



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

“Ψηφιακές Εφαρμογές και Καινοτομία”

Capstone Project

**«Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος, αξιολόγηση αισθητήρων
χαμηλού κόστους, συλλογή και επεξεργασία δεδομένων,
διεξαγωγή έρευνας για την έγκαιρη διάγνωση της
προσβολής και αντιμετώπιση του »**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΧΕΙΜΑΡΙΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΥΛΩΝΙΤΗΣ ΜΑΡΚΟΣ

ΚΕΡΚΥΡΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟ ΕΝΤΟΜΟ ΚΑΙ Ο ΦΟΙΝΙΚΑΣ.	2
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
2.2. Ο ΦΟΙΝΙΚΑΣ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΤΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΡΥΓΧΩΤΟΥ	4
3.1. ΧΟΥΡΜΑΔΙΑ (Phoenix dactylifera).....	5
3.2. ΚΑΝΑΡΙΟΣ (Phoenix canariensis).....	6
3.3. ΟΥΑΣΙΝΓΚΤΟΝΙΑ Η ΝΗΜΑΤΟΦΟΡΟΣ (Washingtonia filifera)	7
3.4. ΟΥΑΣΙΓΚΤΟΝΙΑ ΡΟΜΠΟΥΣΤΑ (Washingtonia robusta).....	8
3.5. ΚΟΚΟΦΟΙΝΙΚΑΣ (Cocos nucifera).....	9
3.6. ΦΟΙΝΙΚΑΣ ΤΟΥ ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ (Phoenix theophrasti)	10
3.7. ΦΟΙΝΙΚΑΣ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΥ (Trachycarpus fortunei).....	11
3.8. ΧΑΜΕΡΩΠΑΣ (Chamaerops humilis)	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ	14
4.1. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ (Rhynchophorus ferrugineus).....	22
6.1. ΑΥΓΟ.....	22
6.2. ΠΡΟΝΥΜΦΗ.....	22
6.3. ΠΛΑΓΓΟΝΑ.....	23
6.4. ΕΝΗΛΙΚΟ	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΒΙΟ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ	31
8.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	31
8.2. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ, ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΤΟΥ RASPBERRY	33
8.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ & ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	I

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Μάρκο Αυλωνίτη καθώς και τρία μέλη του εργαστηρίου Cmod Lab, Ιωάννη Βλάχο, Νικόλαο - Μάριο Πολυμενάκο και Ευάγγελος Αλβανιτόπουλος. Η βοήθεια τους ήταν πολύ σημαντική τόσο στην υλοποίηση του συστήματος όσο και στην συγγραφή της παρούσας αναφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος αποτελεί πλέον τον σοβαρότερο εχθρό των φοινίκων στην χώρα μας. Γενικά, οι φοίνικες είναι δέντρα τα οποία μπορούν να φτάσουν σε ύψος μέχρι και 25 μέτρα, ενώ οι κορμοί τους είναι λεπτοί με φύλλα μήκους 2-3 μέτρα. Έχουν σχετικά αργό ρυθμό ανάπτυξης, ενώ ο κορμός τους είναι ευθύς και κατακόρυφος. Όσον αφορά στις κλιματικές & στις καλλιεργητικές συνθήκες, απαιτούν γενικά ξηρή ατμόσφαιρα, με υψηλές θερμοκρασίες και άφθονο νερό. Προτιμούν εδάφη αμμώδη, πλούσια σε οργανική ουσία, ενώ θερμοκρασίες κάτω από -8°C έχουν ως συνέπεια το πάγωμα των δένδρων. Οι φοίνικες προτιμώνται για την καλλωπιστική τους αξία σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, παρά το μεγάλο κόστος αγοράς τους.

Στην εργασία γίνεται μια βιβλιογραφική έρευνα για την ταξινόμηση του εντόμου, την μορφολογία του και από την άλλη μια μελέτη σε βάθος στα είδη των φοινίκων που προτιμούνται, (προσβάλλονται) από τον κόκκινο ρυγχωτό.

Στο πειραματικό μέρος αξιολογούμε αισθητήρες χαμηλού κόστους μαζί με τους ελεγκτές και τα περιφερειακά τους, και εφαρμόζοντας διάφορες μεθόδους ανάλυσης, προσπαθούμε να βρούμε τον τρόπο ώστε να εντοπίζεται γρήγορα ο φοίνικας που είναι προσβεβλημένος, ώστε η μετέπειτα θεραπεία να έχει καλύτερο αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟ ΕΝΤΟΜΟ ΚΑΙ Ο ΦΟΙΝΙΚΑΣ.

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος (*Rhynchophorus ferrugineus*) αποτελεί πλέον το σοβαρότερο εχθρό των φοινίκων στην χώρα μας. Είναι ένα έντομο μεγάλης οικονομικής σημασίας δεδομένου ότι οι φοίνικες προτιμώνται για την καλλωπιστική τους αξία σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, παρά το μεγάλο κόστος αγοράς τους. Η προσβολή εντοπίζεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 2005.

Μία πολύ σημαντική αιτία και κατά πολλούς η μοναδική όπου έκανε την εμφάνιση του το κολεόπτερο στην χώρα μας είναι η αθρόα και δίχως έλεγχο εισαγωγή φοινίκων κατά την περίοδο των Ολυμπιακών αγώνων το 2004.

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε με τον κόκκινο ρυγχωτό είναι πανελλαδικό. Υπάρχει πρόβλημα τόσο στα φυτώρια των φοινίκων, στους κήπους των πολιτών αλλά και των δημόσιων χώρων μια και ο κόκκινος ρυγχωτός δεν κάνει διακρίσεις ψάχνοντας το κοντινότερο σε αυτόν φοίνικα ώστε να πολλαπλασιαστεί.

Η καταγωγή του κόκκινου ρυγχωτού είναι από την Κεντρική Ασία. Έχουν επίσης εντοπιστεί στη Νότια, στη Νότιο Ανατολική Ασία, στη Αυστραλία και τελευταία σε όλες τις Χώρες που βρέχονται από την Μεσόγειο. Φαίνεται να υπάρχει μια προτίμηση του εντόμου στους φοίνικες (χουρμαδιά και Κανάριες) από του αρκετούς που φύονται στη Μεσόγειο.

Στην Κρήτη υπάρχει ιδιαίτερη ανησυχία γιατί σε μελέτες διαπιστώθηκε ότι προσβάλλει και τους φοίνικες του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*). Αυτό το είδος φοίνικα είναι ενδημικό στην Κρήτη και είναι το είδος που περιέχει, το φημισμένο φοινικόδασος του Βάι. Πέρα όμως από την Κρήτη ο κόκκινος ρυγχωτός ξεκίνησε να εντοπίζεται στα Δωδεκάνησα, στο Νομό Αττικής και σιγά, σιγά έχει εξαπλωθεί σε όλη την επικράτεια της Ελλάδας.

Ο κόκκινος ρυγχωτός ανοίγει οπές στα φύλλα του φοίνικα και εναποθέτει τα αυγά, τα οποία γίνονται προνύμφες που τρέφονται με το εσωτερικό του φοίνικα και όταν έρθει η ώρα νυμφώνονται, φτιάχνοντας ένα χαρακτηριστικό κουκούλι, που από εκεί βγαίνει το ενήλικο έντομο. Με την σειρά του το ενήλικο έντομο ανοίγει οπή και βγαίνει έξω από τον φοίνικα και ψάχνει άλλο του είδους του για να συζευχθεί.

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου είναι 3 με 4 μήνες, ενώ στον Ελλαδικό χώρο

δεν έχουν παρατηρηθεί πτήσεις ενήλικων εντόμων, το δίμηνο Ιανουαρίου Φεβρουαρίου προφανώς λόγω χαμηλών θερμοκρασιών.

2.2. Ο ΦΟΙΝΙΚΑΣ

Οι φοίνικες είναι μονοκοτυλήδονα φυτά. Μονοκοτυλήδονο είναι το φυτό του οποίου ο σπόρος ή το έμβρυο έχει μόνο ένα εμβρυακό φύλλο ή *κοτυληδόνα*. Τα μονοκοτυλήδονα ή *μονοκότυλα* φυτά είναι η δεύτερη μεγαλύτερη κλάση των αγγειόσπερμων φυτών· η άλλη είναι τα δικοτυλήδονα. Η κοτυληδόνα στα μονοκοτυλήδονα φυτά χρησιμεύει για την πρόσληψη χρήσιμων ουσιών από το ενδοσπέρμιο. Τα περισσότερα μονοκοτυλήδονα φυτά είναι μικρά και ποώδη, ενώ λίγα είναι θάμνοι ή δέντρα. Οι φοίνικες είναι από τα μεγαλύτερα μονοκοτυλήδονα φυτά. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται σαν δέντρα, μάλλον λόγω του μεγέθους τους, αλλά προφανώς έχουν περισσότερα κοινά χαρακτηριστικά με ένα καλαμπόκι παρά με μια Καστανιά.

Τα φοινικοειδή αναπτύσσονται σε φάσεις. Μετά το φύτεμα του σπόρου περνάνε από ένα στάδιο εγκατάστασης, κατά την οποία το ακραίο μερίστωμα παραμένει στην επιφάνεια του εδάφους ή λίγο κάτω από αυτή. Στη συνέχεια δημιουργούνται τα κοτυλόφυλλα, τα οποία αντικαθίστανται από τα κανονικά φύλλα του φυτού. Αναπτύσσεται πρώτα σε διάμετρο και ακολουθεί η καθ' ύψος ανάπτυξη του φυτού. Στην ενήλικη φάση ο φοίνικας συνεχίζει να αναπτύσσεται καθ' ύψος. Τα φύλλα τα οποία σχηματίζονται σε αυτή τη φάση είναι σταθερού μεγέθους. Μερικά φοινικοειδή δεν σχηματίζουν ευδιάκριτο κορμό για αρκετά χρόνια ενώ άλλοι μένουν στην νεανική φάση για παραπάνω από δέκα χρόνια. Οι ρίζες φύονται από την βάση του κορμού με τυχαίο τρόπο και, όπως και κορμός, δεν αναπτύσσονται, δεν μεγαλώνουν σε διάμετρο. Ωστόσο οι ρίζες διακλαδίζονται. Οι τριτοταγείς και τεταρτοταγείς ρίζες είναι τα όργανα απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων του φυτού τα οποία αναπτύσσονται πολύ σε πλούσια εδάφη. Οι ρίζες είναι άτριχες. Πολλά φοινικοειδή, ειδικά του γένους *Phoenix*, έχουν πλούσιο ριζικό σύστημα. Όπως σε όλα τα μονοκότυλα φυτά ο κορμός του φοίνικα δεν έχει αγγειακό κάμβιο και έτσι δεν αναπτύσσεται σε διάμετρο όπως τα δικοτυλήδονα. Δεν μπορεί να δημιουργηθεί νέος αγγειακός ιστός και για το λόγο αυτό πληγές στον κορμό του φοίνικα δεν επουλώνονται. Οι πληγές αυτές αποτελούν μία καλή είσοδο για παθογόνα (έντομα

και μύκητες) στο εσωτερικό του κορμού. Οι φοίνικες έχουν ένα μόνο ακραίο μερίστωμα ανά κορμό, την στεφάνη ή την καρδιά του φοίνικα όπως ονομάζεται. Εάν για κάποιο λόγο το ακραίο μερίστωμα νεκρωθεί, πεθαίνει ο φοίνικας.



Εικόνα 1: Φοίνικες σε ξενοδοχείο

Τα φύλλα των φοινίκων είναι τα μεγαλύτερα φύλλα στο φυτικό βασίλειο. Η παραγωγή φύλλων είναι αργή, περίπου ένα φύλλο ανά μήνα. Περιφερειακά του ακραίου μεριστώματος υπάρχουν αρκετά φύλλα που έχουν διαφοροποιηθεί αλλά δεν είναι εμφανή ακόμα εξωτερικά. Για το λόγο αυτό αν νεκρωθεί το ακραίο μερίστωμα η ζημιά μπορεί να πάρει ένα χρόνο ή και παραπάνω για να φανεί, δεδομένου ότι τα υγιή φύλλα συνεχίζουν να εξέρχονται από το εσωτερικό του φοίνικα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΤΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΡΥΓΧΩΤΟΥ

Ο *Rhynchophorus ferrugineus* είναι είδος φυτοφάγο με σχεδόν αποκλειστικούς ξενιστές τα φοινικοειδή (*Arecaceae*). Σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, είδη φοινικοειδών που προσβάλλει και υπάρχουν στην Ελλάδα, είναι τα εξής: *Areca catechu*, *Arenga pinnata*, *Caryota urens*, *Cocos nucifera*, *Corypha elata*, *Elaeis guineensis*, *Livistona decipiens*, *L. chinensis*, *L.*

australis, *Phoenix canariensis*, *P. dactylifera*, *P.theophrasti*, *P. roebelinii*, *P. sylvestris*, *Sabal causiarum*, *S. palmetto*, *Trachycarpus fortunei*, *Washingtonia filifera*. Αναλυτικά οι φοίνικες που προσφέρονται για ξενιστές είναι:

3.1. ΧΟΥΡΜΑΔΙΑ (*Phoenix dactylifera*)

Η χουρμαδιά (*Phoenix dactylifera*) είναι είδος φοίνικα που φύεται στην Βόρεια Αφρική (Σαχάρα), στην Αραβική χερσόνησο, στη Μεσοποταμία του Ιράκ και κατά μήκος του Περσικού Κόλπου, φτάνει μέχρι το Πακιστάν, την βορειοδυτική Ινδία και τα νοτιοδυτικά σύνορα του Αφγανιστάν (εικόνα 2). Στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην Ανδαλουσία της Ισπανίας, υπάρχει ένα τεραστίων διαστάσεων, τεχνητά φυτεμένο φοινικόδασος με *Phoenix dactylifera*, δίπλα σε μια πόλη. Η χουρμαδιά φθάνει σε αρκετά μεγάλο ύψος, περίπου τα 20 με 30 μ. Έχει λεπτό κορμό γκρίζου-καφέ χρώματος, τα φύλλα της έχουν μήκος περί τα 5.5-6 μ. και τα φυλλάριά του τα 30-60 εκατοστά. Αντέχει στο ψύχος μέχρι και στους -10οC και έχει απαιτήσεις σε φως και νερό. Οι καρποί της (χουρμάδες) κίτρινου-πορτοκαλιού ή πορτοκαλοκόκκινου χρώματος και με μήκος 3,8 εκατοστών είναι οι μόνοι βρώσιμοι απ' όλα τα είδη χουρμαδιάς που υπάρχουν. Καρπούς παράγουν μόνο τα θηλυκά δέντρα, συνήθως όταν κοντά τους φύονται αρσενικά και βοηθούν τη γονιμοποίηση μέσω της γύρης των ανθών.



Εικόνα 2: Χουρμαδιά (Phoenix dactylifera)

3.2. ΚΑΝΑΡΙΟΣ (*Phoenix canariensis*)

Ο Κανάριος Φοίνικας ή *Phoenix canariensis* (εικόνα 3) είναι ποικιλία φοίνικα ο οποίος, όπως δηλώνει και το όνομα του, κατάγεται και φύεται σε φυσική κατάσταση στα Κανάρια Νησιά. Θεωρείται το 2ο γνωστότερο είδος χουρμαδιάς μετά τον *Phoenix dactylifera*. Οι χουρμάδες του *Phoenix canariensis* είναι μη βρώσιμοι και πιο μικροί απ' της γνωστής μας χουρμαδιάς, με πορτοκαλο-κόκκινο χρώμα. Όπως και σε άλλες ποικιλίες φοίνικα, υπάρχουν αρσενικά και θηλυκά άτομα. Τα αρσενικά ξεχωρίζουν καθώς δεν κάνουν τσαμπιά με καρπούς και συνήθως έχουν πυκνότερη διάταξη φυλλώματος του κεντρικού μίσχου του φύλλου. Είναι μεγάλος φοίνικας, μεγαλύτερος απ' τον *Phoenix dactylifera*, με παχύτερο κορμό και μεγαλύτερα, πιο βαθυ-πράσινου χρώματος, φύλλα. Σε μεγάλη ηλικία φτάνει περίπου τα 15 με 30 μέτρα ύψος (αναλόγως το κλίμα της περιοχής) και είναι ανθεκτικός στο κρύο μέχρι θερμοκρασίες των -7°C . Φυτεύεται ευρέως σε όλο τον κόσμο σε περιοχές με τροπικό και εύκρατο κλίμα σε πάρκα, σε δημόσιους χώρους και κτήρια, και σε αυλές και κήπους οικιών. Στην Ελλάδα υπάρχει το ημι-αυτοφυές Φοινικόδασος της Παναγιούδας με *Phoenix canariensis* στην ανατολική ακτή της Λέσβου, και ακόμα ένα στις παραυφές της πόλης της Ελευσίνας.



Εικόνα 3: Κανάριος φοίνικας (*Phoenix canariensis*)

3.3. ΟΥΑΣΙΝΓΚΤΟΝΙΑ Η ΝΗΜΑΤΟΦΟΡΟΣ (*Washingtonia filifera*)

Ο φοίνικας *Washingtonia filifera* (εικόνα 4) κατάγεται από τις Η.Π.Α και συγκεκριμένα από την Καλιφόρνια. Είναι αειθαλές δένδρο, ύψους 10-15m, αργής ανάπτυξης (2 σειρές φύλλων/έτος). Ο ευθύς κορμός (ψευδοκορμός) σχηματίζεται από τους κολεούς των φύλλων. Φύλλα μεγάλα, παλαμοειδή, σύνθετα, μίσχος μακρύς με σκληρά αγκάθια ο οποίος καταλήγει σε στρογγυλή βεντάλια από πολυάριθμα φυλλάρια 2m μήκους οι άκρες των οποίων καλύπτονται από μακριές υπόλευκες ίνες. Λευκά άνθη σε πυκνούς μασχαλιαίους βότρες, ανθίζει καλοκαίρι (Ιούλιο – Αύγουστο). Έχει μεγάλη καλλωπιστική αξία που οφείλεται στην επιβλητική εμφάνιση του φυτού. Ο ισχυρός σαν κολώνα κορμός της, στολισμένος με ελκυστικά σχηματισμένα φύλλα σε μορφή βεντάλιας, χαρίζει στο φυτό υψηλή διακοσμητική αξία καθιστώντας την μοναδικό φυτό ενδιαφέροντος. Εύκολη στην καλλιέργειά της, υπόσχεται να χαρίσει εκπληκτική εξωτική όψη στο χώρο που θα φυτευτεί. Ο φοίνικας χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις στην αρχιτεκτονική κήπων. Δίδει την αίσθηση του τροπικού δάσους. Πολύτιμο φυτό για τις δενδροστοιχίες ξηροθερμικών περιοχών. Σε μεγάλα δοχεία είναι ιδιαίτερα χρήσιμο δένδρο για την διακόσμηση εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Σε πάρκα ομαδικά ή μεμονωμένος σε χλοοτάπητα είναι εντυπωσιακός.



Εικόνα 4: Ουασινγκτόνια (*Washingtonia filifera*)

3.4. ΟΥΑΣΙΓΚΤΟΝΙΑ ΡΟΜΠΟΥΣΤΑ (*Washingtonia robusta*)

Καταγωγή από το Μεξικό, εισήχθηκε στη χώρα τα τελευταία χρόνια αλλά δεν χρησιμοποιείται ευρέως, έχει ψηλό κορμό και φύλλωμα μόνο στην άκρη του. Είναι φοινικοειδές με πολύ ψηλό κορμό και φύλλωμα μόνο στην άκρη του (εικόνα 5). Τα φύλλα του έχουν σχήμα βεντάλιας με λευκές τρίχες στα άκρα και με τραχιά υφή. Το άνθος εκπτύσσεται από τη βάση των φύλλων και είναι πιο μακρύ από τα φύλλα. Οι καρποί είναι μικροί και στρογγυλοί. Ο σπόρος έχει μικρό μέγεθος σχήματος στρογγυλού σκούρου στιλπνού και κόκκινου χρώματος. Το μέγιστο ύψος του φθάνει τα 15-20 m και το πλάτος τα 5 m. Τα φύλλα είναι πιο όρθια, πιο αραιά και λιγότερο τεμαχισμένα και τελειώνουν με λιγότερο εμφανείς ινώδεις άσπρες κλωστές. Απαιτεί άφθονο ηλιακό φως και θεωρείται το κατεξοχήν δέντρο λεωφόρων και δρόμων όπου λόγω του πολύ υψηλού κορμού του δίνει την εντύπωση φυσικού κίονα. Αναπτύσσεται γρήγορα και λόγω της ανθεκτικότητας του στο ψύχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί περιορισμένα στη Β. Ελλάδα. Απαιτεί άφθονο ηλιακό φως, αναπτύσσεται γρήγορα, καλλιεργείται σε εδάφη με καλή αποστράγγιση και έχει μικρές απαιτήσεις σε νερό.



Εικόνα 5: Washingtonia robusta

3.5. ΚΟΚΟΦΟΙΝΙΚΑΣ (*Cocos nucifera*)

Ο κοκοφοίνικας (*Cocos nucifera*) είναι μέλος της οικογένειας *Arecaceae* (εικόνα 6). Είναι το μόνο είδος του γένους *Cocos* και είναι ένα μεγάλο φυτό, το οποίο σε πλήρη ανάπτυξη μπορεί να ξεπεράσει τα 30 μέτρα ύψος. Το μήκος των φύλλων του φτάνει τα 4 - 6 m και το πλάτος τα 60 - 90 cm. Τα παλιά φύλλα αποκολλούνται, πέφτουν και αφήνουν τον κορμό λείο. Τα άνθη του είναι μονόοικα, δηλαδή τα άνθη μπορεί να είναι αρσενικά ή θηλυκά, ενώ υπάρχουν και τα δύο είδη ανθέων πάνω στο ίδιο δέντρο. Εμφανίζονται κάτω από τον ρόδακα των φύλλων και προστατεύονται αρχικά από μεγάλα βράκτια φύλλα. Τα άνθη είναι οργανωμένα σε σπάνδικες, οι οποίοι μπορεί να έχουν μήκος μέχρι 1 μέτρο. Τα θηλυκά άνθη είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αρσενικά, ενώ τα αρσενικά είναι πολύ περισσότερα. Κάποιοι κοκοφοίνικες δεν διαθέτουν καθόλου θηλυκά άνθη. Ο κύριος λόγος καλλιέργειας του κοκοφοίνικα είναι η παραγωγή καρύδας για τροφή. Οι καρύδες για την καλύτερη ανάπτυξή τους χρειάζονται περιβάλλον με πολύ υψηλή υγρασία (70-80%) και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο βλέπουμε σπάνια τα φυτά αυτά σε περιοχές με χαμηλή υγρασία, όπως οι μεσογειακές χώρες, όπου οι θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές (συχνά πάνω από 24°C). Κάθε χρόνο ένας κοκοφοίνικας μπορεί να παράγει σε πολύ γόνιμα εδάφη μέχρι 75 καρπούς το χρόνο, αλλά συνήθως ο αριθμός τους είναι μικρότερος από 30 όταν δεν καλλιεργείται.



Εικόνα 6: Cocos Nucifera

3.6. ΦΟΙΝΙΚΑΣ ΤΟΥ ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ (*Phoenix theophrasti*)

Ο Φοίνικας του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*) (εικόνα 7) είναι ένας μικρός φοίνικας, ενδημικός στην ανατολική περιοχή της Μεσογείου, με πολύ περιορισμένη εξάπλωση σε λίγες περιοχές της Κρήτης, με μεμονωμένα άτομα σε 5 σημεία στην Αμοργό και σε 1-2 σημεία στην Ανάφη στην νότια Ελλάδα, και στις χερσονήσους Datca και Bodrum (απέναντι από την Κω) της επαρχίας Mugla στη νοτιοδυτική Τουρκία. Το μόνο μεγάλο δάσος φοίνικα της Ευρώπης αποτελείται από το Φοίνικα του Θεόφραστου, στο Βάι, μια παραλία στο νομό Λασιθίου στην ανατολική Κρήτη. Το φοινικόδασος του Αγίου Νικήτα που υπάρχει στο νότιο μέρος του Νομού Ηρακλείου είναι μακρόστενο και φύτεται στα ανατολικά Αστερούσια Όρη σε κάπως αρκετή απόσταση απ' τη θάλασσα (το μόνο στην Κρήτη). Στην παραλία Πρέβελης ένα άλλο γνωστό παραποτάμιο φοινικόδασος στη νότια ακτή του Νομού Ρεθύμνης και στον ίδιο νομό δυτικότερα κοντά στον παράλιο οικισμό Πλακιάς φύονται λίγα άτομα δίπλα σε ένα ποτάμι στην παραλία Σούδα. Ο φοίνικας φτάνει τα 15 μ ύψος, συνήθως με πολλούς λεπτούς κορμούς. Τα φύλλα είναι πτεροειδή, με μάκρος 2-3 μ, με τα πολυάριθμα, άκαμπτα, γκριζο-πράσινα, γραμμικά φυλλάρια 15-50 εκατ. μήκος σε κάθε πλευρά του κεντρικού μίσχου. Ο καρπός είναι ωοειδής, κιτρινο-καφέ δρύπη, με 1,5 εκατ. μήκος και 1 εκατ. σε διάμετρο, και περιέχει ένα μόνο μεγάλο σπέρμα. Σαν φοίνικας θυμίζει τον *Phoenix dactylifera*, τη γνωστή μας χουρμαδιά που φύτεται στις ερήμους Σαχάρα και της Αραβίας, αλλά η σάρκα του καρπού του (του "χουρμά" του φοίνικα του Θεόφραστου) δεν αξίζει να φαγωθεί επειδή είναι πάρα πολύ λεπτή και ινώδης και έχει μια στυφή γεύση, αν και μερικές φορές οι καρποί του τρώγονται από τους ντόπιους.



Εικόνα 7: Φοίνικας του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*)

3.7. ΦΟΙΝΙΚΑΣ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΥ (*Trachycarpus fortunei*)

Ο «ανεμόμυλος» όπως αποκαλείται διεθνώς αυτό το είδος, είναι ένας από τους φοίνικες με τη μεγαλύτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες (εικόνα 8). Είναι ιθαγενές των ορεινών περιοχών της νοτιοανατολικής Ασίας συμπεριλαμβανόμενων Ταϊβάν και Κίνας. Γενικά όμως καλλιεργείται για καλλωπιστικούς λόγους στις Η.Π.Α και την Ευρώπη. Είναι όμορφος και συμπαγής, το ύψος του μπορεί να φτάσει μέχρι τα 12 m. Είναι μονοστέλεχο φυτό και ο ψευδοκορμός του φτάνει τα 20-25 cm διάμετρο και συνήθως γίνεται λεπτότερος από τη βάση προς την κορυφή. Τα νεαρά φύλλα είναι σκούρα πράσινα και όσο γέρνανε γίνονται πιο χλωρωτικά και φτάνουν μέχρι αργυρό χρώμα. Τα φύλλα του είναι πλάτους περίπου ενός μέτρου και η συνολική διάμετρος της κόμης φτάνει τα 2,3 - 3 m. Αυτό το είδος φοίνικα είναι δίοικο, δηλαδή κάθε συγκεκριμένο φυτό φέρει άνθη μόνο τα αρσενικά ή μόνο τα θηλυκά ανάλογα το φυτό, επομένως αυτό το είδος Φοίνικα χωρίζεται σε αρσενικό ή θηλυκό ανάλογα με τι άνθη παράγει. Τα άνθη δεν βγαίνουν μεμονωμένα αλλά σε ταξιανθίες, η κάθε ταξιανθία είναι μήκους περίπου ενός μέτρου και αποτελείται από πολλές διακλαδώσεις πάνω στις κορυφές των οποίων φέρονται τα κίτρινα άνθη. Στα θηλυκά

φυτά στα τέλη του καλοκαιριού συναντάμε τους καρπούς που είναι μπλε και έχουν διάμετρο περίπου 1,5 cm.



Εικόνα 8: Trachycarpus fortune

3.8. ΧΑΜΕΡΩΠΑΣ (Chamaerops humilis)

Ο *Chamaerops humilis* (εικόνα 9) , γνωστός με την ελληνική του ονομασία ως χαμηλός Χαμαίρωπας, είναι νανοειδές φοινικοειδές της δυτικής λεκάνης της Μεσογείου. Φύεται κυρίως σε βραχώδη τοπία, και η περιοχή εξάπλωσης του ξεκινάει από τα Όρη του Άτλαντα στο Μαρόκο, στην Αλγερία, στην Τυνησία και συνεχίζει στην Ευρώπη, όπου και φύεται στη Μάλτα, στην Ιταλία (Σικελία), στο Γιβραλτάρ, στην Ισπανία και στην Πορτογαλία, και τέλος στη νότια Γαλλία. Είναι ο μοναδικός φοίνικας στον κόσμο που φύεται μέχρι και σε αρκετά μεγάλο βόρειο γεωγραφικό πλάτος. Έχει πράσινα προς ελαφρώς ασημοπράσινα φύλλα, με αγκαθωτούς μίσχους που καταλήγουν σε βενταλοειδούς ανάπτυξης φυλλάρια. Ο κορμός του είναι ελαφρώς τριχωτός και παράγει κίτρινα άνθη το καλοκαίρι και καφέ χρώματος καρπούς το φθινόπωρο. Αναπτύσσεται σε ξηρά εδάφη με αλκαλικό pH εδάφους, και έχει μεγάλες

απαιτήσεις σε ήλιο αλλά και σε νερό. Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως και -20C, αλλά παρόλα αυτά απαιτεί την προστασία του από ισχυρούς παγετούς. Φτάνει το ύψος των 3 μέτρων μόνο και αναπτύσσεται αργά. Φύεται με την ανάπτυξη, εκ του κεντρικού φυτού, περιφερειακών φυτών-παραφυάδων. Είναι κατάλληλο για φυτεύσεις μεμονωμένα, σε ομάδες, σε βραχόκηπους και σε παραθαλάσσιες περιοχές, ενώ ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνεται με σπόρους.



Εικόνα 9: Χαμέρωπας (*Chamaerops humilis*)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Το γένος *Rhynchophorus* περιλαμβάνει δέκα είδη από τα οποία τα επτά προσβάλουν φοίνικες τα οποία είναι: *Rhynchophorus vulneratus*, *Rhynchophorus bilineatus*, *Rhynchophorus lobatus*, *Rhynchophorus distinctus*, *Rhynchophorus palmarum* και *Rhynchophorus cruentatus*. Ο Reginald (1973) θεώρησε το είδος *R. ferrugineus* (Εικ. 10) σαν το πιο τυπικό είδος του γένους *Rhynchophorus*



Εικόνα 10: Το έντομο R .ferrugineus

4.1. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όπως γνωρίζουμε, ο *Rhynchophorus ferrugineus* ανήκει στην τάξη Coleoptera της παλιάς οικογένειας Curculionidae. (πίνακας 1)

Πίνακας 1.: Ταξινόμηση κόκκινου ρυγχωτού κάνθαρου

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ΖΩΑ (ANIMALIA)
ΦΥΛΟ	ΑΡΘΡΟΠΟΔΑ
ΚΛΑΣΗ	ENTOMA (INSECTA)
ΤΑΞΗ	COLEOPTERA
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	CURCULIONIDAE (DRYOPHTHORIDAE)
ΓΕΝΟΣ	<i>Rhynchophorus</i>

Τα κολεόπτερα είναι η πιο μεγάλη τάξη στην ομοταξία των εντόμων. Είναι γνωστά περίπου 300.000 διαφορετικά είδη. Στην Ευρώπη βρίσκονται περίπου 20.000 είδη κολεοπτέρων.

Τα κολεόπτερα είναι έντομα ελαχίστου έως πολύ μεγάλου μεγέθους (0,5-150 mm), διακρινόμενα σαφώς από τα υπόλοιπα έντομα λόγω του σκληρού δερματώδους εξωσκελετού και των σκληρών και έντονων χιτινισμένων πρόσθιων πτερύγων, των ελύτρων, τα οποία καλύπτουν τις οπίσθιες πτέρυγες και την κοιλιά. Τα έλυτρα χαρακτηρίζουν τα κολεόπτερα.

Η κεφαλή κατά κανόνα είναι καλά ανεπτυγμένη πρόγναθος ή υπόγναθος και κάποιες φορές μετάγναθος διαχωρίζεται από τον θώρακα, ενώ άλλες είναι κρυμμένος από το επιθωράκιο.

Τα στοματικά μόρια, είναι μασητικού τύπου (φυτοφάγα – σαρκοφάγα). Το πρόσθιο τμήμα της κεφαλής επεκτείνεται με το ρύγχος (rostrum), που φέρει στο άκρο του τα στοματικά μόρια (ρυγχοφόρα κολεόπτερα, Curculionidae).

Οι κεραίες ποικίλουν σε μορφή και μέγεθος και είναι διαφόρων ειδών: νηματώδεις, ελασματοειδείς, γονατοειδείς, ροπαλοειδείς, άλλες βραχείες και άλλες μακριές έως πολύ μακριές (Longicornia), συνήθως αποτελούμενες από 11 άρθρα, σε μερικά είδη όμως από ποικίλλοντος αριθμού άρθρα.

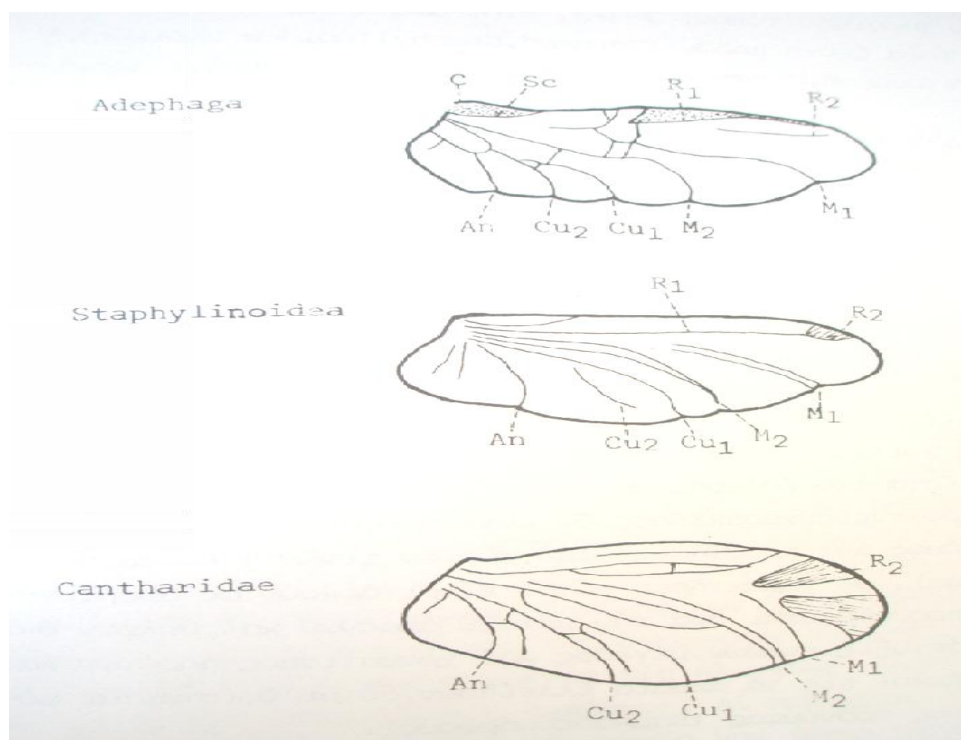
Υπάρχουν σύνθετοι οφθαλμοί, κάποιες φορές μεγάλοι που προεξέχουν πλευρικά

από την κεφαλή ή ελλείπουν (σε κάποια ξυλοφάγα είδη). Απλοί οφθαλμοί γενικά δεν υφίστανται στα ακμαία, αλλά μόνο στις προνύμφες.

Ο θώρακας έχει τρία θωρακικά τμήματα άνισης ανάπτυξης από τα οποία το pronotum συνήθως είναι πιο ανεπτυγμένο από τα υπόλοιπα τμήματα, ελεύθερο και ονομάζεται επιθωράκιο. Η επιφάνεια αυτού είναι μπορεί να είναι λεία, κοκκώδης, ή στικτή και να φέρει αύλακες ή προεξοχές. Το mesonotum είναι συνήθως μικρό, τριγωνικό μεταξύ της βάσης των ελύτρων αντιπροσωπευόμενο από ένα θυρεό, που ονομάζεται Scutellum. Το μετανώτο καλύπτεται από τα έλυτρα και δεν είναι ορατό στο πάνω μέρος του εντόμου. Τα στερνικά τμήματα του θώρακα (πρόστερνο, μεσόστερνο και μετάστερνο) είναι καλά ανεπτυγμένα και σαφώς καθορισμένα.

Οι πρόσθιες πτέρυγες είναι ισχυρά χιτινισμένες (έλυτρα), σκληρές, ακατάλληλες για την πτήση, χωρίς διακρινόμενα νεύρα, με την επιφάνειά τους λεία, γραμμωτή, κοκκώδη ή στικτή που συνήθως καλύπτει την κοιλιά. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι κανονικές, μεμβρανοειδείς, που διπλώνουν σαν βεντάλια, κατάλληλες προς πτήση, με διάφορες νευρώσεις που κατατάσσονται σε τρεις κυρίως τύπους:

- Τύπος Aderphaga: χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολυάριθμων εγκάρσιων νεύρων, δια των οποίων ορίζονται μια ή περισσότερες περιοχές της πτέρυγας. Σε αυτό τον τύπο, ο κλάδος των μέσων νεύρων (media) διαχωρίζεται σε δύο νεύρα M1 και M2.
- Τύπος Staphylinoidea: χαρακτηρίζεται από την πλήρη έλλειψη εγκάρσιων νεύρων, φέρει τις πτωχότερες νευρώσεις από τους άλλους δύο τύπους.
- Τύπος Cantharidae: Σε αυτό τον τύπο, υφίστανται λίγα εγκάρσια νεύρα, τα οποία περιορίζονται κυρίως στην χώρα των ωλενικών και πυγαίων νεύρων. Λεπτομερέστερα, οι νευρώσεις των τριών αυτών πτερύγων απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 11)



Εικόνα 11: οι νευρώσεις των πτερύγων

Σε κάποια είδη, οι οπίσθιες πτέρυγες ελλείπουν παντελώς. Σε αυτή την περίπτωση, τα έλυτρα είναι συγκολλημένα και τα έντομα δεν πετάνε, αλλά βαδίζουν.

Τα πόδια τους είναι καλά ανεπτυγμένα, συνήθως όμοια και στα τρία ζεύγη, βαδιστικά ή δρομικά, ορισμένες φορές τα πρόσθια ορυκτικά (Scarabaeidae) άλλοτε τα οπίσθια πηδητικά (Alticinae) ή κολυμβητικά (Dytiscidae, Gyrinidae). Οι ταρσοί ποικίλλουν στον αριθμό και το μέγεθος των ταρσικών άρθρων, που σχηματίζουν τους διάφορους ταρσικούς τύπους. Αυτοί χρησιμεύουν ως διαγνωστικά χαρακτηριστικά διάκρισης μεταξύ των διάφορων υποδιαίρέσεων αυτής της Τάξης. Για παράδειγμα: 3-3-3 ανά τρία ταρσικά άρθρα και στα τρία ζεύγη ποδών (τριμερή, κάποια Staphylinoidae) ή 4-4-4 (τετραμερή, Cerambycidae) ή 5-5-4 (ετερομερή Tenebrionidae).

Η κοιλιά αποτελείται από 10 ουρομερή, από τα οποία είναι ορατά συνήθως 5-8, δεδομένου ότι συνενώνονται μεταξύ τους, ή τα 1-2 πρώτα ουρομερή είναι ενωμένα με τον μεταθώρακα. Σε μερικά είδη το τελευταίο κοιλιακό τμήμα παραμένει ακάλυπτο κάτω από τα έλυτρα, και λέγεται πυγίδιο. Αυτό στα θηλυκά άτομα λειτουργεί ως ωοθέτης (Scarabaeidae). Ο γεννητικός εξοπλισμός του αρσενικού είναι συνήθως

καλά ανεπτυγμένος και περιλαμβάνει το ένατο και δέκατο ουρομερή και τον αιδοιάγο που εμφανίζεται σε σωληνοειδή μορφή και δύναται να εκβάλει μεταξύ του ένατου και δέκατου ουρόστερνου.

Στα περισσότερα είδη των κολεόπτρων, δεν υφίστανται έντονοι και σαφείς δευτερογενείς χαρακτήρες που να διευκολύνουν τη διάκριση των φύλων. Σε μερικούς αντιπρόσωπους των κολεόπτρων κυρίως από τις οικογένειες *Lucanidae* και *Scarabaeidae*, οι διαφορές είναι χαρακτηριστικές και προσφέρονται δια την μεταξύ αρσενικών και θηλυκών διάκριση (ανάπτυξη γνάθων, μέγεθος και χρωματισμός αρσενικών και άλλα). Οι κέρκοι ελλείπουν στα ακμαία και υφίστανται μόνο στις προνύμφες (καμποδεόμορφες).

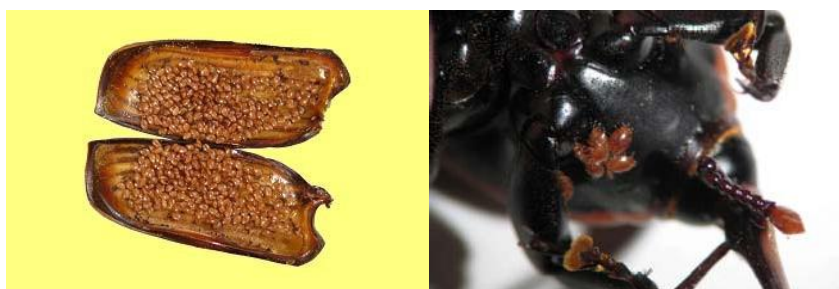
Πολλά είδη των κολεόπτρων, έχουν ωραία μεταλλικά χρώματα και αυτά τα είδη έχουν καταστεί και θρησκευτικά σύμβολα από τα αρχαία χρόνια (Σκαραβαίος ο ιερός της αρχαίας Αιγύπτου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

Γενικά στους φυσικούς εχθρούς συγκαταλέγονται τα εντομοφάγα έντομα, και οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί. Τα εντομοφάγα έντομα διακρίνονται σε αρπακτικά και παρασιτοειδή. Με τον όρο αρπακτικά χαρακτηρίζονται είδη εντόμων που κατά την ανήλικη ζωή τους και ώσπου να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους τρώνε κατά κανόνα περισσότερα από ένα άτομα της λείας (θηράματος) τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αρπακτικών εντομοφάγων εντόμων είναι οι γνωστές πασχαλίτσες. Πρόκειται για είδη κολεοπτέρων εντόμων της οικογένειας Coccinellidae που αναπτύσσονται θηρεύοντας κυρίως σε αφίδες (μελίγκρες) ή κοκκοειδή (ψώρες) έντομα.

Αντίθετα με τα αρπακτικά, για τα παρασιτοειδή εντομοφάγα έντομα αρκεί ένα μόνο άτομο του ξενιστή τους κατά την ανήλικη ζωή τους για να τραφούν και να αναπτυχθούν. Το παρασιτοειδές περνά ένα αξιόλογο μέρος της ανήλικης ζωής του μέσα ή πάνω στον ξενιστή του. Ως ενήλικο ζει ελεύθερο εκτός του ξενιστή. Τα παρασιτοειδή έντομα είναι συνήθως Υμενόπτερα ή Δίπτερα.

Ο Κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος προσβάλεται από το ακάρεο της οικογένειας Uropodidae. Τα ακάρεα εντοπίζονται κυρίως κάτω από τα έλυτρα (Εικ. 12) του εντόμου αλλά και κοντά στο λαιμό, στα πόδια, στο κεφάλι και στο θώρακα (Εικ. 12) καθώς και στο εσωτερικό της νυμφικής θήκης, επάνω στην πλαγγόνα (Εικ. 13) και συγκρατούνται με ποδίσκο.



Εικόνα 12: Ακάρεα στα έλυτρα (αριστερά) και στον θώρακα (δεξιά)



Εικόνα 13: Φωτογραφία από στερεοσκόπιο πλαγγόνας με ακάρεα της οικογένειας *Uropodidae*

Ο υπερβολικά μεγάλος αριθμός των ακάρεων πάνω στα έντομα ενδεχομένως να επηρεάζει κάποιες από τις φυσιολογικές λειτουργίες του εντόμου.

Στους εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς περιλαμβάνονται οι μύκητες, τα βακτήρια και τα πρωτόζωα αλλά και οι ιοί και οι νηματώδεις. Συνήθως διασπείρονται και χρησιμοποιούνται με τα συνήθη ψεκαστικά μηχανήματα και για αυτό και χρησιμοποιείται ο όρος μικροβιακά εντομοκτόνα. Από τα πιο γνωστά παραδείγματα χρήσης εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών είναι το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (Βάκιλος της Θουριγγίας) που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προνυμφών λεπιδοπτέρων εντόμων αλλά και διπτέρων. Σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο αρκετά σκευάσματα που φέρουν ως δραστική ουσία βακτήρια, μύκητες, ιούς και νηματώδεις.



Εικόνα 14: *Beauveria bassiana* (αριστερά) και *Metarhisiium anisopliae* (δεξιά) σε προνύμφες *Rhynchophorus ferrugineus*



***Εικόνα 15: Beauveria bassiana (αριστερά) και Metarhisiium anisopliae (δεξιά)
σε ενήλικα άτομα Rhynchophorus ferrugineus***

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ (*Rhynchophorus ferrugineus*)

6.1. ΑΥΓΟ

Τα αυγά (Εικ. 16) είναι λευκού κρεμ χρώματος, λεία, με επίμηκες σχήμα. Έχουν μήκος 2,6 mm και πλάτος 1,1 mm. Εκκολάπτονται σε τρεις μέρες περίπου και αυξάνουν σε μέγεθος λίγο πριν την εκκόλαψη. Τα καφέ στοματικά μόρια της προνύμφης φαίνονται από το ημιδιαφανές χορίο λίγο πριν την έξοδο της από αυτό (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



Εικόνα 16: Αυγό του εντόμου

6.2. ΠΡΟΝΥΜΦΗ

Οι προνύμφες (Εικ. 17) είναι ευκέφαλες, άποδες και μπορούν να φτάσουν σε μήκος τα 50 mm και πλάτος 20 mm. Το χρώμα τους είναι μπεζ ανοιχτό και σκουραίνει λίγο πριν τη νύμφωση. Διαθέτουν σκούρα σκληρή κεφαλική κάψα. Η κίνηση τους πραγματοποιείται με περισταλτικές μυϊκές συσπάσεις (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



Εικόνα 17: Προνύμφες διαφόρων ηλικιών του εντόμου

6.3. ΠΛΑΓΓΟΝΑ

Η πλαγγόνα (Εικ. 18) είναι κρεμ χρώματος και σταδιακά γίνεται καφέ, με λεία επιφάνεια η οποία έχει αυλακώσεις. Το μέσο μέγεθός της είναι 35 mm μήκος και 15 mm πλάτος. Κάθε προνύμφη κατασκευάζει μία νυμφική θήκη (Εικ. 18) από τις ίνες των φοινικοειδών, σχήματος οβάλ, μήκους 50-95 mm και πλάτους 25-40 mm και εκεί νυμφώνεται. Για να γίνει η νύμφωση απαιτούνται τρεις μέρες περίπου και διαρκεί 12 με 20 μέρες (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



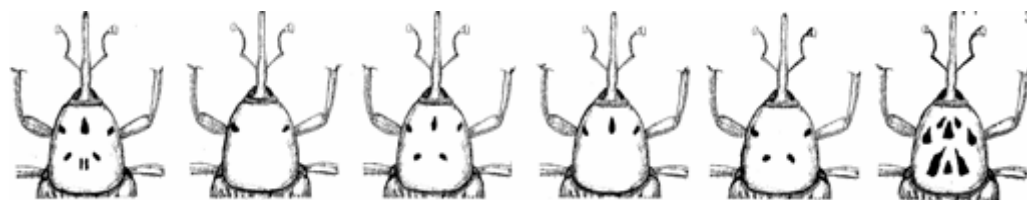
Εικόνα 18: Νυμφικές θήκες (αριστερά) και πλαγγόνα του εντόμου (δεξιά)

6.4. ΕΝΗΛΙΚΟ

Τα ακμαία, αρσενικά και θηλυκά, είναι μεσαίου μεγέθους (Εικ. 19) με μήκος 3-3,5 cm και πλάτος 12 mm. Έχουν σκληρό δερματοσκελετό και χρώμα κόκκινο-καστανό με σκούρες περιοχές, οι οποίες διαφέρουν από έντομο σε έντομο. Στο θώρακα τους φέρουν χαρακτηριστικούς σκουρόχρωμους σχηματισμούς, οι οποίοι επίσης ποικίλουν. (σκίτσο 1 και 2) (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



Εικόνα 19: Ενήλικο έντομο



Σκίτσο 1: Στίγματα στον προθώρακα θηλυκών εντόμων.



Σκίτσο 2: Στίγματα στον προθώρακα αρσενικών εντόμων.

Φέρουν γονατοειδείς-ροπαλοειδείς κεραίες οι οποίες βρίσκονται στο ρύγχος. Τυπικό χαρακτηριστικό της οικογένειας, όπως και του *Rhynchophorus ferrugineus*, αποτελεί το μακρύ ευδιάκριτο ρύγχος, στην άκρη του οποίου βρίσκονται τα στοματικά μόρια. Τα στοματικά του μόρια (μασητικού τύπου) είναι ιδιαίτερα δυνατά ώστε να είναι ικανά να ανοίγουν οπές στην πολύ σκληρή επιδερμίδα του στελέχους του φύλλου καθώς και σε άλλα σημεία του κορμού (Πηγή: EPPO, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΒΙΟ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος είναι έντομο ολομετάβολο δηλαδή, η μεταμόρφωση του περιλαμβάνει και τα τέσσερα στάδια ωό, προνύμφη, πλαγγόνα και ακμαίο. Όλα τα ατελή στάδια του εντόμου εξελίσσονται στο εσωτερικό τμήμα του φοίνικα (Murphy and Briscoe, 1999).

Τα ενήλικα έντομα δραστηριοποιούνται τόσο κατά τη διάρκεια της μέρας, όσο και της νύχτας, όμως οι πτήσεις, και γενικότερα η κίνησή τους, περιορίζονται κατά τη διάρκεια της μέρας. Αξιοσημείωτη παρατήρηση αποτελεί το γεγονός ότι το ακμαίο είναι ικανό να διανύσει απόσταση πάνω από 900 m προκειμένου να βρει τον ξενιστή του (Murphy and Briscoe, 1999).

Το έντομο προσελκύεται από προσβεβλημένα μέρη του φοίνικα, αλλά είναι πιθανό και υγιή φυτά να το προσελκύσουν. Τα αρσενικά παράγουν μία φερομόνη συνάθροισης, η οποία προσελκύει άλλα έντομα του ίδιου είδους στο προσβεβλημένο φοίνικα. Η προνύμφη μπορεί να ορύσσει στοές μόνο σε μαλακό ιστό όπως για παράδειγμα στη στεφάνη του φοίνικα, στο πάνω μέρος του κορμού και στη βάση των φύλλων (Εικ. 20) Μπορούν επίσης να ορύσσουν στοές σε όλο το μήκος του κορμού νεαρών φοινίκων καθώς και σε ιστό σε αποσύνθεση φοινίκων που είναι έτοιμοι να ξεραθούν (Murphy and Briscoe, 1999).



Εικόνα 20: Στοά στη βάση του φύλλου από τις pronύμφες

Η σύζευξη λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, ενώ αρσενικά και θηλυκά συζευγνύονται πολλές φορές στη ζωή τους. Η χρονική διάρκεια μεταξύ σύζευξης και ωοθεσίας (pre-oviposition period) διαρκεί από 1-7 μέρες, ενώ η ωοθεσία συνεχίζεται για 45 μέρες περίπου. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου το θηλυκό γεννάει κατά μέσο όρο 200 με 300 αυγά. Το θηλυκό, αφού ανοίξει μία οπή με το ρύγχος του, εναποθέτει τα αυγά σε πληγές στον κορμό ή στους μίσχους των φύλλων. Υπάρχει μία σύντομη περίοδος, δέκα ημερών, από τη στιγμή της τελευταίας απόθεσης μέχρι το έντομο να πεθάνει. Η εκκόλαψη των αυγών διαρκεί 2-5 ημέρες. Μετά την εκκόλαψη οι pronύμφες αρχίζουν να τρέφονται μετακινούμενες προς το εσωτερικό του φοίνικα. Η pronυμφική περίοδος διαρκεί 36 με 78 μέρες. Λίγο πριν τη νύμφωση, η pronύμφη κατασκευάζει μια οβάλ νυμφική θήκη από ίνες φοίνικα μέσα στην οποία νυμφώνεται (Εικ. 21) (Πηγή: EPPO, 2008).



Εικόνα 21: Νυμφικές θήκες

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου από το αυγό μέχρι τη στιγμή της εξόδου διαρκεί κατά μέσο όρο 82 μέρες. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα χρονικά διαστήματα των διαφόρων σταδίων του βιολογικού κύκλου του εντόμου ποικίλουν πολύ και εξαρτώνται από τις εκάστοτε κλιματικές συνθήκες και τον τύπο του τεχνητού υποστρώματος εκτροφής, το στάδιο στο οποίο βρίσκεται το εσωτερικό του φοίνικα (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).

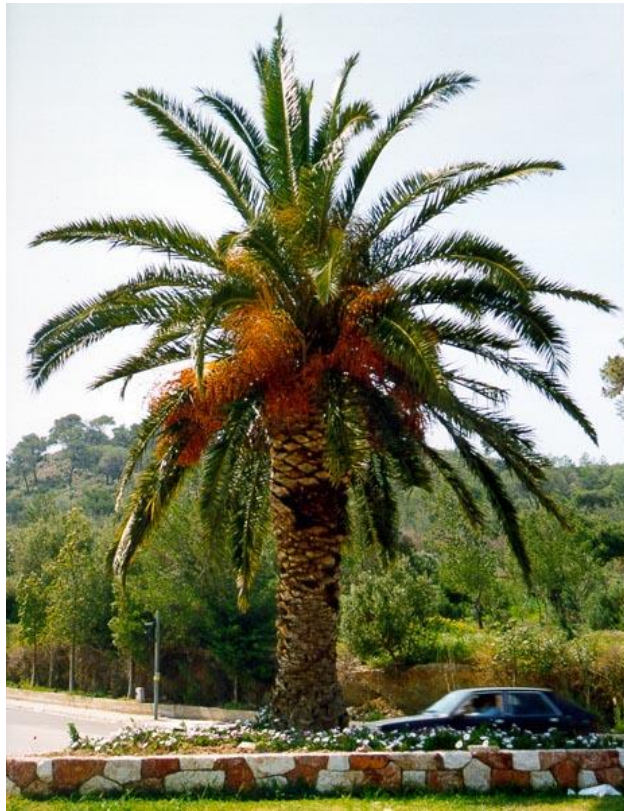
Μετά το πέρας της νύμφωσης το ενήλικο παραμένει μέσα στη νυμφική θήκη για 4-17 μέρες για να ωριμάσει σεξουαλικά κατά τη διάρκεια της περιόδου διάπαυσης (Εικ.22). Τα ενήλικα, αρσενικά και θηλυκά, ζουν 2-3 μήνες (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).

Σε συνθήκες εργαστηρίου η μέγιστη διάρκεια ζωής των θηλυκών ήταν 76 μέρες και των αρσενικών 113 μέρες. Σύμφωνα με υπολογισμούς, από ένα μόνο ζεύγος ρυγχοφόρων θεωρητικά θα μπορούσαν να προκύψουν πάνω από 53 εκατομμύρια πρόγονοι σε τέσσερις γενιές, απουσία βεβαίως περιοριστικών παραγόντων (π.χ. φυτοπροστατευτικά προϊόντα, θνησιμότητα λόγω άλλων παραγόντων κ.α.) (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



Εικόνα 22: Σεξουαλικά ανώριμο έντομο

Τέλος, το ανώτερο θερμοκρασιακό όριο για τα αυγά είναι 40 °C, ενώ για τα ακμαία η ελάχιστη θερμοκρασία που είναι δραστήρια είναι 12-14 °C (Πηγή: ΕΡΡΟ, 2008).



Εικόνα 23: Προσβεβλημένος φοίνικας χωρίς την παρουσία συμπτωμάτων



Εικόνα 24: Στοά στη βάση του φύλλου από την έξοδο ενήλικου εντόμου

Χαρακτηριστικό (εικ 25) μακροσκοπικό σύμπτωμα η καταστροφή της νέας βλάστησης (καρδιάς) και η κάμψη των παλαιών φύλλων που δίνει στο φυτό την όψη ανοικτής ομπρέλας.



Εικόνα 25: Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα ανοικτής ομπρέλας



Εικόνα 26: Έντονα προσβεβλημένοι φοίνικες με ολική απώλεια των φύλλων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ

8.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

8.1.1. Αισθητήρας

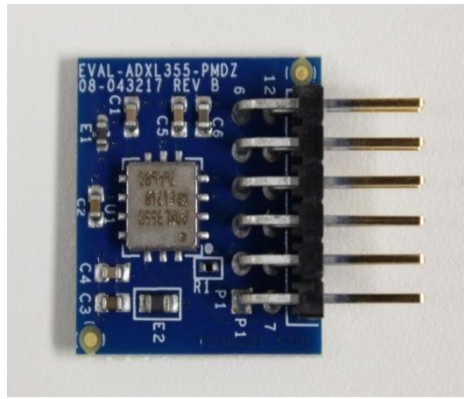
Για την υλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιήσαμε το adxl355 i2c accelerometer της εταιρείας Analog Devices, το οποίο είναι ψηφιακό, παίρνει μετρήσεις σε 3 άξονες, έχοντας χαμηλή ευαισθησία και είναι χαμηλού κόστους (Εικ 27) επίσης, το μέγεθος του είναι μικρό ώστε οι οπές κατά την εφαρμογή του στους φοίνικες να είναι τέτοιες ώστε να μην τα βλάπτουμε, καθώς μια μεγάλη οπή θα είναι είσοδος νερού αλλά και των επιβλαβών εντόμων.

Το accelerometer μετράει σε 3 άξονες τις δονήσεις, μέσα στο φοίνικα όταν το έντομο κινείται μέσα σε αυτόν, είτε σαν νύμφη είτε σαν ενήλικο.

Για να γίνει η διασύνδεση του αισθητήρα με τον κεντρικό ελεγκτή (**Raspberry Pi**) χρησιμοποιούμε την πλακέτα διασύνδεσης που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 28



Εικόνα 27: Ακίδα accelerometer



Εικόνα 28: Πλακέτα διασύνδεσης accelerometer

8.1.2. Ελεγκτής

Raspberry Pi 3 Model B+ (Εικ 29)

1.4GHz 64-bit quad-core processor, dual-band wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE, faster Ethernet, and Power-over-Ethernet support (with separate PoE HAT)

Χαρακτηριστικά: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz - 1GB LPDDR2 SDRAM - 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE - Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps) - Extended 40-pin GPIO header - Full-size HDMI - 4 USB 2.0 ports - CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display - 4-pole stereo output and composite video port Micro SD port for loading your operating system and storing data - 5V/2.5A DC power input - Power-over-Ethernet (PoE) support (requires separate PoE HAT)



Εικόνα 29: Raspberry Pi 3 Model B+

8.2. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ, ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΤΟΥ RASPBERRY

8.2.1. Πλακέτα ρολογιού:

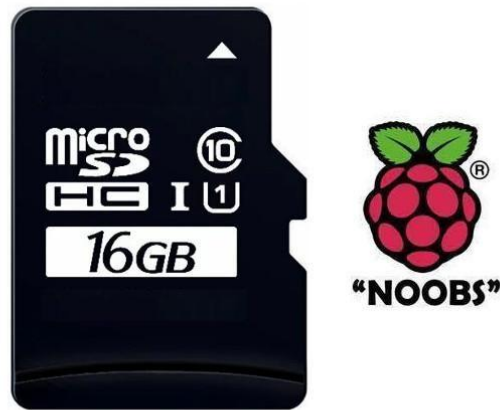
DS3231 Real Time Clock Module (Εικ 30) Γεννήτρια ρολογιού πραγματικού χρόνου δευτερολέπτων, λεπτών, ωρών, ημέρας, ημερομηνίας, μήνα και χρόνου. Χρησιμοποιείται στο σύστημα για την ακρίβεια των μετρήσεων βάση χρόνου.



Εικόνα 30: Πλακέτα ρολογιού πραγματικού χρόνου DS3231

8.2.2. Κάρτα μνήμης micro-SD:

Λειτουργεί σαν αποθηκευτικός χώρος για το λειτουργικό σύστημα και τα προγράμματα που τρέχουμε στον ελεγκτή (Εικ. 31.)



Εικόνα 31: Κάρτα μνήμης λειτουργικού συστήματος

8.2.3. Ασύρματο 4G Mobile Router:

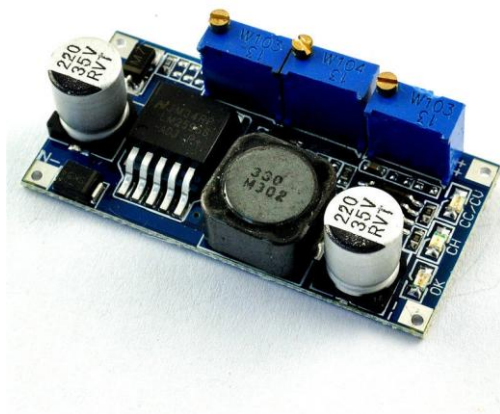
Χρησιμοποιείτε για την αποστολή των μετρήσεων στον server του Πανεπιστημίου ασύρματα (Εικ 32)



Εικόνα 32: Ασύρματο 4G Mobile Router

8.2.4. Μετατροπέας τάσεως

Στο περιβάλλον συνήθως δεν υπάρχει η δυνατότητα παροχής ενέργειας από δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, για αυτό το λόγο το σύστημα μας, πρέπει να τροφοδοτείται από μπαταρία. Οι μπαταρίες του εμπορίου είναι 12 V ενώ το σύστημα μας χρειάζεται 5V. Έτσι επιβάλλεται η χρησιμοποίηση ενός μετατροπέα τάσεων από 12 σε 5 volt όπως φαίνεται στην εικόνα 33.



Εικόνα 33: Μετατροπέας Τάσεως

8.2.5. Μπαταρία μολύβδου

Απαραίτητη για την τροφοδοσία του συστήματος μας (Εικ 34)



Εικόνα 34: Μπαταρία τροφοδοσίας συστήματος

8.2.6. Ηλεκτρολογικό κουτί

Αδιάβροχο κουτί εξωτερικού χώρου IP 56, που τοποθετήσαμε μέσα σε αυτό όλα τα παραπάνω εξαρτήματα της κατασκευής μας (Εικ 35)



Εικόνα 35: Ηλεκτρολογικό κουτί IP56

8.2.7. Καλώδια διασύνδεσης

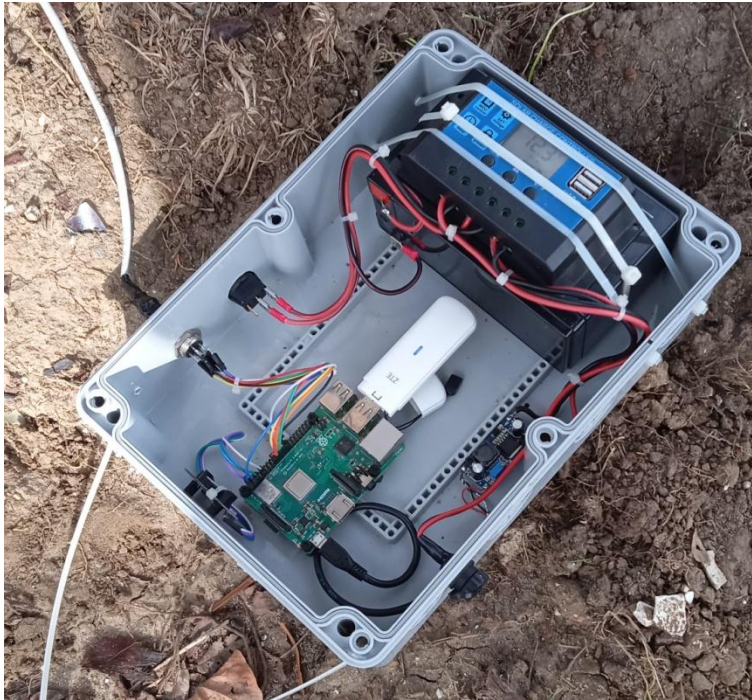
Καλώδια για την διασύνδεση των περιφερειακών συσκευών όπου αυτές δεν “κουμπώνουν” απευθείας στον ελεγκτή. (Εικ 36)



Εικόνα 36: Καλώδια διασύνδεσης

8.2.8. Συναρμολόγηση της κατασκευής

Έγινε η συναρμολόγηση όλων των επιμέρους εξαρτημάτων και τοποθετήθηκαν στο ηλεκτρολογικό κουτί όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 37.



Εικόνα 37: Κουτί ελεγκτή με περιφερειακά

8.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ & ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μεταβήκαμε στον όρμο της Γαρίτσας στην Κέρκυρα και επιλέξαμε τρία δέντρα φοίνικες για να κάνουμε την εφαρμογή, όπως φαίνεται στην Εικ 38



Εικόνα 38: Τόπος εφαρμογής

Σαν δέντρο αναφοράς επιλέχθηκε παραπλήσιο δέντρο, το οποίο δεν είναι φοίνικας, και φυσικά δεν υπάρχει περίπτωση να έχει προσβληθεί από τον κόκκινο ρυγχωτό κάνθαρο.

Στις μετρήσεις μας χρησιμοποιούμε δέντρο αναφοράς ώστε να είμαστε σίγουροι ότι στις συγκεκριμένες μετρήσεις, από αυτό το δέντρο δεν βρίσκεται ο κόκκινος ρυγχωτός. Επίσης μας δίνεται η δυνατότητα να κάνουμε αντιπαραβολή των μετρήσεων και σίγουρα μας βοηθάει κατά πολύ για την μετέπειτα εφαρμογή της συσχέτισης κατά pearson

Ανοίξαμε μία οπή κοντά στη βλαστική κορυφή του δέντρου και τοποθετήσαμε τον αισθητήρα της συσκευής έτσι ώστε να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο που θα μπορούσε να υπάρχει το έντομο (Εικ. 39).

Κατά τη διάρκεια της μέτρησης δεν υπάρχει καμιά επαφή του αισθητήρα με τον χειριστή της συσκευής, μόνο κατά την αρχή και το τέλος της μέτρησης, όπου τοποθετείται και αφαιρείται ο αισθητήρας. Έτσι, αποκλείονται εξωτερικές επιρροές που προκαλούνται από το άτομο που κάνει τη μέτρηση. Σε κάθε δέντρο τοποθετήθηκε ο αισθητήρας για 15 λεπτά.



Εικόνα 39: Ο αισθητήρας της συσκευής τοποθετημένος στον φοίνικα

Στο τέλος της μέτρησης θα πρέπει οι οπές που ανοίχθηκαν να καλύπτονται με κάποιο ειδικό υλικό έτσι ώστε να αποφεύγονται οι μολύνσεις από μύκητες, καθώς και η προσέλκυση αλλά και η δυνατότητα εύκολης εισόδου του εντόμου στο εσωτερικό του φοίνικα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ

Τα φοινικόδεντρα απέχουν μεταξύ τους 3 μέτρα το ένα από το άλλο. Τα αρχεία καταγραφής είναι χωρισμένα ανά πέντε λεπτά της ώρας, για το κάθε δέντρο (300 δευτερόλεπτα) με συχνότητα δειγματοληψίας 225 δείγματα το δευτερόλεπτο (samples per second). Κάναμε σύγκριση κάθε ένα φοινικόδεντρο με το δέντρο αναφοράς και τα φοινικόδεντρα το 1 με το 2 , το 2 με το 3 , και το 1 με το 3. Χρησιμοποιήσαμε την εφαρμογή (IBM SPSS statistics) για να βρούμε συσχετίσεις μεταξύ των δέντρων με την μεθοδολογία "Pearson".

Το πιο γνωστό μέτρο της εξάρτησης μεταξύ δύο ποσοτήτων είναι ο συντελεστής συσχέτισης συνδιακύμανσης Pearson, ή "Pearson συντελεστής συσχέτισης", που συνήθως ονομάζεται απλά "ο συντελεστής συσχέτισης". Είναι το πηλίκο της διαίρεσης της συνδιακύμανσης των δύο μεταβλητών με το γινόμενο των τυπικών αποκλίσεων. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson ορίζεται μόνο αν και οι δύο τυπικές αποκλίσεις είναι πεπερασμένες και μη μηδενικές. Είναι απόρροια της ανισότητας Κωσύ-Σβαρτς ότι η συσχέτιση δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1, σε απόλυτη τιμή. Ο συντελεστής συσχέτισης είναι συμμετρικός: $\text{corr}(X,Y) = \text{corr}(Y,X)$.

Τα αποτελέσματα που πήραμε θα μας δώσουν συμπέρασμα αν κάποιο ή όλα τα φοινικόδεντρα έχουν προσβληθεί ή όχι.

Τα δεδομένα που είχαμε είναι από 3 κανάλια (άξονες) και εμείς για την επεξεργασία χρησιμοποιήσαμε μόνο το κανάλι 1 (άξονα X) του αισθητήρα που τοποθετήθηκε σε όλα τα δέντρα.

Δημιουργήσαμε ένα αρχείο δεδομένων το οποίο περιέχει τα δεδομένα του αισθητήρα 1 (άξονα X) για όλα τα δέντρα ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε την σύγκριση όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 40.

1.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Extensions Window Help

Visible: 5 of 5 Variables

	ROUNUMBER	TREE1	TREE2	TREE3	REFTREE	var	var	var	var	var	var
1	0	-.022470959	-.015424980	-.160809124	-.008357843						
2	1	-.030109393	-.017815958	-.152049258	-.009606229						
3	2	-.022449800	-.020651277	-.148875394	-.000275068						
4	3	-.045745964	-.018239140	-.149235099	.004739637						
5	4	-.026808574	-.018366095	-.143437507	.007151774						
6	5	-.026025687	-.017392776	-.140644506	-.007511479						
7	6	-.033367893	-.025898733	-.133027232	-.011976048						
8	7	-.028607097	-.025475551	-.125663867	-.017985231						
9	8	-.034954825	-.022026618	-.126552549	-.026089164						
10	9	-.039250122	-.022428641	-.120585684	-.034235416						
11	10	-.043693532	-.028670574	-.121897548	-.046825078						
12	11	-.041450668	-.030003597	-.126023571	-.048136942						
13	12	-.045153509	-.028014642	-.118321661	-.050062419						
14	13	-.034468166	-.027295233	-.119718161	-.036816826						
15	14	-.030828802	-.024629187	-.115126637	-.029178392						
16	15	-.031780961	-.023105732	-.114830410	-.023677028						

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unicode:ON Classic

Εικόνα 40: Data View Αξονας X

Παρακάτω βλέπουμε την εικόνα 41 τις μεταβλητές που εισάγαμε στην εφαρμογή

1.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Extensions Window Help

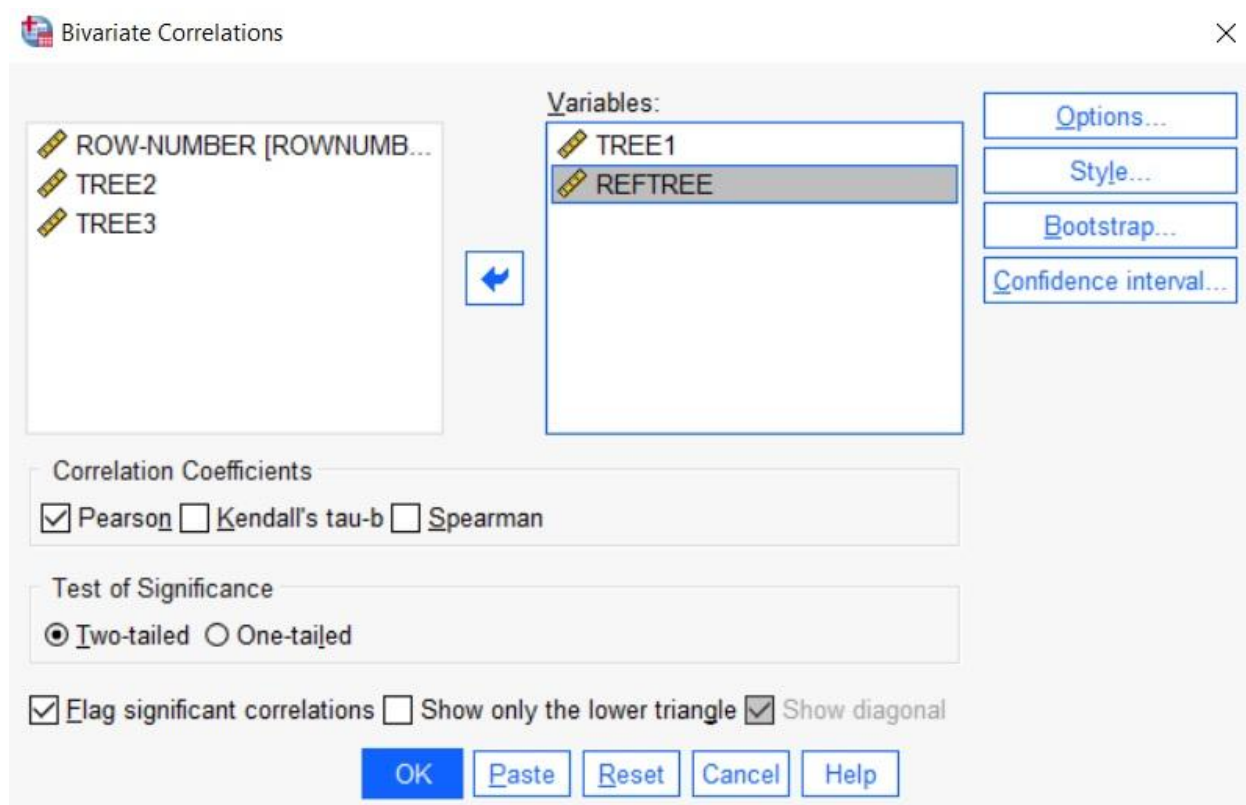
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	ROUNUMBER	Numeric	5	0	ROW-NUMBER	None	None	12	Right	Scale	Input
2	TREE1	Numeric	12	9		None	None	12	Right	Scale	Input
3	TREE2	Numeric	12	9		None	None	12	Right	Scale	Input
4	TREE3	Numeric	12	9		None	None	17	Right	Scale	Input
5	REFTREE	Numeric	12	9		None	None	12	Right	Scale	Input
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unicode:ON Classic

Εικόνα 41: μεταβλητές

Στη παρακάτω εικόνα 42 φαίνεται η επιλογή της εφαρμογής για συσχέτιση κατά pearson



Εικόνα 42: Συσχέτιση pearson

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής με τα αντίστοιχα ζεύγη δέντρων.

*Output4 [Document4] - IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Graphs Utilities Extensions Window Help

Output

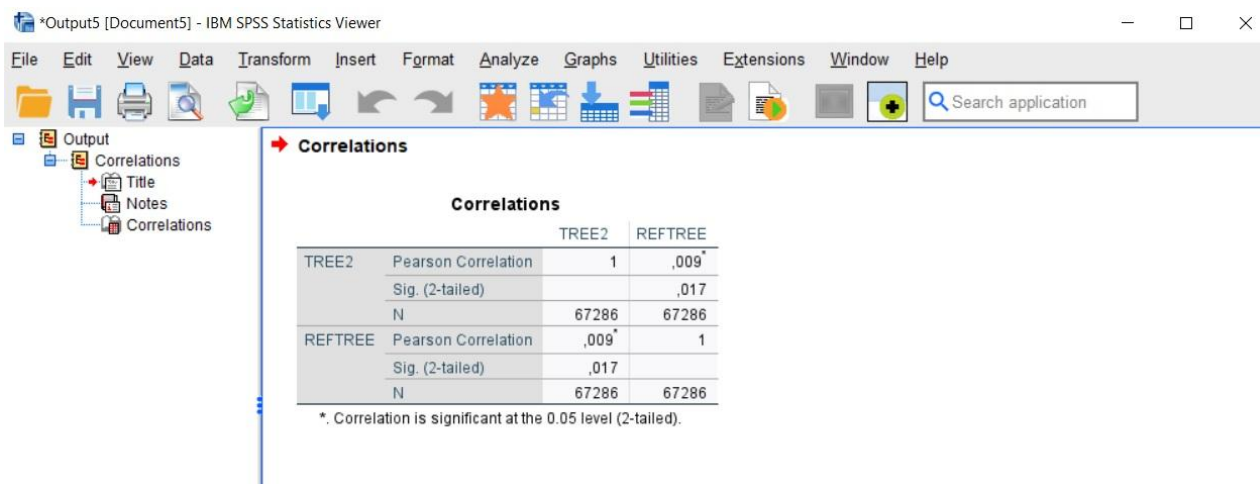
- Correlations
 - Title
 - Notes
 - Correlations

Correlations

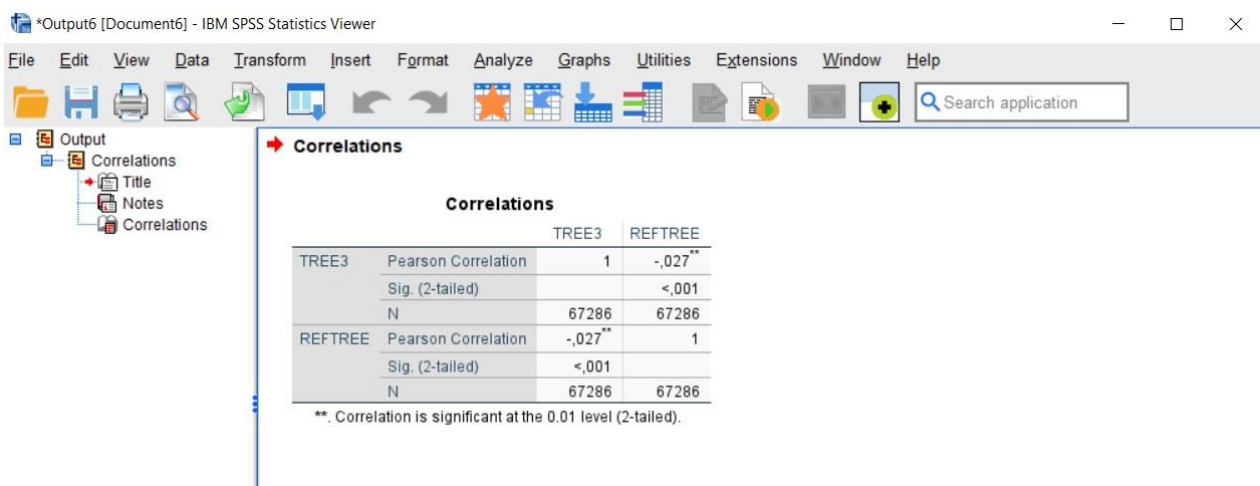
		TREE1	REFTREE
TREE1	Pearson Correlation	1	-,009*
	Sig. (2-tailed)		,016
	N	67286	67286
REFTREE	Pearson Correlation	-,009*	1
	Sig. (2-tailed)	,016	
	N	67286	67286

*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

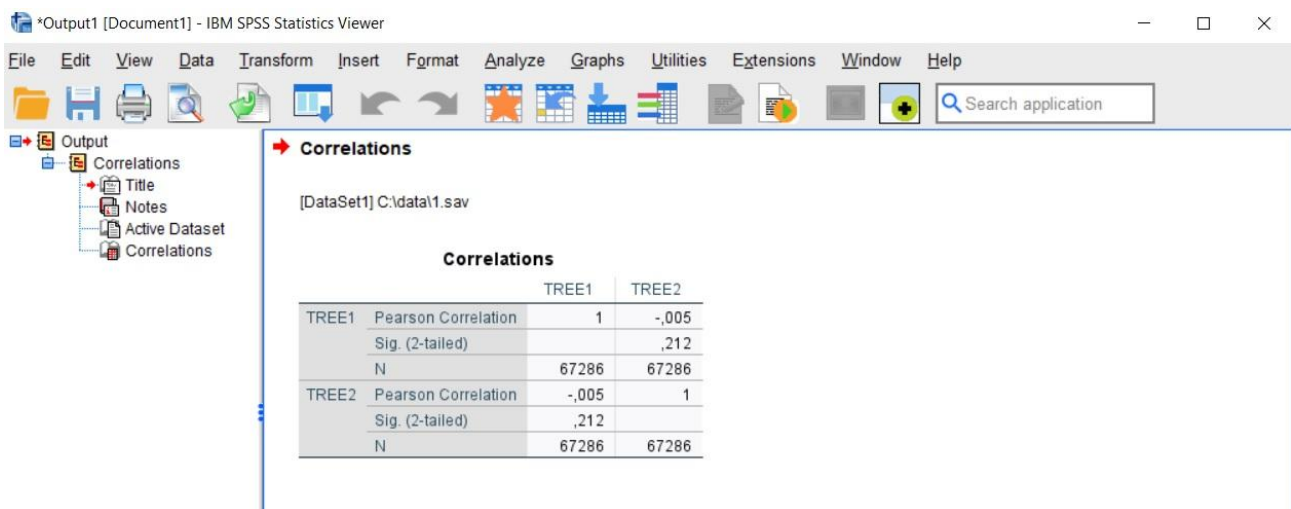
Εικόνα 43: Συσχέτιση Φοίνικα 1 με δέντρο αναφοράς



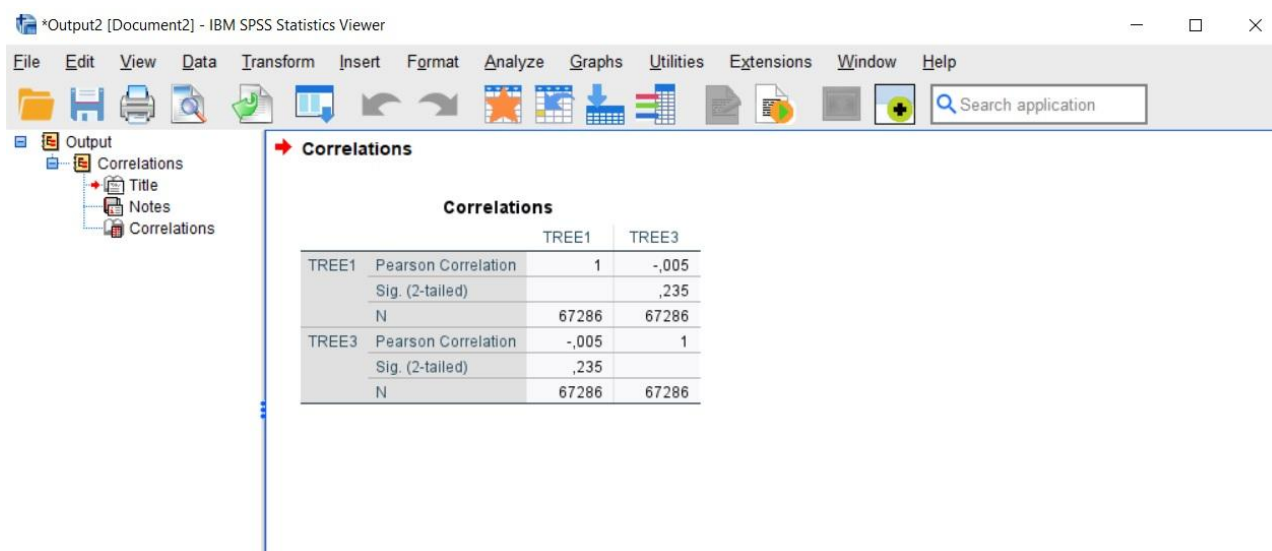
Εικόνα 44: Συσχέτιση Φοίνικα 2 με δέντρο αναφοράς



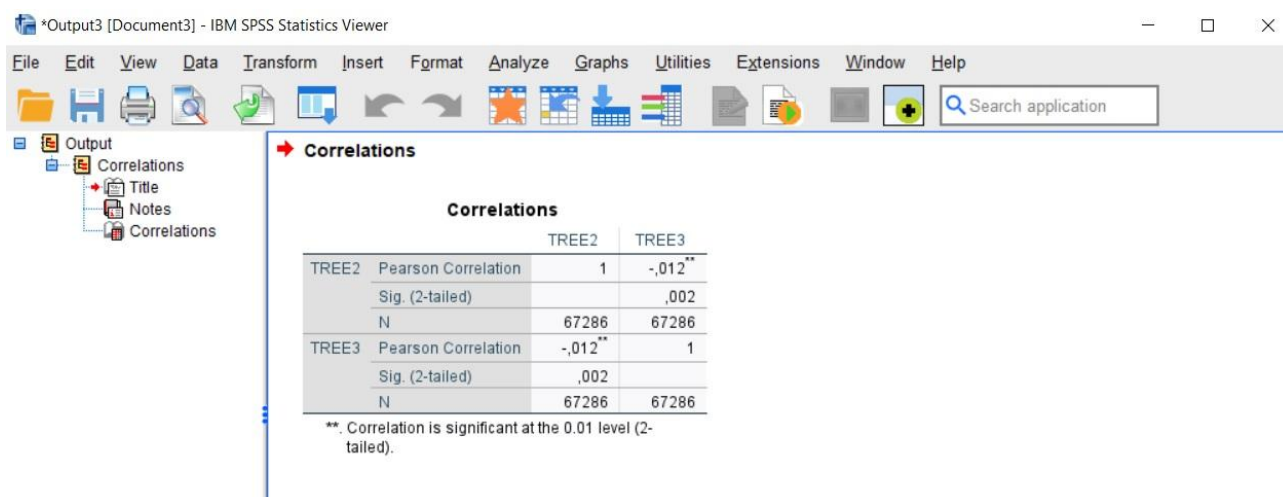
Εικόνα 45: Συσχέτιση Φοίνικα 3 με δέντρο αναφοράς



Εικόνα 46: Συσχέτιση Φοίνικα 1 με Φοίνικα 2



Εικόνα 47: Συσχέτιση Φοίνικα 1 με Φοίνικα 3



Εικόνα 48: Συσχέτιση Φοίνικα 2 με Φοίνικα 3

Από τις παραπάνω εικόνες φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση με το δέντρο αναφοράς με όλους τους Φοίνικες και του Φοίνικα 2 με τον Φοίνικα 3 ενώ από την άλλη δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στον Φοίνικα 1 με τον Φοίνικα 2 και του Φοίνικα 1 με τον Φοίνικα 3.

Τα αποτελέσματα που πήραμε ενώ στην αρχή μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όλοι οι φοίνικες δεν έχουν προσβληθεί από τον κόκκινο ρυγχωτό αφού υπάρχει συσχέτιση του δέντρου αναφοράς με όλους τους φοίνικες, στην μετέπειτα εφαρμογή ανάμεσα στον φοίνικα 1 με τον φοίνικα 2 βλέποντας ότι δεν υπάρχει συσχέτιση, είναι δύσκολο να βγει κάποιο συμπέρασμα, αφού σύμφωνα με τα παραπάνω θα έπρεπε να υπάρχει συσχέτιση και ανάμεσα στους φοίνικες ξεχωριστά για τα όλα τα ζεύγη φοινίκων εφαρμογής κατά Pearson

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω δεν μπορεί να βγει κάποιο συμπέρασμα για την μόλυνση κάποιου από τους φοίνικες, για τον λόγο αυτό κάναμε μια δεύτερη προσπάθεια, μετατρέποντας τα σήματα σε συχνότητες χρησιμοποιώντας την μέθοδο FFT (Fast Fourier Transformation).

Στα μαθηματικά, ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier (DFT) μετατρέπει μια πεπερασμένη ακολουθία από ίσα διαστήματα δειγμάτων από μια συνάρτηση σε μία λίστα με συντελεστές από ένα πεπερασμένο συνδυασμό ημιτονοειδών μιγαδικών αριθμών, καθορισμένων από τις συχνότητες τους, που έχει τις ίδιες τιμές δείγματος. Αυτό μπορεί να ειπωθεί για τη μετατροπή του δείγματος της συνάρτησης από το αρχικό του πεδίο ορισμού (συχνά το χρόνο ή τη θέση κατά μήκος της γραμμής) στο πεδίο της συχνότητας. Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα πεπερασμένο ποσό των δεδομένων, μπορεί να εφαρμοστεί σε υπολογιστές με αριθμητικούς αλγόριθμους ή ακόμα και με ειδικά υλικά. Αυτές οι εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τον γρήγορο μετασχηματισμό Fourier (FFT) σε αλγόριθμους τόσο πολύ, που οι όροι "FFT" και "DFT" συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά.

Για να το κάνουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε Python ως γλώσσα προγραμματισμού και με το κατάλληλο script ώστε να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Παρακάτω φαίνεται στην εικόνα 43 το script που χρησιμοποιήσαμε ώστε να μετατρέψουμε τα σήματα σε συχνότητες.

```

1
2 import numpy as np
3 import pandas as pd
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 plt.rcParams["figure.figsize"] = (20,8)
7 data = pd.read_csv('palmtreeel_data.csv', delimiter=',',header=None)
8 print(data)
9
10
11 sample_rate = 250
12 N = 2048
13
14 #upologismos fft gia x, y, z aksones
15 ffts = [(2.0/N)*np.fft.rfft(data[2][3000:70000].values-np.mean(data[2][3000:70000])),
16 (2.0/N)*np.fft.rfft(data[3][:70000].values-np.mean(data[3][:70000])),n=N),
17 (2.0/N)*np.fft.rfft(data[4][:70000].values-np.mean(data[4][:70000])),n=N)]
18
19 freqs = np.fft.rfftfreq(n=N,d=1.0/sample_rate)
20
21 plt.plot(data[2][3000:70000].values-np.mean(data[2][3000:70000]))
22 plt.title('Plot Data x')
23 plt.savefig('palmtreeel/1_aplo_x.png')
24 plt.show()
25 plt.close()
26
27 plt.plot(freqs[10:],np.abs(ffts[0])[10:])
28 plt.title('FFT Data x')
29 plt.xlabel('Freq (Hz)')
30 plt.ylabel('Amplitude')
31 plt.savefig('palmtreeel/1_fft_x.png')
32 plt.show()
33 plt.close()
34
35 plt.plot(data[3][3000:70000].values-np.mean(data[3][3000:70000]))
36 plt.title('Plot Data y')
37 plt.savefig('palmtreeel/2_aplo_y.png')
38 plt.show()
39 plt.close()

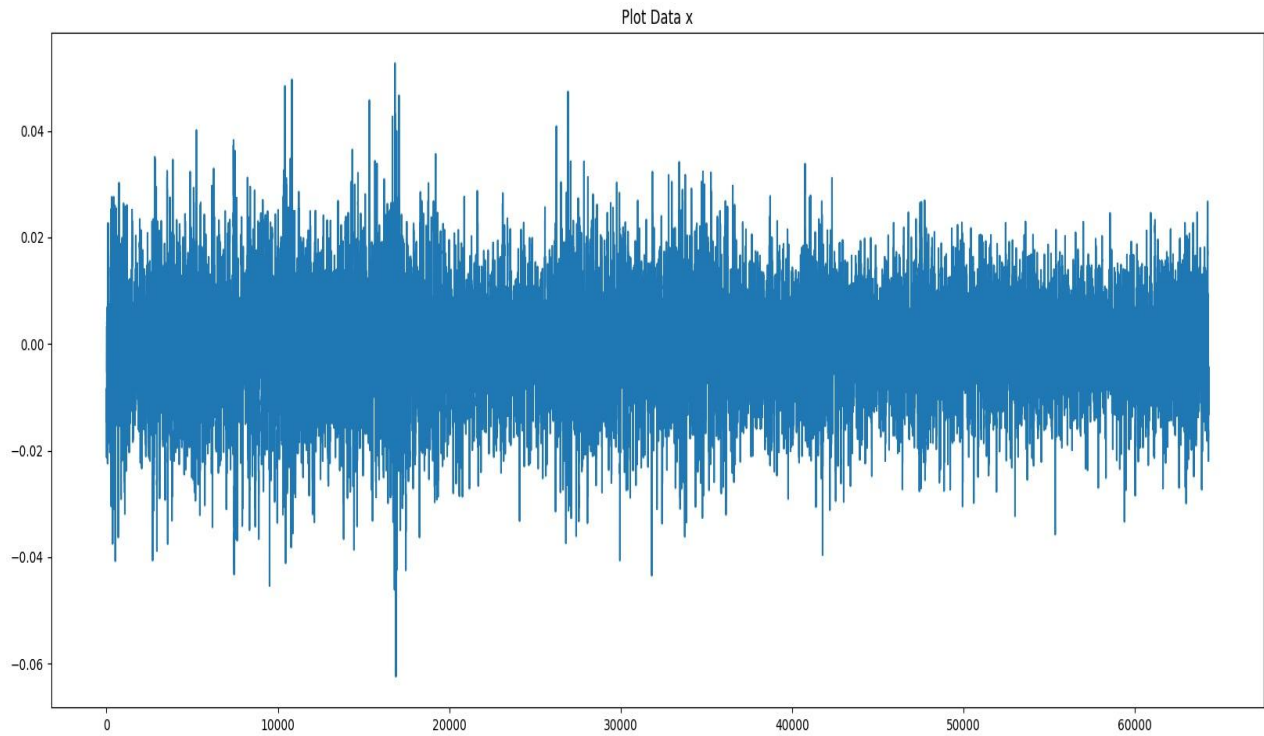
```

Εικόνα 49: Script Python

Στο script στις γραμμές 2,3 και 4 φαίνονται οι βιβλιοθήκες numpy, pandas και matplotlib που προσθέσαμε αντίστοιχα. Στην γραμμή 7 είναι ο κώδικας για να διαβάσει το αρχείο των δεδομένων που είναι σε μορφή csv. Στην γραμμή 11 είναι ο κώδικας που καταχωρούμε την συχνότητα δειγματοληψίας (sample rate) του αισθητήρα. Στην γραμμή 12 ορίζουμε τα σημεία που θέλουμε να εμφανίζονται στην γραφική παράσταση. Στην Γραμμή 15 είναι κώδικας για τον υπολογισμό FFT για τους άξονες x,y,z Data2,3,4 αντίστοιχα.

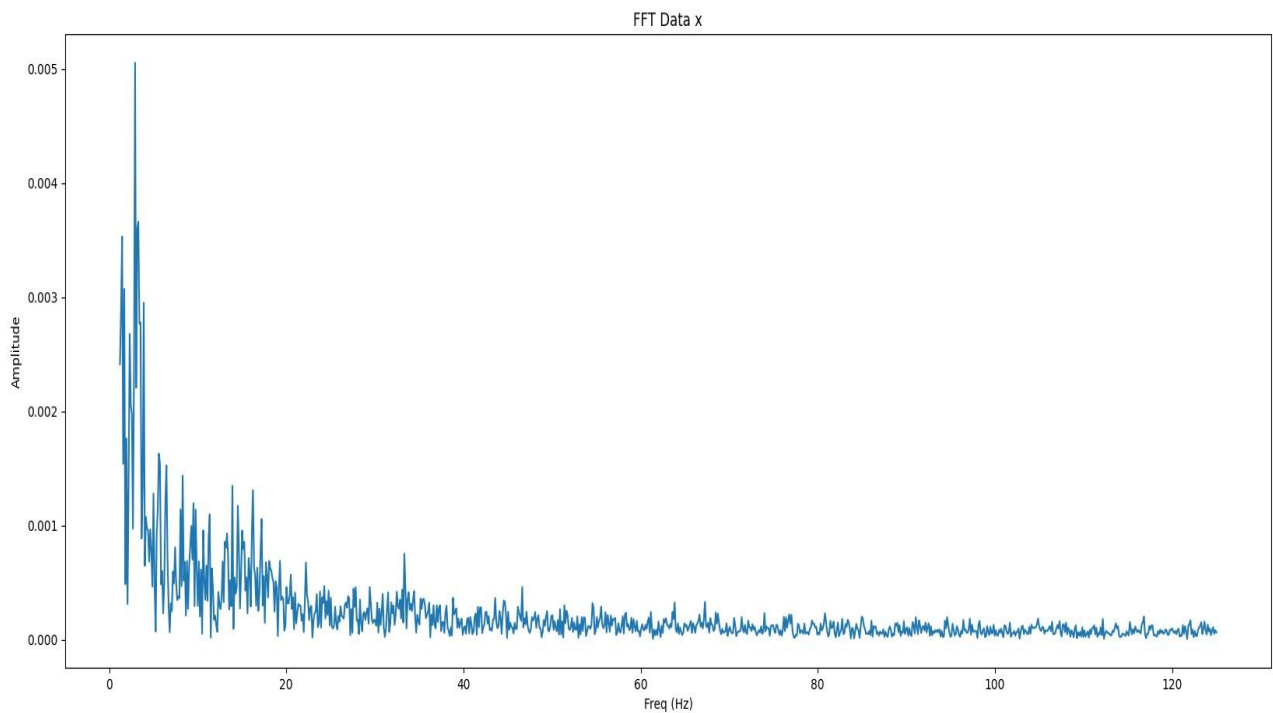
Από το παραπάνω script έχουμε τις γραφικές παραστάσεις των δεδομένων (Data) “Plot data” και αποθήκευσης σε φάκελο σαν εικόνα png. Επίσης βγαίνει και γραφική παράσταση με τις συχνότητες σε (Hz) “plot freqs”.

Στην παρακάτω εικόνα 50 φαίνονται τα δεδομένα για τον άξονα x για τον Φοίνικα 1



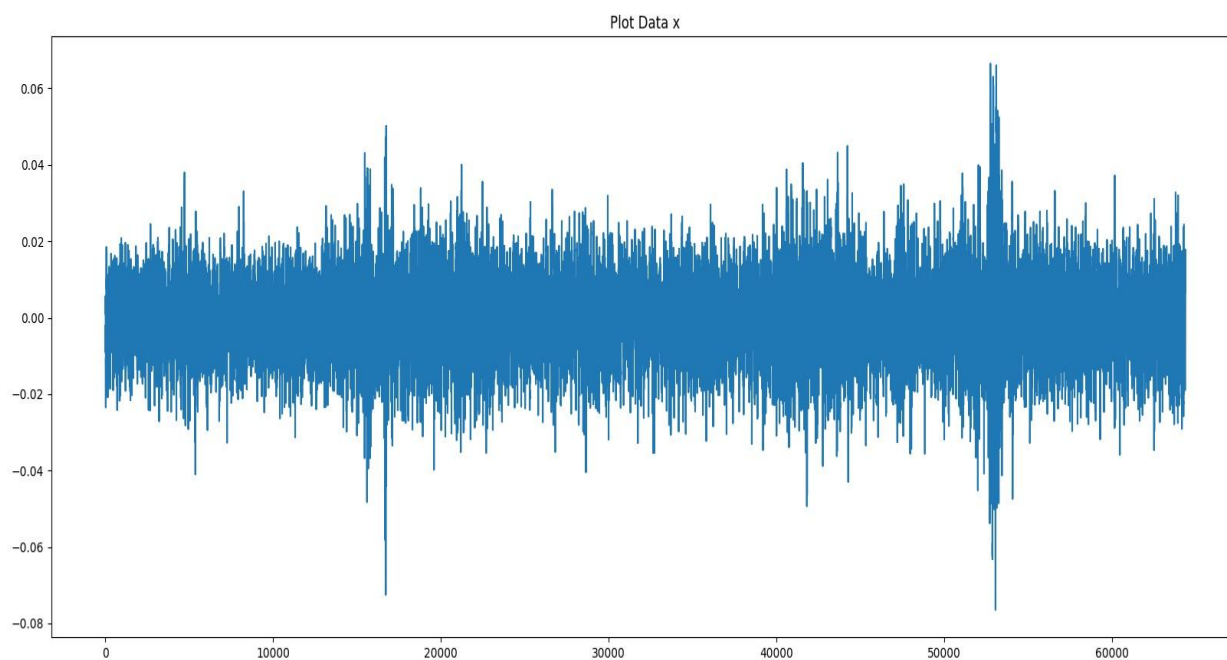
Εικόνα 50: Data Φοίνικας 1

Στην Παρακάτω Εικόνα 51 φαίνονται οι συχνότητες για τον άξονα x του Φοίνικα 1



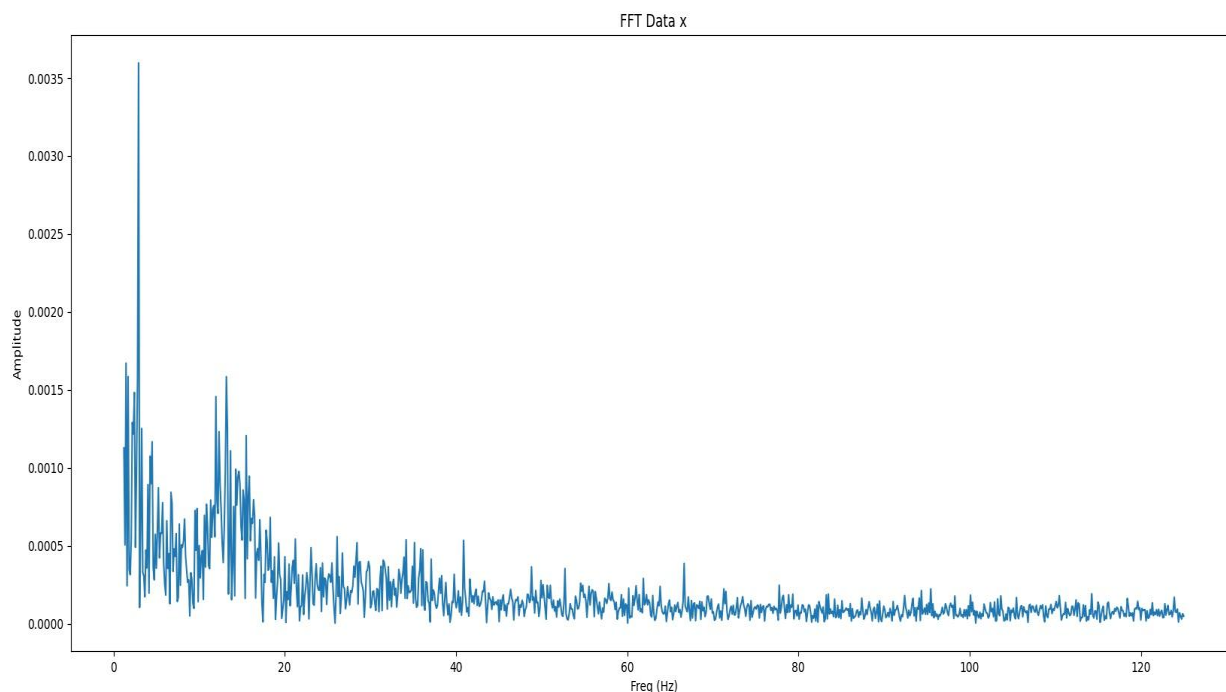
Εικόνα 51: Συχνότητες Φοίνικας 1

Στην παρακάτω Εικόνα 52 φαίνονται τα δεδομένα για τον άξονα x για τον Φοίνικα 2



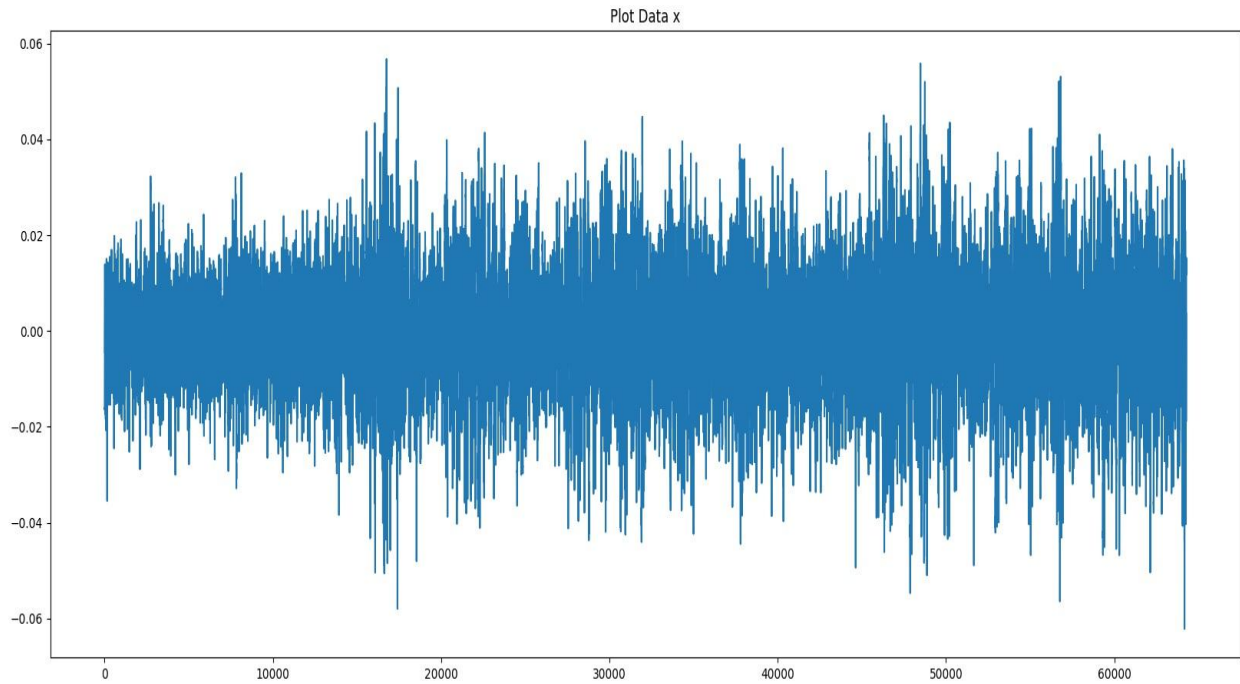
Εικόνα 52: Data Φοίνικας 2

Στην Παρακάτω Εικόνα 53 φαίνονται οι συχνότητες για τον άξονα x του Φοίνικα 2



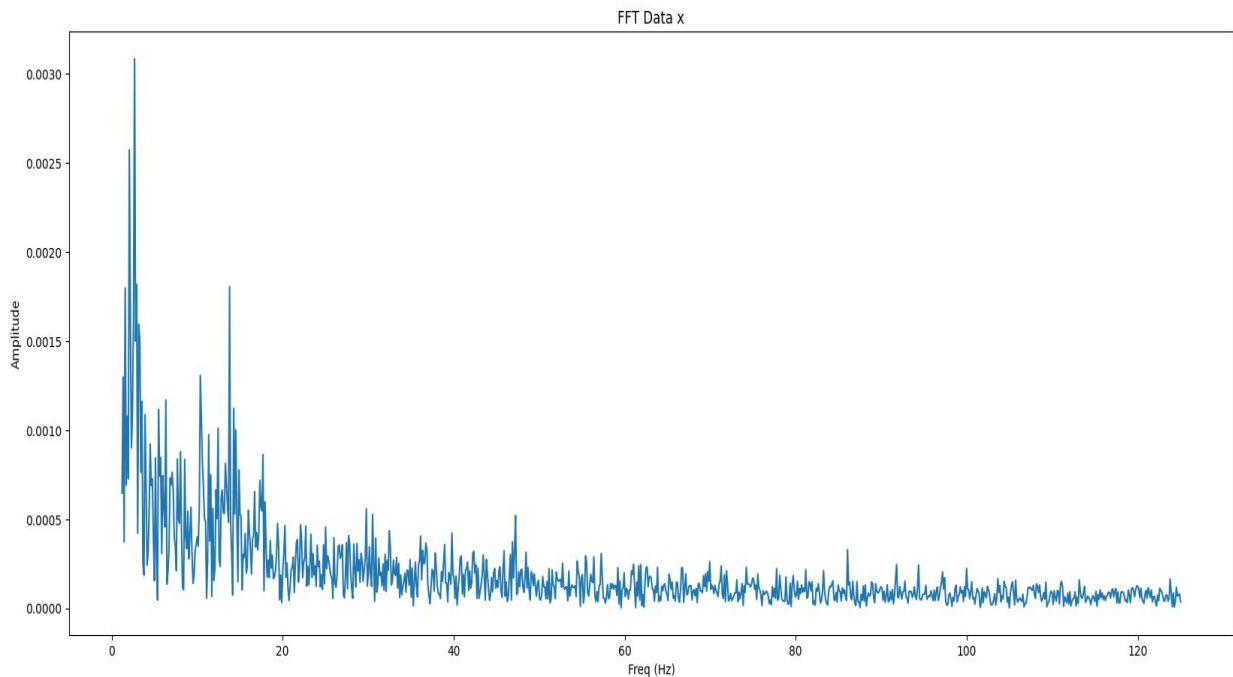
Εικόνα 53: Συχνότητες Φοίνικας 2

Στην παρακάτω Εικόνα 54 φαίνονται τα δεδομένα για τον άξονα x για τον Φοίνικα 3



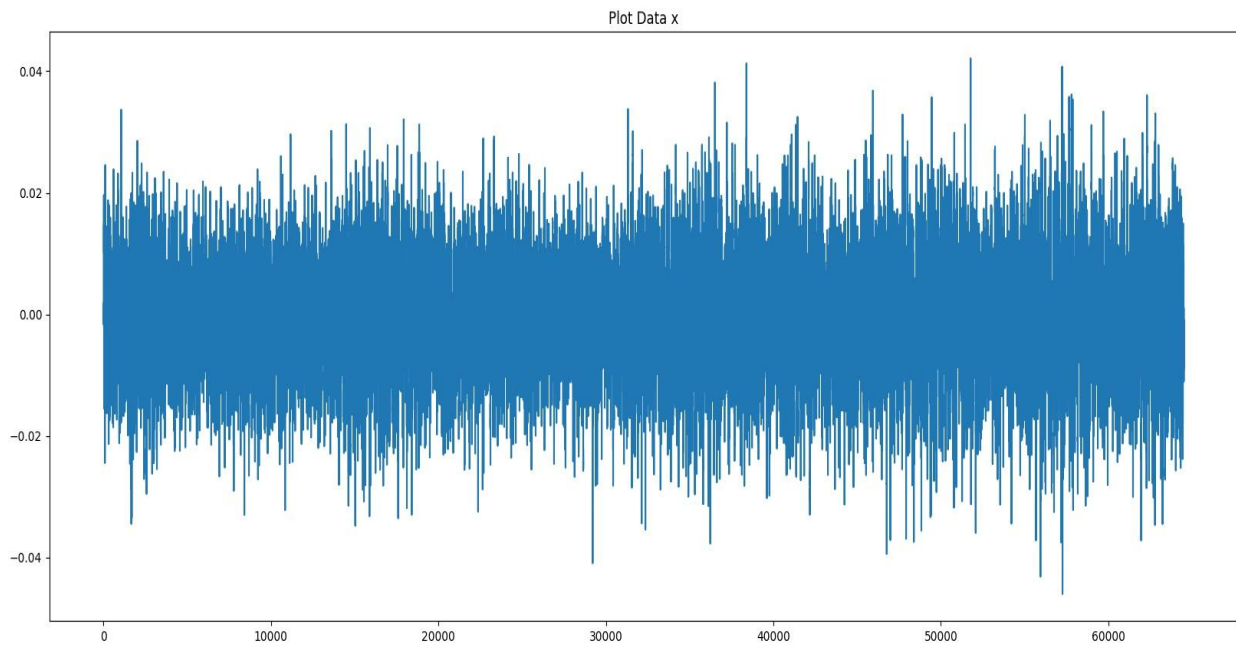
Εικόνα 54: Data Φοίνικας 3

Στην Παρακάτω Εικόνα 55 φαίνονται οι συχνότητες για τον άξονα x του Φοίνικα 3



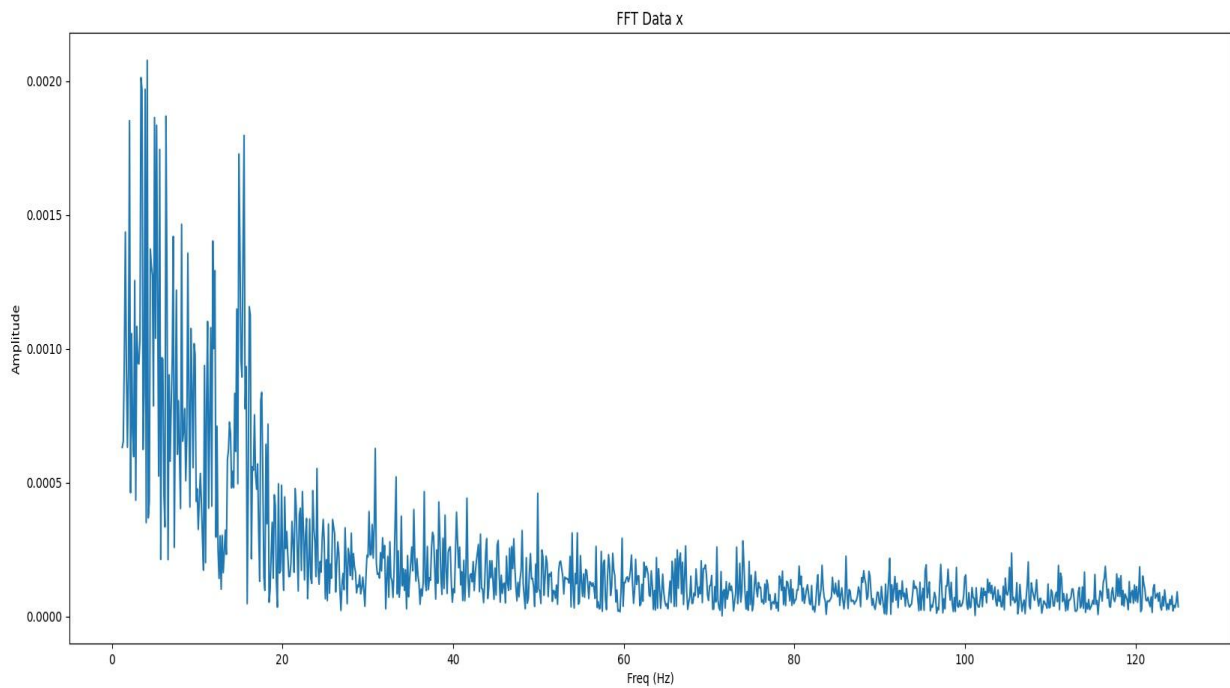
Εικόνα 55: Συχνότητες Φοίνικας

Στην παρακάτω Εικόνα 56 φαίνονται τα δεδομένα για τον άξονα x για τον Δέντρο Αναφοράς



Εικόνα 56: Data Δέντρο Αναφοράς

Στην Παρακάτω Εικόνα 57 φαίνονται οι συχνότητες για τον άξονα x του Δέντρο Αναφοράς



Εικόνα 57: Συχνότητες Δέντρο Αναφοράς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Από τις επεξεργασίες των δεδομένων που πήραμε από τα δέντρα τόσο με την εφαρμογή (IBM SPSS statistics) για να βρούμε συσχετίσεις μεταξύ των δέντρων με την μεθοδολογία "Pearson", τόσο και με την Python χρησιμοποιώντας την μέθοδο FFT (Fast Fourier Transformation) ,με τις συχνότητες δεν μπορέσαμε να βρούμε κάποια ένδειξη ότι υπάρχει ο κόκκινος ρυγχωτός σε κάποια από τα δέντρα.

Τα αποτελέσματα που πήραμε με την μεθοδολογία "Pearson", ενώ στην αρχή μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όλοι οι φοίνικες δεν έχουν προσβληθεί από τον κόκκινο ρυγχωτό αφού υπάρχει συσχέτιση του δέντρου αναφοράς με όλους τους φοίνικες, στην μετέπειτα εφαρμογή ανάμεσα στον φοίνικα 1 με τον φοίνικα 2 βλέποντας ότι δεν υπάρχει συσχέτιση, είναι δύσκολο να βγει κάποιο συμπέρασμα, αφού σύμφωνα με την μεθοδολογία θα έπρεπε να υπάρχει συσχέτιση και ανάμεσα στους φοίνικες ξεχωριστά για τα όλα τα ζεύγη φοινίκων εφαρμογής κατά Pearson.

Από την μέθοδο FFT (Fast Fourier Transformation με τις συχνότητες δεν φαίνεται κάπου να υπάρχει κάποια αύξηση του επιπέδου των δονήσεων και συχνοτήτων σε κάποια από τις συχνότητες ώστε να καταλάβουμε την παρουσία του εντόμου.

Εδώ θα ήθελα να επισημάνω ότι τις μετρήσεις στο πεδίο έγιναν τον μήνα Φεβρουάριο όπου οι θερμοκρασίες δεν ευνοούν το έντομο να είναι ενεργό μια και η ελάχιστη θερμοκρασία που είναι δραστήρια είναι 12-14 °C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ιστορία της γεωργίας πάει πίσω αρκετές χιλιάδες χρόνια και η ανάπτυξή της οδηγήθηκε και καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές διαφορές, τις κουλτούρες και την υφιστάμενη σε αυτές τεχνολογίες. Ωστόσο, όλη η γεωργία βασίζεται σε τεχνικές επέκτασης και διαχείρισης εδαφών κατάλληλων για την ανάπτυξη των εξημερωμένων φυτικών ειδών. Αυτό πολλές φορές απαιτεί μορφές άρδευσης, αποστράγγισης, οριοθέτησης και προστασίας των καλλιεργούμενων εδαφών. Στον «ανεπτυγμένο» κόσμο, η βιομηχανική γεωργία που βασίστηκε σε μεγάλης κλίμακας μονοκαλλιέργειες έγινε το κυρίαρχο σύστημα σύγχρονης γεωργίας, παρόλο που υπάρχει μια ανοδική υποστήριξη για εναλλακτικές μορφές γεωργίας.

Από τον εκσυγχρονισμό της γεωργίας προέκυψε η εμφάνιση της Γεωργίας Ακριβείας με την χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας. Πρόκειται για μία σύγχρονη έννοια διαχείρισης της γεωργίας στην οποία χρησιμοποιούνται ψηφιακές τεχνικές για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση των γεωργικών διαδικασιών παραγωγής

Οι στόχοι της Γεωργικής Ακριβείας επιτυγχάνονται συνδυάζοντας αυτές τις τεχνολογίες, όπως η εξοικονόμηση κόστους, η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η παραγωγή περισσότερων τροφίμων. Την ίδια στιγμή, ορθότερη χρήση πόρων παρατηρείται, όπως νερού, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων όπως επίσης και αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας. Προϋπόθεση της επίτευξης των παραπάνω στόχων είναι η ακριβής παρακολούθηση της γης που χρησιμοποιείται για καλλιέργεια, λαμβάνοντας υπόψη ότι μπορεί να διαφέρουν πολύ η σύνθεση του εδάφους, η οξύτητα και τα επίπεδα υγρασίας ακόμα και σε κοντινή απόσταση σε έναν αγρό.

Για την αναγνώριση και την διαχείριση του πληθυσμού των εντόμων περιλαμβάνονται ορισμένοι τρόποι όπως:

- μέθοδοι ανίχνευσης αλλαγών στις χρωστικές των φυτών, οι οποίες προκαλούνται από την παρουσία επιβλαβών οργανισμών.
- μεθόδους παρακολούθησης φυτών για ζημιές που προκλήθηκαν από τα παράσιτα.
- μέθοδοι αναγνώρισης των περιοχών οι οποίες έχουν προσβληθεί.

Στα πλεονεκτήματα αυτά προσθέτονται η επίτευξη της αύξησης της παραγωγής, η μείωση του κόστους παραγωγής και ο έλεγχος του πληθυσμού των επιβλαβών και των ωφέλιμων εντόμων.

Ορισμένες από τις στρατηγικές που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι: η φωτογραφία με υπέρυθρη ακτινοβολία, η υποστήριξη δεδομένων υπερφασματικής ανάκλασης και η πολυφασματική βιντεογραφία. Όσον αφορά την χρήση τους, βασικό μειονέκτημα μπορούμε να θεωρήσουμε το μεγάλο κόστος αυτών των ενεργειών παρακολούθησης.

Η Γεωργία Ακριβείας διαθέτει επίσης ορισμένα μειονεκτήματα. Το υψηλό κόστος των συστημάτων παρακολούθησης των καλλιεργειών είναι ένα από αυτά. Επιπλέον, τα παραπάνω σε συνδυασμό με την έλλειψη κάλυψης και συνδεσιμότητας στο Διαδίκτυο όπως επίσης και σε συνδυασμό με τον μέσο όρο ηλικίας των ενεργών καλλιεργητών, την φοβία και τη καχυποψία έναντι των νέων τεχνολογιών, το ανεκπαίδευτο ανθρώπινο δυναμικό, αποτελούν τα μεγάλα εμπόδια στον τομέα της γεωργίας για την υιοθέτηση αυτών των νέων τεχνολογιών.

Εκτός όμως από την ύπαρξη της απαίτησης ορισμένων γνώσεων για την διαχείριση και την λειτουργία των παραπάνω συστημάτων και του υψηλού κόστους, αποτελεί εμπόδιο η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Παρόλο που μπορεί να βασιστεί στην ηλιακή ενέργεια η δυνατότητα κάλυψης της ανάγκης σε ηλεκτρική ισχύ, αρκετές φορές δημιουργεί επιπρόσθετα προβλήματα ή δεν είναι αρκετή. Συνοψίζοντας, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε δαπανηρή την εγκατάσταση των συστημάτων παρακολούθησης καθώς απαιτούνται ορισμένες γνώσεις και για αυτούς τους λόγους οι γεωργοί δεν χρησιμοποιούν τέτοιες μεθόδους.

Βασισμένες στην πληροφορία και στην τεχνολογία του γεωργικού συστήματος το οποίο έχει σχεδιαστεί για τη βελτίωση των γεωργικών διεργασιών με την ακριβή παρακολούθηση τους για την διασφάλιση της μέγιστης παραγωγής με ελαχιστοποιημένες επιπτώσεις. Ενισχύεται η ακρίβεια των δεδομένων και αυξάνεται περισσότερο η απόδοση των καλλιεργειών με την εμφάνιση των αισθητήρων χαμηλού κόστους και την αύξηση συστημάτων. Πρέπει επίσης να συμπληρωθεί ότι η γεωργία ακριβείας αποτελεί ένα ακόμη ορόσημο προς τη βελτίωση της γεωργικής εκμετάλλευσης, λόγω του αυξανόμενου ενδιαφέροντος των εξελιγμένων ασύρματων αισθητήρων χαμηλού κόστους φέροντος για την αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων, των εξελιγμένων ασύρματων αισθητήρων χαμηλού κόστους και την επεξεργασία πληροφοριών.

Κύριο χαρακτηριστικό το οποίο καθιστά τόσο δημοφιλείς τους αισθητήρες χαμηλού κόστους δεν μπορεί να είναι άλλο από το χαμηλό τους κόστος. Η χρήση τους δεν απαιτεί πολλές γνώσεις και είναι σε μεγάλο βαθμό διαθέσιμοι στην αγορά. Αυτό που τους καθιστά λειτουργικούς είναι ότι, είναι μη ενεργοβόροι ή στην χειρότερη περίπτωση λιγότερο απαιτητικοί για ενέργεια από τα πιο παλαιά μοντέλα. Τέλος, το χαρακτηριστικό της επεκτασιμότητας που διαθέτουν είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Εξαιτίας, του μικρού κόστους, των ίδιων αλλά και των περιφερειακών τους γίνεται εύκολα η αντικατάστασή τους σε περίπτωση βλάβης, όπως για παράδειγμα με ανταλλακτικά και καλώδια.

Στόχος, στην περίπτωση του κόκκινου ρυγχωτού είναι, ο έγκαιρος μάλιστα εντοπισμός του με σκοπό τη αποτελεσματική αντιμετώπισή του. Μόνο αν εντοπιστεί έγκαιρα, πριν η ζημιά στον φοίνικα έχει ως αποτέλεσμα την ολοκληρωτική καταστροφή του, θα μπορέσει να σωθεί τόσο ο φοίνικας που έχει μολυνθεί όσο και οι υπόλοιποι φοίνικες στην περιοχή.

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν και που παράγονται από το κόκκινο σκαθάρι αλλά και των δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο, εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα. Αρχικά, στο περιβάλλον καταγραφής, η έλλειψη της κίνησης του κόκκινου σκαθαριού, είχε ως αποτέλεσμα να μην εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της συσκευής. Ωστόσο, το σύστημα μπορεί να καταγράψει τις δονήσεις του εντόμου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Το σύστημα μπορεί να καταγράψει τις παραγόμενες δονήσεις, συγκρίνοντας τα δεδομένα από το εργαστήριο με τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων.

Από την άλλη πλευρά, από την καταγραφή των δονήσεων από το επιταχυνσιόμετρο, δεν μπόρεσε να εξεταστεί ο εντοπισμός του σκαθαριού. Όπως προαναφέρθηκε, ο λόγος είναι η εποχή που έγιναν οι μετρήσεις (Φεβρουάριος), με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος να είναι μικρότερη από του 12 °C, θερμοκρασία πάνω από αυτή, που απαιτείται ώστε να είναι το έντομο ενεργό. Βέβαια για να είναι το έντομο ενεργό δεν είναι μόνο η θερμοκρασία να ξεπεράσει τους 12 °C αλλά και να είναι αρκετές ώρες της ημέρας η θερμοκρασία πάνω από τους 12 °C.

Βέβαια, από τη στιγμή που πραγματοποιείται με επιτυχία καταγραφή δονήσεων, κατά την παρουσία χαμηλών θορύβων, παρόμοιας συχνότητας με αυτής των σκαθαριών ο στόχος έχει επιτευχθεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EPPO, 2008. 'Data sheets on quarantine pests: *Rhynchophorus ferrugineus*'. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 38: 55–59.

Kontodimas, D. C., Milonas, P. G., Vassiliou, V., Thymakis, N., and Economou, D., 2005-2006. The occurrence of *Rhynchophorus ferrugineus* in Greece and Cyprus and the risk against the native Greek palm tree *Phoenix theophrasti*. *Entomologica Hellenica*

Murphy, S. T. and Briscoe, B. R., 1999. The red palm weevil as an alien invasive: biology and the prospects for biological control as component of IPM. *Biocontrol/ News and Information*, 20(1): 35N

Malumphy, C. and Moran, H., 2007. 'Red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus*'. Plant Pest Notice, Central Science Laboratory, Department for Environmental Food and Rural Affairs, UK. Διαθέσιμο online: <http://www.defra.gov.uk/plant/pestnote/2007/fifty.pdf>.

Ροδιτάκης, Ν., Ραγκούσης, Ν., Γρίσπου, Μ., Ροδιτάκης, Ε. Και Τσαγκαράκου, Α., 2007. Αξιολόγηση φερομονικών σκευασμάτων για το σκαθάρι των φοινικοειδών *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Rhynchophoridae). *Πρακτικά 12^{ου} Εντομολογικού Συνεδρείου*.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Georgika_Farmaka/Fytoeigionomikos_Elegxos/entomo_gia_foinikes111024.pdf

Αγγελακόπουλος Κυριάκος. “ Εξάπλωση, έγκαιρη διάγνωση της προσβολής και αντιμετώπιση του *Rhynchophorus ferrugineus*” Hellenic Mediterranean University. Bachelor Theses / Πτυχιακές εργασίες.

Ορφανάκη Ευαγγελία. “ Πληθυσμιακή μελέτη του κόκκινου ρυγχωτού κάνθαρου (*Rhynchophorus ferrugineus*) στη βόρεια ακτογραμμή της Κρήτης από Καρτερό έως Μίλατο “ Hellenic Mediterranean University. Bachelor Theses / Πτυχιακές εργασίες.

Σταμάτης Ευστράτιος, Φωτίου Αναστάσιος. “ Αυτόματη ακουστική ταυτοποίηση του κόκκινου ρυγχωτού κάνθαρου των φοινικοειδών” Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Μουσικής τεχνολογίας & Ακουστικής, Τ.Ε.Ι. Κρήτης Παράρτημα Ρεθύμνου.

Πολυμενάκος Νικόλαος Μάριος. “ Κατασκευή πρότυπου υλικού και λογισμικού συστήματος χαμηλού κόστους για καταγραφή και πρόληψη ασθενειών σε δέντρα “ Capstone Project Τμήμα Πληροφορικής Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Αλβανιτόπουλος Ευάγγελος. “Υλοποίηση συστήματος για συλλογή και επεξεργασία περιβαλλοντικών δεδομένων για τον καθορισμό του πληθυσμού του κόκκινου σκαθαριού.” Capstone Project Τμήμα Πληροφορικής Ιόνιο Πανεπιστήμιο