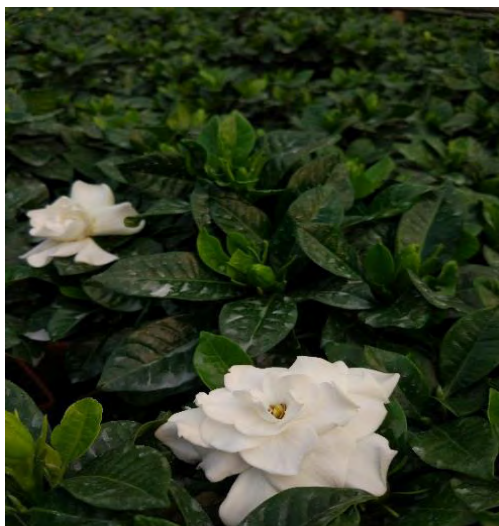




Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

**Πτυχιακή εργασία**

**Η μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτών γαρδένιας (*Gardenia jasminoides*) που αρδεύεται με νερό υψηλής αλατότητας**



Όνοματεπώνυμο Φοιτητή: Βασιλείου Ανάργυρος – Χαράλαμπος

Αριθμός Μητρώου: 0413024

Αριθμός Ειδικού Μητρώου: 1575

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Χρήστος Λύκας

Μέλος: Νικόλαος Κατσούλας

Μέλος: Ευθυμία Λεβίζου

Ακαδημαϊκό Έτος: 7<sup>ο</sup>

Βόλος 2019

## Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Τσαλούχο Νικόλαο, ιδιοκτήτη του θερμοκηπίου ο οποίος διέθεσε τον χώρο και τα φυτά για την διεξαγωγή της παρούσας μελέτης.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή κ. Χρ. Λύκα για την ανάθεση του θέματος αυτής της μελέτης, την επιστημονική καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και καλή συνεργασία καθ' όλη στη διάρκεια του πειραματικού μέρους και της συγγραφής της μελέτης μου.

Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συμπαράσταση, την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την τριμελή επιτροπή τα μέλη της επιτροπής Αν. Καθηγητή κ. Νικόλαο Κατσούλα και την Επ. Καθηγήτρια κα. Ευθυμία Λεβίζου για την βοήθεια και τα πολύτιμα σχόλιά τους προκειμένου να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

# Περιεχόμενα

<b>Ευχαριστίες.....</b>	<b>2</b>
<b>Περιεχόμενα.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>5</b>
<b>Περίληψη .....</b>	<b>6</b>
<b>1.Εισαγωγή .....</b>	<b>7</b>
1.1 Γενικά.....	7
1.2 Η καλλιέργεια στην Ελλάδα .....	7
1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	8
1.4 Απαιτήσεις καλλιέργειας .....	8
1.4.1 Φως .....	8
1.4.2 Φωτοπερίοδος .....	9
1.4.3 Θερμοκρασία .....	9
1.4.4 Υπόστρωμα.....	9
1.4.5 Νερό άρδευσης .....	10
1.4.6 Λίπανση .....	10
1.5 Προβλήματα καλλιέργειας από φυσιολογικές καταπονήσεις.....	11
1.6 Αλατότητα.....	11
1.6.1. Γενικά.....	11
1.6.2 Πηγές αλάτων .....	12
1.6.3 Αντοχή στην αλατότητα.....	12
1.6.4 Μέτρηση αλατότητας.....	13
1.6.5 Επιδράσεις αλατότητας.....	13
1.6.6 Αντιμετώπιση αλατότητας .....	14

<b>2.Υλικά και Μέθοδοι .....</b>	<b>15</b>
2.1 Η καλλιέργεια της γαρδένιας .....	15
2.1.1.Το θερμοκήπιο .....	15
2.1.2 Υδρολίπανση της καλλιέργειας .....	15
2.1.3 Κλάδεμα.....	15
2.2 Μεταχειρίσεις και επεμβάσεις .....	15
2.2.1 Φυτικό Υλικό .....	15
2.2.2 Μεταχειρίσεις .....	16
2.3 Μετρήσεις .....	17
2.4 Στατιστική Επεξεργασία .....	20
<b>3.Αποτελέσματα και Συζήτηση.....</b>	<b>21</b>
3.1 Θερμοκρασία .....	21
3.2 Αγωγιμότητα.....	22
3.3 Ύψος και Διάμετρος .....	23
3.4 Κλάσμα ύψους-διαμέτρου .....	24
3.5 Αριθμός φύλλων .....	25
3.6 Φυλλική επιφάνεια.....	26
3.7 Λόγος φυλλικής επιφάνεια: αριθμός φύλλων .....	27
3.8 Χλωροφύλλη.....	28
3.9 Χλωρό Βάρος.....	29
3,10 Ξηρό Βάρος.....	31
3.11 Θρεπτικά .....	32
3.12 Συζήτηση.....	32
<b>4.Συμπεράσματα.....</b>	<b>33</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>34</b>

## Abstract

The experiment was conducted from 13/10/17 to 20/3/18 in a greenhouse located in the area of Agria. For the purpose of the experiment, 24 plants which were irrigated with high salinity water were used. Six plants were irrigated with a 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  electrical conductivity solution, six plants with a 2.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  electrical conductivity solution, six plants with a 3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  electrical conductivity solution while 6 plants were designated as controls and irrigated with the solution used by the producer for irrigation of the crop, the electrical conductivity of which was 1500-2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

During the experiment, the height, diameter of the plants, leaf chlorophyll content, and substrate conductivity were measured. Destructive measurements were also made to measure the leaf area of each treatment plant, the weight of green and dry leaves, shoots and roots, while an analysis was performed to assess nutrient concentration ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) on the plants' leaves. The results of the measurements showed that treatment plants irrigated with 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$  and 2.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$  conductivity solution favoured the growth of more and larger leaves, while conductivity near 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$  appeared to cause problems to the plants.

## Περίληψη

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από 13/10/17 έως 20/3/18 σε θερμοκήπιο το οποίο βρίσκεται στην περιοχή της Αγριάς. Για της ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 24 φυτά τα οποία αρδεύονταν με νερό υψηλής αλατότητας. Έξι φυτά αρδεύονταν με διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , έξι φυτά με διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , έξι φυτά με διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ενώ 6 φυτά χαρακτηρίστηκαν ως μάρτυρες και αρδεύονταν με το διάλυμα που χρησιμοποιούσε ο παραγωγός για την άρδευση της καλλιέργειας του οποίου η ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν 1.500-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Κατά την διάρκεια του πειράματος γινόταν μέτρηση του ύψους, και της διαμέτρου των φυτών, της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη, και της αγωγιμότητας του υποστρώματος. Επίσης έγιναν καταστροφικές μετρήσεις για την μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών της κάθε μεταχείρισης, του χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων, των βλαστών και των ριζών, ενώ πραγματοποιήθηκε ανάλυση για την εκτίμηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) στα φύλλα των φυτών. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προέκυψε ότι τα φυτά των μεταχειρίσεων που αρδεύονταν με αγωγιμότητα 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$  και 2,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$  ευνόησαν την έκπτυξη περισσότερων και μεγαλύτερων φύλλων, ενώ αγωγιμότητα κοντά στα 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$  φαίνεται να προκαλεί προβλήματα στα φυτά.

## 1.Εισαγωγή

Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο ριζόστρωμα μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα τόσο στις φυσιολογικές διαδικασίες του φυτού (διαπνοή και φωτοσύνθεση), στα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και να επιφέρει μείωση της παραγωγής και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Τα προβλήματα αυτά γίνονται ιδιαίτερα σημαντικά σε θερμοκηπιακές καλλιέργειας όπου η διαπνοή των φυτών μπορεί να φτάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα και όπου για την άρδευση χρησιμοποιούνται διαλύματα λιπασμάτων που έχουν ήδη αυξημένη τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτών γαρδένιας που αρδεύονταν με νερό υψηλής αλατότητας.

### 1.1 Γενικά

Η Γαρδένια (*Gardenia jasminoides*) είναι αγγειόσπερμο φυτό που ανήκει στην οικογένεια Rubiaceae της τάξης Rubiales. Υπάρχουν 250 περίπου είδη που είναι αειθαλείς θάμνοι και μικρά δέντρα. Η γαρδένια είναι είδος ιθαγενές της Κίνας και την νότια Ιαπωνίας. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί αποδείχθηκε ότι ο καρπός της γαρδένιας έχει χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή Κινέζικη Ιατρική και λέγεται πως έχει αντιφλεγμονική, διουρητική, καταπραϋντική και αιμοστατική δράση. Η δραστική ουσία που περιέχει καρπός του φυτού είναι η γενιπίνη, μια οργανική ένωση, η οποία βρίσκεται στο εκχύλισμα κυρίως ως γλυκοζίτης με γλυκόζη ή γεντιοβιόζη. Η γαρδένια καλλιεργείται κυρίως για λόγους αισθητικής λόγω των μεγάλων και εύοσμων ανθέων της.

### 1.2 Η καλλιέργεια στην Ελλάδα

Στην Ελλαδικό χώρο υπάρχουν 2 μονάδες που ασχολούνται με την παραγωγή γλαστρικών φυτών γαρδένιας. Η μία βρίσκεται στο Νομό Αχαΐας στην περιοχή της Αμαλιάδας και άλλη στο Νομό Μαγνησίας όπου αποτελεί και κύρια ανθοκομική καλλιέργεια και όπου παράγεται το 75% - 80% περίπου των γλαστρικών φυτών που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά. Η καλλιέργεια της γαρδένιας στην περιοχή της Θεσσαλίας ξεκίνησε από την περιοχή του Πηλίου. Με αφορμή την υψηλή αρχικά

εγχώρια ζήτηση και το αυξημένο μετέπειτα εξαγωγικό ενδιαφέρον που παρουσίαζε το φυτό, καθώς και η δυνατότητα παραγωγής σε μεγάλες ποσότητες, δημιουργήθηκε μια ομάδα παραγωγών που εστίασε στη παραγωγή γλαστρικών φυτών γαρδένιας και στην συνέχεια την προώθηση αυτών σε χώρες του εξωτερικού. Σήμερα τα φυτά φεύγουν από την Ελλάδα και ταξιδεύουν σε πολλές χώρες της Ευρώπης, με μεγαλύτερο ενδιαφέρον να παρουσιάζουν η Ιταλία, η Ολλανδία, η Ισπανία, η Αλβανία, η Κύπρος, η Γερμανία κ.α.. Η περίοδος με τη μεγαλύτερη ζήτηση ξεκινά από τον Μάρτιο έως και Μάιο όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο της ανθοφορία και η μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να φτάσει είναι 3,40 ευρώ/φυτό.

### 1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Τα φύλλα του φυτού είναι σκούρα πράσινα, λογχοειδή έως ωοειδή και το μήκος τους μπορεί να φτάσει και τα 10 cm. Έχει άνθη λευκά, , πολυπέταλα, διαμέτρου 7-12 cm με πολύ έντονο άρωμα. Ο κάλυκας αποτελείται από 5 πράσινα σέπαλα, ενώ η στεφάνη από 5 έως 9 λευκά, κηρώδη πέταλα. Συχνά οι στήμονες και ο στύλος εκφυλίζονται με αποτέλεσμα την εμφάνιση στείρων ανθέων (Σύρος και Χατζηλαζάρου, 2001). Οι καρποί έχουν χρώμα πορτοκαλί και περιέχουν γενιπίνη.

Στη φύση οι καταβολές του πρώτου άνθους σχηματίζονται τον Ιούλιο, στη συνέχεια, 2 ή 3 βλαστοί εμφανίζονται από μασχαλιαίους οφθαλμούς από αρχές Σεπτεμβρίου. Οι πρωτεύοντες ανθοφόροι οφθαλμοί διαφοροποιούνται στα τέλη του Οκτωβρίου και μετά εισέρχονται σε λήθαργο, οι δευτερεύοντες αναπτύσσονται με αργούς ρυθμούς κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τέλος τα άνθη εμφανίζονται τον επόμενο χρόνο από τον Ιούλιο έως και τον Αύγουστο.

### 1.4 Απαιτήσεις καλλιέργειας

#### 1.4.1 Φως

Γενικά απαιτεί υψηλή ένταση φωτισμού με σκίαση το καλοκαίρι. Η υψηλή ένταση του φωτός το καλοκαίρι μπορεί να μειώσει την βλάστηση και να εμποδίσει το σχηματισμό των ανθικών καταβολών. Καλύτερη ανάπτυξη του φυτού επιτυγχάνεται σε επίπεδα φωτός 20-35 Klux. Για να δημιουργηθούν τέτοιες συνθήκες φωτισμού από



το Μάιο έως το Σεπτέμβριο βάφεται το θερμοκήπιο ή χρησιμοποιούνται κουρτίνες σκίασης ώστε να εμποδίσουμε την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας. ενώ ταυτόχρονα ελέγχεται και η θερμοκρασία του θερμοκηπίου.

#### 1.4.2 Φωτοπερίοδος

Επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη του φυτού αφού από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη η ανάπτυξη του φυτού είναι ελάχιστη.

Η γαρδένια είναι φυτό ουδέτερο στη φωτοπερίοδο, ανθίζει δηλαδή ανεξάρτητα από τη διάρκεια της νύχτας (Σάββας, 2003). Αυτό όμως μπορεί να μην ισχύει για άλλες μορφογενετικές αντιδράσεις του, που μπορεί να είναι σημαντικές για τον παραγωγό, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο καλλιεργεί τα φυτά (Hanan, 1998). Η πρωίμιση ωστόσο της ανθοφορίας όσο και ο αριθμός των ανθέων επηρεάζονται από την φωτοπερίοδο.

#### 1.4.3 Θερμοκρασία

Η ευνοϊκότερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του φυτού είναι από 12<sup>0</sup>C με άριστη 18<sup>0</sup>C-20<sup>0</sup>C, εξαρτώμενο πάντα από την φωτοπερίοδο και τη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αν όμως η θερμοκρασία τους καλοκαιρινούς μήνες ξεπερνάει τους 35<sup>0</sup>C τότε προκαλούνται προβλήματα στη φωτοσύνθεση γι' αυτό εκτός από τα συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται επιπλέον συστήματα δροσισμού της ατμόσφαιρας. Το χειμώνα θερμοκρασίες κάτω του μηδενός μπορούν να καταστρέψουν τα φυτά, ενώ σε θερμοκρασίες από 5<sup>0</sup>C-8<sup>0</sup>C το φυτό δεν αναπτύσσεται. Από 8<sup>0</sup>C-12<sup>0</sup>C υπάρχει υποτυπώδεις απορρόφηση θρεπτικών από την ρίζα αλλά και φωτοσυνθετική δραστηριότητα, γι' αυτό το προτιμότερο σύστημα θέρμανσης στα θερμοκήπια είναι αυτή της επιδαπέδιας ή της υποδαπέδιας θέρμανσης.

#### 1.4.4 Υπόστρωμα

Ως υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών χρησιμοποιείται τύρφη και μίγματα τύρφης με περλίτη, κομποστοποιημένα φυτικά υπολείμματα, φυλλόχωμα κλπ. Η τιμή του pH του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες ανάπτυξης του φυτού καθώς επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Το pH θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ των τιμών 5-6,5. Ιδιαίτερη προσοχή

θα πρέπει να δίνεται στην συχνή ρύθμισή του γιατί η τιμή του pH μπορεί να μεταβληθεί μετά από κάθε άρδευση.

#### 1.4.5 Νερό άρδευσης

Η ποιότητα του νερού είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την καλλιέργεια γαρδένιας. Αν το νερό έχει αγωγιμότητα έως 400μS/cm τότε θεωρείτε άριστο, από 400 έως 700 καλής ποιότητας, από 700 έως 1000 κακής ποιότητας, ενώ νερό με αγωγιμότητα πάνω από 1000 μS/cm θεωρείται ακατάλληλο. Σε κάθε περίπτωση εκτός από τη μέτρηση της αγωγιμότητας η χημική ανάλυση του νερού είναι απαραίτητη ώστε να διαπιστωθεί η περιεκτικότητά του σε θρεπτικά ή τοξικά στοιχεία.

#### 1.4.6 Λίπανση

Η σωστή λίπανση της γαρδένιας βασίζεται στην απαίτηση του φυτού για όξινο υπόστρωμα και ισχυρές λιπάνσεις κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο καθώς και την αναισθησία του στην υψηλή αλατότητα.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για τη λίπανση της γαρδένιας, χρησιμοποιούμε ένα συγκεκριμένο τύπο λιπάσματος από την αρχή ως το πέρας της καλλιέργειας ή εναλλάσσουμε διάφορους τύπους λιπάσματος ανάλογα με την φάση ανάπτυξης του φυτού. Στη πρώτη μέθοδο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έτοιμους τύπους λιπασμάτων ή τύπους που μπορούμε να παρασκευάσουμε μόνοι μας αναμιγνύοντας βασικά λιπάσματα με την προϋπόθεση ότι έχουμε μερικές βασικές γνώσεις για την δημιουργία μιας ισορροπημένης λίπανσης. Αν επιλεγεί η δεύτερη μέθοδος τότε από το ριζωτήριο μέχρι και λίγο μετά την μεταφύτευση της στη γλάστρα χρησιμοποιούμε φωσφορούχα λιπάσματα για τη δημιουργία ενός καλού ριζικού συστήματος, ύστερα συνεχίζουμε με αζωτούχα λιπάσματα μέχρι την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών για την επίτευξη πλούσιας κόμης και τέλος κάνουμε χρήση καλιούχων λιπασμάτων για τον έλεγχο της ανάπτυξης και τη ανάπτυξη των μπουμπουκιών. Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία η γαρδένια έχει επίσης ανάγκες σε ασβέστιο και θείο. Το φυτό έχει επίσης την ανάγκη από ιχνοστοιχεία με σημαντικότερα το μαγνήσιο και το σίδηρο. Πολύ σημαντικό είναι η ευαισθησία του φυτού σε χλώριο γι' αυτό τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από χλώριο. Τέλος εφαρμογή του λιπάσματος γίνεται από

το σύστημα άρδευσης και πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή στην αύξηση του pH ώστε να μην υπερβεί το 6,5.

### 1.5 Προβλήματα καλλιέργειας από φυσιολογικές καταπονήσεις

Εκτός από εχθρούς (θρίπας, αφίδες, τετράνυχος, αλευρώδεις κ.τ.λ.) και ασθένειες- βακτήρια (βοτρυτής, φόμοψη, φυτόφθορα, ωίδιο, νηματώδεις, κ.τ.λ.) τα φυτά της γαρδένιας συχνά παρουσιάζουν συμπτώματα που μπορεί να οφείλονται σε μη παρασιτικές ασθένειες και μειώνουν σημαντικά την εμπορική του αξία.

Η χλώρωση των φύλλων του φυτού που μπορεί να οφείλεται στον ανεπαρκή φωτισμό, στα υπερβολικά ποτίσματα, την χαμηλή θερμοκρασία του εδάφους ή στη έλλειψη διαφόρων θρεπτικών στοιχείων. Πιο συχνές είναι οι χλωρώσεις λόγω έλλειψης σιδήρου ιδίως σε ασβεστούχα ή αλκαλικά υποστρώματα και σε υποστρώματα χαμηλής περιεκτικότητας σε σίδηρο. Άλλες τροφοπενίες που μπορούν να εμφανιστούν μέσω των φύλλων με κυριότερες αυτές του αζώτου, μαγγανίου καθώς και τοξικότητα λόγω υψηλής αλατότητας.

Η πτώση μερικών μπουμπουκιών είναι μια φυσιολογική διαδικασία αλλά όταν γίνεται πιο έντονη τότε μπορεί να οφείλεται στην ανισόρροπη λίπανση, την έλλειψη φωτισμού, την έλλειψη υγρασίας εδάφους, το υπερβολικό πότισμα, τις απότομες αλλαγές τις θερμοκρασίας, την ξηρή ατμόσφαιρα ή την υψηλή εδαφική υγρασία.

### 1.6 Αλατότητα

#### 1.6.1. Γενικά

Ο όρος αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο έδαφος, το οποίο, ανάλογα με τη φύση των ιόντων, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε αλατούχο ή σε νατριομένο (αλκαλιωμένο) έδαφος. Η χρήση νερού άρδευσης με υψηλή συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων συνεπάγεται τη δημιουργία αλατούχων εδαφών, εφόσον η αποστράγγιση και η έκπλυση του εδάφους είναι ανεπαρκείς και η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους είναι χαμηλή (Grattan., 2002). Τα περισσότερα κοινά άλατα που μπορούμε να συναντήσουμε στο νερό και στο έδαφος αποτελούνται από κατιόντα νατρίου ( $\text{Na}^+$ ), καλίου ( $\text{K}^+$ ), μαγνησίου ( $\text{Mg}^{2+}$ ) και ασβεστίου ( $\text{Ca}^{2+}$ ), από χλωριούχα

ανιόντα ( $\text{Cl}^-$ ), θειικά ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) και ανθρακικά υπό μορφή ( $\text{HCO}_3^-$ ). Τα παραπάνω στοιχεία αν βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στο νερό άρδευσης, το χαρακτηρίζουν ακατάλληλο για χρήση σε καλλιέργειες. Υπάρχουν αναφορές που κάνουν λόγο για μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων με την προσθήκη σιδήρου ( $\text{Fe}$ ) στο θρεπτικό διάλυμα της γαρδένιας.

### 1.6.2 Πηγές αλάτων

Η αλατότητα στο έδαφος και στο νερό άρδευσης μπορεί να προέρχεται διάφορα μητρικά πετρώματα του εδάφους, είτε από τη εισχώρηση της θάλασσας στα υπόγεια στρώματα ή από πλημύρες (κυρίως σε παραθαλάσσιες περιοχές).

Μερικοί παράγοντες ακόμα που μπορούν να αυξήσουν την αλατότητα του εδάφους είναι η προσθήκη ζωικής κοπριάς ή κομπόστ με υψηλή συγκέντρωση σε άλατα, η υπερβολική χρήση χημικών λιπασμάτων όπου λόγω κακής αποστράγγισης και ανεπαρκούς έκπλυσης συσσωρεύονται στη ριζόσφαιρα, η κακή ποιότητα του νερού άρδευσης, η υψηλή στάθμη του υπόγειου νερού, κλπ.

### 1.6.3 Αντοχή στην αλατότητα

Η γνώση για την ανοχή μιας καλλιέργειας στην αλατότητα αποτελεί σημαντικό στοιχείο τόσο για τη δημιουργία ενός κατάλληλου θρεπτικού διαλύματος υδρολίπανσης, όσο και για τον προσδιορισμό της ποιότητας του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του διαλύματος. Όσο τα φυτά ωριμάζουν γίνονται πιο ανεκτικά στην αλατότητα, γι' αυτό θα πρέπει να έχουν προσδιοριστεί τα παρακάτω:

α) το επίπεδο της αλατότητας κάτω από το οποίο δεν επηρεάζεται η καλλιέργεια, β) η σταδιακή μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας πάνω από το όριο εκείνο που ξεκινάει να επηρεάζεται η καλλιέργεια και ποια χαρακτηριστικά επηρεάζει η αυξημένη αλατότητα και γ) το επίπεδο αλατότητας στο οποίο η καλλιέργεια σταματά την ανάπτυξή της.

Μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι, όταν υπάρχει καταπόνηση των φυτών από αλατότητα το  $\text{Na}$  εισέρχεται στα φυτικά κύτταρα μέσω του συστήματος μεταφοράς  $\text{K}^+$ . Ως εκ τούτου, η τροποποίηση της μεταφοράς  $\text{K}^+$  μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της εισροής  $\text{Na}^+$  και συνεπώς, στη βελτίωση της ανοχής σε  $\text{Na}^+$

#### 1.6.4 Μέτρηση αλατότητας

Η μέτρηση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με 2 τρόπους είτε στο έδαφος είτε στο νερό :

Ο πρώτος τρόπος είναι η βαρυτική μέθοδος, όπου συγκεκριμένος όγκος υδατικού διαλύματος ξηραίνεται και τα περιεχόμενα σε αυτό άλατα ζυγίζονται. Ο δεύτερος τρόπος για μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ή αλλιώς electrical conductivity-EC γίνεται με αγωγιμόμετρα εδάφους ή νερού και εξαρτάται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Στα θρεπτικά διαλύματα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα οφείλεται στην παρουσία των διαλυμένων σε αυτά ιόντων, τα οποία προέρχονται ή από το νερό άρδευσης ή από την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων το οποίο εφαρμόζεται στο έδαφος ή σε οποιοδήποτε μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος ενός φυτού και προκαλεί ανάλογα προβλήματα. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση αλάτων τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Υψηλά σε αλατότητα εδάφη είναι αυτά των οποίων η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο εκχύλισμα κορεσμού είναι μεγαλύτερη από 3 dS/m (Munns και Tester, 2008) και το νερό άρδευσης θεωρείται καλής ποιότητας για τα καλλιεργούμενα φυτά εφόσον έχει αγωγιμότητα μικρότερη από 3 dS/m.

#### 1.6.5 Επιδράσεις αλατότητας

Η υψηλή αλατότητα μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε καλλιέργειες όταν αυτή βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση στο ριζόστρομμα ή στα φύλλα των φυτών (παρθαλάσσιες περιοχές) με αποτέλεσμα να επηρεάζει τόσο την εμφάνιση, όσο και μερικές από τις λειτουργίες αυτών.

Η σημαντικότερη φυσιολογική διαδικασία, η οποία επηρεάζεται βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα από την αλατότητα είναι η φωτοσύνθεση (Parida et al., 2005). Ακόμα μια σημαντική διαδικασία την οποία μπορεί να περιορίσει είναι αυτή του ρυθμού διαπνοής και της στοματικής αγωγιμότητας δηλαδή το NaCl μπορεί να αναστείλει το άνοιγμα των στοματίων (Sanchez-Blanco et al., 2004) με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού διαπνοής των φύλλων και κατά συνέπεια την απώλεια νερού από τα φύλλα με αποτέλεσμα να προκαλούνται αλλαγές στη δραστηριότητα των χλωροπλαστών (Parida et al., 2005).

Τα πρώτα συμπτώματα που μπορούν να εμφανιστούν στα φυτά είναι χλωρώσεις στα φύλλα η δημιουργία φύλλων με μικρότερο μέγεθος, και δημιουργία στελεχών με μικρό μήκος, ενώ προχωρημένα συμπτώματα μπορεί να χαρακτηριστούν το καφέ-τιασμα των άκρων των φύλλων που τελικά εξελίσσεται σε νέκρωσή τους. Υψηλή συγκέντρωση αλάτων μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εμφάνιση τοξικότητας και υψηλά επίπεδα pH. Η υψηλή αλατότητα στη ριζική ζώνη μπορεί να οδηγήσει σε καταπονήσεις (stress), δηλαδή να επιβραδύνει την ανάπτυξη των φυτών με παρεμπόδιση πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων και σε διατροφικές ανισορροπίες. Κάτω από συνθήκες ξηρασίας και αλατότητας η απορρόφηση του σιδήρου γίνεται πιο δύσκολη με αποτέλεσμα να εμφανίζονται στα φύλλα χλωρώσεις.

Όσον αφορά της συγκεντρώσεις θρεπτικών στα φύλλα φυτών γαρδένιας σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης φωσφόρου (P) χωρίς όμως σημαντικές διαφορές σε συγκεντρώσεις των στοιχείων καλίου K, ασβεστίου Ca, ψευδαργύρου Zn και μαγγανίου Mn και μείωση της συγκέντρωσης μαγνησίου και σιδήρου ενώ τα επίπεδα Na είναι σε υψηλές συγκεντρώσεις (Efrossini Avramaki et al., 2006).

Σύμφωνα με σχετική έρευνα το ριζικό σύστημα των φυτών παρουσίασε αύξηση του φωσφόρου και μείωση του μαγγανίου, καθώς το κάλιο (K) και το μαγνήσιο (Mg) δεν παρουσίασαν κάποια σημαντική μεταβολή στη συγκέντρωσή (Efrossini Avramaki, et al., 2006).

#### 1.6.6 Αντιμετώπιση αλατότητας

Η διαχείριση της άρδευσης μιας καλλιέργειας είναι πλέον ο πιο άμεσα διαθέσιμος τρόπος για μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων στη ριζόσφαιρα. Το ποσό, η συχνότητα και η μέθοδος άρδευσης διαμορφώνουν την κατάσταση και τη διανομή των αλάτων στο έδαφος. Υπό την έλλειψη επαρκούς έκπλυσης, τα άλατα κινούνται προς τα πάνω μέσω του τριχοειδούς κίνησης ως αποτέλεσμα της εξάτμισης του νερού και συσσωρεύονται σε διαφορετικά επίπεδα στο υπόστρωμα. Εφαρμόζοντας λοιπόν νερό άρδευσης περισσότερο από την κατανάλωση της καλλιέργειας τα άλατα κινούνται προς τα κάτω και εν τέλη εκτός της ριζικής ζώνης. Απαραίτητο κριτήριο για την παραπάνω διαδικασία είναι το υπόστρωμα να έχει καλή αποστράγγιση

## **2.Υλικά και Μέθοδοι**

### 2.1 Η καλλιέργεια της γαρδένιας

#### 2.1.1.Το θερμοκήπιο

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο του κύριου Τσαλούχου Νικόλαου που βρίσκεται στην περιοχή της Αγριάς και ασχολείται με την παραγωγή γλαστρικών φυτών γαρδένιας. Τα χαρακτηριστικά του θερμοκηπίου ήταν τα εξής: μεταλλικό αμφίρρικτο, καλυμμένο με πολυκαρμπονικά φύλλα, θερμαινόμενο με φυσικό αερισμό.

#### 2.1.2 Υδρολίπανση της καλλιέργειας

Η λίπανση των φυτών γινόταν με την μέθοδο της υδρολίπανσης μέσω σταλαχτών (ένας σταλαχτής ανά φυτό) κάθε μέρα κατά την περίοδο του καλοκαιριού και κάθε 2-4 μέρες τις υπόλοιπες εποχές ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν. Η λίπανση των φυτών του πειράματος πραγματοποιούταν κανονικά καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος και η αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος κυμαινόταν από 1.500-2.000 $\mu$ S/cm. Το νερό το οποίο χρησιμοποιούταν για την παρασκευή του διαλύματος της υδρολίπανσης προέρχονταν από γεώτρηση και είχε αγωγιμότητα 400 $\mu$ S/cm. Συμπληρωματική άρδευση τη καλλιέργειας γίνονταν με καταιονισμό.

#### 2.1.3 Κλάδεμα

Το καθιερωμένο κλάδεμα που γίνεται στα φυτά της γαρδένιας με σκοπό την δημιουργία φυτών με compact διαμόρφωση δεν πραγματοποιήθηκε στα φυτά του πειράματος, ώστε να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων .

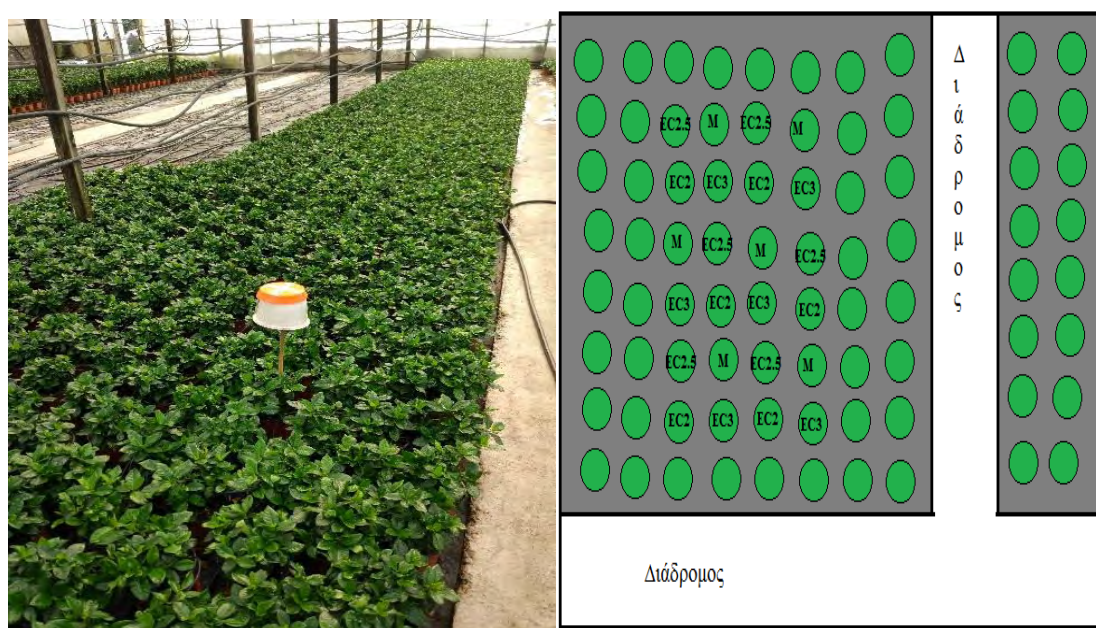
### 2.2 Μεταχειρίσεις και επεμβάσεις

#### 2.2.1 Φυτικό Υλικό

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 24 ήδη ανεπτυγμένα γλαστρικά φυτά τα οποία ήταν εγκατεστημένα σε φυτοδοχεία 3L, με υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 6:1. Τα φυτά χωρίστηκαν σε 4 ομάδες (6 φυτά ανά ομάδα). Μια από τις ομάδες αποτελούνταν από φυτά μάρτυρες τα οποία ποτίζονταν

μόνο με το διάλυμα υδρολίπανσης με το οποίο ποτίζονταν και τα υπόλοιπα φυτά της καλλιέργειας, ενώ οι άλλες τρεις ομάδες ποτίζονταν με διάλυμα υψηλής αλατότητας

Τα φυτά τοποθετήθηκαν ανάμεσα στα υπόλοιπα φυτά του θερμοκηπίου σύμφωνα με την Εικ.1, για να μην έχουν την επίδραση διαφορετικών συνθηκών, ενώ εφαρμόζονταν και σε αυτά οι ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, άρδευση και φυτοπροστασία) εκτός του κλαδέματος.



Εικόνα 1: Η διάταξη των φυτών του πειράματος στο χώρο του θερμοκηπίου.

### 2.2.2 Μεταχειρίσεις

Στο εργαστήριο ανθοκομίας παρασκευάζονταν τρία διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2000 ( $EC_2$ ), 2500 ( $EC_{2,5}$ ) και  $3000\mu S/cm$  ( $EC_3$ ), με προσθήκη 0,45, 0,6 και 0,75 g NaCl αντίστοιχα σε νερό με όγκο 600 ml. Η προσθήκη του νερού υψηλής αλατότητας στα φυτά γαρδένιας γινόταν μέχρι απορροής, ύστερα από έλεγχο της αγωγιμότητας του υποστρώματος σε κάθε φυτοδοχείο (κάθε δεύτερη ημέρα) έτσι ώστε αυτή να διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα. Η ποσότητα του διαλύματος υψηλής αγωγιμότητας που παρέχονταν στα φυτά κυμαινόταν από 150-200 ml/φυτό.



## 2.3 Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος γινόταν μέτρηση (κάθε δεύτερη μέρα) του ύψους, και της διαμέτρου των φυτών, της χλωροφύλλης των φύλλων και της αγωγιμότητας του υποστρώματος. Παράλληλα καταγράφονταν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου η θερμοκρασία του αέρα κάθε μία ώρα με τη χρήση του Supco SL300T temperature data logger (Εικ. 2), ο οποίος ήταν τοποθετημένος στο ύψος της κόμης των φυτών. Μετά το πέρας του πειράματος, όλα τα φυτά που είχαν υποστεί μεταχείριση, καθώς και τα φυτά μάρτυρες μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε μέτρηση της φυλλικής τους επιφάνειας, του αριθμού των φύλλων, του χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων, των βλαστών και των ριζών. Τέλος πραγματοποιήθηκε ανάλυση θρεπτικών συστατικών στα φύλλα.



*Εικόνα 2. Ο Supco SL300T temperature data logger που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.*

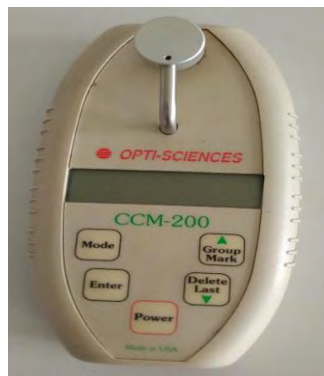
Το ύψος των φυτών μετριόταν από το επίπεδο της πάνω επιφάνειας της γλάστρας ως το ψηλότερο φύλλο του φυτού. Η διάμετρος των φυτών μετριόταν τοποθετώντας το μέτρο παράλληλα στην επιφάνεια του εδάφους και σε ύψος ακριβώς πάνω από το φυτό με όρια τα 2 ακραία φύλλα.

Η μέτρηση της αγωγιμότητας στο υπόστρωμα των έξι φυτών ανά μεταχείριση (από 13/10/17 έως 20/03/18), όταν αυτό είχε αποκτήσει την επιθυμητή τιμή ανά μεταχείριση,  $\text{Na}^+$ . Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε αγωγιμόμετρο εδάφους (EUTECH ecoscan con6) (Εικ. 3).



*Εικόνα 3 Το αγωγιμόμετρο εδάφους με το οποίο ελήφθησαν οι μετρήσεις αγωγιμότητας του υποστρώματος*

Για τον προσδιορισμό της χλωροφύλλης πάρθηκαν τιμές ολικής χλωροφύλλης a,b από 6-15 φύλλα/φυτό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το χλωροφυλλόμετρο OPTI-SCIENCES CCM-200 (Εικ. 4). Η μέτρηση αυτή ξεκίνησε όταν το έδαφος είχε φτάσει την επιθυμητή αγωγιμότητα.



*Εικόνα 4. Η συσκευή CCM-200 που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της χλωροφύλλης στα φύλλα*

Η φυλλική επιφάνεια των φυτών μετρήθηκε με καταστροφική μέθοδο. Αφού γινόταν η αποφύλλωση, όλων των φυτών της κάθε μεταχείρισης τα φύλλα σκανάρονταν με χρήση του σκάνερ HP Deskjet 1050. Οι εικόνες που προκύπτανε επεξεργάζονταν με το πρόγραμμα imageJ. Από την επεξεργασία αυτή πρόκυπτε η συνολική φυλλική επιφάνεια για το κάθε φυτό. Παράλληλα κατά την αποφύλλωση μετρούνταν ο αριθμός των φύλλων του κάθε φυτού.

Μετά την αποφύλλωση των φυτών τα διάφορα φυτικά μέρη (ρίζα, βλαστοί, φύλλα) διαχωρίστηκαν και ζυγίστηκαν ξεχωριστά πριν και μετά την ξήρανσή τους στους 60 °C για διάστημα 72 ωρών, ώστε να μετρηθεί το χλωρό και ξηρό τους βάρος.

Για την δημιουργία διαλύματος και μέτρηση της συγκέντρωσης των  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  και  $\text{NH}_4^+$ , ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας 1 g θρυμματισμένων φύλλων από φυτά της κάθε μεταχείριση το οποίο τοποθετήθηκε πυραντήριο για 4 ώρες στους 550 °C. Στη συνέχεια η τέφρα ξεπλύθηκε με διάλυμα HCL (1:1) (2 φορές από 1 ml) και με αποιονισμένο νερό (3 φορές από 5ml) σε ποτήρια ζέσεως. Το διάλυμα αυτό θερμάνθηκε για 30 λεπτά στους 90°C. Τέλος αφού το διάλυμα κρύωσε προσθέσαμε αποιονισμένο νερό μέχρι τα 100 ml.

Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ , ζυγίστηκε 1 g θρυμματισμένων φύλλων από φυτά της κάθε μεταχείριση, τοποθετήθηκε σε κωνικές φιάλες, προστέθηκαν 20 ml μεθανόλης (1:1) και ακολούθησε ανάδευση σε αναδευτήρα για 30 λεπτά στις 150 στροφές ανά λεπτό. Έπειτα ακολούθησε διήθηση σε άλλες κωνικές φιάλες και τέλος συμπληρώθηκε με αποιονισμένο νερό μέχρι τα 100 ml.

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  και  $\text{K}^+$  στα διάφορα διαλύματα έγινε με τη χρήση του χρωμόμετρου Palintest 7000, ενώ για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$  και  $\text{NH}_4^+$  χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο LaMotte SMART 2 (Εικ. 5).



Εικόνα 5 : Τα δύο διαφορετικά χρωματόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών των μεταχειρίσεων

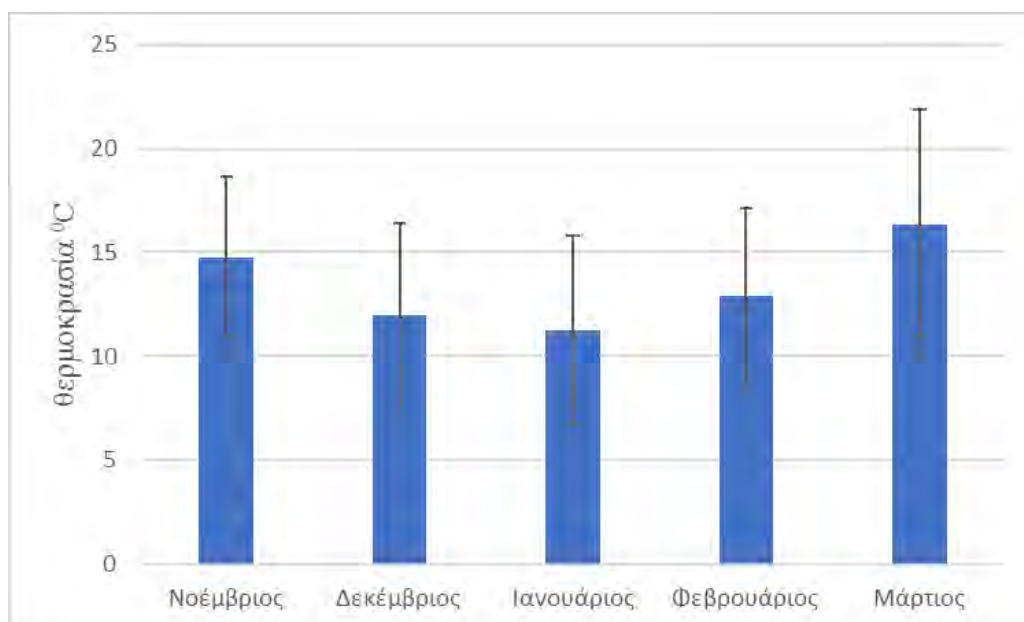
## 2.4 Στατιστική Επεξεργασία

Τα δεδομένα (μετρήσεις) που συλλέχτηκαν εισήχθησαν στο πρόγραμμα excel με σκοπό τη δημιουργία των παρακάτω διαγραμμάτων. Επίσης για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα statgraphics και με τη μέθοδο one-way ANOVA και επίπεδο σχετικότητας  $p < 0.05$  έγινε σύγκριση μεταξύ των τιμών των μεταχειρίσεων που αρδεύονταν με αλατόνερο και του μάρτυρα για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές.

### 3.Αποτελέσματα και Συζήτηση

#### 3.1 Θερμοκρασία

Από τις ωριαίες μετρήσεις της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα με την μέση μηνιαία θερμοκρασία για τους μήνες κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκε η εργασία.



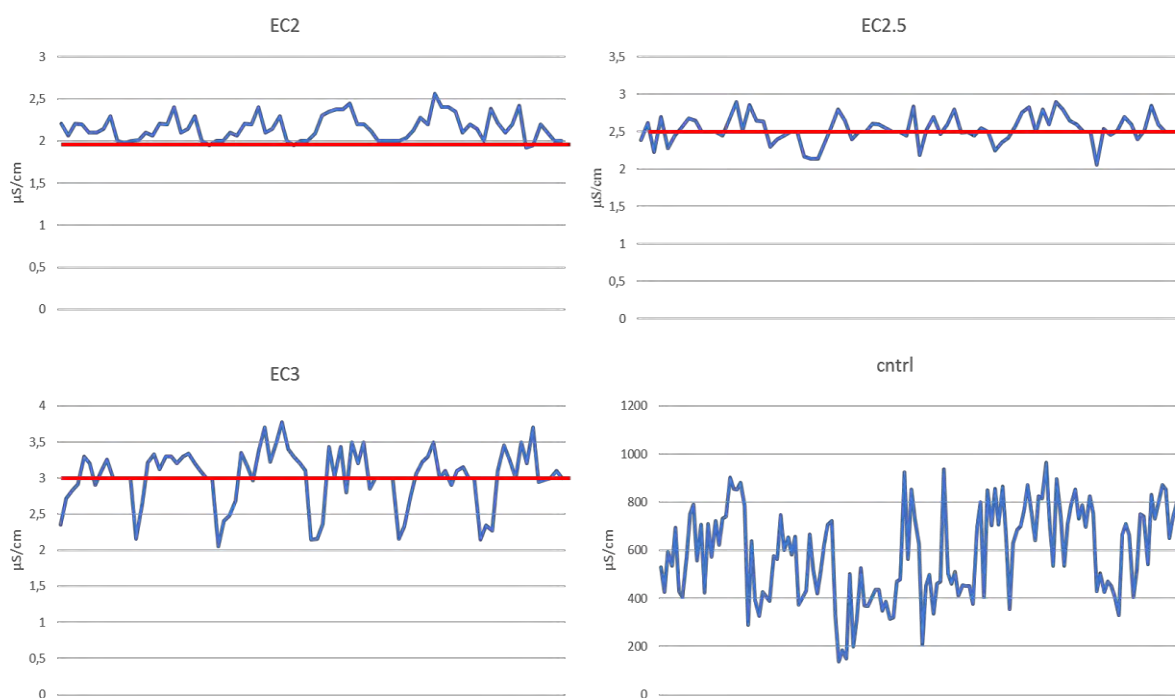
Διάγραμμα 1: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου κατά την περίοδο εκτέλεσης του πειράματος. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν την τυπική απόκλιση.

Οι μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου όπως παρουσιάζονται στο παραπάνω διάγραμμα τον Νοέμβριο ήταν  $14,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3,7^{\circ}\text{C}$ , τον Δεκέμβριο  $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , τον Ιανουάριο  $11,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , τον Φεβρουάριο  $12,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  και τον Μάρτιο  $16,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Αυτή η απόκλιση δημιουργείτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας της ημέρας με

της νύχτας. Όπως αναφέραμε παραπάνω θερμοκρασίες 5°C-8°C είναι ικανές να σταματήσουν την ανάπτυξη του φυτού, ενώ παράλληλα να υπάρχει μια υποτυπώδες απορρόφηση θρεπτικών. Κατά τη διάρκεια του πειράματος στη δική μας περίπτωση δεν παρουσιάστηκε τέτοιο πρόβλημα καθώς οι τιμές της θερμοκρασίας που καταγράφηκαν ήταν ως επι το πλείστον άνω των 10 °C και αυτό διότι στο θερμοκήπιο θερμαινόταν τις περιόδους που επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες.

### 3.2 Αγωγιμότητα

Η εφαρμογή νερού με υψηλή συγκέντρωση αλάτων ξεκίνησε να γίνεται από 13/10/17 έως 20/03/18 (5 μήνες) και η καταγραφή της τιμής της αγωγιμότητας ξεκίνησε όταν το υπόστρωμα είχε αποκτήσει την επιθυμητή τιμή με επίσκεψη στο θερμοκήπιο κάθε δεύτερη μέρα. Στο διάγραμμα 2 φαίνεται η διακύμανση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υποστρώματος από 13/10/17 έως 20/03/18, όταν το υπόστρωμα είχε αποκτήσει την επιθυμητή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας ανά μεταχείριση.



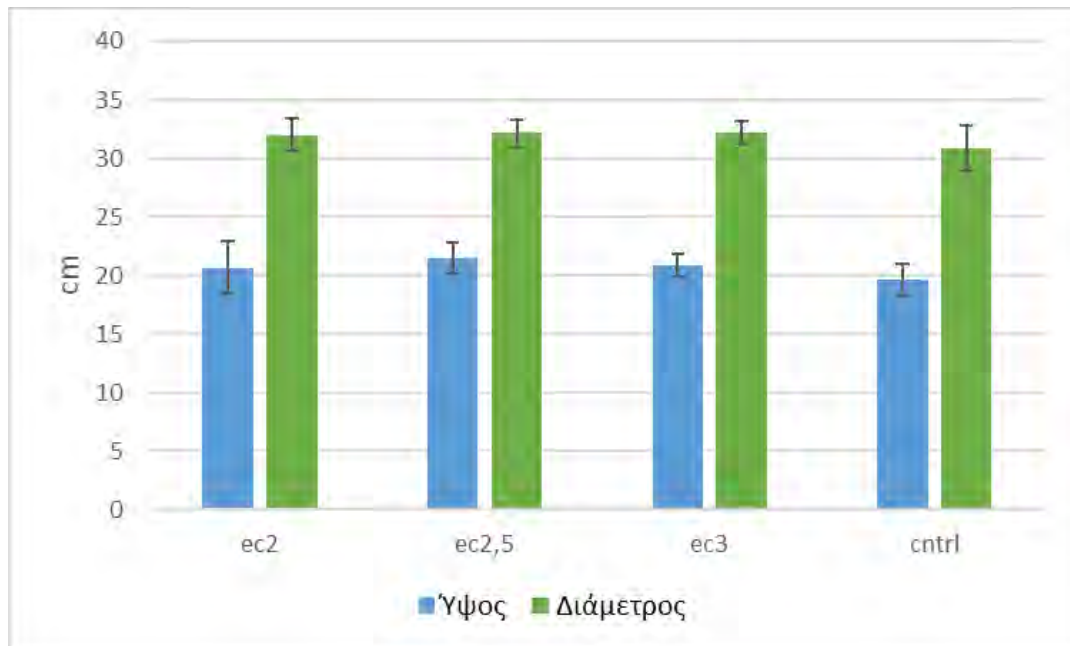
*Διάγραμμα 2: Διακύμανση της μέσης τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο υπόστρωμα των μεταχειρίσεων EC<sub>2</sub>, EC<sub>2,5</sub> EC<sub>3</sub> και ctrl), για το διάστημα των 158 ημερών. Με της κόκκινες γραμμές να υποδεικνύουν το επιθυμητό σε κάθε μεταχείριση.*

Οι μέση τιμή της αγωγιμότητας για την μεταχείριση EC<sub>2</sub> ήταν 2.140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , για τη μεταχείριση EC<sub>2,5</sub> ήταν 2.520  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , για την μεταχείριση EC<sub>3</sub> ήταν 3.020  $\mu\text{S}/\text{cm}$  και για τον μάρτυρα (ctrl) ήταν 0.85  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Από τις παραπάνω μετρήσεις φαίνεται ότι η μέση τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο υπόστρωμα της κάθε ομάδας φυτών παρέμειναν κοντά στο επιθυμητό για την κάθε μεταχείριση όριο. Ωστόσο υπήρχαν διάρκειας διακυμάνσεις.

Οι διακυμάνσεις αυτές που παρατηρούμε στο παραπάνω διάγραμμα οφείλονται στην περιοδική άρδευση της των φυτών με καθαρό νερό το οποίο είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , με διάλυμά υδρολίπανσης με EC 1.500-2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ακόμα οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να οφείλονται στην μεγαλύτερη διαπνοή των φυτών τις ημέρες που το επέτρεπαν οι κλιματολογικές συνθήκες.

### 3.3 Ύψος και Διάμετρος

Η έναρξη των μετρήσεων που αφορούσαν το ύψος και τη διάμετρο των φυτών έγινε όταν το υπόστρωμα των φυτών είχε την επιθυμητή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας ανάλογα με την μεταχείριση. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η μέση τιμή του ύψους και του πλάτους των φυτών της κάθε μεταχείρισης.



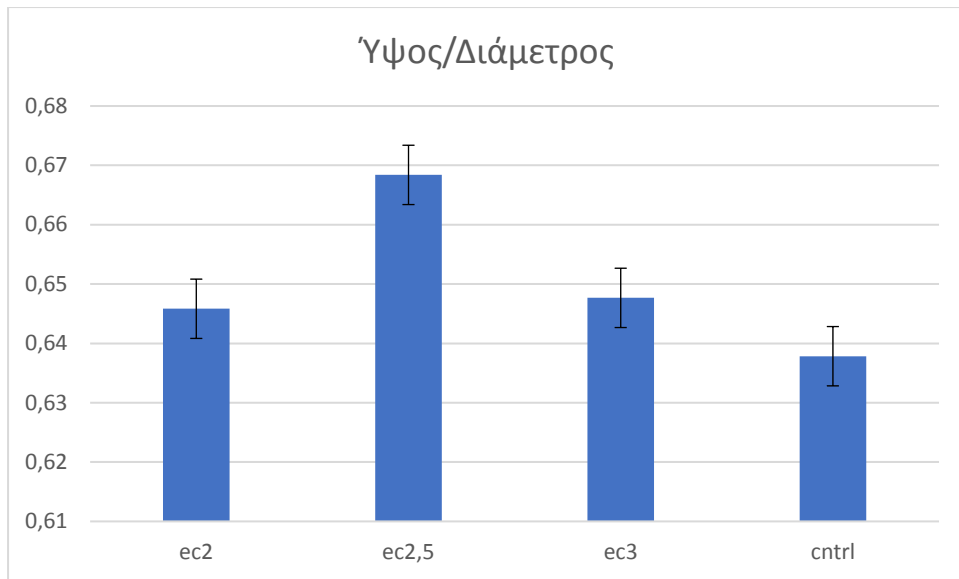
Διάγραμμα 3: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του ύψους (μπλε μπάρες) και της διαμέτρου (πράσινες μπάρες) των 6 φυτών κάθε μεταχείρισης, με τις κάθετες μπάρες να δείχνουν το υψηλότερο και το χαμηλότερο φυτό και τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη διάμετρο αντίστοιχα. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν την τυπική απόκλιση.

Από το παραπάνω διάγραμμα αλλά και από τη στατιστική ανάλυση διακρίνουμε ότι τα φυτά δεν παρουσίασαν διαφορές όσον αφορά τα δυο αυτά χαρακτηριστικά. Επίσης καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκε παύση της ανάπτυξης σε καμία από τις τέσσερις μεταχειρίσεις.

### 3.4 Κλάσμα ύψους-διαμέτρου

Ως δείκτης του σφαιρικού σχήματος που θα πρέπει να έχουν τα compact φυτά γαρδένιας διαιρέθηκε το ύψος του κάθε φυτού φυτών με την διάμετρό του. Τα αποτελέσματα των δεικτών που προέκυψαν φαίνονται στο διάγραμμα 4.





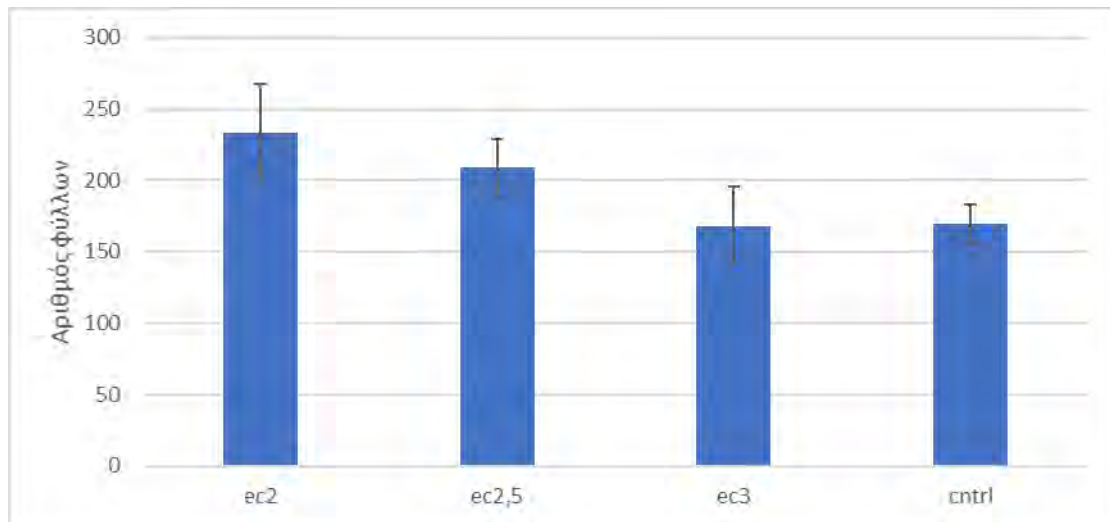
Διάγραμμα 4: Αποτελέσματα του λόγου του ύψους :διάμετρος των φυτών της κάθε μεταχείρισης.

Τιμή του κλάσματος κοντά στο ένα (1) υποδηλώνει μεγαλύτερη σφαιρικότητα των φυτών. Τιμές του κλάσματος μεγαλύτερες της μονάδας υποδηλώνουν ότι τα φυτά αυτά είναι πιο επιμήκη, ενώ τιμές χαμηλότερες της μονάδας ότι είναι πιο πεπλατυσμένα.

Από το παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε ότι οι τιμές των κλασμάτων είναι παραπλήσιες καθώς η κλίμακα του κάθετου άξονα ( $\psi$ ) είναι υπολογισμένη με τρίτο δεκαδικό ψηφίο με χαμηλότερη αυτή του μάρτυρα (cntrl) 0.638 και υψηλότερη αυτή της μεταχείρισης ec2.5 με 0,668.

### 3.5 Αριθμός φύλλων

Στο διάγραμμα 5 φαίνεται ο μέσος αριθμός των φύλλων που είχαν τα φυτά της κάθε μεταχείρισης

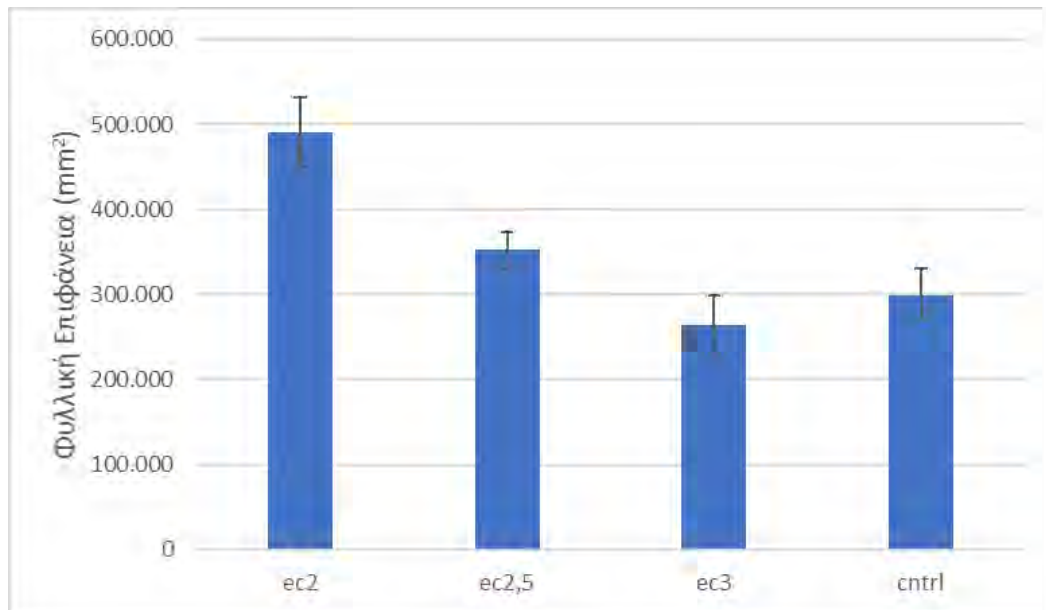


Διάγραμμα 5: Ο μέσος αριθμός των φύλλων των φυτών της κάθε μεταχείρισης. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν την τυπική απόκλιση (SD).

Από το παραπάνω διάγραμμα αλλά και από την στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε τα φυτά της μεταχείρισης EC<sub>2</sub> και EC<sub>2,5</sub> διέφεραν στον αριθμό φύλλων σε σχέση με τον μάρτυρα (cntrl), καθώς στις δύο αυτές μεταχειρίσεις παρατηρήθηκαν τα περισσότερα φύλλα. Στα φυτά της μεταχείρισης EC<sub>3</sub> μετρήθηκαν τα λιγότερα φύλλα όπως επίσης και στα φυτά του μάρτυρα. Επίσης από την τυπική απόκλιση μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα φυτά του μάρτυρα (cntrl) παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομοιομορφία ως προς τον αριθμό των φύλλων σε αντίθεση με τα φυτά των άλλων μεταχειρίσεων.

### 3.6 Φυλλική επιφάνεια

Στο διάγραμμα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν με το λογισμικό imageJ και αφορούν τον μέσο όρο της φυλλικής επιφάνειας (mm<sup>2</sup>) των φυτών της κάθε μεταχείρισης.



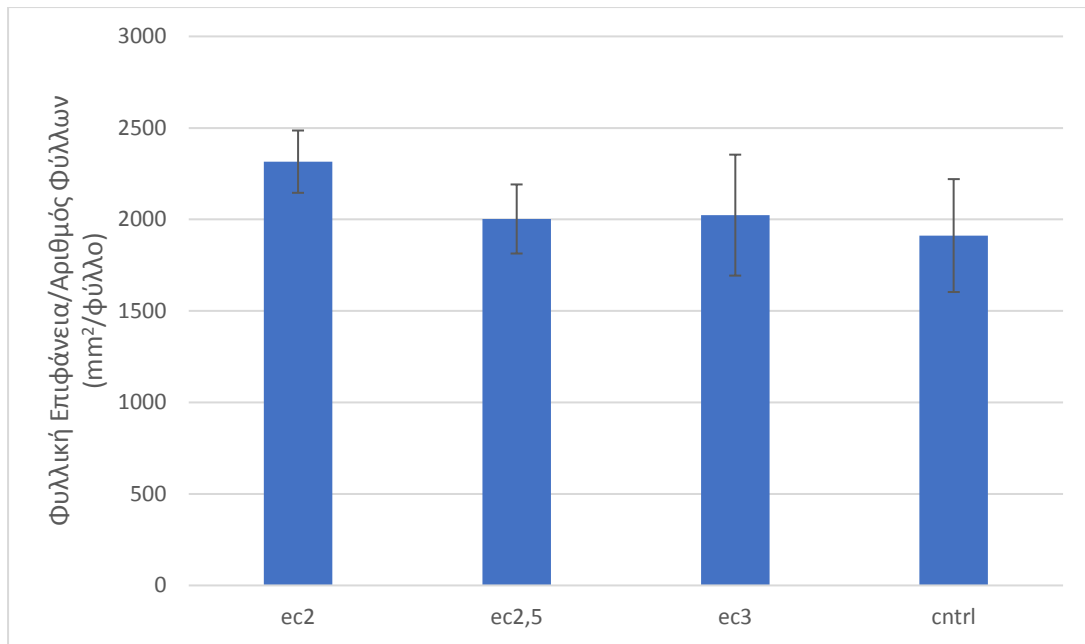
Διάγραμμα 6: Η μέση τιμή της φυλλικής επιφάνειας (mm<sup>2</sup>) της κάθε μεταχείρισης. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν της τυπική απόκλιση (SD).

Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα τα φυτά με την μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια παρουσιάζουν τα φυτά της μεταχείρισης EC2, και τη μικρότερη εκείνα της μεταχείρισης EC3. Στατιστικές σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των μεταχειρίσεων EC2, EC2.5 και αυτά του μάρτυρα (cntrl).

Όπως παρατηρήσαμε η φυλλική επιφάνεια των μεταχειρίσεων ec2 και ec2.5 υπερτερεί αυτής του μάρτυρα (cntrl), πράγμα το οποίο μπορεί να οφείλεται στον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε πως τιμές αγωγιμότητας κοντά στα 2000μS ευνοούν την έκπτυξη νέων φύλλων, ενώ σε τιμές πάνω από 2.500μS φαίνεται να καταστέλλεται αυτή η λειτουργία λόγω στρες.

### 3.7 Λόγος φυλλικής επιφάνειας: αριθμός φύλλων

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι διαφορές στην φυλλική επιφάνεια των φυτών της κάθε μεταχείρισης προέκυψαν από την μείωση του μεγέθους ή του αριθμό των φύλλων των φυτών, υπολογίστηκε ο λόγος φυλλικής επιφάνειας : αριθμός φύλλων για τα φυτά της κάθε μεταχείρισης. Τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών από τα οποία μπορεί να εκτιμηθεί η μέση επιφάνεια του κάθε φύλλου των φυτών της κάθε μεταχείρισης, φαίνονται στο διάγραμμα 7.

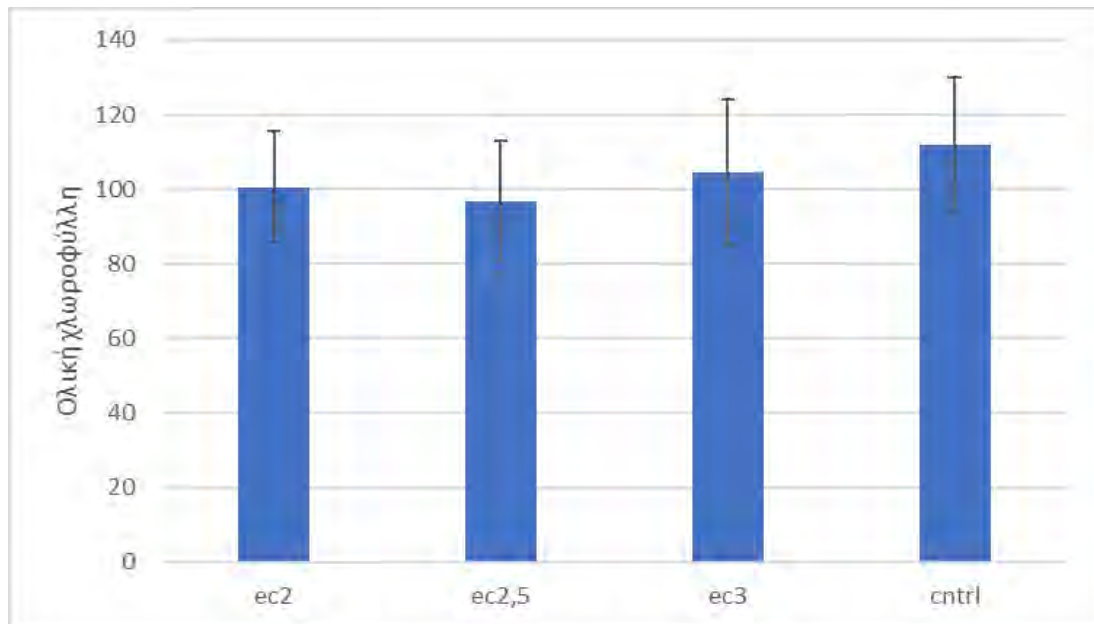


Διάγραμμα 7 Η μέση επιφάνεια του κάθε φύλλου των φυτών της κάθε μεταχείρισης. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν την τυπική απόκλιση.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι μόνο τα φυτά της μεταχείρισης EC<sub>2</sub> είχαν φύλλα με μεγαλύτερο μέγεθος από αυτά των άλλων μεταχειρίσεων, πράγμα το οποίο απέδειξε και η στατιστική ανάλυση. Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα φύλλα των φυτών της μεταχείρισης EC<sub>2</sub> δεν παρουσίασαν μόνο περισσότερα φύλλα και μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια αλλά και μεγαλύτερα φύλλα. Από την τυπική απόκλιση μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε μεγαλύτερη ομοιομορφία στα φύλλα των φυτών της μεταχείρισης EC<sub>2</sub>.

### 3.8 Χλωροφύλλη

Στο διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η ολική χλωροφύλλη που μετρήθηκε από όργανο CCM-200.



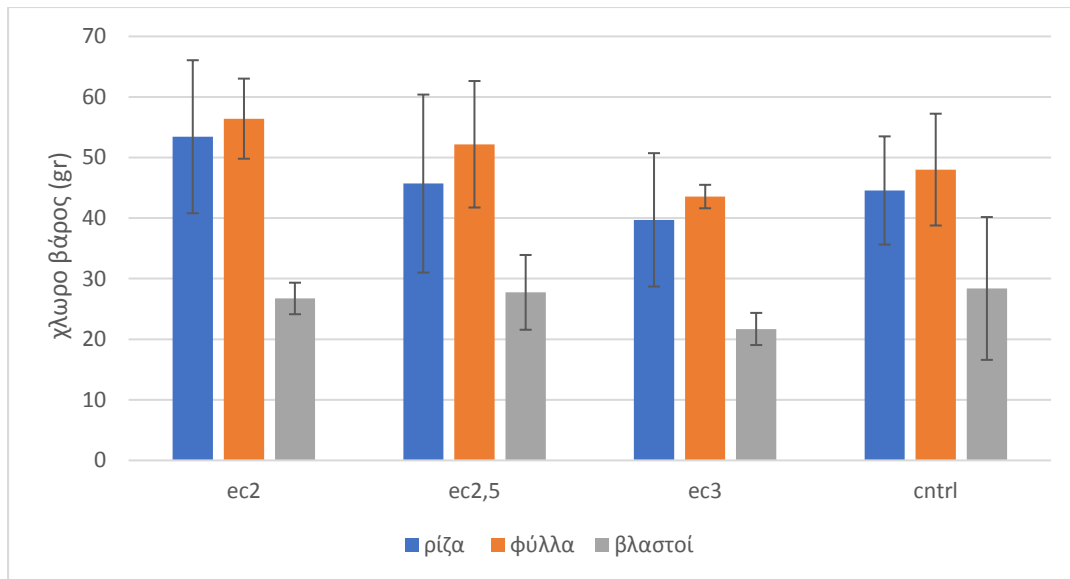
Διάγραμμα 8 Μέση ολική χλωροφύλλη, με τις κάθετες μπάρες δείχνουν την μέγιστη και την ελάχιστη χλωροφύλλη που σημειώθηκε ανά μεταχείριση.

Από το παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να διαπιστώσουμε μια ελαφρώς αυξημένη ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών του μάρτυρα (cntrl). Η στατιστική ανάλυση που έγινε το επιβεβαίωσε και έδειξε πως σε όλες τις μεταχειρίσεις στις οποίες γινόταν εφαρμογή αλατόνερου παρουσίασαν λιγότερη ολική χλωροφύλλη από τον μάρτυρα, με χαμηλότερη αυτή των φυτών της μεταχείρισης ec2.5.

Το γεγονός ότι τα φυτά του μάρτυρα παρουσίασαν υψηλότερη χλωροφύλλη μπορεί να οφείλεται στα λιγότερα και μικρότερα σε μέγεθος φύλλα που παρουσίασε. Θα μπορούσαμε να κάνουμε αναφορά ότι με λιγότερη χλωροφύλλη τα φύλλα των φυτών EC<sub>2</sub> και EC<sub>2.5</sub> θα παρουσιάζουν μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα, αλλά με τον μεγαλύτερο αριθμό και μέγεθος φύλλων η λειτουργία αυτή εξισορροπείται.

### 3.9 Χλωρό Βάρος

Στο διάγραμμα 9 φαίνεται ο μέσος όρος του χλωρού βάρους των διαφορετικών φυτικών μερών δηλαδή της ρίζας, των βλαστών και των φύλλων σε φυτών διαφορετικών μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 9: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος (Μ.Ο.) του χλωρό βάρους, της ρίζας των φύλλων και των μίσχων, με τις κάθετες μπάρες να μας δείχνουν την τυπική απόκλιση (SD).

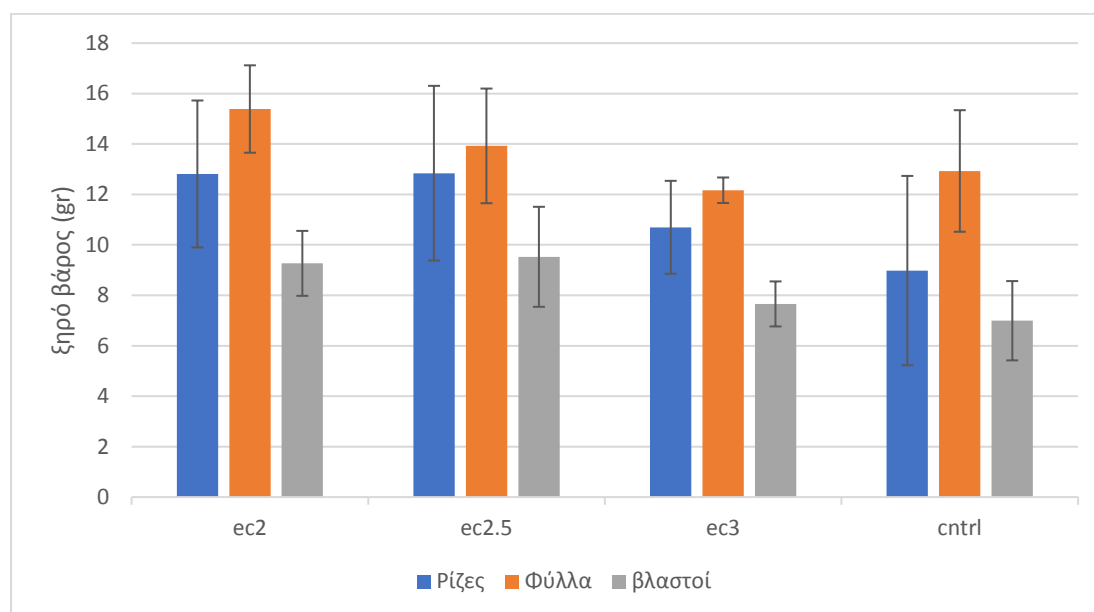
Όσον αφορά το χλωρό βάρος της ρίζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Για το βάρος των φύλλων διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα (cntrl) και της μεταχείρισης EC<sub>3</sub>, με μεγαλύτερο μέσο βάρος να παρουσίασαν τα φυτά της μεταχείρισης EC<sub>2</sub> γεγονός που δικαιολογείται από τον μεγαλύτερο αριθμό και μέγεθος των φύλλων που είχαν όπως διαπιστώθηκε από τη στατιστική ανάλυση. Για τις τιμές του βάρους των βλαστών στατιστικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων ec2, και του μάρτυρα (cntrl) που όπως φαίνεται και από το διάγραμμα παρουσίασε μεγάλη τυπική απόκλιση.

Το χλωρό βάρος των χαρακτηριστικών σχετίζεται με την απορρόφηση του νερού από της ρίζες, εάν το φυτό βρισκόταν υπό συνθήκες στρες δεν θα ήταν δυνατή η απορρόφηση νερού συνεπώς θα παρουσίαζε και λιγότερο βάρος χαρακτηριστικών. Στη δική μας περίπτωση τα φυτά που παρουσίασαν τη μικρότερο βάρος των χαρακτηριστικών ήταν αυτά της μεταχείρισης ec3 που οποίο δικαιολογείται από την αλατοτητα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το χλωρό βάρος των μίσχων της μεταχείρισης ec2 ήταν μικρότερο από αυτό του μάρτυρα (cntrl), σε αντίθεση με το χλωρό βάρος των φύλλων όπου λόγω αριθμού και μεγέθους ήταν μεγαλύτερο, σύμφωνα με αυτά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα φυτά της μεταχείρισης ec2 φέρουν τα φύλλα τους σε κοντύτερους ή και ποιο λεπτούς μίσχους εν αντιθέσει με τον μάρτυρα (cntrl). Ακόμα το μεγαλύτερο

βάρος των φύλλων των φυτών της μεταχείρισης ec2 δικαιολογείται από τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και μέγεθος φύλλων, χαρακτηριστικά που παροτρύνουν το φυτό σε μεγαλύτερη απορρόφηση νερού.

### 3,10 Ξηρό Βάρος

Στο διάγραμμα 10 φαίνεται ο μέσος όρος του ξηρού βάρους των διαφορετικών φυτικών μερών δηλαδή της ρίζας, των βλαστών και των φύλλων των φυτών των διαφορετικών μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 10: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος (M.O.) του ξηρού βάρους, της ρίζας των φύλλων και των μίσχων, με τις κάθετες μπάρες να μας δείχνουν την τυπική απόκλιση (SD).

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στο ξηρό βάρος των ριζών των μεταχειρίσεων EC2, EC2.5 και του μάρτυρα (cntrl) καθώς οι δύο μεταχειρίσεις παρουσίασαν μεγαλύτερο βάρος. Όμοια αποτελέσματα πήραμε και για το ξηρό βάρος των βλαστών. Επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν

Το ξηρό βάρος των ριζών, φύλλων και μίσχων σχετίζεται με τη συγκέντρωση θρεπτικών στους ιστούς. Στη δική μας περίπτωση έγινε μέτρηση μόνο μερικών θρεπτικών στα φύλλα και έδειξε ότι το ξηρό βάρος των φύλλων της μεταχείρισης ec2 είναι μεγαλύτερο από αυτό του μάρτυρα (cntrl),

### 3.11 Θρεπτικά

Στον πίνακα 1 φαίνονται οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων σε ξηρό ιστό φύλλων φυτών από διαφορετικές μεταχειρίσεις

Στοιχείο	EC <sub>2</sub>	EC <sub>2,5</sub>	EC <sub>3</sub>	cntrl	Επιτρεπτά όρια (%)
K <sup>+</sup>	0,2	0,24	0,28	0,32	1,60-3,00
Mg <sup>2+</sup>	0,36	0,42	0,45	0,36	0,25-1,00
Ca <sup>2+</sup>	2,72	4,6	1,92	2,88	0,50-1,30
P-PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,319	0,1761	0,3444	0,4025	0,16-0,40

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα οι τιμές του καλίου (K<sup>+</sup>) είναι πολύ κάτω από της ενδεικνυόμενες τιμές, σε αντίθεση με τις τιμές του ασβεστίου Ca<sup>2+</sup> γεγονός που οφείλεται στην ανταγωνιστικότητα που παρουσιάζουν μεταξύ τους τα δυο αυτά στοιχεία . Ενώ φυσιολογικές είναι οι τιμές του μαγνησίου (Mg<sup>2+</sup>) και του φωσφόρου (P-PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

Το νάτριο μπορεί να δράσει αρνητικά λόγω της ανταγωνιστικότητας του όταν συσσωρευτεί στο έδαφος προς τα άλλα κατιόντα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση σαν κατιόντα έχουμε το μαγνήσιο (Mg<sup>2+</sup>) και το κάλιο (K<sup>+</sup>), αλλά φαίνεται να μην δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στις συγκεντρώσεις τους.

### 3.12 Συζήτηση

Για περαιτέρω μελέτη το πώς επηρεάζει η υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο τα φυτά της γαρδένιας θα μπορούσε να γίνει συνέχιση του πειράματος και να μετρηθεί ο αριθμός των μπουμπουκιών και το ποσοστό ανθοφορίας. Ακόμα μια σημαντική παρατήρηση η οποία πάρθηκε κατά τη μέτρηση της αγωγιμότητας του υποστρώματος ήταν ότι η επιθυμητή συγκέντρωση αλάτων εντοπιζόταν στο μέσο επίπεδο του γλαστριδίου όπου και βρίσκονταν οι ρίζες των φυτών.



#### **4.Συμπεράσματα**

Η εφαρμογή αλατόνερου φαίνεται να μην επηρεάζει φυτά της γαρδένιας όπως αναμέναμε. Συμπερασματικά από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι τα φυτά των μεταχειρίσεων που αρδεύονταν με αγωγιμότητα μέχρι τα 2.5μS ευνοούν τον αριθμό και το μέγεθος των φύλλων, συνεπώς και την φυλλική επιφάνεια ανά mm<sup>2</sup> των φυτών, ενώ τα φυτά που αρδεύονταν με αγωγιμότητα 3μS παρουσίασαν αδυναμία στην ανάπτυξη των χαρακτηριστικών τους.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Δημήρκου, Α., Αντωνιάδης, Β., Μαθήματα Γονιμότητας Εδαφών Προπτυχιακών Φοιτητών. Γεωπονική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

Ελευθέριος, Κ., Τζάμος, 2007. Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε..

Λύκας Χ., Μαθήματα Ανθοκομίας Προπτυχιακών Φοιτητών. Γεωπονική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

Σάββας, Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.

Σύρος, Θ., Χατζηλαζάρου, Σ., 2001. Ανθοκομία - Αρχιτεκτονική Τοπίου. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Π.Θ., Βόλος.

### Ξένη Βιβλιογραφία

Efrossini Avramaki et al. — Effects of NaCl and Fe-EDDHA concentration on salt toxicity of gardenia.

Flowers, T.J.; Hajibagheri, M.A.; Yeo, (1991). Lon accumulation in the cell walls of rice plants growing under saline conditions.

Fricke, W.; Peters, W.S. (2002). The biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level.

Grattan, S.R. (2002). Irrigation water salinity and crop production. Publication 8066, University of California, Davis.stress.

Hanan, J., J., 1998. GREENHOUSES, Advanced Technology for Protected Horticulture. CRC Press, USA.

Munns, R.; Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol.

Parida A. K. and Das A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety.

Passioura, J.B.; Munns, R (2000). Rapid environmental changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate.

Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture J. A. Silva and R. Uchida, eds. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, ©2000

Sanchez-Blanco M.J., Rodriguez P., Morales M.A. and Torecillas A., 2004.



