

ΒΟΛΟΣ, 2011

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Α. ΑΡΤΕΜΙΣ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

**“Δυναμική πληθυσμών του ρόδιου και του
πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού στην
περιοχή της Καρδίτσας”**

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Α. ΑΡΤΕΜΙΣ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Εξεταστική Επιτροπή

Παπαδόπουλος Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής,

Αναπληρωτής Καθηγητής

Γεωργικής Εντομολογίας

Φουντάς Σπύρος

Επίκουρος Καθηγητής Γεωργικής

Μηχανολογίας

Μυλωνάς Παναγιώτης

Ερευνητής Β', Μπενάκειο

Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον καθηγητή κ. Ν. Παπαδόπουλο, επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου διατριβής, τόσο για την επιλογή του θέματος και τη συνεχή καθοδήγηση κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους, όσο και για τις διαφωτιστικές υποδείξεις και διορθώσεις κατά τη συγγραφή του κειμένου και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Ευχαριστώ πολύ την ομάδα του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Π.Θ. και ιδιαίτερα τον κ. Κ. Ζάρπα για την βοήθεια του στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων, αλλά και την κα. Γκόγκου Χρυσούλα, συνάδελφο γεωπόνο, για τις πολύτιμες συμβουλές και διευκρινήσεις κυρίως για το πειραματικό τμήμα της διατριβής, καθώς και την ομάδα του Εργαστηρίου Μηχανολογίας και Γεωργικών Μηχανημάτων του Π.Θ. και ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σ. Φουντά και τον υποψήφιο διδάκτορα, κ. Βασίλη Λιάκο, για τη βοήθεια τους στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων χωρικής κατανομής. Επίσης θερμές ευχαριστίες οφείλω στον κ. Βάιο Λιακόπουλο, παραγωγό, για την βοήθεια του στην εγκατάσταση του δικτύου των θέσεων παγίδευσης και τη συλλογή των καρποφόρων οργάνων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένεια μου για τη βοήθεια, την υπομονή και τη συνεχή στήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκε η δυναμική πληθυσμών και η εποχική και χωρική κατανομή των πληθυσμών του πράσινου *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) και του ρόδινου σκουληκιού του βαμβακιού *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). Το πειραματικό τμήμα της διατριβής πραγματοποιήθηκε στο Ν. Καρδίτσας και συγκεκριμένα στο Δ. Καλλιφωνίου και διήρκεσε μια καλλιεργητική περίοδο, δηλαδή από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο του 2008.

Για τις ανάγκες του πειράματος εγκαταστάθηκε, σε αγροτεμάχια με βαμβάκι και αραβόσιτο, ένα δίκτυο δειγματοληψίας, αποτελούμενο από σαράντα θέσεις για το κάθε έντομο. Για την προσέλκυση των αρσενικών ατόμων χρησιμοποιήθηκαν συνθετικές φερομόνες φύλου και ο πληθυσμός τους καταγράφονταν κάθε εβδομάδα. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν και πέντε δειγματοληψίες καρποφόρων οργάνων. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, που αφορούσαν την πορεία πτήσης των ενηλίκων χρησιμοποιήθηκαν απλές στατιστικές μέθοδοι, ενώ για την ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορούσαν την χωρική κατανομή των δύο εντόμων χρησιμοποιήθηκαν γεωστατιστικές μέθοδοι. Τα στοιχεία που προέκυψαν αφορούν στην παρουσία, διασπορά, χωρική κατανομή και σχέση μεγέθους εντομολογικού πληθυσμού/ποσοστού προσβολής της καλλιέργειας βαμβακιού, για την περιοχή της Καρδίτσας.

Την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, με βάση τα αποτελέσματα των συλλήψεων στις παγίδες ενηλίκων παρατηρήθηκε αλληλεπικάλυψη των γενεών του πράσινου σκουληκιού. Το είδος της καλλιέργειας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων, σε αντίθεση με την εποχή του έτους που τον επηρέασε σημαντικά. Επιπλέον, δεν σημειώθηκε συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των συλλήψεων με το ποσοστό της προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού. Τέλος, το πρότυπο της χωρικής κατανομής του πράσινου σκουληκιού, μετά από την γεωστατιστική ανάλυση, ακολουθούσε την τυχαία κατανομή εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις όπου ο πληθυσμός παρουσίασε ομαδοποιημένη κατανομή.

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής έδειξαν και για το ρόδινο σκουλήκι σημαντική αλληλεπικάλυψη γενεών. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι σημαντικός αριθμός συλλήψεων καταγράφονται και μετά το τέλος του Σεπτεμβρίου και ενώ είχε πραγματοποιηθεί το πρώτο χέρι της συγκομιδής. Το είδος της καλλιέργειας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων ενώ η εποχή του έτους τον επηρέασε σημαντικά. Επίσης, δεν σημειώθηκε συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των συλλήψεων με το ποσοστό της προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού. Τέλος, το πρότυπο της χωρικής κατανομής του ρόδιου σκουληκιού, μετά από την γεωστατιστική ανάλυση, ακολουθούσε την τυχαία κατανομή.

Τα παραπάνω αποτελέσματα αποτελούν μια πρώτη προσπάθεια για τη μελέτη της χωρικής και εποχικής κατανομής των δύο σημαντικότερων εχθρών του βαμβακιού στην περιοχή της Καρδίτσας και μπορούν να αποτελέσουν βάση για μελλοντικές μελέτες με στόχο την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των παραπάνω εντόμων.

Summary

In the framework on the current graduate dissertation, we studied the temporal and spatial distribution of the *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) and pink bollworm *Pectinophora gossypiella* populations (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), the two main pests of cotton, in the area of Karditsa, Central Greece. The study was conducted in the area of Kallifoni Karditsa, and lasted for one growing season, i.e. from May until September 2008.

A sampling network consisting of 40 sampling points was established in cotton (mainly) and maze fields. Adult population of both species was followed by weekly records of captures in sex pheromone traps. Commercially available synthetic sex pheromones were used to attract males. Infestation rates were also determined in each sampling point by sampling cotton bolls, flowers and xtenia.... Data were analyzed following parametric statistics and geostatistics. In general, the information gained regards the presence, dispersal, spatial distribution and the relationship between insect population density and infestation rates by each of the two species above for the area of Karditsa.

The results of the current study reveals extensive overlapping of *H. armigera* generations. It was found that while the type of crop did not affect the number of captured insects, season (time of year) did. In addition, there has been no correlation between the number of captures with the percentage of infection in the fruiting bodies of cotton. Finally, the pattern of spatial distribution of *H. armigera* was rather random with a few exceptions, at specific dates, of a clustered type of distribution.

Furthermore, the results of the current study reveals extensive overlapping of *P. gossypiella* generations. It was found that while the type of crop did not affect the number of captured insects, season (time of year) did. In addition, there has been no correlation between the number of captures with the percentage of infection in the fruiting bodies of cotton. Finally, the pattern of spatial distribution of *P. gossypiella* was rather random.

The current study provides one of the few attempts to study the spatial and temporal distribution of the two main pests of cotton for the area of Karditsa, and

may be used as a foundation for further more detailed respective studies aiming at efficiently managing the population of the above pests.

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	9
1. Το βαμβάκι	11
1.1 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα	14
1.2 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην περιοχή μελέτης	15
1.3 Τα σημαντικότερα είδη βαμβακιού	16
1.4 Εχθροί του βαμβακιού	18
1.4.1 Πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού	21
1.4.1.1 Ξενιστές του <i>H. armigera</i>	24
1.4.1.2 Στάδια ανάπτυξης του <i>H. armigera</i>	26
1.4.1.3 Βιολογία του <i>H. armigera</i>	27
1.4.1.4 Προσβολή-Ζημίες του <i>H. armigera</i>	29
1.4.1.5 Αντιμετώπιση του <i>H. armigera</i>	31
1.4.2 Ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού	34
1.4.2.1 Ξενιστές του <i>P. gossypiella</i>	36
1.4.2.2 Στάδια ανάπτυξης του <i>P. gossypiella</i>	37
1.4.2.3 Βιολογία του <i>P. gossypiella</i>	38
1.4.2.4 Προσβολή - Ζημίες από το <i>P. gossypiella</i>	40
1.4.2.5 Φυσιικοί εχθροί του <i>P. gossypiella</i>	42
1.4.2.6 Αντιμετώπιση του <i>P. gossypiella</i>	43
1.5 Σκοπός της εργασίας.....	45
Κεφάλαιο 2. Υλικά και Μέθοδοι	49
1. Περιοχή μελέτης.....	49
1.1 Το κλίμα της περιοχής.....	50
1.2 Κλιματολογικά στοιχεία κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος....	51
2. Παρακολούθηση πληθυσμού ενηλίκων	54
2.1 Παγίδευση ενηλίκων.....	54
2.2 Δειγματοληψία καρποφόρων οργάνων	58
3. Χωρική κατανομή και Γεωστατιστική ανάλυση	60
Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα	64

1. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	64
1.1 Πορεία πτήσης ενηλίκων	64
1.1.1 Πράσινο σκουλήκι (<i>H. armigera</i>)	64
1.1.2 Ρόδινο σκουλήκι (<i>P. gossypiella</i>)	69
1.2 Προσβολές καρποφόρων οργάνων	75
2. Χωρική κατανομή πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού .	75
2.1 Πράσινο σκουλήκι (<i>H. armigera</i>).....	76
2.2 Ρόδινο σκουλήκι (<i>P. gossypiella</i>)	81
3. Συζήτηση	86
4. Συμπεράσματα	90
Βιβλιογραφία	92
Ελληνική	92
Ξενόγλωσση	93
Παράρτημα Ι: Εικόνες (πηγές).....	97
Παράρτημα ΙΙ.....	99
1. Πορεία πτήσης ανά καλλιέργεια	99
2. Πορεία πτήσης ανά μήνα.....	101
2.1 <i>H. armigera</i>	101
2.2 <i>P. gossypiella</i>	105
3. Συγκρίσεις στον αριθμό συλλήψεων ανά μήνα και ανά καλλιέργεια	109

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Το βαμβάκι είναι ένα από τα πιο σημαντικά βιομηχανικά φυτά και η καλλιέργειά του επηρεάζει την οικονομική ανάπτυξη και ευημερία σε πολλές χώρες του κόσμου. Είναι ένα φυτό που παράγει φυσική ίνα με απaráμιλλες ιδιότητες για πολλές χρήσεις. Η ίνα αυτή κλώθεται σε κλωστή και νήμα για την παραγωγή μαλακών υφασμάτων που επιτρέπουν τη διέλευση του αέρα και αποτελούν σήμερα το πιο διαδεδομένο ύφασμα από φυσικές ίνες στη βιομηχανία της ένδυσης. Παράλληλα δίνει τον σπόρο που είναι πλούσια πηγή ελαίου και πρωτεΐνης τόσο για την διατροφή του ανθρώπου όσα και για την κτηνοτροφία. Καλλιεργείται σε παγκόσμια κλίμακα με ετήσια παραγωγή περίπου 19 εκατ. τόνους εκκοκκισμένο βαμβάκι και με κύριες χώρες παραγωγής τις Η.Π.Α., Κίνα, Ινδία, Πακιστάν και Ουζμπεκιστάν, οι οποίες παράγουν περίπου το 70% της παγκόσμιας παραγωγής (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).



Εικόνα 1: Φυτά βαμβακιού την εποχή της συγκομιδής
(εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι)

Το βαμβάκι αποτελεί σήμερα για την Ελλάδα τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια και είναι ένα προϊόν με μεγάλη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία. Καλλιεργείται σε μια έκταση 4 εκατ. στρεμμάτων και με ετήσια παραγωγή που ξεπερνάει τους 1 εκατ. τόνους σύσπορου, εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό εισόδημα σε πάνω από 80 χιλιάδες αγροτικές οικογένειες. Σε ορισμένες περιοχές αποτελεί τη μοναδική πηγή εισοδήματος. Επίσης παρέχει εργασία σε 150 χιλιάδες περίπου αστικές οικογένειες που απασχολούνται

στα διάφορα στάδια της παραγωγής και μεταποίησης του προϊόντος (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Συμβάλλει δυναμικά στη βιομηχανική, οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη πολλών περιοχών της χώρας, προμηθεύει με πρώτη ύλη την ελληνική κλωστοβιομηχανία και είναι σημαντική πηγή συναλλάγματος. Η επέκταση σε τέτοιο βαθμό της καλλιέργειας του βαμβακιού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υψηλή, τουλάχιστον μέχρι πρότινος, επιδότηση της τιμής του από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Παρόλ' αυτά την τελευταία δεκαετία παρατηρείται έντονη ανησυχία για το μέλλον της βαμβακοκαλλιέργειας. Οι στρεμματικές αποδόσεις έπαψαν να αυξάνονται, οι τιμές πλέον δεν θεωρούνται ικανοποιητικές ιδιαίτερα μετά την εφαρμογή της Νέας Αγροτικής Πολιτικής, το ήδη υψηλό κόστος διογκώνεται και επιπλέον η ποιότητα του ελληνικού βαμβακιού έχει υποβαθμιστεί σε επικίνδυνο βαθμό για την ανταγωνιστικότητα του εθνικού μας προϊόντος. Επομένως οι βαμβακοκαλλιεργητές θα πρέπει να βρουν νέους τρόπους φιλικούς προς το περιβάλλον έτσι ώστε να μειώσουν το κόστος παραγωγής αλλά και να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Επιπλέον τα προβλήματα με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι οι βαμβακοπαραγωγοί κάθε χρονιά είναι πάρα πολλά. Ένα από τα πιο σημαντικά είναι ο αποτελεσματικός έλεγχος των παρασίτων που απειλούν την καλλιέργεια του βαμβακιού και που προκαλούν πολλές ζημιές. Σε πραγματικές όμως συνθήκες η εύρεση νέων τρόπων φιλικών προς το περιβάλλον αντιμετώπισης των εχθρών είναι κάτι εξαιρετικά δύσκολο, ειδικά αν λάβει κανείς υπόψη όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η μεγαλύτερη απόδοση της καλλιέργειας, είτε πρόκειται για μετεωρολογικές συνθήκες, είτε για άλλους εχθρούς ή ασθένειες, είτε ακόμα και από διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές.

Το βαμβάκι απειλείται από ένα μεγάλο αριθμό σοβαρών εχθρών και ασθενειών, που δυστυχώς προκαλούν σημαντικές οικονομικές ζημιές κάθε χρόνο στις καλλιέργειες του. Από τους πιο σημαντικούς εχθρούς του βαμβακιού ξεχωρίζουμε τα πράσινο και ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού. Επομένως οι παραγωγοί πρέπει οπωσδήποτε να αναζητήσουν νέες τεχνικές αντιμετώπισης των παραπάνω εχθρών για τις καλλιέργειες τους έτσι ώστε να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, το οποίο είναι αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων με αντίστοιχη

αύξηση της τιμής του προϊόντος τους αλλά με το μικρότερο δυνατό κόστος παραγωγής. Τέτοιες μέθοδοι είναι ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων και η διαχείριση εχθρών σε περιφερειακό επίπεδο με τη χρήση σύγχρονης τεχνολογίας, που όμως είναι δύσκολο να επιτευχθούν χωρίς την συμβολή των κρατικών φορέων.

1. Το βαμβάκι

Το βαμβάκι φαίνεται να καλλιεργείται από τα προϊστορικά ακόμα χρόνια. Υπάρχουν πολλές αναφορές σχετικά με τις χώρες προέλευσης του. Επικρατέστερες θεωρούνται εκείνες που αναφέρουν την Ινδία αλλά και την Αμερική και την Αίγυπτο ως χώρες προέλευσης.

Τα πιο παλιά στοιχεία που αποδεικνύουν την χρήση του βαμβακιού προέρχονται από την Ινδία γύρω στο 3000 π.Χ. περίπου. Υπάρχουν αναφορές για το βαμβάκι της Ινδίας ακόμη και από τον Ηρόδοτο, γύρω στο 445 π.Χ. αλλά και από άλλους αρχαίους συγγραφείς όπως είναι ο Θεόφραστος, ο Αρριανός και ο Αριστόβουλος. Επίσης βαμβακερά υφάσματα βρέθηκαν σε ανασκαφές της ίδιας περίπου ηλικίας αλλά και μεγαλύτερης ηλικίας στη κεντρική και νότια Αμερική όπως για παράδειγμα στο Μεξικό όπου βρέθηκαν υπολείμματα βαμβακιού και τα οποία χρονολογούνται γύρω στο 5.800 π.Χ. Η καλλιέργεια του βαμβακιού διαδόθηκε αρχικά από την Ινδία στην Αίγυπτο, την Κίνα και το Νότιο Ειρηνικό. Στην Ελλάδα, οι πρώτες αναφορές σχετικά με το βαμβάκι και την καλλιέργειά του δίνονται από τον Πausανία το 174 π.Χ. στην Ηλεία με το όνομα βύσσοις. Από την Ελλάδα και εξαιτίας της επεκτατικής πολιτικής του Μ. Αλεξάνδρου διαδόθηκε στις χώρες της ανατολικής Μεσογείου και στην Περσία. Αντίθετα με τις άλλες χώρες στην Κίνα, στην κατεχοχήν χώρα παραγωγής του μεταξιού, η διάδοση του βαμβακιού έγινε μετά την κατάκτηση της από τους Μογγόλους το 1280 (Τόλης, 1986).

Αν και το βαμβάκι ήταν γνωστό ήδη στη νότια Αμερική, η μεγάλης κλίμακας καλλιέργεια βαμβακιού στη βόρεια Αμερική άρχισε στο 16ο αιώνα με την άφιξη των πρώτων αποίκων στις νότιες σημερινές Ηνωμένες Πολιτείες (Tortora and Collier, 1997). Μέχρι και τα μέσα του 18^{ου} αιώνα η επεξεργασία του βαμβακιού για νήμα

και ύφασμα γινόταν με πρωτόγονα μέσα. Μετά την ανακάλυψη της ιπτάμενης σαΐτας από τον John Kay αλλά και των πρώτων κλωστικών μηχανών από τους Crompton και Cartwright σημειώθηκε σημαντική πρόοδος όσον αφορά την ταχύτητα της ύφανσης. Βέβαια, η μεγαλύτερη άνοδος στην παραγωγή βαμβακιού συνδέεται με την εφεύρεση του "saw-tooth cotton gin", ένα είδος εκκοκκιστικής μηχανής από τον Eli Whitney το 1793 (Kadolph and Langfold, 1998) αλλά και του πρώτου πριονωτού εκκοκκιστηρίου από τον Hodgen Holms μερικά χρόνια αργότερα. Οι εφευρέσεις αυτές από τους Whitney και Holms αποτέλεσαν την αρχή της εκκοκκιστικής βιομηχανίας που είχε μεγάλη επίδραση στην ανάπτυξη της βαμβακοκαλλιέργειας. Όπως είναι φυσικό με τη νέα αυτή τεχνολογία, ήταν δυνατό να παραχθούν περισσότερες ίνες βαμβακιού σε μικρότερο χρόνο, κάτι που οδήγησε στις μεγάλες αλλαγές στην κλωστοϋφαντουργία, ειδικά στην Αγγλία.

Από τα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα και μετά, παρόλο που η παραγωγή του βαμβακιού παρουσίασε σημαντική άνοδο, οι μέθοδοι καλλιέργειας δεν αναπτύχθηκαν ιδιαίτερα. Η σπορά γινόταν με τα ζώα, η καταστροφή των ζιζανίων με το χέρι ενώ η λίπανση ήταν πολύ περιορισμένη (Τόλης, 1986). Όμως από το 1935 και μετά την βιομηχανική επανάσταση αυξάνεται η χρησιμοποίηση των λιπασμάτων, κατασκευάζονται διάφορα αρδευτικά συστήματα για την άρδευση των καλλιεργειών ενώ παράλληλα γίνονται οι πρώτες προσπάθειες για την αντιμετώπιση των εχθρών του βαμβακιού. Όλα αυτά είχαν σαν αποτέλεσμα την προοδευτική αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων. Μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου, η εκμηχάνιση των καλλιεργειών είναι πλήρης. Χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα για την σπορά όπως είναι οι σπορείς ακριβείας, ενώ για την συγκομιδή κατασκευάζονται ειδικές συλλεκτικές μηχανές. Επίσης, χρησιμοποιούνται ζιζανιοκτόνα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων και διάφορα άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα για τους εχθρούς και τις ασθένειες της καλλιέργειας.

Την ίδια περίπου εποχή εντατικοποιείται και η έρευνα για τη δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά και έμφαση στην ανθεκτικότητα των συνθηκών καταπόνησης. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι ανθεκτικές στους εχθρούς είναι οι ποικιλίες ενός φυτού, οι οποίες μπορούν με καλύτερο τρόπο να ανταπεξέρχονται, συγκριτικά με άλλες, στο ίδιο περιβάλλον

(Τόλης, 1986). Η ανθεκτικότητα του φυτού θα μπορούσε από μόνη της να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό παράγοντα μείωσης της προσβολής από τα έντομα και να συντελέσει στη μείωση του κόστους παραγωγής, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος αφού δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του. Επίσης δεν βλάπτονται οι ωφέλιμοι οργανισμοί, αλλά και ο ίδιος ο άνθρωπος, κάτι που δεν συμβαίνει πάντα την χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Παρότι έχουν γίνει αρκετά πειράματα, με πολύ καλά αποτελέσματα, μέχρι σήμερα δεν έχει δημιουργηθεί ποικιλία βαμβακιού με παραδοσιακές τεχνικές με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ανοχής ή αντοχής στις προσβολές από τα έντομα, τουλάχιστον καμία που να κυκλοφορεί στο εμπόριο. Αναμφίβολα, η τεχνικές της κλασικής βελτίωσης πρέπει να ενισχυθούν, ειδικά από το κράτος, έτσι ώστε να δημιουργηθούν νέες καλύτερες ποικιλίες, οι οποίες εξάλλου αποτελούν και την προϋπόθεση για την δημιουργία των διαγονιδιακών ποικιλιών (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Με την αλματώδη εξέλιξη της βιοτεχνολογίας οι επιστήμονες δημιούργησαν γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες βαμβακιού. Τα διαγονιδιακά αυτά φυτά έχουν τροποποιηθεί έτσι ώστε να παράγουν εντομοκτόνες πρωτεΐνες (τοξίνες) από το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (BT) και μπορούν με αυτό τον τρόπο να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του σημαντικού εχθρού (Tabashnik et al, 2003). Οι γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες βαμβακιού παράγουν τις τοξίνες Cry1Ac για αντοχή στα *Heliothis virescence*, *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella* και Cry2Ab για αντοχή στα *Spodoptera frugiperla*, *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni*, *Pseudoplusia includens* (Χατζηγεωργίου, 2006).

Η τελευταία εξέλιξη στον τομέα της καλλιέργειας του βαμβακιού αφορά στην υιοθέτηση γενετικώς τροποποιημένων φυτών (στην Αμερικανική Ήπειρο κυρίως) (Γιαννοπολίτης, 2004). Για την Ευρωπαϊκή Ένωση συγκεκριμένα, το γενετικά τροποποιημένο βαμβάκι που και θεσμοθετημένα κυκλοφορεί στα πλαίσια της αγοράς από την εταιρεία Monsanto και είναι εγκεκριμένο για βαμβακέλαιο και έτοιμα φαγητά (τηγανισμένα ή ψημένα) ή διάφορα σνακ με βαμβακέλαιο, είναι τα παρακάτω:

- με τροποποίηση (event) 1445 για ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα, με ημερομηνία έγκρισης 19/12/2002 (Καν. 258/97 άρθρο 2)
- με τροποποίηση (event) 531 για προστασία από έντομα με ημερομηνία έγκρισης 19/12/2002 (Καν. 258/97 άρθρο 5) (Γιαννοπολίτης, 2004).

1.1 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα φαίνεται να έχει ξεκινήσει από τον 2^ο μ.Χ. αιώνα, ύστερα από την εισαγωγή του από την Συρία ή την Κύπρο. Σύμφωνα με ιστορικές αναφορές, στα τέλη του 17^{ου} αιώνα η παραγωγή στην Μακεδονία και τη Θεσσαλία ήταν τόσο μεγάλη που ξεκίνησαν και τις εξαγωγές ενώ τον 18^ο αιώνα αναπτύχτηκε και η κλωστοϋφαντουργία στην ιστορική κοινότητα των Αμπελακίων. Ο εμφύλιος πόλεμος της Αμερικής αποτέλεσε ένα σημαντικό παράγοντα για την περεταίρω ανάπτυξη της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα λόγω της έλλειψης που δημιουργήθηκε. Από το 19^ο αιώνα άρχισε η εισαγωγή αμερικάνικου βαμβακόσπορου στην Ελλάδα.

Ιδιαίτερα τον προηγούμενο αιώνα η εξέλιξη του βαμβακιού στην Ελλάδα ήταν ιδιαίτερα εντυπωσιακή. Η καλλιεργούμενη έκταση από 150-200 χιλιάδες στρέμματα το 1930-1932, φτάνει τα 2,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1963. Η στρεμματική απόδοση σε εκκοκκισμένο βαμβάκι τετραπλασιάζεται και η παραγωγή από 2.500 τόνους, πλησιάζει σήμερα τους 160 χιλιάδες τόνους (Γκόγκου, 2009). Οι ικανοποιητικές τιμές του βαμβακιού, σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες, η χρησιμοποίηση κατάλληλων ποικιλιών, η βελτιωμένη τεχνική της καλλιέργειας και η αύξηση των ποτιστικών εκτάσεων είναι οι κυριότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στην τόσο γρήγορη εξέλιξη της καλλιέργειας του βαμβακιού.

Η ποιότητα του ελληνικού βαμβακιού είναι εξαιρετική και έχει γίνει ένα από τα πιο δυναμικά βιομηχανικά φυτά της χώρας. Εξασφαλίζει εισόδημα σε πολλές αγροτικές οικογένειες αλλά και σε όσους απασχολούνται σε βιοτεχνίες και βιομηχανίες μεταποίηση του, εκκοκκιστήρια, κλωστήρια, υφαντήρια, πλεκτήρια, βαφεία, εργοστάσια κατασκευής ενδυμάτων και ετοιμών βαμβακερών ειδών κ.λ.π.

1.2 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην περιοχή μελέτης

Ο νομός Καρδίτσας είναι ένας από τους κατ' εξοχήν βαμβακοπαραγωγικούς νομούς της χώρας, καθώς τα τελευταία 30 χρόνια η καλλιέργεια βαμβακιού αποτελεί σχεδόν μονοκαλλιέργεια για το Νομό. Κατά το έτος 1994 το βαμβάκι έφτασε να καλύπτει 850.000 στρέμματα από τα 1.150.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης του Νομού Καρδίτσας, ενώ τα τελευταία χρόνια κάλυπτε συνεχώς πάνω από το 45% της καλλιεργήσιμης έκτασης του Νομού. Το 2006, παρότι η εφαρμογή της μεταρρυθμισμένης Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Κ.Α.Π.) είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκτάσεων σε αγρανάπαυση και τη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων βασικών καλλιεργειών (καπνός, ζαχαρότευτλα, βιομηχανική τομάτα κ.λ.π), η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι στο νομό δεν μειώθηκε σημαντικά (Δ/ση Βιομηχανικών Φυτών και Ο.Σ.Δ.Ε. Ν. Καρδίτσας, Γκόγκου, 2008).



Εικόνα 2: Καλλιέργεια του *Gossypium hirsutum* στην περιοχή της Καρδίτσας

Στο νομό Καρδίτσας, όπου διενεργήθηκε το πειραματικό τμήμα της παρούσας διατριβής, το βαμβάκι αποτελεί τη σημαντικότερη καλλιέργεια. Βάσει στοιχείων του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Επιδοτήσεων (Ο.Σ.Δ.Ε.) του ΟΠΕΚΕΠΕ για το 2008, η καλλιέργεια του βαμβακιού απαριθμεί 44.679,8 στρέμματα, που αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής

καλλιεργούμενης έκτασης του νομού, ενώ ακολουθούν ο αραβόσιτος με 7.052,5 στρέμματα και τα σιτηρά 21.297,2 στρέμματα. Βλέπουμε λοιπόν ότι πρόκειται για μια κατεξοχήν βαμβακοπαραγωγό περιοχή, η οποία εξαρτάται οικονομικά από τις αποδόσεις της καλλιέργειας.

1.3 Τα σημαντικότερα είδη βαμβακιού

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας Malvaceae. Το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει συνολικά 49 είδη βαμβακιού, και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία στα μορφολογικά χαρακτηριστικά (Χατζηγεωργίου, 2006). Το βαμβάκι, αν και ιθαγενές σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές καλλιεργείται και εκτός τροπικής ζώνης φθάνοντας βόρεια ως την Ουκρανία και νότια ως Αυστραλία (Παπακώστα, 2002). Περιλαμβάνει είδη πολυετή που έχουν τη μορφή δέντρου και είδη ετήσια που καλλιεργούνται εντατικά για την παραγωγή ίνας και σπόρου (Pervical et al., 1999, Χατζηγεωργίου, 2006). Τέσσερα είναι τα κυρίως καλλιεργούμενα είδη βαμβακιού για την παραγωγή ίνας και σπόρου, το *G. arboreum* L., το *G. herbaceum* L., το *G. hirsutum* L. και το *G. barbadense* L.. Από τα παραπάνω είδη, σήμερα καλλιεργούνται κυρίως μόνο τα δύο είδη. Το *G. hirsutum* που καλύπτει το 95% της παγκόσμιας έκτασης και το σύνολο της παραγωγής στην Ελλάδα (Τόλης, 1986) και το *G. barbadense*.

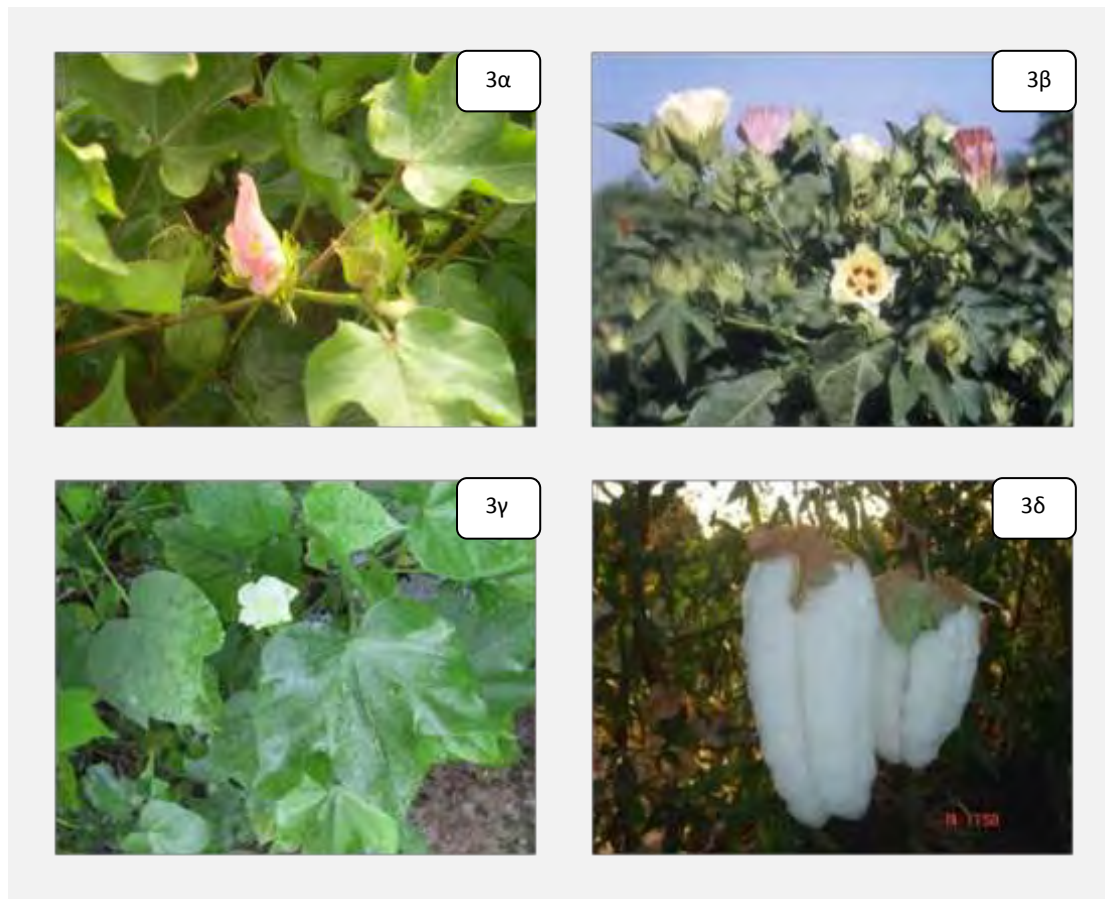
Στο *G. hirsutum* (χνοώδες βαμβάκι) (εικόνα 3α) ανήκουν όλα τα αμερικάνικα βαμβάκια τύπου "upland". Είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος σε όλο τον κόσμο. Τα φυτά είναι μικροί ετήσιοι θάμνοι που φτάνουν έως και τα 2 m και έχουν μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς τα μορφολογικά γνωρίσματα (φύλλα με 3-5 λοβούς, τριγωνικά βράκτια φύλλα, στρογγυλοειδή ή επιμήκη καρύδια με 3 ή 5 χώρους). Το *G. hirsutum* καλύπτει το 95% της παγκόσμιας έκτασης και το σύνολο της παραγωγής στην Ελλάδα. Τα καλλιεργούμενα βαμβάκια του είδους αυτού ανήκουν στη βοτανική ποικιλία *Latifolium* που διακρίνεται για την προσαρμοστικότητά της στις υποτροπικές περιοχές (Τόλης, 1986).

Στο είδος *G. barbadense* (εικόνα 3β) ανήκουν τα αιγυπτιακά βαμβάκια και είναι ετήσια φυτά ή πολυετείς θάμνοι που ξεπερνούν τα 3 μ. με ποικίλα

μορφολογικά χαρακτηριστικά (φύλλα με 3-5 λοβούς, βράκτια και άνθη ανεπτυγμένα και καρύδια επιμήκη με 3-4 χώρους). Τα φυτά αυτά είναι τύπου “sea island” και χαρακτηρίζονται από το μεγάλο μήκος, τη λεπτότητα και τη στιλπνότητα της ίνας (Τόλης, 1986). Ποικιλίες αυτού του είδους δεν καλλιεργούνται στην Ελλάδα, λόγω της μεγάλης οψιμότητας που τις χαρακτηρίζει και που έχει ως αποτέλεσμα να μην προλαβαίνουν να ωριμάσουν (Χατζηγεωργίου, 2006).

Τα άλλα δύο είδη που καλλιεργούνται σήμερα, αλλά σε πολύ περιορισμένη έκταση είναι το *G. herbaceum* (ποώδες βαμβάκι)(Εικόνα 3γ) και το *G. arboreum* (δενδρώδες βαμβάκι)(Εικόνα 3δ). Το *G. herbaceum*, το οποίο είναι αυτοφυές στην Ινδία, στο Πακιστάν και σε χώρες της Αφρικής, ήταν το κυρίως καλλιεργούμενο είδος στις χώρες καταγωγής του. Η καλλιέργεια του *G. herbaceum* έχει εγκαταλειφθεί στην Ελλάδα λόγω της κοντής ίνας του, της ευπάθειας σε ασθένειες, της οψιμότητας και της χαμηλής απόδοσης (Τόλης, 1986). Το *G. arboreum*, που καλλιεργείται στην Ινδία, έχει μονοετείς και πολυετείς τύπους που φθάνουν σε ύψος τα 2 μέτρα (Τόλης, 1986).

Τα υπόλοιπα είδη του γένους *Gossypium* είναι άγρια, αυτοφυή και αποτελούν πηγές γενετικού υλικού για τους βελτιωτές στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Ορισμένα είδη του γένους *Gossypium* που έχουν χρησιμοποιηθεί από τους βελτιωτές είναι το *G. thurberi* (Torado) αυτοφυές στις ΗΠΑ, το οποίο χαρακτηρίζεται για την ανθεκτικότητα του στο ψύχος, το *G. armourianum* (Kearney) και *G. anomalum* (Wawra and Peyritch) για την ανθεκτικότητα τους στο βακτήριο *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*, το *G. tomentosum* (Nuttall ex Seemann) ιθαγενές είδος της Χαβάης για τη δημιουργία φυτών χωρίς νεκτάρια (nectariless trait), το *G. darwinii* (Watt) για την ανθεκτικότητα του στο *Furarium* και το *Verticillium* (Pervical et al., 1999).



Εικόνα 3: Τα είδη του βαμβακιού. (α) *G. hirsutum*, (β) *G. barbadense* (εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι), (γ) *G. herbaceum* (εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι), (δ) *G. arboretum* (εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι)

1.4 Εχθροί του βαμβακιού

Περισσότερα από 1.326 είδη εντόμων, που ανήκουν σε 700 γένη, έχουν βρεθεί να τρέφονται στο βαμβάκι (Γκόγκου, 2009). Οι γλυκές εκκρίσεις των αδένων του, το μαλακό περιεχόμενο των αναπτυσσόμενων καρυδιών και σπόρων, τα πλατειά χυμώδη φύλλα, η μακρά περίοδος που το βαμβακόφυτο παραμένει στον αγρό και η συνεχής αύξηση του φυτού κάνουν το βαμβάκι ιδιαίτερα ελκυστικό στα έντομα. Ευτυχώς τα περισσότερα από τα παραπάνω είδη εντόμων είναι μικρής ή καθόλου οικονομικής σημασίας για το βαμβάκι.

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται οι πιο σημαντικοί εχθροί που προσβάλλουν την καλλιέργεια του βαμβακιού, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης και το τμήμα του φυτού που προσβάλλουν.

Πίνακας 1: Οι σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού στη χώρα μας (από Χατζηγεωργίου, 2006, τροποποιημένος)

Στάδιο του φυτού	Προσβολή σπόρου στο έδαφος	Προσβολή των φυτών πριν την εμφάνιση των χτενιών	Προσβολή ανεπτυγμένων φυτών			
Μέρος του φυτού που προσβάλλει	Σπόρος	Στελέχη	Φύλλα	Φύλλα	Χτένια	Καρύδια
Εχθρός	<i>Agriotes</i> spp., <i>Delia platura</i>	<i>Agriotes</i> spp., <i>Agrotis</i> spp., <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	<i>Aphis gossypii</i> , <i>Spodoptera littoralis</i> , <i>Thrips tabaci</i> , <i>Tetranychus</i> spp.	<i>Aphis gossypii</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Empoasca</i> spp., <i>Spodoptera littoralis</i> , <i>Thrips tabaci</i> , <i>Tetranychus</i> spp.	<i>Helicoverpa armingera</i> , <i>Pectinophora gossypiella</i> , <i>Lygus</i> spp.	<i>Helicoverpa armingera</i> , <i>Pectinophora gossypiella</i>

Οι παραπάνω εχθροί μεμονωμένοι ή και σε συνδυασμό αλλά και με την επίδραση δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών αλλά και λανθασμένων χειρισμών από τους γεωργούς, μπορούν να αποβούν μοιραίοι για την εξέλιξη της καλλιέργειας.

Στη Δυτική πλευρά της Ελλάδας (Ηλεία, Μεσολόγγι, Πρέβεζα) οι σημαντικότεροι εχθροί είναι το ρόδινο σκουλήκι, το πράσινο σκουλήκι, οι θρίπες, οι αφίδες, ο αλευρώδης και ο τετράνυχος. Στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα, (Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη) οι επικρατέστεροι εχθροί είναι το πράσινο σκουλήκι (Εικόνα 4α), ο θρίπας (Εικόνα 4β), ο αλευρώδης (Εικόνα 4γ), οι αφίδες (Εικόνες 4ε, στ) και ο τετράνυχος (Εικόνα 4ζ). Όσον αφορά στο ρόδινο σκουλήκι (Εικόνα 8), αυτό ενδημεί σε συγκεκριμένες περιοχές της ζώνης όπως Αλμυρός, Λάρισα, Γιαννιτσά και Θεσσαλονίκη που οι κλιματικές συνθήκες το ευνοούν (Γκόγκου, 2009).



Εικόνα 4: Οι σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού. (α) *H. armigera*, (β) *P. gossypiella*, (γ) *Thrips tabaci*, (δ) *Bemisia tabaci*, (ε) *Aphis gossypii*, (στ) *Myzus persicae*, (ζ) *Tetranychus urticae* (εικόνες από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι)

Είναι φανερό πως το πράσινο (*H. armigera*) και το ρόδινο σκουλήκι (*P. gossypiella*) είναι ίσως οι σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού στη χώρα μας. Σε ορισμένα έτη τα έντομα αυτά μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές οικονομικές ζημιές στους παραγωγούς διότι έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις (το πράσινο σκουλήκι είναι και μεταναστευτικό), παρουσιάζουν αλληλεπικαλυπτόμενες γενιές, τα θηλυκά τους γεννούν μεγάλο αριθμό αβγών, είναι πολυφάγα και προσαρμόζονται εύκολα σε διάφορα οικοσυστήματα, ενώ τα τελευταία έτη παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε πολλές κατηγορίες εντομοκτόνων (Γκόγκου, 2009). Τα δύο αυτά είδη εντόμων είναι ικανά να προσβάλλουν τα

καρποφόρα όργανα του βαμβακόφυτου μειώνοντας τις στρεμματικές αποδόσεις και υποβαθμίζοντας την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Τα τελευταία έτη έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από διάφορους επιστήμονες για να δημιουργηθούν ποικιλίες βαμβακιού με ανθεκτικότητα στα προαναφερθέντα έντομα. Ωστόσο μέχρι σήμερα, δεν έχει δημιουργηθεί καμία εμπορική ποικιλία βαμβακιού με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που δίνουν ανθεκτικότητα στα έντομα, καθώς σε πολλές περιπτώσεις τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της ανθεκτικότητας δε συμπίπτουν με επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών (Γκόγκου, 2009). Η βελτίωση του βαμβακιού επιδιώκεται μέσω της βιοτεχνολογίας και ειδικότερα μέσω της καλλιέργειας ιστών και κυττάρων και της μοριακής γενετικής.

Η καλλιέργεια ιστών και κυττάρων άρχισε να χρησιμοποιείται στα φυτά εδώ και 60 περίπου χρόνια. Με την καλλιέργεια διάφορων ιστών σε κατάλληλα υποστρώματα, δημιουργήθηκαν, σε πειραματικό στάδιο απολύτως φυσιολογικά φυτά διαφόρων ειδών όπως και του βαμβακιού.

Με τη μοριακή γενετική στην βιοτεχνολογία επιδιώκεται η απομόνωση και η μεταφορά γονιδίων από ένα οργανισμό σε έναν άλλο. Οι επικρατέστερες κατηγορίες γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών βαμβακιού είναι:

- Ποικιλίες στις οποίες μεταφέρθηκαν τα γονίδια Bt από τον *Bacillus thuringiensis* για τον έλεγχο των λεπιδοπτέρων και ειδικότερα του γένους *Heliothis* και *Pectinophora*. Γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες βαμβακιού που παράγουν τις τοξίνες Cry1Ac για αντοχή στα *Heliothis virescens*, *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella* και Cry2Ab για αντοχή στα *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni*, *Pseudoplusia includens* (Χατζηγεωργίου, 2006).
- Ποικιλίες με τα γονίδια ανθεκτικότητας σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα, όπως είναι το Roundup.
- Ποικιλίες που έχουν και τις δύο παραπάνω κατηγορίες γονιδίων.

1.4.1 Πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού

Helicoverpa armigera (Huebner, 1808) (*Heliothis armigera*, *Chloridea obsoleta*, *Heliothis obsoleta*) (Lepidoptera – Noctuidae), κν. πράσινο σκουλήκι

Πίνακας 2: Ταξινόμηση του *H. armigera*
(http://en.wikipedia.org/wiki/Helicoverpa_armigera)

Βασίλειο	<i>Animalia</i>
Φύλο	<i>Arthropoda</i>
Κλάση	<i>Insecta</i>
Τάξη	<i>Lepidoptera</i>
Οικογένεια	<i>Noctuidae</i>
Γένος	<i>Helicoverpa</i>
Είδος	<i>armigera</i>
Συνώνυμα	<i>Heliothis armigera</i> , <i>Chloridea obsoleta</i> , <i>Heliothis obsoleta</i>
Κοινό όνομα	<i>Old World (African) bollworm, corn earworm, cotton bollworm</i>

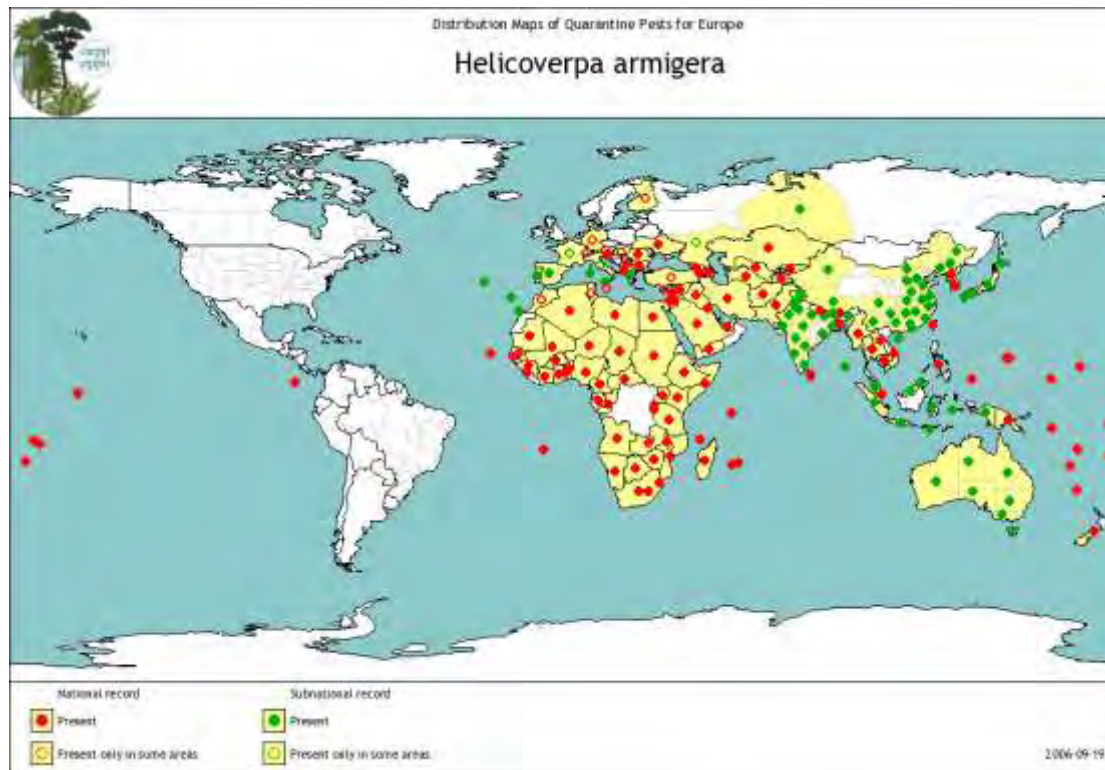
Το πράσινο σκουλήκι, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2 ανήκει στην οικογένεια Noctuidae, της τάξης των Λεπιδοπτέρων. Συνώνυμα του *Helicoverpa armigera* είναι *Heliothis armigera* (Hübner), *Chloridea armigera* (Hübner), *Heliothis obsoleta* (Auctorum), *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa obsoleta* (Auctorum), *Heliothis fusca* (Cockerell), *Heliothis rama* (Bhattacharjee & Gupta), *Noctua armigera* (Hübner) και το κοινό του όνομα, πράσινο σκουλήκι (american bollworm).

Τα είδη του γένους *Helicoverpa* αποτελούν σοβαρούς εχθρούς των αγροοικοσυστημάτων σ' όλο τον κόσμο περιλαμβάνοντας τις καλλιέργειες του βαμβακιού, καπνού, αραβοσίτου και τομάτας. Ειδικά στην Αυστραλία το *H. armigera* είναι διαδεδομένο σε πολλές καλλιέργειες και αποτελεί και τον σημαντικότερο εχθρό του βαμβακιού (Hearn and Fitt, 1992; Fitt, 1994). Παρόλο του υψηλού βαθμού φυσικής θνησιμότητας του εντόμου συχνά επιβάλλεται η αντιμετώπιση του με συνθετικά εντομοκτόνα (Fitt, 1994). Το πράσινο σκουλήκι είναι ιδιαίτερα πολυφάγο, καθώς τρέφεται με ένα μεγάλο εύρος καλλιεργήσιμων και μη

φυτών, τόσο μέσα αλλά και έξω από τα όρια της καλλιεργήσιμης περιοχής. (Fitt et al., 1990; Gregg et al., 1993).

Το *H. armigera* είναι ένας από τους σημαντικότερους πολυφάγους εχθρούς της υποοικογένειας Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae) (Matthews, 1991) και απαντάται από τη νότια Ευρώπη και την Αφρική μέσω της ινδικής υπό-ηπείρου στη Νοτιοανατολική Ασία, και από εκεί στην Κίνα, την Ιαπωνία, την Αυστραλία και τα νησιά του Ειρηνικού (Reed and Pawar, 1982). Στην Ευρώπη, το *H. armigera* απαντάται σε πολλές χώρες όπως η Αυστρία, η Τσεχία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ουγγαρία, η Ιταλία και η Λιθουανία, ενώ σε ορισμένες χώρες, μεταξύ των οποίων και η χώρα μας, το έντομο είναι ευρύτατα διαδεδομένο (Lammers & MacLeod, 2007). Στην Εικόνα 5 που ακολουθεί, απεικονίζεται η παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του εντόμου.

Στη χώρα μας, αποτελεί έναν από του επικρατέστερους εχθρούς της βαμβάκοκαλλιέργειας σε Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη, Πελοπόννησο (Ηλεία, Σκάλα Λακωνίας), Στερεά Ελλάδα (Βοιωτία, Φθιώτιδα), Αιτωλοακαρνανία, Ήπειρο (Πρέβεζα), προκαλώντας συνήθως τοπικές, περιορισμένης έκτασης και έντασης προσβολές. Όμως σε ευνοϊκές για το έντομο χρονιές, αναπτύσσονται μεγάλοι πληθυσμοί που προκαλούν σοβαρές οικονομικές ζημιές (Τόλης, 1986, Μυρωνίδης, 2009). Ορισμένες χρονιές εμφανίζεται με επιδημική μορφή στην Ελλάδα όπως το 1983 που η ζημία στην παραγωγή έφτανε μέχρι 70% σε ορισμένες περιοχές και αγρούς (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).



Εικόνα 5 : Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του *H. armigera*
(εικόνα από Διαδίκτυο, Βλ. Παρ. Ι)

Για το πράσινο σκουλήκι, αναφέρεται ότι ετησίως το κόστος καταπολέμησης του και οι απώλειες παραγωγής παγκοσμίως ανέρχονται σε 5 δισεκατομμύρια δολάρια (<http://www.genomealliance.org.au/projects/Bollworm/Bollworm.htm>). Στην Ινδία και την Κίνα το 50% των συνολικά χρησιμοποιούμενων εντομοκτόνων, χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του *H. armigera* (Γκόγκου, 2009).

1.4.1.1 Ξενιστές του *H. armigera*

Το πράσινο σκουλήκι θεωρείται για τη βαμβακοκαλλιέργεια της χώρας μας, για ορισμένα τουλάχιστον έτη, ένας από τους πιο επικίνδυνους εχθρούς. Σε φυτείες με σοβαρή προσβολή, η παραγωγή μπορεί να μειωθεί σε τέτοιο βαθμό που η καλλιέργεια να γίνεται αντισυμβατική (Τόλης, 1986).

Στη χώρα μας προσβάλλει κυρίως αραβόσιτο, βαμβάκι, και τομάτα, μπορεί όμως να προσβάλλει και καπνό, πιπεριά, σόργο, αγγούρια, λινάρι, ποώδη ψυχανθή,

κουνουπίδι, οπωροφόρα δέντρα όπως πυρηνόκαρπα και εσπεριδοειδή και άλλα καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά.

Στον Πίνακα 3 παρατίθενται οι σημαντικότεροι ξενιστές του *H. armigera* ανάλογα με την περιοχή προέλευσης.

Πίνακας 3: Οι σημαντικότεροι ξενιστές του *H. armigera* ανάλογα με την περιοχή προέλευσης (Vavilon, 1992, τροποποιημένος)

Περιοχή προέλευσης	Νότιο-ανατολική Ασία	Ινδία	Νοτιοδυτική Ασία	Μεσόγειος	Αιθιοπία	Κεντρική-Νότια Αμερική
Οι σημαντικότεροι ξενιστές του <i>H. armigera</i> ανάλογα με την περιοχή προέλευσης	Σόγια (<i>Glycine max</i> L.)	Ρεβιθιά (<i>Cicer arietinum</i> L.),	Μηδική (<i>Medicago sativa</i> L.),	<i>Triticum spp.</i>	Ρεβιθιά (<i>Cicer arietinum</i>)	Φασόλια (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
	Πορτοκαλιά (<i>Citrus sinensis</i> Osb.)	Φασολιά (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.)	<i>Ricinus spp.</i> ,	Όσπρια (<i>Pisum sativum</i> , <i>Lens esculenta</i> , <i>Cicer arietinum</i>)	<i>Vigna spp.</i> , <i>Lupinus (Lupinus spp.)</i>	Καλαμπόκι (<i>Zea mays</i> L.)
	<i>Brassica spp.</i>	<i>Vigna spp.</i>	Φασολιά (<i>Pisum sativum</i> L.)	Παντζάρι (<i>Beta vulgaris</i> L.)		Βαμβάκι (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)
	<i>Panicum spp.</i>	<i>Dolichos spp.</i> Σόργος (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.)	Φακή (<i>Lens esculenta</i> Moench)	Λάχανο (<i>Brassica oleraceae</i> L.)		Καπνός (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)
	<i>Phaseolus spp.</i>	<i>Hibiscus spp.</i>	Ρεβιθιά, Φασολιά (<i>Vigna radiata</i> L.)	Μαρούλι (<i>Lactuca sativa</i> L.)		Τομάτα (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.)
		<i>Amaranthus spp.</i>		<i>Lupinus spp.</i>		<i>Capsicum spp.</i>
		<i>Citrus spp.</i>		Γαϊδουράγ καθο (<i>Sonchus oleraceus</i> L.)		

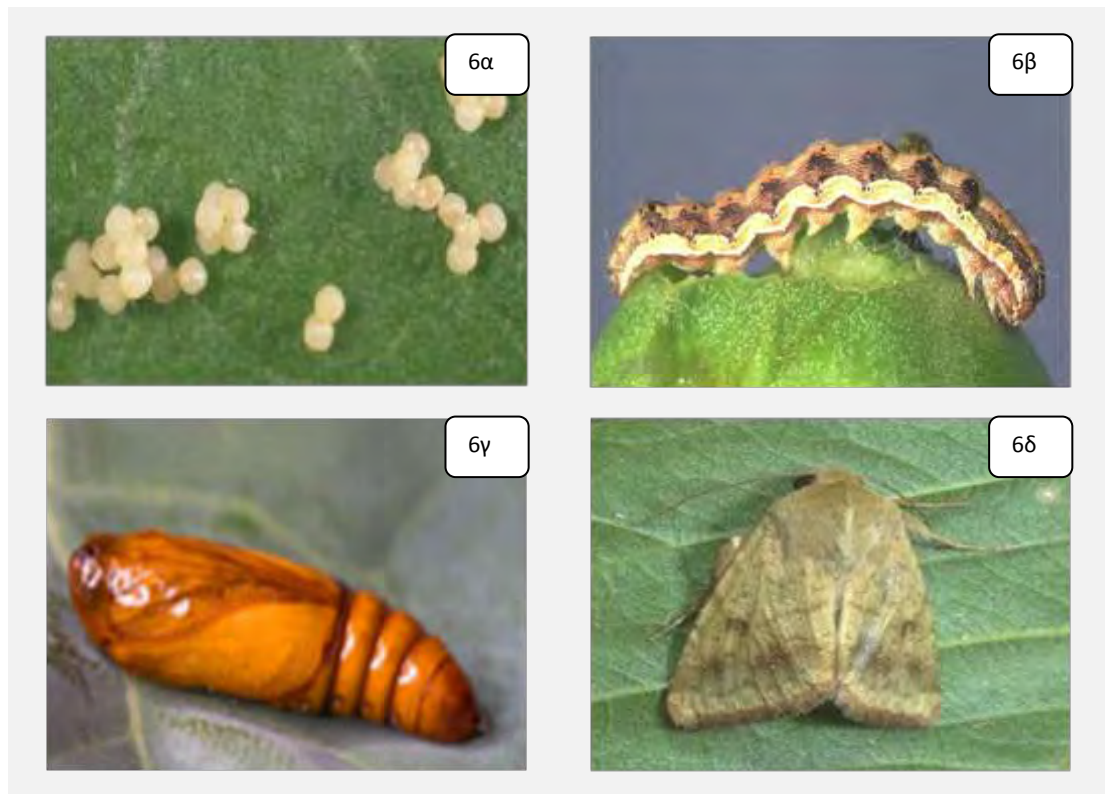
1.4.1.2 Στάδια ανάπτυξης του *H. armigera*

Το **αβγό** είναι ημισφαιρικό με 24 κατά μήκος αυλακώσεις (Εικόνα 6α). Το σχήμα του θυμίζει αρκετά το σκελετό αχινού (Σταμόπουλος, 1995). Στην αρχή είναι λευκό και πριν την εκκόλαψη γίνεται σκούρο καφέ. Έχει διάμετρο 0.4-0.5mm.

Η νεοεκκολαφθείσα **προνύμφη** στην αρχή έχει χρώμα υποκίτρινο και μήκος 1 mm περίπου, ενώ το κεφάλι της και τα τελευταία τμήματα της είναι μαύρα. Στην επιφάνεια του σώματος της υπάρχουν μαύρα φυμάτια, τα οποία καλύπτονται από τρίχες. Φέρει 5 ζεύγη ψευδοπόδων (Μυρωνίδης, 2009). Χαρακτηριστικό στοιχείο της προνύμφης του πράσινου σκουληκιού είναι η σκοτεινόχρωμη ταινία κατά μήκος του σώματός της, εκατέρωθεν της οποίας υπάρχει μια ανοιχτόχρωμη λωρίδα, στη συνέχεια μια πιο φαρδιά, σκούρα λωρίδα και τέλος μια πιο ανοιχτή πάνω στην οποία διακρίνονται ξεκάθαρα τα αναπνευστικά τρήματα (Εικόνα 6β). Καθώς η προνύμφη μεγαλώνει ο χρωματισμός της αλλάζει και εξαρτάται ιδιαίτερα από το είδος της τροφής της (Σταμόπουλος, 1995). Αναπτύσσεται πάρα πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα μετά από 5-6 εκδύσεις να ξεπερνάει σε μήκος ακόμα και τα 40 mm.

Η **νύμφη** μετά την εκκόλαψη της έχει σώμα λείο και μαλακό ενώ στο πίσω άκρο της διακρίνονται δύο ακανθώδεις αποφύσεις (Μυρωνίδης, 2009). Το χρώμα της είναι ωχροκάστανο ή πρασινωπό και το μήκος της φτάνει μέχρι και τα 20 mm ενώ μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο το σώμα της γίνεται πιο σκληρό (Εικόνα 6γ).

Το **ενήλικο** έχει μήκος 18 mm και το άνοιγμα των πτερύγων του 30-40mm (Εικόνα 6δ). Οι μπροστινές πτέρυγες έχουν χρώμα υποκίτρινο ή μπεζ ενώ υπάρχει μια κυματοειδής λωρίδα σκούρου χρώματος εγκάρσια στο φαρδύτερο μέρος τους. Επίσης πάνω σε κάθε μπροστινή πτέρυγα διακρίνονται και δύο μαύρες κηλίδες, μία κοντά στην πρόσθια παρυφή τους και μια κοντά στην βάση τους (Σταμόπουλος, 1995). Οι πίσω πτέρυγες είναι και αυτές υπόλευκες με ευδιάκριτα νεύρα και μία πλατιά, σκοτεινή ταινία στην εξωτερική κορυφή τους (Τόλης, 1986). Τα θηλυκά συνήθως έχουν πιο σκούρο χρώμα από τα αρσενικά (King 1994).



Εικόνα 6: Τα στάδια ανάπτυξης του *H. armigera*. (α) Αβγό, (β) Προνύμφη, (γ) Νύμφη, (δ) Ενήλικο (εικόνες από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι)

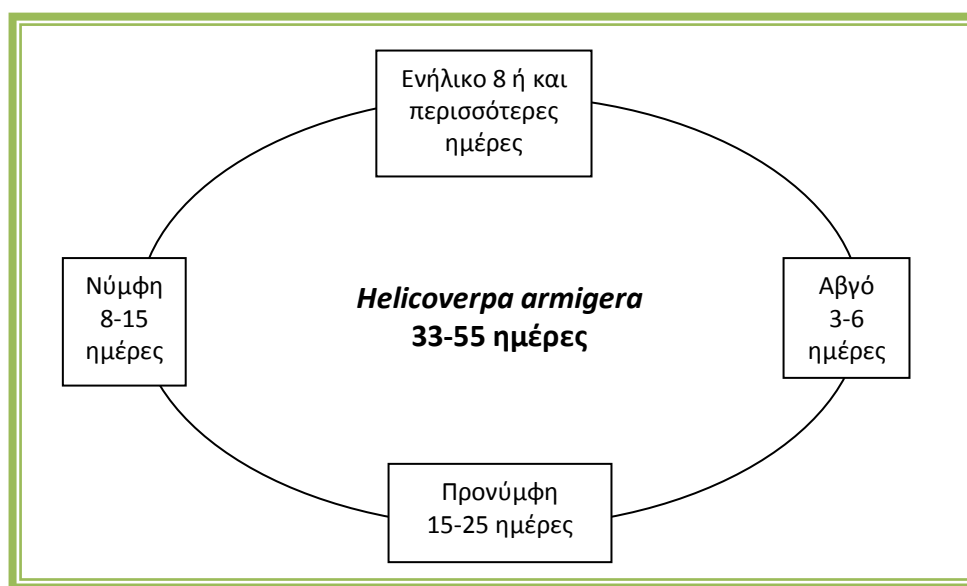
1.4.1.3 Βιολογία του *H. armigera*

Το πράσινο σκουλήκι όπως και στις περισσότερες χώρες της Μεσογείου, έτσι και στη χώρα μας εμφανίζει 2-3 γενεές το έτος. Διαχειμάζει ως νύμφη (πούπα) σε κελί μέσα στο έδαφος. Τα ενήλικα της πρώτης γενεάς εμφανίζονται τέλη Απριλίου - αρχές Μαΐου και γεννούν τα αβγά τους σε καλλιέργειες άλλες, εκτός του βαμβακιού όπως σε καλλιέργειες μηδικής, τομάτας και καλαμποκιού (Σταμόπουλος, 1995).

Τα ενήλικα του *H. armigera* φαίνεται να διαθέτουν ειδικούς νευροαισθητικούς μηχανισμούς για να αναγνωρίζουν τα πρωτεύοντα φυτά-ξενιστές (Rajarakse et al., 2006). Τα θηλυκά αποθέτουν τα αβγά τους μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες των 2-3, συνήθως στα νέα και τρυφερά μέρη του βαμβακόφυτου, στην πάνω επιφάνεια των εξωτερικών φύλλων και στο εξωτερικό μέρος των χτενιών. Στο καλαμπόκι το πράσινο σκουλήκι προτιμάει τις αρσενικές ταξιανθίες.

Το έντομο δεν εξειδικεύεται ως προς τις θέσεις ωτοκίας πάνω στο φυτό, παρόλ' αυτά διαλέγει ως χρόνο για την ωτοκία του, την περίοδο που πάνω στο φυτό υπάρχουν καρποφόρα όργανα για να μπορέσουν να τραφούν οι προνύμφες που θα εκκολαφθούν (Τόλης, 1986). Η προτίμηση αυτή των προνυμφών να τρέφονται με φυτικά μέρη πλούσια σε άζωτο όπως είναι τα χτένια και τα καρύδια του βαμβακιού αλλά και οι αρσενικές και θηλυκές ταξιανθίες στον αραβόσιτο, καθιστά το πράσινο σκουλήκι ως έναν από τους πιο ζημιογόνους εχθρούς των καλλιεργειών (Fitt, 1989; Μυρωνίδης, 2009).

Ένα ενήλικο θηλυκό μπορεί να γεννήσει σε όλη τη διάρκεια της ζωής του από 700 έως 1500 αβγά (Σταμόπουλος, 1995). Προκειμένου να εκκολαφθεί η νεαρή προνύμφη τρώει το μεγαλύτερο μέρος του αβγού της και έπειτα υφαίνει μια κλωστή για να μετακινηθεί ή απλά σέρνεται.



Εικόνα 7 : Βιολογικός κύκλος του *H. armigera*
(τροποποιημένος από Τόλης,1986)

Ο κανιβαλισμός είναι ένα φαινόμενο πολύ κοινό στις προνύμφες του πράσινου σκουληκιού. Αν σε ένα άνθος ή χτένι υπάρχουν περισσότερα από ένα αβγά, η πρώτη προνύμφη που θα εκκολαφθεί μπορεί να καταναλώσει τα άλλα αβγά

και τις άλλες μικρότερες προνύμφες που θα εμφανιστούν αργότερα (Τόλης, 1986). Επίσης οι προνύμφες του *H. armigera* επιτίθενται και σε προνύμφες άλλων ειδών. Οι προνύμφες για την έκδυση τους, συνήθως, μετακινούνται στην πάνω επιφάνεια του φύλλου που είναι πιο ζεστή και μειώνεται έτσι ο χρόνος διάρκειας της έκδυσης και συνεπώς ο χρόνος που η προνύμφη είναι ευάλωτη σε αρπακτικά και φυσικούς εχθρούς (Τόλης, 1986 και Γκόγκου, 2009).

Λίγες ώρες πριν την ολοκλήρωση της τελευταίας προνυμφικής ηλικίας, η προνύμφη πέφτει στο έδαφος και ανοίγει στοά σε βάθος που ποικίλλει, από 3 έως και 18 cm (King, 1994), ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, όπου και νυμφώνεται. Για να εξέλθει το ενήλικο από την στοά, χρειάζεται συνήθως δύο εικοσιτετράωρα. Όπως όλα τα Noctuidae, έτσι και τα ενήλικα του πράσινου σκουληκιού δραστηριοποιούνται κυρίως τις απογευματινές και βραδινές ώρες της ημέρας.

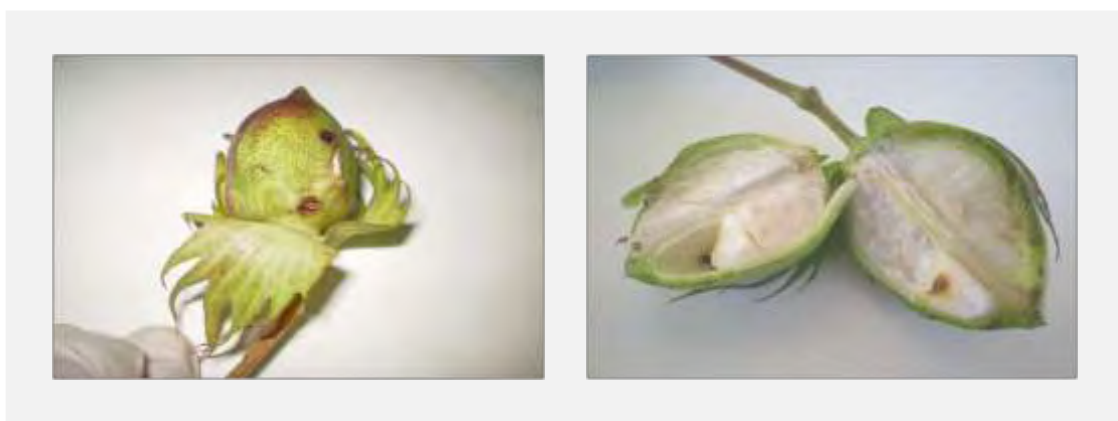
Το έντομο αυτό χρησιμοποιεί δύο τακτικές για την προσαρμογή του στις αντίξοες συνθήκες. Πρώτον, μπορεί και μεταναστεύει σε πολύ μακρινές αποστάσεις που φτάνουν έως και 250 km προκειμένου να βρει την κατάλληλη τροφή για να επιζήσει (McCaffery et al, 1989) και σ' αυτό το γεγονός αποδίδεται από πολλούς η απότομη εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών σε ορισμένες περιοχές ή αγρούς. Τέτοια μετανάστευση γίνεται από τη Νότια προς τη Βόρεια Ευρώπη στη διάρκεια του καλοκαιριού (Hardwick, 1965). Δεύτερον, έχει τη δυνατότητα να εισέρχεται σε προαιρετική διάπαυση, όταν οι συνθήκες δεν είναι κατάλληλες για την ανάπτυξή του (King, 1994).

1.4.1.4 Προσβολή-Ζημιές του *H. armigera*

Το *H. armigera* προσβάλλει όλα τα μέρη του βαμβακόφυτου, προκαλώντας συνήθως περισσότερο ποσοτικές παρά ποιοτικές ζημιές. Αφού εκκολαφθεί, η προνύμφη για να τραφεί, αναζητά χτένια ή άνθη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι κατά την αναζήτηση αυτή δεν τρέφεται και με μικρά φύλλα. Συνήθως, μέχρι και το τέλος της δεύτερης ηλικίας, η προνύμφη τρέφεται με χτένια και άνθη ενώ μέχρι το τέλος

της τέταρτης τρέφεται και με καρύδια. Κατά την διάρκεια των δύο τελευταίων σταδίων οι προνύμφες του πράσινου σκουληκιού προσβάλλουν μόνο τα καρύδια.

Η προσβολή των χτενιών εξαρτάται από την ηλικία της προνύμφης. Οι μικρές ορύσσουν στοές ενώ οι μεγαλύτερες τρώνε το περιεχόμενο και αφήνουν τα εξωτερικά μέρη. Και στις δύο πάντως περιπτώσεις τα χτένια πέφτουν. Η προσβολή των καρυδιών είναι επίσης σημαντική. Οι προνύμφες ανοίγουν οπές και τρώνε το περιεχόμενο βάζοντας το μπροστινό μέρος του σώματος τους μέσα στα καρύδια, ενώ αφήνουν τα περιττώματα τους στο εξωτερικό τμήμα της στοάς κάτι που αποτελεί διαγνωστικό στοιχείο της προσβολής από τα συγκεκριμένο έντομο και που το διαφοροποιεί από το ρόδινο (Εικόνα 8). Συνήθως εγκαταλείπουν τα καρύδια μισοφαγωμένα και προσβάλλουν άλλα. Η συνήθεια αυτή αυξάνει τις ζημιές γιατί τα καρύδια που προσβάλλουν είναι περισσότερα απ' αυτά που χρειάζονται για τη διατροφή τους. Τα μικρά καρύδια πέφτουν, ενώ τα μεγαλύτερα σαπίζουν από δευτερογενείς προσβολές μυκήτων (Τόλης, 1986).



Εικόνα 8: Προσβολές από το πράσινο σκουλήκι

Το μέγεθος της ζημιάς στο βαμβάκι εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το φυτό όταν προσβάλλεται από το πράσινο σκουλήκι και από τη διάρκεια της περιόδου ανθοφορίας. Επομένως αν η προσβολή ξεκινήσει όταν το φυτό είναι σχετικά μικρής ηλικίας, τότε το βαμβακόφυτο μπορεί, αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, να αναπληρώσει το χαμένο χρόνο και να εξελιχθεί κανονικά, ώστε η παραγωγή τελικά να μην υστερεί. Αν η προσβολή είναι σχετικά όψιμη και το φυτό έχει ήδη πλούσια καρποφορία σε καρύδια, ενώ η φυσιολογική πτώση χτενιών και

μικρών καρυδιών προβλέπεται να είναι μεγάλη, η παραγωγή και πάλι δεν θα επηρεαστεί. Αντίθετα η ζημιά θα είναι σημαντική αν το φυτό δεν έχει το χρόνο να αναπληρώσει τα κατεστραμμένα καρύδια και πολύ σημαντικότερη αν η προσβολή είναι μεγάλης διάρκειας (Τόλης, 1986).

Η καλλιέργεια του βαμβακιού προσβάλλεται από τις προνύμφες της πρώτης γενεάς συνήθως στα μέσα του Ιουνίου. Μετά από ένα μήνα περίπου οι προνύμφες αυτές νυμφώνονται. Συνήθως τρέφονται με χτένια και άνθη, αλλά επειδή ο πληθυσμός είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα, αλλά και επειδή το φυτό μπορεί και αναπληρώνει τα χαμένα καρποφόρα όργανα, οι ζημιές σχεδόν ασήμαντες. Οι προνύμφες της δεύτερης γενεάς κάνουν αισθητή την παρουσία τους συνήθως στα τέλη του Ιουλίου προσβάλλοντας χτένια, άνθη και καρύδια, ενώ συνεχίζουν με αυξανόμενους ρυθμούς μέχρι και τα μέσα του Αυγούστου. Στη γενιά αυτή αναπτύσσονται μεγάλοι πληθυσμοί και οι ζημιές που προκαλούνται μπορεί να είναι ανεπανόρθωτες. Η τρίτη γενιά εμφανίζεται προς τα τέλη Αυγούστου και οι ζημιές συνεχίζονται όλο το μήνα Σεπτέμβριο. Στην περίοδο αυτή ζημιώνονται οι όψιμες καλλιέργειες, ενώ οι πρώιμες έχουν μπει ήδη στο στάδιο της ωρίμανση και δεν υπάρχουν πολλά τρυφερά μέρη για να προσβληθούν.

1.4.1.5 Αντιμετώπιση του *H. armigera*

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ή μη υψηλών πληθυσμών του πράσινου σκουληκιού είναι:

- Οι κλιματικές συνθήκες. Ήπιος και χωρίς πολλές βροχές χειμώνας ευνοεί την επιβίωση μεγάλου αριθμού διαχειμαζόντων νυμφών. Το δροσερό σχετικά καλοκαίρι συμβάλλει στη γρήγορη ανάπτυξη του εντόμου, ενώ αντίθετα ξηροθερμικές συνθήκες προκαλούν υψηλή θνησιμότητα.
- Μετανάστευση. Η μετανάστευση ατόμων από άλλες περιοχές είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας, δεδομένης της ικανότητας του εντόμου αυτού να πετάει σε μακρινές αποστάσεις.

- Ξενιστές. Γειτνίαση των αγρών βαμβακιού με μεγάλες εκτάσεις όπου καλλιεργείται πρώιμο καλαμπόκι που αποτελεί ιδανικό φυτό ξενιστή της 1^{ης} γενιάς και συμβάλλει στην εμφάνιση υψηλών πληθυσμών στη 2^η γενιά που είναι η πιο καταστρεπτική για το βαμβάκι.
- Κατάχρηση της χημικής καταπολέμησης. Οι άσκοποι και άκαιροι ψεκασμοί καταστρέφουν τους φυσικούς εχθρούς του εντόμου (Πίνακας 4) (Σταμόπουλος, 1995).

Πίνακας 4: Οι σημαντικότεροι φυσικοί εχθροί του πράσινου σκουληκιού (Σταμόπουλος, 1995)

Είδος	Τάξη- Οικογένεια
<i>Chrysopa carnea</i>	Neuroptera, Chrysopidae
<i>Nabis americanoferus</i>	Hemiptera, Nabidae
<i>Anilastus sp.</i>	Hymenoptera, Ichneumonidae
<i>Stethorus sp.</i>	Coleoptera, Coccinellidae
<i>Pyemotes ventricosus</i>	Acarina

Επομένως για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του εντόμου, συνιστάται ένας συνδυασμός διαφόρων μεθόδων όπως η εφαρμογή διάφορων καλλιεργητικών μέτρων, η βιολογική και η χημική καταπολέμηση. Βέβαια, βασική προϋπόθεση για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού είναι η έγκαιρη διαπίστωση της παρουσίας του. Στο παρελθόν, ο πληθυσμός του εντόμου ελέγχονταν με την χρήση φωτεινών ή ελκυστικών παγίδων φύλου (Τόλης, 1986). Γενικά, με την παγίδευση μπορούμε να έχουμε μια εκτίμηση της πορείας πτήσης των ενηλίκων του εντόμου αλλά και του μεγέθους της προσβολής που ενδέχεται να παρουσιαστεί και να λάβουμε τα απαραίτητα μέτρα.

Τα καλλιεργητικά μέτρα που εφαρμόζονται και που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του εχθρού αυτού είναι καλλιέργεια του εδάφους, η χρησιμοποίηση φυτών παγίδων και η αποφυγή πρώιμης σποράς άλλων ξενιστών του εντόμου. Τα οργώματα, δισκοσβαρνίσματα κλπ, χειμερινά ή ανοιξιάτικα, καταστρέφουν τις στοές όπου διαχειμάζουν οι νύμφες, δημιουργώντας αντίξοες συνθήκες για την

ανάπτυξη τους. Με την χρησιμοποίηση φυτών παγίδων όπως είναι ο αραβόσιτος, τα κτηνοτροφικά μπιζέλια κ.α. το πράσινο γεννάει τα αβγά του στις καλλιέργειες αυτές. Στη συνέχεια οι καλλιέργειες αυτές καταστρέφονται προκαλώντας μείωση του αριθμού των προνυμφών (Τόλης 1986). Όπως προαναφέρθηκε η γειτνίαση των αγρών βαμβακιού με μεγάλες εκτάσεις όπου καλλιεργείται πρώιμο καλαμπόκι συμβάλλει στην εμφάνιση υψηλών πληθυσμών στη 2^η γενιά που είναι η πιο καταστρεπτική για το βαμβάκι. Επομένως, εάν ρυθμιστεί ο χρόνος σποράς του καλαμποκιού να μην απέχει πολύ από αυτόν του βαμβακιού, δεν θα υπάρχει αρκετός χρόνος για την ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών στο καλαμπόκι (Τόλης 1986). Οι καλλιεργητικές εργασίες μπορούν να επιφέρουν θανάτωση και μέχρι 90% του πληθυσμού των εντόμων (Fye, 1978).

Το πράσινο σκουλήκι έχει πολλούς φυσικούς εχθρούς, οι σημαντικότεροι από τους οποίους παρατίθενται στον Πίνακα 3. Το έντομο είναι πιο ευαίσθητο τόσο στους άρπαγες, όσο και στα παράσιτα, στο στάδιο του αβγού και στο στάδιο της προνύμφης και εξαιτίας της βιολογικής συμπεριφοράς του εντόμου να περνάει τη ζωή έξω από τα καρποφόρα όργανα το κάνει ευαίσθητο στις προσβολές των εχθρών του. Επίσης τα τελευταία χρόνια, εφαρμόζεται η μέθοδος της μαζικής παραγωγής παρασίτων και αρπακτικών και η προγραμματισμένη εξαπόλυσή τους στις βαμβακοφυτείες με πάρα πολύ καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του εντόμου (Τόλης 1986).

Τέλος, όσον αφορά την χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, άκαιροι και άσκοποι ψεκασμοί πρέπει να αποφεύγονται γιατί θανατώνουν τους φυσικούς εχθρούς, οι οποίοι κάτω από κανονικές συνθήκες ελέγχουν αποτελεσματικά το έντομο. Οι επεμβάσεις συνιστάται να γίνονται όταν διαπιστωθούν 6-8 προνύμφες ανά 100 φυτά όταν δεν υπάρχουν καρύδια και 5 προνύμφες ανά 100 φυτά όταν υπάρχουν καρύδια (Τσιτσιπής, 1999). Στον Πίνακα 5 παρατίθενται οι δραστικές ουσίες οι οποίες είναι εγκεκριμένες από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και χρησιμοποιούνται σήμερα για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού.

Πίνακας 5: Εγκεκριμένες δραστικές ουσίες από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για την αντιμετώπιση του *H. armigera* (http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_ENEMY_dron.aspx)

Δραστική ουσία
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (ABTS-351)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (EG-2348)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (GC-91)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (PB-54)
Bacillus Thuringiensis var. Kurstaki (SA-11)
Beta-cyfluthrin
Chlorpyrifos
Chlorpyrifos-methyl
Cyfluthrin
Cypermethrin
Deltamethrin
Diflubenzuron
Esfenvalerate
Lambda cyhalothrin
Spinosad
Tau-fluvalinate
Zeta-cypermethrin

1.4.2 Ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού

Pectinophora gossypiella (Saunders) (*Platyedra gossypiella*, *Gelechia gossypiella*)

(Lepidoptera-Gelechiidae) κν. ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού

Πίνακας 6: Ταξινόμηση του *P. gossypiella*

(http://www.caripestnetwork.org/vtt/docs/datasheets/lepidoptera/pectinophora_gossypiella_cotton_bollworm.pdf)

Βασίλειο	<i>Animalia</i>
Φύλο	<i>Arthropoda</i>
Κλάση	<i>Insecta</i>
Τάξη	<i>Lepidoptera</i>
Οικογένεια	<i>Gelechiidae</i>
Γένος	<i>Pectinophora</i>
Είδος	<i>gossypiella</i>
Συνώνυμα	<i>Platyedra gossypiella</i> , <i>Ephastia gossypiella</i> , <i>Crelechaia gossypiella</i> , <i>Gelechiella gossypiella</i>
Κοινά ονόματα	pink bollworm, pink cotton bollworm

Το ρόδινο σκουλήκι ανήκει στην οικογένεια Gelechiidae της τάξης των Λεπιδοπτέρων. Συνώνυμα του *Pectinophora gossypiella* είναι *Platyedra gossypiella* και *Gelechia gossypiella* και το κοινό του όνομα είναι ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού (pink bollworm) (Πίνακας 6). Αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς εχθρούς του βαμβακιού σε όλο τον κόσμο, αφού υπάρχει και στις πέντε ηπείρους (Τόλης, 1986), προκαλώντας τις σοβαρότερες ζημιές στα είδη του γένους *Gossyrium* (Σταμόπουλος, 1995).

Η πρώτη επίσημη καταγεγραμμένη πληροφορία της ύπαρξης του ρόδινου σκουληκιού χρονολογείται γύρω στο 1842, στην περιοχή Ινδίας-Πακιστάν, γι' αυτό και θεωρήθηκε η συγκεκριμένη περιοχή ως περιοχή προέλευσης του είδους (Marlatt, 1918). Πιο πρόσφατες μελέτες υποδηλώνουν την καταγωγή του από την περιοχή των ανατολικών ακτών του Ινδικού Ωκεανού, που οριοθετείται ανατολικά από τη βορειοδυτική Αυστραλία και δυτικά από διάφορα νησιά της Ινδονησίας και της Μαλαισίας. Το έντομο έφθασε στην Αίγυπτο με τη μεταφορά μολυσμένου σπόρου από την Ινδία περίπου στα 1906-1907. Εισήχθη στο Δυτικό ημισφαίριο, μεταξύ 1911 και 1913, με τη μεταφορά βαμβακόσπορου από την Αίγυπτο στη Βραζιλία, το Μεξικό, τις Δυτικές Ινδίες και τις Φιλιππίνες. Οι πρώτες προσβολές στην

Αμερική παρουσιάστηκαν στο Τέξας των Η.Π.Α. στα 1917, μετά τη μεταφορά βαμβακόσπορου το 1916 από το Μεξικό για την παραγωγή λαδιού (Γκόγκου, 2009). Η μεγάλη και εύκολη εξάπλωση του εντόμου οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι το ρόδινο σκουλήκι διαχειμάζει μέσα στο σπόρο του βαμβακιού και διαδίδεται με αυτό (Χατζηγεωργίου, 2006).

Στη χώρα μας, η παρουσία του *P. gossypiella* διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 1926 (Χρηστίδης, 1965). Αποτελεί έναν από τους επικρατέστερους και σημαντικότερους εχθρούς της βαμβακοκαλλιέργειας στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα (Θεσσαλία, Μακεδονία και Θράκη), αλλά ενδημεί σε συγκεκριμένες περιοχές της ζώνης όπως στον Αλμυρό Μαγνησίας, στη Λάρισα, στα Γιαννιτσά Πέλλας και στη Θεσσαλονίκη όπου οι κλιματικές συνθήκες το ευνοούν. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στην δυτική (Ηλεία, Μεσολόγγι, Πρέβεζα) αλλά και στην νοτιοανατολική Ελλάδα (Βοιωτία, Φθιώτιδα, Σκάλα Λακωνίας). Το ρόδινο σκουλήκι αποτελεί σοβαρό εχθρό του βαμβακιού σε όλη σχεδόν τη Ελλάδα, αλλά ευνοείται κυρίως από το κλίμα των νοτίων και δυτικών περιοχών, της Θεσσαλίας και της Χαλκιδικής.

1.4.2.1 Ξενιστές του *P. gossypiella*

Όλα τα καλλιεργούμενα είδη βαμβακιού αποτελούν ξενιστές του ρόδιου σκουληκιού. Συνολικά έχουν αναφερθεί 7 οικογένειες φυτών με 24 γένη και 70 είδη ως ξενιστές του ρόδιου σκουληκιού. Η πλειοψηφία των φυτών ανήκουν στην οικογένεια Malvaceae. Στον παρακάτω πίνακα (Πινάκας 7) φαίνονται οι ξενιστές του ρόδιου σκουληκιού.

Πινάκας 7: Ξενιστές του *Pectinophora gossypiella*
(τροποποιημένος από Noble, 1969)

Οικογένεια	Γένος
Οικ. Malvaceae	<i>Abutilon spp.</i> , <i>Hibiscus spp.</i> , <i>Malvaniscus spp.</i> , <i>Thespesia spp.</i> , <i>Althaea rosea L.</i> , <i>Malva spp.</i> , <i>Sida spp.</i> , και άλλα
Οικ. Euphorbiaceae	<i>Croton capitatus Michx.</i> , <i>C. texensis (Klotzsch.)</i> , <i>Ricinus communis L.</i>
Οικ. Leguminosae	<i>Acasia wrightii Benth.</i> , <i>Daubentonia punicea (Cav.)</i> , <i>Gleditsia triacanthos L.</i> , <i>Prosopis juliflora (sw.)</i>
Οικ. Convolvulaceae	<i>Ipomoea crassicaulis (Benth.) Robinson</i>
Οικ. Tiliaceae	<i>Corchorus olitorius L.</i>
Οικ. Bombacaceae	<i>Bombax munguda Mart. and Zucc.</i>
Οικ. Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum regium (Mart.)</i>

1.4.2.2 Στάδια ανάπτυξης του *P. gossypiella*

Το **αβγό** του *P. gossypiella* είναι ελλειπτικό, πλατύ με διαστάσεις περίπου 0,5 X 0,4 mm και στην αρχή έχει χρώμα λευκό, ενώ όσο προχωράει η ανάπτυξη του εμβρύου, βαθμιαία γίνεται ρόδινο και λίγο πριν την εκκόλαψη φέρει μαύρη κηλίδα (Χατζηγεωργίου, 2006).

Στο στάδιο της **προνούμφης** καταγράφονται τέσσερις ηλικίες. Στις δύο πρώτες ηλικίες, η προνούμφη έχει υποκίτρινο χρωματισμό ενώ διακρίνεται και το μεγάλο μαύρο κεφάλι της. Από την τρίτη ηλικία και μετά αποκτά το τυπικό ρόδινο χρώμα (Εικόνα 9α). Επίσης σ' αυτό το στάδιο διακρίνονται και οι χαρακτηριστικές εγκάρσιες λωρίδες στη ράχη της. Στην πλήρως ανεπτυγμένη προνούμφη, που έχει μήκος 10-13 mm, το κεφάλι είναι ερυθροκάστανο, η προθωρακική πλάκα είναι σχετικά μικρή και χωρισμένη στα δύο και η πλευρική πλάκα είναι καστανή. Το σώμα φέρει πολλά τριχοφόρα φυμάτια που είναι στη μέση τους ρόδινα ή ξανθοκάστανα (Τζανακάκης, 1980). Οι κοιλιακοί ψευδόποδες φέρουν άγκιστρα διατεταγμένα σε σχήμα πετάλου αλόγου (Σταμόπουλος, 1995).

Η **νύμφη**, χρώματος καφέ ανοιχτό ή ερυθροκάστανη, έχει μήκος 8-10mm και στην άκρη της κοιλιάς της φέρει ένα κοντό αγκάθι, το οποίο κάμπτεται προς τα πάνω (Τζανακάκης, 1980).

Το **ενήλικο** (Εικόνα 9β) έχει μήκος σώματος περίπου 8-9 mm και άνοιγμα πτερύγων 15-20 mm. Οι μπροστινές πτέρυγες είναι πιο στενές, έχουν χρώμα ανοιχτό καστανό ή τεφροκάστανο, ενώ ευδιάκριτες είναι οι κηλίδες σκούρου χρώματος. Αντίθετα, οι πίσω πτέρυγες έχουν πιο ανοιχτό χρωματισμό, είναι πιο φαρδιές και φέρουν κροσσούς. Φέρει καλά ανεπτυγμένες χειλικές προσακτρίδες, ενώ το χαρακτηριστικό γνώρισμα του ενηλίκου είναι πέντε σκληρές τρίχες που υπάρχουν στη βάση των κεραιών με μορφή χτενιού (recten) (Σταμόπουλος, 1995).



Εικόνα 9: Τα στάδια του *P. gossypiella* (α) Προνύμφη, (β) Ενήλικο
(εικόνες από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι)

1.4.2.3 Βιολογία του *P. gossypiella*

Το ρόδινο σκουλήκι στη χώρα μας συμπληρώνει 3 με 4 γενεές το έτος. Σε περιοχές όμως με υψηλότερες θερμοκρασίες όπως είναι η Καλιφόρνια των ΗΠΑ, ακόμη και σε νοτιότερες περιοχές της Ελλάδας (Σταμόπουλος, 1995) υπάρχει περίπτωση να εμφανίσει και άλλες δύο γενεές. Διαχειμάζει με τη μορφή της αναπτυγμένης προνύμφης κυρίως μέσα στο σπόρο του βαμβακιού είτε στα υπολείμματα της καλλιέργειας που βρίσκονται πάνω ή μέσα στο έδαφος. Στις περισσότερες μάλιστα των περιπτώσεων, οι προνύμφες ενώνουν χαρακτηριστικά με μετάρια νήματα δύο σπόρους, τρώνε το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου τους και διαχειμάζουν στο χώρο που δημιουργείται ανάμεσα τους (Σταμόπουλος, 1995).

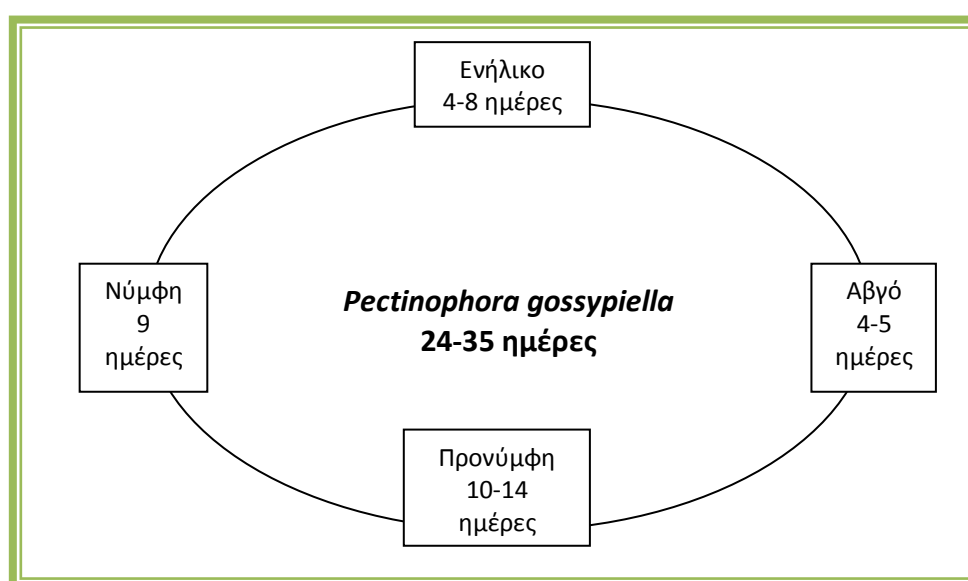
Το ενήλικο θηλυκό αποθέτει 200 έως 400 αβγά και τα αποθέτει είτε μεμονωμένα είτε σε μικρές ομάδες σε όλα τα μέρη του φυτού. Συνήθως όμως, προτιμάει θέσεις προφυλαγμένες από τις καιρικές συνθήκες ή από εχθρούς, όπως είναι η περιοχή μεταξύ των βρακτίων του άνθους ή του καρυδιού (Τόλης, 1986). Βέβαια το που θα επιλέξει το ενήλικο θηλυκό να ωοτοκήσει εξαρτάται από την ανάπτυξη του βαμβακόφυτου. Το μεγαλύτερο ποσοστό ωοτοκίας στους ανθοφόρους οφθαλμούς γίνεται κατά τη διάρκεια του Αυγούστου, ενώ στις κάψες τον Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, όπου ελάχιστα αβγά αποτίθενται στα υπόλοιπα πράσινα μέρη του φυτού (Attique et al, 2004). Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία για την ανάπτυξη του ρόδινου σκουληκιού είναι οι 25 °C και σ' αυτή τη θερμοκρασία τα θηλυκά αποθέτουν τα περισσότερα αβγά.

Οι νεοεκκολαφθείσες προνύμφες τρέφονται αρχικά με τα χτένια και στη συνέχεια με τα άνθη ή με τα πράσινα καρύδια, στα οποία δημιουργώντας οπές εισέρχονται στο εσωτερικό τους μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα όπου και συμπληρώνουν την ανάπτυξη τους. Η οπή γρήγορα επουλώνεται και δεν διακρίνεται με γυμνό μάτι. Στη διαδρομή της για το σπόρο, η προνύμφη λερώνει και καταστρέφει τις ίνες και παράλληλα προκαλείται ανασχεση της ανάπτυξης του καρυδιού. Στη συνέχεια, οι προνύμφες πέφτουν στο έδαφος και νυμφώνονται, συνήθως μέσα σε διάφορα υπολείμματα ή παραμένουν μέσα σε σπόρους ή σε καρύδια.

Τα ενήλικα είναι νυκτόβια και τρέφονται με νέκταρ ή με ουσίες που εκκρίνουν τα νεκτάρια των φύλλων του βαμβακιού, ενώ τη μέρα κρύβονται στο έδαφος ή σε ρωγμές. Φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση όσον αφορά την ποιότητα της τροφής και της γονιμότητας των ενηλίκων διότι πεταλούδες που προέρχονται από προνύμφες που διατράφηκαν σε καρύδια παρουσίασαν μεγαλύτερη γονιμότητα από εκείνες που διατράφηκαν σε χτένια.

Η ενηλικίωση των ατόμων της διαχειμάζουσας γενεάς γίνεται Μάιο – Ιούνιο (ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή) και τα θηλυκά ωοτοκούν κυρίως στα φύλλα, επειδή δεν υπάρχουν αυτή την εποχή πολλά καρποφόρα όργανα. Ως εκ τούτου, ένα μεγάλο ποσοστό των νεαρών προνυμφών της πρώτης γενιάς, επειδή εξέρχεται πριν το σχηματισμό των καρποφόρων οργάνων στα φυτά του βαμβακιού, μη βρίσκοντας κατάλληλη τροφή, πεθαίνει (suicidal emergence) (Χατζηγεωργίου, 2006).

Γύρω στα μέσα του Ιουλίου εμφανίζεται και η δεύτερη γενεά, οι προνύμφες της οποίας προσβάλλουν τα χτένια και τα νεαρά καρύδια. Την περίοδο αυτή ο πληθυσμός του εντόμου αυξάνεται σημαντικά και στην τρίτη γενεά, που εμφανίζεται στο τέλος του Αυγούστου ή στις αρχές του Σεπτεμβρίου έχουμε αυξημένες προσβολές στα καρύδια. Αν υπάρξουν και άλλες γενεές του εντόμου, κυρίως σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες, αυξάνει σημαντικά το ποσοστό προσβολής, ιδιαίτερα στα όψιμα καρύδια. Στην Εικόνα 10 απεικονίζεται σχηματικά ο βιολογικός κύκλος του *P. gossypiella*.



Εικόνα 10: Βιολογικός κύκλος του *P. gossypiella* (τροποποιημένος από Τόλη, 1986)

1.4.2.4 Προσβολή - Ζημιές από το *P. gossypiella*

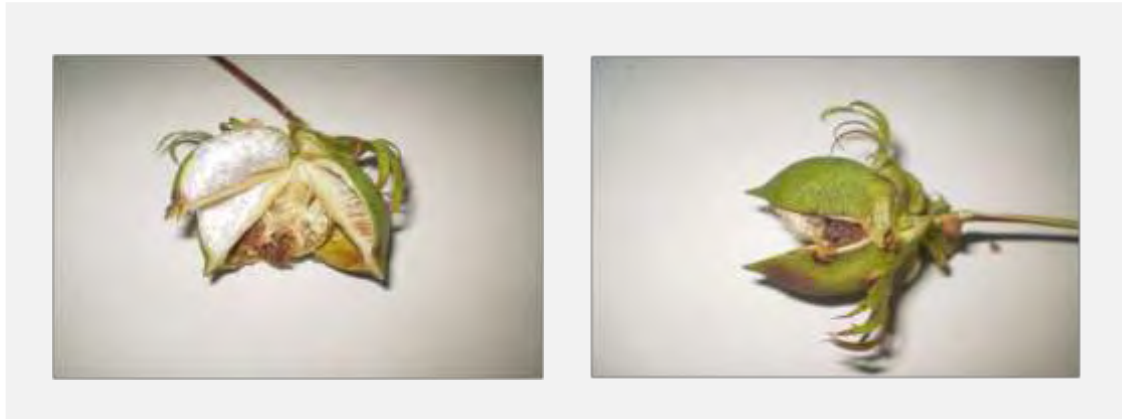
Το ρόδινο σκουλήκι προσβάλλει τα χτένια, τρώει τους ανθήρες και μερικές φορές τον ύπερο. Στις πρώιμες προσβολές τα χτένια πέφτουν ή εξελίσσονται σε λουλούδια που παίρνουν τη μορφή ροζέτας και δεν ανοίγουν γιατί τα πέταλα συνδέονται σφικτά στην άκρη με ιστούς του εντόμου (Τόλης, 1986). Η ζημιά ωστόσο στην παραγωγή προκαλείται κυρίως από προσβολή των καρυδιών, τα οποία όταν προσβληθούν νωρίς μπορεί να πέσουν. Η προνύμφη για να συμπληρώσει την ανάπτυξη της χρειάζεται 1-5 σπόρους. Συνήθως περιορίζεται σε ένα διαμέρισμα της

κάψας, μερικές φορές όμως πηγαίνει και σε διπλανά διαμερίσματα, ενώ πιο σπάνια μετακινείται σε άλλη κάψα (Γκόγκου, 2009).

Οι προνύμφες της πρώτης γενεάς προσβάλλουν κυρίως τους ανθήρες και την ωοθήκη των κλειστών άνθεων, τα οποία πέφτουν ή εκπτύσσονται μερικώς και παίρνουν τη μορφή ροζέτας. Το φυτό όμως είναι σε μια ηλικία που προλαβαίνει να αναπληρώσει τα προσβεβλημένα αναπαραγωγικά του όργανα, κάτι στο οποίο συμβάλλει και το γεγονός ότι ο πληθυσμός του εντόμου στην περίοδο αυτή είναι πολύ μικρός.

Από την άλλη πλευρά, οι προνύμφες των επόμενων γενεών, επικεντρώνονται για την ανάπτυξη τους κυρίως στα καρύδια και στην πορεία τους προς τους σπόρους, λερώνουν τις ίνες. Επιπρόσθετα, ενέχονται και δευτερογενείς προσβολές των καρυδιών από διάφορους μικροοργανισμούς, συνήθως μύκητες, ιδιαίτερα όταν ο καιρός είναι υγρός. Όταν οι κάψες είναι μικρές είναι δυνατόν να έχουμε πτώση τους, ενώ όταν είναι μεγάλες προκαλείται ανασχεση της ανάπτυξης και έκπτυξης, μερική ή ολική, ώστε τελικά να δυσκολεύεται η συγκομιδή και να μειώνεται η ποσότητα του συγκομιζόμενου προϊόντος (Σταμόπουλος, 1995).

Για να εισέλθει η νεαρή προνύμφη στο καρύδι δημιουργεί μία οπή, η οποία όμως επουλώνεται πολύ γρήγορα χωρίς να αφήσει κάποιο ορατό σημάδι. Η παρουσία μιας προνύμφης στο εσωτερικό του καρυδιού μπορεί να εντοπιστεί μόνο όταν το ανοίξουμε. Βοηθητικό στην αναγνώριση της προσβολής είναι ένα μικρό θηλήμορφο εξόγκωμα που δημιουργείται στο εσωτερικό τοίχωμα του καρυδιού και οι στοές που κάνει η προνύμφη για να φτάσει στους σπόρους. Για να εξέλθει από το καρύδι, η προνύμφη, δημιουργεί χαρακτηριστική κυκλική οπή (2mm περίπου), η οποία διακρίνεται από αντίστοιχη του πράσινου σκουληκιού, από το γεγονός ότι δεν συνοδεύεται από αποχωρήματα στα βράκτια φύλλα (Σταμόπουλος, 1995).



Εικόνα 11: Προσβολές από ρόδινο σκουλήκι

1.4.2.5 Φυσικοί εχθροί του *P. gossypiella*

Το ρόδινο σκουλήκι περνάει το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του προφυλαγμένο είτε μέσα στα χτένια, είτε μέσα στα καρύδια, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο τόσο για τους άρπαγες, όσο και για τα παρασιτοειδή του, να το πλησιάσουν (Bartlett and Gonzalez, 1970). Το ρόδινο σκουλήκι είναι περισσότερο ευάλωτο στο στάδιο του αβγού, της νεαρής προνύμφης και στο στάδιο της πλήρους αναπτυγμένης προνύμφης, η οποία ετοιμάζεται να νυμφωθεί (Orphanides *et al.* 1971).

Στην Ελλάδα το ρόδινο σκουλήκι έχει βρεθεί να παρασιτείται από το *Copidosoma filicorne* (Dalman) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) (Χατζηγεωργίου και συνεργάτες 2003) και το *Chelonus (Microchelonus) rimatus* Szepilgeti (Hymenoptera: Braconidae: Cheloniinae) (Χατζηγεωργίου και συνεργάτες, 2003). Τόσο το πρώτο παρασιτοειδές, όσο και το δεύτερο, εντοπίστηκαν στη Μακεδονία (Επανωμή Θεσσαλονίκης) και στη Θεσσαλία (Νίκη και Κιλελέρ Λαρίσης και Ριζόμυλος Μαγνησίας), περιοχές όπου το βαμβάκι θεωρείται μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες.

Το *C. filicorne* είναι πολυεμβρυονικό ενδοπαρασιτοειδές των προνυμφών του ρόδινου σκουληκιού και βρέθηκε να παρασιτεί προνύμφες που αναπτύσσονται τόσο σε χτένια όσο και σε καρύδια βαμβακιού στην περιοχή της Επανωμής, δηλαδή από το μήνα Ιούλιο ως και τον Οκτώβριο το 2001 και από τις αρχές Σεπτεμβρίου

μέχρι και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Οκτωβρίου το 2002 (Χατζηγεωργίου και συνεργάτες 2003). Το *C. rimatus*, είναι μονήρες ενδοπαρασιτοειδές των προνυμφών και βρέθηκε το 2002 στη Μακεδονία (Επανωμή Θεσσαλονίκης) σε δείγματα προσβεβλημένων καρυδιών από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Οκτωβρίου (Χατζηγεωργίου και συνεργάτες 2003).

Άλλα παρασιτοειδή που έχουν αναφερθεί στην Ελλάδα είναι τα *Bracon* spp., *Exeristes roborator* Fab., *Scabus brevicornis* Grav., *S. brevicornis* Grav. f. *concolara* (Ratz.) (Αργυρίου 1978, προσωπικές σημειώσεις από Τόλης 1986). Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ότι τα παρασιτοειδή αβγών και προνυμφών του ρόδινου σκουληκιού, *Goniozus aethiops* Evans, *G. emigratus* (Rohwer), *G. rakmanus* Gordh, *Apanteles angaletti* Muesebeck, *A. oenone* Nixon, *Bracon gelechia* Ashmead, *B. kirkpatricki* (Wilkinson), *B. mellitor* Say, *Chelonus blackburni* Cameron, *C. curvimaaculatus* Cameron, *Exeristes roborator* Fab., *Pristomerus hawaiiensis* Ashmead και *Trichogramma bactrae* Nagaraja, έχουν δοκιμαστεί ως παράγοντες περιορισμού του πληθυσμού του ρόδινου σκουληκιού χωρίς όμως ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα (Henneberry and Naranjo, 1998 και πηγές που αναφέρουν).

Ορισμένα αρπακτικά του ρόδινου σκουληκιού που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι τα *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville), *Lugys hesperus* (Knight), *Geocoris pallens* (Stal), *G. punctipes* (Say), *Nabis alternatus* (Parshley), *Nabis americanoferus* (Carayon), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Henneberry and Naranjo 1998 και πηγές που αναφέρουν).

1.4.2.6 Αντιμετώπιση του *P. gossypiella*

Η συμπεριφορά της προνύμφης του ρόδινου σκουληκιού, δηλαδή το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της ζωής της προφυλάσσεται εντός των φυτικών ιστών, καθιστά δύσκολη την αντιμετώπισή του με χημικά μέσα, και περιορίζει την αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών. Για τον λόγο αυτό, για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του, απαιτείται η έγκαιρη διαπίστωση της

παρουσίας του. Ο έλεγχος της ύπαρξης ή μη αλλά και η παρακολούθηση των πληθυσμών του ρόδινου σκουληκιού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου γίνεται με φερομονικές παγίδες, στις οποίες χρησιμοποιείται η συνθετική φερομόνη φύλου gossyplure.

Επίσης, εφαρμόζονται και διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές που έχουν ως στόχο να μειώσουν τον πληθυσμό που διαχειμάζει. Τέτοιες τεχνικές είναι η χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης και αποφυλλωτικών στο βαμβάκι πριν τη συγκομιδή καθώς και η έγκαιρη διακοπή των αρδεύσεων κατά την περίοδο ανάπτυξης, οι οποίες συμβάλλουν στον περιορισμό των αναβλαστήσεων και τη δημιουργία καρποφόρων οργάνων κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, όπου θα τραφεί και τελικά θα διαχειμάσει το ρόδινο σκουλήκι (Adkisson 1962, Watson et al. 1978). Επιπλέον, η στελεχοκοπή και ο θρυμματισμός σε συνδυασμό με το βαθύ όργωμα των υπολειμμάτων της καλλιέργειας (όσο γίνεται πιο σύντομα μετά τη συγκομιδή), αλλά και η χρήση μηχανών συγκομιδής τύπου “stripper”, που συγκομίζουν ολόκληρη την κάψα και όχι μόνο το σύσπορο βαμβάκι (Graham et al. 1965), αποτελούν μέτρα τα οποία συμβάλλουν στην μείωση του πληθυσμού των διαχειμάζουσων προνυμφών.

Ο χρόνος σποράς αποτελεί έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα, ο οποίος μπορεί να συμβάλλει στην μείωση των ζημιών που προκαλούνται από τα διαχειμάζοντα άτομα, διότι έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της εμφάνισης των καρποφόρων οργάνων. Τα εξερχόμενα ενήλικα της διαχειμάζουσας γενεάς και οι απόγονοί τους, δε βρίσκουν διαθέσιμα καρποφόρα όργανα για να αναπτυχθούν και πεθαίνουν (Vaissayre, 1995 ; Χατζηγεωργίου, 2009). Πρέπει να σημειωθεί ότι για να είναι αποτελεσματικές οι παραπάνω τεχνικές πρέπει να εφαρμόζονται σε μεγάλη έκταση από το σύνολο των παραγωγών της περιοχής.

Όσον αφορά στη χρήση χημικών εντομοκτόνων, η καταπολέμηση του ρόδινου σκουληκιού γίνεται κυρίως με οργανοφωσφορικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα, αφού διαπιστωθεί προσβολή 20% στα άνθη ή 5% στα καρύδια (Σταμόπουλος 1995). Στον Πίνακα 8 παρατίθενται οι δραστικές ουσίες, που είναι εγκεκριμένες από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και χρησιμοποιούνται σήμερα για την αντιμετώπιση του ρόδινου σκουληκιού.

Πίνακας 8: Εγκεκριμένες δραστικές ουσίες από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για την αντιμετώπιση του *P. gossypiella* (http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_ENEMY_dron.aspx)

Δραστική Ουσία
Bacillus thuringiensis var. aizawai
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (ABTS-351)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (EG-2348)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (GC-91)
Bacillus thuringiensis var. kurstaki (PB-54)
Bacillus Thuringiensis var. Kurstaki (SA-11)
Beta-cyfluthrin
Chlorpyrifos
Chlorpyrifos-methyl
Cyfluthrin
Cypermethrin
Deltamethrin
Esfenvalerate
Gossyplure
Lambda cyhalothrin
Tau-fluvalinate
Zeta-cypermethrin

Η ανθεκτικότητα διαφορετικών γενετικών υλικών (germplasm) που έχουν προκύψει από πειράματα βελτίωσης των ποικιλιών βαμβακιού, έχει μελετηθεί σε πειράματα εργαστηρίου, όμως παρ' όλα τα θετικά αποτελέσματα δεν υπάρχουν εμπορικές ποικιλίες που να προσφέρουν ανθεκτικότητα στην προσβολή από το ρόδινο σκουλήκι. Αντίθετα, υπάρχουν εμπορικές ποικιλίες, γενετικά τροποποιημένες που φέρουν το γονίδιο του *Bacillus thuringiensis* (May et al. 2003, Verhalen et al. 2003).

1.5 Σκοπός της εργασίας

Όπως προαναφέρθηκε, το βαμβάκι είναι μια καλλιέργεια ευρέως διαδεδομένη. Όμως, παρά τη συνεχή βελτίωση του ελέγχου των εχθρών με χημικά μέσα, οι απώλειες στη συγκομιδή παραμένουν πολύ υψηλές. Σ' αυτό πρέπει να προστεθούν και οι αρνητικές συνέπειες της αλόγιστης χρήσης των χημικών.

Συνεπώς, απαιτείται η ανάπτυξη νέων προτύπων και στρατηγικών για την προστασία των καλλιεργειών.

Τα τελευταία έτη έχει αναπτυχθεί ένα νέο σύστημα αντιμετώπισης των εχθρών μιας καλλιέργειας, η ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών (Integrated Pest Management, IPM). Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση έχει ως στόχο τη διαχείριση των πληθυσμών των εχθρών κάτω από το όριο που θα προκαλούσε οικονομική ζημιά, με ένα σύνολο τόσο χημικών μέσων ελέγχου, όσο και μιας σειράς εναλλακτικών μεθόδων ελέγχου. Δηλαδή είναι ένα σύστημα εκλεκτικό και όσο αυτό είναι δυνατόν, οικολογικά ορθό (Τζανακάκης, 1995). Η εφαρμογή της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση διαφόρων μεθόδων εναντίον των εχθρών της παραγωγής σε πολλές χώρες που παράγουν βαμβάκι όπως είναι γαλλόφωνες χώρες της Αφρικής αλλά και άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο (Nestel et al., 2004). Μία από αυτές της μεθόδους είναι η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών σε περιφερειακό επίπεδο (area-wide integrated pest management), η οποία λαμβάνει υπόψη φυσικούς παράγοντες που μπορούν να ρυθμίσουν τους πληθυσμούς των εχθρών σε μια συγκεκριμένη, ευρεία περιοχή. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται κυρίως στην μελέτη της χωρικής κατανομής των εχθρών και χρησιμοποιεί σήμερα σχεδόν εξ' ολοκλήρου γεωστατιστικές μεθόδους.

Στα προγράμματα αντιμετώπισης των εντόμων σε περιφερειακό επίπεδο, η λήψη αποφάσεων βασίζεται στη διαχείριση μεγάλου όγκου και ποικιλίας δεδομένων. Η σύγχρονη τεχνολογία με την ανάπτυξη ηλεκτρονικών μέσων, για τη συλλογή και τη διαχείριση αυτών των δεδομένων, συνεισφέρει σημαντικά στην εφαρμογή μεθόδων αντιμετώπισης εντόμων σε περιφερειακό επίπεδο (Γκόγκου, 2009). Η χρήση των Δορυφορικών Δεκτών Στίγματος (GPS) για τη γρήγορη και εύκολη συλλογή δεδομένων με χωρική διάσταση, και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographical Information Systems, GIS) για τη διαχείριση και ανάλυση των συλλεχθέντων πληροφοριών, είναι διαδεδομένη σε πολλές άλλες χώρες για την κατανόηση της οικολογίας των εντόμων εχθρών, αλλά και για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό της αντιμετώπισης τους.

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών σε περιφερειακό επίπεδο (area-wide integrated pest management), χρησιμοποιήθηκε με πολύ καλά αποτελέσματα σε διάφορες καλλιέργειες, ιδιαίτερα στο εξωτερικό. Ένα τέτοιο πρόγραμμα που

αφορά την αντιμετώπιση του ρόδινου σκουλήκιου εφαρμόζεται από το Υπουργείο Τροφίμων και Γεωργίας στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ και είναι, ίσως το πιο επιτυχημένο, μακρόχρονο και εν ενεργεία πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης σε περιφερειακό επίπεδο, σε όλο τον κόσμο. Για 34 χρόνια, η δραστηριότητα του προγράμματος εμπόδισε με επιτυχία τις ανερχόμενες προσβολές από το ρόδινο σκουλήκι (PBW) αλλά και την εγκαθίδρυσή του στις περιοχές όπου καλλιεργείται βαμβάκι στην κοιλάδα San Joaquin της Καλιφόρνια. Βέβαια, το συγκεκριμένο πρόγραμμα προσεγγίζει το σύστημα της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των επιβλαβών οργανισμών και στηρίζεται σε μεθόδους παγίδευσης, απελευθέρωση στείρων ατόμων, καταστροφή προσβεβλημένων καλλιεργειών, οι οποίες είναι κάτω από το όριο ανεκτής οικονομικής ζημίας (βλέπε http://www.cdffa.ca.gov/phrpps/IPC/pinkbollworm/pbw_hr.htm). Στην χώρα μας εφαρμόζεται το πρόγραμμα καταπολέμησης του δάκου της ελιάς, με την συμβολή του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και των κατά τόπους Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων.

Όσον αφορά το πράσινο και ρόδινο σκουλήκι, που αποτέλεσαν το αντικείμενο της έρευνας μας, η δυναμική του πληθυσμού τους στη χώρα μας έχει ερευνηθεί κυρίως μέσω προγραμμάτων του Οργανισμού Βάμβακος, όπως αυτό στην Χαλκιδική, όπου μέσω δικτύου φερομονικών παγίδων παρακολουθούνταν οι πτήσεις των δύο εντόμων και εκδίδονταν προειδοποιητικές ανακοινώσεις για τους παραγωγούς (Χατζηγεωργίου, 2006). Όμως, τα στοιχεία που αφορούν στην περιοχή της Θεσσαλίας είναι περιορισμένα. Γενικά, οι μελέτες των πληθυσμών των παραπάνω εντόμων αφορούν στην διακύμανση των πληθυσμών τους (Γαλούσης, 2008). Τα στοιχεία σχετικά με την χωρική κατανομή των πληθυσμών αυτών των δύο εχθρών δεν είναι αρκετά και ειδικά στην περιοχή της Καρδίτσας παρόμοιες μελέτες πραγματοποιήθηκαν μόνο τα τελευταία χρόνια (Γκόγκου, 2009).

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο η μελέτη της χωρικής κατανομής και της δυναμικής των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού στο Δήμο Καλλιφωνίου του Ν. Καρδίτσας. Με αφετηρία τις εβδομαδιαίες καταγραφές των συλλήψεων των ενηλίκων ατόμων, τόσο του πράσινου όσο και του ρόδινου σκουληκιού, στις φερομονικές παγίδες που εγκαταστάθηκαν σε αγροτεμάχια κυρίως με βαμβάκι, αλλά και με αραβόσιτο, παρακολουθήσαμε τη δυναμική των

πληθυσμών των εντόμων για μια καλλιεργητική περίοδο και προχωρήσαμε στην παραγωγή θεματικών χαρτών με στόχο να κατανοήσουμε τη χωρική και χρονική κατανομή των πληθυσμών. Για τους λόγους αυτούς προχωρήσαμε σε: α) ανάλυση της μεταβολής του πληθυσμού και των δύο εντόμων ανά εβδομάδα και στις δύο καλλιέργειες, β) σε εφαρμογή μεθόδων συσχέτισης του ποσοστού της προσβολής με το μέγεθος του αριθμού των συλλήψεων, γ) παραγωγή ειδικών χαρτών που δείχνουν την κατανομή των δύο εντόμων σε όλη την περιοχή όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τους τοπικούς φορείς για τη σωστότερη και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των δύο εχθρών σε περιφερειακό επίπεδο. Επίσης, η παρούσα μελέτη αποτελεί το έναυσμα για περαιτέρω χρήση των γεωστατιστικών μεθόδων.

Κεφάλαιο 2. Υλικά και Μέθοδοι

1. Περιοχή μελέτης

Ως περιοχή διεξαγωγής της έρευνας επιλέξαμε το Δήμο Καλλιφωνίου, μια ιδιαίτερη από μορφολογικής άποψης περιοχή του Νομού Καρδίτσας καθώς τα Τοπικά Διαμερίσματα (Τ.Δ.) Καλλιφωνίου και Ζαΐμιου είναι πεδινά, τα Τ.Δ. Δαφνοσπηλιάς και Παληουρίου είναι ημιορεινά και τα Τ.Δ. Απιδιάς και Μολόχας είναι ορεινά (Εικόνα 12). Η γεωγραφική θέση του Δήμου είναι νότια του Νομού Καρδίτσας και συνορεύει δυτικά με τον Δήμο Ιταμού, βόρεια με τον Δήμο Καρδίτσας και ανατολικά με τον Δήμο Μενελαΐδος, ενώ η έκτασή του είναι 154,8 τ.χλμ. (www.kallifoni.gr).



Εικόνα 12: Ο Δήμος Καλλιφωνίου (εικόνα από το Google Earth)

Το πειραματικό τμήμα της παρούσας διατριβής πραγματοποιήθηκε στις πεδινές περιοχές του Δήμου Καλλιφωνίου, σε περιοχές δηλαδή όπου υπάρχουν σε

μεγάλη έκταση αγροτεμάχια με βαμβάκι και αραβόσιτο. Ο μεγαλύτερος αριθμός των θέσεων παγίδευσης τοποθετήθηκε στο τοπικό διαμέρισμα του Καλλιφωνίου.

Στον Πινάκα 9 παρατίθενται οι σημαντικότερες καλλιέργειες του Δ.Δ. Καλλιφωνίου σύμφωνα με τα στοιχεία του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Επιδοτήσεων (Ο.Σ.Δ.Ε.) του ΟΠΕΚΕΠΕ για το 2008. Παρατηρούμε ότι το βαμβάκι, ο αραβόσιτος και τα σιτηρά καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του Δημοτικού Διαμερίσματος, με το βαμβάκι να αποτελεί την σημαντικότερη καλλιέργεια. Επίσης, αρκετά σημαντική έκταση καταλαμβάνουν και οι βοσκότοποι και αυτό οφείλεται στο ότι στα ορεινά και ημιορεινά τοπικά διαμερίσματα η κτηνοτροφία είναι αρκετά ανεπτυγμένη.

Πινάκας 9: Οι σημαντικότερες καλλιέργειες του Δ.Δ. Καλλιφωνίου (ΟΣΔΕ 2008)

Καλλιέργεια	Έκταση (Στρ)
Βαμβάκι	7200,2
Σιτάρι σκληρό ποιοτικό	3565,7
Αραβόσιτος ποτιστικός	1632,7
Λοιπά σιτηρά	1589,8
Ζωοτροφές	628,0
Βοσκότοποι	2887,9

1.1 Το κλίμα της περιοχής

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής είναι ημίξηρο μεσογειακό με εναλλαγή υγρής και ξηρής περιόδου. Η υγρή περίοδος εντοπίζεται από τα μέσα του φθινοπώρου ως τα μέσα της Άνοιξης. Ο χειμώνας είναι βαρύς με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες ιδιαίτερα της βραδινές ώρες, χιονοπτώσεις καθώς και βροχές. Αντίθετα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το κλίμα είναι ξερό με πολύ υψηλές θερμοκρασίες που πολλές φορές ξεπερνούν τους 40⁰ C. Κοντά στην περιοχή εκτέλεσης του πειράματος λειτουργεί ο μετεωρολογικός σταθμός του Καπνικού

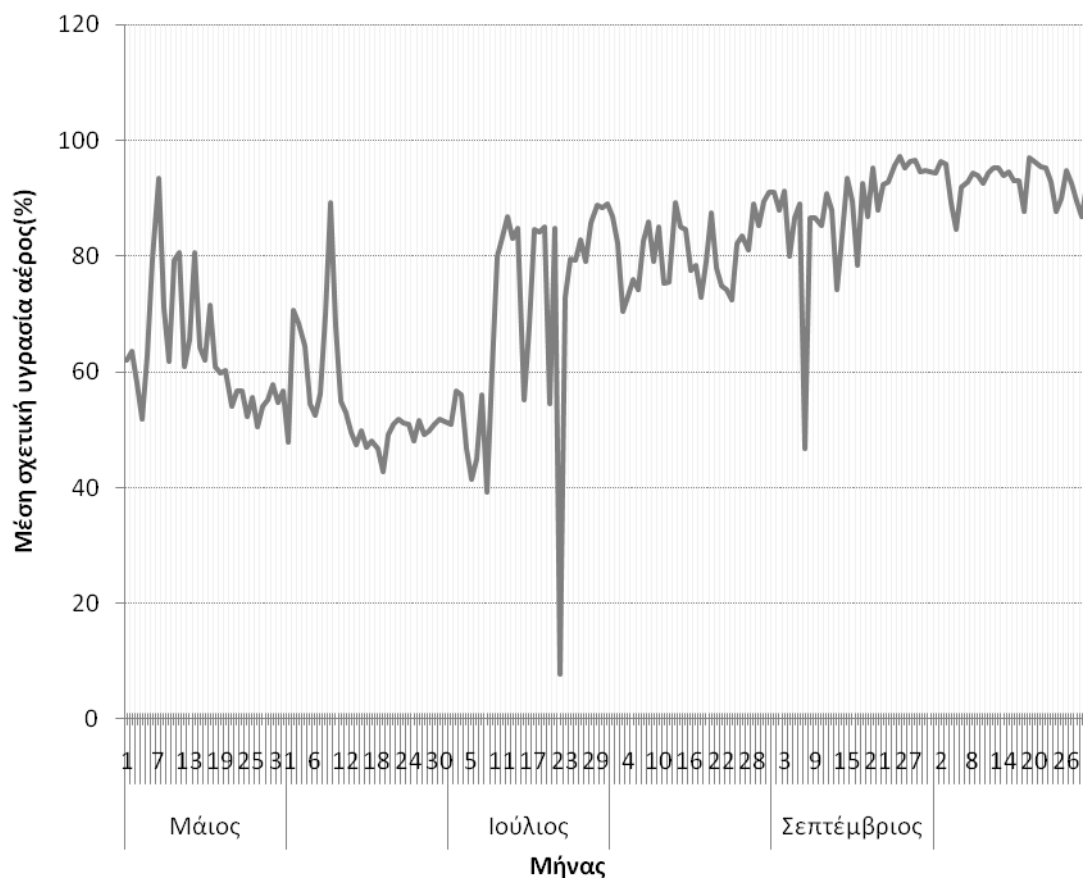
Σταθμού Έρευνας Καρδίτσας (Γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 22' N$, γεωγραφικό μήκος $21^{\circ} 55' E$), από τον οποίο και προέρχονται τα στοιχεία που παρατίθενται παρακάτω.

Τους ανοιξιάτικους, καλοκαιρινούς μήνες και φθινοπωρινούς μήνες, δηλαδή από τον Μάιο έως και το Σεπτέμβριο, οι βροχοπτώσεις είναι αρκετά περιορισμένες. Κατά τους ίδιους μήνες παρατηρούνται οι μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας και οι ελάχιστες τιμές της σχετικής υγρασίας. Από την άλλη πλευρά τους χειμερινούς μήνες παρατηρούνται οι περισσότερες βροχοπτώσεις και συνεπώς και οι μεγαλύτερες τιμές της σχετικής υγρασίας, ενώ σημειώνονται και οι χαμηλότερες τιμές της θερμοκρασίας.

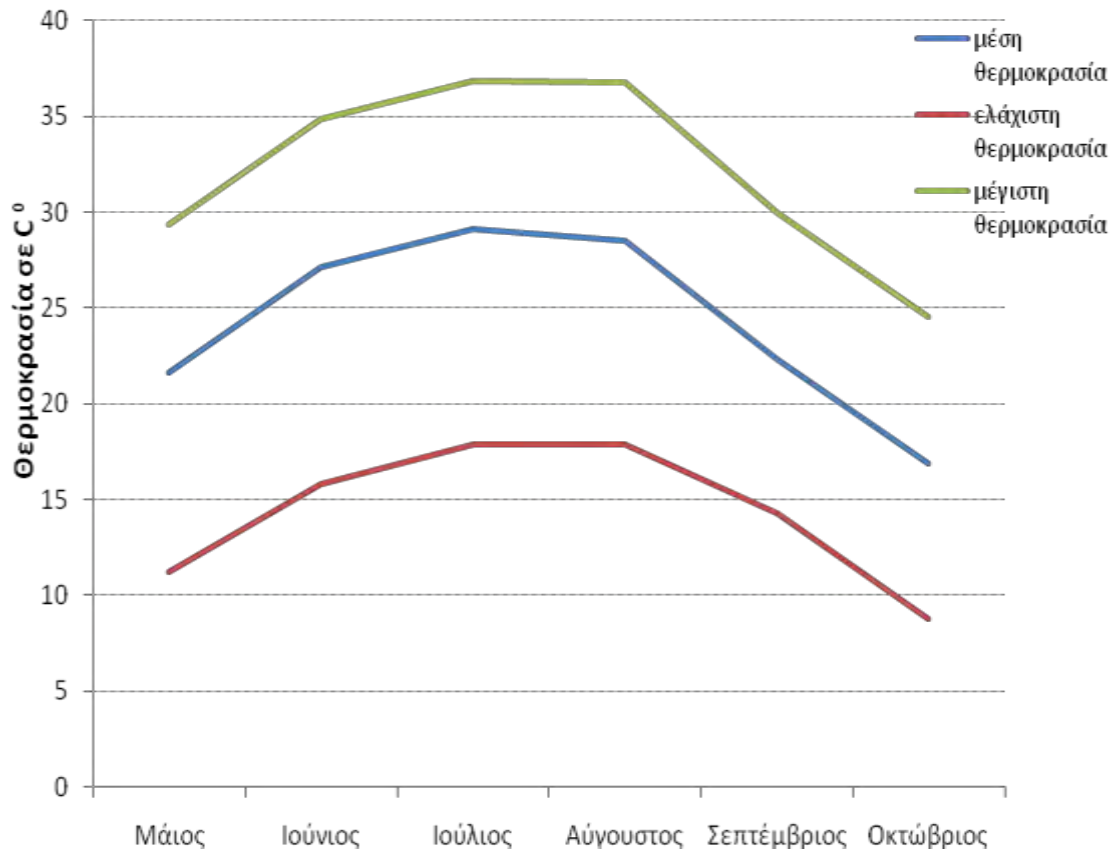
1.2 Κλιματολογικά στοιχεία κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος

Στη συνέχεια παρατίθενται με τη μορφή διαγραμμάτων οι κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειραματικού μέρους της διατριβής.

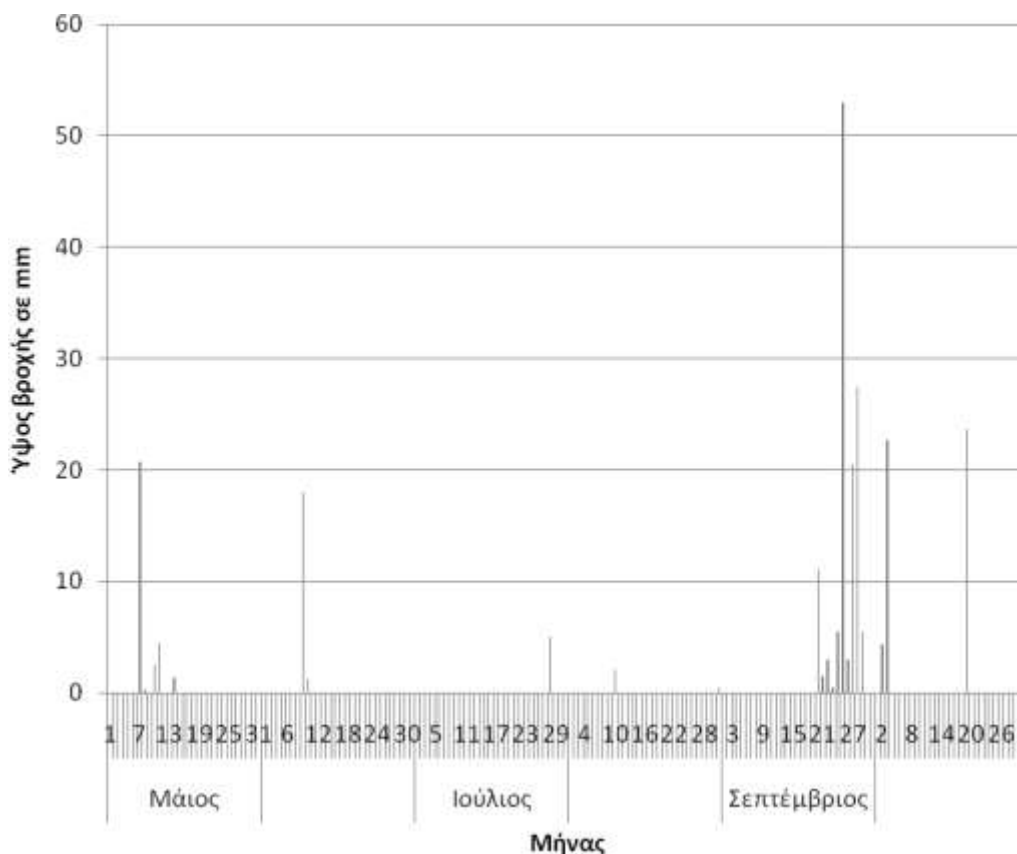
Στο Διάγραμμα 1 δίνεται η μέση σχετική υγρασία στην περιοχή μελέτης από τον Μάιο έως και τον Οκτώβριο του 2008. Οι τιμές της μέσης σχετικής υγρασίας ήταν ιδιαίτερα αυξημένες τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο. Αντίθετα παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις νωρίτερα, το Μάιο έως και τον Αύγουστο. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζονται η μέση, η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία του αέρος κατά την διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμάνθηκε από 17 έως και $30^{\circ}C$ περίπου. Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ήταν οι θερμότεροι μήνες της περιόδου. Την περίοδο από το Μάιο έως και τα μέσα Σεπτέμβρη καταγράφηκαν ελάχιστες σποραδικές βροχοπτώσεις, ενώ αντίθετα από τα μέσα έως και το τέλος του Σεπτέμβρη σημειώθηκαν σημαντικές βροχοπτώσεις (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 1: Μέση σχετική υγρασία αέρος στην περιοχή του Δ.Δ. Καλλιφωνίου κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος



Διάγραμμα 2: Μέση, ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία αέρος στην περιοχή του Δ.Δ. Καλλιφωνίου κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος



Διάγραμμα 3 : Υψος βροχής σε mm στην περιοχή του Δ.Δ. Καλλιφωνίου κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος

2. Παρακολούθηση πληθυσμού ενηλίκων

2.1 Παγίδευση ενηλίκων

Για την παρακολούθηση των πληθυσμών των δύο εντόμων εγκαταστάθηκαν, τυχαία καταναμημένες, συνολικά 40 παγίδες για καθένα από τα δύο έντομα. Από τις 40 παγίδες, οι 34 τοποθετήθηκαν σε αγροτεμάχια με βαμβάκι ενώ οι υπόλοιπες 6 σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο. Ο έλεγχος και η καταγραφή των συλλήψεων των ενηλίκων πραγματοποιούνταν μία φορά την εβδομάδα πάντα τις πρωινές ώρες. Ο αριθμός των παρατηρήσεων επί των παγίδων ήταν συνολικά 20, από τις 18/05/2008 έως και τις 28/09/2008. Στον Πίνακα 10, δίνονται όλες οι θέσεις παγίδευσης καθώς οι συντεταγμένες τους αλλά και το είδος της καλλιέργειας.

Πίνακας 10: Συνοπτικός πίνακας με όλες τις θέσεις δειγματοληψίας, των συντεταγμένων τους και της καλλιέργειας

Αριθμός παγίδα	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος	Καλλιέργεια
παγίδα 1	39.16165	21.57049	Αραβόσιτος
παγίδα 2	39.16135	21.57054	Βαμβάκι
παγίδα 3	39.16036	21.57059	Βαμβάκι
παγίδα 4	39.1608	21.57051	Βαμβάκι
παγίδα 5	39.1556	21.5656	Αραβόσιτος
παγίδα 6	39.16013	21.56555	Αραβόσιτος
παγίδα 7	39.16169	21.56379	Βαμβάκι
παγίδα 8	39.16103	21.56162	Βαμβάκι
παγίδα 9	39.16102	21.56302	Βαμβάκι
παγίδα 10	39.15492	21.56269	Βαμβάκι
παγίδα 11	39.15445	21.56385	Βαμβάκι
παγίδα 12	39.16305	21.56357	Βαμβάκι
παγίδα 13	39.16516	21.56333	Βαμβάκι
παγίδα 14	39.16584	21.56363	Αραβόσιτος
παγίδα 15	39.17443	21.55273	Βαμβάκι
παγίδα 16	39.17417	21.55327	Βαμβάκι
παγίδα 17	39.17357	21.56209	Βαμβάκι
παγίδα 18	39.17036	21.574	Βαμβάκι
παγίδα 19	39.1746	21.57386	Βαμβάκι
παγίδα 20	39.1818	21.57277	Αραβόσιτος
παγίδα 21	39.18089	21.5745	Βαμβάκι
παγίδα 22	39.17487	21.58061	Βαμβάκι
παγίδα 23	39.18017	21.58277	Βαμβάκι
παγίδα 24	39.17398	21.58378	Βαμβάκι
παγίδα 25	39.17262	21.56577	Βαμβάκι
παγίδα 26	39.17179	21.58351	Βαμβάκι
παγίδα 27	39.17161	21.58349	Βαμβάκι
παγίδα 28	39.17046	21.58415	Βαμβάκι
παγίδα 29	39.17029	21.58458	Βαμβάκι
παγίδα 30	39.17399	21.5838	Βαμβάκι
παγίδα 31	39.16512	21.59187	Βαμβάκι
παγίδα 32	39.16513	21.58563	Αραβόσιτος
παγίδα 33	39.16503	21.58599	Βαμβάκι
παγίδα 34	39.16335	21.59264	Βαμβάκι
παγίδα 35	39.15577	21.59035	Βαμβάκι
παγίδα 36	39.15547	21.5913	Βαμβάκι
παγίδα 37	39.15431	21.58267	Βαμβάκι
παγίδα 38	39.15296	21.58134	Βαμβάκι
παγίδα 39	39.15438	21.57569	Βαμβάκι
παγίδα 40	39.16404	21.57179	Βαμβάκι

Ένας μεγάλος αριθμός παγίδων εγκαταστάθηκε στη νοτιοδυτική πλευρά του Δ.Δ. Καλλιφωνίου με στόχο να καλύψει την πορεία πτήσης των ενήλικων και των δύο εχθρών, αφού είναι μια περιοχή με ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά, διότι όπως φαίνεται και στην Εικόνα 13 στα νοτιοδυτικά της περιοχής μελέτης υπάρχει ένας ορεινός όγκος και διέρχεται ο ποταμός Καλέντζης. Η βορειότερη παγίδα και συνεπώς και το αγροτεμάχιο στο οποίο πραγματοποιήθηκε και η δειγματοληψία καρποφόρων οργάνων βρίσκεται σε $39^{\circ} 18'$ γεωγραφικό μήκος και $21^{\circ} 57'$ γεωγραφικό πλάτος, η δυτικότερη παγίδα βρίσκεται σε $39^{\circ} 17'$ γεωγραφικό μήκος και $21^{\circ} 55'$ γεωγραφικό πλάτος, η ανατολικότερη σε $39^{\circ} 16'$ γεωγραφικό μήκος και $21^{\circ} 59'$ γεωγραφικό πλάτος και τέλος η νοτιότερη βρίσκεται σε $39^{\circ} 15'$ γεωγραφικό μήκος και $21^{\circ} 58'$ γεωγραφικό πλάτος.



Εικόνα 13: Η περιοχή μελέτης με τις θέσεις παγίδευσης. με κίτρινο χρώμα φαίνονται οι παγίδες που τοποθετήθηκαν στο βαμβάκι, ενώ με πορτοκαλί χρώμα φαίνονται εκείνες που τοποθετήθηκαν σε αραβόσιτο (εικόνα από το Google Earth)

Για την εγκατάσταση των παγίδων στους αγρούς χρησιμοποιήθηκαν 40 σιδερένιοι πάσσαλοι (σχήματος T), ένας για κάθε ζεύγος παγίδων. Το μήκος του κατακόρυφου τμήματος κάθε πασσάλου ήταν 1,50 m, ενώ η ελεύθερη άκρη του

ήταν μυτερή έτσι ώστε να εισάγεται με ευκολία μέσα στο έδαφος. Η οριζόντια δοκός είχε μήκος γύρω στο 1m και στα δύο ελεύθερο άκρα της ήταν ανασηκωμένη, ώστε να μην αποτραβιέται η αναρτημένη παγίδα. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν στους πασσάλους έτσι ώστε, καθώς αιωρούνται να βρίσκονται σε ύψος περίπου 1 m από το έδαφος (Εικόνες 14γ και 14δ). Τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφονταν κάθε ημέρα σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, στον Καπνικό Σταθμό Έρευνας Καρδίτσας.

Η εγκατάσταση των παγίδων πραγματοποιήθηκε στις 11/5/2008 τόσο για το πράσινο όσο και για το ρόδινο σκουλήκι. Για την παρακολούθηση του *H. armigera* (πράσινο σκουλήκι) χρησιμοποιήσαμε 40 παγίδες τύπου Funnel (<http://www.charantonis.gr/etairia.htm>) (Εικόνα 14α). Για κάθε παγίδα χρησιμοποιήσαμε εξατμιστήρες φερομόνης φύλου του *H. armigera*, ενώ για τη συγκράτηση τους στο εσωτερικό της παγίδας πραγματοποιήθηκαν εμποτισμένα φύλλα χαρτιού με την εντομοκτόνο ουσία Transfluthrin (0,4% β/β), βάρους 0,325 gr το καθένα. Η παρατήρηση στις παγίδες Funnel, γινόταν με το άδειασμα του κάδου συλλογής και της καταμέτρησης του αριθμού των συλληφθέντων ενηλίκων του πράσινου σκουληκιού. Τα εμποτισμένα φύλλα εντομοκτόνου, τα αντικαθιστούσαμε κάθε τρεις εβδομάδες.

Για την παρακολούθηση των ενηλίκων του *P. gossypiella* (ρόδινο σκουλήκι) χρησιμοποιήσαμε παγίδες τύπου Δέλτα (DELTA TRAPS)(Εικόνα 14α). Στη βάση κάθε παγίδας τοποθετήσαμε κολλητική επιφάνεια, η αντικατάσταση της οποίας πραγματοποιούνταν ανάλογα με τον αριθμό και τη συχνότητα παγίδευσης των εντόμων, αλλά και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Στις παγίδες τύπου Δέλτα, καταγράφαμε τα συλληφθέντα άτομα του ρόδινου σκουληκιού και στην συνέχεια με ένα ειδικό μαχαίρι τα αφαιρούσαμε από την κολλητική επιφάνεια της παγίδας. Πάνω σε κάθε βάση τοποθετήθηκε εξατμιστήρας φερομόνης φύλου του *P. gossypiella*, τον οποίο αντικαθιστούσαμε κάθε 5 εβδομάδες.



Εικόνα 14: Μέσα Παγίδευσης (α) Παγίδα τύπου Funnel (εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι), (β) Παγίδα τύπου Δέλτα (εικόνα από Διαδίκτυο, βλ. Παρ. Ι), (γ) θέση παγίδευσης σε αγροτεμάχιο με αραβόσιτο, (δ) θέση παγίδευσης σε αγροτεμάχιο με βαμβάκι

2.2 Δειγματοληψία καρποφόρων οργάνων

Εκτός από την μελέτη της δυναμικής πληθυσμών των ενηλίκων πραγματοποιήθηκαν και αρκετές δειγματοληψίες καρποφόρων οργάνων του βαμβακιού, με στόχο την εκτίμηση του ποσοστού της προσβολής των δύο προαναφερθέντων εχθρών αλλά και τη μελέτη της σχέσης του ποσοστού της προσβολής με το πλήθος των συλληφθέντων ενηλίκων στις παγίδες (Εικόνα 15). Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 22/06/2008 (χτένια). Η δεύτερη πραγματοποιήθηκε στις 20/07/2008 (άνθη), ενώ οι τρεις τελευταίες στις 17/08/2008, στις 07/09/2008 και στις 28/09/2008 (καρύδια).

Τα καρποφόρα όργανα λαμβάνονταν από μια κυκλική περιοχή ακτίνας 5-7 m που είχε ως κέντρο το στίγμα δειγματοληψίας (θέση παγίδας). Προφανώς οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μόνο στα βαμβακοχώραφα, δηλαδή σε 34 θέσεις παγίδευσης. Η διαδικασία της κάθε δειγματοληψίας περιελάμβανε την συλλογή 50 δειγμάτων - καρποφόρων οργάνων από κάθε θέση, τα οποία στη συνέχεια τοποθετούνταν σε ειδικά σακουλάκια όσα και οι θέσεις παγίδευσης. Τα δείγματα στη συνέχεια ελέγχονταν. Όσον αφορά τις τρεις τελευταίες δειγματοληψίες, δηλαδή τη συλλογή των καρυδιών, μελετούσαμε την προσβολή ή μη, αφού πρώτα τα ανοίγαμε με μαχαίρι για να παρατηρήσουμε το εσωτερικό τους αλλά και για να αξιολογήσουμε σε ποιον ακριβώς εχθρό οφειλόταν η προσβολή, και στη συνέχεια καταγράφαμε τα αποτελέσματα.



Εικόνα 15: Καρποφόρα όργανα του βαμβακιού που συλλέχθηκαν κατά τις δειγματοληψίες (α) χτένια, (β) άνθη, (γ) καρύδια

Στα καρύδια, η προσβολή από το πράσινο σκουλήκι είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτη, αφού οι προνύμφες ανοίγουν οπές και τρώνε το περιεχόμενο βάζοντας το μπροστινό μέρος του σώματος τους μέσα στα καρύδια, ενώ αφήνουν τα περιττώματά τους στο εξωτερικό τμήμα της στοάς. Αντίθετα, οι προνύμφες του

ρόδινου σκουληκιού δημιουργούν μία οπή, η οποία όμως επουλώνεται πολύ γρήγορα χωρίς να αφήσει κάποιο ορατό σημάδι. Η παρουσία της προνύμφης του ρόδινου σκουληκιού στο εσωτερικό του καρυδιού μπορεί να εντοπιστεί μόνο όταν το ανοίξουμε. Για να εξέλθει από το καρύδι, η προνύμφη, δημιουργεί χαρακτηριστική κυκλική οπή (2mm περίπου), η οποία διακρίνεται από αντίστοιχη του πράσινου σκουληκιού, από το γεγονός ότι δεν συνοδεύεται από αποχωρήματα στα βράκτια φύλλα.

3. Χωρική κατανομή και Γεωστατιστική ανάλυση

Ιστορικά, οι μελέτες για την βιολογία των πληθυσμών των εντόμων, επικεντρώνονταν σε χρονικές μεταβολές, ενώ οι χωρικές διαστάσεις των πληθυσμών παρέμεναν σε μεγάλο βαθμό αδιερεύνητες. Η πολυπλοκότητα και η δυσκολία του χειρισμού πολυδιάστατων δεδομένων, αποτέλεσαν ένα συνεχές εμπόδιο στην προσπάθεια των ερευνητών για να κατανοήσουν τα χωρικά φαινόμενα.

Οι πληθυσμοί των εντόμων παρουσιάζουν χωρική ετερογένεια όσον αφορά την πυκνότητα τους. Αυτή η ανομοιογένεια είναι αρκετά σημαντική τόσο στην ανάπτυξη προγραμμάτων δειγματοληψίας, όσο για την κατανόηση της σχέσης ανάμεσα σε αρπακτικά και στη λεία τους, όπως επίσης και για την κατανόηση του ενδοειδικού ανταγωνισμού και την ανάπτυξη ορθολογικών στρατηγικών διαχείρισης των επιβλαβών οργανισμών.

Ορισμένες μελέτες προσπάθησαν να ποσοτικοποιήσουν τις χωρικές αποκλίσεις στους πληθυσμούς με τη χρήση των δεικτών διασποράς, χωρίς όμως να μπορέσουν να διαχωρίσουν με σαφήνεια τα διάφορα χωρικά πρότυπα. Τα μεγαλύτερα εμπόδια για την έρευνα των χωρικών διεργασιών στην οικολογία εντόμων, ήταν η έλλειψη επαρκούς αναλυτικής διαχείρισης και εργαλείων διαχείρισης των δεδομένων. Σε παλαιότερες έρευνες, η περιγραφή της χωρικής κατανομής των εντόμων γινόταν με τη χρησιμοποίηση των δεικτών διασποράς, δεικτών συνάθροισης, Taylor Power Law (Taylor, 1984) κ.α. Όμως αυτοί οι δείκτες εστιάζονται στη σχέση μέσου όρου και παραλλακτικότητας των δειγμάτων

αγνοώντας τις χωρικές τους θέσεις. Επομένως, η χρησιμοποίηση των δεικτών αυτών οδηγεί σε εσφαλμένες ερμηνείες, διότι αυτοί οι δείκτες συχνά δεν γίνεται να διαφοροποιήσουν το είδος της κάθε χωρικής κατανομής και οι περιγραφές των χωρικών κατανομών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος του δείγματος.

Αυτό που απαιτείται για την ποσοτικοποίηση της χωρικής κατανομής είναι ένα νέο εργαλείο, το οποίο θα μπορεί να λαμβάνει υπόψη ταυτόχρονα το μέγεθος και τη θέση έτσι ώστε να ποσοτικοποιήσει τη χωρική κατανομή. Η ανάπτυξη δύο νέων τεχνολογιών τα τελευταία έτη βοήθησαν στην ανάλυση περίπλοκων χωρικών δεδομένων. Οι τεχνολογίες αυτές είναι τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) και τα γεωστατιστικά συστήματα.

Η χαρτογράφηση αποτελεί έναν από τους πιο γνωστούς τρόπους παρουσίασης των χαρακτηριστικών και της διασποράς των ιδιοτήτων της επιφάνειας της γης, και ενώ αρχικά παρουσιάστηκε από τους χαρτογράφους με τον σχεδιασμό των χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας, εξελίχθηκε στην ψηφιακή της μορφή κατά τις δεκαετίες του '60 και του '70. Αυτές οι ψηφιακές μορφές μας οδήγησαν στα γνωστά μας σήμερα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS). Ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών είναι ένα σύνολο προγραμμάτων το οποίο συλλέγει, αποθηκεύει, ανακτά, μετατρέπει, εμφανίζει και αναλύει χωρικά δεδομένα (Burrough, 1988). Τα γεωαναφερόμενα δεδομένα, όπως είναι η πυκνότητα του πληθυσμού ενός εντόμου, ο τύπος της καλλιέργειας ή του εδάφους, μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα GIS για την παραγωγή πολυεπίπεδων θεματικών χαρτών.

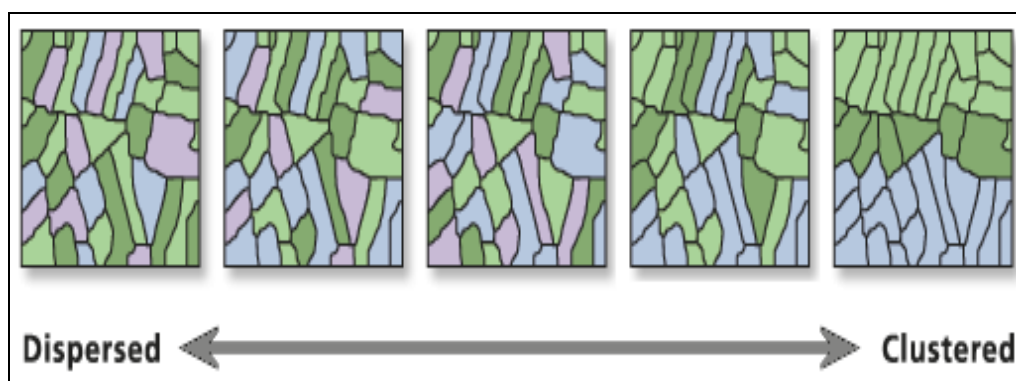
Οι γεωστατιστικές μέθοδοι είναι ένα σκέλος της εφαρμοσμένης στατιστικής που επικεντρώνεται στην περιγραφή των χωρικών κατανομών και των συσχετίσεων που προκύπτουν στο χώρο, και επιτρέπουν την εφαρμογή μοντέλων προσομοίωσης για τον υπολογισμό των πληθυσμιακών πυκνοτήτων σε θέσεις όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Επίσης, χρησιμοποιούνται για την ποσοτικοποίηση και μοντελοποίηση χωρικών συσχετίσεων σε ένα φάσμα χωρικών επιπέδων μέσω της χρήσης των ημι-βαριογραμμάτων (semi-variogrammes), των κορελογραμμάτων (correlogrammes) και των συναρτήσεων της διακύμανσης και για τον υπολογισμό των τιμών των σημείων για τα οποία δεν υπήρχαν παρατηρήσεις και την παρουσίαση τους με τη μορφή θεματικών χαρτών.

Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως στην εφαρμοσμένη γεωλογία του πετρελαίου και ορυκτών. Τα γεωστατιστικά συστήματα έχουν προσφέρει σημαντικές προβλέψεις για τη θέση μεταλλευμάτων και πετρελαϊκών πόρων από περιορισμένα δεδομένα. Ενώ στο παρελθόν, οι γεωστατιστικές εφαρμογές επικεντρώθηκαν σε γεωλογικά προβλήματα, σήμερα έχουν ευρεία εφαρμογή και σε πολλά οικολογικά θέματα.

Τα στοιχεία της παρούσας διατριβής αναλύθηκαν με την χρήση του λογισμικού SURFER (Golden Software Surfer 8). Αρχικά αναπτύξαμε μία βάση δεδομένων η οποία περιείχε τα ζεύγη συντεταγμένων κάθε θέσης δειγματοληψίας (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος), τα οποία καταγράφηκαν με τη χρήση GPS, καθώς και τον αριθμό των συλληφθέντων ενηλίκων για κάθε παρατήρηση. Τα δεδομένα μας αναλύθηκαν με απλές στατιστικές μεθόδους και στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες της εβδομαδιαίας χωρικής μεταβολής των πληθυσμών των εντόμων που μελετήσαμε με τη μέθοδο προσομοίωσης kriging, όπου υπολογίζονται τιμές σημείων για τα οποία δεν υπήρχαν παρατηρήσεις (Γκόγκου, 2009). Δηλαδή, το kriging είναι μια γεωστατιστική μέθοδος ανάπτυξης δικτύου τιμών, κατά την οποία παράγονται χάρτες από ακανόνιστα σχηματικά δεδομένα. Η μέθοδος δημιουργεί σημεία τάσης ως προς τα δεδομένα των παρατηρήσεων μας, έτσι ώστε, τα σημεία υψηλών τιμών να συνδέονται μεταξύ τους κατά μήκος μιας κορυφογραμμής και όχι να αποτυπώνονται ως ανεξάρτητα σημεία ομόκεντρων κύκλων.

Επίσης, για την περιγραφή της χωρικής κατανομής των δύο εντόμων χρησιμοποιήσαμε μια μέθοδο χωρικής αυτοσυσχέτισης (spatial autocorrelation), η οποία καθορίζει το βαθμό εξάρτησης των χωροαναφερόμενων δεδομένων. Η μέθοδος αυτή παρέχει μια πιο άμεση μέτρηση της χωρικής εξάρτησης από τους δείκτες διασποράς και χρησιμοποιήθηκε και στο παρελθόν για την μελέτη της χωρικής κατανομής των εντομολογικών πληθυσμών (Papadopoulos et al, 2003). Συγκεκριμένα, η χωρική συνάφεια των δεδομένων ερευνήθηκε με την χρήση του δείκτη Moran's *I*. Η μέθοδος αυτή μετρά την χωρική αυτοσυσχέτιση, η οποία βασίζεται και στα χαρακτηριστικά των θέσεων αλλά και στα χαρακτηριστικά των τιμών ταυτόχρονα. Επομένως, έχοντας ως δεδομένα ένα σύνολο γεωαναφορικών τιμών, ο δείκτης Moran's *I* αξιολογεί κατά πόσο η κατανομή είναι ομαδοποιημένη,

τυχαία ή ομοιόμορφη (clustered, dispersed, or random) (Εικόνα 16). Γενικά εάν ο δείκτης Moran's I είναι κοντά στο +1.0, η κατανομή είναι ομαδοποιημένη ενώ αν πλησιάζει στο -1.0, είναι ομοιόμορφη (Fortin and Dale, 2006). Δηλαδή, η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι γενικά μία πιο πολύπλοκη μέθοδος από την απλή συσχέτιση διότι εδώ η συσχέτιση έχει δύο διαστάσεις και δύο κατευθύνσεις.



Εικόνα 16: Τύποι χωρικής κατανομής
(εικόνα από Διοδίκτυο, βλ. Παρ. Ι),

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, για να διερευνήσουμε τη χωρική και χρονική κατανομή και μεταβολή εντομολογικών πληθυσμών δημιουργήσαμε χαρτες διασποράς των εντόμων για δεδομένες χρονικές στιγμές και στη συνέχεια έγινε σύγκριση αυτών, με στόχο την αποτύπωση αλλαγών στα χωρικά πρότυπα των πληθυσμών των εντόμων, σε σχέση με το χρόνο. Η εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας των εντόμων στις περιοχές που δεν έγινε δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο kriging. Συγκρίσεις μεταξύ των χαρτών μας δείχνουν τις αλλαγές που παρατηρούνται με το χρόνο στη χωρική κατανομή των πληθυσμών των δύο εντόμων που εξετάζουμε, καθώς και τα «hotspots» της συγκέντρωσης υψηλών πληθυσμών.

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

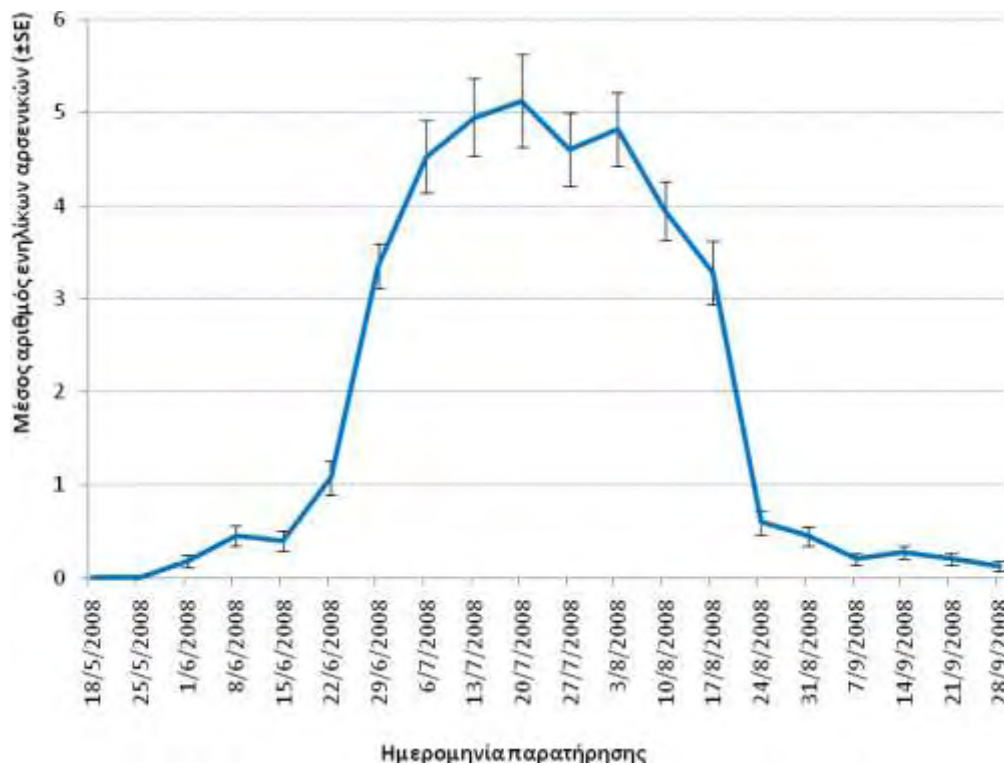
1. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

1.1 Πορεία πτήσης ενηλίκων

1.1.1 Πράσινο σκουλήκι (*H. armigera*)

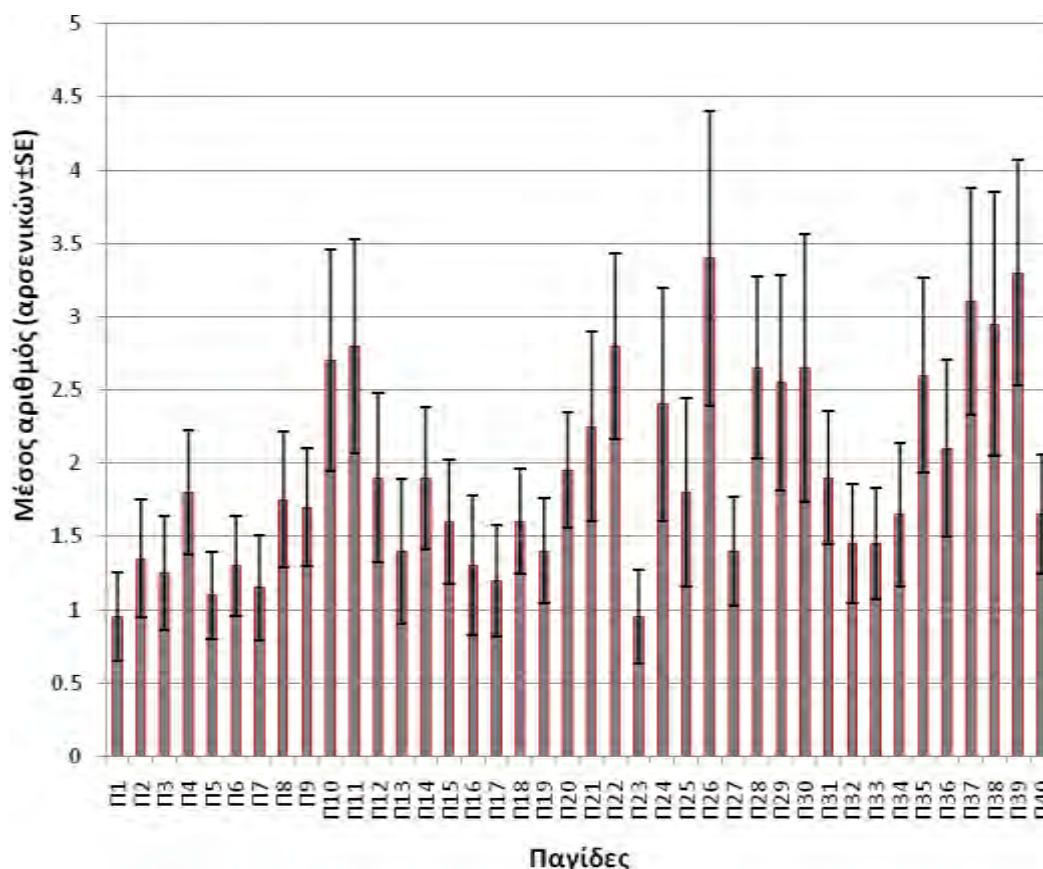
Η πορεία πτήσης των ενηλίκων του πράσινου σκουληκιού στη ευρύτερη περιοχή, καθώς και η πορεία πτήσης σε κάθε μια από τις δύο καλλιέργειες δίνονται στα Διαγράμματα 4 και 5.

Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 4, οι συλλήψεις των ενηλίκων στις παγίδες ήταν χαμηλές έως και το τέλος του Ιουνίου. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του πληθυσμού από τις αρχές Ιουλίου έως και το μήνα Αύγουστο. Χαμηλή ήταν η πυκνότητα του πληθυσμού από τα μέσα Αυγούστου έως και το τέλος Σεπτεμβρίου.



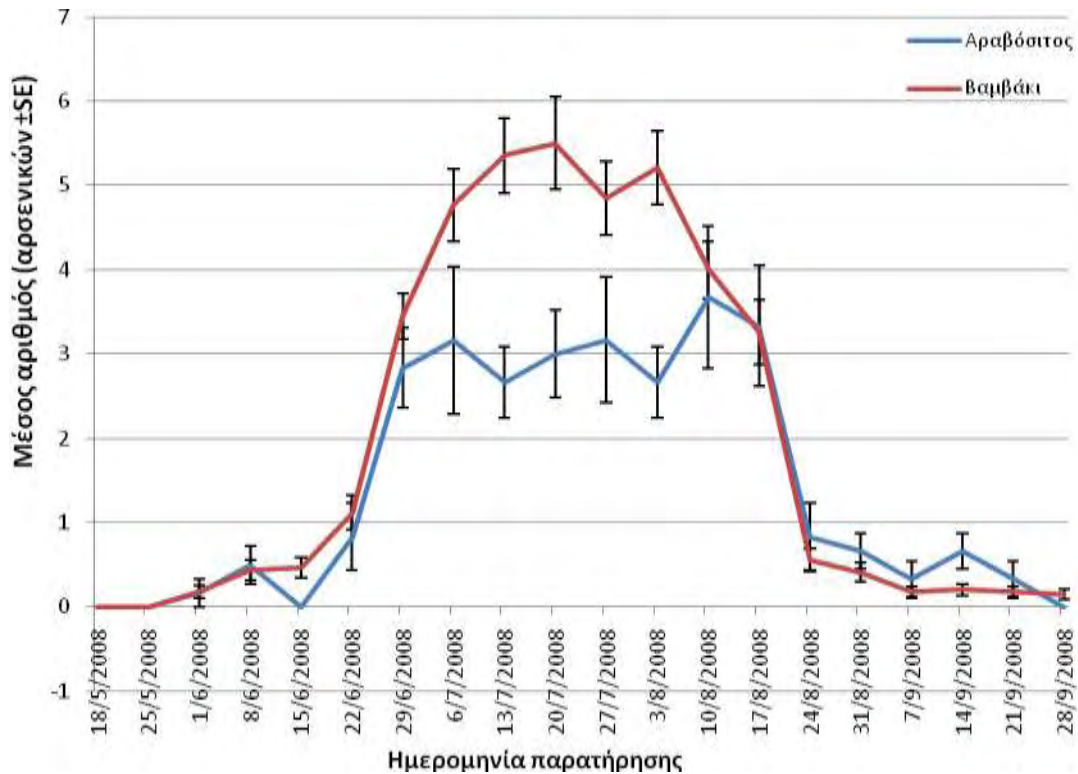
Διάγραμμα 4: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *H. armigera* στην ευρύτερη περιοχή του πειράματος.

Στο Διάγραμμα 5 δίνεται ο μέσος αριθμός συλληφθέντων ατόμων του πράσινου σκουληκιού ανάλογα με την παγίδα. Η κατανομή των συλλήψεων ανά παγίδα κυμάνθηκε από 1 έως 3,5 ενήλικα ανά εβδομάδα. Δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στις συλλήψεις μεταξύ των παγίδων.



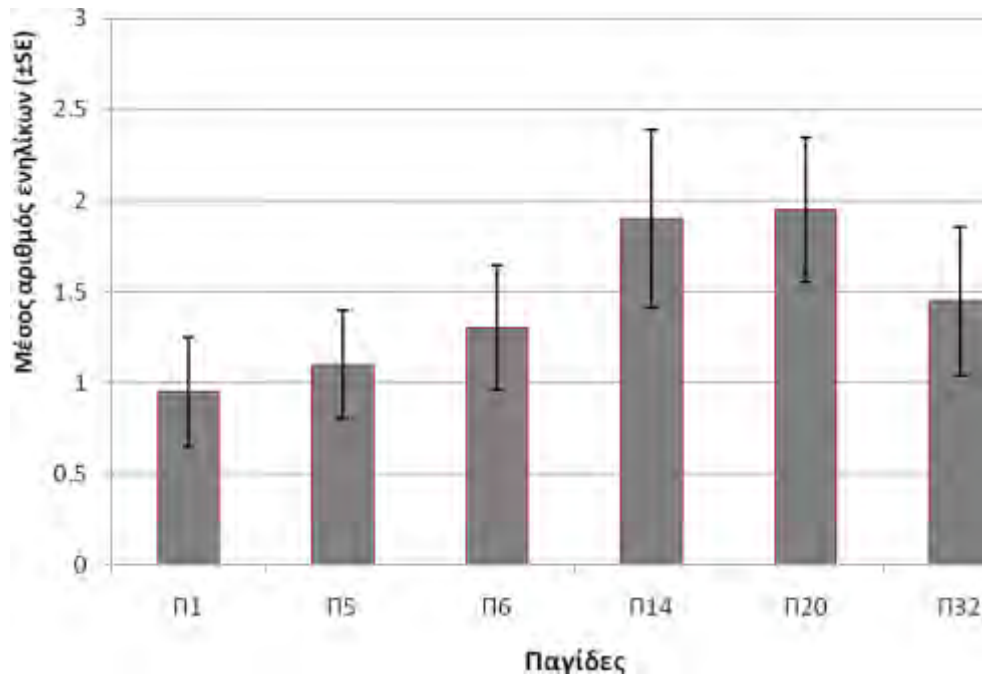
Διάγραμμα 5: Μέσος αριθμός συλληφθέντων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά εβδομάδα

Στο Διάγραμμα 6 παρατίθενται συγκριτικά οι συλλήψεις στις παγίδες που είχαν τοποθετηθεί στο βαμβάκι και στον αραβόσιτο. Η πορεία της πτήσης ήταν παρόμοια και στις δύο καλλιέργειες, με υψηλότερους πληθυσμούς να καταγράφονται στα αγροτεμάχια με βαμβάκι από 22-06-08 έως 10-08-08.

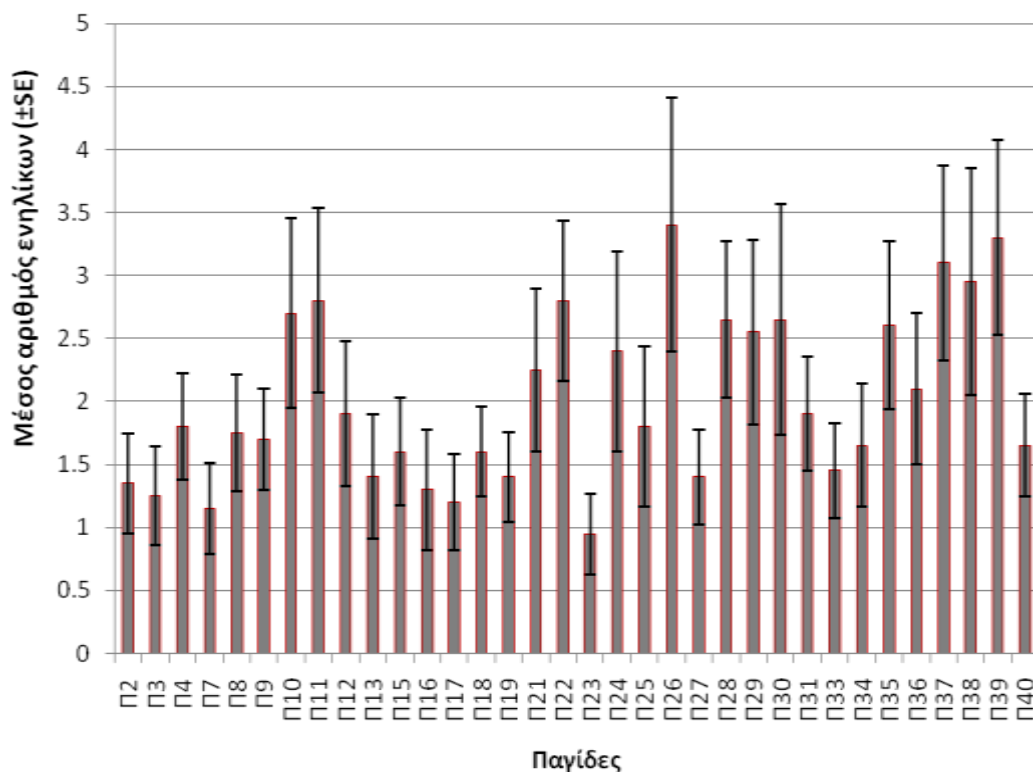


Διάγραμμα 6: Πορεία πτήσης των ενήλικων του *H. armigera* σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο (συνολικός αριθμός παγίδων 6) και σε αγροτεμάχια με βαμβάκι (συνολικός αριθμός παγίδων 34)

Στα δύο παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται οι συλλήψεις ανά παγίδα για όλη τη διάρκεια του πειράματος τόσο στα αγροτεμάχια με αραβόσιτο (Διάγραμμα 7) όσο και στα αγροτεμάχια με βαμβάκι (Διάγραμμα 8). Παρατηρούμε ότι στις παγίδες, οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε αραβόσιτο, ο μέσος αριθμός συλλήψεων κυμάνθηκε από ~1 έως ~2 ενήλικα ενώ στις παγίδες οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε βαμβάκι κυμάνθηκε από ~1 έως ~3.5, χωρίς να σημειώνεται σημαντική διακύμανση μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 7: Μέσος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων *H.armigera* σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο (συνολικός αριθμός παγίδων 6)



Διάγραμμα 8: Μέσος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων *H.armigera* σε αγροτεμάχια με βαμβάκι (συνολικός αριθμός παγίδων 34).

Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά οι συνολικές συλλήψεις του *H. armigera* ανά καλλιέργεια (Πίνακας 11). Οι συλλήψεις στις παγίδες που είχαν τοποθετηθεί σε αγροτεμάχια βαμβακιού, ήταν σημαντικά υψηλότερες από εκείνες που είχαν τοποθετηθεί σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο.

Πίνακας 11: Συγκριτικός πίνακας του μέσου αριθμού των συλληφθέντων ενηλίκων ανά παγίδα σε αραβόσιτο και βαμβάκι.

Καλλιέργεια	n (συνολικός αριθμός παγίδων)	Συνολικός αριθμός συλλήψεων σε όλες τις παγίδες	Μέσος αριθμός ενηλίκων/παγίδα \pm se
Βαμβάκι	34	1369	40,26 \pm 2,34 a
Αραβόσιτος	6	173	28,83 \pm 3,36 b
Σύνολο	40	1542	

Μέσοι όροι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο t ($P < 0.05$).

Ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων έδειξε ότι η εποχή του έτους (εβδομαδιαία παρατήρηση) επηρέασε τις συλλήψεις στις παγίδες, ενώ το είδος της καλλιέργειας όχι (Πίνακας 12). Η αλληλεπίδραση μεταξύ εποχής του έτους και της καλλιέργειας ήταν σημαντική. Συνεπώς, η δυναμική πληθυσμού του πράσινου σκουληκιού διέφερε στις δύο καλλιέργειες.

Πίνακας 12: Ανάλυση παραλλακτικότητας (επαναλαμβανόμενων μετρήσεων-ANOVA) για την επίδραση της καλλιέργειας (πρώτος παράγοντας) και του χρόνου παγίδευσης (δεύτερος παράγοντας), στον αριθμό των συλλαμβανομένων εντόμων του *H. armigera*

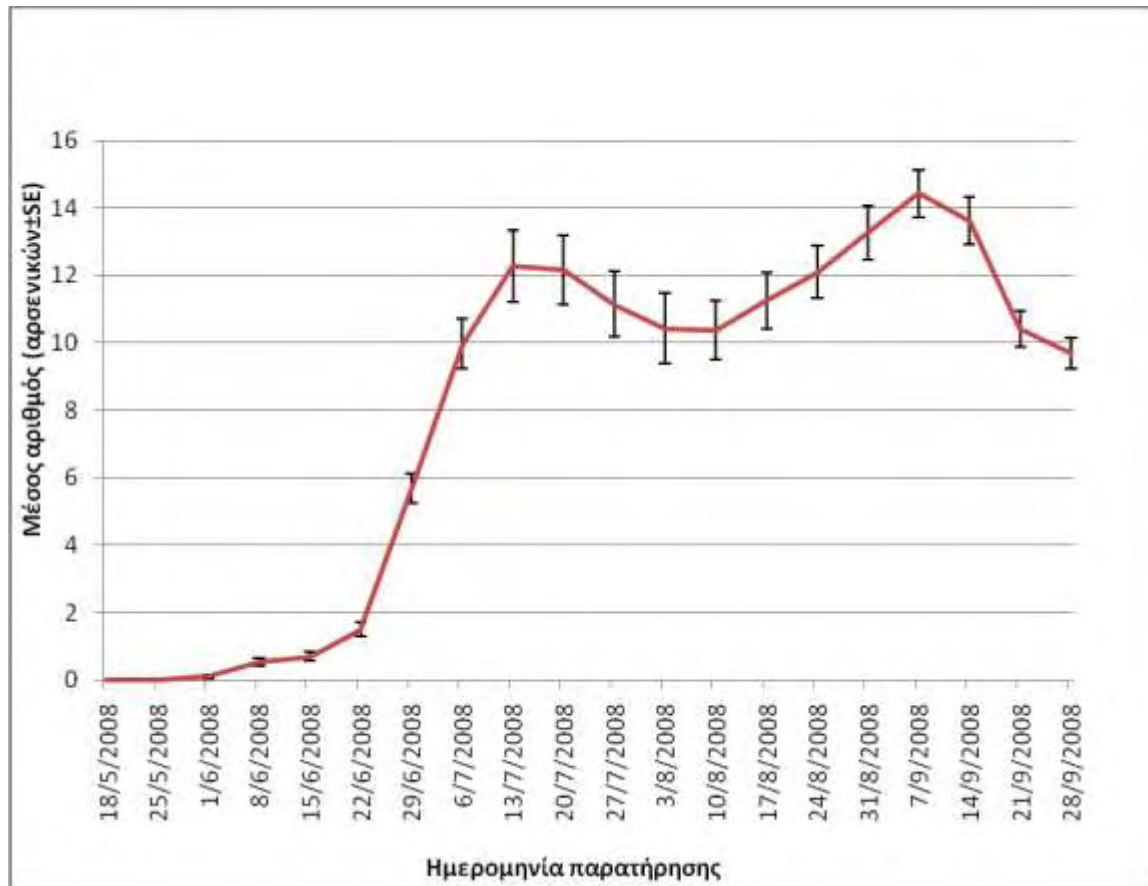
Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	Κριτήριο F	Επίπεδο σημαντικότητας P
Καλλιέργεια	1	0,758	1,474	0,232
Σφάλμα	38	0,515	-	-
Εποχή του έτους (εβδομάδα)	19	8,325	55,899	0,000
Καλλιέργεια X Εβδομάδα	19	0,271	1,817	0,018
Σφάλμα	722	0,149	-	-

Πριν την ανάλυση έγινε μετατροπή των δεδομένων σε $\ln(x+1)$

1.1.2 Ρόδινο σκουλήκι (*P. gossypiella*)

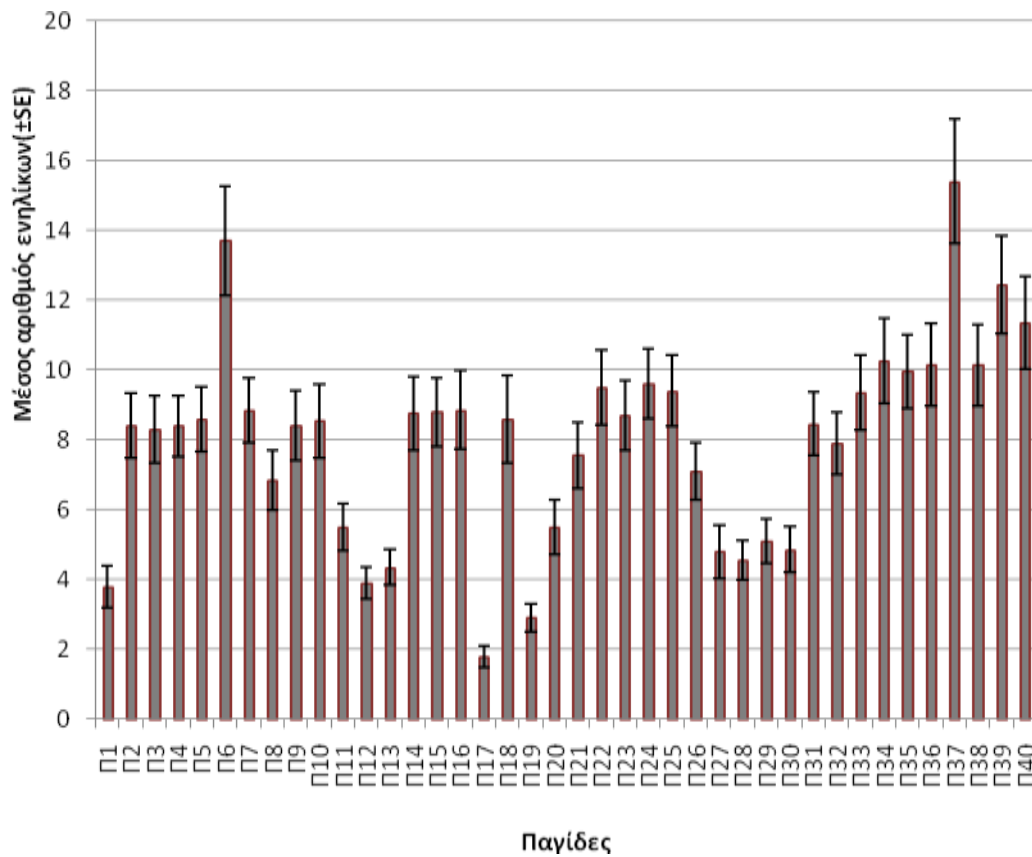
Η πορεία της πτήσης του ρόδινου σκουληκιού κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας στην ευρύτερη περιοχή καθώς και η πορεία πτήσης σε κάθε μια από τις δύο καλλιέργειες, δίνονται στα Διαγράμματα 9 και 10.

Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 9, οι συλλήψεις των ενηλίκων στις παγίδες ήταν ιδιαίτερα χαμηλές έως και τα μέσα Ιουνίου. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του πληθυσμού στο τέλος Ιουνίου. Οι συλλήψεις διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα έως και το τέλος του Σεπτεμβρίου. Οι παγίδες αποσύρθηκαν από την πειραματική περιοχή την πρώτη εβδομάδα του Οκτωβρίου διότι πλησίαζε η εποχή της συγκομιδής, παρόλο που η πτήση των ενηλίκων συνεχιζόταν και οι συλλήψεις ήταν υψηλές.



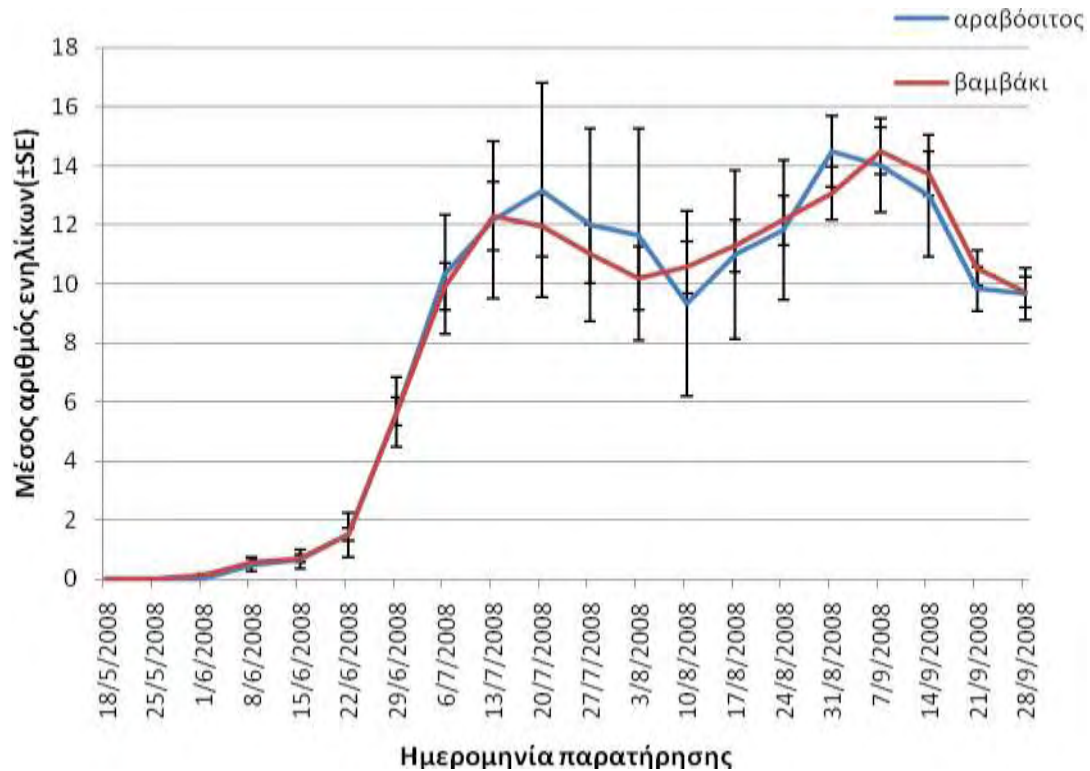
Διάγραμμα 9: Πορεία της πτήσης των ενηλίκων του *P. gossypiella*

Οι συλλήψεις των ενηλίκων του ρόδινου σκουληκιού κυμάνθηκε από 2 έως 16 άτομα ανά εβδομάδα (Διάγραμμα 10).



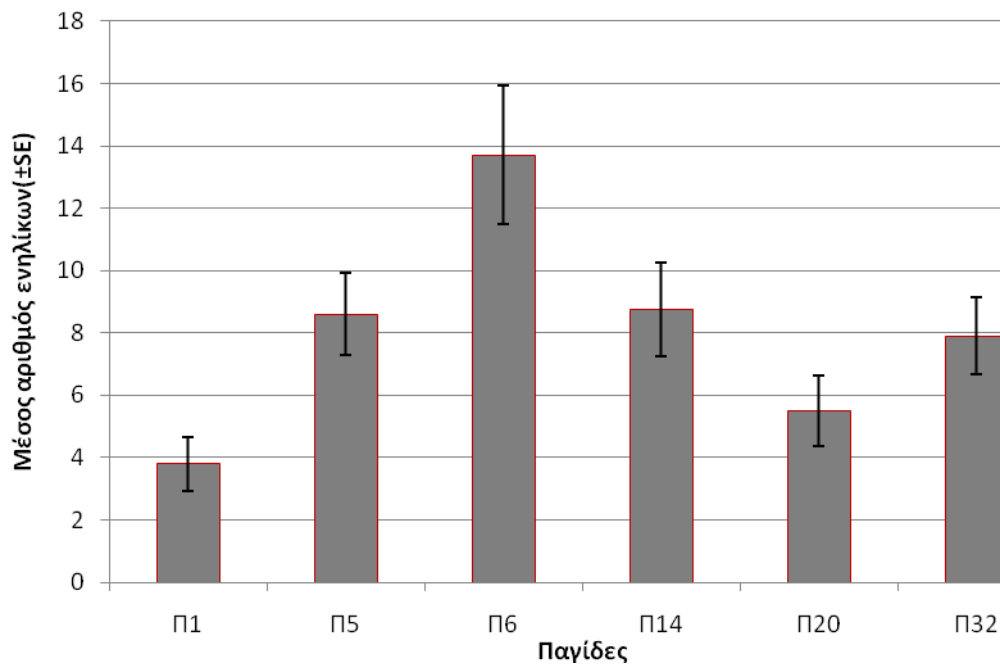
Διάγραμμα 10: Μέσος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα

Στο Διάγραμμα 11 παρατίθενται συγκριτικά οι συλλήψεις στις παγίδες που είχαν τοποθετηθεί σε αγροτεμάχια με βαμβάκι και σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο. Η πορεία της πτήσης ήταν παρόμοια και στις δύο καλλιέργειες.

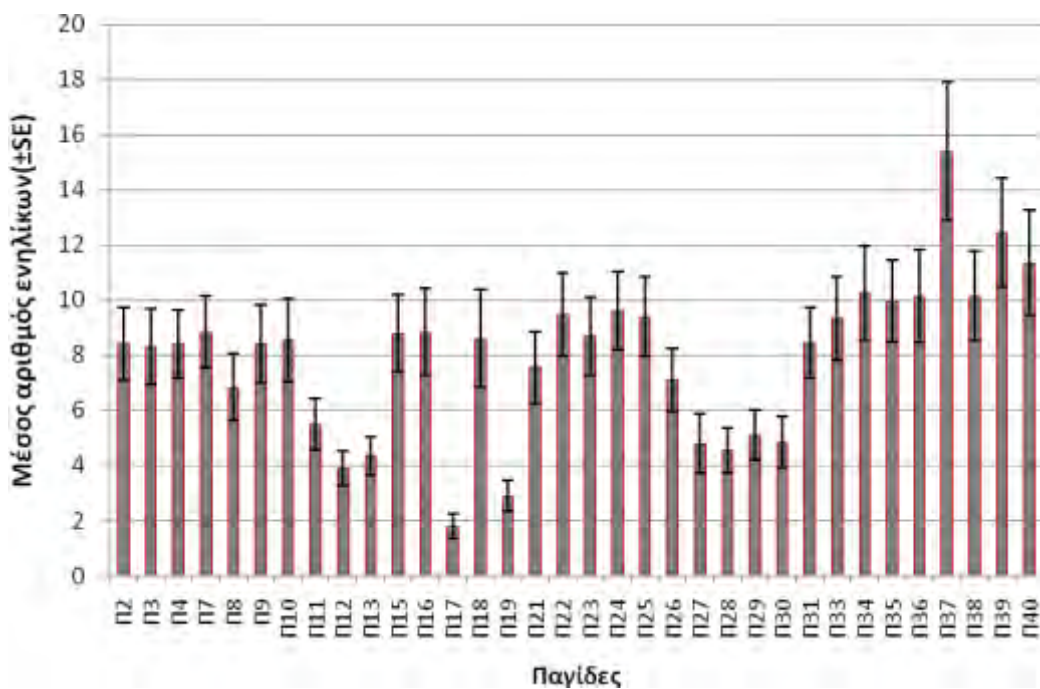


Διάγραμμα 11: Πορεία της πτήσης των ενηλίκων του ρόδιου σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο και βαμβάκι

Στα Διαγράμματα 12 και 13 παρουσιάζονται οι συλλήψεις ανά παγίδα για όλη τη διάρκεια του πειράματος τόσο στα αγροτεμάχια με αραβόσιτο (Διάγραμμα 12) όσο και στα αγροτεμάχια με βαμβάκι (Διάγραμμα 13). Παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του ρόδιου σκουληκιού στον αραβόσιτο κυμάνθηκε από 4 έως 14 άτομα περίπου ενώ στο βαμβάκι κυμάνθηκε από 4 έως 16 άτομα περίπου, χωρίς να σημειώνεται σημαντική διακύμανση μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 12: Μέσος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο (αριθμός παγίδων 6)



Διάγραμμα 13: Μέσος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα σε αγροτεμάχια με βαμβάκι (αριθμός παγίδων 34)

Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά, οι συνολικές συλλήψεις του *P. gossypiella* ανά καλλιέργεια (Πίνακας 13). Οι συλλήψεις στις παγίδες που είχαν τοποθετηθεί σε αγροτεμάχια με βαμβάκι ήταν υψηλότερες από εκείνες στις παγίδες στα αγροτεμάχια με αραβόσιτο.

Πίνακας 13: Συγκριτικός πίνακας του μέσου αριθμού των συλληφθέντων ενηλίκων ανά παγίδα σε αραβόσιτο και βαμβάκι.

Καλλιέργεια	n (συνολικός αριθμός θέσεων παγίδευσης)	Συνολικός αριθμός συλλήψεων σε όλες τις παγίδες	Μέσος αριθμός ενηλίκων /παγίδα \pm se
Αραβόσιτος	6	965	160,83 (\pm 27,64)a
Βαμβάκι	34	5422	159,47 (\pm 9,62)b
Σύνολο	40	6387	

Οι μέσοι όροι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο t ($P < 0.05$).

Ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων έδειξε ότι η εποχή του έτους (εβδομαδιαία παρατήρηση) επηρέασε τις συλλήψεις στις παγίδες, ενώ το είδος της καλλιέργειας όχι (Πίνακας 14). Ούτε και η αλληλεπίδραση μεταξύ της εποχής του έτους και της καλλιέργειας ήταν σημαντική. Επομένως η δυναμική του πληθυσμού του ρόδινου σκουληκιού δεν διέφερε σημαντικά στις δύο καλλιέργειες.

Πίνακας 14: Ανάλυση παραλλακτικότητας (επαναλαμβανόμενων μετρήσεων-ANOVA) για την επίδραση της καλλιέργειας (πρώτος παράγοντας) και του χρόνου παγίδευσης (δεύτερος παράγοντας), στον αριθμό των συλλαμβανομένων εντόμων του *P. gossypiella*

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	Κριτήριο F	Επίπεδο σημαντικότητας P
Καλλιέργεια	1	0,033	0,018	0,893
Σφάλμα	38	1,831	-	-
Εποχή έτους (εβδομάδα)	19	21,257	149,997	0,000
Καλλιέργεια Χ Εβδομάδα	19	0,042	0,297	0,999
Σφάλμα	722	0,142	-	-

Πριν την ανάλυση έγινε μετατροπή των δεδομένων σε $\ln(x+1)$

1.2 Προσβολές καρποφόρων οργάνων

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών των καρποφόρων οργάνων. Οι δύο πρώτες δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις 22/6/2008 και 20/7/2008 αντίστοιχα. Παρατηρούμε πως ούτε στην πρώτη δειγματοληψία (χτένια) αλλά ούτε και στη δεύτερη δειγματοληψία (άνθη) σημειώθηκαν προσβολές για κανέναν από τους δύο εχθρούς του βαμβακιού. Αντίθετα κατά την τρίτη δειγματοληψία (η πρώτη για τα καρύδια) βρέθηκαν μόνο τέσσερα προσβεβλημένα καρποφόρα όργανα από το πράσινο σκουλήκι. Στην τέταρτη δειγματοληψία (η δεύτερη για τα καρύδια) σημειώθηκαν μόνο δύο προσβεβλημένα καρύδια αλλά από ρόδινο σκουλήκι ενώ στην τελευταία δειγματοληψία (η τρίτη για τα καρύδια) δεν βρέθηκε καμία προσβολή.

Πίνακας 15: Προσβολές καρποφόρων οργάνων από πράσινο και ρόδινο σκουλήκι

Δειγματοληψίες Ημερομηνία	Καρποφόρο όργανο	Αριθμός δειγμάτων (n)	Πράσινο σκουλήκι	Ρόδινο σκουλήκι
			Προσβολή/ σύνολο εξετασθέντων	Προσβολή / σύνολο εξετασθέντων
1η δειγματοληψία 22/6/2008	χτένια	1700	0	0
2η δειγματοληψία 20/7/2008	λουλούδια	1700	0	0
3η δειγματοληψία 17/8/2008	καρύδια	1700	4/1700	0
4η δειγματοληψία 7/9/2008	καρύδια	1700	0	2/1700
5η δειγματοληψία 28/9/2008	καρύδια	1700	0	0

2. Χωρική κατανομή πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού

Στην Εικόνα 17 διακρίνεται ολόκληρη η περιοχή μελέτης στην οποία πραγματοποιήθηκε το πείραμα, καθώς και όλες οι θέσεις παγίδευσης για τους δύο

εχθρούς. Οι κόκκινες γραμμές δείχνουν τα όρια της περιοχής μελέτης και κατά συνέπεια αποτελούν και τα όρια των χαρτών στους οποίους απεικονίζεται η χωρική κατανομή του κάθε εντόμου. Στην Εικόνα 17 αποτυπώνεται το πολύγωνο της περιοχής μελέτης, πάνω στο οποίο στηριχθήκαμε και δημιουργήσαμε τους γεωστατιστικούς χάρτες. Οι χάρτες παρατίθενται ανά μήνα για το κάθε ένα από τα δύο έντομα.

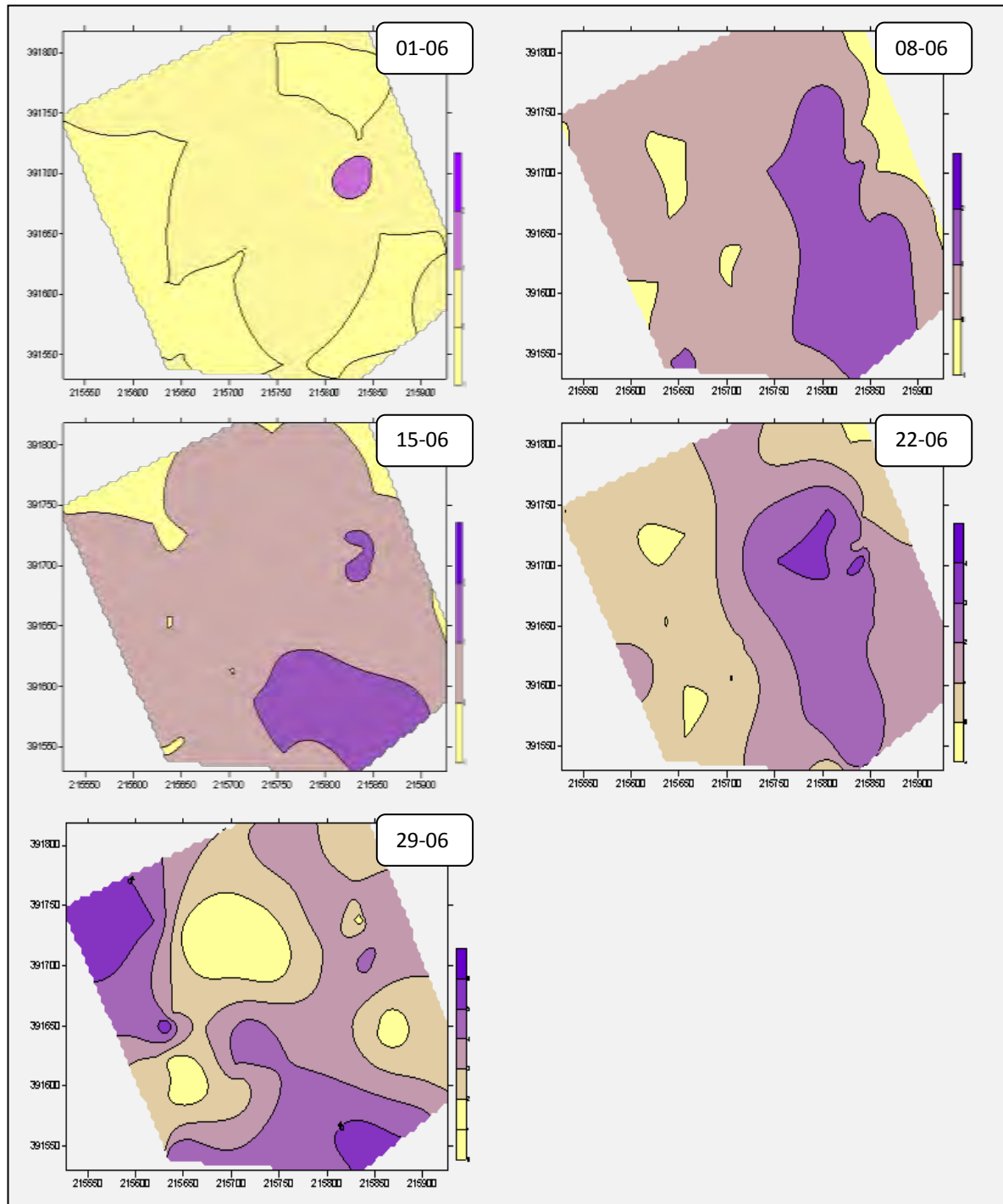


Εικόνα 17: Το πολύγωνο της περιοχής μελέτης

2.1 Πράσινο σκουλήκι (*H. armigera*)

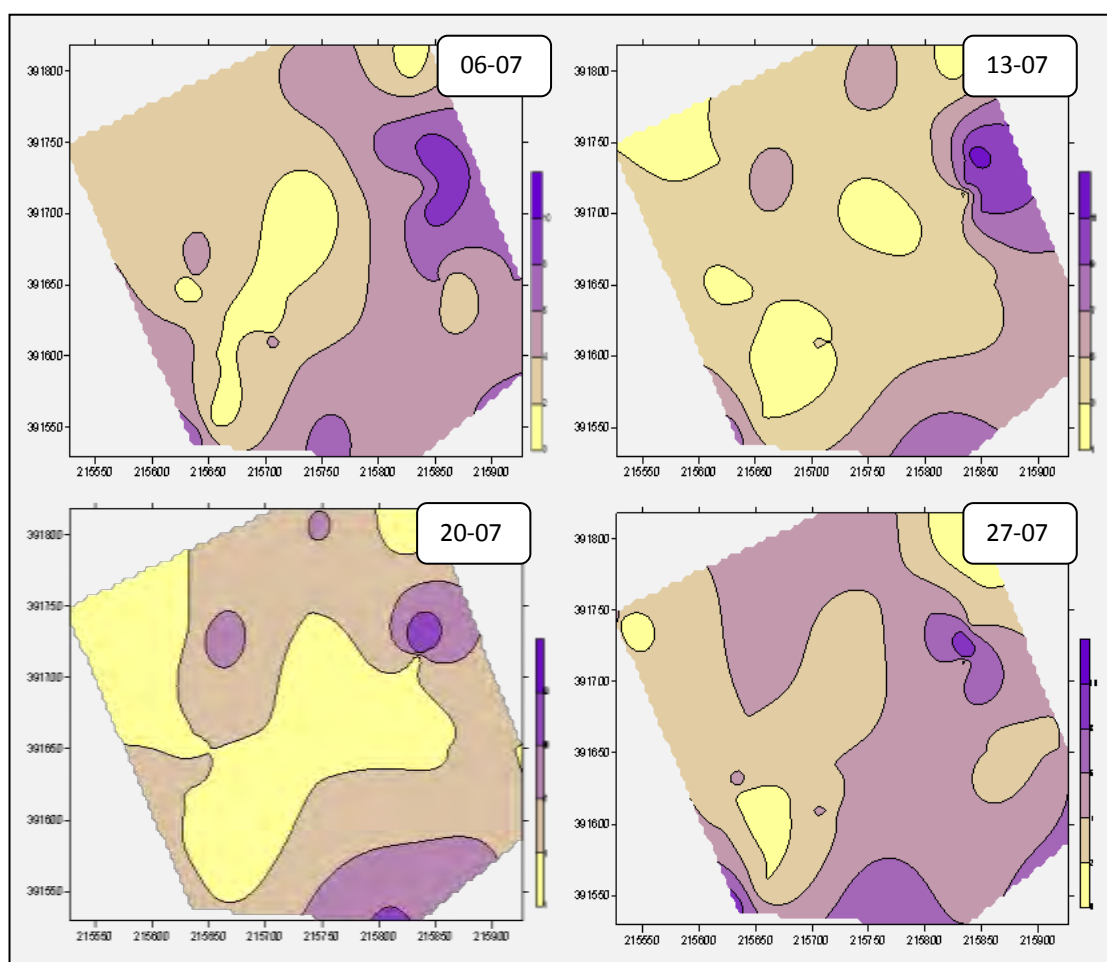
Στο Διάγραμμα 14 αποτυπώνεται η χωρική κατανομή του πράσινου σκουληκιού κατά τον μήνα Ιούνιο (πέντε παρατηρήσεις). Στον πρώτο χάρτη, στον οποίο αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της πρώτης παρατήρησης του εντόμου (01-06-2008) σε όλες τις παγίδες, παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός είναι ιδιαίτερα μικρός και ότι συγκεντρώνεται στην βορειοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης. Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος στην συγκεκριμένη περιοχή υπήρχαν πολλά αγροτεμάχια με αραβόσιτο. Στην συνέχεια, στους

υπόλοιπους χάρτες παρατηρούμε την σταδιακή διασπορά του εντόμου, ενώ στον τελευταίο χάρτη, όπου αποτυπώνεται η χωρική κατανομή του πράσινου σκουληκιού κατά την τελευταία ημερομηνία παρατήρησης για τον μήνα Ιούνιο (29-06-08), παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του εντόμου έχει αυξηθεί σημαντικά και πλέον εκτείνεται σε όλη την περιοχή μελέτης.



Διάγραμμα 14: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του πράσινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Ιούνιος 2008)

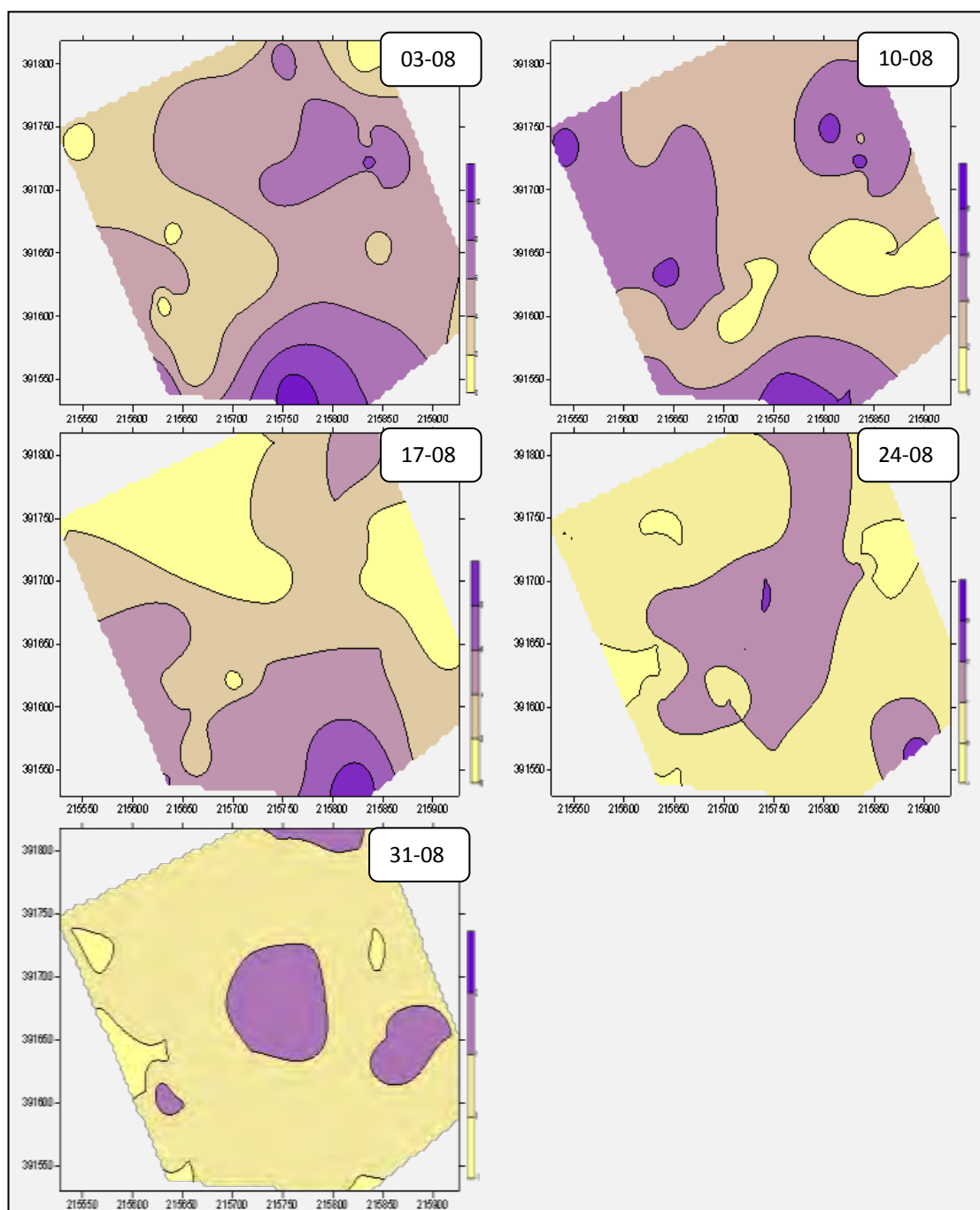
Όσον αφορά τον μήνα Ιούλιο παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του πράσινου σκουληκιού έχει αυξηθεί αρκετά και ακολουθεί μια τυχαία κατανομή. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε όλη την διάρκεια του Ιουλίου όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 15, όπου παρατίθενται οι θεματικοί χάρτες που απεικονίζουν την χωρική κατανομή του εντόμου στις τέσσερις παρατηρήσεις για τον συγκεκριμένο μήνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ενηλίκων εντοπίστηκε στις φερομονικές παγίδες, οι οποίες ήταν τοποθετημένες στην βορειοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης, όπως ακριβώς συνέβη και τον μήνα Ιούνιο.



Διάγραμμα 15: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του πράσινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Ιούλιος 2008)

Στο Διάγραμμα 16 δίνεται η χωρική κατανομή του πληθυσμού του πράσινου σκουληκιού κατά τον μήνα Αύγουστο. Παρατηρούμε ο πληθυσμός του εντόμου

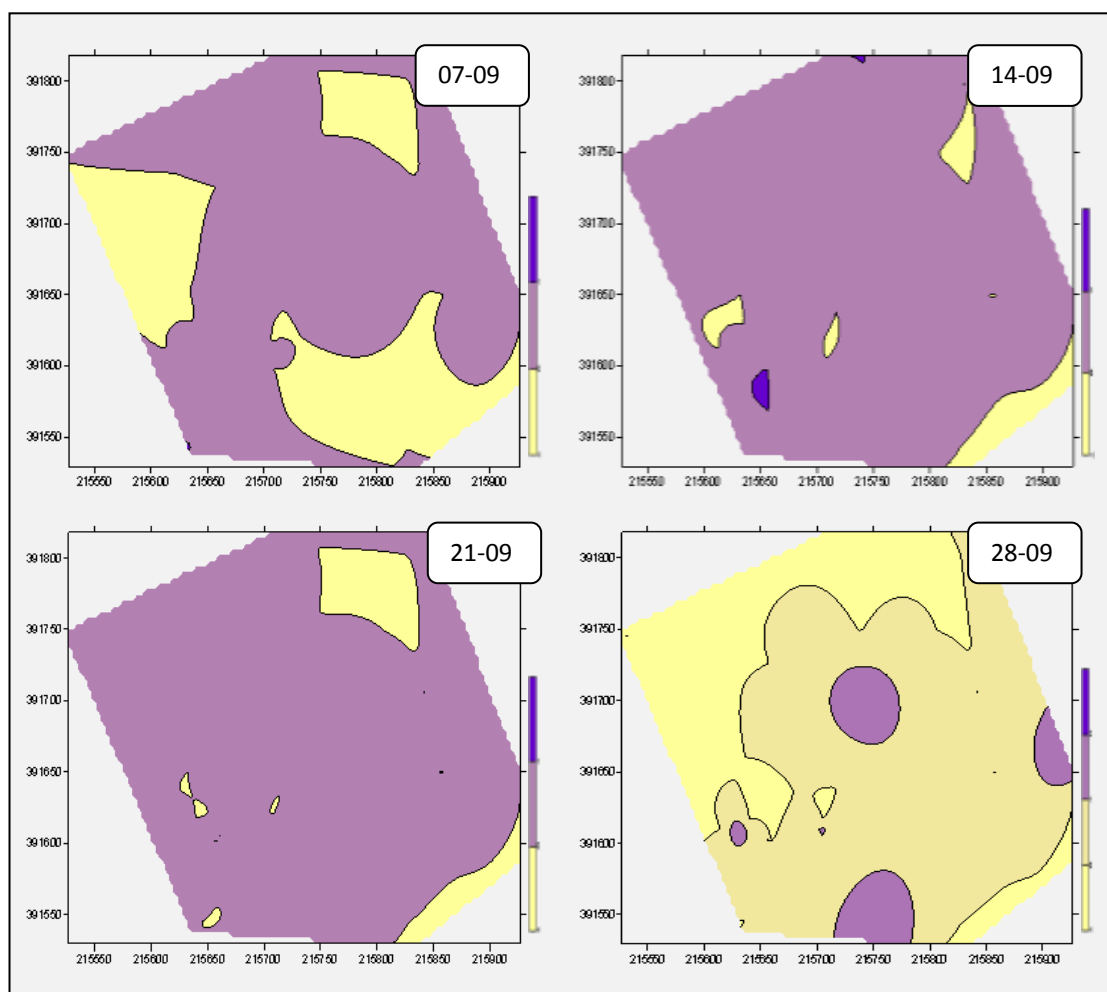
βρίσκεται διάσπαρτος σε όλη την περιοχή μελέτης και στις τέσσερις παρατηρήσεις του μήνα αυτού, αλλά σταδιακά το μέγεθος του μειωνόταν.



Διάγραμμα 16: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του πράσινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Αύγουστος 2008)

Στο Διάγραμμα 17 απεικονίζεται η χωρική κατανομή του εντόμου κατά τον μήνα Σεπτέμβριο. Παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός ήταν πάρα πολύ μικρός. Στην

αρχή του Σεπτεμβρίου η κατανομή του πληθυσμού ήταν τυχαία ενώ αντίθετα στο τέλος του μήνα οι λιγοστές συλλήψεις σημειώθηκαν σε συγκεκριμένες θέσεις.



Διάγραμμα 17: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του πράσινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Σεπτέμβριος 2008)

Στον Πίνακα 16 δίνονται οι τιμές του δείκτη Moran's I και τα αντίστοιχα Z scores. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις ημερομηνίες παρατήρησης ο τύπος της πληθυσμιακής κατανομής είναι τυχαίος εκτός από τις ημερομηνίες 13 και 20 Ιουλίου, όπου ο πληθυσμός του πράσινου σκουληκιού είναι ομαδοποιημένος, γεγονός που φαίνεται και στους αντίστοιχους γεωστατιστικούς χάρτες.

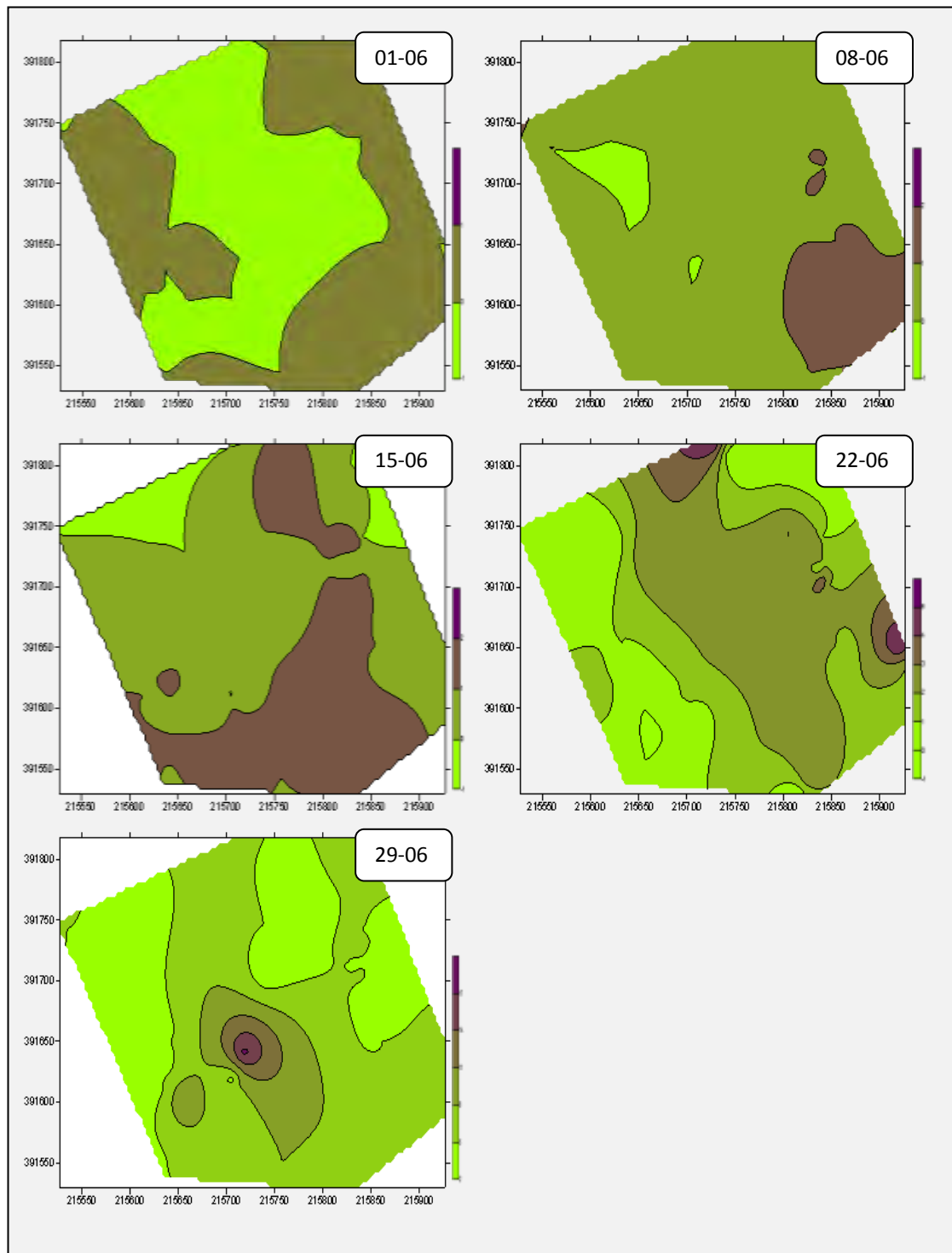
Πίνακας 16: MORAN'S I χωρική αυτοσυσχέτιση για κάθε ημερομηνία παρατήρησης για το πράσινο σκουλήκι.

Ημερομηνία	MORAN'S I	Τιμές του κριτηρίου Z
18/05/08	-	-
25/05/08	-	-
01/06/08	-0.67	-1.39
08/06/08	-0.3	-0.88
15/06/08	-0.15	-0.24
22/06/08	-0.77	-1.35
29/06/08	-0.18	-0.48
06/07/08	-0.86	-2.39
13/07/08	1.48*	4.63*
20/07/08	1.13*	3.6*
27/07/08	-0.27	-0.69
03/08/08	-0.1	-0.23
10/08/08	-0.04	-0.04
17/08/08	0.35	1.15
24/08/08	0.01	0.48
31/08/08	-0.33	-1.15
07/09/08	-	-
14/09/08	-	-
21/09/08	-0.77	-1.35
28/09/08	-	-

*Σημαντικές τιμές Z (P<0.05)

2.2 Ρόδινο σκουλήκι (*P. gossypiella*)

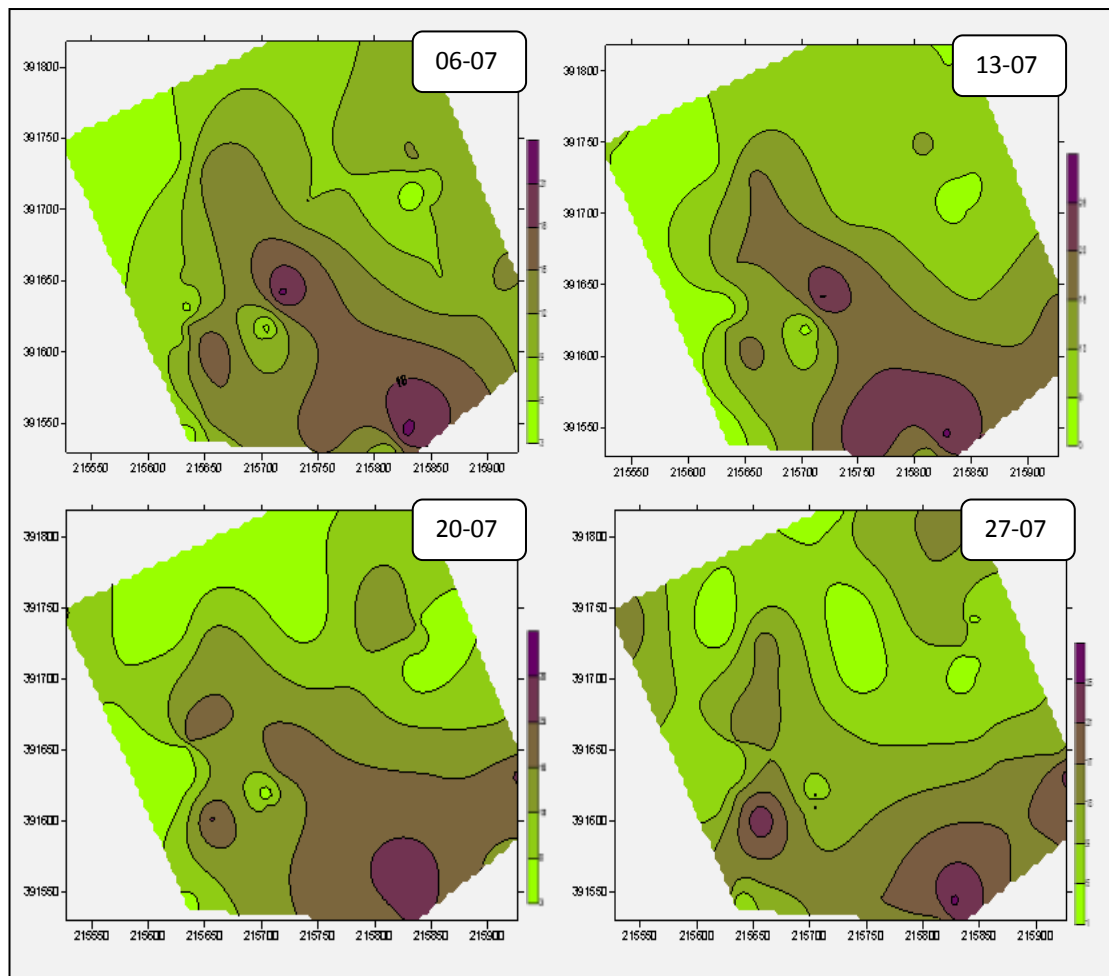
Στο Διάγραμμα 18 αποτυπώνεται η χωρική κατανομή του ρόδινου σκουληκιού κατά τον μήνα Ιούνιο. Στο πρώτο Διάγραμμα (01-06), στο οποίο αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της πρώτης δειγματοληψίας φαίνεται ότι ο πληθυσμός είναι ιδιαίτερα μικρός και ότι η παρουσία του έχει διαπιστωθεί στα όρια της περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του εντόμου αυξάνεται σημαντικά, εκτείνεται σε όλη την περιοχή μελέτης αλλά κατά την τελευταία παρατήρηση στις 29-06-08, ο μεγαλύτερος αριθμός εντόμων έχει καταγραφεί σχεδόν στο κέντρο της περιοχής.



Διάγραμμα 18: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του ρόδινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Ιούνιος 2008)

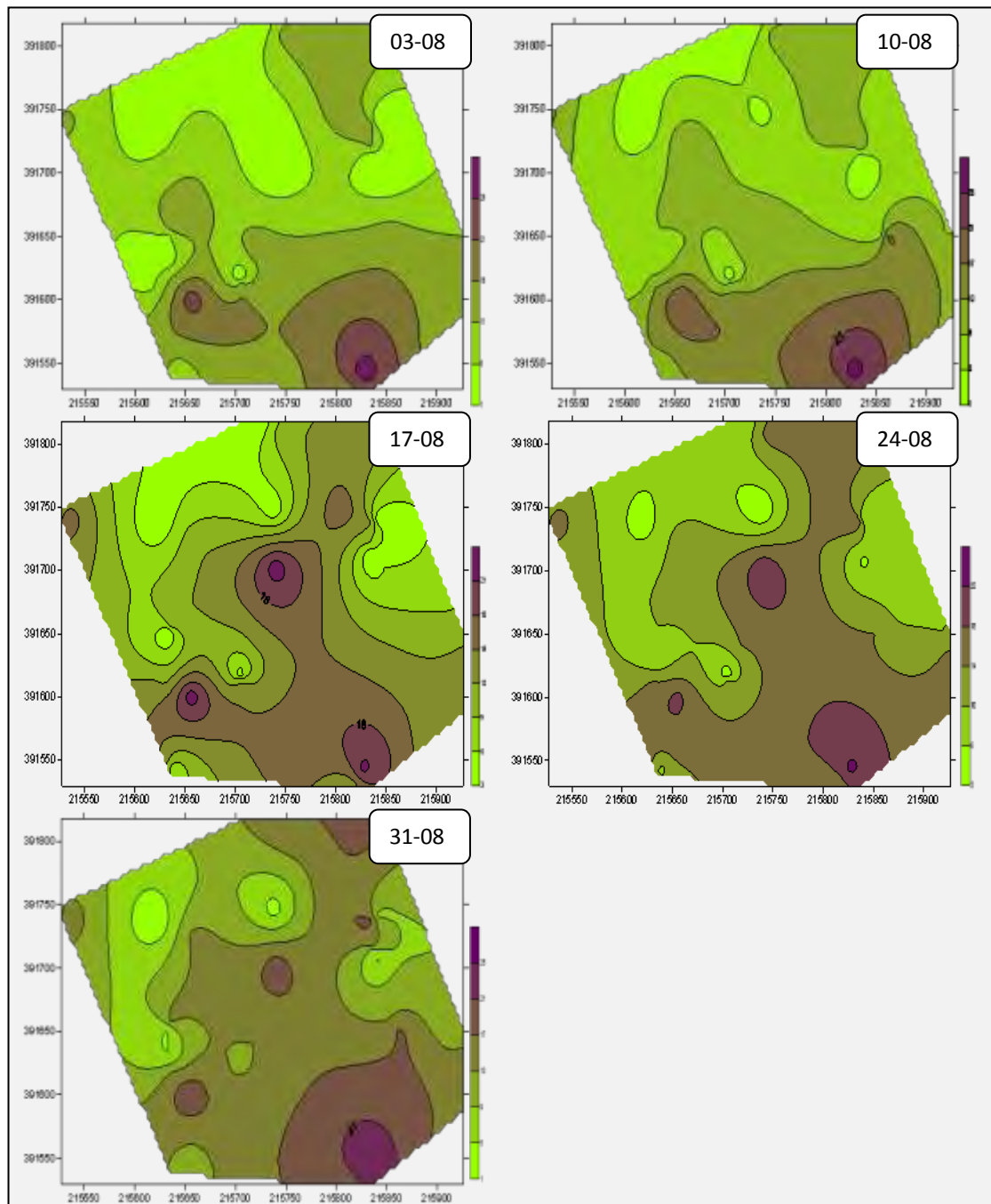
Όσον αφορά τον μήνα Ιούλιο παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του ρόδινου σκουληκιού έχει αυξηθεί αρκετά και ακολουθεί μια τυχαία κατανομή. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε όλη την διάρκεια του Ιουλίου, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 19 όπου παρατίθενται τα διαγράμματα της κατανομής του πληθυσμού

και στις τέσσερις παρατηρήσεις για τον συγκεκριμένο μήνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ενήλικων εντοπίστηκε στις φερομονικές παγίδες, οι οποίες ήταν τοποθετημένες στην κεντρική και νότια πλευρά της περιοχής μελέτης.



Διάγραμμα 19: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του ρόδινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Ιούλιος 2008)

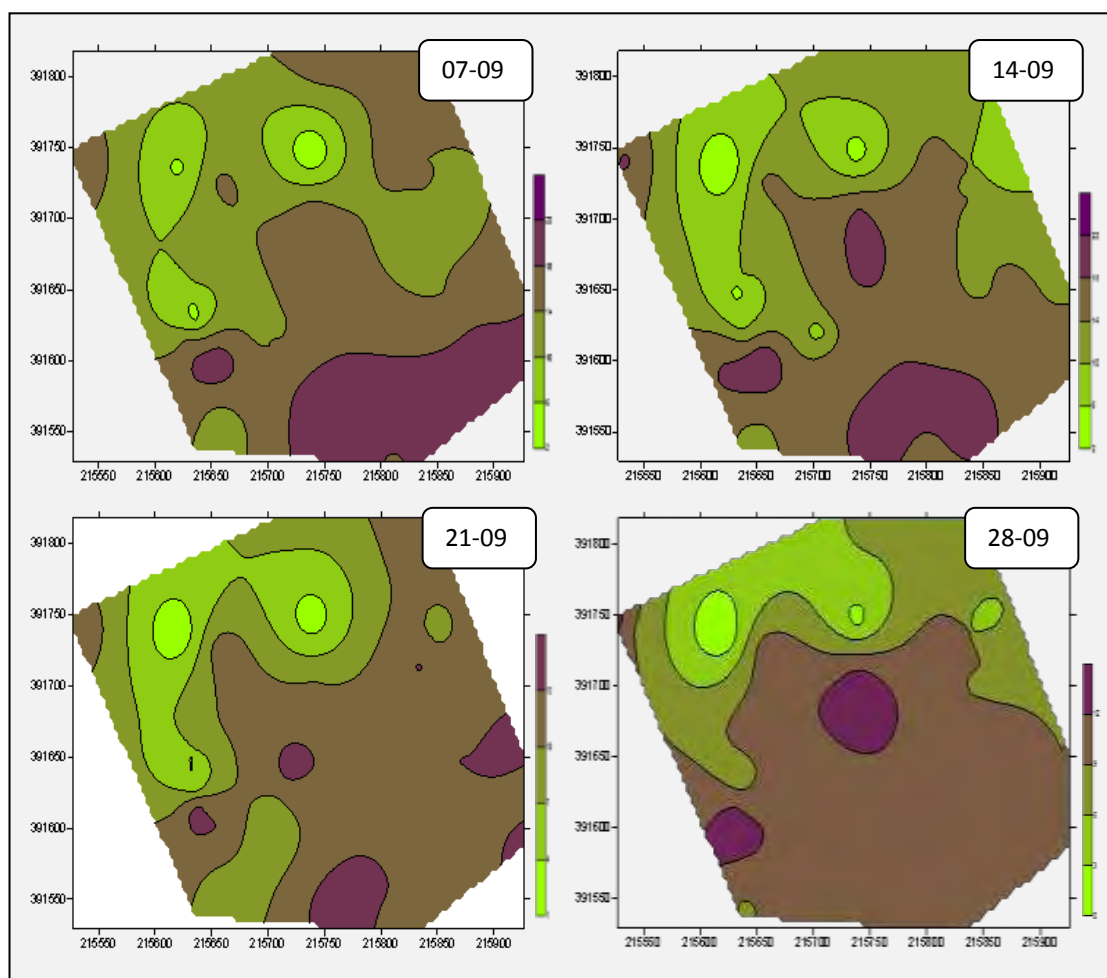
Στο Διάγραμμα 20 παρατίθενται οι χάρτες που απεικονίζουν την χωρική κατανομή του ρόδινου σκουληκιού για τον μήνα Αύγουστο. Παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του εντόμου βρίσκεται διάσπαρτος σε όλη την περιοχή μελέτη, κυμαίνεται στα ίδια σχεδόν επίπεδα με τις παρατηρήσεις του Ιουλίου αλλά υπάρχει αυξημένη συγκέντρωση του στην κεντρική και νότια περιοχή.



Διάγραμμα 20: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του ρόδινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Αύγουστος 2008)

Στο Διάγραμμα 21 απεικονίζεται η χωρική κατανομή του εντόμου για το μήνα Σεπτέμβριο. Παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός έχει μειωθεί και ακολουθεί τυχαία κατανομή με το μεγαλύτερο ποσοστό του να υπάρχει στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης. Επίσης δεν πρέπει να παραβλέψουμε το γεγονός ότι το τελευταίο

δεκαπενθήμερο του Σεπτεμβρίου σημειώθηκαν πολλές βροχοπτώσεις, φαινόμενο το οποίο σίγουρα επηρέασε την πτήση των ενηλίκων.



Διάγραμμα 21: Κατανομή του πληθυσμού των αρσενικών του πράσινου σκουληκιού, στην περιοχή μελέτης (Σεπτέμβριος 2008)

Στον Πίνακα 17 δίνονται οι τιμές του δείκτη Moran's I και τα αντίστοιχα Z scores. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις ημερομηνίες παρατήρησης ο τύπος της πληθυσμιακής κατανομής του ρόδινου σκουληκιού είναι τυχαίος εκτός από την τελευταία ημερομηνία παρατήρησης, στις 28 Σεπτεμβρίου όπου ο πληθυσμός τείνει να είναι ομαδοποιημένος αλλά στην πραγματικότητα δεν είναι.

Πίνακας 17: MORAN'S I χωρική αυτοσυσχέτιση για κάθε ημερομηνία παρατήρησης για το ρόδινο σκουλήκι.

Ημερομηνία	MORAN'S I	Τιμές του κριτηρίου Z
18/05/08	-	-
25/05/08	-	-
01/06/08	-	-
08/06/08	-0.06	0.01
15/06/08	-0.21	-1.22
22/06/08	-0.33	-0.69
29/06/08	-0.1	-0.26
06/07/08	-0.44	-1.27
13/07/08	0.02	0.14
20/07/08	0.02	0.15
27/07/08	-0.09	-0.19
03/08/08	-0.09	-0.21
10/08/08	-0.01	0.06
17/08/08	-0.01	0.04
24/08/08	-0.31	-0.88
31/08/08	-0.23	-0.64
07/09/08	0.1	0.38
14/09/08	-0.09	-0.21
21/09/08	-0.06	-0.12
28/09/08	0.75	2.36

*Σημαντικές τιμές Z ($P < 0.05$)

3. Συζήτηση

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται η εξέλιξη και η εποχική διασπορά του πληθυσμού δύο πολύ σοβαρών εχθρών της βαμβακοκαλλιέργειας, του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού. Το πειραματικό μέρος της διατριβής διήρκεσε μία καλλιεργητική περίοδο και πραγματοποιήθηκε σε μια ιδιαίτερη από μορφολογικής άποψης περιοχή της Καρδίτσας. Με βάση τα αποτελέσματα του πειραματικού μέρους έγινε προσπάθεια να συσχετιστεί η διασπορά των εντόμων ανάλογα με τις δύο βασικές καλλιέργειες της περιοχής, το βαμβάκι και τον αραβόσιτο, αλλά και με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν στην περιοχή κατά την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο. Επίσης έγινε προσπάθεια συσχέτισης του ποσοστού

προσβολής καρποφόρων οργάνων του βαμβακιού με τον αριθμό συλλαμβανομένων ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πειραματικό τμήμα της παρούσας εργασίας για το *H. armigera*, όπως αποτυπώνονται στο Διάγραμμα 4, φαίνεται ότι φαίνεται ότι η πτήση του είναι συνεχής πιθανότατα λόγω αλληλεπικάλυψης γενεών ή λόγω μετακίνησης ενηλίκων από άλλες περιοχές ή λόγω διαφορετικής ταχύτητας ανάπτυξης σε άλλους ξενιστές. Η εκτενής αλληλεπικάλυψη των συλλήψεων ανάμεσα στις διαφορετικές γενεές δεν μας επιτρέπει να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα και να καθορίσουμε με ακρίβεια τον αριθμό των γενεών στην περιοχή βασιζόμενοι στα παραπάνω αποτελέσματα. Οι Γκόγκου (2009), Mironidis & Savoroulou-Soultani (2008) και Σταμόπουλος (1995) αναφέρουν ότι συνήθως το πράσινο σκουλήκι εμφανίζει 3-4 γενεές. Βέβαια, κάθε χρόνο ο αριθμός των γενεών του *H.armigera* δεν είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, τη διαδοχή και την καταλληλότητα των φυτών ξενιστών του (Μυρωνίδης, 2009).

Όσον αφορά τις συλλήψεις ανά καλλιέργεια παρατίθεται στο Διάγραμμα 6, οι μέγιστοι μέσοι αριθμοί των εντόμων που συλλαμβάνονταν στα αγροτεμάχια με το βαμβάκι. Παρόλ' αυτά, τόσο η πρώτη καταγραφή της παρουσίας τους, όσο και η δυναμική των πληθυσμών τους ακολουθούν παραπλήσια πορεία. Από το τέλος του Αυγούστου και μετά, παρατηρούνται περισσότερες συλλήψεις σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο παρά σε αγροτεμάχια με βαμβάκι, όμως αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός των παγίδων που εγκαταστάθηκε σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο ήταν πάρα πολύ μικρός σε σχέση με τον αριθμό των παγίδων που εγκαταστάθηκε σε αγροτεμάχια με βαμβάκι.

Όσον αφορά τον τύπο της χωρικής κατανομής του πράσινου σκουληκιού, χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης και συγκεκριμένα τον δείκτη Moran's I, για να αξιολογήσουμε εάν η πληθυσμιακή κατανομή είναι ομαδοποιημένη, ομοιόμορφη ή τυχαία. Διαπιστώθηκε ότι γενικά ο τύπος της κατανομής του πράσινου σκουληκιού ήταν τυχαίος σε όλες σχεδόν τις ημερομηνίες παρατήρησης, εκτός από δύο ημερομηνίες παρατήρησης, στις 13 και 20 Ιουλίου, όπου είναι ομαδοποιημένος. Το γεγονός αυτό δεν συνάδει με τα αποτελέσματα της

Γκόγκου (2009), τα οποία έδειξαν ότι ο τύπος της κατανομής του πράσινου σκουληκιού ήταν ομαδοποιημένος. Γενικά, τα χωροκρατικά είδη των εντόμων, στα οποία ανήκει και το *H. armigera*, εμφανίζουν κανονική ή ομοιόμορφη κατανομή, ενώ ομαδοποιημένη χωρική κατανομή εμφανίζουν τα κοινωνικά έντομα (Παπαδόπουλος, αδημοσίευτα στοιχεία).

Παρά την ύπαρξη σημαντικού αριθμού συλλήψεων του πράσινου σκουληκιού, και παρ' όλο που πραγματοποιήθηκαν τέσσερις δειγματοληψίες καρποφόρων οργάνων, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές προσβολές, γεγονός που αποδεικνύει πολύ σημαντικά στοιχεία της βιολογίας του πράσινου σκουληκιού, όπως είναι ο μεταναστευτικός του χαρακτήρας και το ότι είναι ένα ιδιαίτερα πολυφάγο έντομο. Επομένως, κατέστη αδύνατη η συσχέτιση του αριθμού των συλληφθέντων ατόμων με το ποσοστό προσβολής των καρποφόρων οργάνων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια του βαμβακιού, την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο ήταν αρκετά πρώιμη όχι μόνο στην περιοχή μελέτης, αλλά και στις υπόλοιπες περιοχές του Νομού. Οι περισσότεροι βαμβακοπαραγωγοί, καθώς οι καιρικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές πραγματοποίησαν την σπορά στα μέσα Απριλίου. Συνεπώς, φαίνεται ότι η αύξηση του πληθυσμού του πράσινου σκουληκιού δεν συνέπεσε με τα ευαίσθητα βλαστικά στάδια της καλλιέργειας (άνθη, χτένια, μικρά καρύδια), γεγονός που αναφέρεται και από την Γκόγκου (2009), σε διαφορετική περιοχή της Καρδίτσας. Τα παραπάνω στοιχεία συνηγορούν υπέρ του μεταναστευτικού χαρακτήρα του συγκεκριμένου εχθρού για την αναζήτηση καταλληλότερου ενδιαιτήματος όπως αναφέρεται και από τους Γκόγκου (2009), Τόλη (1986), και Τζανακάκη (1980). Επομένως, με βάση τα στοιχεία της παρούσας διατριβής δεν μπορεί να γίνει εκτίμηση της προσβολής με βάση τη χωρική κατανομή των συλλήψεων.

Στο Διάγραμμα 9 παρουσιάζεται η πορεία πτήσης του *P. gossypiella*. Με βάση τα αποτελέσματα μας, δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε συγκεκριμένα συμπεράσματα σχετικά με τον αριθμό των γενεών που συμπληρώνει το ρόδινο σκουλήκι ανά έτος στην παραπάνω περιοχή. Προφανώς οι γενεές του εντόμου στην συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο ήταν αλληλεκαλυπτόμενες, γεγονός που αποτελεί έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα που δυσχεραίνει την αντιμετώπιση του.

Η πορεία πτήσης των αρσενικών του ρόδινου συνεχιζόταν και μετά το τέλος του Σεπτεμβρίου αλλά λόγω της πρόωρης συγκομιδής των καρπών δεν καταγράφηκε. Η Γκόγκου (2009) αναφέρει ότι και στην περιοχή του Αρτεσιανού Καρδίτσας κατά το έτος 2007, το ρόδινο σκουλήκι παρουσίασε 3 γενεές. Γενικά, το ρόδινο σκουλήκι παρουσιάζει στην Ελλάδα 3-6 γενεές όπως αναφέρουν οι Τζανακάκης (1980), Σταμόπουλος (1995) και Χατζηγεωργίου(2006).

Στο Διάγραμμα 11 παρατίθενται συγκριτικά οι μέσοι αριθμοί ενηλίκων που καταγράφηκαν σε όλη την περίοδο του πειράματος και στις δύο καλλιέργειες. Παρατηρούμε ότι από τις 20/7 έως και τις 3/8, αλλά και στις 31/8 ο πληθυσμός του ρόδινου σκουληκιού ήταν μεγαλύτερος σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο ενώ μικρότερος ήταν στις 10/8. Στις υπόλοιπες ημερομηνίες παρατήρησης ο πληθυσμός του εντόμου στις δυο καλλιέργειες ήταν σχεδόν ίδιος. Στο Διάγραμμα 10, όπου φαίνονται οι συλλήψεις των ενηλίκων ανά παγίδα παρατηρούμε ότι το μέγιστο των συλλήψεων καταγράφηκε σε αγροτεμάχια τόσο με βαμβάκι όσο και με αραβόσιτο (παγίδα 6) σε περιοχές όμως όχι κοντινές, ούτε με ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με τους ελάχιστους αριθμούς συλλήψεων, οι οποίες όμως βρίσκονται όλες σε αγροτεμάχια με βαμβάκι. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι στην παγίδα με τον αριθμό 39 παρατηρήθηκε και αρκετά μεγάλος αριθμός συλλήψεων και του πράσινου σκουληκιού (Διάγραμμα 4).

Όσον αφορά τον τύπο της πληθυσμιακής κατανομής του ρόδινου σκουληκιού και σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον Πίνακα 17, παρατηρούμε ότι σε όλες τις ημερομηνίες παρατήρησης ο τύπος της πληθυσμιακής κατανομής του ρόδινου σκουληκιού είναι τυχαίος εκτός από την τελευταία ημερομηνία παρατήρησης, στις 28 Σεπτεμβρίου όπου ο πληθυσμός τείνει να είναι ομαδοποιημένος αλλά στην πραγματικότητα δεν είναι. Το γεγονός αυτό συνάδει και με τα αποτελέσματα της Γκόγκου (2009) για διαφορετική περιοχή της Καρδίτσας.

Όπως και με το πράσινο σκουλήκι, έτσι και με το ρόδινο, δεν σημειώθηκαν σημαντικές προσβολές καρποφόρων οργάνων αν και ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων ήταν αρκετά υψηλός. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο αφού και σε περιοχές που γειτνιάζαν με την περιοχή μελέτης δεν σημειώθηκαν ζημιές από τον συγκεκριμένο εχθρό. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στα αγροτεμάχια όπου είχαν τοποθετηθεί οι φερομονικές παγίδες δεν είχε χρησιμοποιηθεί κανένα

φυτοπροστατευτικό προϊόν για κανέναν άλλο εχθρό, το οποίο θα μπορούσε ίσως να επηρεάσει και το ρόδινο σκουλήκι. Όπως αναφέρουν οι Athanassiou et al. (2002), η συσχέτιση του ποσοστού προσβολής και του αριθμού των συλλήψεων θα μπορούσε να οδηγήσει στην δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης της αναμενόμενης προσβολής.

4. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα που παρατίθενται παραπάνω και αφορούν στην (α) δυναμική πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού του βαμβακιού (*Heliothis armingeri* και *Pectinophora gossypiella*, αντίστοιχα) στην Καρδίτσα και (β) στον τρόπο με τον οποίο επιδρά η σύνθεση των καλλιεργειών στη χωρική τους κατανομή προκύπτει:

Όσον αφορά το πράσινο σκουλήκι:

1. Το είδος της καλλιέργειας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων.
2. Η εποχή του έτους επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων.
3. Δεν ήταν δυνατός ο διαχωρισμός των γενεών του πράσινου σκουληκιού για την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, δηλαδή το έντομο αυτό παρουσίασε αλληλεκαλυπτόμενες γενεές.
4. Δεν ήταν δυνατός ο συσχετισμός του αριθμού των συλλήψεων με το ποσοστό της προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού.
5. Ο τύπος της χωρικής κατανομής του πράσινου σκουληκιού, για την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, είναι τυχαίος εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις όπου ο πληθυσμός παρουσίασε μια ομαδοποιημένη κατανομή.

Όσον αφορά το ρόδινο σκουλήκι:

1. Το είδος της καλλιέργειας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων.
2. Η εποχή του έτους επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των συλληφθέντων ατόμων.

3. Δεν ήταν δυνατός ο διαχωρισμός των γενεών του πράσινου σκουληκιού για την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, δηλαδή το έντομο αυτό παρουσίασε αλληλεκαλυπτόμενες γενεές.

4. Δεν ήταν δυνατός ο συσχετισμός του αριθμού των συλλήψεων με το ποσοστό της προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού.

5. Ο τύπος της χωρικής κατανομής του πράσινου σκουληκιού, για την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, είναι τυχαίος.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, δηλαδή της τυχαίας κατανομής και των δύο εχθρών, δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό πρόγραμμα αντιμετώπισης. Συνεπώς, χρειάζεται περισσότερη έρευνα σε βάθος χρόνου και σε μεγαλύτερη χωρική κλίμακα για να κατανοήσουμε καλύτερα τη δυναμική των πληθυσμών τους. Αποτελεί, η παρούσα εργασία, μια πρώτη προσπάθεια για τη διερεύνηση του ρόλου της σύγχρονης τεχνολογίας και των σύγχρονων λογισμικών, στην εφαρμογή μεθόδων αντιμετώπισης, του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού, σε Περιφερειακό επίπεδο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ. 2002.** Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
- Γαλούσης, Γ. 2008.** Μελέτη εντομολογικών εχθρών βάμβακος. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος
- Γκόγκου, Χ. 2009.** Χωρική και εποχική εξέλιξη των πληθυσμών του ρόδινου και πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού στην περιοχή της Καρδίτσας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος
- Γιαννοπολίτης, Κ. Γ. 2004,** "Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα και ζωοτροφές στην Ευρωπαϊκή Ένωση", Γεωργία - Κτηνοτροφία, vol. 5, pp. 67-73.
- Μυρωνίδης, Γ. 2009.** Μελέτη της βιο-οικολογίας του *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) και του παρασιτοειδούς *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) στη Βόρεια Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2002.** Βιομηχανικά Φυτά: ζαχαρότευτλα, βαμβάκι, καπνός. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Σταμόπουλος, Δ. 1995.** Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών & λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη.
- Τζανακάκης, Μ. 1980.** Μαθήματα εφαρμοσμένης εντομολογίας. Υπηρεσία δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Τόλης, Ι. Δ. 1986.** Βαμβάκι. Εχθροί-Ασθένειες-Ζιζάνια. Α. Τριανταφυλλίδης, Αθήνα.
- Τσιτσιπής, Ι.Α. 1999.** Εφαρμοσμένη Εντομολογία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Χατζηγεωργίου, Α. 2006.** Βιολογική και Οικολογική μελέτη του ρόδινου σκουληκιού *Pectynophora gossypiella* (Saunders) στη Βόρεια Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Χατζηγεωργίου Α. Χ., Ν. Γ. Καβαλλιεράτος, Δ. Α. Προφήτου-Αθανασιάδου, και Χ.Γ. Αθανασίου. 2003.** Καταγραφή και συχνότητα εμφάνισης των παρασιτοειδών του ρόδινου σκουληκιού *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) στη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα. Περιλήψεις ανακοινώσεων. 10ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Ηράκλειο 4-7 Νοεμβρίου 2003 σελ.19

Χρηστίδης, Β. 1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη.

Ξενόγλωσση

Adkisson, P.L. 1962. Timing of defoliant and desiccant to reduce populations of the pink bollworm in diapause. *J. Econ. Entomol.* 55:949-951

Athanassiou Christos G., N. G. Kavallieratos, F. T. Gravanis, N. A. Koukounitsas and D. E. Roussou 2002. Influence of the trap type, pheromone quality and trapping location on capture of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Appl. Entomol. Zool.*, **37** (3), 385-391

Attique M.R., Z. Ahmad, A.I. Mohyuddin, M.M. Ahmad. 2004. "Oviposition site preference of *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: gelechiidae) on cotton and its effects on boll development", *Crop Protection* 23: 287–292.

Bartlett, B.R. and D. Gonzalez. 1970. A progress report; biological control of pink bollworm in cotton. *Calif. Agric.* 24: 12-14.

Burrough, P. A. 1988. *Principles of geographical information systems for land resources assessment.* Oxford: Clarendon Press

EPPO quarantine pest Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests *Helicoverpa armigera*

Fitt, G.P. 1989. The ecology of Heliothis species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 34: 17-52.

Fitt, G.P. 1994. Cotton pest management: part 3. An Australian perspective. *Annu. Rev. Entomol.*, 39: 543-562.

Fitt, G.P., P. Gregg, M.P. Zalucki, P. Twine. 1990. Studies of the ecology of Heliothis spp. in inland Australia: what relevance to the cotton industry? In: Proceedings of the Fifth Australian Cotton Conference, Australian Cotton Growers Research Association, Brisbane, Qld., pp. 313-325.

Fitt, G. P., M. L. Dillon, J. G. Hamilton. 1995. Spatial dynamics of *Helicoverpa* population in Australia: simulation modeling and empirical studies of adult movement. *Computers and Electronics in Agriculture*, 13, 177-192

Fortin, M-J., M. Dale. 2006. Spatial analysis, a guide for ecologists. Cambridge University Press, New York, USA.

- Fye, R.E. 1978.** Pupation preferences of bollworms, Tobacco Budworms, and Beet Armyworms and impact of mortality resulting from cultivation of irrigated cotton. *J. econ. Ent.*, 71: 570-572
- Graham, H.M., L.C. Fife, and D.E. Bryan. 1965.** Dynamics of caged pink bollworm populations in Texas and Oklahoma. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 58: 658-663
- Gregg, P.C. 1993.** Pollen as a marker for migration of *Helicoverpa armigera* and *H. punctigera* from western Queensland. *Australian Journal of Ecology*. Vol.18, Issue 2, p. 209–219.
- Hardwick, D.F. 1965.** The corn earworm complex. *Mem. entomol. Soc. Can.* 40, 247pp.
- Hearn, A.B. and Fitt, G.P. 1992.** Cotton cropping systems. In: C.J. Pearson (Editor), *Ecosystems of the World: Field Crop Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 85-142.
- Henneberry, T.J., and S. E. Naranjo. 1998.** Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. *Integrated Pest Management Reviews*. 3:31-52
- Kadolph, S.J., Langfold, A.J. 1998.** *Textiles*, 8th edition, Prentice-Hall
- King A.B.S. 1994.** *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae). In *Insect Pests of Cotton*, Mathews G.A. and Turnstall J.P. (eds.). CAB International. Wallingford, U.K. pp. 39-106.
- Lammers J. W., MacLeod A., (2007).** Report of a Pest Risk Analysis, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) PRAs for consultation on pest risk management
- Marlatt, C.L., 1918.** The origin of the pink bollworm. *Scianca, Lancaster, Pa.* 48, No. 1239, 309–312
- Matthews, M. 1991.** Classification of the Heliiothinae. *Bulletin of the Natural Resources Institute* No. 44. Natural Resources Institute, Chatham, UK.
- May, O.L., F.M., Bourland, and R.L., Nichols. 2003.** Challenges in testing transgenic and nontransgenic cotton cultivars. *Crop Science*. 43:1594-1601
- McCaffery A.R., A.B.S King., A.J Walker and H. El-Nayir. 1989.** Resistance to synthetic pyrethroids in the bollworm, *Heliothis armigera* from Andhra Pradesh, India. *Pesticide Science*. 27: 65-76.

- Mironidis, G. K. and Savopoulou-Soultani M.** (2008). Development, survivorship, and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and alternating temperatures. *Environmental Entomology*, **37** (1), 16-28.
- Nestel, D., Carvalho, J. and Nemny-Lavy, E.** 2004. The spatial dimension in the ecology of insect pests and its relevance to pest management, *Insect Pest Management* pp. 45-63.
- Noble, L.W.** 1969. Fifty years of research on the pink bollworm in the United States. U.S. Dep. Agr. Handbook 357.
- Orphanides, G. M., D. Gonzalez & B. R. Bartlett.** 1971. Identification and evaluation of pink bollworm predators in southern California. *J. Econ. Ent.* 64: 421-4.
- Papadopoulos N., B. I. Katsoyannos and D. Nestel.** 2003. Spatial Autocorrelation Analysis of a *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). Adult Population in a Mixed Deciduous Fruit Orchard in Northern Greece. *Environmental Entomology*, **32** (2), 319-326
- Pervical, A.E, J.E., Wendel, and J.M., Stewart.** 1999. Taxonomy and germplasm resources. In: Smith, C.W. and J.T., Cothren (eds.). *Cotton: Origin, History, Technology and Production* pp 33-63. Wiley series in Crop Science. John Wiley and Sons, Inc., New York
- Rajapakse, C.N.K., G.H. Walter, C.J. Moore, C.D. Hull, B.W. Cribb.** 2006. Host recognition by a polyphagous lepidopteran (*Helicoverpa armigera*): primary host plants, host produced volatiles and neurosensory stimulation. *Physiol Entomol* 31:270–277
- Reed, W., C.S. Pawar.** 1982. *Heliothis*: a global problem, pp. 9-14. In: Reed W., and V. Kumble, editors. *Proceedings of International Workshop on Heliothis Management Problem*. ICRIAT, Patancheru.
- Saunders, W.W.** 1843. Description of a species of moth destructive to the cotton crops in India. *Trans. Ent. Soc. Lond.*, 3: 284-285
- Tabashnik, B.E., Dennehy, T.J., Carriere, Y., Liu Y-B., Meyer, S.K., Patin, A., Sims M.A., and C. Ellers-Kirk.** 2003. Resistance management: slowing pest adaptation to transgenic crops,. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. Supplementum* 1: 51- 56.

- Taylor, R. L. 1984.** Assessing and interpreting the spatial distributions of insect population. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 321-357.
- Tortora, P.G., Collier, B.J.:** *“Understanding Textiles”*, 5th edition, Prentice-Hall, 1997.
- Vaissayre, M. 1995.** Ecological attributes of major cotton pests: implications for management. pp. 499-510. *In.* G.A. Constable and N.W. Forrester (eds). Challenging the Future. Proceedings of the World Cotton Research Conference I, 14-17 February 1994, Brisbane, Australia. CSIRO Australia.
- Vavilov, N.I. 1992.** Origin and geography of cultivated plants Cambridge University Press, Cambridge, pp 326–351.
- Verhalen, L.M., B.E., Greenhagen, and R.W., Thacker. 2003.** Lint yield, lint percentage, and fiber quality response in Bollgard, Round up Ready, and Bollgard/Round up Ready cotton. *J. Cotton Science.* 7:23-38.
- Watson, T.F., F.M. Carasso, D.T. Langston, E.B. Jackson, and D.G. Fullerton. 1978.** Pink bollworm suppression through crop termination. *J. Econ. Entomol.* 71:638-641.
- (http://www.cdfa.ca.gov/phpps/IPC/pinkbollworm/pbw_hp.htm).**

Παράρτημα Ι: Εικόνες (πηγές)

Εικόνα 1: Φυτά βαμβακιού την εποχή της συγκομιδής

(http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1596&bih=705&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=gossypium+hirsutum&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)

Εικόνα 3: Τα είδη του βαμβακιού. (α) *G. hirsutum*, (β) *G. barbadense*

(http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Gossypium+barbadense&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), (γ) *G. herbaceum* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Gossypium+herbaceum&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), (δ) *G. arboreum* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Gossypium+arboreum&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)

Εικόνα 4: Οι σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού. (α) *H. armigera* (http://compendium.bayercropscience.com/BAYER/CropScience/CropCompendium/BCSCropComp.nsf/id/EN_Helicoverpa_armigera?open&ccm=200010), (β) *P. gossypiella*

(http://www.google.gr/images?hl=el&source=img&biw=1596&bih=705&q=pectinophora+gossypiella&gbv=2&aq=2&aqi=g3&aql=&oq=Pect&gs_rfai=), (γ) *Thrips tabaci* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Thrips+tabaci&aq=f&aqi=g1&aql=&oq=&gs_rfai=), (δ) *Bemisia tabaci* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Bemisia+tabaci&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), (ε) *Aphis gossypii* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=aphis+gossypii&aq=0&aqi=g1&aql=&oq=Aphi&gs_rfai=), (στ) *Myzus persicae* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Myzus+persicae&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), (ζ) *Tetranychus urticae* (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1394&bih=662&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Tetranychus+urticae&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)

Εικόνα 5 : Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του *H. armigera* (EPPO quarantine pest Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests *Helicoverpa armigera*)

Εικόνα 6: Τα στάδια ανάπτυξης του *H. armigera*. (α) Αβγό

(<http://www.nappfast.org/pest%20reports/armigera.pdf>), (β) Προνύμφη (<http://www.nappfast.org/Pest%20reports/armigera.pdf>), (γ) Νύμφη (http://compendium.bayercropscience.com/BAYER/CropScience/CropCompendium/BCSCropComp.nsf/id/EN_Helicoverpaarmigera?open&ccm=200010), (δ) Ενήλικο (<http://www.nappfast.org/pest%20reports/armigera.pdf>)

Εικόνα 9: Τα στάδια του *P. gossypiella* (α) Προνύμφη

(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pinkbollworm.jpg>), (β) Ενήλικο (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,5,9&sel2=sel2a,1&asth_id=16)

Εικόνα 12: Ο Δήμος Καλλιφωνίου (εικόνα από το Google Earth)

Εικόνα 13: Η περιοχή μελέτης με τις θέσεις παγίδευσης. με κίτρινο χρώμα φαίνονται οι παγίδες που τοποθετήθηκαν στο βαμβάκι, ενώ με πορτοκαλί χρώμα φαίνονται εκείνες που τοποθετήθηκαν σε αραβόσιτο (εικόνα από το Google Earth)

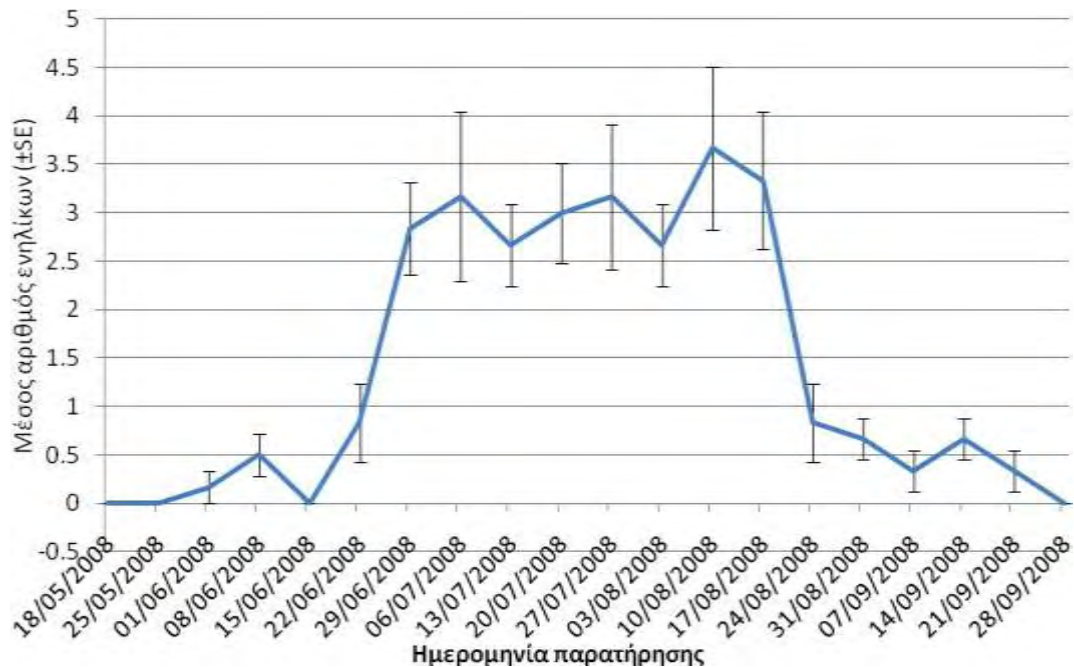
Εικόνα 14: 14α: Παγίδα τύπου Δέλτα (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1002&bih=555&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=delta+trap&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), **14β: Παγίδα τύπου Funnel** (http://www.google.gr/images?hl=el&biw=1002&bih=555&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=funnel+trap&btnG=%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%B6%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=), **14γ: Θέση παγίδευσης σε αγροτεμάχιο με αραβόσιτο**, **14δ: Θέση παγίδευσης σε αγροτεμάχιο με βαμβάκι**

Εικόνα 16: τυποι χωρικής κατανομής(http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/net/shared/geoprocessing/spatial_statistics_tools/spatial_autocorrelation_morans_i_spatial_statistics_.htm)

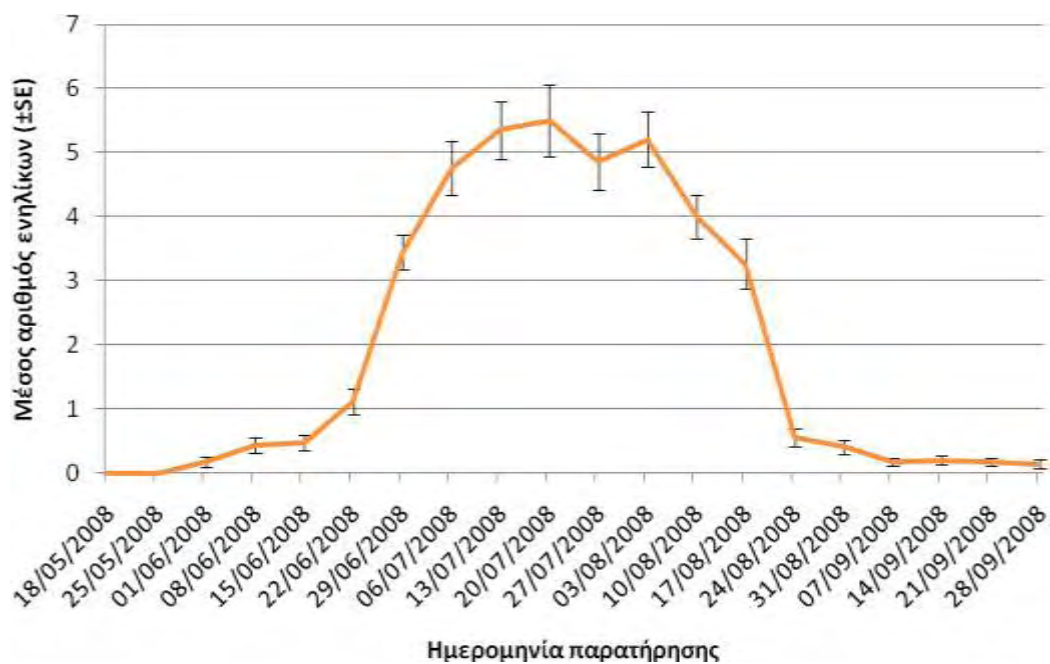
Εικόνα 17: Το πολύγωνο της περιοχής μελέτης (εικόνα από το Google Earth)

Παράρτημα II

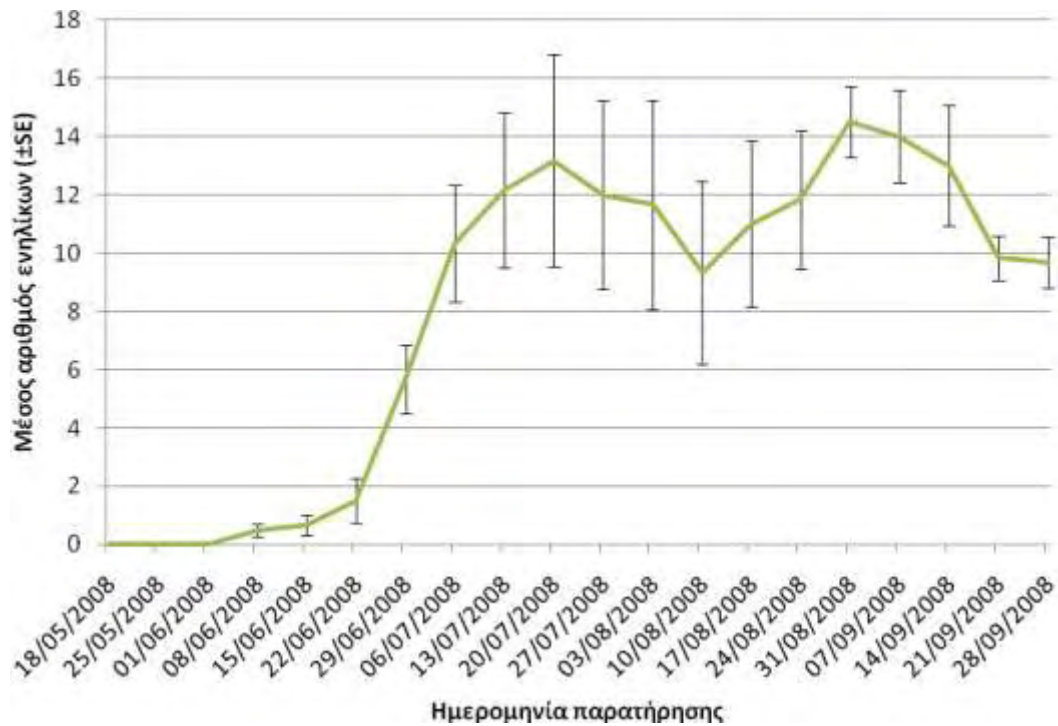
1. Πορεία πτήσης ανά καλλιέργεια



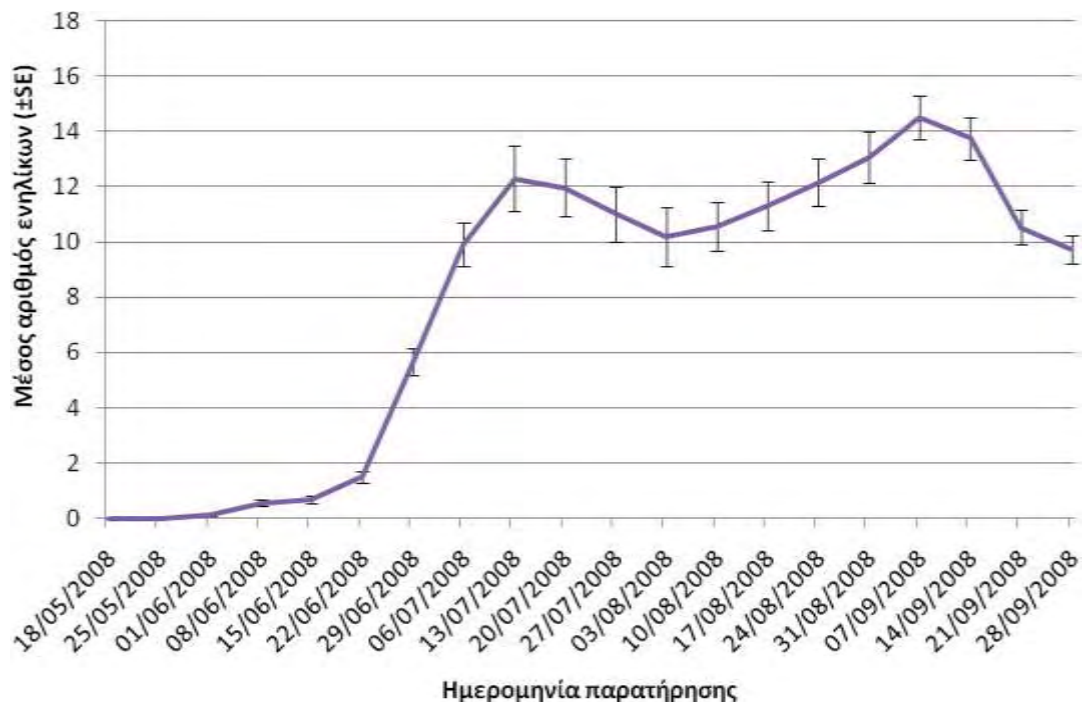
Διάγραμμα 22: Πορεία πτήσης ενηλίκων του *Helicoverpa armigera* σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο.



Διάγραμμα 23: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *Helicoverpa armigera* σε αγροτεμάχια με βαμβάκι



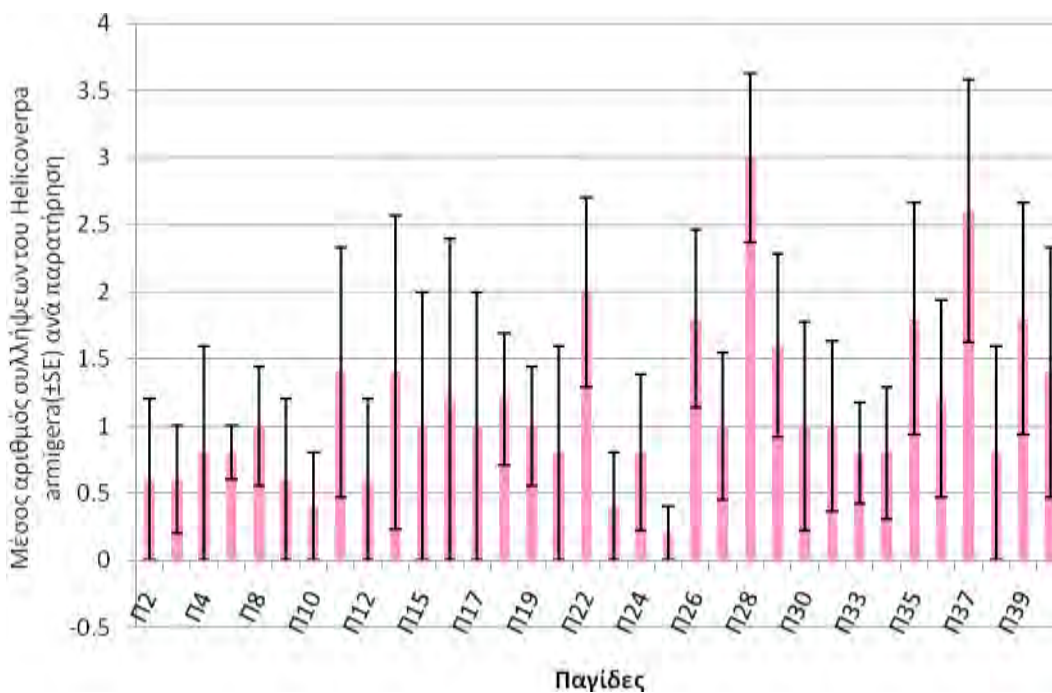
Διάγραμμα 24: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *Pectinophora gossypiella* σε αγροτεμάχια με αραβόσιτο



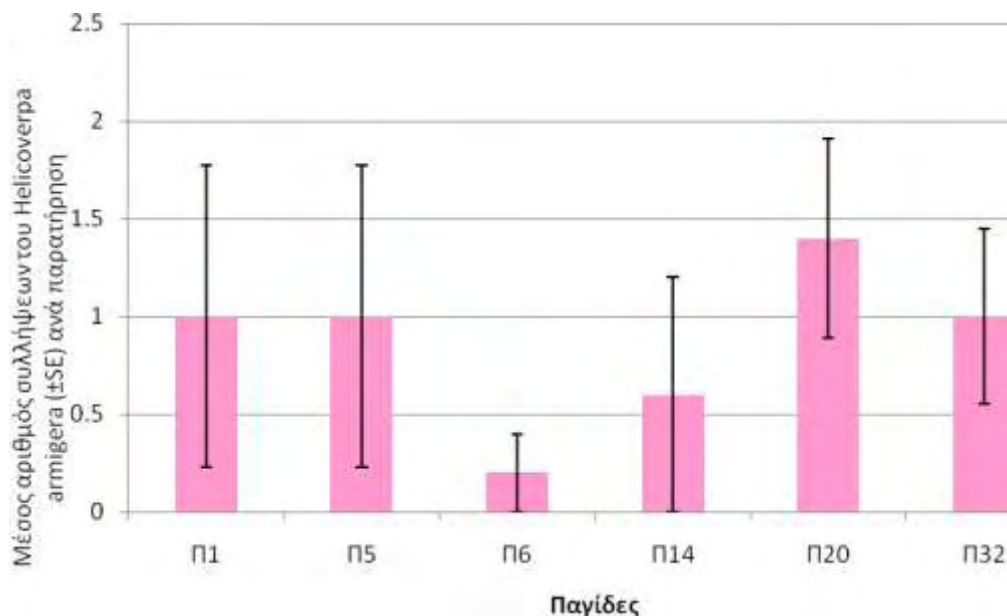
Διάγραμμα 25: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *Pectinophora gossypiella* σε αγροτεμάχια με βαμβάκι

2. Πορεία πτήσης ανά μήνα

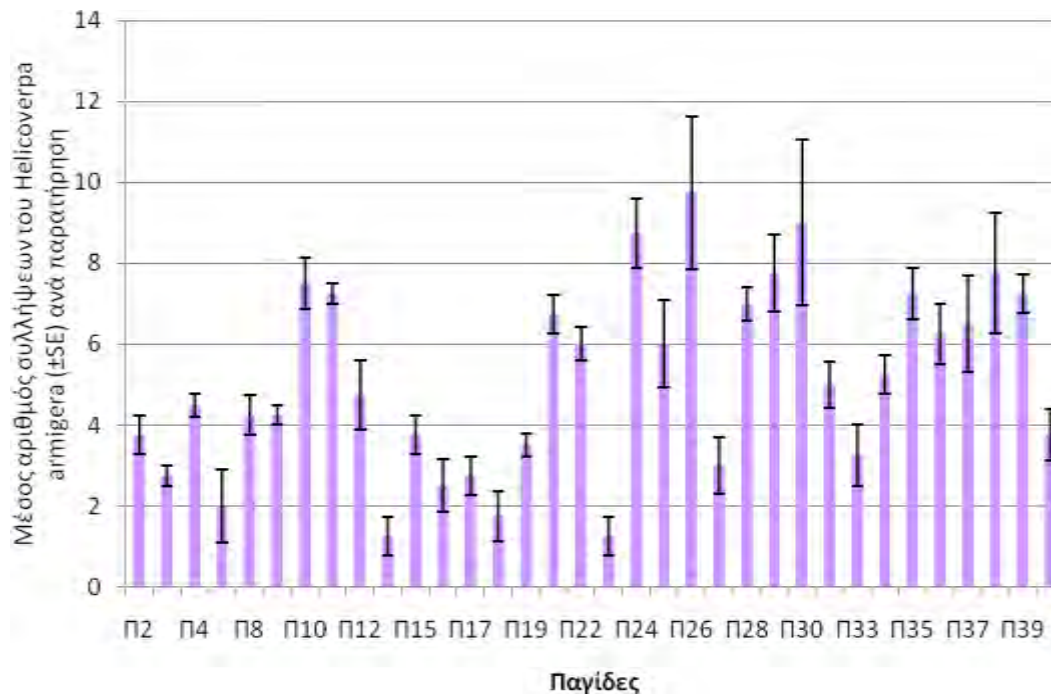
2.1 *H. armigera*



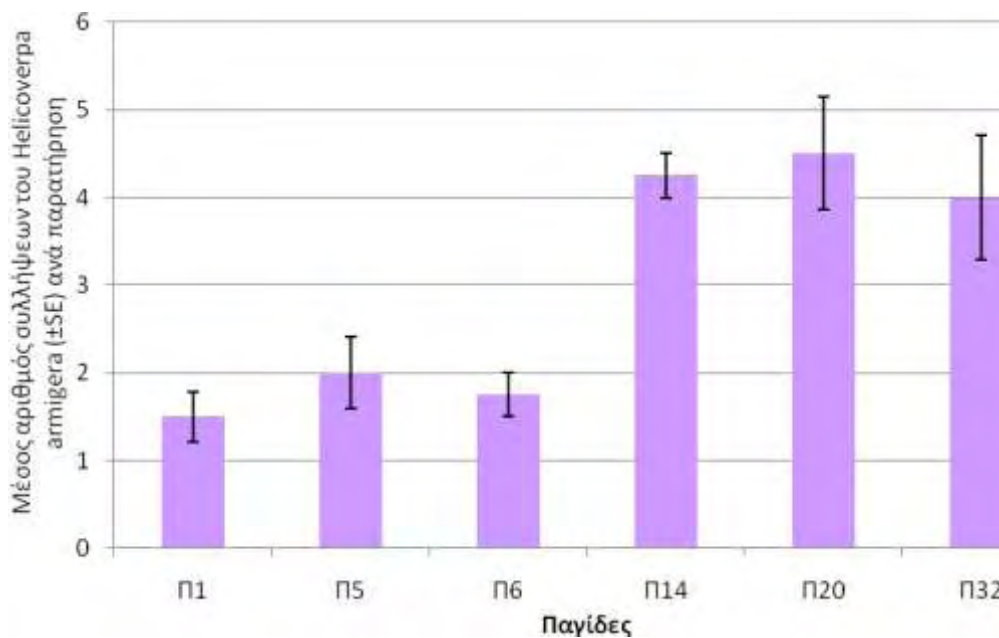
Διάγραμμα 26: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στο βαμβάκι



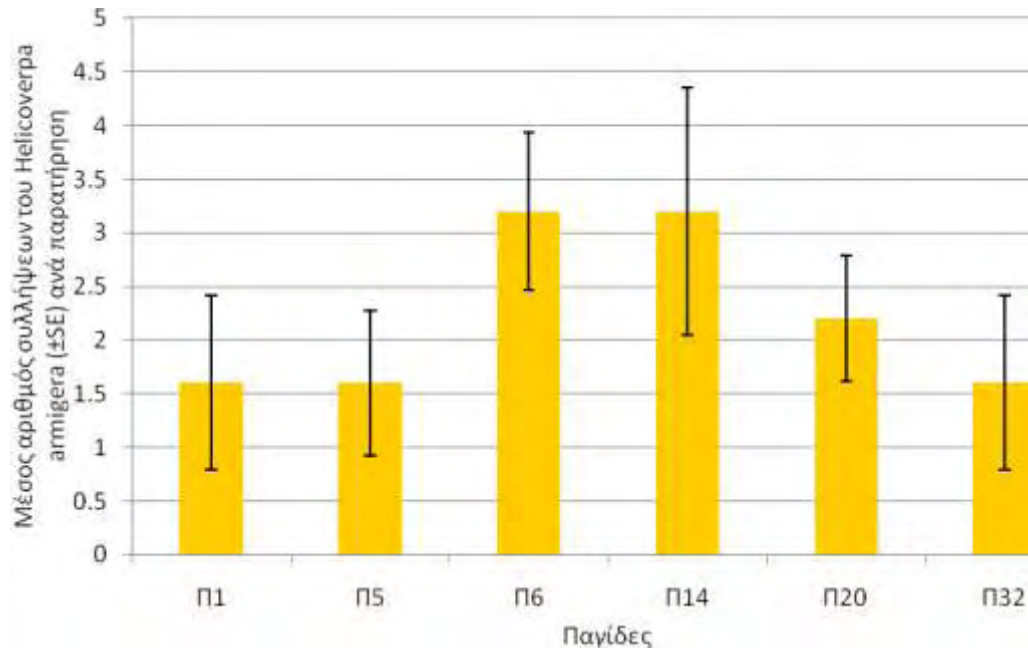
Διάγραμμα 27: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στον αραβόσιτο



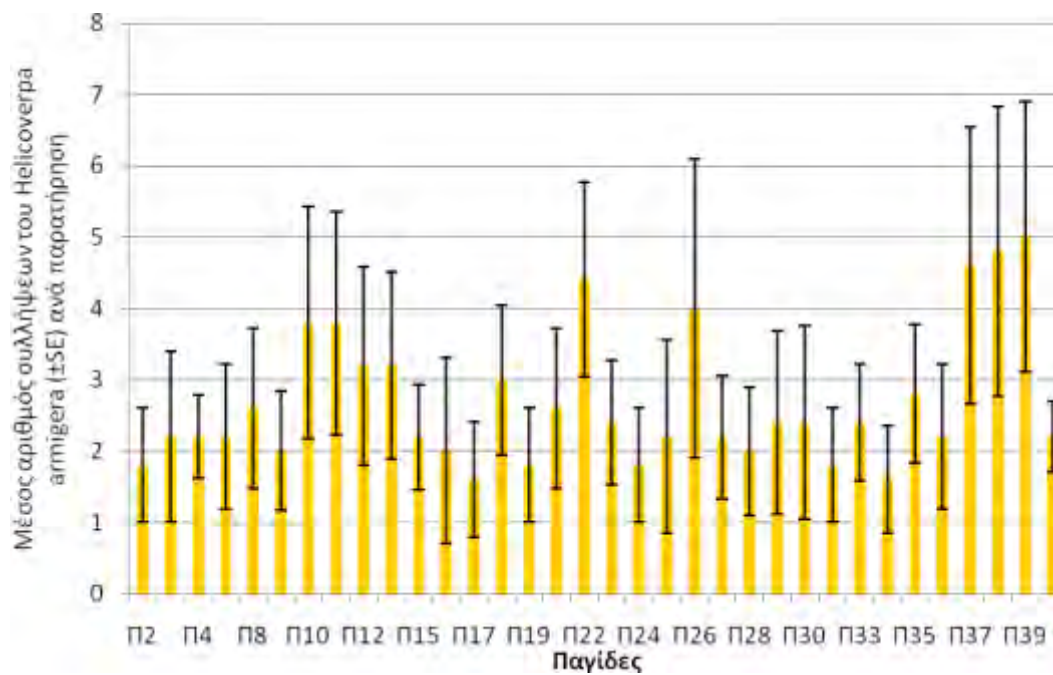
Διάγραμμα 28: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στο βαμβάκι



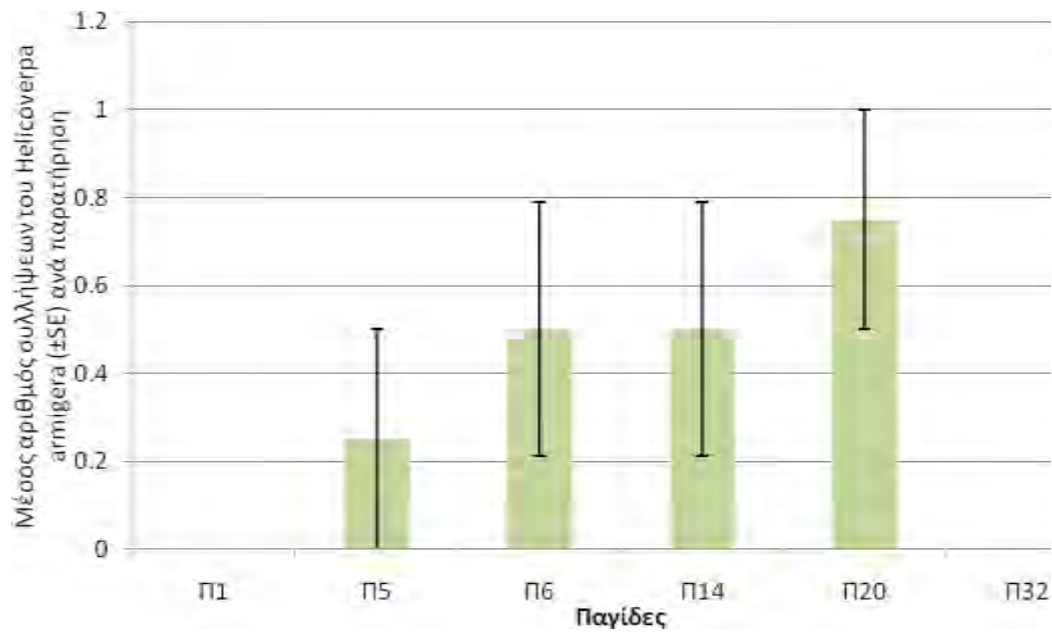
Διάγραμμα 29: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στον αραβόσιτο



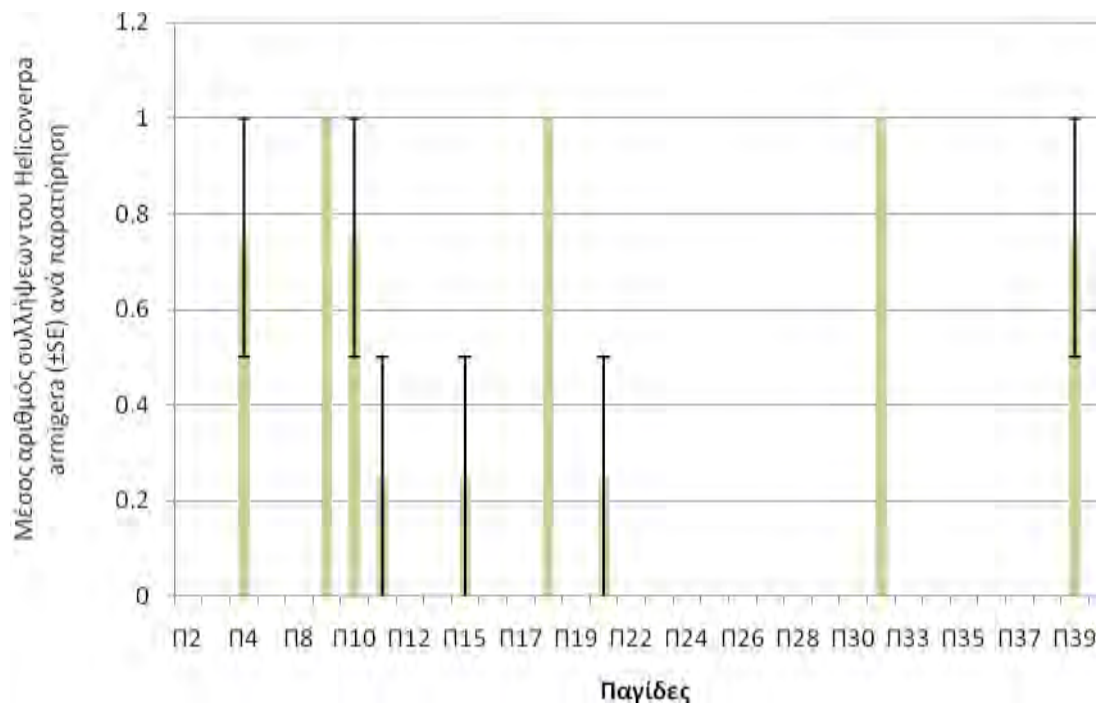
Διάγραμμα 30: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στον αραβόσιτο



Διάγραμμα 31: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στο βαμβάκι

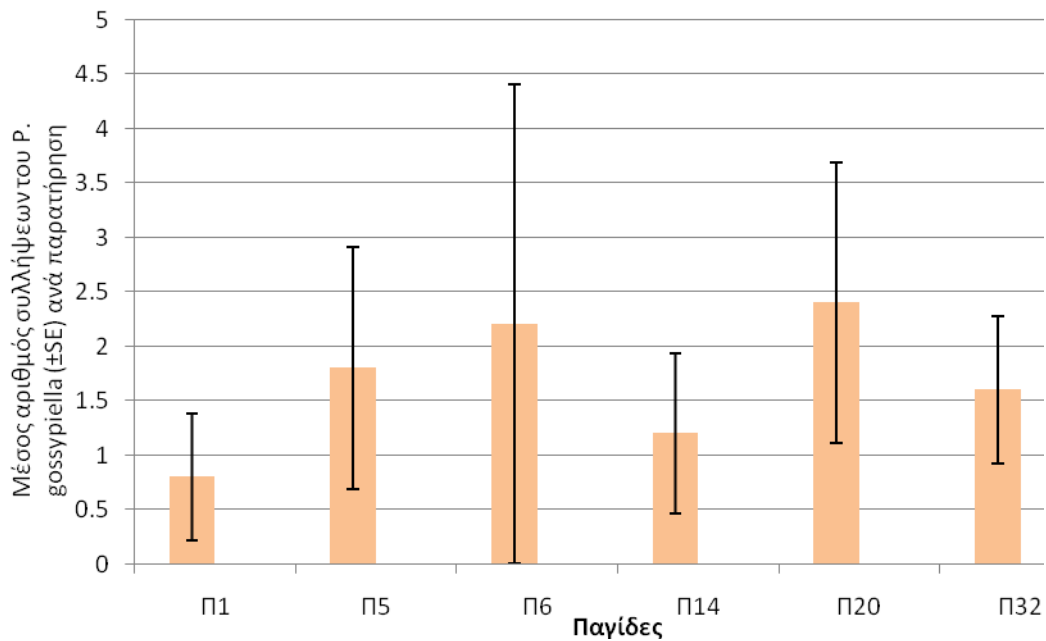


Διάγραμμα 32: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στον αραβόσιτο

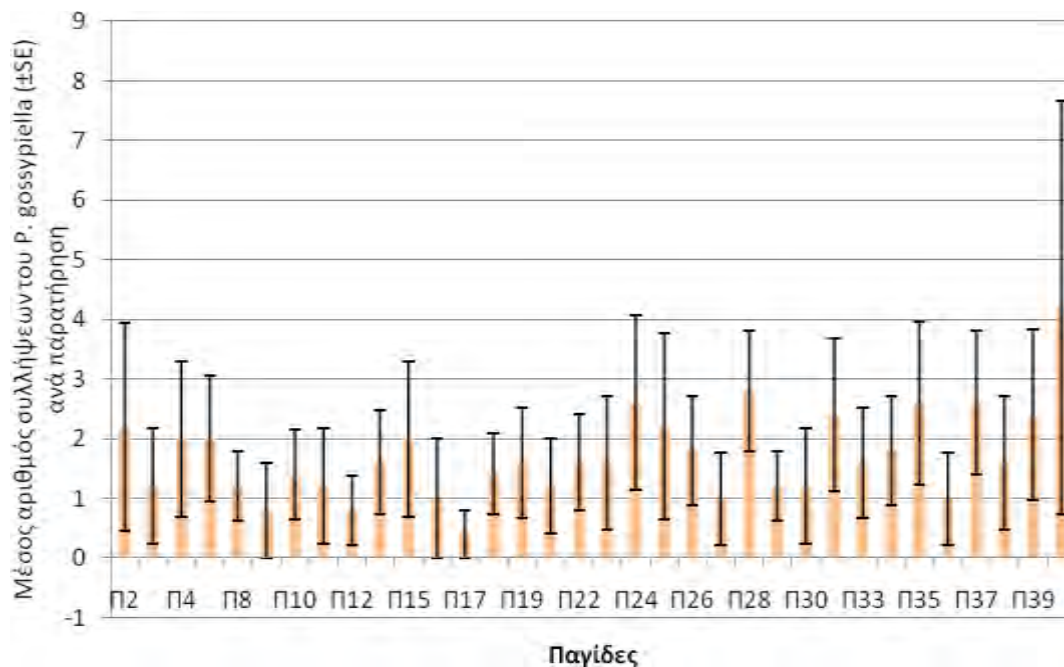


Διάγραμμα 33: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *H. armigera* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στο βαμβάκι

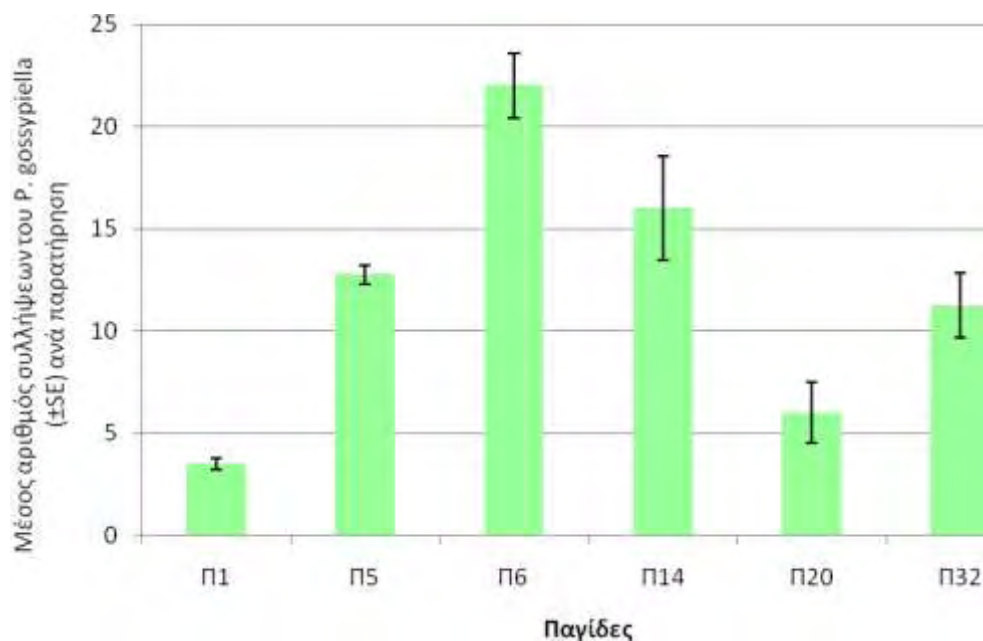
2.2 *P. gossypiella*



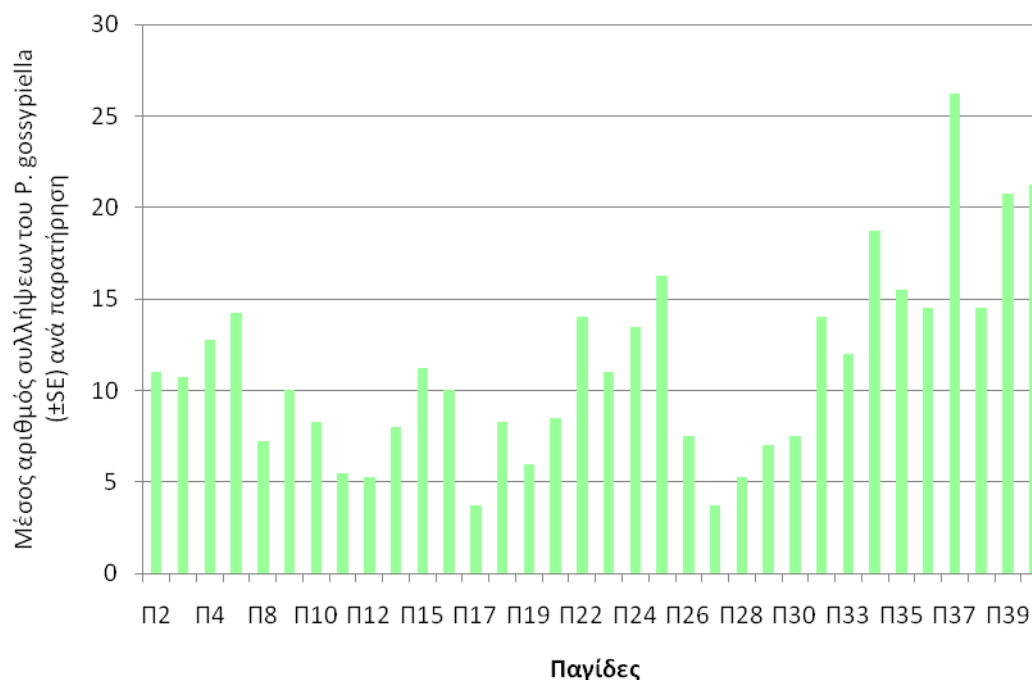
Διάγραμμα 34: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στον αραβόσιτο



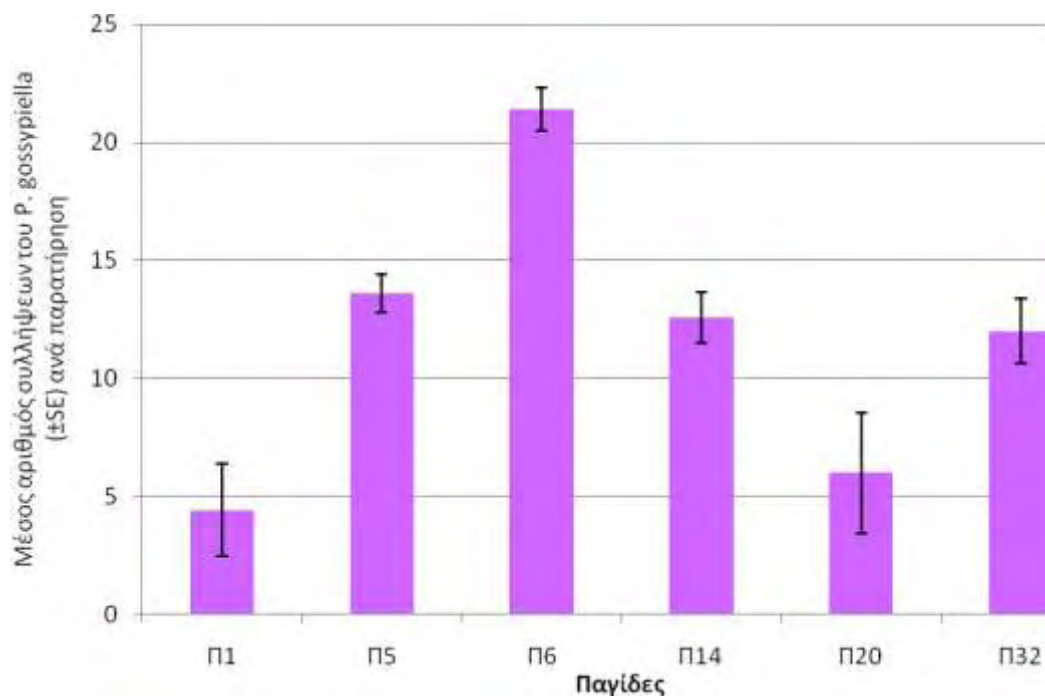
Διάγραμμα 35: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στο βαμβάκι



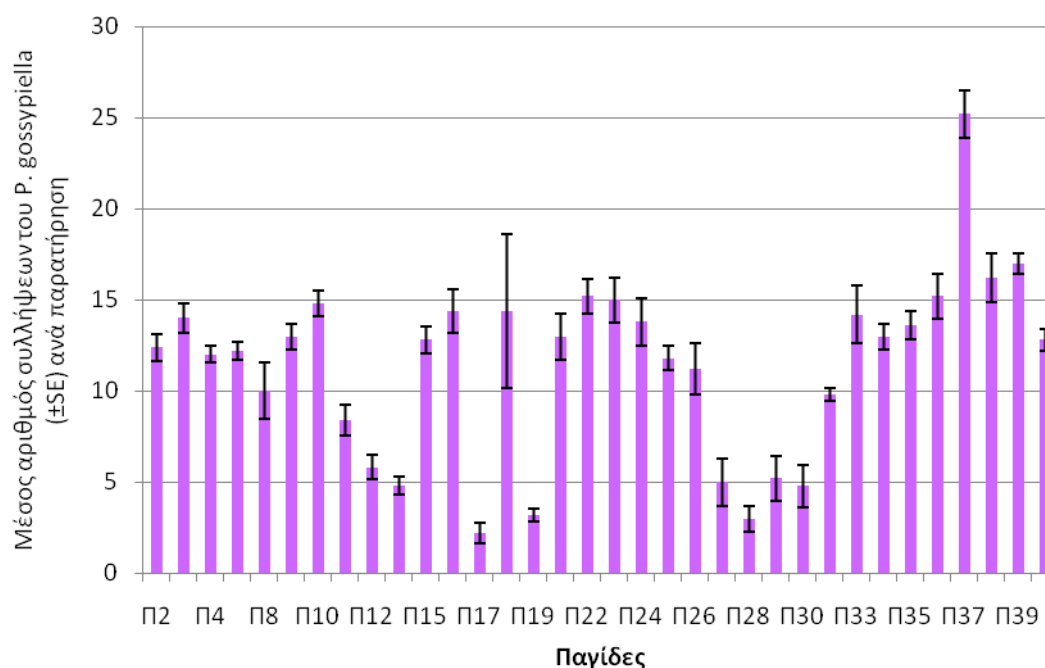
Διάγραμμα 36: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στον αραβόσιτο



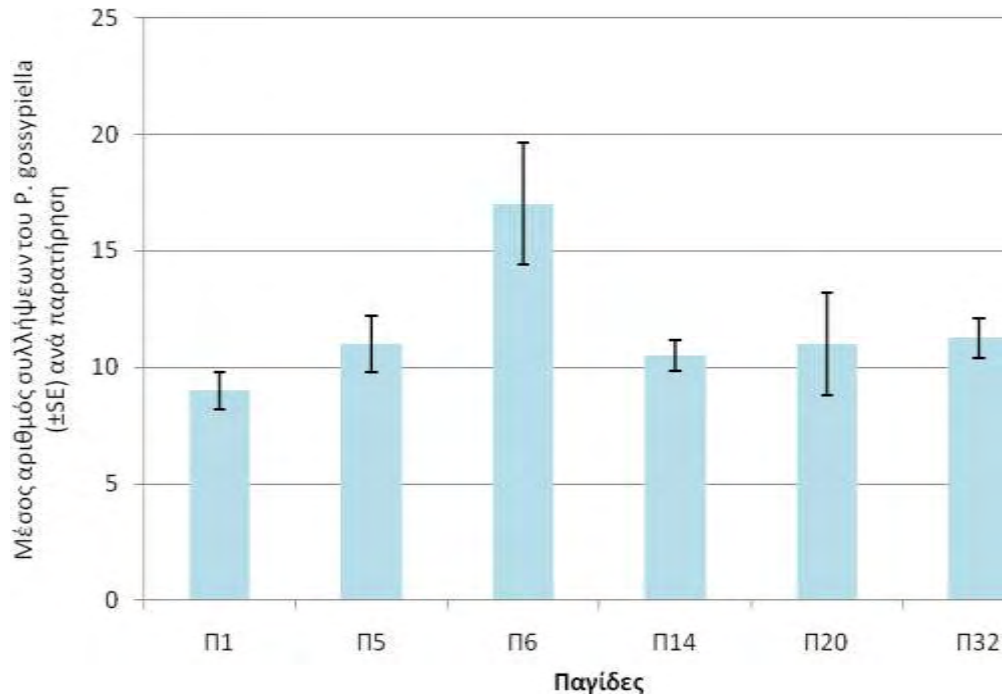
Διάγραμμα 37: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στο βαμβάκι



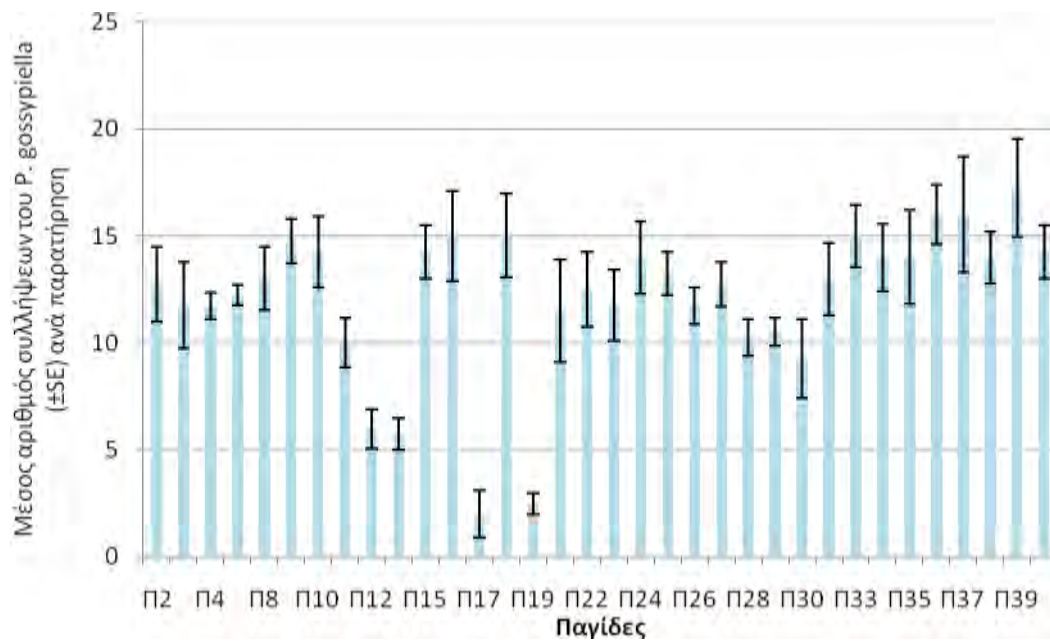
Διάγραμμα 38: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στον αραβόσιτο



Διάγραμμα 39: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στο βαμβάκι

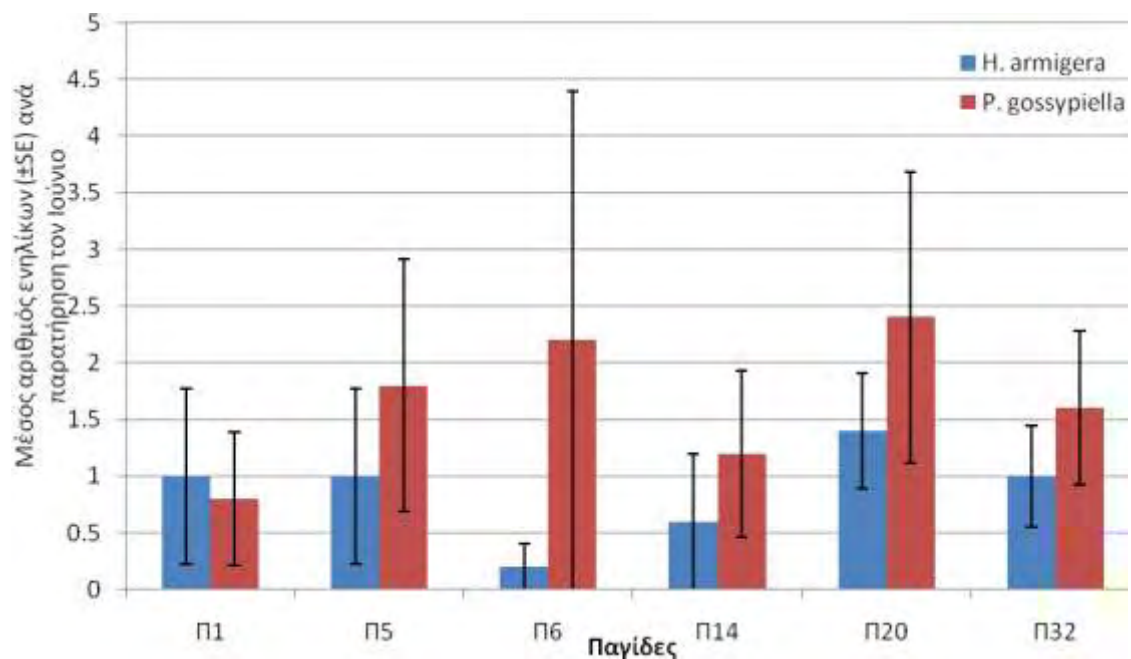


Διάγραμμα 40: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στον αραβόσιτο

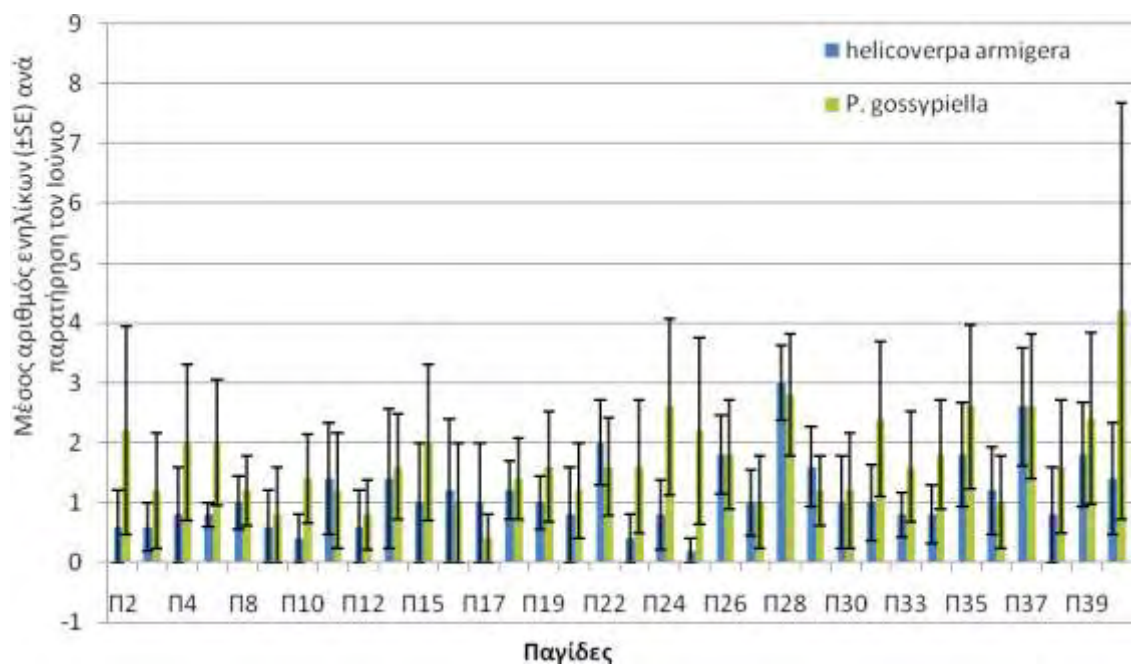


Διάγραμμα 41: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στο βαμβάκι

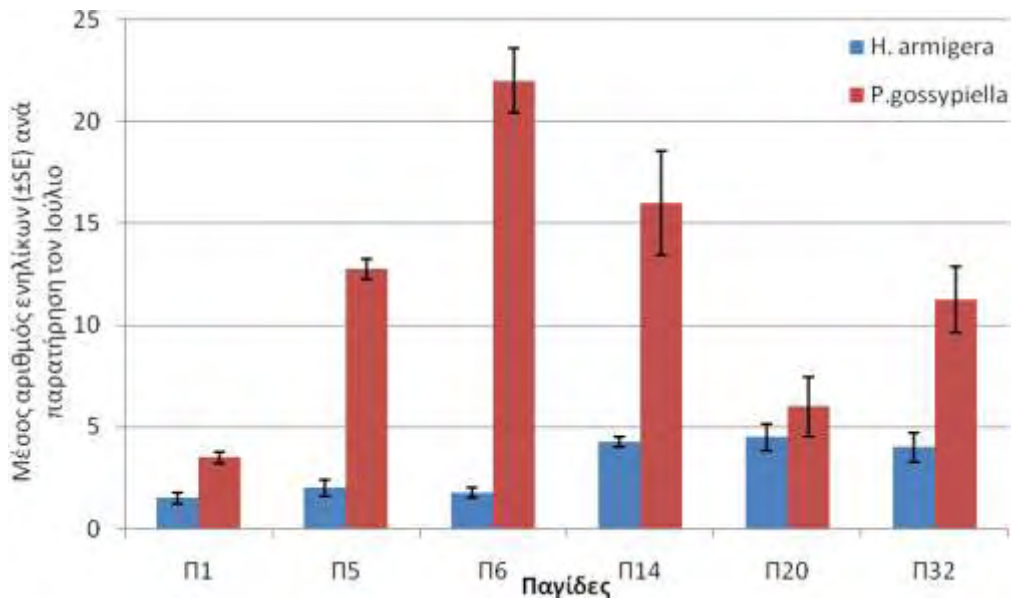
3. Συγκρίσεις στον αριθμό συλλήψεων ανά μήνα και ανά καλλιέργεια



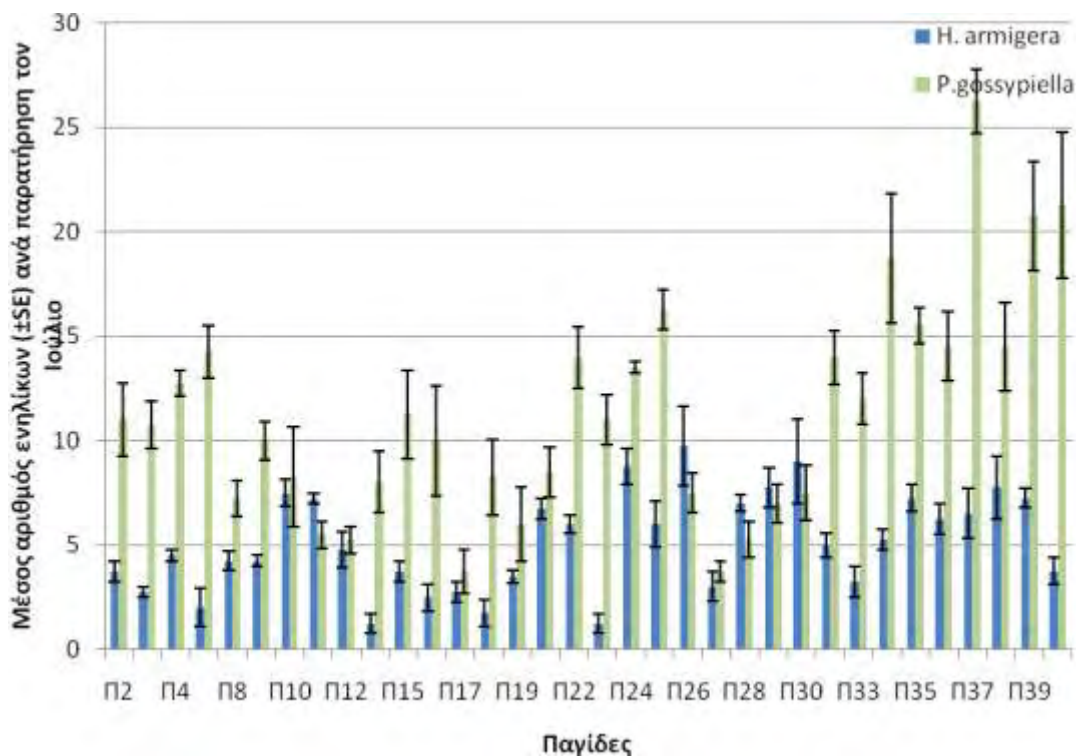
Διάγραμμα 42: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στον αραβόσιτο για τα δύο έντομα



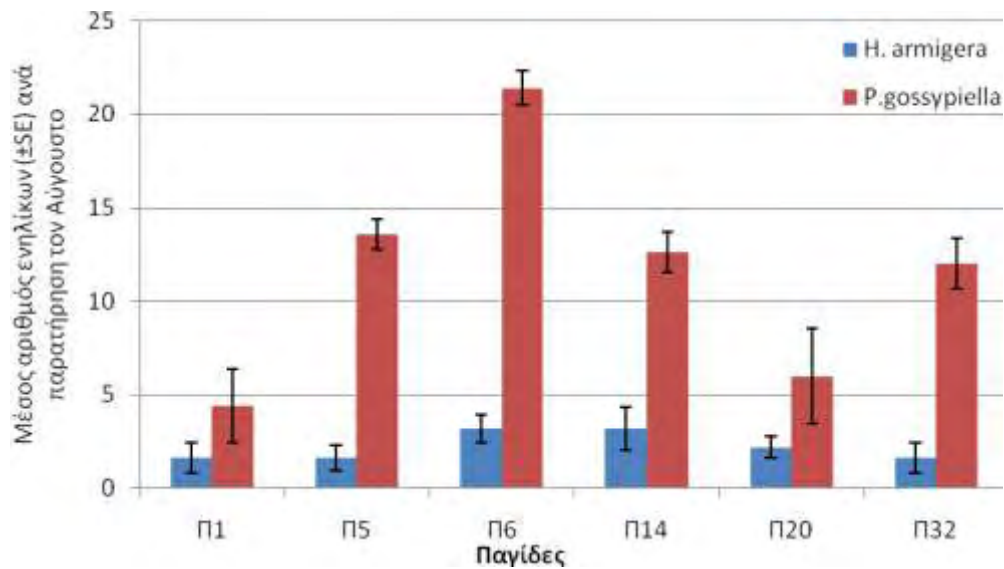
Διάγραμμα 43: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούνιο στον βαμβάκι για τα δύο έντομα



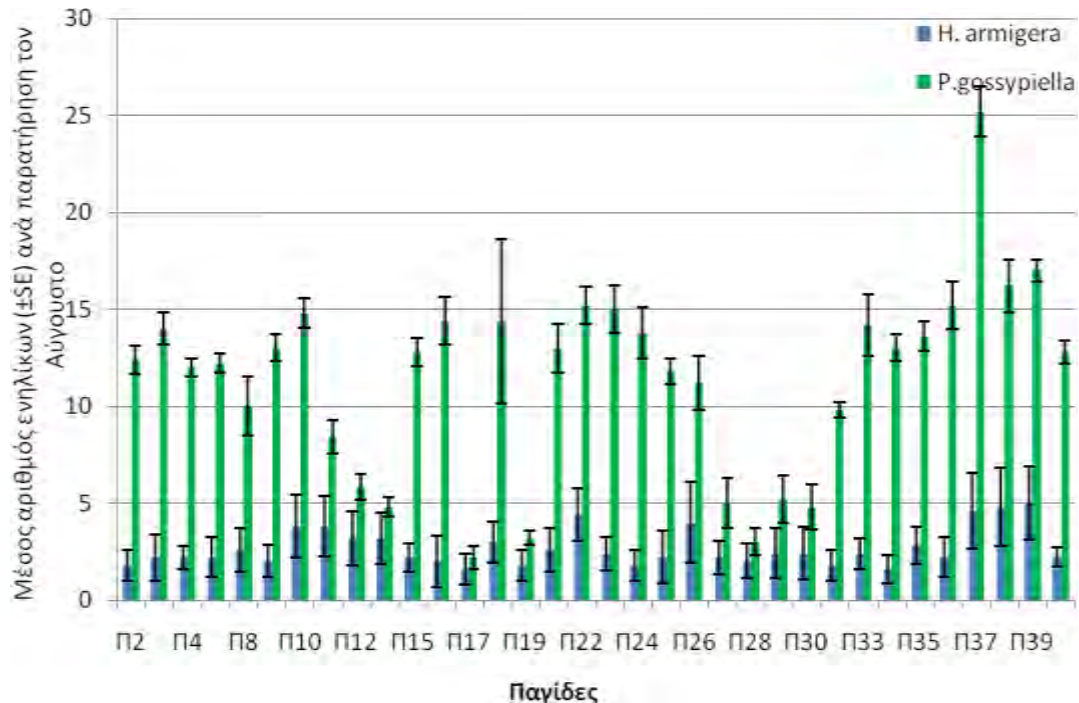
Διάγραμμα 44: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στον αραβόσιτο για τα δύο έντομα



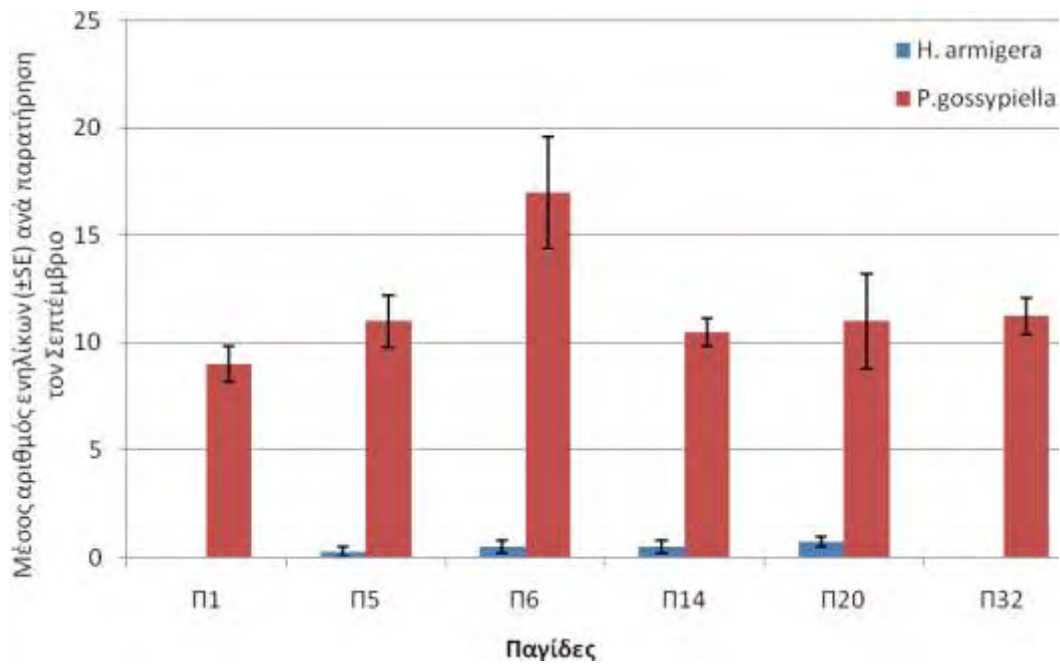
Διάγραμμα 45: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Ιούλιο στο βαμβάκι για τα δύο έντομα



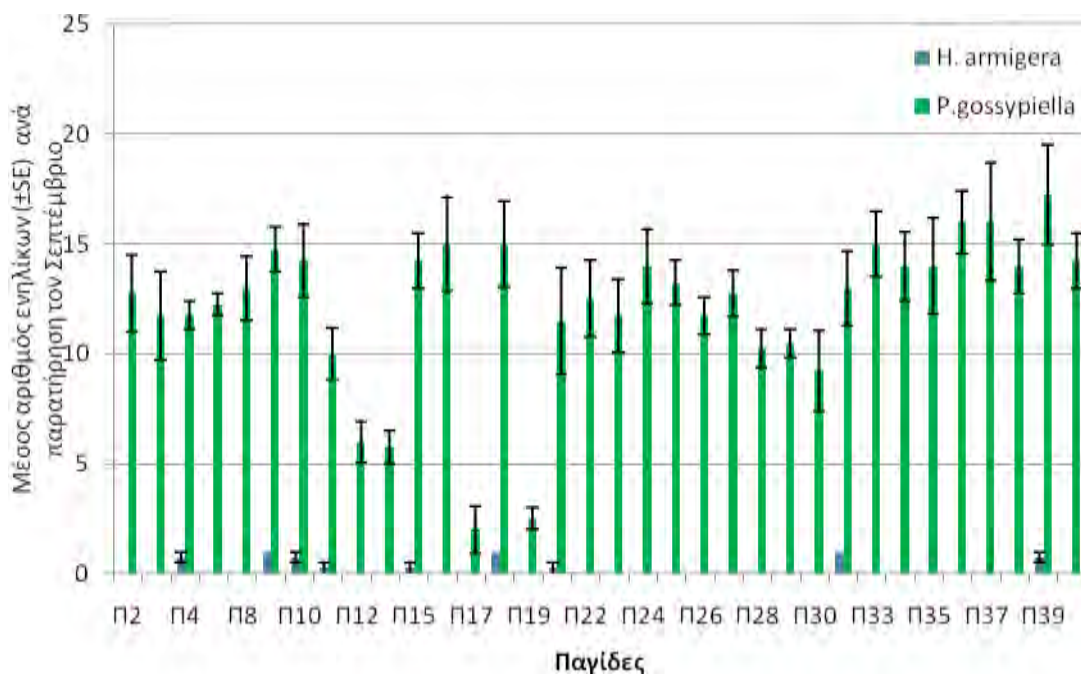
Διάγραμμα 46: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στον αραβόσιτο για τα δύο έντομα



Διάγραμμα 47: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Αύγουστο στο βαμβάκι για τα δύο έντομα



Διάγραμμα 48: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στον αραβόσιτο για τα δύο έντομα



Διάγραμμα 49: Σύγκριση των μέσων αριθμών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, ανά παρατήρηση τον μήνα Σεπτέμβριο στο βαμβάκι για τα δύο έντομα