



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ**
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΙΚΡΟ/ΜΑΚΡΟ - ΚΛΙΜΑΤΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΠΑΤΡΩΝ”**

ΠΟΥΛΙΟΣ ΒΥΡΩΝ ΑΜ: 12410

ΡΑΠΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΜ: 12453

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΚΑΥΓΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2022

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών:

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

.....

.....

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

Σημείωση

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα αποτελέσει τμήμα μετά από πλέον επιμέλεια του κειμένου της διδακτορικής διατριβής του υποψήφιου Διδάκτορα του τμήματος Γεωπονίας κ. Πετράκη Θεόδωρου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Επικρατεί η γενική αντίληψη ότι η ενασχόληση με την γεωργία, και ειδικότερα με τα θερμοκήπια, είναι εύκολη υπόθεση. Πράγματι, τα θερμοκήπια αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για τον καλύτερο έλεγχο της καλλιέργειας, δεν παύει όμως να εξαρτάται και να επηρεάζεται άμεσα από τις περιβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες. Για αυτό τον λόγο, οδηγηθήκαμε στην απόφαση να καταγράψουμε τα δεδομένα του μικροκλίματος και μακροκλίματός του θερμοκηπίου με τη χρήση ενός μετεωρολογικού σταθμού, ο οποίος φέρει πάνω του μετρητικά όργανα. Για το πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα αμφικλινές θερμοκήπιο με υαλοπίνακες που βρίσκεται στο πανεπιστήμιο Πατρών. Χρειάστηκε κατάλληλη επεξεργασία για να δεχτεί τον μετεωρολογικό σταθμό που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με 24ωρες μετρήσεις 3 ημερών, όπου σε καθεμία από αυτές επικρατούσαν διαφορετικές καιρικές συνθήκες (βροχή, συννεφιά, ήλιος).

ABSTRACT

There is a general perception that farming, and especially greenhouses, is an easy business. Indeed, greenhouses are a valuable tool for better control of cultivation, but it does not cease to depend and be directly affected by environmental and climatic conditions. For this reason, we were led to the decision to record the microclimate and macroclimate data of the greenhouse using a weather station, which carries measuring instruments. For this experiment, a two-bed greenhouse with glass panels located at the University of Patras was used. It needed proper processing to accept the weather station used for the experiment. The data collection was carried out with 24-hour measurements of 3 days, where different weather conditions prevailed in each of them (rain, cloudiness, sun).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	10
2.1. ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	11
2.2. ΗΛΙΑΚΟ ΦΩΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	11
2.3. ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗ.....	12
2.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	12
2.5. ΥΓΡΑΣΙΑ.....	12
2.6. ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	12
3. ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	14
4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΑΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	21
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	23
5.1. CLOUDY DAY.....	23
5.2. RAINY DAY.....	26
5.3. SUNNY DAY.....	29
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	36

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενασχόληση του ανθρώπου με την γεωργία, δηλαδή με τις βασικές αρχές της καλλιέργειας των φυτών, ξεκινάει από τα αρχαία χρόνια και συνεχίζεται έως σήμερα. Αναλύοντας τις σύγχρονες ανάγκες του ανθρώπου μπορούμε να προβλέψουμε ότι θα συνεχίσει να ασχολείται με αυτή καθώς αποτελεί τον τρόπο εκμετάλλευσης των φυτών για την παραγωγή τροφίμων.

Για να είναι αυτό εφικτό, είναι απαραίτητη η παροχή φροντίδας τόσο προς το φυτό όσο και προς το περιβάλλον αυτού. Ως προς το φυτό, σκοπός της φροντίδας αυτής είναι η αύξηση της ποσότητας της παραγωγής αλλά και της ποιότητας της, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να εξασφαλίζεται η αντοχή του στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος. Ως προς το περιβάλλον, η παροχή φροντίδας αφορά τους βιοτικούς παράγοντες (ζιζάνια, μύκητες, βακτήρια, έντομα, ιοί) αλλά και τους αβιοτικούς (νερό, φως, θερμοκρασία, αέρα, έδαφος).

Σύμφωνα με ιστορικούς, η καλλιέργεια των φυτών, η συλλογή των καρπών και η αποθήκευση τους ξεκίνησε πριν από 10.000 χρόνια περίπου.

Παρά τη σπουδαία μείωση της ενασχόλησης των ανθρώπων με την γεωργία τα τελευταία χρόνια, ο επιστημονικός χώρος επένδυσε σε αυτήν και ξεκίνησε η θέσπιση επιστημονικών βάσεων, οι οποίες οδήγησαν στη δημιουργία των πρώτων επιστημονικών ιδρυμάτων.

Έτσι, αναπόφευκτα, η γεωργία χαρακτηρίστηκε ως τέχνη, επιστήμη και επιχειρηματική δραστηριότητα.

Η τέχνη της γεωργίας έχει εξελιχθεί τους τελευταίους αιώνες με τις βασικές αξίες, όμως, να παραμένουν αναλλοίωτες. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι η σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτόγονων και σύγχρονων μεθόδων παραγωγής είναι η χρήση της τεχνολογίας, η οποία εξελίσσεται συνεχώς και δίνει την δυνατότητα εφαρμογής νέων μεθόδων. Οι μέθοδοι αυτές έκαναν πιο αποδοτική και λιγότερο κουραστική την εργασία του παραγωγού.

Η περίοδος αυτή ονομάστηκε εποχή της βιοτεχνολογίας και της πληροφορικής. Η πληροφορική με την βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών εντάχθηκε στην γεωργία. Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών επέτρεψαν στους παραγωγούς να έχουν πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία χρειαζόντουσαν σχετική με τις καλλιέργειες, ενώ ταυτόχρονα έδωσαν την δυνατότητα καταγραφής δεδομένων σε αρχεία (βάσεις δεδομένων) για την διευκόλυνση του παραγωγού. Το δίκτυο καταγραφής δεδομένων μπορεί να δώσει πληροφορίες όσον αφορά την άρδευση, τη θερμοκρασία, την υγρασία, το έδαφος κ.α., ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις για την καλλιέργεια.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η εφαρμογή της στη γεωργία βοήθησε σε μεγάλο βαθμό τον άνθρωπο και τις καλλιέργειες τους. Ωστόσο, το κλίμα, που επικρατεί σε αυτές και το οποίο είναι μεταβαλλόμενο, εξακολουθεί να είναι αυτό που είχε και έχει τον σημαντικότερο ρόλο.

Κλίμα: Είναι το σύνολο των μετεωρολογικών φαινομένων που επηρεάζουν τις ατμοσφαιρικές συνθήκες σε μία περιοχή. Αποτελεί βασικό παράγοντα για την ευκολότερη και γρηγορότερη προσαρμογή μιας καλλιέργειας σε μία περιοχή. Το κλίμα καθορίζεται από κάποιες μεταβλητές, όπως είναι:

- Η θερμοκρασία
- Η ηλιοφάνεια
- Η υγρασία
- Η ακτινοβολία
- Η ατμοσφαιρική πίεση
- Οι άνεμοι

Για τις μεταβλητές αυτές λαμβάνονται κάποιες εκτιμήσεις και παρατηρήσεις από μετεωρολογικά όργανα που βρίσκονται σε μετεωρολογικούς σταθμούς.

Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να αλλάζουν ένταση, διάρκεια και μέγεθος από περιοχή σε περιοχή, με αποτέλεσμα μεγάλη ποικιλομορφία των κλιμάτων

Οι αλλαγές αυτές μπορούν να οφείλονται στο ύψος του ηλίου, στο υψόμετρο, στα ρεύματα των ωκεανών κ.α.

Το κλίμα χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

1. μακροκλίμα
2. μεσοκλίμα
3. Μικροκλίμα

Εμείς θα μελετήσουμε το μικροκλίμα και το μακροκλίμα.

Το μακροκλίμα είναι η γενική εικόνα μιας μεγάλης έκτασης με διάφορα γεωφυσικά χαρακτηριστικά. Με την βοήθεια μετεωρολογικών σταθμών μπορούμε να αντλήσουμε μακροκλιματικά στοιχεία τα οποία περιγράφουν το κλίμα μιας περιοχής, όπως η ηλιοφάνεια, τα νέφη, η θερμοκρασία, ο άνεμος η υγρασία και οι κατακρημνίσεις. Τα στοιχεία αυτά βοηθούν στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών μιας περιοχής και στην πρόγνωση του καιρού.

Το μικρόκλιμα είναι η εικόνα μιας μικρής έκτασης, η οποία διαφέρει από αυτήν της ευρύτερης περιοχής. Τα μικροκλίματα μπορούν να αφορούν περιοχές πολύ περιορισμένης έκτασης σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή. Το κλίμα της συγκεκριμένης έκτασης μπορεί να είναι θερμότερο ή πιο κρύο, πιο υγρό ή πιο ξηρό κ.α. Ο όρος μικροκλίμα μπορεί να αναφέρεται σε περιοχές λιγιστών τετραγωνικών έως και τεράστιες επιφάνειες.

2. ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Ο άνθρωπος βρίσκει συνέχεια τρόπους έτσι ώστε να βελτιώνει τις συνθήκες της καλλιέργειας του. Γι' αυτό και βλέπουμε ένα μεγάλο ενδιαφέρον από μέρους του προς τα θερμοκήπια τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό παγκοσμίως. Μία καλλιέργεια στο θερμοκήπιο αναπτύσσεται με ταχύτερο ρυθμό, δηλαδή σε ανοιχτό χώρο η καλλιέργεια χρειάζεται μήνες, ενώ στο θερμοκήπιο εβδομάδες.

Θερμοκήπιο είναι μία κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό. Η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο θεωρείται κλειστή, δηλαδή μία καλλιέργεια που βρίσκεται μέσα σε μία κατασκευή η οποία είναι καλυμμένη με ειδικό υλικό έτσι ώστε να περνάει η ηλιακή ακτινοβολία. Η κατασκευή αυτή πρέπει να έχει και κατάλληλο ύψος έτσι ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να μπαίνει μέσα και να κάνει τις κατάλληλες εργασίες, με στόχο την καλύτερη ανάπτυξη της παραγωγής. Αυτό μπορεί να γίνει διαμορφώνοντας κατάλληλα τις κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον. Ο γενικός σκοπός του θερμοκηπίου είναι η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης για μια καλλιέργεια.

Με αυτές τις ευνοϊκές συνθήκες μπορούμε να πετύχουμε:

- μεγαλύτερη ποσότητα
- χρονική ακρίβεια
- καλύτερη ποιότητα
- ελάττωση ζημιών στην καλλιέργεια
- ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος

Για να μπορέσουμε όμως να πετύχουμε όλα τα παραπάνω θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν:

- την τοποθεσία
- το μέγεθος
- το σχήμα
- τα υλικά κάλυψης
- τον υπόλοιπο εξοπλισμό
- το έδαφος

Όλα αυτά με τεχνικά αλλά και οικονομικά κριτήρια.

Ο τομέας των θερμοκηπίων εξελίσσεται συνεχώς. Αυτό φαίνεται και από τα υλικά κάλυψης, παλιά υπήρχε το ξύλο, το σίδηρο και το αλουμίνιο, η εξέλιξη ήρθε με την χρήση του γυαλιού αλλά η μεγάλη επανάσταση ήταν όταν μπήκε στον χώρο το πλαστικό. Αυτή η ποικιλία υλικών έδωσε στον άνθρωπο την επιλογή ανάλογα με τα δικά του κριτήρια και συμφέροντα.

Ο μεγαλύτερος παράγοντας για την ανάπτυξη και σύνθεση του φυτού είναι το περιβάλλον. Ο άνθρωπος όμως κατόρθωσε να επηρεάσει τις συνθήκες του περιβάλλοντος με την βοήθεια του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να μπορέσει να πλησιάσει την επιθυμητή απόδοση. Η διαδικασία αυτή όμως δεν είναι τόσο εύκολη όσο ακούγεται, δηλαδή θα πρέπει να σκεφτεί όλους τους παράγοντες που υπάρχουν και την αλληλεπίδραση που μπορεί να έχει ο ένας στον άλλον.

Η ρύθμιση αυτών των συνθηκών αποσκοπεί στα εξής:

- Την βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης
- Την δημιουργία των επιθυμητών κλιματικών συνθηκών
- Την καλύτερη και πιο έγκυρη αντιμετώπιση των ασθενειών
- Την μέγιστη απόδοση ποιότητας

Αν μπορέσουν να επιτευχθούν αυτές οι συνθήκες τότε είναι πολύ πιθανό να υπάρξει η μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας.

2.1. ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η θέση του θερμοκηπίου, η οποία αν είναι αποτυχημένη το αποτέλεσμα μπορεί να είναι απογοητευτικό. Ο βασικός παράγοντας για την θέση είναι ο καλός φωτισμός και η προφύλαξη από τους ισχυρούς ανέμους. Ο καλός φωτισμός ειδικά τον χειμώνα παίζει μεγάλο ρόλο γιατί οι απώλειες θερμότητας είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συνηθισμένες. Μετά από την τοποθεσία το έδαφος θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά. Ιδανικά θα πρέπει να υπάρχει καλή αποστράγγιση και να είναι όσο το δυνατόν επίπεδο. Αν όμως είναι ανώμαλο θα πρέπει να ισοπεδωθεί χωρίς μεγάλη συμπίεση του χώματος. Εν κατακλείδι είναι απαραίτητο η επιφάνεια να είναι οριζόντια ευθυγραμμισμένη, αλλιώς η εγκατάσταση θα δέχεται πιέσεις, που αργότερα θα δημιουργήσουν προβλήματα. Για να μην υπάρχουν τέτοια προβλήματα εκτός από την κλίση σημαντικό ρόλο έχει και η μέθοδος στήριξης.

2.2. ΗΛΙΑΚΟ ΦΩΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες του θερμοκηπίου είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία απορροφάται από το κάλυμμα και περνάει μέσα στην καλλιέργεια, με αυτόν τον τρόπο καθορίζεται η θερμοκρασία που υπάρχει μέσα στο θερμοκήπιο. Δεν είναι όμως η βασική πηγή θερμότητας. Υπάρχει και η ηλεκτρική ενέργεια που επιτρέπει να γίνονται ευκολότερα οι εργασίες των απογευμάτων του χειμώνα, με την θέρμανση του εδάφους και το τεχνητό φως.

Η απορρόφηση την ακτινοβολίας και η διατήρησή της μέσα στο θερμοκήπιο επιτρέπει μεγαλύτερη ανάπτυξη της θερμοκρασίας σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα θερμοκήπια δίνουν την δυνατότητα να έχεις παραγωγή σε μία καλλιέργεια η οποία είναι εκτός εποχής επηρεάζοντας την θερμοκρασία στο εσωτερικό του.

Στα θερμοκήπια υπάρχουν τα κλασικά συστήματα θέρμανσης τα οποία διακρίνονται σε:

- Τοπικά συστήματα: σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.
- Κεντρικά συστήματα: σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιείται καυστήρας νερού ή ατμού που κυκλοφορούν μέσα από σωληνώσεις.

Για να επιλέξουμε το κατάλληλο τύπο θέρμανσης θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν:

- Την εξασφάλιση της επιθυμητής θερμοκρασίας μέσα στην καλλιέργεια
- Την διανομή της θερμότητας σε όλα τα σημεία του θερμοκηπίου ομοιόμορφα
- Το συνολικό κόστος του συστήματος (εργασίας, υλικών)

Αντίθετα η θερμοκρασία στα θερμοκήπια μπορεί να αποβεί θανατηφόρα για τα φυτά αν δεν υπάρχει ο κατάλληλος εξαερισμός. Αυτή η ακτινοβολία ζεσταίνει όλο το περιβάλλον, όπως το πάτωμα, τους πάγκους, τις γλάστρες, ακόμη και τα ίδια τα φυτά.

2.3. ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗ

Εξαιτίας του 'φαινομένου του θερμοκηπίου', προκαλείται γρήγορο ανέβασμα την εσωτερικής θερμοκρασίας, άρα ένα καλό σύστημα εξαερισμού είναι απαραίτητο για την ανανέωση του αέρα. Αν δεν υπάρχει αυτό είναι πολύ πιθανόν να αναπτυχθούν ασθένειες και εχθροί. Επίσης το θερμοκήπιο έχει την ανάγκη να ανακυκλώνει τον αέρα του για ένα πιο ισορροπημένο περιβάλλον, αλλά και να αντιμετωπίζονται οι υψηλές θερμοκρασίες τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς να χρειάζεται να υπάρχει κάποια ανοιχτή πόρτα.

2.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Υπάρχουν δύο έννοιες για τον αερισμό του θερμοκηπίου:

A. Η ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται ομοιόμορφες συνθήκες περιβάλλοντος.

B. Η ανακύκλωση του εσωτερικού αέρα με τον εξωτερικό

Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου τους θερμότερους μήνες. Επίσης με την ανακύκλωση του αέρα μπορούν να υπάρξουν άριστες συνθήκες για την καλλιέργεια, όπως συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και διοξειδίου του άνθρακα.

Ο τρόπος και ο ρυθμός του αερισμού εξαρτάται άμεσα από την εποχή που επικρατεί. Γι' αυτό και υπάρχει ο αερισμός του χειμώνα, του καλοκαιριού, της άνοιξης και του φθινοπώρου.

2.5. ΥΓΡΑΣΙΑ

Η υγρασία είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Στα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται υγραντήρες οι οποίοι ανιχνεύουν την υγρασία, όταν υπάρχει αυξημένη υγρασία ενεργοποιούνται οι ανεμιστήρες έτσι ώστε να ανακυκλωθεί ο αέρας μέσα στο θερμοκήπιο. Επίσης αναγκαία είναι και η σκίαση ειδικά το καλοκαίρι γιατί μπορεί να ξεράνει την καλλιέργεια ενώ τον χειμώνα δεν υπάρχει θέμα. Άρα κάποιου είδους σκίασης είναι απαραίτητο, μαζί με τον εξαερισμό και το πότισμα να διατηρείται μία ισορροπία μέσα στο θερμοκήπιο. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία μειώνεται η υγρασία, και αντίθετα όταν πέφτει η θερμοκρασία αυξάνεται η υγρασία. Στον χώρο του θερμοκηπίου δεν είναι επιθυμητή η υψηλή υγρασία γιατί δημιουργούνται μύκητες και βακτήρια στα φυτά.

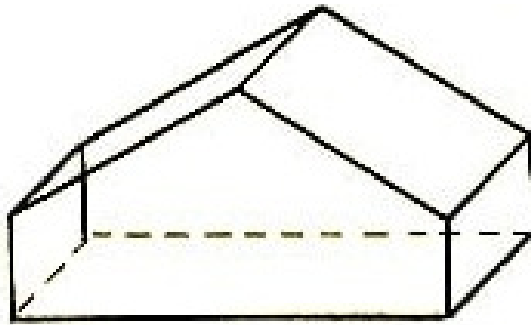
2.6. ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Στις περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες η ζέστη του ηλίου δεν φτάνει για την ανάπτυξη των φυτών. Άρα πρέπει να εγκατασταθεί μία τεχνητή πηγή θέρμανσης. Γι' αυτό και χρησιμοποιήθηκαν διάφορα συστήματα για την μεταφορά την θερμότητας όπως:

- Σύστημα που μεταφέρει την θερμότητα με επαγωγή, δηλαδή χρησιμοποιεί θερμαντικά σώματα (αερόθερμο) για να κατανέμει ομοιόμορφα την θερμότητα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.
- Σύστημα που μεταφέρει την θερμότητα με συνδυασμό ακτινοβολίας και συναγωγής, δηλαδή κατανέμει την θερμότητα στον χώρο με εναέριους σωλήνες ζεστού νερού ή ατμού.
- Σύστημα που μεταφέρει θερμότητα με αγωγιμότητα, δηλαδή μέσα από το θερμαινόμενο δάπεδο.
- Σύστημα που μεταφέρει θερμότητα με συνδυασμό αγωγιμότητας, επαγωγής και ακτινοβολίας.

3. ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το κατασκευαστικό κομμάτι, το σχήμα, το μέγεθος, τα κατασκευαστικά υλικά, τα υλικά κάλυψης και το σύστημα εξαερισμού. Το σύνολο του θερμοκηπίου αποτελείται από την βασική κατασκευαστική μονάδα η οποία επαναλαμβάνεται κατά μήκος και πλάτος.

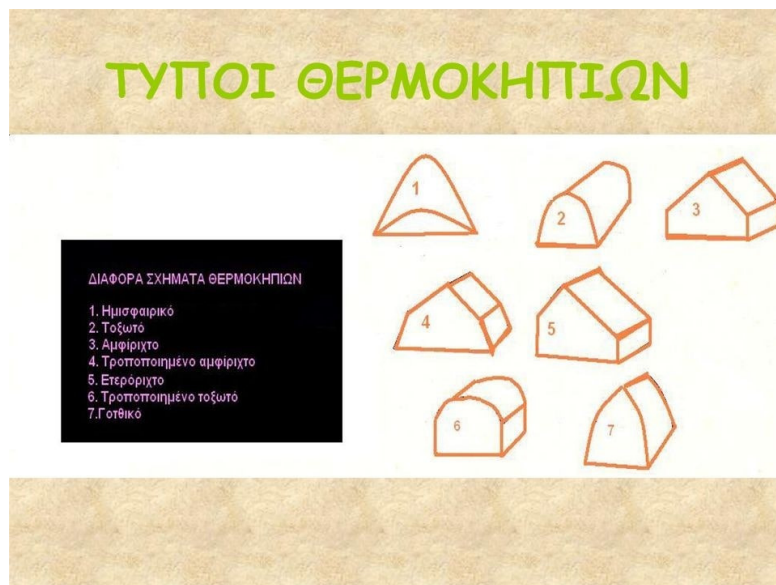


Εικόνα 1: Γραφική αναπαράσταση κατασκευαστικής μονάδας θερμοκηπίου.

Διάκριση των θερμοκηπίων ανάλογα με το σχήμα

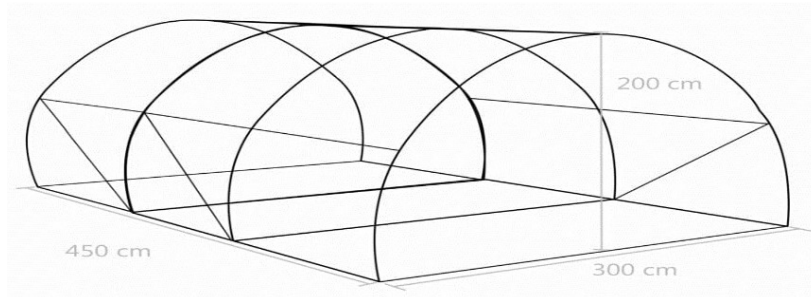
Τα θερμοκήπια χωρίζονται σε δύο βασικά σχήματα:

- A. τοξωτό
- B. αμφικλινές



Εικόνα 2: Σχέδια διαφορετικών τύπων θερμοκηπίων.

Τοξωτά Θερμοκήπια: τα θερμοκήπια αυτά είναι εύκολα στην κατασκευή τους γιατί χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα τόξα. Επίσης έχουν ελαφρύτερο σκελετό, άρα είναι φτηνότερα. Αντίθετα όμως στις άκρες του θερμοκηπίου δημιουργούνται δυσκολίες στην εργασία του ανθρώπου, λόγω του χαμηλού ύψους.



Εικόνα 3: Κατασκευαστική μονάδα τοξωτού θερμοκηπίου (διακρίνονται τα επαναλαμβανόμενα τόξα).

Αμφικλινή Θερμοκήπια: τα θερμοκήπια αυτά είναι ευρύχωρα, προσφέρουν καλές δυνατότητες για εξαερισμό και επειδή η επιφάνειά τους είναι επίπεδη έχουν την δυνατότητα να καλυφτούν με υαλοπίνακες.



Εικόνα 4: Κατασκευαστική μονάδα αμφικλινούς θερμοκηπίου.

Διάκριση των θερμοκηπίων ανάλογα με τις διαστάσεις

Χαμηλά θερμοκήπια: τα θερμοκήπια αυτά έχουν μικρότερο όγκο γι' αυτό και έχουν μικρότερες απώλειες ενέργειας. Από την άλλη όμως δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες σχετικής θερμοκρασίας και υγρασίας λόγω της απότομης αλλαγής της θερμοκρασίας στο εσωτερικό από την ημέρα στην νύχτα. Επίσης λόγω του ύψους μερικές εργασίες είναι δύσκολες.



Εικόνα 5: Χαμηλό θερμοκήπιο με κάλυμμα πολυαιθυλενίου

Ψηλά θερμοκήπια: τα θερμοκήπια αυτά έχουν καλό εξαερισμό, μεγάλο χώρο που καθιστά ευκολότερες τις εργασίες και είναι φωτεινότερα.



Εικόνα 6: Ψηλό θερμοκήπιο (διακρίνεται η διαφορά του ύψους μεταξύ ανθρώπου και θερμοκηπίου).

Διάκριση θερμοκηπίων ανάλογα με τον σκελετό

Εύλινα θερμοκήπια: Τα θερμοκήπια αυτά είναι χαμηλότερου κόστους και εύκολα στην κατασκευή. Αντίθετα όμως δεν έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, πιάνουν μεγαλύτερο χώρο άρα και πιο σκοτεινά και τέλος δεν είναι και πολύ σταθερά γιατί τα ξύλα με τον καιρό στρεβλώνουν.



Εικόνα 7: Θερμοκήπιο με ξύλινο σκελετό.

Μεταλλικά θερμοκήπια από χάλυβα: Τα θερμοκήπια αυτά χρησιμοποιούνται πολύ στις μέρες μας διότι τα στοιχεία του σκελετού έχουν μικρότερο όγκο άρα το θερμοκήπιο είναι πιο φωτεινό, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς του σε περίπτωση μετεγκατάστασης.



Εικόνα 8: Θερμοκήπιο με χαλύβδινα σκελετικά στοιχεία.

Θερμοκήπια από αλουμίνιο: Τα θερμοκήπια αυτά έχουν ελαφρύ σκελετό, επίσης ο σκελετός τους είναι μικρός σε όγκο άρα είναι αρκετά φωτεινά και τέλος έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.



Εικόνα 9: Θερμοκήπιο με σκελετικά στοιχεία από αλουμίνιο.

Διάκριση των θερμοκηπίων ανάλογα με το υλικό κάλυψης

Υαλόφρακτα θερμοκήπια: Τα θερμοκήπια αυτά έχουν πολύ καλή περατότητα του φωτός με αποτέλεσμα να μην χρειάζονται αντικατάσταση καθ' όλη την διάρκεια ζωής τους. Απαιτούν όμως σκελετό με επίπεδες επιφάνειες και αντοχή στο βάρος.



Εικόνα 10: Θερμοκήπιο με χρήση ναλοπινάκων ως κάλυμμα.

Θερμοκήπια με διαφανές κάλυμμα από εύκαμπτο πλαστικό φύλλο: Τα θερμοκήπια αυτά μπορούν να έχουν ελαφρύτερο σκελετό, μπορούν να πάρουν οποιοδήποτε σχήμα και έχουν χαμηλό κόστος, αλλά το κάλυμμα αυτό δεν έχει μεγάλη διάρκεια ζωής με αποτέλεσμα να χρειάζεται αντικατάσταση μετά από λίγα χρόνια.



Εικόνα 11: Θερμοκήπια καλυμμένα με εύκαμπτο πλαστικό φύλλο.

Θερμοκήπια με διαφανές κάλυμμα από σκληρό πλαστικό: Τα θερμοκήπια αυτά μπορούν να έχουν ελαφρύ σκελετό και αντοχή στις ακραίες καιρικές συνθήκες. Από την άλλη όμως με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζουν μικρότερη περατότητα του φωτός, άρα μικρότερη διάρκεια ζωής. Τα θερμοκήπια από σκληρό πλαστικό είναι ακριβότερα από τα εύκαμπτα και φθηνότερα από τα υαλόφρακτα.



Εικόνα 12: Θερμοκήπιο καλυμμένο με σκληρό πλαστικό.

Στο πείραμα το θερμοκήπιο που χρησιμοποιήθηκε είναι από γυαλί. Το γυαλί στο θερμοκήπιο είναι ένα υλικό το οποίο χρησιμοποιείτε για πολλά χρόνια κυρίως στα υψηλής τεχνολογίας θερμοκήπια.



Εικόνα 13: Το πειραματικό θερμοκήπιο στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Πατρών.

Το θερμοκήπιο έχει τα εξής στοιχεία:

- Κορυφή 4,5m
- Υδροροχή: 3,3m
- Πλάτος: 3,2m
- Μήκος: 16m
- Έδαφος: χώμα
- Κάλυμμα: γυαλί τον 4mm
- Παράθυρα οροφής βορρά και νότο

Τα πλεονεκτήματα του γυάλινου θερμοκηπίου είναι ότι έχει:

- A. μεγάλη περατότητα της ακτινοβολίας με αποτέλεσμα να δημιουργείται καλή φωτοσύνθεση στον χώρο.
- B. η περατότητα αυτή υπάρχει καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας
- C. καλή αντίσταση και αντοχή στις καιρικές συνθήκες (άνεμοι, βροχές, χαλάζι, χιόνι)
- D. μεγάλη διάρκεια ζωής
- E. το κόστος του υλικού σε σχέση με τα πλεονεκτήματα που παρέχει είναι αποδεκτό

Τα μειονεκτήματα είναι ότι:

Το γυαλί από μόνο του μπορεί να μην είναι τόσο ακριβό όμως χρειάζεται και τον κατάλληλο σκελετό για να μπορέσει η κατασκευή να σηκώσει αυτό το βάρος γιατί το γυαλί είναι ένα βαρύ υλικό. Αυτό σημαίνει ότι όλη η κατασκευή μετά θα έχει υψηλό κόστος.

Άρα για ένα θερμοκήπιο σαν αυτό το οποίο περιέχει μετεωρολογικό σταθμό και μετρητικά όργανα θεωρείται υψηλής τεχνολογίας. Συνεπώς, χρειάζεται και το κατάλληλο υλικό κάλυψης γι' αυτό και χρησιμοποιήθηκε γυαλί.

4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΑΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Στο πειραματικό θερμοκήπιο υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος καταγράφει συνέχεια τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Έχει έναν κεντρικό ιστό σωληνωτού τύπου, ύψους 2.50 m και διαμέτρου 1.5'' πάνω στον οποίο είναι τοποθετημένοι οι βραχίονες στήριξης, οι αισθητήρες ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, υπέρυθρης ακτινοβολίας και θερμοκρασίας ουρανού, σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας αέρα και ταχύτητας ανέμου. Σε ύψος 1.80 m είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας ύψους βροχής. Στον κεντρικό ιστό είναι τοποθετημένη η μονάδα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης μετρήσεων (Datalogger).

Αναλυτικότερα οι αισθητήρες που έχει το θερμοκήπιο:

Πυρανόμετρο (SP-LITE): αισθητήρας πυριτίου ο οποίος μετράει την ηλιακή ενέργεια σε εύρος 400-1100nm, περιοχή μετρήσεων 0-2000 W/m² και θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας από -30 έως 70 °C. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας βρίσκεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Ακτινόμετρο (PAR-LITE): αισθητήρας που μετράει την Φωτοσυνθετικά Ενεργή Ακτινοβολία (Photosynthetically Active Radiation). Το δείγμα λαμβάνεται από ολόκληρο το ημισφαίριο, με φασματικό εύρος 400 έως 700 nm της προσπίπτουσα ακτινοβολίας. Τα φυτά χρησιμοποιούν τα φωτόνια της συγκεκριμένης ακτινοβολίας για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Ο αισθητήρας αυτός βρίσκεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και συνδέεται απευθείας με τον datalogger.

Πυρανόμετρο (CMP3): αισθητήρας ο οποίος μετράει την ηλιακή ακτινοβολία που βρίσκεται σε επίπεδη επιφάνεια. Βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο και συνδέεται απευθείας με τον datalogger.

Αισθητήρας σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας εξωτερικού περιβάλλοντος (MP101A): αισθητήρας ο οποίος μετράει την σχετική υγρασία (RH) και την θερμοκρασία (T) του εξωτερικού περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Ο αισθητήρας αυτός βρίσκεται σε κλωβό προστασίας και έχει περιοχή μετρήσεων 0-100% όσον αφορά την υγρασία και από -40 έως 60°C όσον αφορά την θερμοκρασία.

Θερμοζεύγη (T): αποτελούνται από δύο αγωγούς δύο διαφορετικών μετάλλων, συγκολλημένων στο ένα τους άκρο. Το μικρό τους μέγεθος τους επιτρέπει να έρχονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον πολύ γρήγορα.

Ανεμόμετρο (A100K): αισθητήρας που μετράει την ταχύτητα του ανέμου. Είναι τρία κωνικά κύπελλα με παλμική έξοδο. Βρίσκεται έξω από το θερμοκήπιο γι' αυτό και είναι κατασκευασμένο από μη οξειδωμένα υλικά.

Μονάδα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης μετρήσεων (Datalogger, CR1000X): ο datalogger είναι μια μικρή και κλειστή μονάδα μέσα σε ανοξείδωτο περίβλημα, η οποία φέρει πάνω της μεγάλη υπολογιστική ισχύ για συλλογή και επεξεργασία στοιχείων. Η μονάδα αυτή βρίσκεται πάνω στον μετεωρολογικό σταθμό για να συλλέγει, να επεξεργάζεται και να αποθηκεύει τις μετρήσεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Σύστημα ασύρματης μετάδοσης δεδομένων : το σύστημα αυτό συνδέεται ασύρματα (GSM) μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας με το datalogger (CR10X) που βρίσκεται στην περιοχή του θερμοκηπίου.

Analysar 4.5 (Analyzer Datalogger Software): το πρόγραμμα αυτό είναι μια εφαρμογή που απευθύνεται στους χρήστες του datalogger ή τους χρήστες των υπολογιστών με κάρτες συλλογής δεδομένων που έχουν ως σκοπό την συλλογή μετρήσεων από αισθητήρες για την αποθήκευση των τιμών σε μια κεντρική βάση δεδομένων. Παρέχει επίσης την δυνατότητα παρουσίασης, επεξεργασίας, ανάλυσης και άλλα.



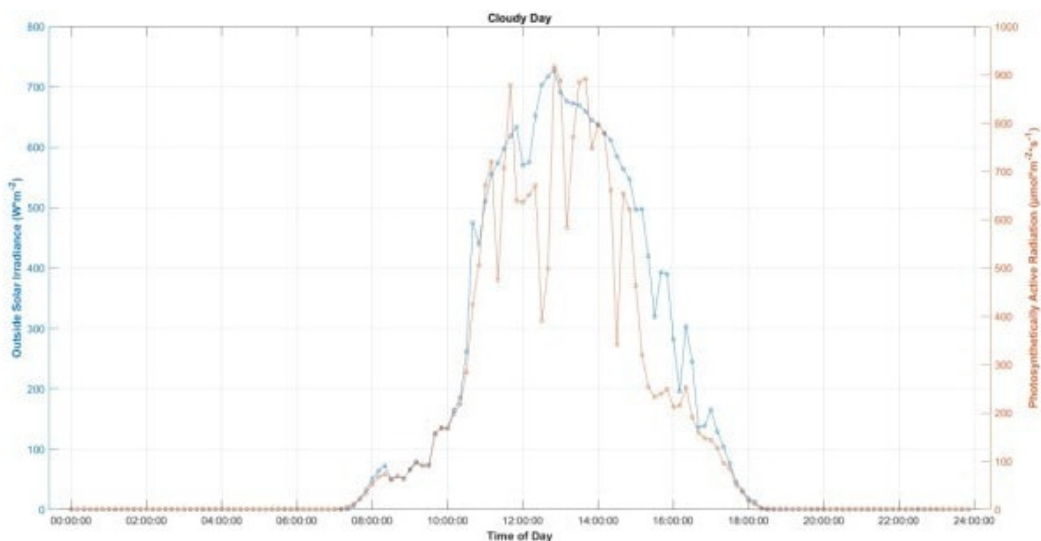
Εικόνα 14: Αυτόματος Μετεωρολογικός Σταθμός για την καταγραφή των εξωτερικών περιβαλλοντικών συνθηκών. Διακρίνονται όλοι οι προαναφερθέντες αισθητήρες.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το θερμοκήπιο βρίσκεται στον χώρο του Πανεπιστήμιο Πατρών, στο Ρίο. Με την βοήθεια των οργάνων μέτρησης και καταγραφής δεδομένων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πήραμε δεδομένα με ηλιοφάνεια, νεφελώδης και με βροχή τον μήνα Φεβρουάριο του 2022.

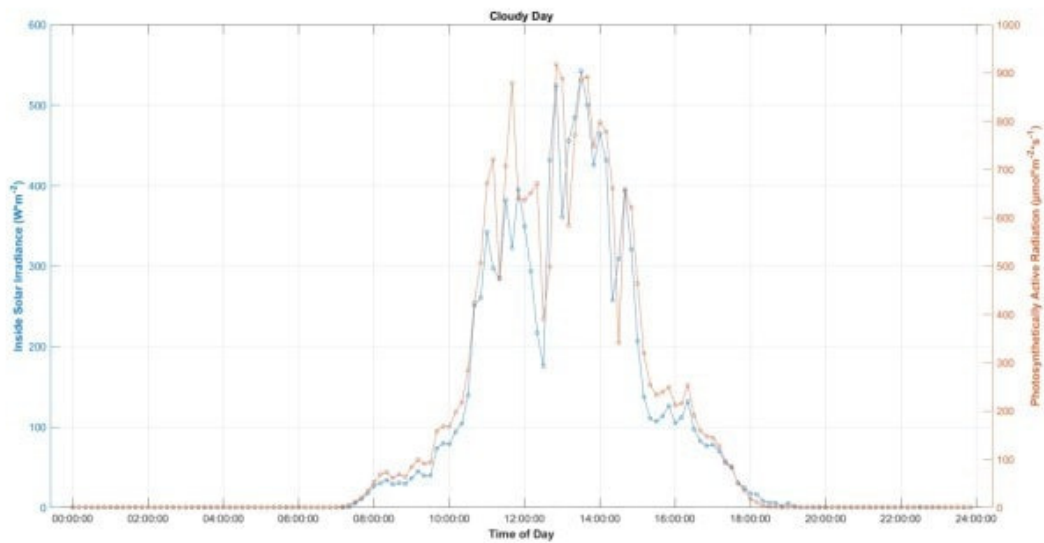
Τα δεδομένα έχουν προέλθει από τα προαναφερόμενα όργανα μέτρησης και έχουν απεικονισθεί σε γραφικές παραστάσεις, ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε, να σχολιάσουμε και γενικά να παρατηρήσουμε. Έχουμε συλλέξει τα δεδομένα μας όλο το 24ωρο και σε ημέρες με ηλιοφάνεια, με συννεφιά και με βροχή.

5.1. CLOUDY DAY



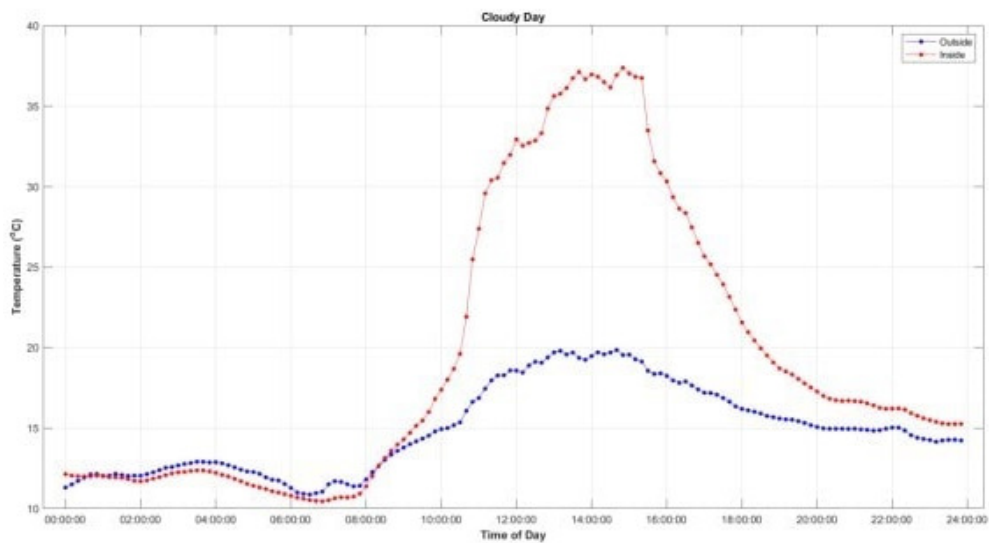
Εικόνα 15: Στο διάγραμμα απεικονίζεται η ηλιακή ακτινοβολία εκτός του θερμοκηπίου (με το μπλε χρώμα) και η φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (με το κόκκινο χρώμα).

Τις πρωινές ώρες της ημέρας διακρίνουμε μια ανάκαμψη στην ακτινοβολία, βέβαια λόγω συννεφιάς η φωτοσυνθετική έχει χαμηλή απόδοση.



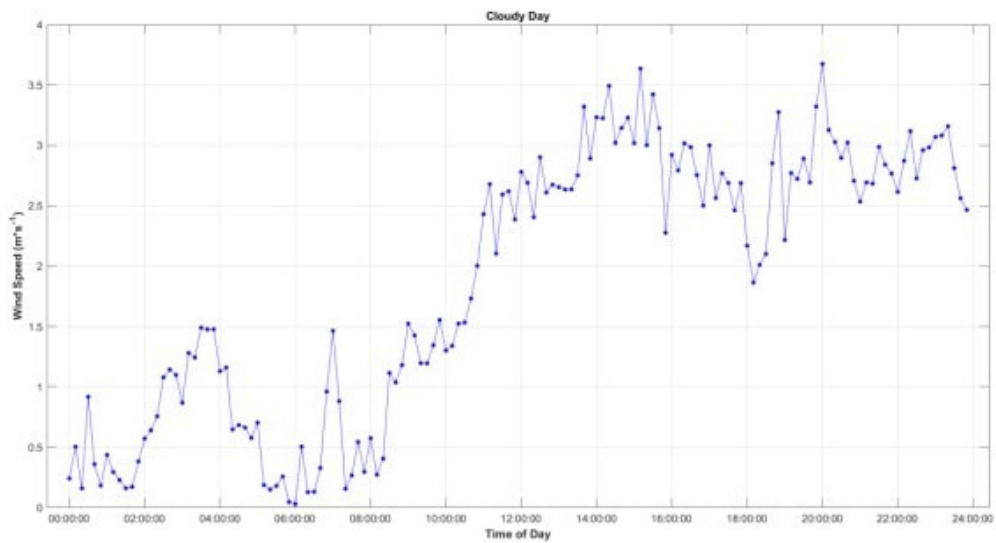
Εικόνα 16: Ηλιακή ακτινοβολία εντός του θερμοκηπίου (με το μπλε χρώμα) και η φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (με το κόκκινο χρώμα).

Στην Εικόνα 16 βλέπουμε τις δύο καμπύλες της εσωτερικής και φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας να ταιριάζουν.



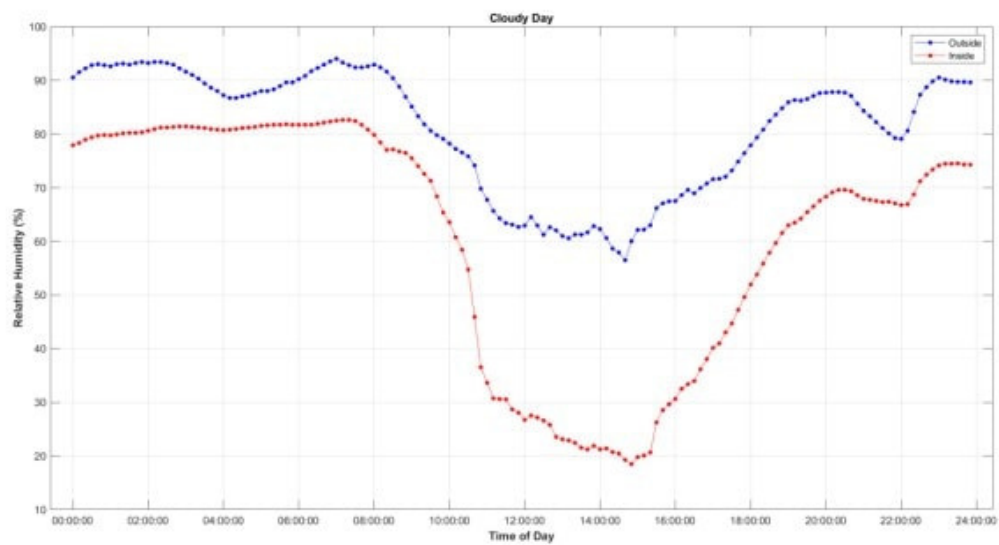
Εικόνα 17: Στο διάγραμμα απεικονίζεται η θερμοκρασία μέσα (κόκκινη γραμμή) και έξω (μπλε γραμμή).

Λόγω αυτή της διαφοράς καταλαβαίνουμε ότι στο θερμοκήπιο μας εγκλωβίζεται η θερμοκρασία.



Εικόνα 18: Ταχύτητα ανέμου.

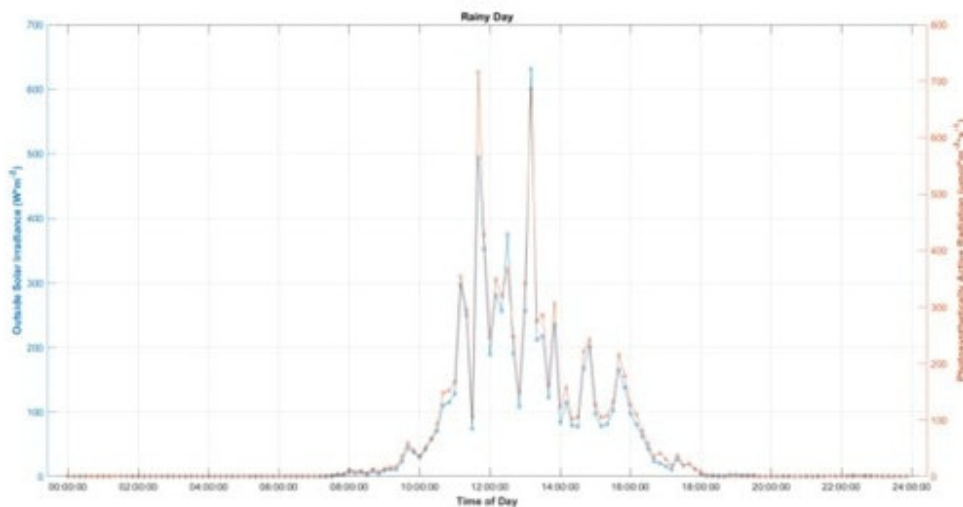
Η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται από 0 έως 3,5 μποφόρ.



Εικόνα 19: Σχετική υγρασία μέσα (κόκκινη γραμμή) και έξω (μπλε γραμμή).

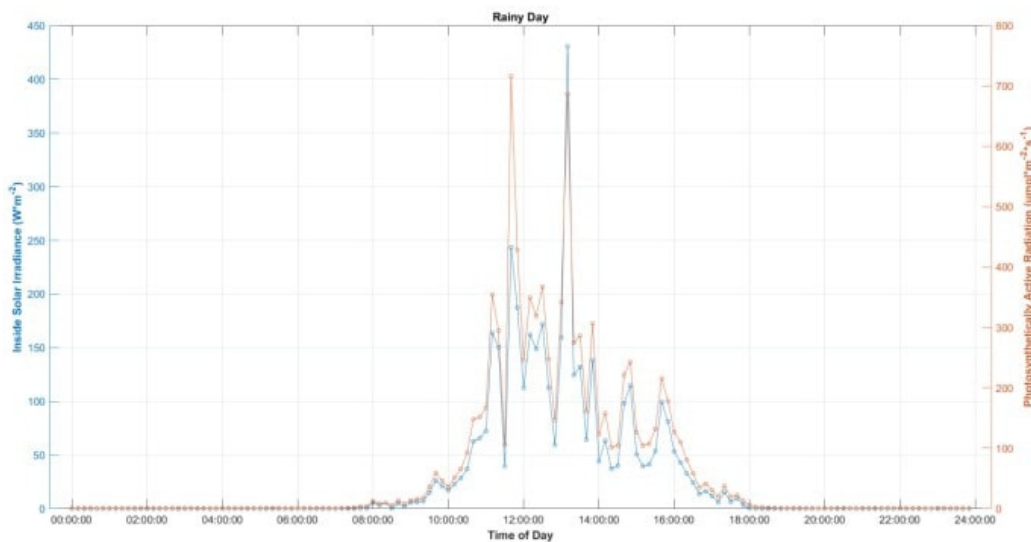
Λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας βλέπουμε ότι η σχετική υγρασία μέσα μειώνεται αρκετά σε σχέση με την έξω.

5.2. RAINY DAY



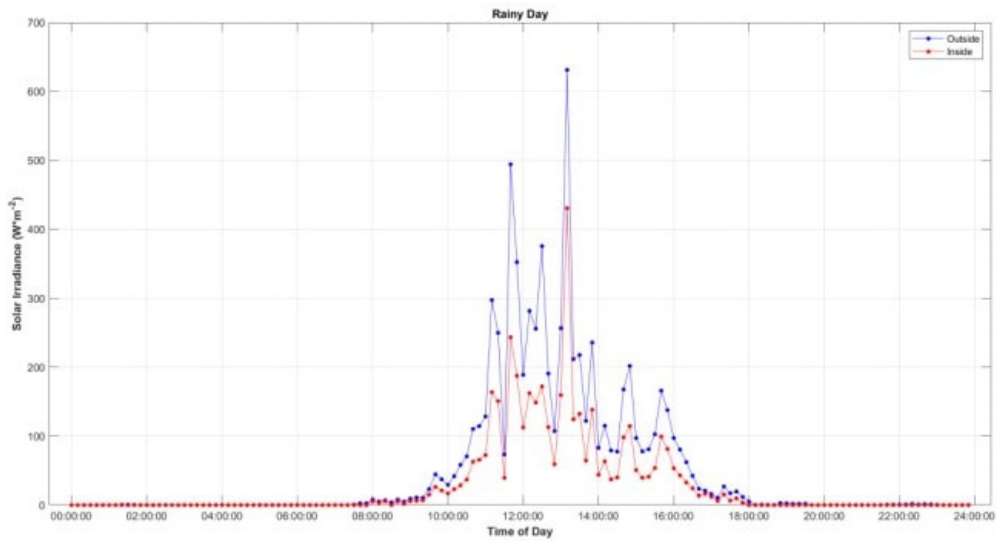
Εικόνα 20: Στο διάγραμμα απεικονίζεται η εξωτερική ηλιακή ακτινοβολία (με το μπλε χρώμα) και η φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (με το κόκκινο χρώμα).

Λόγω της βροχής και των σύννεφων, η ακτινοβολία είναι ακριβώς η ίδια μεταξύ τους, εκτός μια μικρή αύξηση στις 11:30. Από αυτό μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε ότι λογικά υπήρχε ένα κενό στα σύννεφα και σαν φωτοσυνθετική ικανότητα να αυξήθηκε αυτή από οποιαδήποτε άλλη ακτινοβολία.



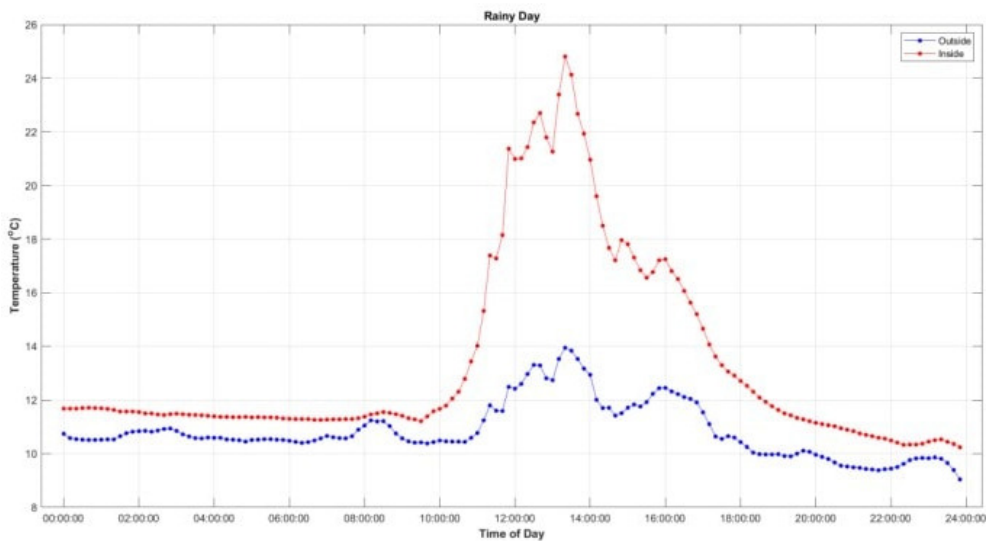
Εικόνα 21: Εσωτερική ηλιακή ακτινοβολία (η μπλε γραμμή) - φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (κόκκινη γραμμή).

Η ταχεία ανύψωση οφείλεται σε κάποια ακτίνα φωτός που μπορεί να διαπέρασε τα σύννεφα και η φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία είχε μεγαλύτερη κορυφογραμμή



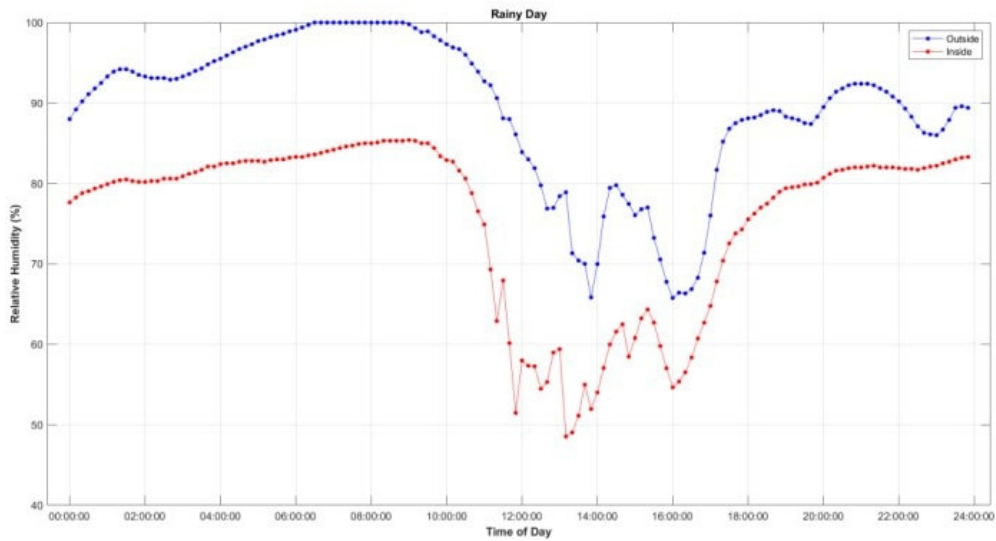
Εικόνα 22: Ηλιακή ακτινοβολία μέσα (με κόκκινη γραμμή) και έξω (με μπλε γραμμή).

Ένα διάγραμμα με πολλές και διάφορα ανεβοκατεβάσματα που οφείλεται στην βρόχνη διατύπωση του καιρού και γενικά οι τιμές του είναι χαμηλές.



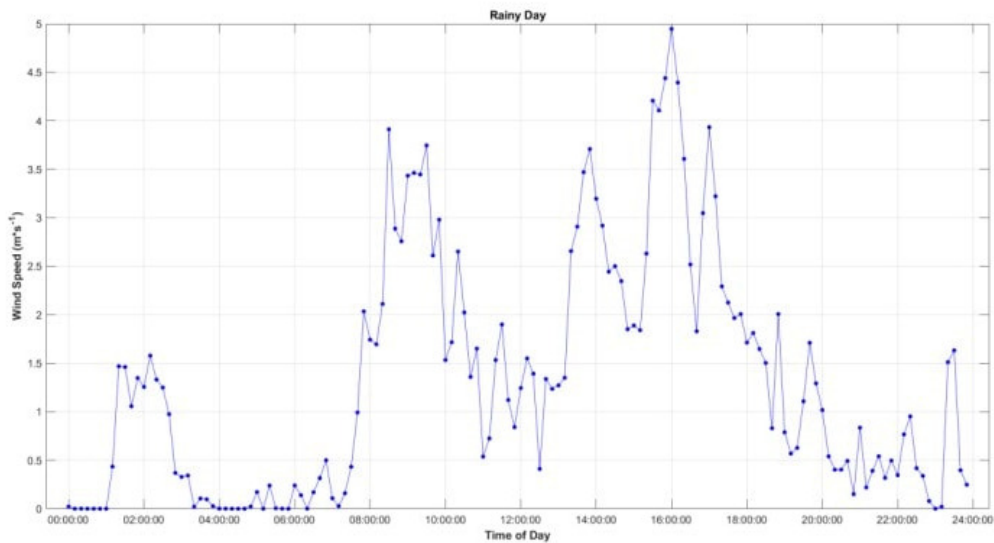
Εικόνα 23: Θερμοκρασία μέσα (με την κόκκινη γραμμή) και έξω (με την μπλε γραμμή).

Η εξωτερική θερμοκρασία δεν ξεπερνάει τους 14°C. Ενώ η εσωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται από 10°C - 24°C. Σχεδόν η διαφορά είναι μέχρι και 10°C και αυτό οφείλεται στο υλικό κάλυψης που έχει το θερμοκήπιο μας.



Εικόνα 24: Σχετική υγρασία μέσα (με την μπλε γραμμή) και έξω (με την κόκκινη γραμμή).

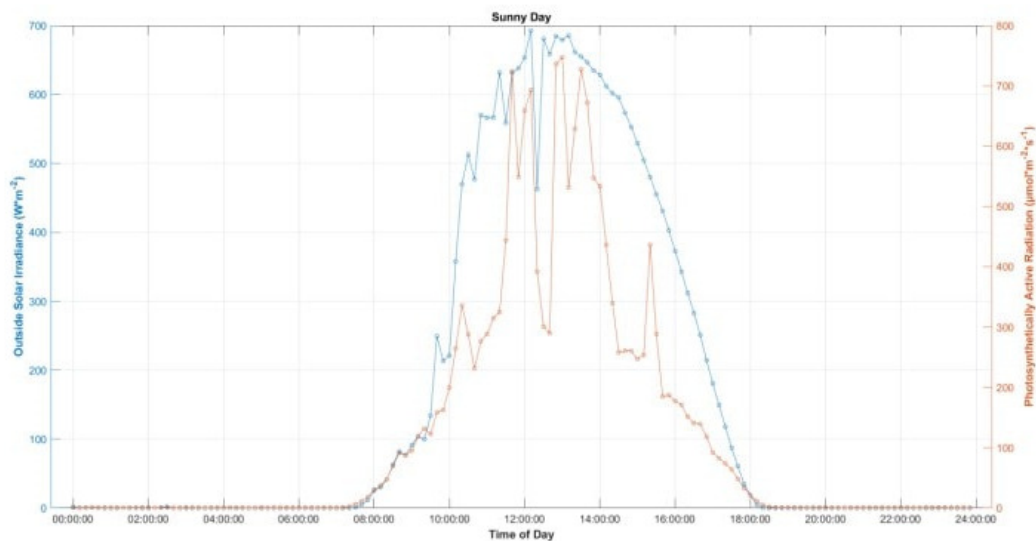
Διαπιστώνουμε ότι λόγω της βροχής η σχετική υγρασία είναι αρκετά υψηλή, με μια μικρή πτώση τις μεσημεριανές ώρες.



Εικόνα 25: Ταχύτητα ανέμου.

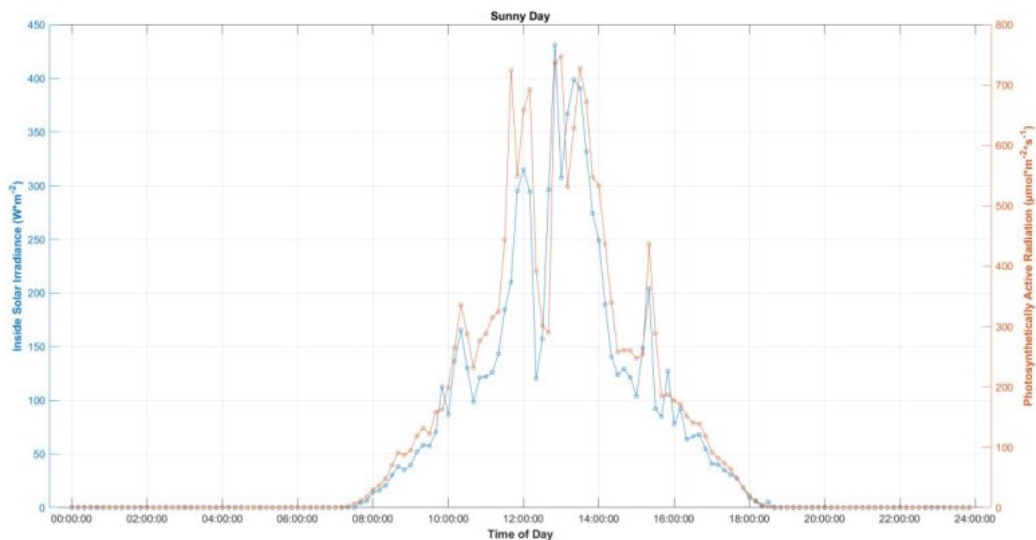
Μια αρκετή μέρα με δυνατούς ανέμους και πολλά ανεβοκατεβάσματα. Μετά τις 18:00 το απόγευμα διακρίνεται η εξομάλυνσή του με πτώση του ανέμου.

5.3. SUNNY DAY



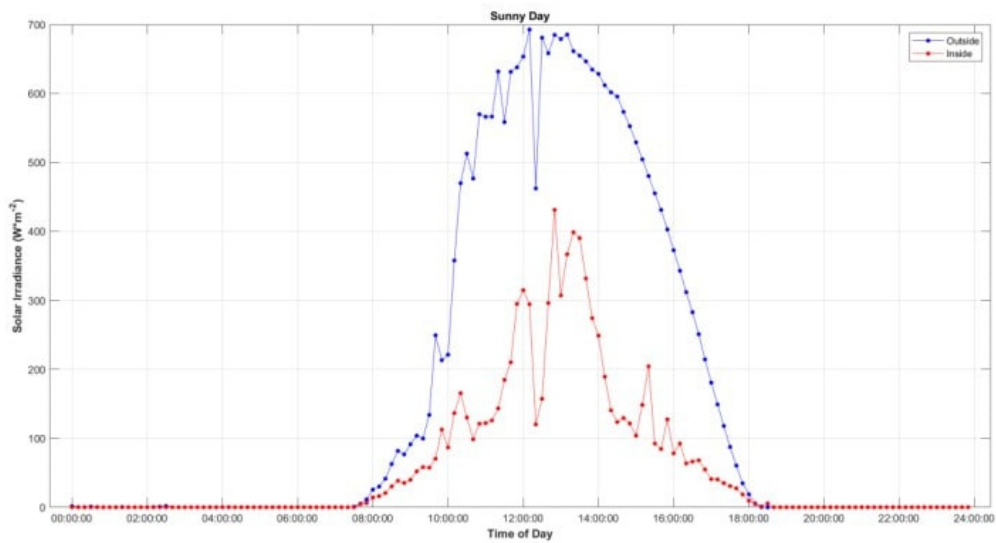
Εικόνα 26: Εξωτερική ηλιακή ακτινοβολία (με την μπλε γραμμή) - φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (με την κόκκινη γραμμή).

Ημερήσια καταγραφή μας δείχνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία βρίσκεται στα ύψη, η PAR έχει χαμηλότερα ποσά. Γιατί σίγουρα μπορεί να διαφέρει με την εξωτερική, αφού πρέπει να διαπεράσει και μέσα από το υλικό κάλυψης (γυαλί).



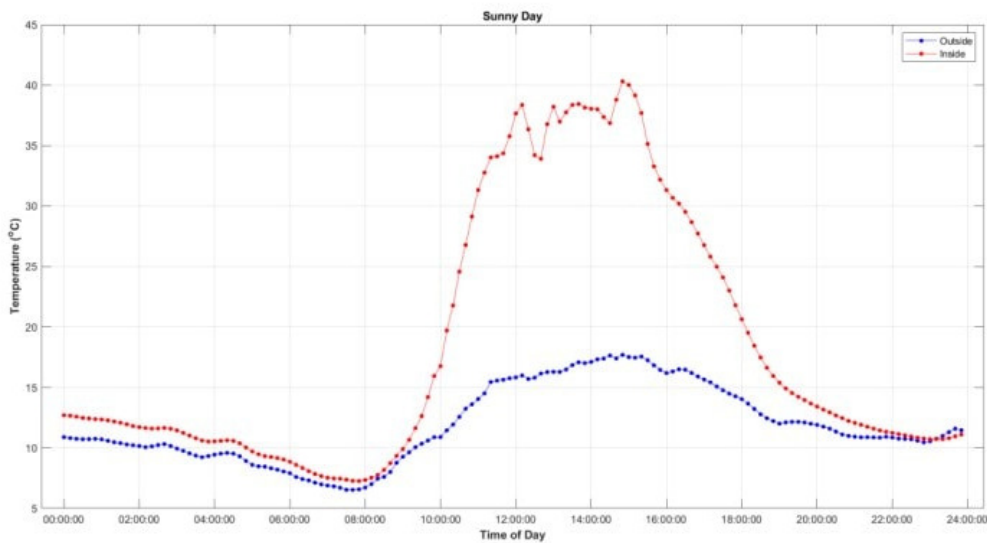
Εικόνα 27: Εσωτερική ηλιακή ακτινοβολία (μπλε γραμμή) - φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (κόκκινη γραμμή).

Εδώ μας αποδεικνύει το λόγω της διαφοράς στην Εικόνα 26. Βλέπουμε τα ίδια επίπεδα και στις δυο μετρήσεις.



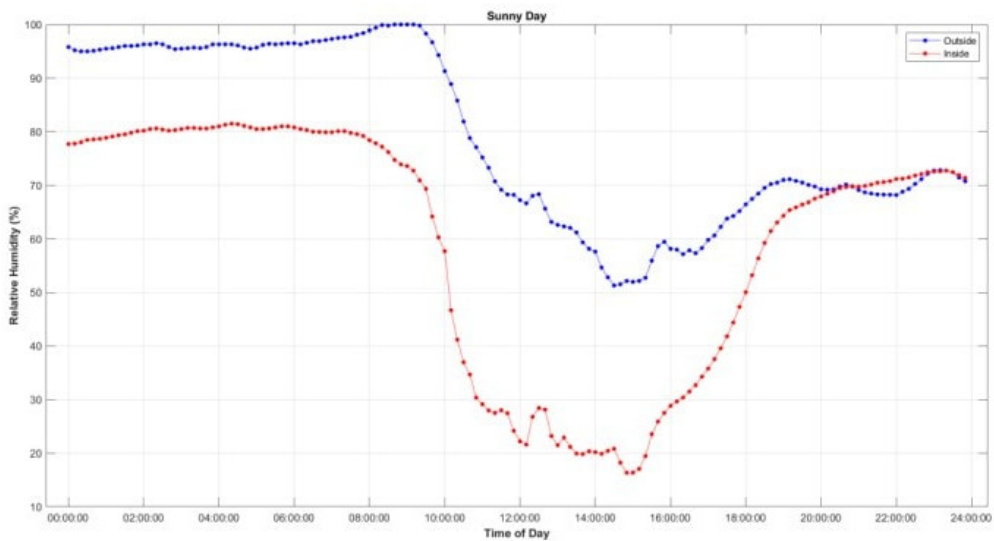
Εικόνα 28: Ηλιακή ακτινοβολία μέσα (κόκκινη γραμμή) και έξω(μπλε γραμμή).

Το γυαλί σαν υλικό κάλυψης μας δείχνει ότι η διαφορά μέσα και έξω ενώ έχουν την ίδια τάση καμπύλης, έχει χαμηλότερα νούμερα.



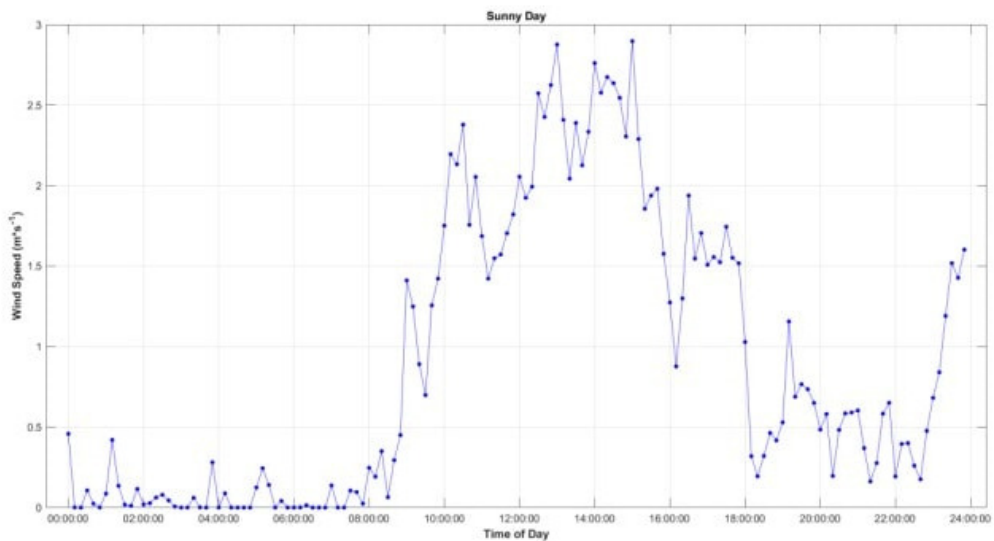
Εικόνα 29: Θερμοκρασία μέσα (κόκκινη γραμμή) - έξω (μπλε γραμμή).

Το γυαλί σαν υλικό κάλυψης δεν έχει απώλεια σε σχέση με άλλα υλικά κάλυψης και αυτό βοηθάει κάθε καλλιέργεια με το να υπάρχει μια σταθερή θερμοκρασία. Γιατί βοηθάει τα φυτά να μην υπόκεινται σε stress.



Εικόνα 30: Σχετική υγρασία μέσα (κόκκινη γραμμή)- έξω (μπλε γραμμή).

Η σχετική υγρασία μέσα στο θερμοκήπιο μας είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση την εξωτερική.

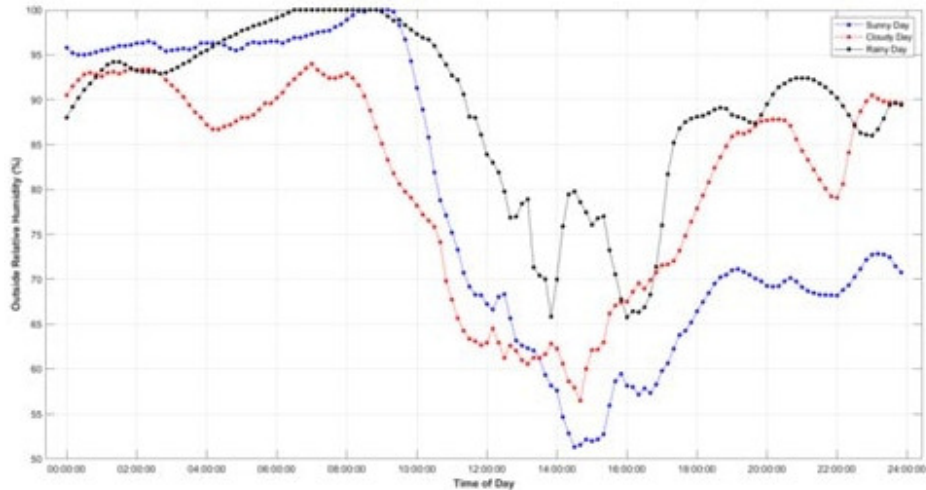


Εικόνα 31: Ταχύτητα ανέμου.

Κυμαίνεται από 0-1 μποφόρ τις ώρες 00:00 - 9:00 και 18:00 - 22:00, τις υπόλοιπες ώρες υπάρχει μια άνοδος έως στα 3 μποφόρ.

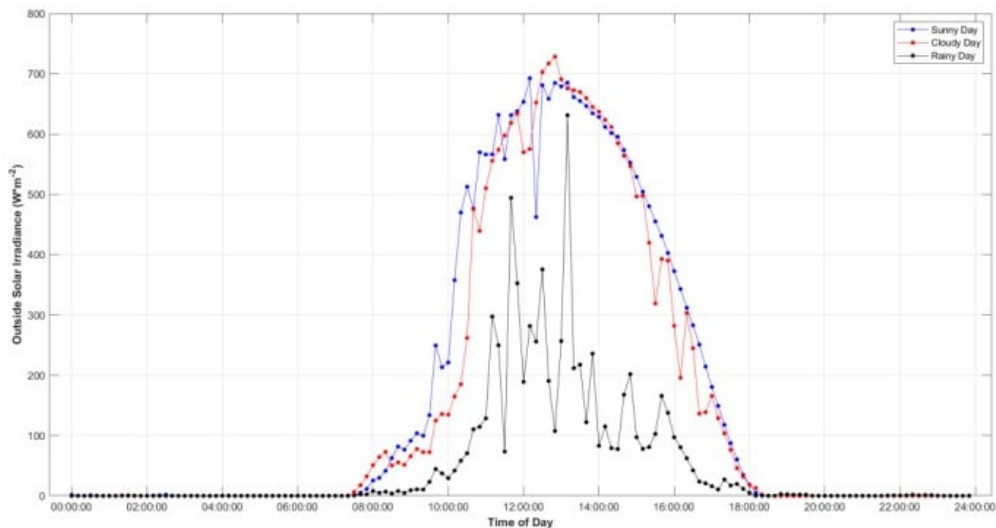
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια, καθώς συγκρίνονται οι τρεις διαφορετικές μέρες μεταξύ τους. Έτσι μπορούμε να δούμε τις επιρροές που δέχεται από την φύση μας και θα μας επηρεάσει την κάθε καλλιέργεια μας διαφορετικά.



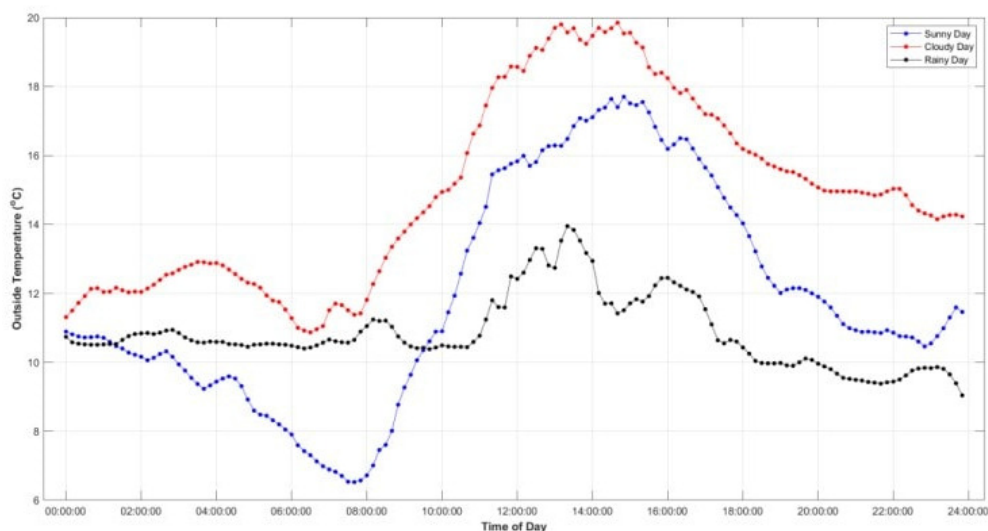
Εικόνα 32: Σχετική υγρασία εκτός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Διακρίνουμε ότι κατά την διάρκεια της νύχτας, η σχετική υγρασία βρίσκεται σε κοινά πλαίσια με όλους τους τύπους καιρών. Μόνο τις πρωινές ώρες φαίνεται η πτώση της, με λιγότερη διαφορά την βροχερή μέρα (μαύρη γραμμή).



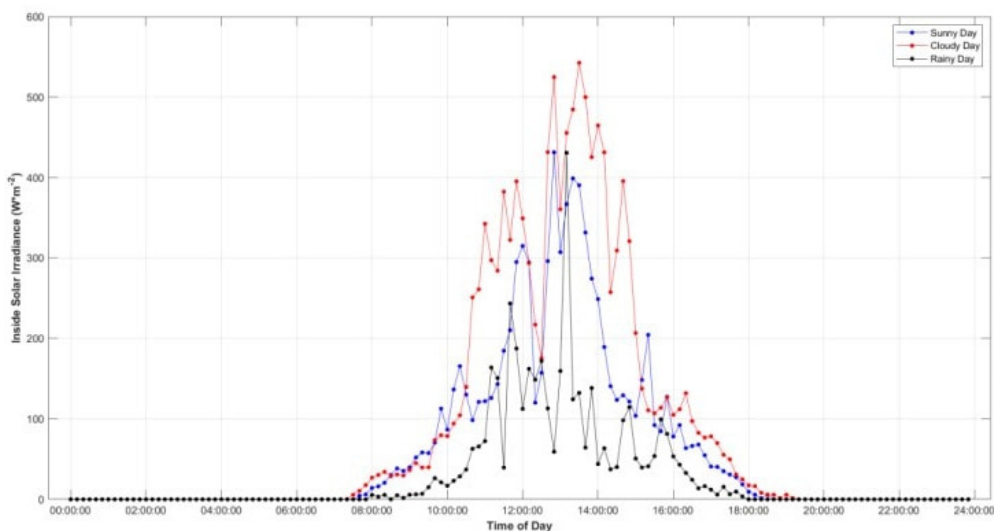
Εικόνα 33: Ηλιακή ακτινοβολία εκτός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Χαμηλές τιμές στην ηλιακή ακτινοβολία διακρίνονται εξίσου την βροχερή μέρα. Σημαντική σημείωση είναι επίσης ότι υπάρχει αρκετή ομοιότητα στην συννεφιασμένη με ηλιόλουστη μέρα.



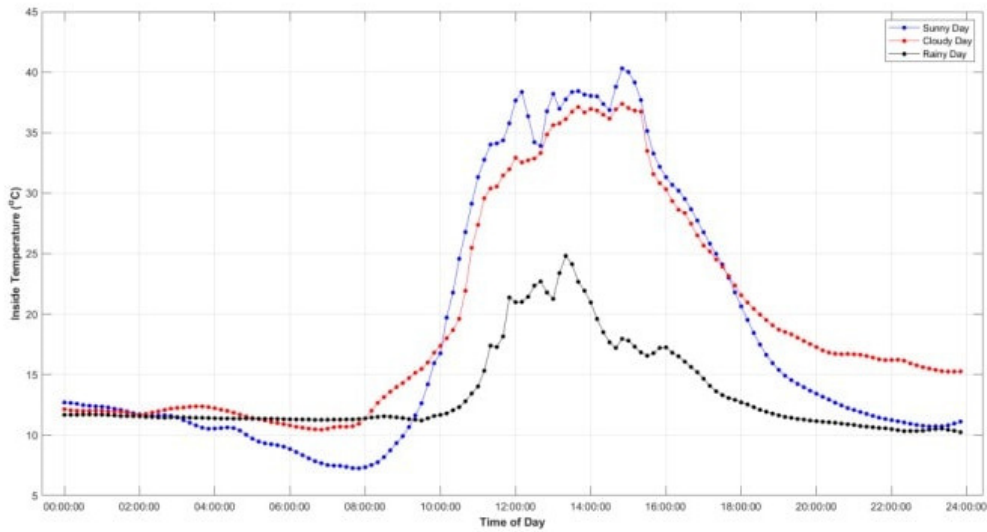
Εικόνα 34: Θερμοκρασία εκτός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Η συννεφιασμένη μέρα (κόκκινη γραμμή) φαίνεται μια σταθερή θερμοκρασία τις νυχτερινές ώρες, ενώ το πρωί υπάρχει σχετική αύξηση κατά 8 βαθμών κελσίου. Αυτό μας αποδεικνύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπου οι ηλιακές ακτινοβολίες εγκλωβίζονται κάτω από τα στρώματα των σύννεφων. Στην ηλιόλουστη μέρα (μπλε γραμμή) παρατηρείτε η κατώτερη θερμοκρασία με 6°C. Στη βροχερή μέρα διακρίνεται σχετικά σταθερή θερμοκρασία.



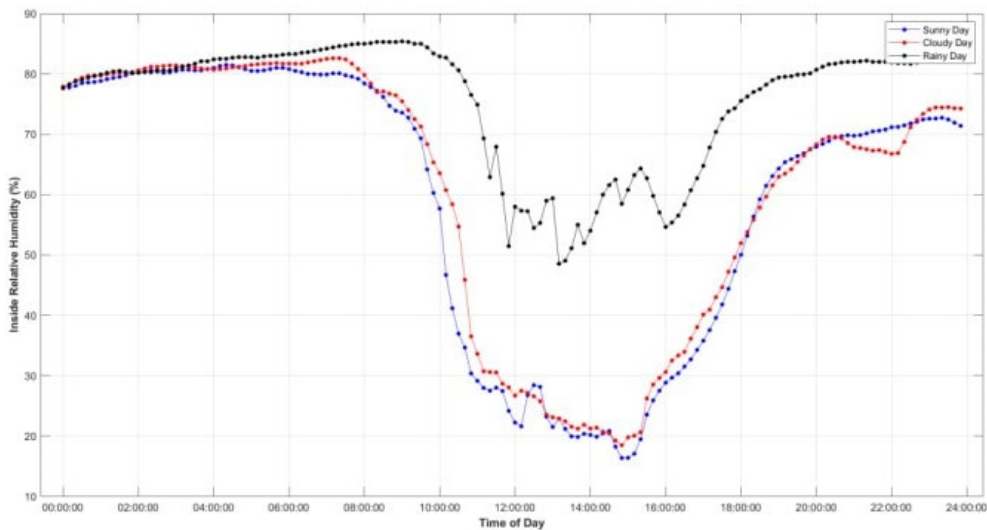
Εικόνα 35: Ηλιακή ακτινοβολία εντός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Τα υψηλότερα νούμερα τα έχει αγγίξει η συννεφιασμένη μέρα, με μικρή διαφορά από τις υπόλοιπες. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι με υλικό κάλυψης το τζάμι, όπως στην περίπτωση μας, οι ηλιακές ακτινοβολίες περνάνε χωρίς να περιορίζεται μεγάλο ποσοστό στο εξωτερικό μέρος του θερμοκηπίου.



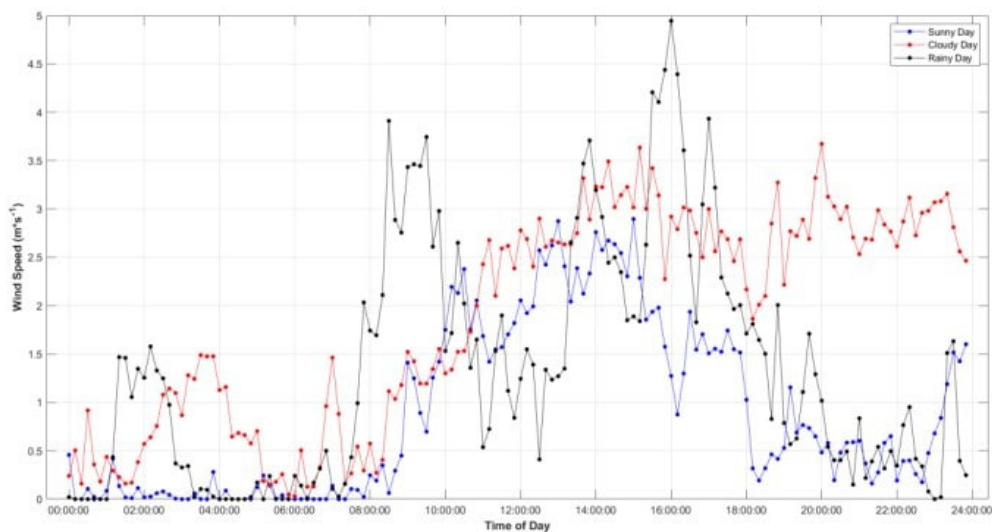
Εικόνα 36: Θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Είτε με ήλιο είτε με σύννεφα η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο είναι σταθερή. Διαφορά διακρίνεται μόνο κατά την βροχερή μέρα, με διάφορά τις μεσημεριανές ώρες 20°C άνω.



Εικόνα 37: Σχετική υγρασία εντός του θερμοκηπίου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Τις νυχτερινές ώρες υπάρχει μια σταθερότητα και ομοιότητα και τις τρεις ημέρες. Ενώ τις μεσημεριανές διαφορά προκύπτει στην βροχερή μέρα, με μεγάλη αποχή από τις άλλες δυο μέρες.

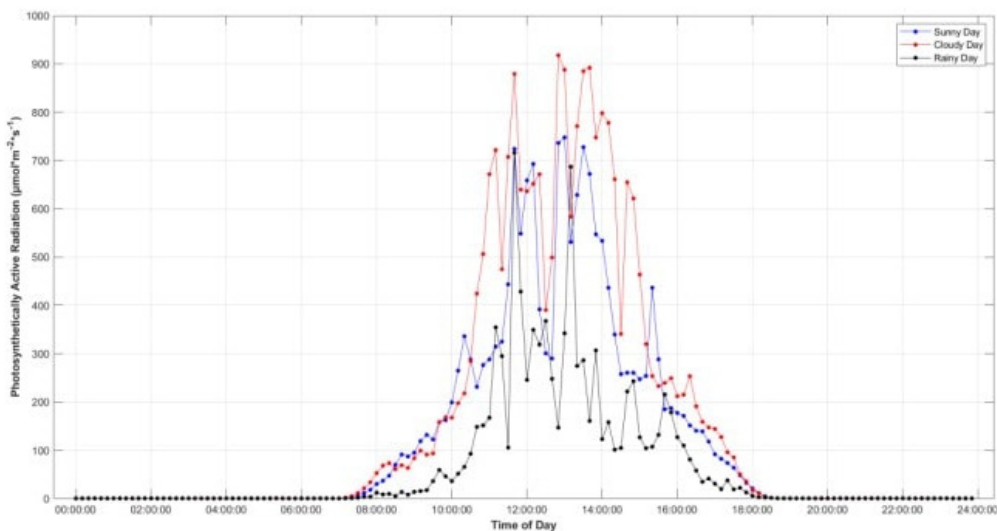


Εικόνα 38: Ταχύτητα ανέμου για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

SUNNY DAY: από 0 έως 3 μποφόρ

CLOUDY DAY: από 0 έως 3,5 μποφόρ

RAINY DAY: από 0 έως 5 μποφόρ



Εικόνα 39: Φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία για τις τρεις διαφορετικές ημέρες.

Μέσω των καμπυλών βλέπουμε την απόκριση που έχει η PAR, ειδικά τις μέρες με ηλιοφάνεια και συννεφιά. Ενώ την ημέρα της βροχής η καμπύλη είναι χαμηλότερη.

Εν κατακλείδι μέσα από τα διαγράμματα μπορέσαμε να καταλάβουμε τις συνθήκες μέσα και έξω από ένα θερμοκήπιο. Αυτό βοήθησε να δούμε τις διαφορές τους και να μάθουμε πότε και τι μπορεί να εκ λάβει μια καλλιέργεια μας από το κλίμα της εποχής.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Petrakis T, Kavga A, Thomopoulos V, Argiriou AA. Neural Network Model for Greenhouse Microclimate Predictions. *Agriculture*. 2022; 12(6):780.
2. Kavga A, Thomopoulos V, Barouchas P, Stefanakis N, Liopa-Tsakalidi A. Research on Innovative Training on Smart Greenhouse Technologies for Economic and Environmental Sustainability. *Sustainability*. 2021; 13(19):10536.
3. Nouredine Choab, Amine Allouhi, Anas El Maakoul, Tarik Kousksou, Said Saadeddine, Abdelmajid Jamil, Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies, *Solar Energy*, Volume 191, 2019, Pages 109-137, ISSN 0038-092X.
4. Goran Martinović, Janos Simon, Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Volumes 70–71, 2014, Pages 61-70, ISSN 1573-5214.
5. Bhujel, A., Basak, J.K., Khan, F. et al. Sensor Systems for Greenhouse Microclimate Monitoring and Control: a Review. *J. Biosyst. Eng.* 45, 341–361 (2020).
6. Wang L N, Wang B R. Greenhouse microclimate environment adaptive control based on a wireless sensor network. *Int J Agric & Biol Eng*, 2020; 13(3): 64–69.
7. Vox, Giuliano, et al. "A wireless telecommunications network for real-time monitoring of greenhouse microclimate." *Journal of Agricultural Engineering* 45.2 (2014): 70-79.
8. Postolache, Octavian, et al. "Greenhouse microclimate real-time monitoring based on wireless sensor network and gis." *XX IMEKO World Congress Metrology for Green Growth*. 2012.
9. Xu, Zhenfeng, Jingjing Yin, and Xiujuan Li. "A Reliable Wireless Monitor and Control System with Low Power for Greenhouse Microclimate." *New Developments of IT, IoT and ICT Applied to Agriculture*. Springer, Singapore, 2021. 209-216.
10. Μαυρογιαννόπουλος, Ν. Γ. (2017) Τεχνολογία Θερμοκηπίων: Μικροκλίμα, Κατασκευή, Υλικά, Εξοπλισμός. UNIBOOKS. Αθήνα.
11. Δόρδας, Χ. (2018) Γενική Γεωργία. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ.
12. Becket, K. (1998) ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΧΘΡΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ. ΨΥΧΑΛΟΣ.

Διαδικτυακοί τόποι

13. [ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ \(auth.gr\)](#)
14. [Διαφάνεια 1 \(aua.gr\)](#)

15. [Microclimates - Veganic Agriculture Network \(goveganic.net\)](http://goveganic.net)
16. [Microclimate - Wikipedia](#)
17. [ikee.lib.auth.gr/record/128820/files/IITYXIAKH EPΓΑΣΙΑ .pdf](http://ikee.lib.auth.gr/record/128820/files/IITYXIAKH_EPΓΑΣΙΑ_.pdf)