

# ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

ΦΡΑΣΑΡΙΩΤΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



Το νερό αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αύξηση της γεωργικής παραγωγής. Το νερό της άρδευσης προέρχεται από διάφορες πηγές όπως είναι ποτάμια, λίμνες, πηγάδια, γεωτρήσεις, και έτσι παρουσιάζει διαφορές στην ποιότητά του οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την παραγωγή.

Τα χαρακτηριστικά τα οποία παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στην ποιότητα του νερού άρδευσης είναι:

- Η συνολική συγκέντρωση σε διαλυτά άλατα όπου εκτιμάται μέσω της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας
- Η αναλογία της συγκέντρωσης του νατρίου σε σχέση με άλλα κατιόντα κυρίως του ασβεστίου και του μαγνησίου. Η συγκέντρωση αυτή υπολογίζεται με τον λόγο προσρόφησης του νατρίου
- Η συγκέντρωση του βορίου και άλλων στοιχείων που μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητες
- Η σχέση των συγκεντρώσεων των  $\text{HCO}_3^-$  και  $\text{CO}_3^{2-}$  ιόντων, προς το άθροισμα των συγκεντρώσεων του  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ . Η σχέση αυτή εκτιμάται με υπολογισμό του υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου (RSC, Residual Sodium Carbonate)

Τα φυτά λαμβάνουν νερό και θρεπτικά στοιχεία από το εδαφοδιάλυμα. Τα κύτταρα περιβάλλονται από την ημιπερατή μεμβράνη μέσω της οποίας περνάει το νερό με τα θρεπτικά εφόσον η πυκνότητα του κυτταρικού χυμού σε άλατα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την πυκνότητα του εδαφοδιαλύματος. Αν τα άλατα στο έδαφος όμως είναι σε πολύ μεγάλη ποσότητα τότε δεν θα μπορεί να γίνει η κίνηση αυτή λόγω της ώσμωσης και έτσι το φυτό δεν θα μπορεί να «τραβάει» νερό και θρεπτικά από το έδαφος με αποτέλεσμα να έρθει η μάρανση.

Η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιούμε στις αρδεύσεις εξαρτάται από την περιεκτικότητα των ουσιών που βρίσκονται κυρίως διαλυμένες ή σε αιώρηση μέσα σε αυτό. Επίσης, λαμβάνουμε υπόψιν την υφή του εδάφους, τις κλιματολογικές συνθήκες, και την αντοχή των καλλιεργειών στα άλατα.

Ο προσδιορισμός της αλατότητας του νερού άρδευσης γίνεται έμμεσα με τον υπολογισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Ο ίδιος δείκτης, η ηλεκτρική αγωγιμότητα δηλαδή, χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της αλατότητας των εδαφών και το όριο μεταξύ αλατούχων και κανονικών εδαφών είναι το 4dS/m (ή 4mmhos/cm). (Σινάσης, 2015).

Τα άλατα στο νερό άρδευσης βρίσκονται σε μορφή ιόντων. Τα σπουδαιότερα είναι τα κατιόντα ασβεστίου (Ca), μαγνησίου (Mg), και νατρίου (Na) και τα ανιόντα χλωρίου (Cl), όξινων ανθρακικών ( $\text{HCO}_3^-$ ) και θειικών ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Σε μικρότερες αναλογίες βρίσκονται το κάλιο, τα ανθρακικά ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) και τα νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ). Μερικές φορές σε ίχνη βρίσκονται τα αργίλιο, βόριο, φθόριο σίδηρος σελήνιο και πυρίτιο.

Το χλώριο, τα θειικά και το νάτριο θεωρούνται τα πιο επιβλαβή για τα φυτά. Ο Scofield δέχεται 5 κατηγορίες αρδευτικών υδάτων και σύμφωνα με αυτά αν ένα νερό έχει μετρήσεις 2 ή περισσότερες στην κατηγορία 4 τότε το νερό είναι ακατάλληλο για άρδευση.

Κατηγορία	Συνολικά διαλυμένα άλατα		Na%	Βόριο σε ppm			Χλώριο και SO4
	EC σε μmhos <sup>1</sup>	ppm		Οπωρ/ρα	Αμπέλι Σιτηρά	Λαχανικά	
1. Εξαιρετικό	250	175	20	0,33	0,67	1,0	4
2. Καλό	250-750	175-525	20-40	0,33-0,64	0,67-1,33	1,0-2,0	4-7
3. Επιτρεπτό	750-2000	525-1400	40-60	0,67-1,00	1,33-2,00	2,0-3,0	7-12
4. Αμφίβολο	2000-3000	1400-2100	60-80	1,00-1,25	2,00-2,5	3,0-3,75	12-20
5. Ακατάλληλο	3000	2100	80	1,25	2,5	3,75	20

Προκειμένου να βρούμε την τιμή των ολικών διαλυτών στερεών χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$\text{Ολικά διαλυτά στερεά} = \text{Αγωγιμότητα} \times f$$

Όπου f είναι ο συντελεστής διόρθωσης και στα φυσικά νερά κυμαίνεται από 0,54-0,76 και συνήθως λαμβάνεται η τιμή 0,64.

Τα ολικά διαλυτά στερεά εκφράζονται σε mg/lit .

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός διαλύματος εδάφους εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά 1° C μεταβάλλει την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά 2% οπότε κάνουμε αναγωγή στους 25° C σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

(Σινάσης, 2015).

Ως ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλύματος ορίζεται η αγωγιμότητα στους 25°C.

°C (βαθμοί κελσίου)	f <sub>t</sub> (συντελεστής διόρθωσης)	°C (βαθμοί κελσίου)	f <sub>t</sub> (συντελεστής διόρθωσης)	°C (βαθμοί κελσίου)	f <sub>t</sub> (συντελεστής διόρθωσης)
10	1,411	20	1,112	30	0,907
11	1,375	21	1,087	31	0,890
12	1,341	22	1,064	32	0,873
13	1,309	23	1,043	33	0,858
14	1,277	24	1,020	34	0,843
15	1,247	25	1,000	35	0,829

<sup>1</sup> Η μονάδα μέτρησης mhos είναι η ίδια με τη μονάδα μέτρησης S (siemens)

16	1,218	26	0,979	36	0,815
17	1,189	27	0,960	37	0,801
18	1,163	28	0,945	338	0,788
19	1,136	29	0,943	39	0,775

Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με τα αγωγιμόμετρα. Τα σύγχρονα αγωγιμόμετρα κάνουν όλες τους υπολογισμούς και δίνουν κατευθείαν την τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Τα παλαιότερα όργανα έδιναν την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και θα έπρεπε να υπολογιστεί η τιμή της ρ=ειδικής αγωγιμότητας σύμφωνα με τον τύπο:

$$EC_{25} = EC \times f_t \times K$$

Όπου

EC η ηλεκτρική αγωγιμότητα

f<sub>t</sub> ο συντελεστής διόρθωσης

K η σταθερά του ηλεκτροδίου (αναγράφεται στο όργανο)

Προκειμένου να χαρακτηρίσουμε το νερό άρδευσης σε σχέση με το έδαφος, δύο παραμέτρους εξετάζουμε:

- Την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Το ποσοστό προσρόφησης του νατρίου (SAR)

Το υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ έχει δώσει ένα διάγραμμα με το οποίο ταξινομούνται τα νερά αρδεύσεως. Η ταξινόμηση βασίζεται στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού και στην σχέση του προσροφημένου νατρίου.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad (Na^+, Ca^{+2}, Mg^{+2} \text{ σε meq/lit})$$

Όσο περισσότερο είναι το νάτριο σε σχέση με το ασβέστιο και το μαγνήσιο τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή SAR. Χαμηλή συγκέντρωση των αλάτων στο νερό άρδευσης (EC) και υψηλή τιμή SAR μπορεί να δείξουν προβλήματα διήθησης του νερού στο έδαφος λόγω διάσπασης των συσσωματωμάτων δηλαδή μείωση των μεγάλων πόρων στο έδαφος που είναι απαραίτητοι για τον καλό αερισμό και την καλή στράγγιση. Η δημιουργία εδαφικής κρούστας θα μπορούσε να είναι μια αρνητική επίπτωση αυτής της περίπτωσης (Αλεξανδρής Σ. ).

**Οι κατηγορίες από την άποψη του κινδύνου αλατώσεως των εδαφών σύμφωνα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού είναι οι εξής:**

**C1 (μέχρι 250  $\mu\text{mhos}$ ):** Μικρής αλατότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση εδαφών οποιασδήποτε μηχανικής σύστασης και για οποιοδήποτε φυτό.

**C2 (250-750  $\mu\text{mhos}$ ):** Μέσης αλατότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση εδαφών με επαρκή έκπλυση και για φυτά μέσης ανθεκτικότητας στα άλατα.

**C3 (750-2250  $\mu\text{mhos}$ ):** Υψηλής αλατότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση εδαφών με καλή στράγγιση και για φυτά ανθεκτικά στα άλατα.

**C4 (>2250  $\mu\text{mhos}$ ):** Πολύ υψηλής αλατότητας νερό που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση υπό κανονικές συνθήκες. Ειδικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που το έδαφος είναι πολύ διαπερατό και με εξαιρετική στράγγιση, η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου νερού να είναι μεγάλη ώστε να επιταχύνεται καλή έκπλυση και τα φυτά να είναι πολύ ανθεκτικά στα άλατα.

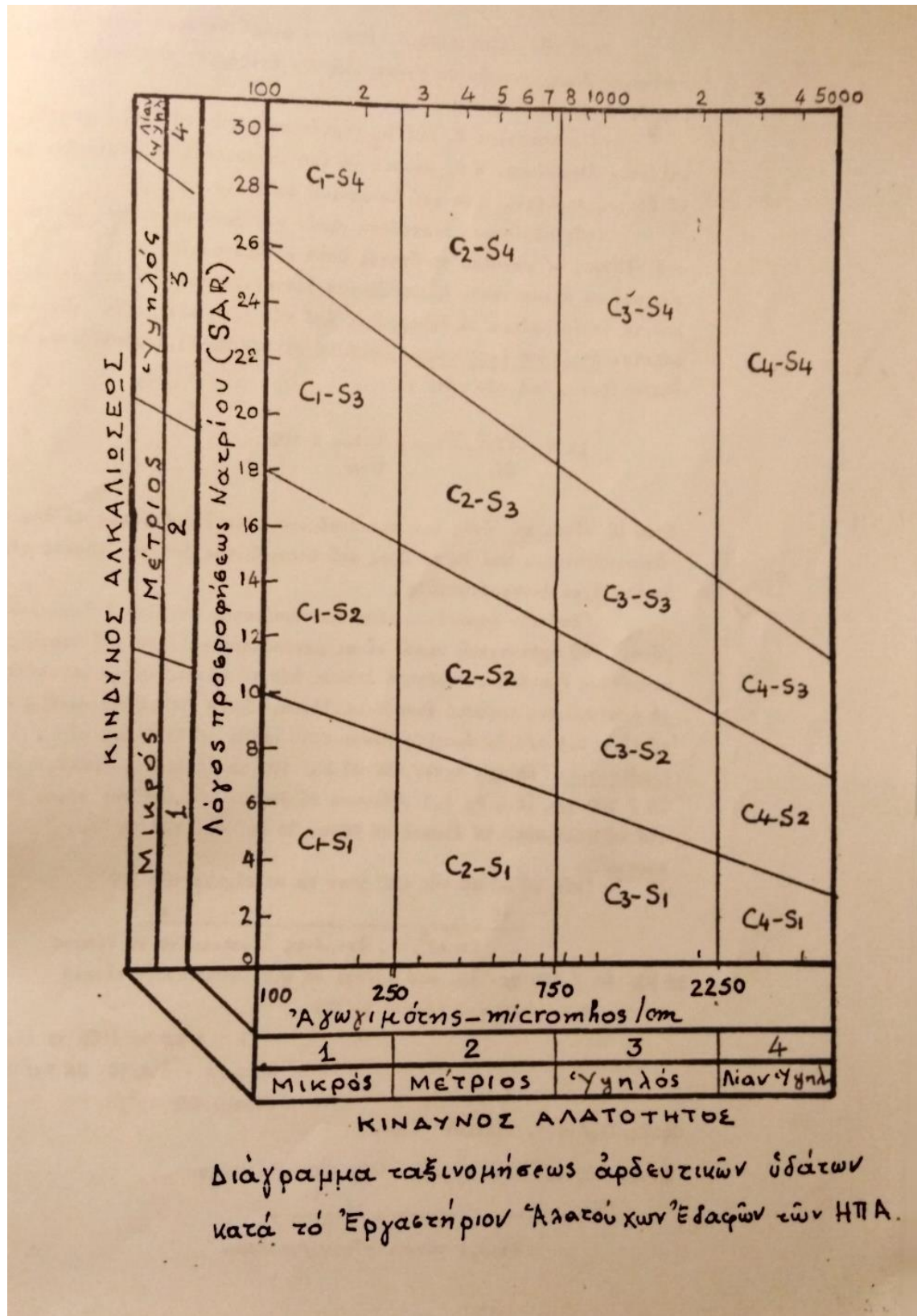
**Οι κατηγορίες από την άποψη του κινδύνου αλκαλιώσεως των εδαφών σύμφωνα με την τιμή SAR του νερού είναι οι εξής:**

**S1:** Μικρής αλκαλικότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση σχεδόν όλων των εδαφών.

**S2:** Μέσης αλκαλικότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση διαπερατών και καλά στραγγιζόμενων εδαφών. Η παρουσία γύψου στο έδαφος ευνοεί τη χρησιμοποίηση τέτοιου νερού.

**S3:** Υψηλής αλκαλικότητας νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση καλά στραγγιζόμενων και εκπλυόμενων εδαφών με προσθήκη γύψου.

**S4:** Πολύ υψηλής αλκαλικότητας νερό που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αρδευτικούς σκοπούς εκτός για εδάφη που στραγγίζουν και εκπλύνονται καλά και οπωσδήποτε προσθήκη γύψου.



Πηγή εικόνας: Συμεωνάκης Α.Β., Σημειώσεις Αξιοποίησης Εδαφών, ΤΕΙΘ, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής

Με βάση τις παραμέτρους ηλεκτρική αγωγιμότητα και προσρόφηση νατρίου, γίνεται ποιοτική ταξινόμηση του νερού άρδευσης σύμφωνα με το σύστημα του Αμερικάνικου Υπουργείου Γεωργίας.

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ</b>	<b>ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ</b>
<b>C1-S1</b>	Νερό πολύ καλής ποιότητας με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα. Κατάλληλο
<b>C1-S2, C2-S1</b>	Νερό καλής ποιότητας. Κατάλληλο για άρδευση με εξαίρεση ευαίσθητα φυτά σε άλατα ή εδάφη με κακή στράγγιση.
<b>C2-S2, C1-S3, C3-S1</b>	Νερό μέσης ποιότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση με περιορισμούς.
<b>C1-S4, C2-S3, C3-S2, C4-S1</b>	Νερό μέσης προς κακής ποιότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ανθεκτικές σε άλατα καλλιέργειες και σε στραγγιζόμενα εδάφη.
<b>C2-S4, C4-S2, C3-S3</b>	Νερό κακής ποιότητας. Δεν συνίσταται η χρήση του. Παρόλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αυστηρούς περιορισμούς σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη και φυτά ανθεκτικά σε άλατα. Κίνδυνος αύξησης της αλατότητας του ελάφους. Συνίσταται περιοδική έκπλυση των αλάτων.
<b>C3-S4, C4-S3</b>	Νερό κακής ποιότητας. Δεν συνίσταται η χρήση του. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση κάτω από αυστηρούς περιορισμούς.
<b>C4-S4</b>	Νερό πολύ κακής ποιότητας. Η εφαρμογή του για άρδευση καθίσταται απαγορευτική.

(Αλεξανδρής Σ. )



Ο όρος **σκληρότητα** αναφέρεται στο σύνολο των αλάτων του νατρίου (Na) και του μαγνησίου (Mg) με ιόντα χλωρίου, θειικά, ανθρακικά και υδρογονανθρακικά.

Η σκληρότητα του νερού εκφράζεται σε βαθμούς σκληρότητας.

Ανάλογα της φύσης των αλάτων η σκληρότητα του νερού διακρίνεται σε μόνιμη και παροδική.

Στην **παροδική** σκληρότητα υδρογονανθρακικά άλατα  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  και  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Με παρατεταμένο βρασμό η σκληρότητα απαλείφεται αφού δημιουργούνται σύμφωνα με τις αντιδράσεις τα παρακάτω.



**Μόνιμη** σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία αλάτων Ca και Mg κυρίως ανθρακικών και θειικών και σε μικρότερο βαθμό χλωριούχων, νιτρικών κ.α. που δεν μπορούν να απομακρυνθούν με βρασμό.

**Ολική** σκληρότητα είναι το άθροισμα της παροδικής και της μόνιμης σκληρότητας

#### Μονάδες σκληρότητας:

Γερμανικοί βαθμοί ( $^{\circ}\text{d}$ ),  $1^{\circ}\text{d}=1\text{mg CaO}/100\text{ml}$  νερού

Γαλλικοί βαθμοί ( $^{\circ}\text{f}$ ),  $1^{\circ}\text{F}=1\text{mg CaCO}_3/100\text{ml}$  νερού

Αμερικάνικοι βαθμοί ppm,  $1\text{mg CaCO}_3/1\text{lt}$  νερού

Χαρακτηρισμός	$^{\circ}\text{D}$
Πολύ μαλακό	0-4
Μαλακό	4-8
Ελαφρώς σκληρό	8-14
Μέτρια σκληρό	14-18
Σκληρό	18-24
Πολύ σκληρό	>30

Το νερό της βροχής και το απεσταγμένο νερό είναι μαλακά νερά ενώ το θαλασσινό νερό είναι πολύ σκληρό.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Το θαλασσινό νερό είναι πολύ σκληρό, συνήθως της τάξης του 6630 ppm. Το γλυκό νερό έχει σκληρότητα 15 - 375 ppm



**Μετατροπή μονάδων σκληρότητας**

	mmol/lit ιόντων	meq/lit ιόντων	Γερμανικοί βαθμοί °d	Γαλλικοί βαθμοί °f	ppm CaCO <sub>3</sub>
mmol/lit ιόντων	1	2	5,6	10	100
meq/lit ιόντων	0,5	1	2,8	5	50
Γερμανικοί βαθμοί °d	0,18	0,357	1	1,78	17,8
Γαλλικοί βαθμοί °f	0,1	0,2	0,560	1	10
ppm CaCO <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,056	0,1	1

**Προσδιορισμός σκληρότητας νερού**

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας του νερού γίνεται με την ογκομέτρηση των αλάτων Ca και Mg με διάλυμα αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος (EDTA). Προκειμένου το EDTA να δημιουργήσει σταθερές ενώσεις με τα άλατα χρειάζεται αλκαλικό περιβάλλον (pH =10). Το τέλος της αντίδρασης διαπιστώνεται με αλλαγή του χρώματος ενός δείκτη που προστίθεται στο νερό.

**Για κάθε 1ml EDTA που καταναλώνεται για την ογκομέτρηση 100ml νερού, αντιστοιχεί σκληρότητα 0,561°d ή 1,001°f**

**Υλικά που χρησιμοποιούμε για τον προσδιορισμό**

Διάλυμα EDTA 0.01M

Διάλυμα αμμωνίας 25%

Δείκτης buffer σε ταμπλέτες

Δείγμα νερού

Κωνική φιάλη 250ml

Ογκομετρικό κύλινδρο 100ml

Προχοΐδα 50ml

Γυάλινο χωνί

Ποτήρι ζέσεως 250ml και 50ml

Σιφώνιο 5ml

**Διαδικασία**

1. Γεμίζουμε την προχοΐδα με το διάλυμα του EDTA .
2. Με την βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου τοποθετούμε δείγμα νερού όγκου 100ml στην κωνική φιάλη των 250ml.
3. Με τη βοήθεια του αριθμημένου σιφωνίου προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 1 έως 2 ml διαλύματος αμμωνίας.

4. Προσθέτουμε στο διάλυμα της κωνικής φιάλης ένα χαπάκι δείκτη Buffer Tablets και αναδεύουμε μέχρι να διαλυθεί πλήρως.
5. Καταγράφουμε την αρχική ένδειξη της προχοΐδας.
6. Αρχίζουμε την τιτλοδότηση με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων διαλύματος EDTA στην κωνική φιάλη, αναδεύοντας συνεχώς μέχρι το τελικό σημείο όπου το χρώμα θα αλλάξει από κόκκινο σε πράσινο.
7. Καταγράφουμε την τελική ένδειξη της προχοΐδας και υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος του EDTA που καταναλώθηκε.
8. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία δύο ακόμη φορές ή μέχρι να έχετε τρεις επαναλήψιμες μετρήσεις.
9. Υπολογίζουμε σύμφωνα με τον τύπο:  
$$\text{mg/lit CaCO}_3 = \frac{V1}{V2} * 1000$$
 όπου V1 είναι ο όγκος σε ml του EDTA που καταναλώθηκαν και V2 ο όγκος του νερού.

Υπολογίζω τους γερμανικούς βαθμούς σύμφωνα με το παρακάτω:

$$1^\circ\text{d} = 10 \text{ ppm CaO} = 17.9 \text{ ppm CaCO}_3$$



Πηγή εικόνας: [http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_EDTA.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_EDTA.htm)



Πηγή εικόνας <https://blogs.sch.gr/wnikdim/files/2014/01/Ogometrissi.pdf>

#### Παράδειγμα:

Αν έχω καταναλώσει 25ml EDTA για την τιτλοδότηση 100ml νερού τότε  
 $25/100 * 1000 = 250 \text{ mg/lit CaCO}_3$

Όμως  $1^\circ\text{d} = 17.9 \text{ ppm CaCO}_3$  οπότε  $250/17,9=13,96 \text{ } 1^\circ\text{d}$  και σύμφωνα με τον πίνακα ανήκει στα μετρίως σκληρά νερά

#### Η δειγματοληψία του νερού

Η σωστή δειγματοληψία του νερού προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση είναι πολύ σημαντική, όπως άλλωστε συμβαίνει στη δειγματοληψία εδάφους. Για μια πλήρη ανάλυση θα πρέπει το δείγμα να είναι περίπου 1,5 λίτρο. Αποθηκεύεται σε καθαρά δοχεία, από υλικό αδρανές (πχ πλαστικό) τα οποία ξεπλένονται πρώτα δύο φορές με το νερό που πρόκειται να αναλυθεί. Γεμίζουμε τη φιάλη μέχρι το πώμα

ώστε να μην εγκλωβιστεί αέρας και καλό είναι να γίνονται ίσως αναλύσεις άμεσα προκειμένου να αποφευχθούν μικροβιακές και χημικές αλλοιώσεις. Παρόλα αυτά αν θα πρέπει να καθυστερήσει μια ανάλυση τότε το δείγμα θα πρέπει να διατηρηθεί στους 4° C για λίγες ημέρες.

Όταν το νερό που θα αναλυθεί προέρχεται από γεώτρηση τότε θα πρέπει πρώτα να αντληθεί αρκετό νερό και στη συνέχεια λαμβάνονται 2-3 δείγματα ανά κανονικά διαστήματα. Η σύσταση του νερού εξαρτάται της εποχής και της περιοχής όπου βρίσκεται η γεώτρηση.

Όταν το νερό που πρόκειται να αναλυθεί προέρχεται από λίμνη, τότε γίνονται δειγματοληψίες από διάφορα βάθη της λίμνης. Επίσης το αποτέλεσμα εξαρτάται των κλιματολογικών συνθηκών (βροχή, αέρας ) αν υπάρχει απορροή υδάτων στη λίμνη κτλ.

Τέλος όταν το δείγμα προέρχεται από ποτάμι τότε το δείγμα θα πρέπει να λαμβάνεται από απόσταση ίση από τις όχθες και από ένα μέσο βάθος. Επίσης το αποτέλεσμα εξαρτάται της εποχής και της θέσης που γίνεται η δειγματοληψία.

**Βιβλιογραφία**

Σταμούλη-Παπαζαφειρίου Ε., Αρδεύσεις-Στραγγίσεις, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής Συμεωνάκης Α.Β. Σημειώσεις Εδαφολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη 1990

Πασχαλίδης Χ., Εργαστηριακές ασκήσεις Εδαφολογίας, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα 2005

Συμεωνάκης Α.Β. Σημειώσεις Αξιοποίησης εδαφών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη 1992

[https://www.aua.gr/stalex/EDU/PDF/Irrigation\\_water\\_Salinity\\_doc.pdf](https://www.aua.gr/stalex/EDU/PDF/Irrigation_water_Salinity_doc.pdf)

<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4055/5/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%95%CE%A3%20%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%97%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3%20%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A7%CE%95%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%A3%CE%97%CE%A3%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%A9%CE%9D%20%288%29.pdf>

[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3505/2/02\\_chapter\\_7.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3505/2/02_chapter_7.pdf)

[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4056/3/ch\\_3.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4056/3/ch_3.pdf)

[https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/CHEM164/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3%20%28213%CE%A0%29/%CE%A0%CE%9F%CE%A3%CE%9F%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%A3%CE%97/%CE%A6%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%CE%A5\\_6\\_%CE%A3%CE%9A%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91.pdf](https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/CHEM164/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3%20%28213%CE%A0%29/%CE%A0%CE%9F%CE%A3%CE%9F%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%A3%CE%97/%CE%A6%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%CE%A5_6_%CE%A3%CE%9A%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91.pdf)

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ENV217/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CF%83%CE%BA%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20powerpoint%2C%20%28%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1%20pdf%29/3.%20%CE%A3%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D.pdf>

f