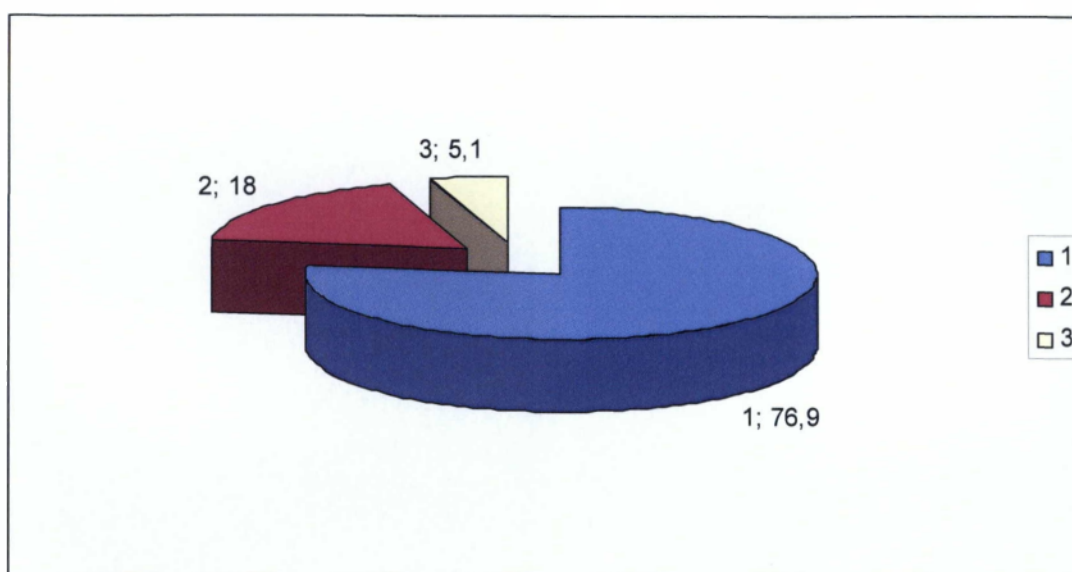
Εικόνα 33. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 33. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 66,6% σε **μεσαίο επίπεδο**, 18% σε **χαμηλό επίπεδο** και τέλος 15,4% σε **υψηλό επίπεδο**.

Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 22. Συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| Mg ⁺⁺ | Χαμηλή <30ppm | Μεσαία 30-50ppm | Υψηλή >50ppm |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | 76,9% | 18% | 5,1% |



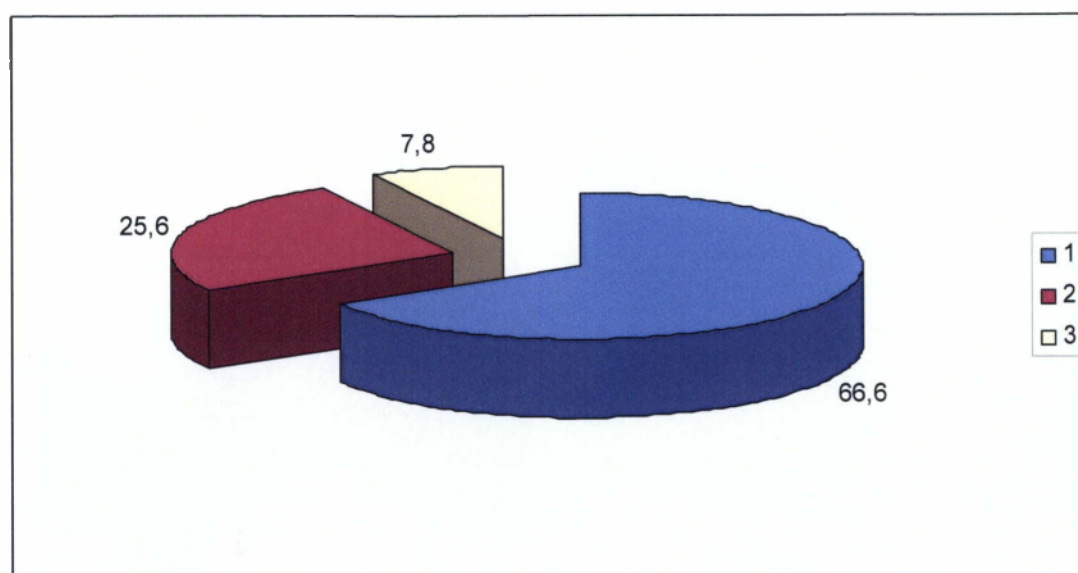
Εικόνα 34. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 34. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας κυμαίνεται κατά 76,9% σε χαμηλή συγκέντρωση, 18% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 5,1% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 50. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 66,6% | 25,6% | 7,8% |



Εικόνα 35. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.

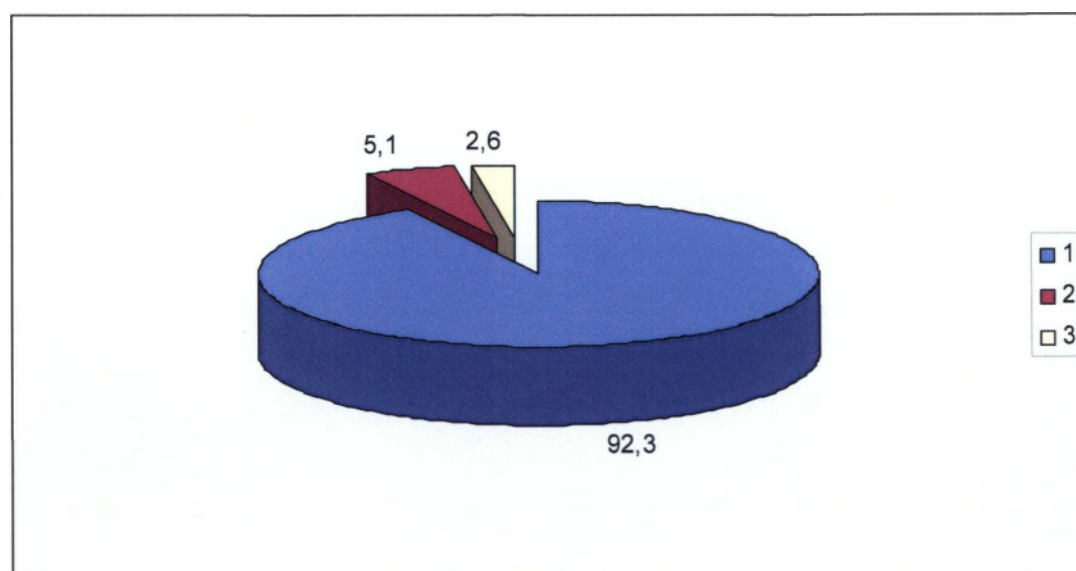
(1=Χαμηλή συγκέντρωση, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 35. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του Δ. Τριφυλίας σε μεγαλύτερο ποσοστό 66,6% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 25,6% μεσαία συγκέντρωση και 7,8% υψηλή συγκέντρωση.

NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

Πίνακας 51. Συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

| NH ₄ ⁺ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | | 92,3% | 5,1% |



Εικόνα 36. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας.

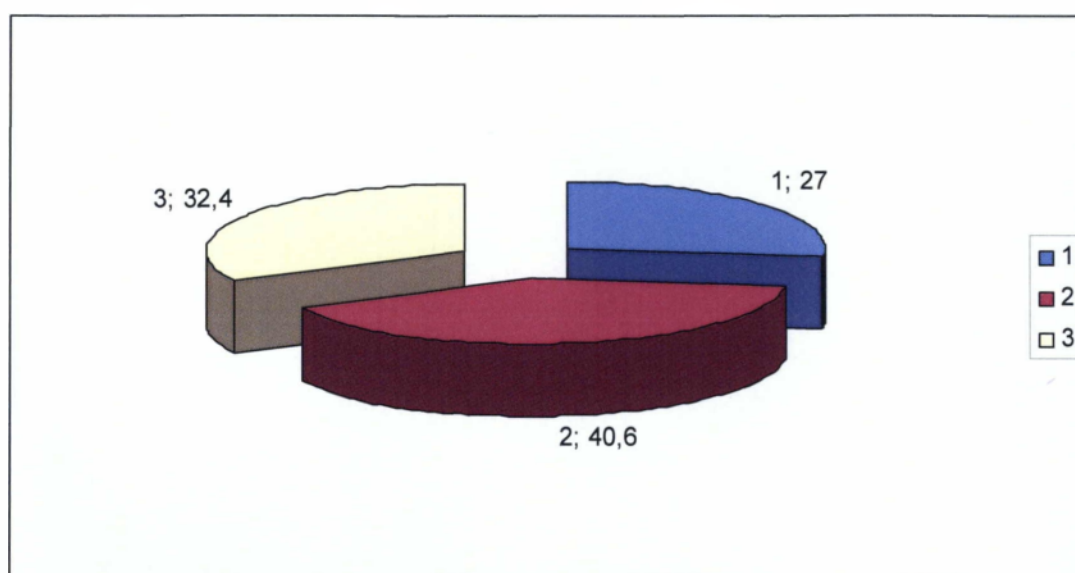
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH₄⁺, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 36. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 92,3% σε χαμηλή συγκέντρωση, 5,1% σε μεσαία συγκέντρωση και 2,6% σε υψηλή συγκέντρωση.

Cl του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 52. Συγκέντρωση Cl του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| Cl | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 27% | 40,6% |



Εικόνα 37. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Cl του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.

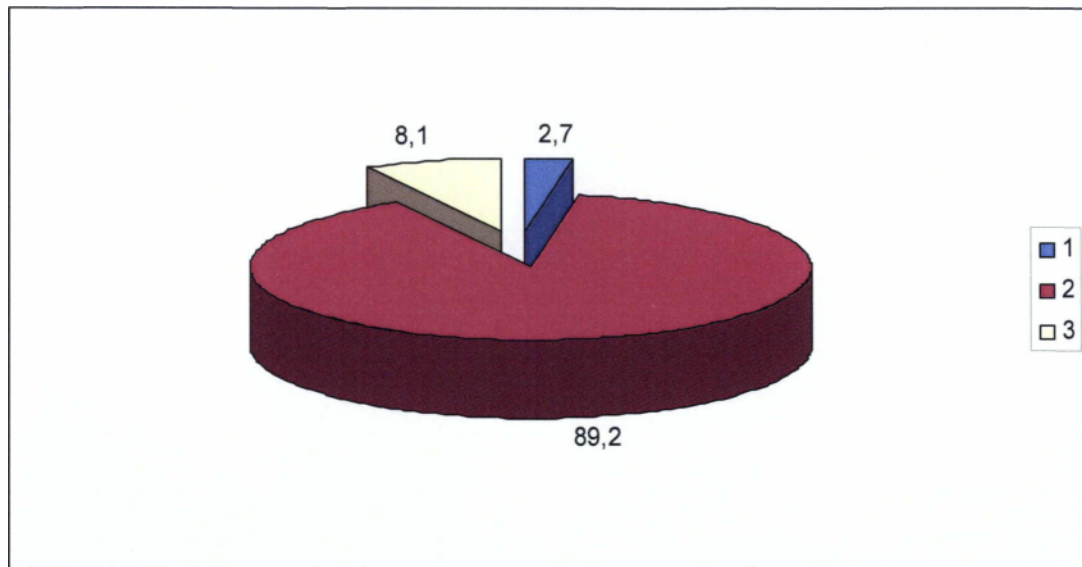
(1= Χαμηλή συγκέντρωση Cl, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 37. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Cl του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 40,6% σε μεσαία συγκέντρωση, 27% σε χαμηλή συγκέντρωση και 32,4% σε υψηλή συγκέντρωση.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 53. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-500 ppm | Υψηλή >500 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 2,7% | 89,2% | 8,1% |



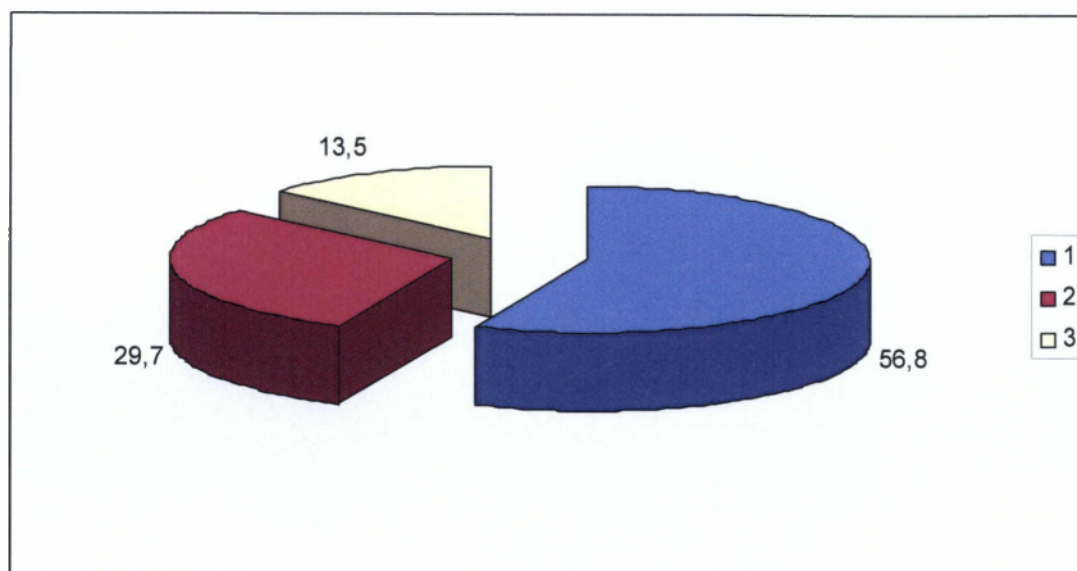
Εικόνα 38. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 38. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 89,2% σε μεσαία συγκέντρωση, 2,7% σε χαμηλή συγκέντρωση και 8,1% σε υψηλή συγκέντρωση.

$S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

Πίνακας 23. Συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας

| $S0_4^-$ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 56,8% | 29,7% |



Εικόνα 39. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας.

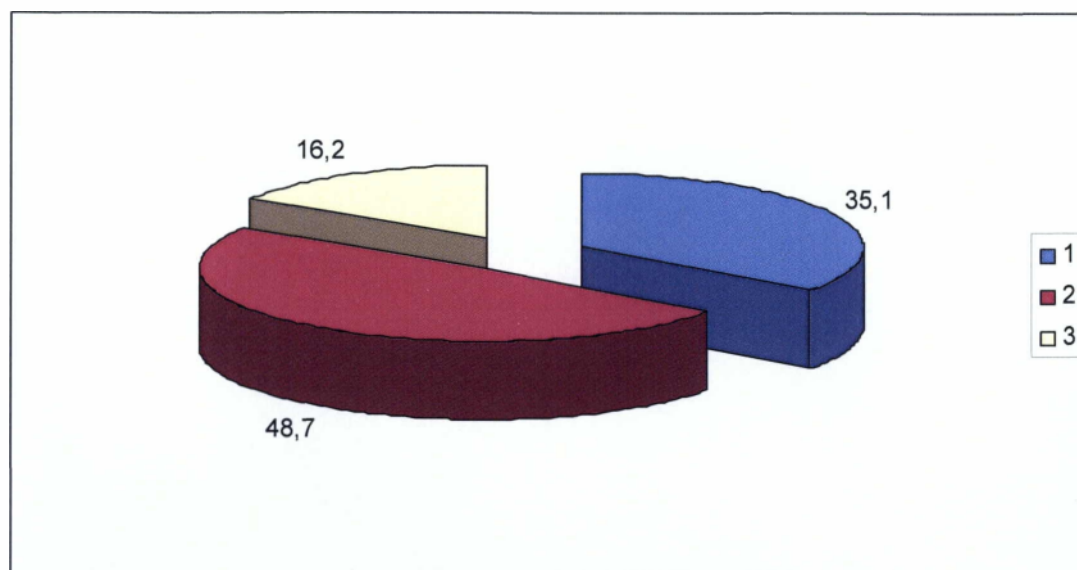
(1= Χαμηλή συγκέντρωση $S0_4^-$, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 39. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 56,8% σε χαμηλή συγκέντρωση, 29,7% σε μεσαία συγκέντρωση και 13,5% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

Πίνακας 24. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 35,1% | 48,7% |



Εικόνα 40. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας.

(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 40. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Τριφυλλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 48,7% σε **μεσαία συγκέντρωση**, 35,1% σε **χαμηλή συγκέντρωση** και 16,2% σε **υψηλή συγκέντρωση**

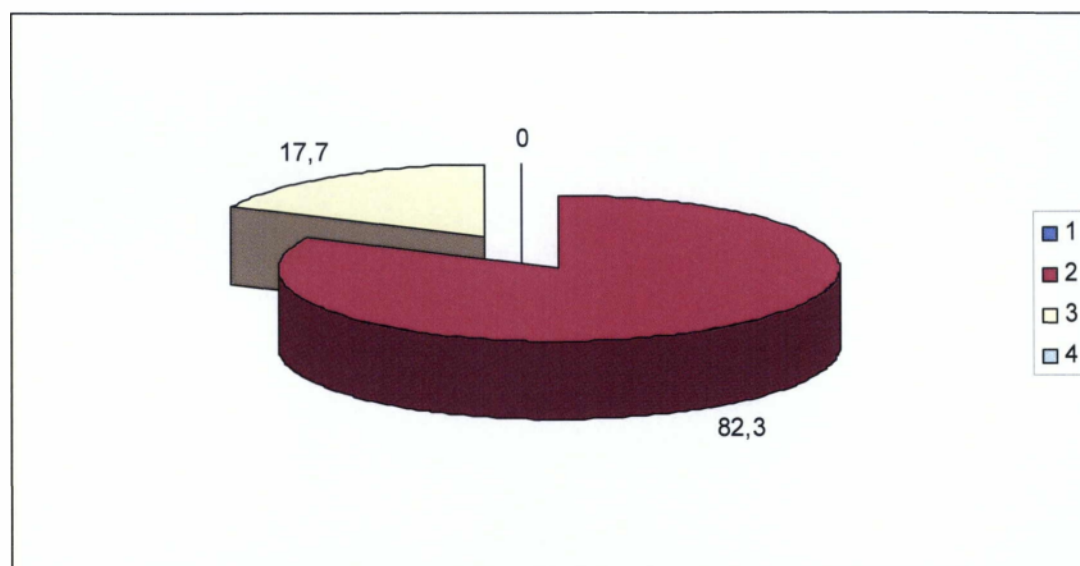
5.1.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Πύλου Νέστορος

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 17 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες του Δ. Νέστορος.

pH του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 56. pH του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| pH | Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7) | Ουδέτερα pH (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 0% | 82,3% | 17,7% | 0% |



Εικόνα 41. Διαγραμματική απεικόνιση του pH του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.

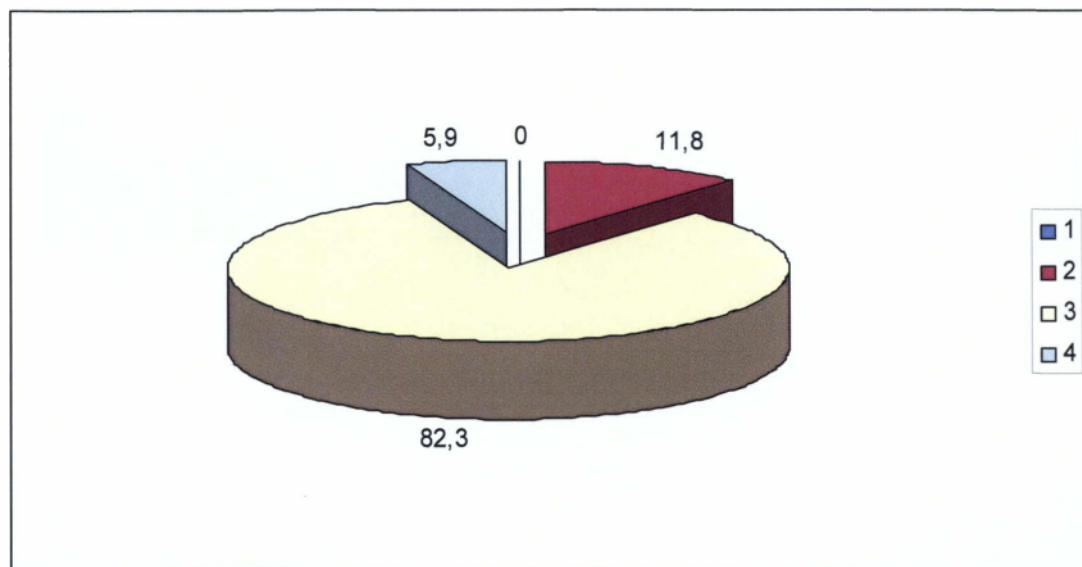
(1. Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα pH (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5).

Στην εικόνα 41 παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Πύλου Νέστορος σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ουδέτερο 82,3% και σε ασθενώς αλκαλικό pH 17,7% και σε μικρότερα ποσοστά 0% ασθενώς όξινα και τέλος 0% μέτρια αλκαλικά.

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 25. EC του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 0% | 11,8% | 82,3% | 5,9% |



Εικόνα 42. Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Πύλου Νέστορος.

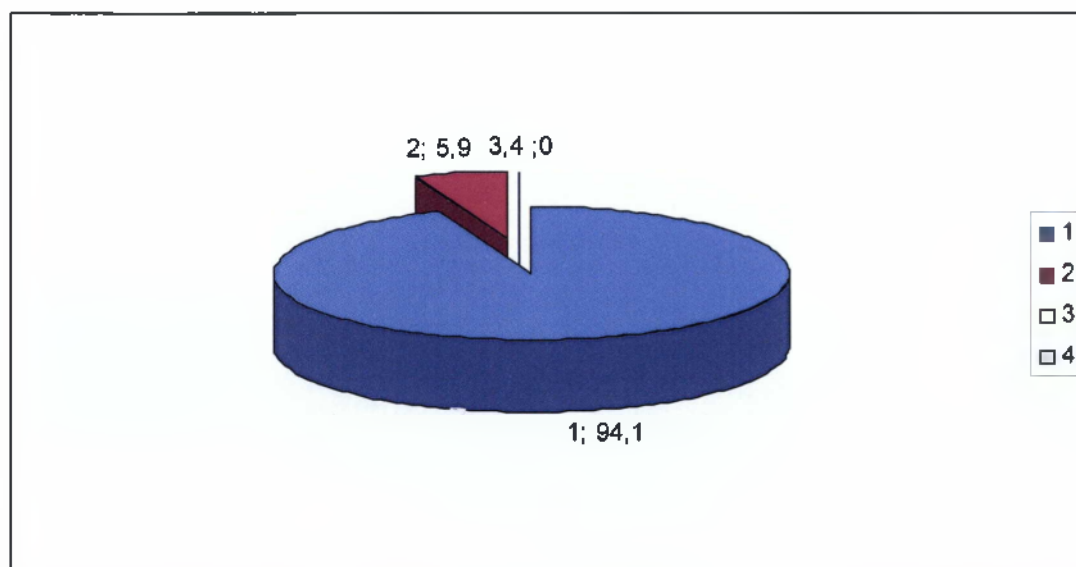
(1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 42. παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Πύλου Νέστορος είναι κατηγορίας C 3 σε ποσοστό 82,3%, C 2 σε ποσοστό 11,8%, C 1 σε ποσοστό 0% και C 4 σε ποσοστό 5,9%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Νέστορος

Πίνακας 26. SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Πύλου Νέστορος

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|----------------------------------|--|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνοςνατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 94,1% | 5,9% | 0% | 0% |



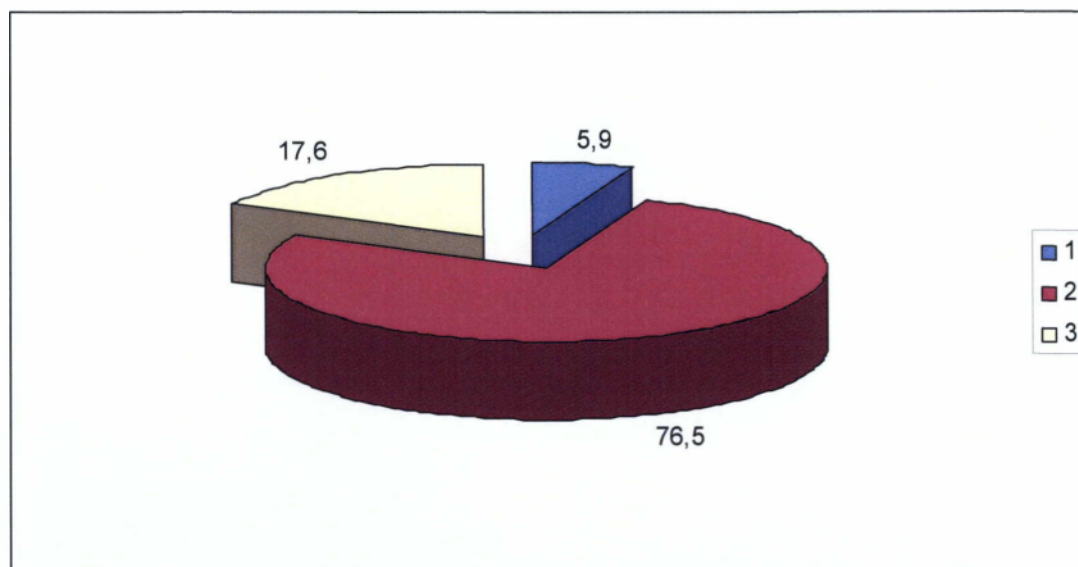
Εικόνα 43. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 43. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος σε μεγαλύτερο ποσοστό 94,1% ανήκουν στην κατηγορία 1, 5,9% στην κατηγορία 2, 0% στην κατηγορία 3 και τέλος 0% στην κατηγορία 4.

Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 27. Συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| Ca ⁺⁺ | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | 5,9% | 76,5% | 17,6% |



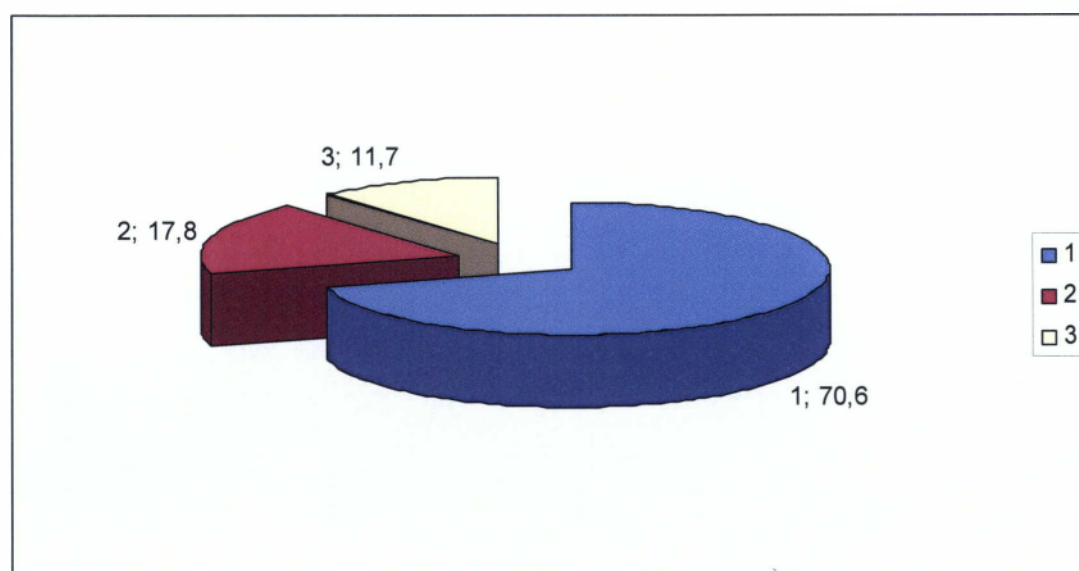
Εικόνα 44. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 44. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 76,5% σε **μεσαίο επίπεδο**, 5,9% σε **χαμηλό επίπεδο** και τέλος 17,6% σε **υψηλό επίπεδο**.

Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 60. Συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| Mg ⁺⁺ | Χαμηλή <30ppm | Μεσαία 30-50ppm | Υψηλή >50ppm |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | 70,6% | 17,8% | 11,7% |



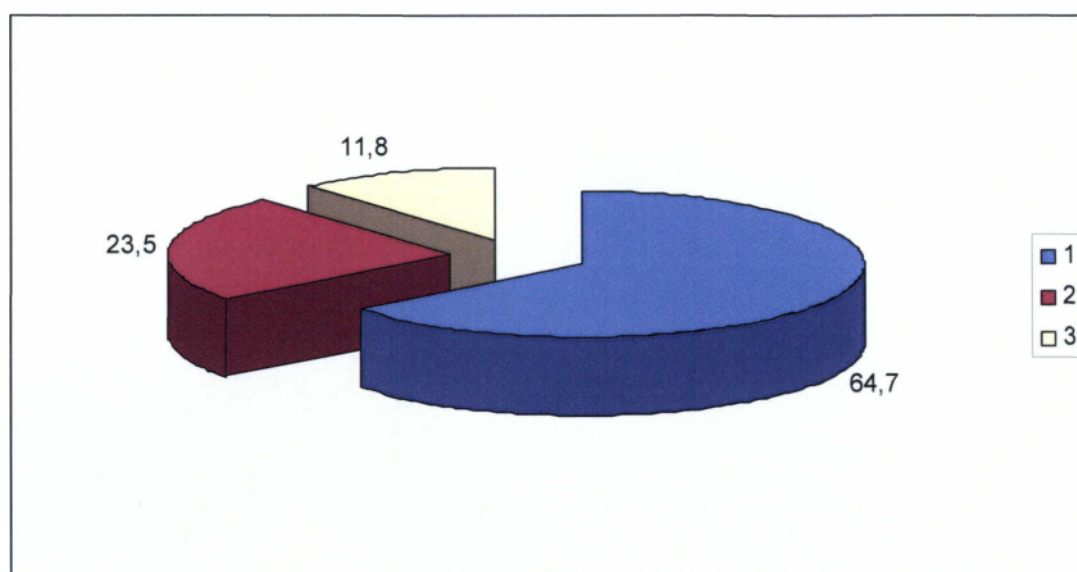
Εικόνα 45. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 45. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται κατά 70,6% σε χαμηλή συγκέντρωση, 17,8% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 11,7% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 61. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 64,7% | 23,5% | 11,8% |



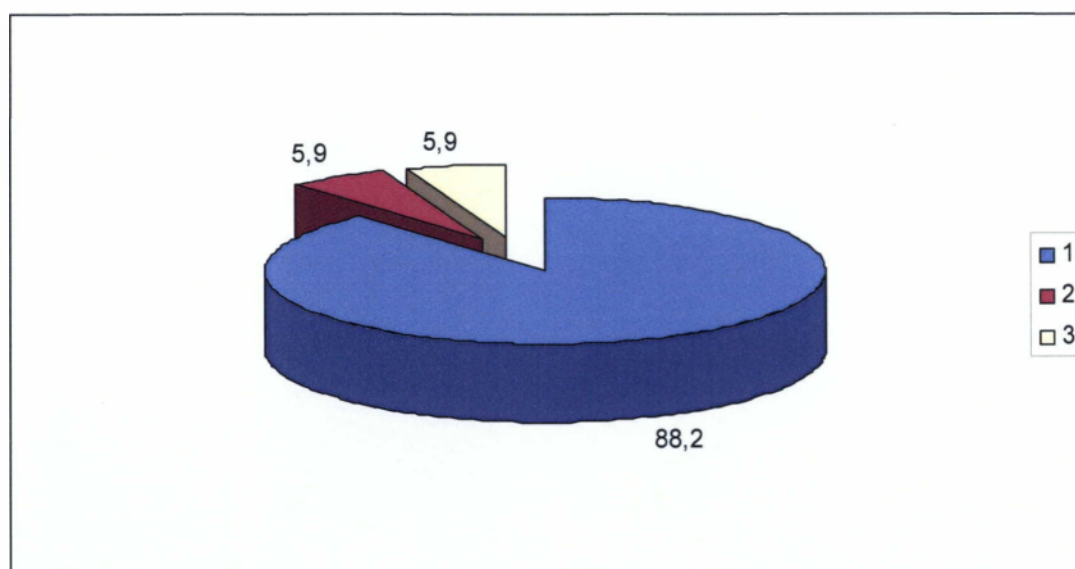
Εικόνα 46. . Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.
(1=Χαμηλή συγκέντρωση, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 46. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του Δ. Πύλου Νέστορος σε μεγαλύτερο ποσοστό 64,7% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 23,5% μεσαία συγκέντρωση και 11,8% υψηλή συγκέντρωση.

NH_4^+ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 62. Συγκέντρωση NH_4^+ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| NH_4^+ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|-----------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 88,2% | 5,9% | 5,9% |



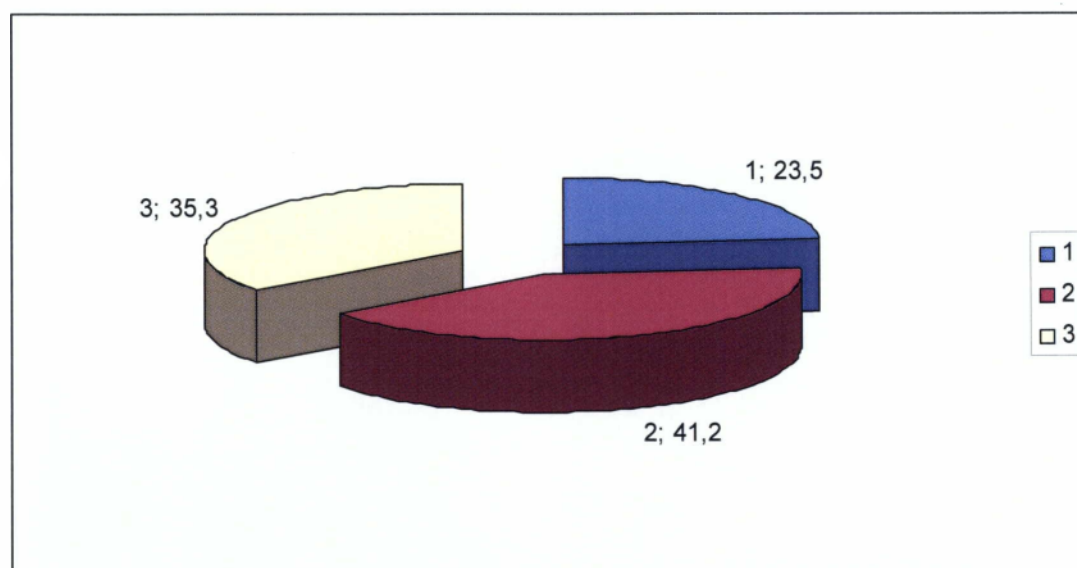
Εικόνα 47. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH_4^+ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH_4^+ , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 47 παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH_4^+ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 88,2% σε χαμηλή συγκέντρωση, 5,9% σε μεσαία συγκέντρωση και 5,9% σε υψηλή συγκέντρωση.

CI του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 63. Συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| CI | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 23,5% | 41,2% | 35,3% |



Εικόνα 48. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης CI του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.

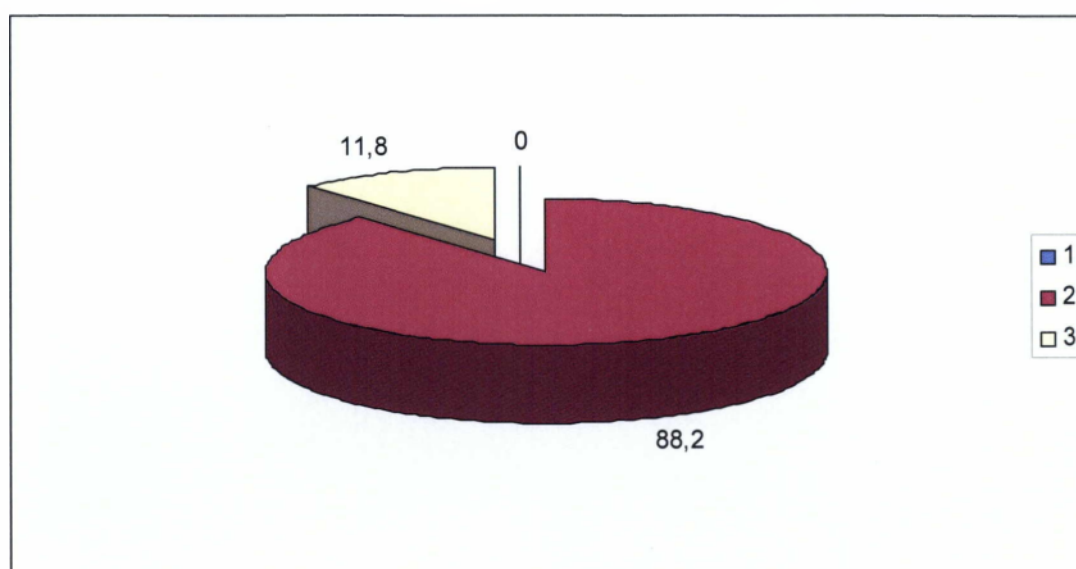
(1= Χαμηλή συγκέντρωση CI, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 48. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 41,2% σε **μεσαία συγκέντρωση**, 23,5% σε **χαμηλή συγκέντρωση** και 35,3% σε **υψηλή συγκέντρωση**.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 28. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-500 ppm | Υψηλή >500 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 0% | 88,2% | 11,8% |



Εικόνα 49. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.

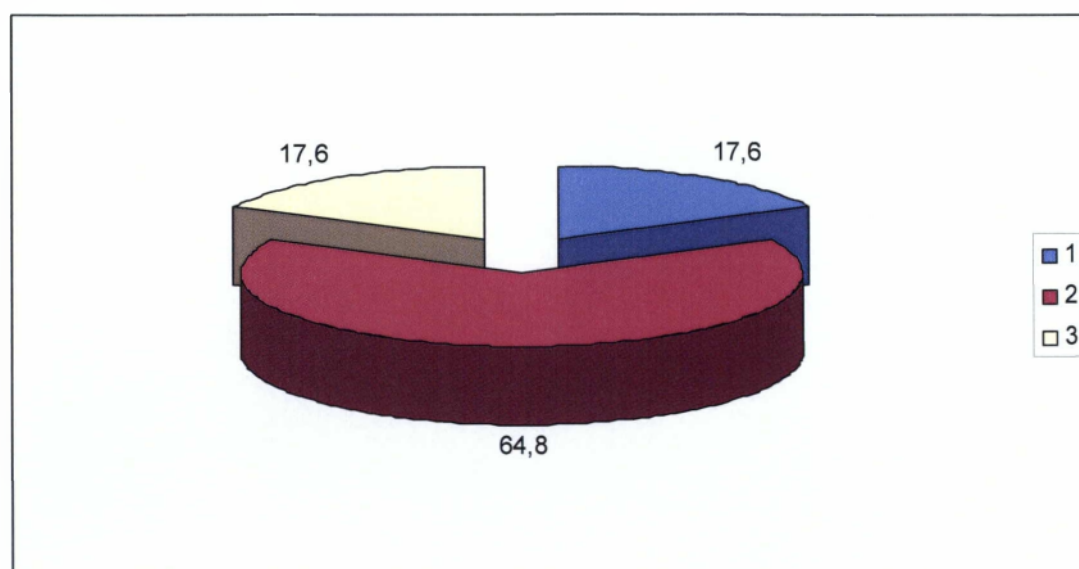
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 49. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 88,2% σε μεσαία συγκέντρωση, 0% σε χαμηλή συγκέντρωση και 11,8% σε υψηλή συγκέντρωση.

SO_4^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 65. Συγκέντρωση SO_4^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| SO_4^- | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 17,6% | 64,8% | 17,6% |



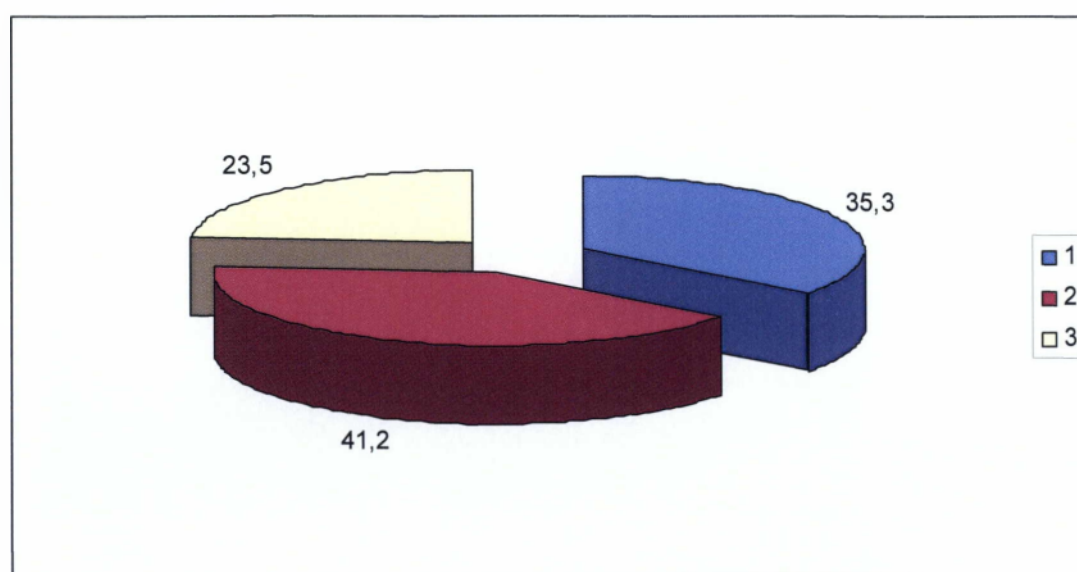
Εικόνα 50. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης SO_4^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση SO_4^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 50. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση SO_4^- του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 64,8% σε χαμηλή συγκέντρωση, 17,6% σε μεσαία συγκέντρωση και 17,6% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

Πίνακας 29. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | 35,3 | 41,2 | 23,5 |



Εικόνα 51. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος.

(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 51. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Πύλου Νέστορος κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 41,2% σε μεσαία συγκέντρωση, 35,3% σε χαμηλή συγκέντρωση και 23,5% σε υψηλή συγκέντρωση

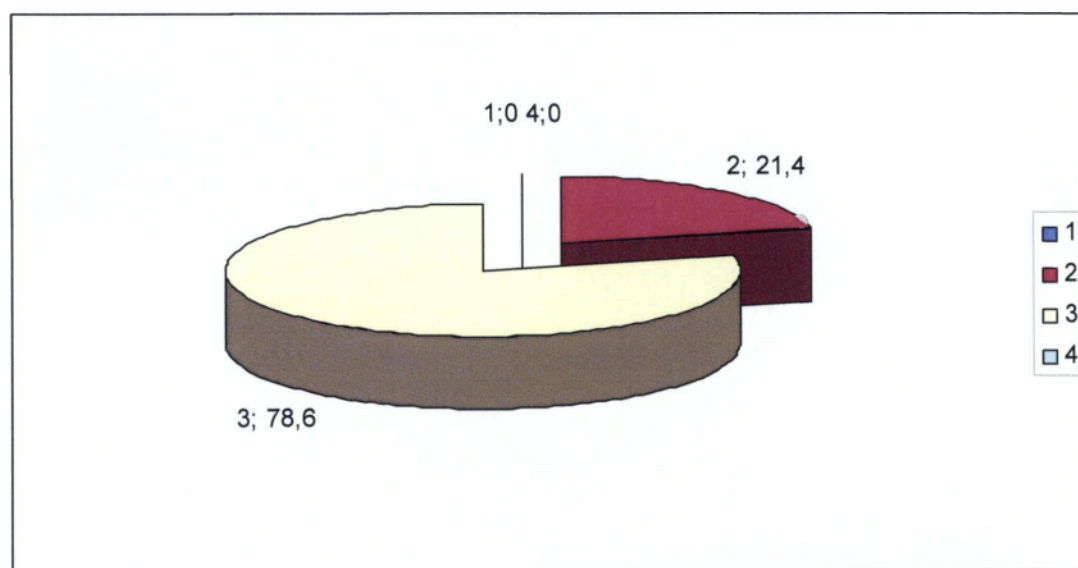
5.1.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Οιχαλίας

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 14 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες του Δ. Οιχαλίας.

pH του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 30. pH του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| pH | Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7) | Ουδέτερα pH (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 0% | 21,4% | 78,6% | 0% |



Εικόνα 52 . Διαγραμματική απεικόνιση του pH του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

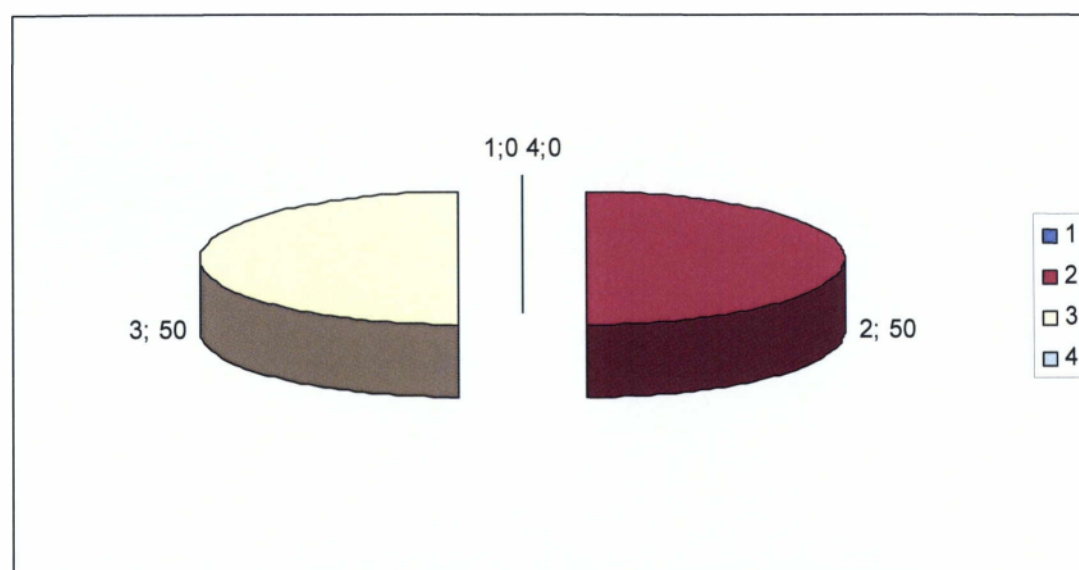
(1. Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα pH (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5).

Στην εικόνα 52. παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Οιχαλίας σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ασθενώς αλκαλικό pH 78,6% και σε ουδέτερο 21,4% και σε μικρότερα ποσοστά 0% ασθενώς όξινα και τέλος 0% μέτρια αλκαλικό

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 31. EC του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 0% | 50% | 50% | 0% |



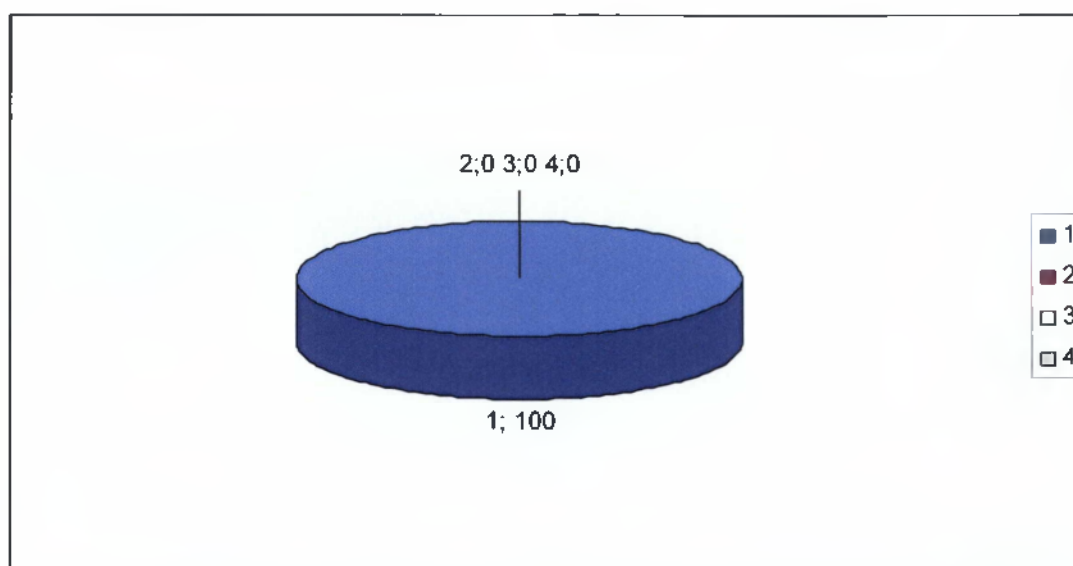
Εικόνα 53. . Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Οιχαλίας.
(1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 53. παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Οιχαλίας είναι κατηγορίας C 2 σε ποσοστό 50%, C 3 σε ποσοστό 50%, C 1 σε ποσοστό 0% και C 4 σε ποσοστό 0%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Οιχαλίας

Πίνακας 69. SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Οιχαλίας

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|-----------------------------------|--|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνος νατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 100% | 0% | 0% | 0% |



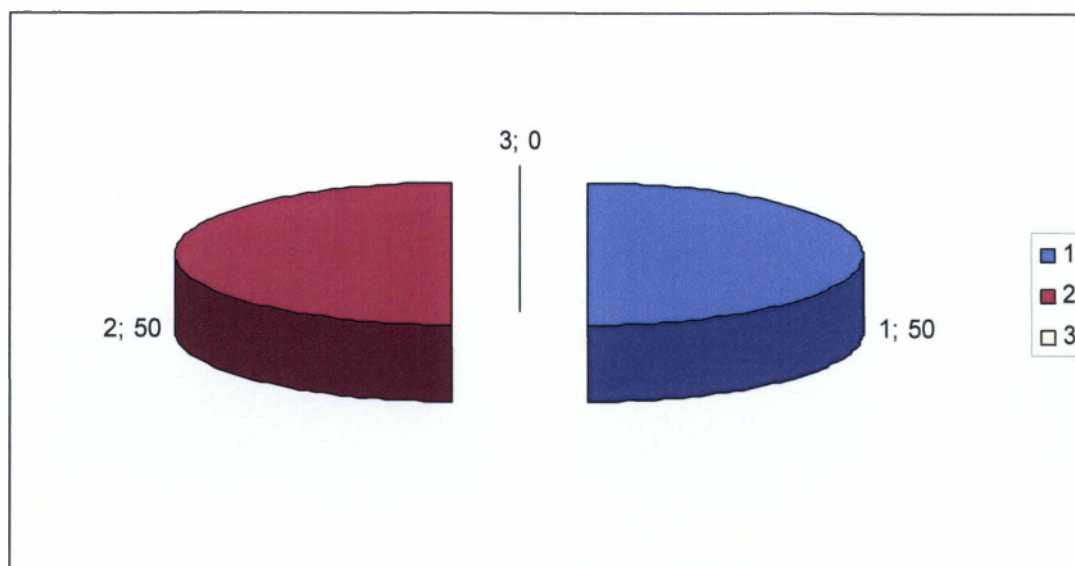
Εικόνα 54. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 54. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας σε μεγαλύτερο ποσοστό 100% ανήκουν στην **κατηγορία 1**, 0% στην **κατηγορία 2**, 0% στην **κατηγορία 3** και τέλος 0% στην **κατηγορία 4**.

Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 70. Συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| Ca ⁺⁺ | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | | 50% | 50% |



Εικόνα 55. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ.Οιχαλίας.

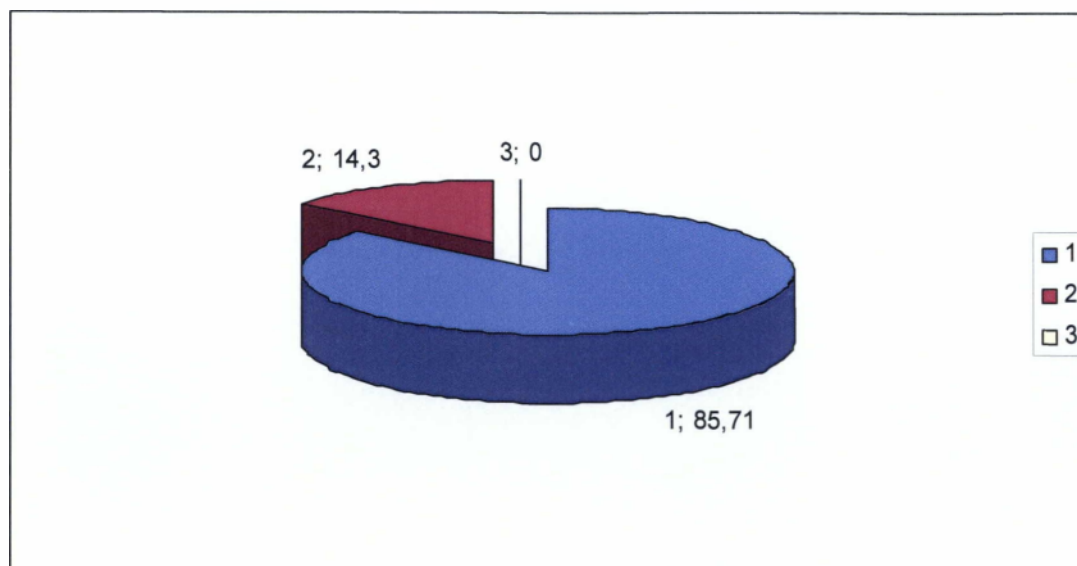
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 55. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 50% σε χαμηλή συγκέντρωση, 50% σε χαμηλή συγκέντρωση και τέλος 0% σε υψηλή συγκέντρωση.

Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 71. Συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| Mg ⁺⁺ | Χαμηλή <30ppm | Μεσαία 30-50ppm | Υψηλή >50ppm |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | 85,7% | 14,3% | 0% |



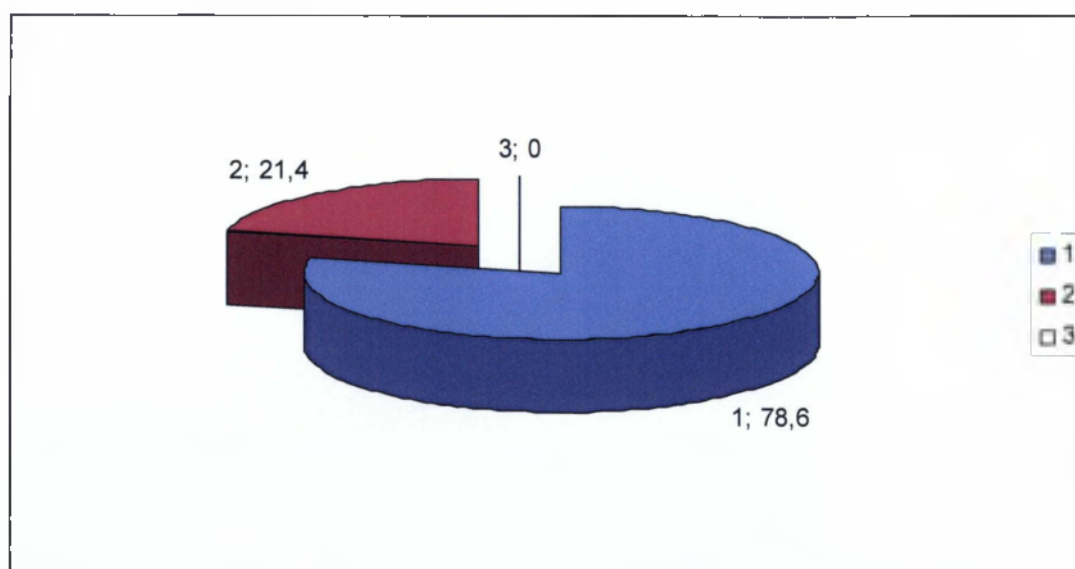
Εικόνα 56. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 56. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται κατά 85,7% σε χαμηλή συγκέντρωση, 14,3% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 0% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 72. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 78,6% | 21,4% | 0% |



Εικόνα 57. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

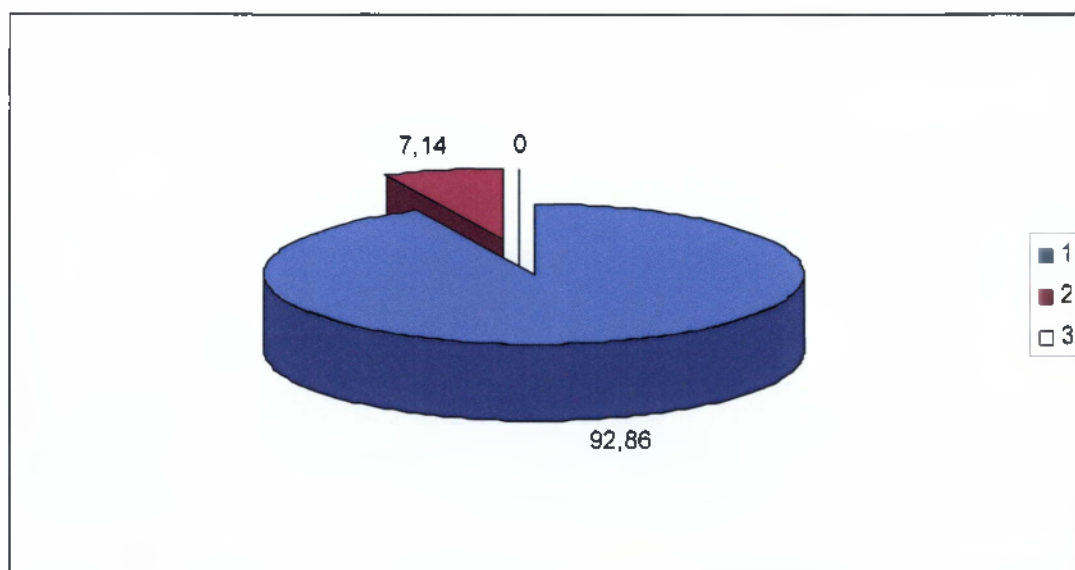
(1=Χαμηλή συγκέντωση, 2= Μεσαία συγκέντωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 57. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του δήμου Οιχαλίας σε μεγαλύτερο ποσοστό 78,6% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 21,4% μεσαία συγκέντρωση και 0% υψηλή συγκέντρωση.

NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 73. Συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| NH ₄ ⁺ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | | 92,86% | 7,14% |



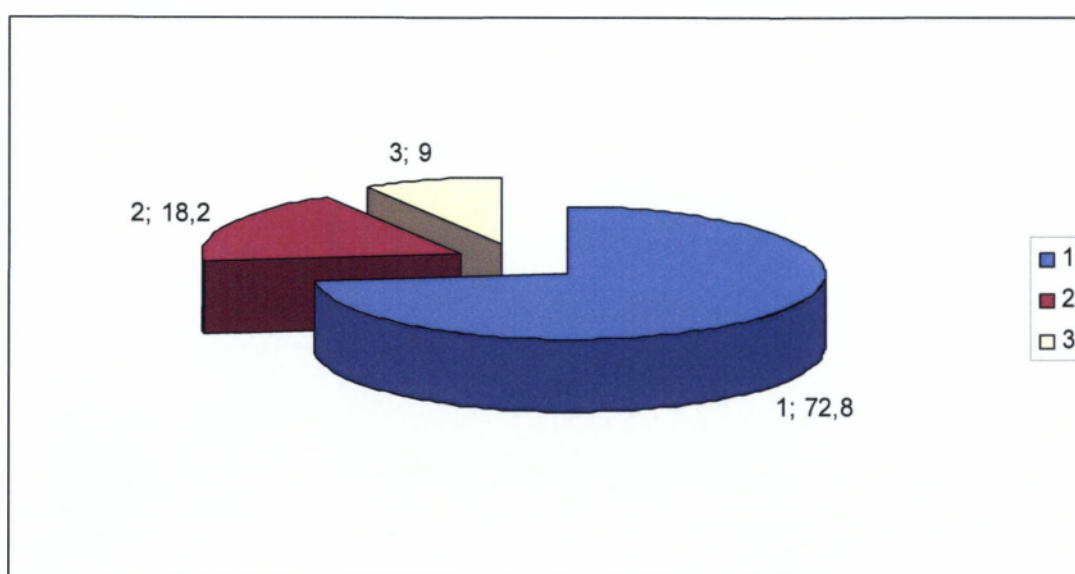
Εικόνα 58. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH₄⁺, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 58. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 92,86% σε χαμηλή συγκέντρωση, 7,14% σε μεσαία συγκέντρωση και 0% σε υψηλή συγκέντρωση.

Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 32. Συγκέντρωση Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| Cl ⁻ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 72,8% | 18,2% | 9% |



Εικόνα 59. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

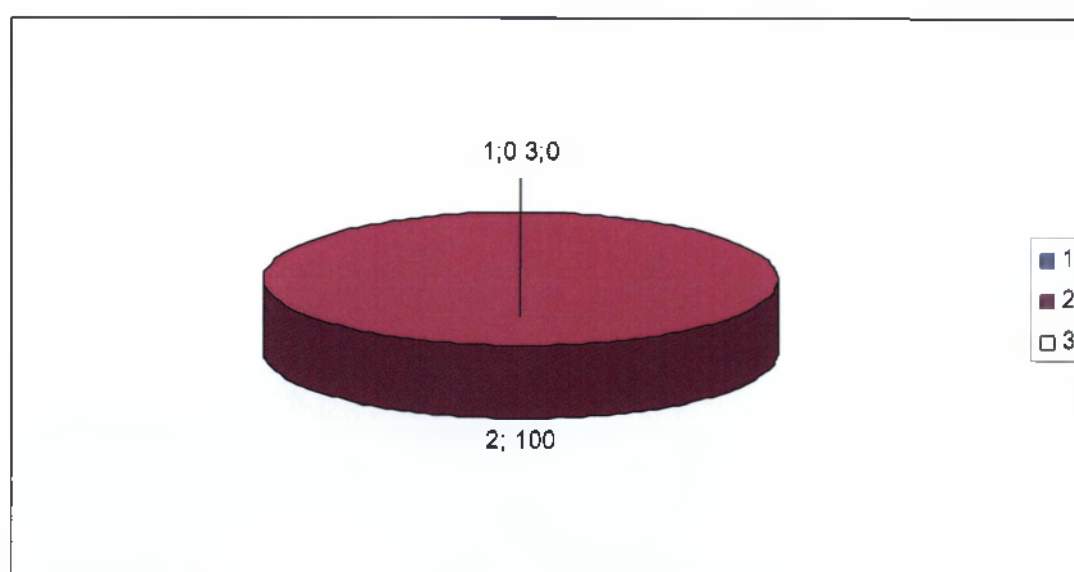
(1= Χαμηλή συγκέντρωση Cl⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 59. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Cl⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 72,8% σε χαμηλή συγκέντρωση, 18,2% σε μεσαία συγκέντρωση και 9% σε υψηλή συγκέντρωση.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 33. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-500 ppm | Υψηλή >500 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 0% | 100% | 0% |



Εικόνα 60. . Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

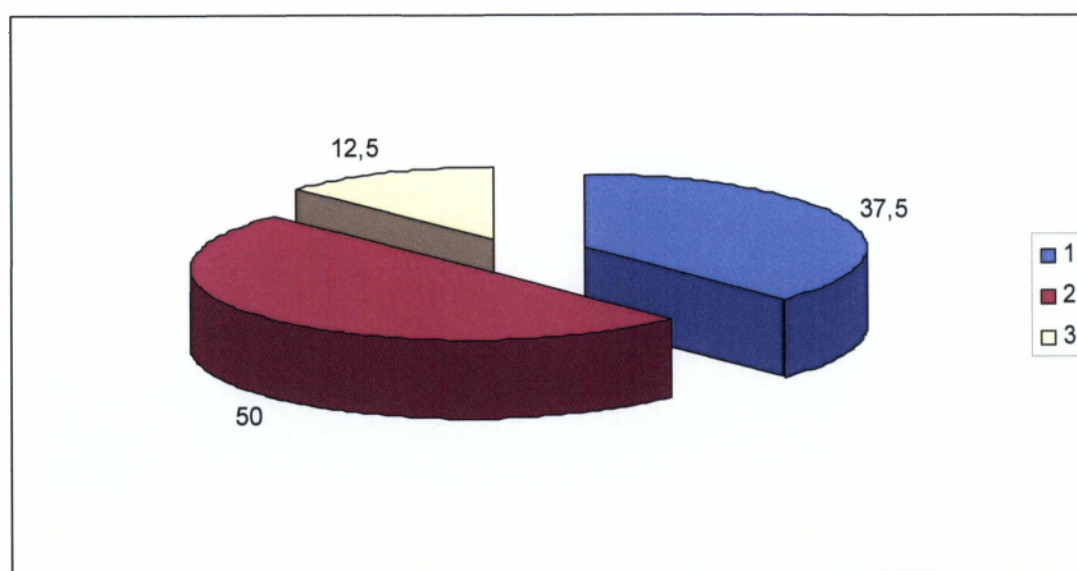
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 60. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 100% σε μεσαία συγκέντρωση, 0% σε χαμηλή συγκέντρωση και 0% σε υψηλή συγκέντρωση.

$S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 34. Συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| $S0_4^-$ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 37,5% | 50% |



Εικόνα 61. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

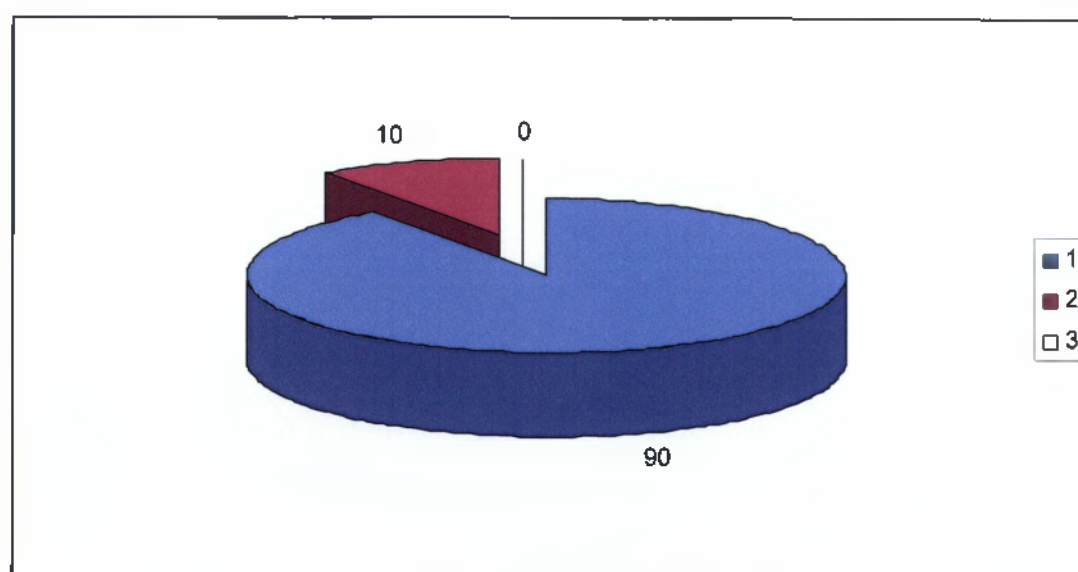
(1= Χαμηλή συγκέντρωση $S0_4^-$, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 61. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 50% σε μεσαία συγκέντρωση, 37,5% σε χαμηλή συγκέντρωση και 12,5% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

Πίνακας 35. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 90% | 10% |



Εικόνα 62. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας.

(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 62. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Οιχαλίας κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 90% σε χαμηλή συγκέντρωση, 10% σε μεσαία συγκέντρωση και 0% σε υψηλή συγκέντρωση

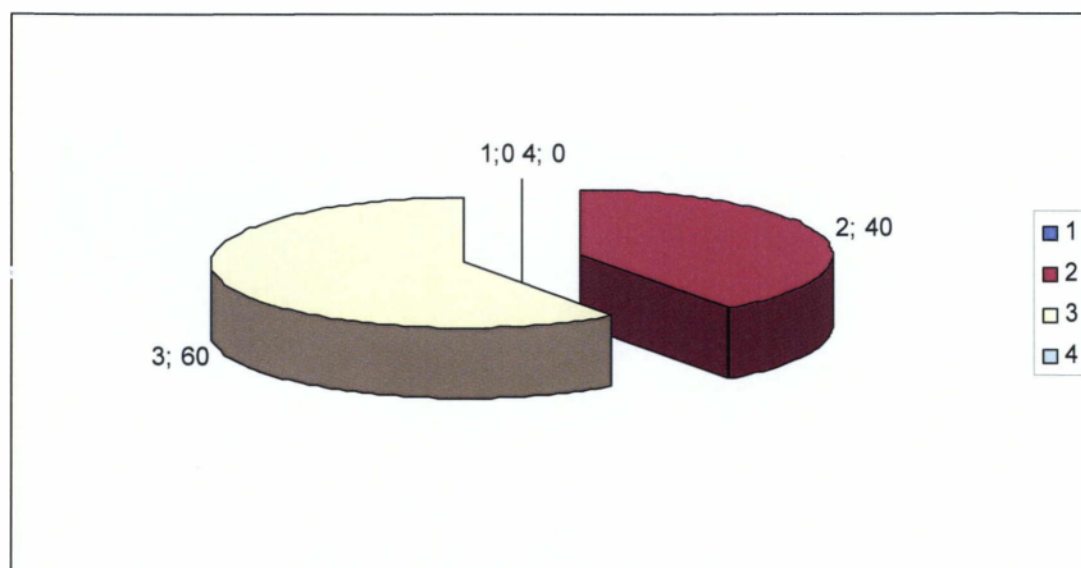
5.1.6 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των αναλύσεων για τον δήμο Μεσσηνιακής Μάνης

Τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεριλαμβάνουν 5 δείγματα αρδευτικού νερού από υδροληψίες του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

pH του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 36. pH του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| pH | Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7) | Ουδέτερα pH (6,7-7,3) | Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9) | Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5) |
|----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | 0% | 40% | 60% | 0% |



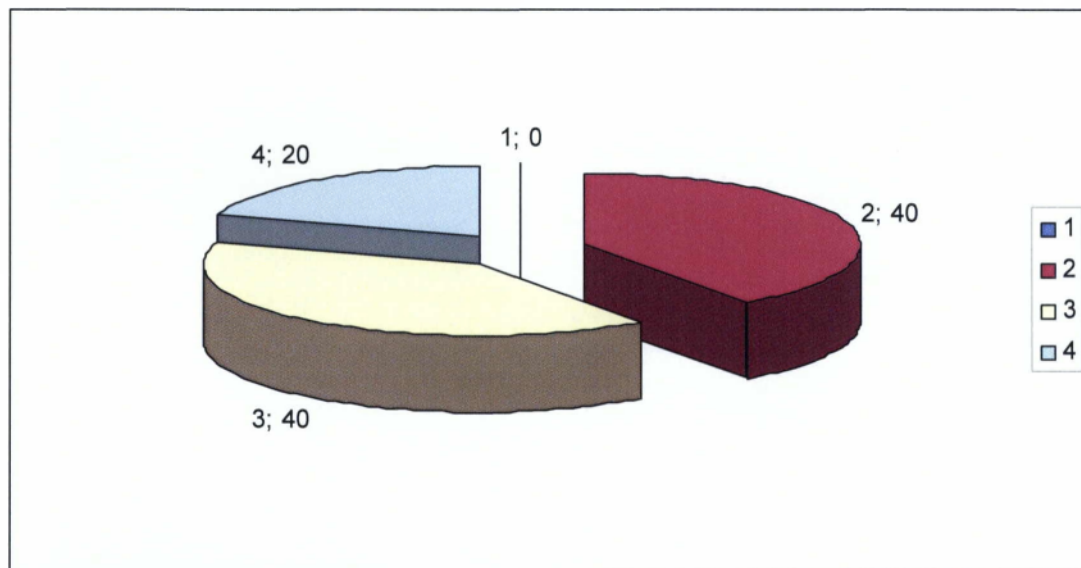
Εικόνα 63. Διαγραμματική απεικόνιση του pH του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης
(1. Ασθενώς όξινα pH (6,0-6,7), 2. Ουδέτερα pH (6,7-7,3), 3. Ασθενώς αλκαλικά pH (7,3-7,9), 4. Μέτρια αλκαλικά pH (7,9-8,5).

Στην εικόνα 63 παρατηρούμε ότι το pH του αρδευτικού νερού στον δήμο Μεσσηνιακής Μάνης σε μεγαλύτερα ποσοστά κυμαίνεται σε ασθενώς αλκαλικό 60% και σε ασθενώς αλκαλικό ουδέτερο pH 40% και σε μικρότερα ποσοστά 0% ασθενώς όξινα και τέλος 0% μέτρια αλκαλικό.

EC του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 37. EC του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| Κατηγορία | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 |
|-----------|------|---------|----------|-------|
| EC | <250 | 250-750 | 750-2250 | >2250 |
| | 0% | 40% | 40% | 20% |



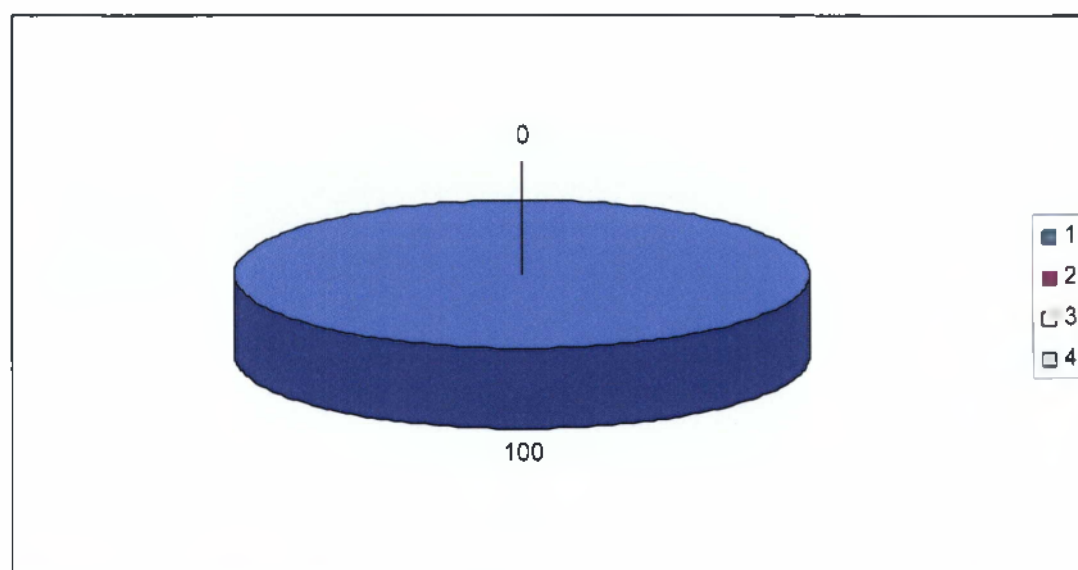
Εικόνα 64. Διαγραμματική απεικόνιση της EC του αρδευτικού νερού στον Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.
(1= C1, 2= C2, 3=C3, 4= C4.)

Από την εικόνα 64 παρατηρούμε σε μεγαλύτερο ποσοστό η EC του αρδευτικού νερού στον δήμο Μεσσηνιακής Μάνης είναι κατηγορίας C 3 σε ποσοστό 40%, C 2 σε ποσοστό 40%, C 1 σε ποσοστό 0% και C 4 σε ποσοστό 20%.

SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 80. SAR του αρδευτικού νερού του δήμου Μεσσηνιακής Μάνης

| Κατηγορία | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|--------------------------------------|---|--|---|
| SAR | <10 κίνδυνος νατρίου μικρός | 10 έως 18 κίνδυνος νατρίου μέσος | 18- 26 κίνδυνος νατρίου μεγάλος | >26 κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος |
| | 100% | 0% | 0% | 0% |



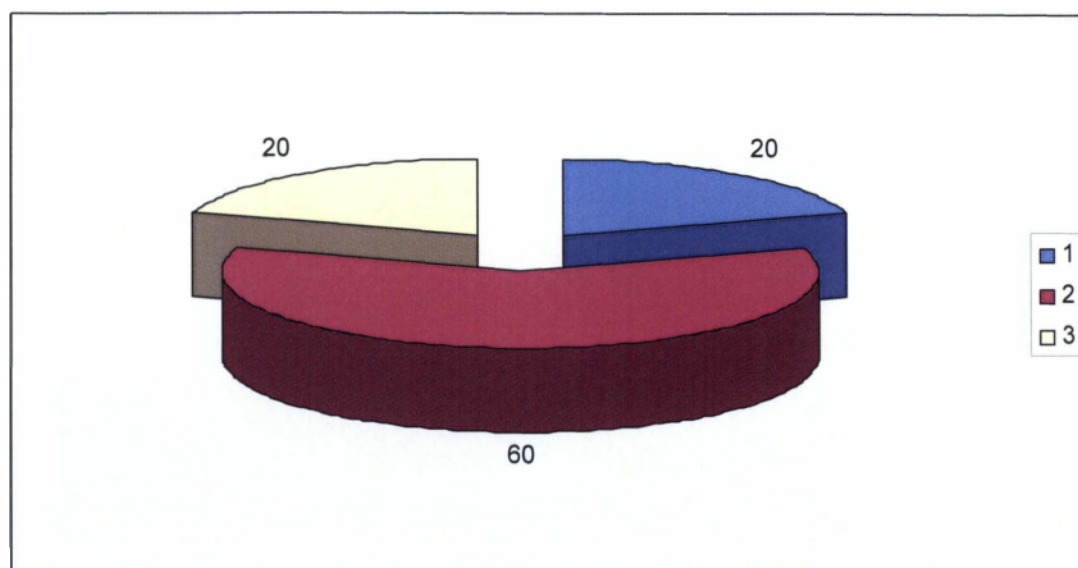
Εικόνα 65. Διαγραμματική απεικόνιση του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης. (1= Κατηγορία 1, 2= Κατηγορία 2, 3= Κατηγορία 3, 4=Κατηγορία 4)

Στην εικόνα 65. παρατηρούμε ότι οι τιμές του SAR του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης σε μεγαλύτερο ποσοστό 100% ανήκουν στην **κατηγορία 1**, 0% στην **κατηγορία 2** 0% στην **κατηγορία 3** και τέλος 0% στην **κατηγορία 4**.

Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 81. Συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| Ca ⁺⁺ | Χαμηλή <100ppm | Μεσαία 100-200ppm | Υψηλή >200ppm |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | | 20% | 60% |



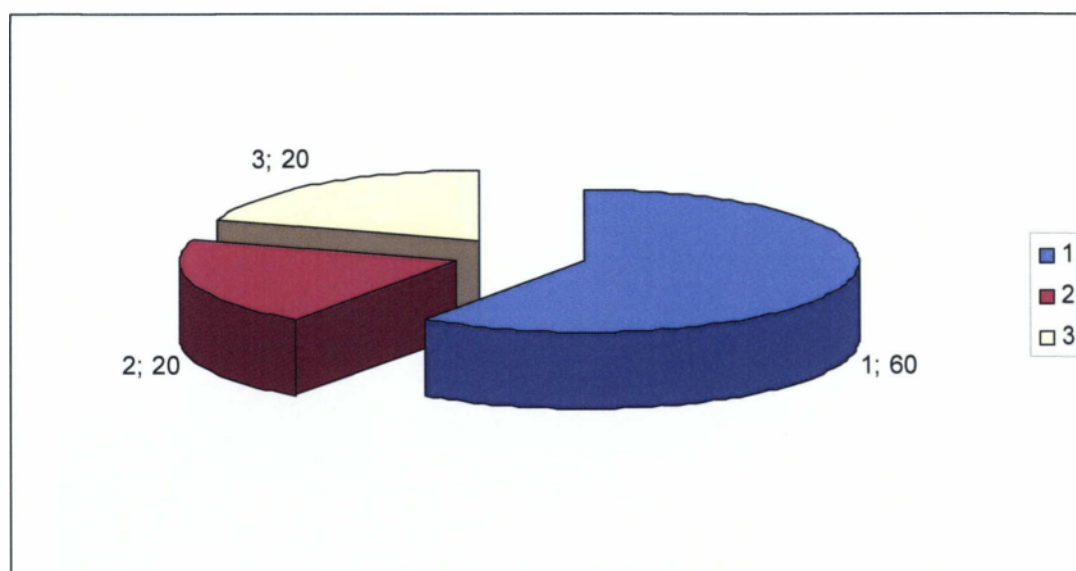
Εικόνα 66. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.
(1= Χαμηλό επίπεδο, 2= Μεσαίο επίπεδο, 3= Υψηλό επίπεδο.)

Στην εικόνα 66. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Ca⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό 60% σε μεσαία συγκέντρωση, 20% σε χαμηλή συγκέντρωση και τέλος 20% σε υψηλή συγκέντρωση.

Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 82. Συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| Mg ⁺⁺ | Χαμηλή <30ppm | Μεσαία 30-50ppm | Υψηλή >50ppm |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| | 60% | 20% | 20% |



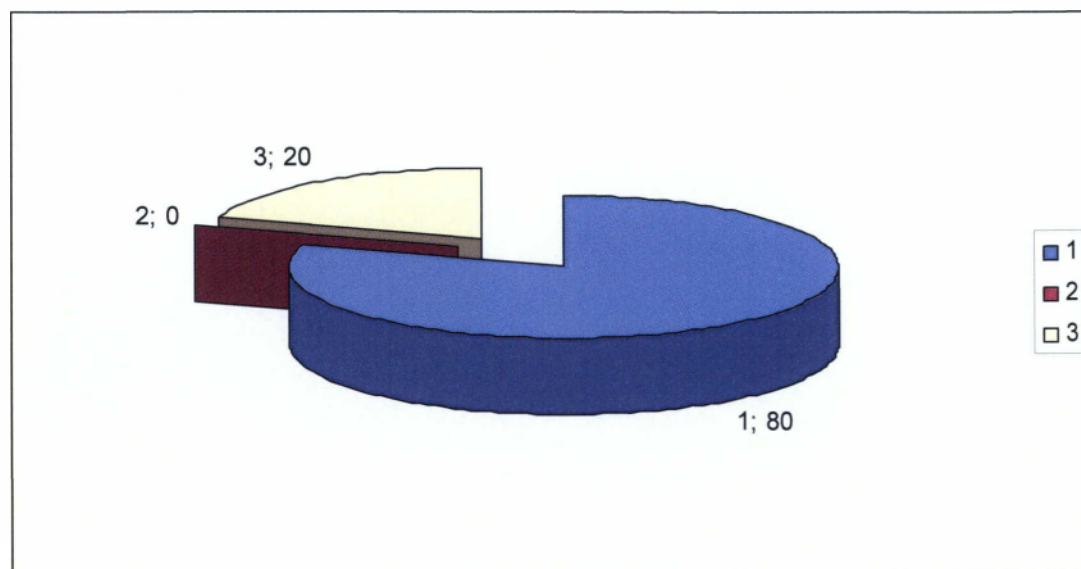
Εικόνα 67. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.
(1= Χαμηλή, 2= Μεσαία, 3= Υψηλή.)

Στην εικόνα 67. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση Mg⁺⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται κατά 60% σε χαμηλή συγκέντρωση, 20% σε μεσαία συγκέντρωση και τέλος 20% υψηλή συγκέντρωση.

Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 83. Συγκέντρωση Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| Na ⁺ | Χαμηλή <50ppm | Μεσαία 50-150ppm | Υψηλή >150ppm |
|-----------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 80% | 0% | 20% |



Εικόνα 68. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης Na⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.

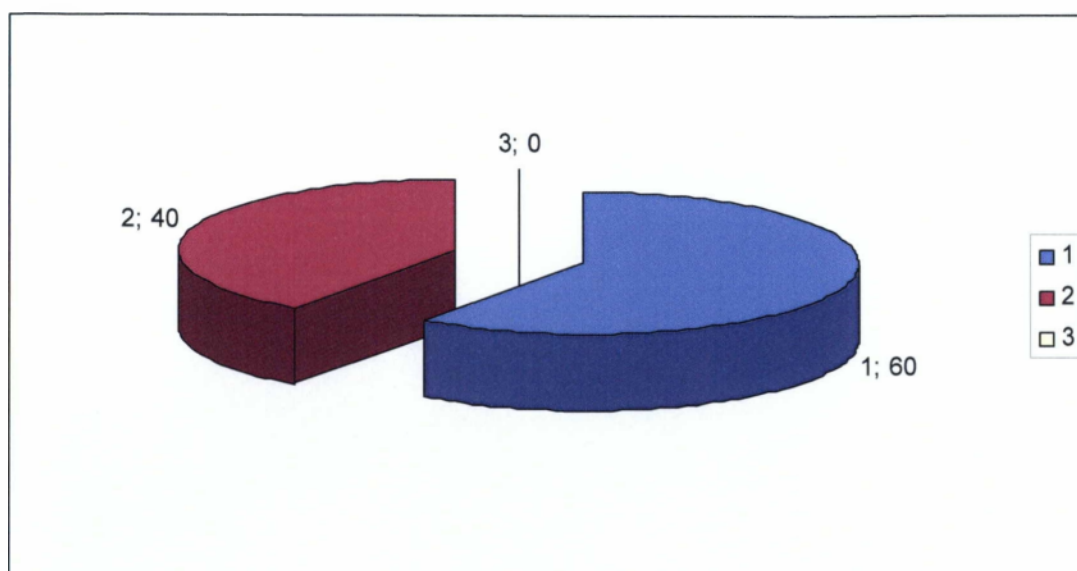
(1=Χαμηλή συγκέντρωση, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 68. παρατηρούμε ότι το αρδευτικό νερό του δήμου Μεσσηνιακής Μάνης σε μεγαλύτερο ποσοστό 80% έχει χαμηλή συγκέντρωση Na, 0% μεσαία συγκέντρωση και 20% υψηλή συγκέντρωση.

NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 38. Συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| NH ₄ ⁺ | Χαμηλή <0,2 ppm | Μεσαία 0,2-0,6 ppm | Υψηλή >0,6 ppm |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | | 60% | 40% |



Εικόνα 69. Διαγραμματική απεικόνιση συγκέντρωσης NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.

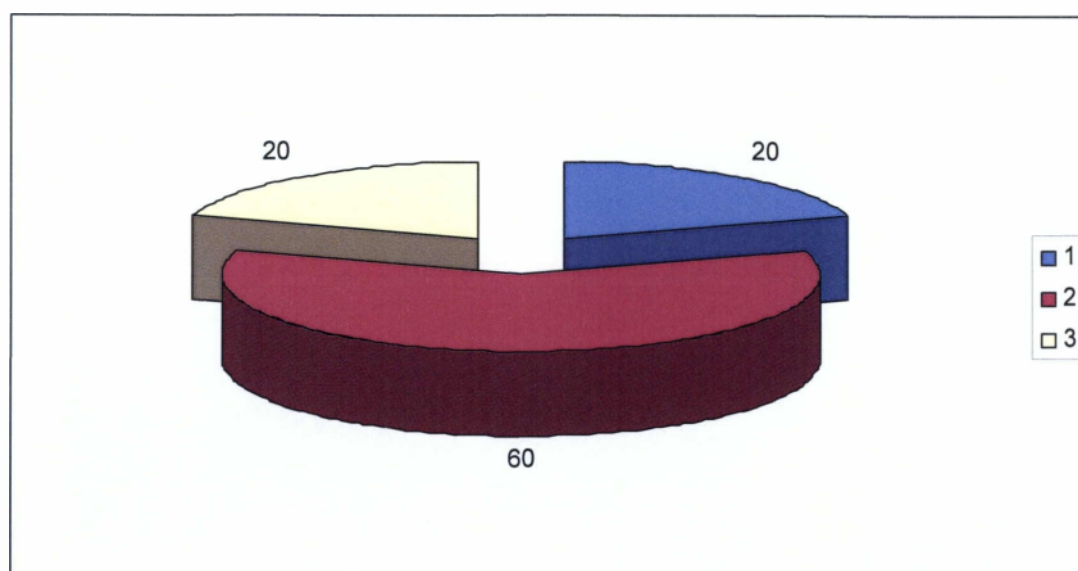
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NH₄⁺, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 69. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NH₄⁺ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 60% σε χαμηλή συγκέντρωση, 40% σε μεσαία συγκέντρωση και 0% σε υψηλή συγκέντρωση.

CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 39. Συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| CI | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----|-------------------|----------------------|-------------------|
| | 20% | 60% | 20% |



Εικόνα 70. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.

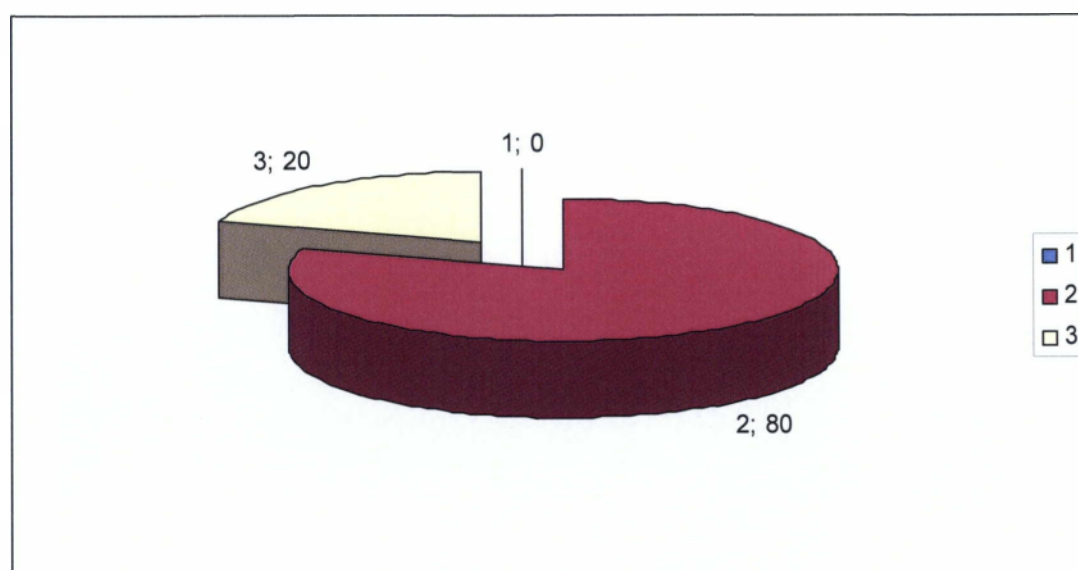
(1= Χαμηλή συγκέντρωση CI, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 70. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση CI του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 60% σε μεσαία συγκέντρωση, 20% σε χαμηλή συγκέντρωση και 20% σε υψηλή συγκέντρωση.

HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 40. Συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| HCO_3^- | Χαμηλή <200 ppm | Μεσαία 200-500 ppm | Υψηλή >500 ppm |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| | 0% | 80% | 20% |



Εικόνα 71. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.

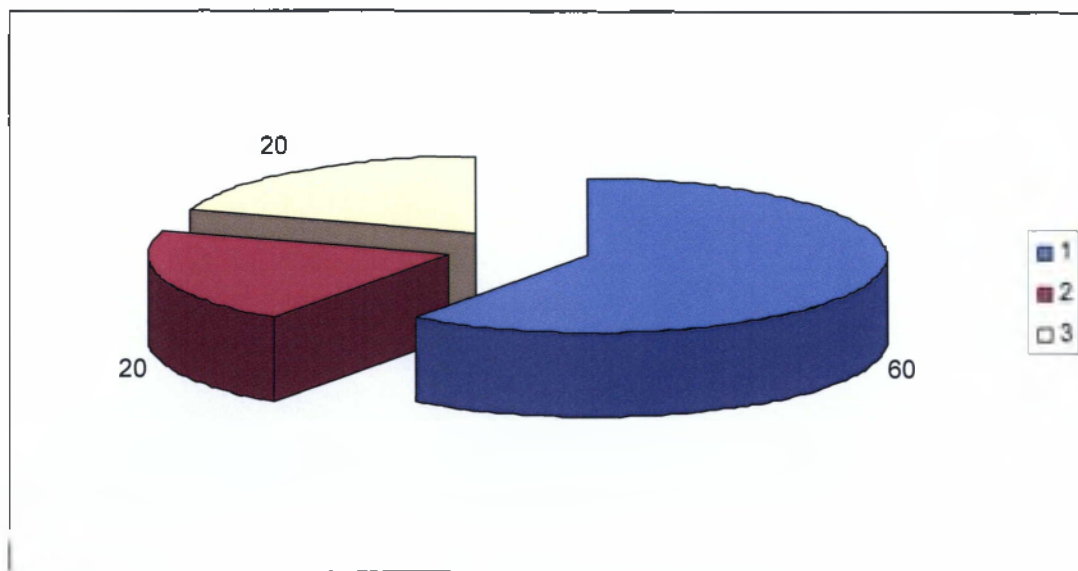
(1= Χαμηλή συγκέντρωση HCO_3^- , 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 71. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση HCO_3^- του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 80% σε **μεσαία συγκέντρωση**, 0% σε **χαμηλή συγκέντρωση** και 20% σε **υψηλή συγκέντρωση**.

$S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 41. Συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| $S0_4^-$ | Χαμηλή <50 ppm | Μεσαία 50-100 ppm | Υψηλή >100 ppm |
|----------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 60% | 20% |



Εικόνα 72. Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.

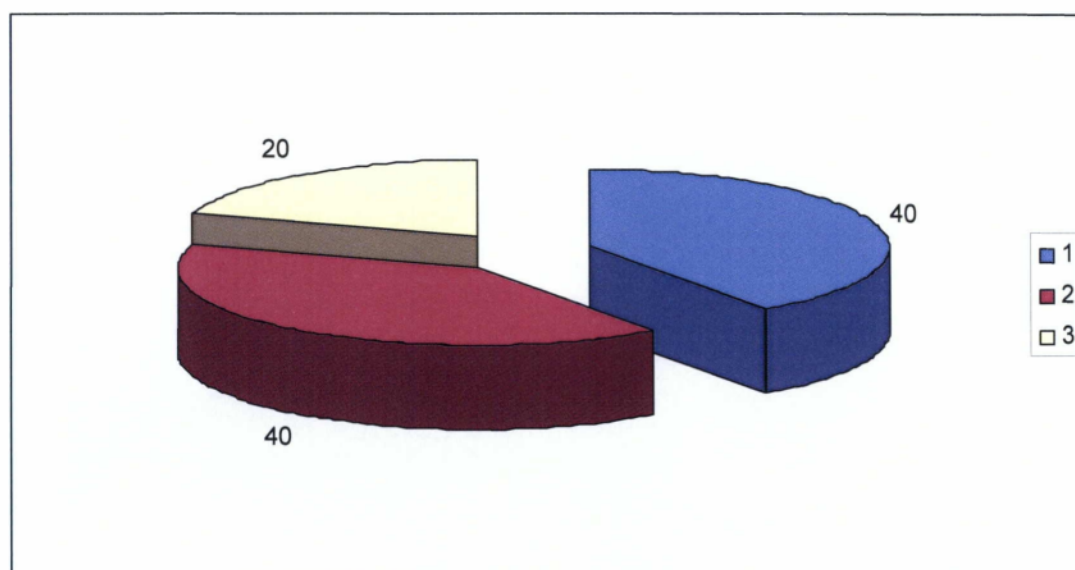
(1= Χαμηλή συγκέντρωση $S0_4^-$, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 72. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση $S0_4^-$ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 60% σε χαμηλή συγκέντρωση, 20% σε μεσαία συγκέντρωση και 20% σε υψηλή συγκέντρωση.

NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

Πίνακας 42. Συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης

| NO ₃ ⁻ | Χαμηλή <20 ppm | Μεσαία 20-60 ppm | Υψηλή >60 ppm |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | 40% | 40% |



Εικόνα 73 . Διαγραμματική απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης.
(1= Χαμηλή συγκέντρωση NO₃⁻, 2= Μεσαία συγκέντρωση, 3= Υψηλή συγκέντρωση)

Στην εικόνα 73. παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση NO₃⁻ του αρδευτικού νερού του Δ. Μεσσηνιακής Μάνης κυμαίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό 40% σε μεσαία συγκέντρωση, 40% σε χαμηλή συγκέντρωση και 20% σε υψηλή συγκέντρωση

Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του αρδευτικού νερού του Ν. Μεσσηνίας προκύπτει ότι η ποιότητά του και στους έξι δήμους κυμαίνεται από καλή έως μέτρια, ιδιαίτερα στην ορεινή Μεσσηνία όπως στον Δ. Οιχαλίας. Στους παραλιακούς δήμους του Νομού (Καλαμάτας, Μεσσήνης, Τριφυλλίας, Πύλου Νέστορος) παρατηρείται επιβάρυνση του αρδευτικού νερού λόγω αφ' ενός της γειτνίασης με την παραλιακή ζώνη και αφ' ετέρου λόγω της υπεράντλησης από τις πολλές γεωτρήσεις που υπάρχουν στις περιοχές αυτές. Για τον Δ. Μεσσηνιακής Μάνης η ποιότητα είναι από καλή έως μέτρια αλλά τα αποτελέσματα δεν κρίνονται ασφαλή λόγω του μικρού όγκου δειγμάτων από την συγκεκριμένη περιοχή.

Τα στοιχεία που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την ποιότητα του αρδευτικού νερού όπως η EC εκφρασμένη σε $\mu\text{mho/cm}$, στους παραθαλάσσιους δήμους είναι κατηγορίας C3 (750-2250 $\mu\text{mho/cm}$) ενώ στους δήμους Οιχαλίας και Μεσσηνιακής Μάνης είναι C2 (250-750 $\mu\text{mho/cm}$) και C3 (750-2250 $\mu\text{mho/cm}$) σε ίδια ποσοστά.

Το SAR και στους έξι δήμους του Νομού είναι κατηγορίας 1 (SAR <10 Κίνδυνος νατρίου μικρός) δηλαδή δεν υπάρχει κίνδυνος νατρίου.

Το Na και στους έξι δήμους εμφανίζει χαμηλή συγκέντρωση στα μεγαλύτερα ποσοστά του με μια μικρή επιβάρυνση στον Δ. Πύλου Νέστορος και στον Δ. Μεσσηνιακής Μάνης χωρίς να κρίνονται ανησυχητικά.

Τέλος, η συγκέντρωση Cl στους δήμους Καλαμάτας, Μεσσήνης και Οιχαλίας η συγκέντρωση είναι σε χαμηλά επίπεδα, μια μικρή επιβάρυνση υπάρχει στον δήμο Μεσσηνιακής Μάνης και σε μεγαλύτερο βαθμό στους δήμους Πύλου Νέστορος και Τριφυλλίας λόγω της υπεράντλησης του υδροφόρου ορίζοντα από της γεωτρήσεις.

Σε γενικές γραμμές, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα δεδομένα των συγκεκριμένων αναλύσεων συμπερασματικά, φαίνεται ότι η ποιότητα του νερού άρδευσης προς το παρόν στον νομό Μεσσηνίας είναι αρκετά καλή και δεν δημιουργούνται ιδιαίτερα προβλήματα τόσο στις καλλιέργειες όσο και στο έδαφος. Για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων, θα πρέπει να συμπεριληφθούν και περισσότερες αναλύσεις δειγμάτων κυρίως από τις περιοχές που υπάρχει μεγάλη πυκνότητα γεωτρήσεων στην παραθαλάσσια ζώνη.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας, ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου (2012), Οδηγίες δειγματοληψίας αρδευτικού νερού, Καλαμάτα
2. Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας, ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου (2012), Όρια επάρκειας στοιχείων στο αρδευτικό νερό, Καλαμάτα
3. Γ. Τσακίρης (2004) ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ (ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ)
4. Ελευθέριος Α. Σταυρινός Υδατικό Αποτύπωμα και Δείκτες Λογιστικής Αρδευτικού Νερού
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHMONIKES_EVENTS/YDATIKO%20APOTYPOMA/EISHGHSEIS/stavrinos.pdf
5. Μαυρίκος Αναστάσιος (2009) ΕΜΠ- Διατμηματικό Πρόγραμμα Σπουδών (Επιστήμη και Τεχνολογία Υδάτινων Πόρων)
6. Κ. Ζανάκη Έλεγχος Ποιότητας Νερού ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 2001.

Ξένα

1. Ayers, R., 1977. Quality of water for irrigation. Journal of the Irrigation Drainage Div., Proc. ASCE, 103 (IR2): 135-154
2. Ayers, R., xat Westcot, D., 1976. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29, 97 p., FAO, Rome
3. Brady, N.C., 2002, The Nature and Properties of Soils, New Jersey, USA, Prentice Hall

4. Christiansen, J., Olsen, E., Willardson, 1977. Irrigation water quality evaluation. *Journal of the Irrigation Drainage Div., Proc. ASCE*, 103 (IR2): 155-169
5. Dodeen, L., 1958. Studies of water quality criteria. Proc. of the conference on Quality for water irrigation. Water Resources Center, Univ. of California, Davis.
6. Scofield, C., 1935. The salinity of irrigation water. *Smithsonian Institute Annual Report*, 275-287
7. Wilcox, L., 1958. Water quality from the standpoint of irrigation. *Journal of the American Waterworks Association*, 5.