

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

**Χωρική και εποχική εξέλιξη των
πληθυσμών του ρόδινου και πράσινου
σκουληκιού του βαμβακιού στην περιοχή
της Καρδίτσας**



Χρυσούλα Ν. Γκόγκου
Γεωπόνος

Μεταπτυχιακή Διατριβή
Βόλος 2009

Στον πατέρα μου

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ν. Θ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ:

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Επίκουρος Καθηγητής Εντομολογίας, Τμήματος
Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος

Θ. ΓΕΜΤΟΣ:

Καθηγητής Γεωργικής Μηχανολογίας, Τμήματος
Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος

Π. ΜΥΛΩΝΑΣ:

Ερευνητής Γ', Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο

Ευχαριστίες

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

Επίσης, ευχαριστώ πολύ την ομάδα του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Π.Θ. και ιδιαίτερα τον διδάκτορα κ. Α. Διαμαντίδη και την υποψήφια διδάκτορα κα. Σ. Παπαναστασίου για την ηθική συμπαράσταση, καθώς και την ομάδα του Εργαστηρίου Μηχανολογίας και Γεωργικών Μηχανημάτων του Π.Θ. και ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σ. Φουντά και την κα. Αγγελοπούλου Κατερίνα, Γεωπόνο, για τη βοήθεια τους στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων χωρικής κατανομής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη διαρκή στήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και ιδιαίτερα τη μητέρα μου για την πολύτιμη βοήθεια της κατά την εκτέλεση του πειραματικού τμήματος της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον αρραβωνιαστικό μου Μίλτο για την κατανόηση, τη συνεχή ενθάρρυνση και υποστήριξη, καθώς και για την επιμέλεια των εντύπων.

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκαν η χωρική κατανομή και η δυναμική των πληθυσμών του πράσινου σκουληκιού *Helicoverpa armingeri* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) και του ρόδινου σκουληκιού *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), καθώς και η σχέση του αριθμού των συλλαμβανομένων ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες και του μεγέθους της προσβολής της καλλιέργειας. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης και σύγχρονες μέθοδοι γεωστατιστικής. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε δύο περιοχές του Δημοτικού Διαμερίσματος Αρτεσιανού του Νομού Καρδίτσας, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007, ενώ η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των λογισμικών SURFER (Golden Software Surfer 8) και VESPER 1.6 (του Κέντρου Γεωργίας Ακριβείας της Αυστραλίας, ACPA).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το *H. armingeri* παρουσιάζει στην περιοχή μελέτης 3 μέγιστα συλλήψεων σε φερομονικές παγίδες. Συνολικά (λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των συλλήψεων ανά παγίδα) η χωρική κατανομή του *H. armingeri* μπορεί να χαρακτηριστεί, ως τυχαία. Παραδόξως, μεγάλος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων πράσινου σκουληκιού παρατηρήθηκε σε παγίδες που ήταν τοποθετημένες σε καλλιέργειες σιτηρών, και μάλιστα σε περιόδους που το τελικό προϊόν είχε συγκομιστεί (Αύγουστο), γεγονός που δεν έχει αναφερθεί σε άλλη εργασία, απ' όσον γνωρίζουμε. Επίσης, παρόλο που υπήρχαν αυξημένα επίπεδα πληθυσμού και δεν πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του εντόμου, το ποσοστό προσβολής της καλλιέργειας από το πράσινο σκουλήκι ήταν χαμηλό. Αυτό πιθανόν να συνδέεται με το ότι η συμπεριφορά του είδους επηρεάζεται από το φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας και έτσι τα έντομα να συλλαμβάνονταν στις παγίδες, στην πορεία τους για παρακείμενα της περιοχής μελέτης μας, καταλληλότερα ενδιαίτηματα για ωοτοκία.

Για το *P. gossypiella* τα αποτελέσματα ήταν περισσότερο αναμενόμενα. Το είδος παρουσίασε στην περιοχή μελέτης 3 μέγιστα συλλήψεων σε φερομονικές παγίδες, και ο πληθυσμός του ήταν ομαδοποιημένος ιδιαίτερα σε περιόδους έξαρσης. Η ετερογένεια των περιοχών όσον αφορά στη σύνθεση των καλλιεργειών δεν επηρέασε τη διασπορά του ρόδινου σκουληκιού, μιας και ο μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων

σημειώθηκε και στις δυο περιοχές, σε φερομονικές παγίδες που ήταν εγκατεστημένες σε βαμβακοχώρα. Και στην περίπτωση του *P. gossypiella*, όπως και στο *H. armingera*, δεν υπήρξε συσχέτιση του αριθμού των συλλαμβανομένων ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες και του ποσοστού προσβολής της καλλιέργειας.

Με την αποτύπωση σε χάρτες της κατανομής των πληθυσμών των δύο ειδών εντόμων και την εβδομαδιαία παρακολούθηση των μεταβολών της χωρικής διασποράς τους και της δυναμικής των πληθυσμών τους, είναι δυνατή η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αντιμετώπισης για κάθε είδος. Στην περίπτωση του *P. gossypiella* καταδεικνύεται η ανάγκη στοχευμένης χωρικά και χρονικά εφαρμογής μεθόδων αντιμετώπισης, λόγω της ομαδοποιημένης κατανομής που εμφανίζει ο πληθυσμός του, ενώ στην περίπτωση του *H. armingera* η μέθοδος αντιμετώπισης θα έπρεπε να καλύπτει όλη την περιοχή (π.χ. εφαρμογή καθολικού ψεκασμού).

Summary

In the present thesis the spatial distribution and the population dynamic of *Helicoverpa armingera* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) and pink bollworm *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) were studied. Also, we tried to find a correlation between the number of moths that had been trapped in the pheromone traps and the percentage of bolls that had been infected by the above two pests. In our study we used traditional methods and modern geostatistical methods, to analyze the temporal and spatial dynamics of the population of the two species. The experiments were conducted in two areas of the Artesiano village in the Prefecture of Karditsa and for the analysis of the acquired data we used these softwares: SURFER (Golden Software Surfer 8) and VESPER 1.6 (ACPA).

There were 3 peaks of moths' captures for *H. armingera*, indicating the possible existence of 3 generations per year. Considering the total number of moths captured through out the season, the spatial distribution of *H. armingera* could be characterized as random, during 2007. Interestingly, there were many moths captured in traps that had been placed in cereal fields, case that has never been reported, as far as we know. Also, although the high levels of insect population and no spaying of the crops, the percentage of bolls that had been infected by the insect was low. This might be related with the fact that the crop in the examined fields was precocious; whereas the insect prefer the most suitable habitat for oviposition.

Results regarding *P. gossypiella* were more predictable. There were 3 peaks of moths' captures for *P. gossypiella*, indicating the possible existence of 3 generations per year in the studied area. Its population appears grouped, especially at population outbreaks periods. As it goes for *H. armingera*, in the case of *P. gossypiella* there was no correlation between the number of insects that had been captured in the traps and the percentage of bolls that had been infected by the insect.

By mapping the spatial distribution of these two insects and by weekly monitoring of insects' population dynamic, we may choose the more appropriate method in order to control the populations of each one of these two species. In the case of *P. gossypiella* (grouped distribution) we may apply a method at certain time and only in the "Hot Spots" of insect's population, while for the *H. armingera* (random distribution) we must cover the entire area.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	5
Summary	7
Εισαγωγή	9
Το Βαμβάκι	10
Προέλευση και διάδοση του βαμβακιού	10
Εξέλιξη της καλλιέργειας	13
Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα	14
Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην περιοχή μελέτης	15
Είδη και ποικιλίες. Ταξινομική θέση	16
Εχθροί του βαμβακιού	16
Πράσινο σκουλήκι	19
Στάδια ανάπτυξης	21
Βιολογία	22
Προσβολή-ζημιές	23
Ρόδινο σκουλήκι	25
Στάδια ανάπτυξης	26
Βιολογία	28
Προσβολή-ζημιές	30
Χωρική κατανομή εντόμων και σημασία της στη διαχείριση των πληθυσμών των επιζήμιων εντόμων	31
Σκοπός της εργασίας	35
Υλικά και μέθοδοι	37
Περιοχή μελέτης	37
Κλιματολογικά χαρακτηριστικά	38
Παρακολούθηση πληθυσμών	44
Εκτίμηση προσβολής καρποφόρων οργάνων	48
Στατιστική Ανάλυση	49
Γεωστατιστική ανάλυση και χωρική κατανομή	50
Αποτελέσματα	52
Συλλήψεις ενηλίκων σε φερομονικές παγίδες και προσβολή καρποφόρων οργάνων	52
<i>Helicoverpa armingeri</i>	52
<i>Pectinophora gossypiella</i>	57
Προσβολή καρποφόρων οργάνων	62
Σχέση προσβολής καρποφόρων οργάνων και συλλήψεων ενηλίκων στις παγίδες .	64
Συζήτηση	67
Χωρική κατανομή των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού και της προβολής καρποφόρων οργάνων	70
<i>Helicoverpa armingeri</i>	70
<i>Pectinophora gossypiella</i>	75
Συζήτηση	80
Συμπεράσματα	82
Βιβλιογραφία	85
Ελληνική	85
Ξενόγλωσση	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	88

Εισαγωγή

Το βαμβάκι είναι μια ευρείας χρήσεως ίνα, η οποία αναπτύσσεται στον καρπό (κάψα) γύρω από τους σπόρους της βαμβακιάς (*Gossypium spp.*), ενός θάμνου που ενδημεί στα τροπικά και υποτροπικά μέρη. 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. Η χρησιμοποίηση των ινών της βαμβακιάς για την κατασκευή υφασμάτων είναι γνωστή από την αρχαιότητα, ενώ του σπόρου της για την παραγωγή λαδιού, ζωοτροφών και άλλων προϊόντων δεν ξεπερνά τα 150 χρόνια.

Το βαμβάκι *Gossypium spp.* (L) Malvaceae στην Ελλάδα φαίνεται ότι καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά στην Ηλεία τον 2^ο μ. Χ. αιώνα με το όνομα Βύσσος, γι' αυτό και τα υφάσματα που παράγονταν τα ονόμαζαν βύσσινα. Το φυτό και το προϊόν του βαμβακιού, με το σημερινό όνομα (βάμβαξ), αναφέρεται για πρώτη φορά στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού (6^ο μ.Χ. αιώνα), ενώ στα Ελληνικά η λέξη βάμβαξ καθιερώθηκε οπωσδήποτε από τον 10ο αιώνα αφού έτσι αναφέρεται στο λεξικό του Σουΐδα που γράφτηκε την εποχή εκείνη. Τον 10^ο αιώνα το βαμβάκι είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα (Ανώνυμος 2000), ενώ το 18^ο αιώνα η καλλιέργεια γνωρίζει μεγάλη άνθιση στη Θεσσαλία όπου παράγονται τα περίφημα κόκκινα βαμβακερά νήματα του Συνεταιρισμού των Αμπελακίων (Μυγδάκος 1994).

Το βαμβάκι θεωρείται διεθνώς ένα από τα πιο σπουδαία κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Η συμμετοχή του στη διαμόρφωση των οικονομικών μεγεθών των χωρών παραγωγής του είναι πολύ μεγάλη, ενώ για πολλές χώρες αποτελεί κύρια πηγή εισροής οικονομικών πόρων. Στηρίζει το εισόδημα και την ανάπτυξη μεγάλων αγροτικών περιοχών και απασχολεί μεγάλο αριθμό εργατικού δυναμικού. Το βαμβάκι είναι ταυτόχρονα αγροτικό προϊόν και βιομηχανική πρώτη ύλη επηρεάζοντας σημαντικά το εισόδημα στο γεωργικό και βιομηχανικό τομέα της παγκόσμιας οικονομίας.

Η βαμβακοκαλλιέργεια στη χώρα μας και ιδιαίτερα στη Θεσσαλία αποτελεί σήμερα μια από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες της Ελληνικής γεωργίας, με πολύ μεγάλη σημασία για την αγροτική και Εθνική μας οικονομία γιατί: (α) καλλιεργείται σε 4.200.000 στρέμματα σε όλη την χώρα και καταλαμβάνει το 15% της συνολικά καλλιεργούμενης γης, (β) εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80.000 – 100.000 αγροτικές οικογένειες, (γ) παρέχει εργασία

και συμβάλει στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης 150.000 αστικών οικογενειών που ασχολούνται στα διάφορα στάδια της παραγωγικής και μεταποιητικής βιομηχανίας του βαμβακιού (π.χ. διακίνηση, εμπόριο, βαμβακοβιομηχανία κλπ) αντιμετωπίζοντας έτσι θετικά ζητήματα ανεργίας, (δ) προμηθεύει με πρώτη ύλη την Ελληνική βαμβακοβιομηχανία, και (ε) είναι σημαντική συναλλαγματοφόρος πηγή για την Εθνική μας οικονομία (Ανώνυμος 2000).

Παρόλα αυτά όμως, τα τελευταία χρόνια, και ιδιαίτερα μετά την εφαρμογή της αναμορφωμένης Κοινής Γεωργικής Πολιτικής, η καλλιέργεια του βαμβακιού αντιμετωπίζει προβλήματα που έχουν ως αντίκτυπο τον περιορισμό των εισοδημάτων των παραγωγών. Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με βαμβάκι έχουν περιοριστεί, οι στρεμματικές αποδόσεις έχουν μειωθεί, ενώ η τιμή του προϊόντος παρουσιάζει, χρόνο με το χρόνο, μείωση (Δ/νση Βιομηχανικών Φυτών & ΟΣΔΕ Ν. Καρδίτσας, προσωπική επαφή). Έτσι, κύριο μέλημα των βαμβακοπαραγωγών, προκειμένου η καλλιέργεια να είναι συμφέρουσα, αποτελεί ο περιορισμός του κόστους παραγωγής, που επιβαρύνεται ιδιαίτερα, εκτός όλων των άλλων, με την αντιμετώπιση των εχθρών του βαμβακιού.

Έως σήμερα οι παραγωγοί κατέφευγαν στη χημική αντιμετώπιση των εχθρών της βαμβακοκαλλιέργειας, η οποία έχει υψηλό κόστος και επιπλέον κακή εφαρμογή της μεθόδου οδηγεί στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας ορισμένων ειδών εντόμων στα εντομοκτόνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικοί εχθροί του βαμβακιού, ανάμεσα τους και τα *Helicoverpa armigera* και *Pectinophora gossypiella*, έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε συχνά χρησιμοποιούμενες εντομοκτόνες ουσίες (Τόλης 1986, Fitt et al. 1995). Συνεπώς, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην υιοθέτηση νέων συστημάτων διαχείρισης της καλλιέργειας που θα περιορίζουν το κόστος παραγωγής, όπως είναι η ολοκληρωμένη καταπολέμηση εντόμων και η διαχείριση εχθρών σε περιφερειακό επίπεδο με τη χρήση σύγχρονης τεχνολογίας, ώστε η καλλιέργεια να καταστεί συμφέρουσα και το τελικό προϊόν ανταγωνιστικό.

Το Βαμβάκι

Προέλευση και διάδοση του βαμβακιού

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την καταγωγή και την «εξημέρωση» του βαμβακιού είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, διότι η λέξη “βαμβάκι” αναφέρεται

ταυτόχρονα σε τέσσερα είδη του γένους *Gossypium* (Malvaceae), τα οποία εξημερώθηκαν ανεξάρτητα για τον ίδιο λόγο. Σε τέσσερεις απομονωμένες περιοχές του Νέου και του Παλιού Κόσμου, ομάδες ιθαγενών ανακάλυψαν ότι οι ίνες που καλύπτουν τους σπόρους των *G. arboreum*, *G. barbadense*, *G. herbaceum* και *G. hirsutum* ήταν χρήσιμες. Αν και δεν υπάρχουν πληροφορίες για την αρχική χρήση των ινών του βαμβακιού, οι μοναδικές μηχανικές τους ιδιότητες, τις κατέστησαν ιδανικές ίνες ύφανσης. Σήμερα τα τέσσερα αυτά είδη αθροιστικά, αποτελούν τη σημαντικότερη, παγκοσμίως, κλωστοϋφαντουργική καλλιέργεια και ως παραπροϊόντα δίνουν σπορέλαιο και βαμβακόπιτα, τα οποία αποτελούν πλούσιες πηγές πρωτεϊνών (Smith & Cothren, 1999).

Η χρήση του βαμβακιού ως υφαντουργική ίνα, είχε ως αποτέλεσμα τη διασπορά των τεσσάρων ειδών του γένους *Gossypium* σχεδόν σε κάθε περιοχή του πλανήτη. Η παλαιότερη καλλιέργεια βαμβακιού ανακαλύφθηκε στο Μεξικό, περίπου 5.000 χρόνια πριν. Εκεί βρήκαν υπολείμματα βαμβακιού τα οποία ανάγονται, όπως αποδείχτηκε με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα, στο 5800 π.Χ.. Το καλλιεργούμενο είδος που βρέθηκε εκεί, το *Gossypium hirsutum*, είναι σήμερα το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος βαμβακιού στον κόσμο, αποτελώντας περίπου το 90% της παγκόσμιας παραγωγής (Smith & Cothren, 1999). Η μεγαλύτερη ποικιλία άγριων ειδών βαμβακιού βρέθηκε στο Μεξικό, και ακολουθεί η Αυστραλία και η Αφρική.

Πολλές ενδείξεις μαρτυρούν πως το βαμβάκι κατάγεται από την Ινδία. Το βαμβάκι καλλιεργούνταν από τους κατοίκους της Ινδίας από την 5^η-4^η χιλιετία π.Χ.. Η Ινδική βιομηχανία βάμβακος ήταν καλά αναπτυγμένη και ορισμένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνταν στο κλώσιμο και την ύφανση του βαμβακιού συνέχισαν να χρησιμοποιούνται έως και τη σύγχρονη βιομηχανοποίηση της Ινδίας. Εκλεκτά βαμβακερά υφάσματα φτιαγμένα στην Ινδία διοχετευόταν σε γειτονικές ή μακρινές χώρες. Ο Ηρόδοτος γύρω στα 455 π.Χ. έγραφε: «Στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου και από τα δένδρα αυτά οι Ινδοί εξασφαλίζουν τα ρούχα τους». Το βαμβάκι που χρησιμοποιούσαν στην Ινδία ήταν δενδρώδες του είδους *Gossypium arboreum*. Και άλλοι αρχαίοι συγγραφείς όπως ο Αριστόβουλος, ο Αρριανός και ο Θεόφραστος αναφέρονται στο βαμβάκι της Ινδίας. Ο Ηρόδοτος ονομάζει το βαμβάκι «είρια από ξύλου», ενώ άλλοι αρχαίοι συγγραφείς το ονομάζουν «βύσσο ή κάρπασο».

Βαμβακερό, ίσως ήταν και το φυτίλι που όπως γράφει ο Πausanías, χρησιμοποιούνταν στην Ακρόπολη για το λυχνάρι, μπροστά στο άγαλμα της Αθηνάς. Πολύ πριν τη Σύγχρονη Εποχή η χρήση βαμβακερών υφασμάτων εξαπλώθηκε από την Ινδία, στη Μεσόγειο και πιο πέρα.

Εκτός από την Ινδία από πολύ παλιά αναπτύχθηκε η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Κεντρική και Νότια Αμερική. Ο Κολόμβος, στο πρώτο του ταξίδι στο Νέο Κόσμο αναφέρει ότι στο πρώτο νησί του συμπλέγματος Μπαχάμες οι ιθαγενείς του έδωσαν μαζί με άλλα δώρα και κουβάρια από βαμβακερό νήμα. Ο κατακτητής Κορτέζ, όταν στα 1519 κατέλαβε το Μεξικό, βρήκε τους ιθαγενείς να καλλιεργούν βαμβάκι και να χρησιμοποιούν βαμβακερά υφάσματα. Το ίδιο παρατήρησε ο Μαγγελάνος στη Βραζιλία και ο Πιζάρο στα 1530 στο Περού. Σε ανασκαφές στο Περού βρέθηκαν υφάσματα που πρέπει να έγιναν 2500 χρόνια π. Χ. Έτσι, το βαμβάκι πρωτοεμφανίστηκε και καλλιεργήθηκε πριν χιλιάδες χρόνια στην Ινδία και στην Αμερική.

Από την Ινδία το βαμβάκι διαδόθηκε σιγά-σιγά σε διάφορες χώρες του Παλαιού Κόσμου. Οι αρχαίοι συγγραφείς δεν αναφέρουν ότι το βαμβάκι καλλιεργούνταν στην κλασσική εποχή. Ο Πausanías που ταξίδευε σε όλη την Ελλάδα αναφέρει ότι στην Ηλεία καλλιεργούσαν τη «βύσσο» (βαμβάκι) και από αυτή έκαναν μαντίλια για το κεφάλι και φορέματα. Η χρήση του βαμβακιού και η καλλιέργεια του αργότερα φαίνεται ότι διαδόθηκαν στη Συρία και την Κύπρο πιθανότατα από την Περσία. Από την Ελλάδα διαδόθηκε στη Νότια Ιταλία. Ο Μ. Αλέξανδρος δημιούργησε εμπορικούς δρόμους από τους οποίους πήγαιναν και τα προϊόντα του βαμβακιού μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Μετά τον Μ. Αλέξανδρο οι Πτολεμαίοι έκαναν την Αλεξάνδρεια το κύριο εμπορικό κέντρο της Ανατολικής Μεσογείου για εμπορεύματα προς την Ανατολή.

Στην Κίνα, αναφέρονται για πρώτη φορά τα βαμβακερά υφάσματα το 502 π.Χ.. Επέκταση του βαμβακιού έγινε μετά την κατάκτησή τους από τους Μογγόλους το 1280. Στη χώρα αυτή που έβγαζε μετάξι, ο πληθυσμός θεωρούσε το βαμβάκι σαν έναν επικίνδυνο νεωτερισμό που έθιγε τις συνήθειες, τα δικαιώματα και τα συμφέροντά τους (Τόλης 1986).

Στο Μεσαίωνα σημειώνεται σημαντική πρόοδος στη χρήση των βαμβακερών προϊόντων, με το βαμβάκι να γίνεται γνωστό στη βόρεια Ευρώπη ως εισαγόμενη ίνα,

χωρίς καμιά γνώση για τον τρόπο παραγωγής του, εκτός από το ότι είναι φυτό. Μέχρι τον 14^ο αιώνα η επεξεργασία του βαμβακιού γινόταν στην Ανατολή. Από εκεί συνήθως έρχονταν τα βαμβακερά υφάσματα που ήταν όμως πανάκριβα. Από το τέλος του αιώνα αυτού η επεξεργασία του βαμβακιού άρχισε και στην Ευρώπη. Στο μεταξύ το εμπόριο με την Ανατολή δεν γίνεται πια από την Μεσόγειο, αλλά μέσω του Ατλαντικού περιπλέοντας την Αφρική, με άμεσο αποτέλεσμα τη σημαντική πτώση στις τιμές των Ινδικών προϊόντων.

Στην Ινδία ο τομέας της επεξεργασίας βάμβακος άρχισε βαθμιαία να παρακμάζει κατά τη Βρετανική επέκταση στην Ινδία και την εγκαθίδρυση της αποικιακής εξουσίας στα τέλη του 18^{ου} και στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην έκθεση της Ινδικής Βιομηχανίας στο διεθνή ανταγωνισμό, ο οποίος κατέστησε τη μεταποίηση βάμβακος ασύμφορη. Οι Ινδικές αγορές διέθεταν μόνο σύσπορο βαμβάκι, ενώ ήταν υποχρεωμένες να αγοράζουν υφάσματα από τη Βρετανία. Η έλευση της Βιομηχανικής Επανάστασης στη Βρετανία παρείχε μεγάλη άνθιση στη μεταποίηση βάμβακος, καθώς τα υφάσματα αποτελούσαν το κυρίαρχο εξαγωγίμο προϊόν της. Έτσι η διάδοση των βαμβακερών γενικεύεται.

Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στις τροπικές περιοχές και μέχρι βόρειο γεωγραφικό πλάτος 43^ο στη Σοβιετική Ένωση, και 45^ο στην Κίνα. Στο νότιο ημισφαίριο φτάνει στη Ν. Αμερική και στην Αυστραλία σε 32^ο περίπου νότιο γεωγραφικό πλάτος.

Εξέλιξη της καλλιέργειας

Παρόλη την εξέλιξη της εκκόκκισης και βιομηχανοποίησης του βαμβακιού μετά τα μέσα του 18^ο αιώνα με τις ανακαλύψεις των νέων μηχανημάτων (λανάρες, κλωστήρια, υφαντήρια και εκκοκκιστικές μηχανές) και τη σημαντική άνοδο που σημείωσε η παραγωγή βαμβακιού, η τεχνική της καλλιέργειας σημείωσε πολύ μικρή πρόοδο. Η σπορά γινόταν με τα ζώα και η καταστροφή των αγριόχορτων με το χέρι ή το υποσκαλιστήρι, ενώ η λίπανση ήταν πολύ περιορισμένη.

Από το 1935 και μετά αυξάνεται η χρήση των λιπασμάτων και η ποτιστική καλλιέργεια, ενώ αρχίζει, έστω και στοιχειωδώς, η καταπολέμηση των εχθρών, με συνέπεια την προοδευτική αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων. Λίγο πριν το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο αρχίζουν οι πρώτες προσπάθειες για την εκμηχάνιση της

καλλιέργειας, η οποία μετά τον πόλεμο, προχωρεί γρήγορα και σε μερικές χώρες είναι πλήρης. Η σπορά γίνεται με σπορείς ακριβείας, τα ζιζάνια καταπολεμούνται με ζιζανιοκτόνα, τα έντομα και τα ακάρεα με εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα προϊόντα αντίστοιχα, και η συγκομιδή γίνεται με συλλεκτικές μηχανές. Εξάλλου, η έρευνα για τη δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα γεωργικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά εντατικοποιείται σε όλο τον κόσμο (Τόλης 1986).

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).

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα φαίνεται πως το βαμβάκι ήλθε από τη Συρία και την Κύπρο, όπως αναφέρει ο Πausanias, το 2^ο αιώνα μ.Χ. Στο 17^ο και 18^ο αιώνα η Μακεδονία, η Θεσσαλία και ορισμένα νησιά του Αιγαίου είχαν τόση παραγωγή που έκαναν εξαγωγή στο εξωτερικό. Στο 18^ο αιώνα αναπτύχθηκε η κλωστοβιομηχανία στη Θεσσαλία και κυρίως στα Αμπελάκια. Τα Ελληνικά νήματα ήταν γνωστά για την ποιότητα τους σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Μεγάλη ώθηση στη βαμβακοκαλλιέργεια στην Ελλάδα έδωσε ο εμφύλιος πόλεμος των Αμερικανών γιατί την περίοδο αυτή δημιουργήθηκε μεγάλη έλλειψη βαμβακιού στην παγκόσμια αγορά. Από το 19^ο αιώνα άρχισε η εισαγωγή αμερικάνικου βαμβακόσπορου στην Ελλάδα.

Η εξέλιξη του βαμβακιού στην Ελλάδα τον 20^ο αιώνα ήταν πράγματι 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. Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στη γρήγορη εξέλιξη της βαμβακοκαλλιέργειας ήταν 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.

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.

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), είναι αξιοσημείωτο, ότι η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι στο νομό δεν μειώθηκε σημαντικά (Δ/ση Βιομηχανικών Φυτών και Ο.Σ.Δ.Ε. Ν. Καρδίτσας, προσωπική επικοινωνία).

Στο τοπικό διαμέρισμα Αρτεσιανού, όπου διενεργήθηκε το πείραμα, το βαμβάκι αποτελεί τη σημαντικότερη καλλιέργεια. Βάσει στοιχείων του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Επιδοτήσεων (Ο.Σ.Δ.Ε.) του ΟΠΕΚΕΠΕ για το 2006, η καλλιέργεια του βαμβακιού καλύπτει περίπου το 73% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης του τοπικού διαμερίσματος (847,86 Ha), ενώ ακολουθούν ο αραβόσιτος με ποσοστό 11% (131,61Ha) και τα σιτηρά με ποσοστό 10% (122,92 Ha). Συνεπώς, πρόκειται για κατεξοχήν βαμβακοπαραγωγό περιοχή, η οποία εξαρτάται οικονομικά από τις αποδόσεις της καλλιέργειας.

Είδη και ποικιλίες. Ταξινόμική θέση

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας Malvaceae. Το γένος περιλαμβάνει συνολικά 49 είδη βαμβακιού και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία στα μορφολογικά χαρακτηριστικά (Χατζηγεωργίου, 2006). Τα άγρια είδη δεν έχουν βιομηχανοποιήσιμες ίνες, αλλά έχουν πρακτικό ενδιαφέρον επειδή αποτελούν πηγές γενετικού υλικού για τους βελτιωτές στην προσπάθεια τους να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι το *Gossypium herbaceum* L., το *Gossypium arboreum* L., το *Gossypium hirsutum* L. και το *Gossypium barbadense* L. Τα δύο πρώτα έχουν απλοειδή αριθμό χρωματοσωμάτων, $n=13$, κατάγονται από την Αφρική και την Ασία αντίστοιχα, και καλλιεργούνταν στον Παλιό Κόσμο (Smith & Cothren, 1999). Τα άλλα δύο έχουν διπλοειδή αριθμό χρωματοσωμάτων, $n=26$, και καλλιεργούνται στο Νέο Κόσμο από όπου και κατάγονται. Το *G. hirsutum* από την Κεντρική και το *G. barbadense* από τη Νότια Αμερική.

Στο *G. hirsutum* (χνοώδες βαμβάκι) ανήκουν όλα τα αμερικάνικα βαμβάκια που είναι γνωστά με το όνομα «Upland». Είναι διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο και το μόνο που καλλιεργείται στη χώρα μας. Από αυτό προέρχεται το 90% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού. Τα φυτά είναι ετήσιοι θάμνοι, εκτός από μερικές ποικιλίες που σχηματίζουν πολυετείς θάμνους ή δένδρα. Τα φύλλα σχηματίζουν 3 – 5 λοβούς, το σχήμα των βρακτίων φύλλων είναι τριγωνικό και τα καρύδια στρογγυλά ή επιμήκη με 3 – 5 χώρους. Τα καλλιεργούμενα βαμβάκια του είδους αυτού ανήκουν στη βοτανική ποικιλία *Latifolium* που διακρίνεται για την προσαρμοστικότητά της στις υποτροπικές περιοχές (Τόλης 1986).

Οι ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται σήμερα στον κόσμο υπολογίζονται σε εκατοντάδες. Μερικές από αυτές καλλιεργούνται σε διάφορες περιοχές που κάποτε βρίσκονταν πολύ μακριά η μία από την άλλη.

Εχθροί του βαμβακιού

Σε όλο τον κόσμο έχει βρεθεί να τρέφονται στο βαμβάκι 1.326 είδη εντόμων που ανήκουν σε 700 γένη. Από αυτά σχετικά λίγα είδη μπορούν να θεωρηθούν ως πραγματικοί εχθροί του βαμβακιού με μεγάλη ή μεγαλύτερη σημασία για την

καλλιέργεια. Τα περισσότερα έντομα είναι μικρής ή καθόλου οικονομικής σημασίας για το βαμβάκι (Τόλης, 1986). Οι σπουδαιότεροι εχθροί του βαμβακιού και το μέρος του φυτού που προσβάλλουν και προκαλούν οικονομική ζημιά φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού στο οποίο προκαλείται η ζημιά (από Χατζηγεωργίου, 2006, τροποποιημένος).

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

Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες (κλιματικές συνθήκες, συνθήκες καλλιέργειας, παρουσία άλλων ξενιστών, παρουσία και αφθονία φυσικών εχθρών, καλλιεργητικές συνήθειες παραγωγών) επηρεάζουν και το σύμπλεγμα εχθρών του βαμβακιού, που αναπτύσσονται σε συγκεκριμένες περιοχές, και αποβαίνουν καίριας σημασίας.

Έτσι, στη βορειοανατολική ζώνη, (Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη) οι επικρατέστεροι εχθροί είναι τα *Hecicoverpa armingera*, *Trips tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Aphis gossypii* και *Tetranychus urticae*. Όσον αφορά στο *Pectinophora gossypiella*, αυτό ενδημεί σε συγκεκριμένες περιοχές της ζώνης όπως Αλμυρός, Λάρισα, Γιαννιτσά και Θεσσαλονίκη που οι κλιματικές συνθήκες το ευνοούν. Στη Δυτική ζώνη (Ηλεία, Μεσολόγγι, Πρέβεζα) οι επικρατέστεροι εχθροί είναι τα *Pectinophora gossypiella*, *Hecicoverpa armingera*, *Trips tabaci*, *Aphis gossypii*, *Trialeurodes vaporariorum* και *Tetranychus urticae*. Σημαντικά προβλήματα σ' αυτή τη ζώνη επίσης εμφανίζονται εξαιτίας του *Pectinophora gossypiella*. Τέλος, στη Νοτιοανατολική ζώνη (Βοιωτία, Φθιώτιδα, Σκάλα Λακωνίας) οι σημαντικότεροι εχθροί είναι τα *Pectinophora gossypiella*, *Hecicoverpa armingera*, *Trips tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* και *Tetranychus urticae*. Σε κάποιες περιπτώσεις ενδιαφέρον παρουσίασε και η παρουσία ειδών της οικογένειας Jassidae (Τόλης 1986).

Το πράσινο και το ρόδινο σκουλήκι (*Helicoverpa armingera* και *Pectinophora gossypiella*, αντίστοιχα) αποτελούν κύριους εχθρούς του βαμβακιού στη χώρα μας και ορισμένες χρονιές μπορεί να επιφέρουν σημαντικές οικονομικές ζημιές στους παραγωγούς. Προσβάλλουν τα καρποφόρα όργανα του φυτού, μειώνουν τις στρεμματικές αποδόσεις της καλλιέργειας και υποβαθμίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Τα δύο αυτά είδη εντόμων είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι εχθροί διότι έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις (το πράσινο σκουλήκι είναι και μεταναστευτικό), παρουσιάζουν αλληλεπικαλυπτόμενες γενιές, τα θηλυκά τους γεννούν μεγάλο αριθμό αυγών, είναι πολυφάγα και προσαρμόζονται εύκολα σε διάφορα οικοσυστήματα, ενώ τα τελευταία έτη παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε πολλές κατηγορίες εντομοκτόνων.

Πολλές είναι οι προσπάθειες που έχουν γίνει με τις κλασικές μεθόδους βελτίωσης φυτών προκειμένου να δημιουργηθούν ποικιλίες βαμβακιού με ανθεκτικότητα στις προσβολές των εντόμων. Ωστόσο μέχρι σήμερα, δεν έχει δημιουργηθεί εμπορική ποικιλία 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. Η ανθεκτικότητα του βαμβακιού στις προσβολές των εντόμων επιτεύχθηκε πρόσφατα με τη βοήθεια της βιοτεχνολογίας. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί γενετικά

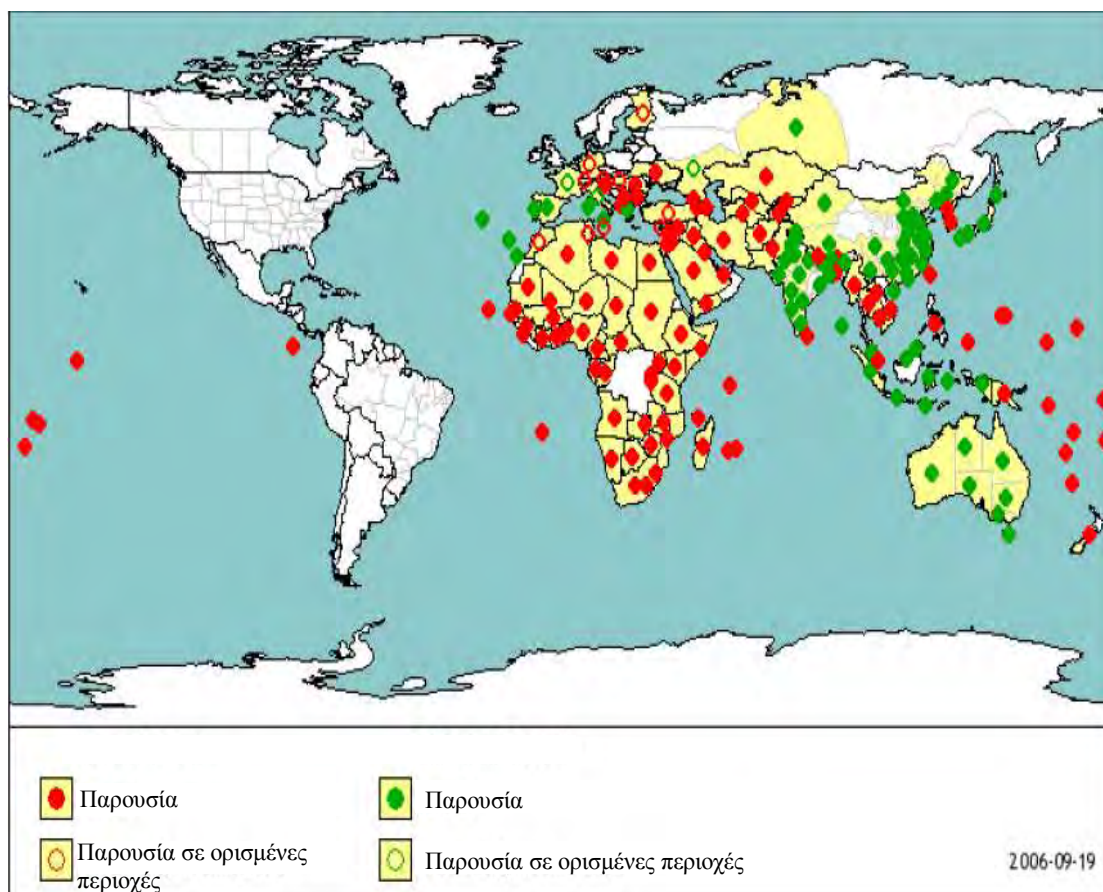
τροποποιημένες ποικιλίες βαμβακιού που παράγουν τις τοξίνες Cry1Ac για αντοχή στα *Heliothis virescens*, *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella* και Cry2Ab για αντοχή στα *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni*, *Pseudoplusia includens* (Χατζηγεωργίου, 2006).

Πράσινο σκουλήκι

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

Το πράσινο σκουλήκι 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 καλλιεργειών σ'όλο τον κόσμο περιλαμβάνοντας σημαντικά φυτά όπως το βαμβάκι, ο καπνός, ο αραβόσιτος και η τομάτα. Συγκεκριμένα, το *Helicoverpa armigera* είναι από τα πιο καταστρεπτικά έντομα του βαμβακιού και σε ορισμένες χώρες, όπως στην Αυστραλία, αποτελεί τον εχθρό του βαμβακιού με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία (Fitt et al., 1995). Η προσβολή του εξελίσσεται γρήγορα και θεαματικά διότι η προνύμφη για την ανάπτυξη της καταστρέφει πολλά καρποφόρα όργανα.

Το *H. armigera* είναι ένας από τους πιο καταστρεπτικούς εχθρούς των καλλιεργειών (Sequeira et al., 2001, Perovic et al., 2008) σε όλη σχεδόν την Αφρική, σε πολλές χώρες της Μέσης Ανατολής, της Κεντρικής και Νοτιο-Ανατολικής Ασίας μέχρι την Ιαπωνία, Φιλιππίνες, Ινδονησία, σε περιοχές της Αυστραλίας και σε πολλά νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού (Τζανακάκης 1980, Τόλης 1986). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 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 1 που ακολουθεί απεικονίζεται η παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του εντόμου.



Εικόνα 1: Χάρτης γεωγραφικής κατανομής του *Helicoverpa armigera* (από ΕΡΡΟ, 2006, τροποποιημένο)

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*.

Στην Ελλάδα το πράσινο σκουλήκι αποτελεί έναν από του επικρατέστερους εχθρούς της βαμβακοκαλλιέργειας 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 του εντόμου που προκαλούν σοβαρές οικονομικές ζημιές (Τόλης, 1986, Μυρωνίδης, 2009). Προσβάλλει κυρίως αραβόσιτο, βαμβάκι, και τομάτα, μπορεί όμως να προσβάλλει και καπνό, πιπεριά, ποώδη ψυχανθή, σόργο, αγγούρια, λινάρι, κουνουπίδι, οπωροφόρα δέντρα όπως πυρηνόκαρπα και εσπεριδοειδή και άλλα

καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά. Η προσβολή στο βαμβάκι είναι έντονη, κυρίως το 2^ο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου και του Αυγούστου και ευνοείται από τη γειτνίαση της βαμβακοκαλλιέργειας με καλλιέργειες άλλων φυτών-ξενιστών όπως καπνού ή αραβοσίτου (Τζανακάκης, 1980).

Στάδια ανάπτυξης

Το **αυγό** είναι ημισφαιρικό με κατά μήκος αυλακώσεις. Το σχήμα του θυμίζει αρκετά το σκελετό αχινού. Έχει διάμετρο γύρω στα 0,5mm και χρώμα λευκό στην αρχή και καστανό λίγο πριν από την εκκόλαψη.

Το στάδιο της **προνύμφης** του *H. armigera* έχει έξι ηλικίες. Η προνύμφη 1^{ης} ηλικίας, αμέσως μετά την εκκόλαψη της, έχει χρώμα κιτρινόλευκο με μαύρο κεφάλι, μαύρα τα τελευταία τμήματα και τα πόδια, αλλά αργότερα αλλάζει χρωματισμούς από υποκαστανό μέχρι πράσινο και το κεφάλι της γίνεται καστανό. Κατά μήκος του σώματός της υπάρχει στη ράχη μια σκοτεινόχρωμη ταινία και εκατέρωθεν αυτής, υπάρχουν στη σειρά, μια σκούρα γραμμή που ακολουθείται από μια κιτρινωπή ή υπόλευκη γραμμή. Γενικά ο χρωματισμός της προνύμφης παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία, από ανοιχτό πρασινοκίτρινο μέχρι υποκαστανό (Τόλης, 1986), με τον τελικό της χρωματισμό να εξαρτάται από το είδος της τροφής της (Σταμόπουλος, 1995) (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Προνύμφη *H. armigera* που τρέφεται σε καρύδι βαμβακιού

Η **νύμφη** έχει μήκος 14-18 mm και χρώμα ερυθροκαστανό. Η επιφάνεια της είναι λεία, το μπρος και πίσω τμήμα της είναι στρογγυλευμένα και φέρει δύο παράλληλα αγκάθια στο πίσω άκρο της (Τόλης, 1986). Συνήθως απαντάται σε κελί μέσα στο έδαφος, σε μικρό σχετικά βάθος από την επιφάνεια του.

Το **ενήλικο** έχει μήκος σώματος 14-16 mm και άνοιγμα φτερών 30-35 mm (Τζανακάκης, 1980). Το χρώμα των μπροστινών φτερών είναι μπεζ με μια φαρδιά κυματοειδή ταινία σκοτεινότερου χρώματος, εγκάρσια και προς το φαρδύτερο μέρος τους, ενώ υπάρχουν επίσης, δύο χαρακτηριστικές καστανές κηλίδες, μία κοντά στην πρόσθια παρυφή τους και μία μικρότερη κοντά στη βάση τους. Τα πίσω φτερά είναι υπόλευκα με μια καστανή ζώνη κατά μήκος και κοντά στην εξωτερική παρυφή (Σταμόπουλος, 1995) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Ενήλικα *H. armingeri*

Βιολογία

Το πράσινο σκουλήκι εμφανίζει στη χώρας μας 2-3 γενιές το έτος, όπως και στις περισσότερες μεσογειακές χώρες. Διαχειμάζει ως νύμφη (πούπα) σε κελί που δημιουργεί μέσα στο έδαφος. Τα ενήλικα της πρώτης γενιάς εμφανίζονται τέλη Απριλίου - αρχές Μαΐου και γεννούν τα αβγά τους κυρίως σε καλλιέργειες μηδικής, τομάτας και καλαμποκιού. Κάθε ενήλικο γεννά ένα μεγάλο αριθμό αυγών (700-1.500), τα οποία αποτίθενται μεμονωμένα στις αρσενικές ταξιανθίες ή στα στελέχη

του καλαμποκιού ή στην επάνω επιφάνεια των φύλλων, ή στο εξωτερικό μέρος των χτενιών και στα αυξανόμενα άκρα των βαμβακοφύτων (Σταμόπουλος, 1995).

Σε όλες τις ηλικίες οι προνύμφες του πράσινου σκουληκιού παρουσιάζουν κανιβαλισμό. Αν σε ένα άνθος ή χτένι υπάρχουν περισσότερα από ένα αυγά, η πρώτη προνύμφη που θα εκκολαφθεί μπορεί να καταναλώσει τα άλλα αυγά και τις άλλες μικρότερες προνύμφες που θα εμφανιστούν αργότερα. 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).

Μια μέρα πριν την ολοκλήρωση του προνυμφικού σταδίου, η προνύμφη του πράσινου σκουληκιού σταματάει να τρέφεται, κατεβαίνει απ' το φυτό ή μερικές φορές πέφτει στο έδαφος και αμέσως ανοίγει στοά βάθους 2,5-17 cm, στην οποία και νυμφώνεται. Το ενήλικο, όταν βγει από τη νύμφη, σέρνεται με κλειστά τα φτερά του, σπάει τη λεπτή κρούστα του χόματος που κλείνει τη στοά και βγαίνει στην επιφάνεια. Τα ενήλικα τη μέρα παραμένουν αδρανή πάνω στα φυτά και δραστηριοποιούνται μετά τη δύση του ηλίου, με μεγαλύτερη ενεργητικότητα μέχρι τα μεσάνυχτα και με συνεχή μείωση της μετά και μέχρι το πρωί (Τόλης, 1986).

Όπως και άλλα είδη της ίδιας οικογένειας, το *H. armingeri* ως ενήλικο μπορεί να μεταναστεύσει σε μεγάλες αποστάσεις και σ' αυτό το γεγονός αποδίδεται από πολλούς η απότομη εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών σε ορισμένες περιοχές ή αγρούς. Οι προνύμφες όταν δεν βρίσκουν κατάλληλη τροφή ή λόγω των φυσικών τους εχθρών μπορεί να μετακινηθούν σε διπλανούς αγρούς, αλλά όχι σε μεγάλες αποστάσεις (Τζανακάκης, 1980).

Προσβολή-ζημιές

Το πράσινο σκουλήκι προσβάλλει όλα τα μέρη του βαμβακοφύτου και προκαλεί ποσοτική κυρίως ζημιά και λιγότερο ποιοτική. Η μικρή προνύμφη, αμέσως μετά την εκκόλαψη της περιπλανιέται στο φυτό τρώγοντας μικρά φύλλα μέχρι να βρει χτένι ή άνθος. Στις δύο πρώτες ηλικίες τρέφεται συνήθως σε χτένια και λουλούδια ενώ αρχίζει να προσβάλλει και καρύδια. Μέχρι και την τέταρτη ηλικία συνεχίζει να τρέφεται σε όλα τα καρποφόρα όργανα, αλλά στην πέμπτη και την έκτη προσβάλλει, αποκλειστικά σχεδόν, τα καρύδια. Οι μικρές προνύμφες τρυπούν τα χτένια όλων των

ηλικιών. Οι μεγαλύτερες τρώνε το περιεχόμενο αφήνοντας ανέπαφα τα εξωτερικά μέρη. Τα χτένια τελικά πέφτουν. Στη συνέχεια οι προνύμφες τρυπούν τα καρύδια και τρώνε το περιεχόμενο βάζοντας το μπροστινό μέρος του σώματος τους μέσα στα καρύδια, ενώ αφήνουν τα περιττώματα τους στο εξωτερικό τμήμα της στοάς (χαρακτηριστικό της προσβολής). 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).

Το μέγεθος της ζημιάς στο βαμβάκι διαφέρει ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το φυτό όταν προσβάλλεται από το πράσινο σκουλήκι. Η ανθοφορία στο βαμβάκι, σε αντίθεση με άλλους ξενιστές του πράσινου, είναι μεγάλης διάρκειας. Έτσι, αν το βαμβάκι προσβληθεί νωρίς και χάσει τα πρώτα καρποφόρα όργανα έχει τον καιρό να δημιουργήσει άλλα ώστε η παραγωγή τελικά να μην μειώνεται. Αν η προσβολή είναι σχετικά όψιμη και το φυτό έχει ήδη πλούσια καρποφορία σε καρύδια, ενώ η φυσιολογική πτώση χτενίων 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).

Το βαμβάκι προσβάλλεται από τις προνύμφες της πρώτης γενιάς γύρω στα μέσα Ιουνίου, οι οποίες νυμφώνονται μετά από ένα μήνα περίπου. Αυτή την περίοδο προσβάλλονται κυρίως τα χτένια και τα άνθη και οι ζημιές δεν είναι σημαντικές, αφενός λόγω των μικρών πληθυσμών του εντόμου και αφετέρου λόγω της ικανότητας του φυτού να αναπληρώνει σ' αυτό το στάδιο τα κατεστραμμένα καρποφόρα όργανα του.

Ζημιές από προνύμφες της δεύτερης γενιάς εμφανίζονται στα τέλη Ιουλίου και συνεχίζονται αυξανόμενες με γοργό ρυθμό κυρίως μέσα στις δυο πρώτες εβδομάδες του Αυγούστου. Στη γενιά αυτή, η οποία είναι και η πιο επικίνδυνη για την παραγωγή, αναπτύσσονται μεγάλοι πληθυσμοί. Προσβάλλονται χτένια, άνθη και κυρίως καρύδια, τα οποία δεν μπορούν να αναπληρωθούν.

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.

Οι συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών μπορούν να αποδοθούν σε (α) ήπιο και χωρίς πολλές βροχές χειμώνα που συμβάλλει στην επιβίωση μεγάλου αριθμού διαχειμαζόντων νυμφών, (β) σε μετανάστευση ατόμων από άλλες περιοχές, δεδομένης της ικανότητας του εντόμου αυτού να πετάει σε μακρινές αποστάσεις, (γ) σε 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, (δ) σε δροσερό σχετικά καλοκαίρι που ευνοεί τη γρήγορη ανάπτυξη του εντόμου, ενώ αντίθετα ξηροθερμικές συνθήκες προκαλούν υψηλή θνησιμότητα, και (ε) σε άσκοπους και άκαιρους ψεκασμούς που καταστρέφουν τους φυσικούς εχθρούς του εντόμου (Σταμόπουλος, 1995).

Ρόδινο σκουλήκι

***Pectinophora gossypiella* (Saunders) (*Platyedra gossypiella*, *Gelechia gossypiella*) (Lepidoptera-Gelechiidae) κν. ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού**

Το ρόδινο σκουλήκι ανήκει στην οικογένεια Gelechiidae της τάξης των Λεπιδοπτέρων. Συνώνυμα του *Pectinophora gossypiella* είναι το *Platyedra gossypiella* και το *Gelechia gossypiella* και το κοινό του όνομα είναι ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού (pink bollworm). Το ρόδινο σκουλήκι θεωρείται το πιο επικίνδυνο, ίσως, έντομο για το βαμβάκι και ένα από τα πιο διαδεδομένα στον κόσμο, αφού σήμερα υπάρχει και στις πέντε Ηπείρους (Τόλης, 1986), προκαλώντας τις σοβαρότερες ζημιές στα είδη του γένους *Gossypium* (Σταμόπουλος, 1995).

Το ρόδινο σκουλήκι περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Saunders το 1842 σε δείγματα προσβεβλημένου βαμβακιού από την Ινδία. 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

Φιλιπίνες. 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 (Henneberry & Naranjo, 1998).

Το ρόδινο σκουλήκι στη Ελλάδα διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 1926. Αποτελεί έναν από τους επικρατέστερους εχθρούς της βαμβακοκαλλιέργειας στη βορειοανατολική ζώνη (Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη), αλλά ενδημεί σε συγκεκριμένες περιοχές της ζώνης όπως στον Αλμυρό, στη Λάρισα, στα Γιαννιτσά και στη Θεσσαλονίκη όπου οι κλιματικές συνθήκες το ευνοούν. Στη δυτική ζώνη (Ηλεία, Μεσολόγγι, Πρέβεζα) σημαντικά προβλήματα εμφανίζονται εξαιτίας του ρόδινου σκουληκιού, ενώ στη νοτιοανατολική ζώνη (Βοιωτία, Φθιώτιδα, Σκάλα Λακωνίας) το ρόδινο σκουλήκι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς της βαμβακοκαλλιέργειας (Τόλης, 1986). 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.

Στάδια ανάπτυξης

Το **αυγό** 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 κόκκινο και λίγο πριν την εκκόλαψη φέρει μαύρη κηλίδα από την εμφάνιση της κεφαλικής κάψας (Χατζηγεωργίου, 2006).

Η **προνύμφη** κατά την πρώτη και δεύτερη ηλικία έχει χρώμα λευκό ή υποκίτρινο με ένα αρκετά μεγάλο μαύρο κεφάλι (Τόλης, 1985), ενώ από την τρίτη ηλικία αποκτά το τυπικό ρόδινο χρώμα (Εικόνα 4). Στην πλήρως ανεπτυγμένη προνύμφη, που έχει μήκος 10-13 mm, το κεφάλι είναι ερυθροκαστανό, η προθωρακική πλάκα είναι σχετικά μικρή και χωρισμένη στα δύο και η πλάγια πλάκα είναι καστανή. Το σώμα φέρει πολλά τριχοφόρα φυμάτια που είναι στη μέση τους ρόδινα ή ξανθοκαστανά (Τζανακάκης, 1980). Οι κοιλιακοί ψευδόποδες φέρουν 15-17 και κατ' άλλους 15-20 άγκιστρα διαταγμένα σε σχήμα πετάλου αλόγου. Οι προνύμφες που τρέφονται από πεσμένα λουλούδια και χτένια, παραμένουν ανοιχτόχρωμες, σχεδόν διαφανείς (Σταμόπουλος, 1995).



Εικόνα 4: Προνύμφη του *P. gossypiella*

Η **νύμφη** είναι ερυθροκαστανή, μήκους 8-10mm και στην άκρη της κοιλιάς της φέρει ένα κοντό αγκάθι, το οποίο κάμπτεται προς τα πάνω (Τζανακάκης, 1980).

Το **ενήλικο** έχει μήκος σώματος περίπου 8-9 mm και άνοιγμα πτερύγων 15-20 mm. Ο γενικός χρωματισμός των μπροστινών πτερύγων είναι τεφροκαστανός με διάσπαρτες κηλίδες μαύρου χρώματος. Οι πίσω πτέρυγες είναι αργυρόχρωμες και λίγο πλατύτερες από τις μπροστινές, η κορυφαία γωνία τους είναι πολύ οξεία, ενώ αμέσως μετά την κορυφαία γωνία η εξωτερική (πλάγια) παρυφή της πτέρυγας κάμπτεται προς τα μέσα (είναι κολπωτή) (Τζανακάκης, 1980). Και τα δύο ζεύγη πτερύγων έχουν μεγάλους κροσσούς. Φέρει καλά ανεπτυγμένες χειλικές προσακτίδες, ενώ στη βάση των κεραίων, που είναι περίπου ίσες με το μισό μήκος του σώματος, υπάρχουν πέντε χαρακτηριστικές σκληρές τρίχες με τη μορφή χτενιού (pecten) (Σταμόπουλος, 1995) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Ενήλικο του *P. gossypiella*

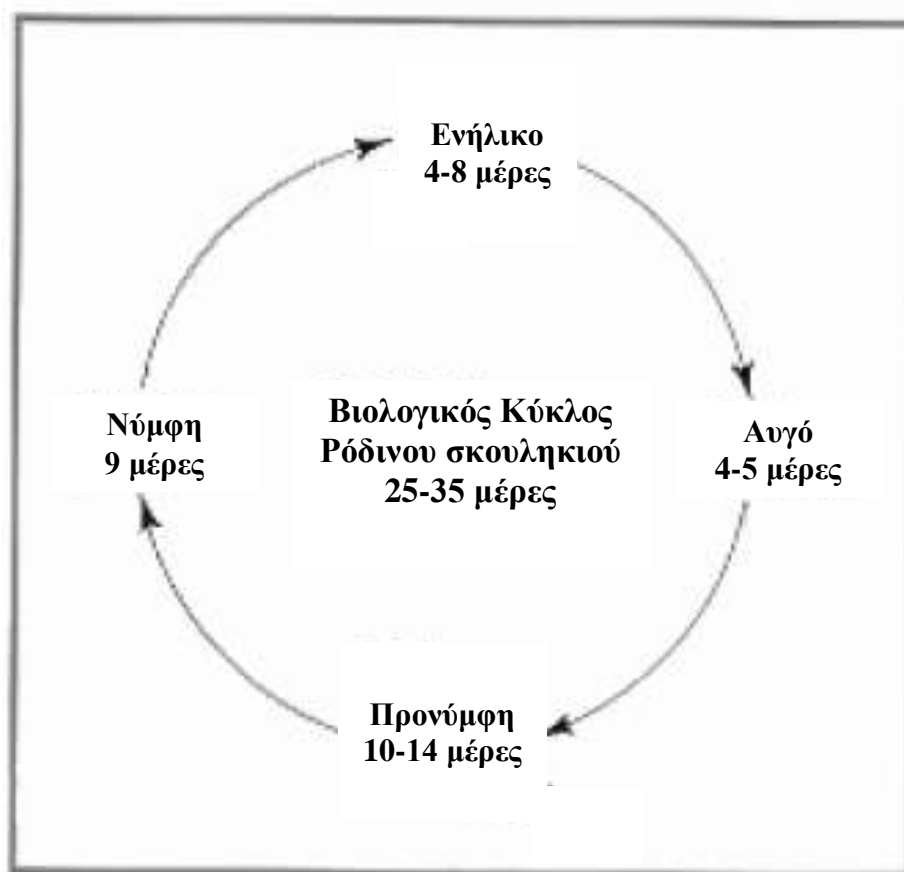
Βιολογία

Το έντομο συμπληρώνει στη χώρα μας 3 με 4 γενιές, ενώ σε άλλες χώρες όπως ορισμένες περιοχές των νοτιοδυτικών Η.Π.Α. μπορεί να παρουσιαστούν 5 γενιές (Henneberry & Naranjo, 1998) και στην Καλιφόρνια ακόμη και 6 γενιές (Τόλης, 1985). Διαχειμάζει με τη μορφή της αναπτυγμένης προνύμφης κυρίως μέσα στους σπόρους του βαμβακιού που βρίσκονται είτε σε καρύδια στα υπολείμματα της καλλιέργειας, είτε στην αποθήκη. Στις περισσότερες μάλιστα των περιπτώσεων, οι προνύμφες ενώνουν χαρακτηριστικά με μετάξινα νήματα δύο σπόρους, τρώνε το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου τους και διαχειμάζουν στο χώρο που δημιουργείται (Σταμόπουλος, 1995). Κατ' εξαίρεση διαχειμάζει και στο έδαφος, στη βάση των βαμβακοφύτων, ανάμεσα σε ξερά φύλλα ή άλλα αντικείμενα ή σε ρωγμές του εδάφους, αφού υφάνει κατάλληλο βομβύκιο (Τζανακάκης, 1990). Η διάπαυση του εντόμου προκαλείται με το συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών ($<21,1^{\circ}\text{C}$) και μικρής ημέρας ($<13\text{ h}$) (Henneberry & Naranjo, 1998).

Τα ενήλικα θηλυκά γεννούν περίπου 200-400 αυγά μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες σε όλα τα μέρη του φυτού με προτίμηση τα προφυλαγμένα μέρη, όπως μεταξύ των βρακτίων του λουλουδιού ή του καρυδιού (Τόλης, 1985). Η ενηλικίωση 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 μη βρίσκοντας κατάλληλη τροφή, πεθαίνει. Στη δεύτερη γενιά, που εμφανίζεται στο

δεύτερο 10 ήμερο του Ιουλίου, οι προνύμφες προσβάλλουν τα χτένια και τα νεαρά καρύδια. Την περίοδο αυτή αρχίζουν να συγκροτούνται υψηλοί πληθυσμοί του εντόμου και στην τρίτη γενιά που εμφανίζεται τέλη Αυγούστου – αρχές Σεπτεμβρίου, έχουμε αυξημένες προσβολές στα καρύδια. Στις θερμότερες περιοχές εμφανίζεται και τέταρτη γενιά στις αρχές Οκτωβρίου, που ανεβάζει την προσβολή των όψιμων καρυδιών σε υψηλά επίπεδα (Σταμόπουλος, 1995).

Στην Αμερική η προνύμφη συμπληρώνει τις τέσσερις προνυμφικές ηλικίες σε περίοδο 12-18 ημερών, ενώ το νυμφικό στάδιο διαρκεί 6 με 8 ημέρες (Henneberry & Naranjo, 1998). Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία για το ρόδινο σκουλήκι είναι οι 25 °C, ενώ η μέση διάρκεια του προνυμφικού σταδίου εξαρτάται και από την ποιότητα της τροφής, και είναι 10 μέρες στα χτένια και 16 στα καρύδια (Τόλης, 1985). Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται ο βιολογικός κύκλος του ρόδινου σκουληκιού.



Εικόνα 6: Βιολογικός κύκλος του *P. gossypiella*

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. Τα ενήλικα που προέρχονται από προνύμφες που διατράφηκαν σε καρύδια έχουν μεγαλύτερη γονιμότητα από αυτές που διατράφηκαν σε χτένια. Τα ενήλικα ζουν 1-27 μέρες την εποχή που τα βαμβακόφυτα έχουν μόνο χτένια και 2-13 μέρες όταν έχουν καρύδια και η θερμοκρασία είναι υψηλότερη (Τόλης, 1986).

Προσβολή-ζημιές

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, 1985). Σύμφωνα με τους Henneberry και Naranjo (1998), το 40% περίπου των ανθέων με μορφή ροζέτας δεν παράγουν ώριμα καρύδια. 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.

Οι προνύμφες της πρώτης γενιάς προσβάλλουν τους ανθήρες και την ωοθήκη των κλειστών άθρων, τα οποία πέφτουν ή εκπτύσσονται μερικώς και παίρνουν τη μορφή ροζέτας. Επειδή όμως οι πληθυσμοί είναι ακόμη χαμηλοί, το φυτό προλαβαίνει να αναπληρώσει τα αναπαραγωγικά του όργανα. Αντίθετα, οι προνύμφες των επόμενων γενιών κατευθύνονται προς τους σπόρους, που είναι η κύρια τροφή τους και στην πορεία τους ρυπαίνουν τις ίνες. Σε περιπτώσεις έντονης προσβολής και υγρού καιρού, είναι δυνατόν στις προσβεβλημένες κάψες να έχουμε την εμφάνιση δευτερογενών προσβολών από διάφορους μικροοργανισμούς. Όταν οι κάψες είναι μικρές είναι δυνατόν να έχουμε πτώση τους, ενώ όταν είναι μεγάλες προκαλείται ανάσχεση της ανάπτυξης και έκπτυξης, μερική ή ολική, ώστε τελικά να δυσκολεύεται η συγκομιδή και να μειώνεται η ποσότητα του συγκομιζόμενου προϊόντος (Σταμόπουλος, 1995).

Η νεαρή προνύμφη κατά την είσοδο της στο καρύδι ανοίγει μικρή τρύπα, η οποία επουλώνεται γρήγορα και δεν διακρίνεται με γυμνό μάτι. Μόνο με το άνοιγμα του καρυδιού και την αναζήτηση της προνύμφης είναι δυνατή η ανεύρεση της. 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. Η pronύμφη, όταν ολοκληρώσει την ανάπτυξη της, βγαίνει από το καρύδι ανοίγοντας χαρακτηριστική κυκλική οπή (2mm περίπου), η οποία διακρίνεται από αντίστοιχη του πράσινου σκουληκιού, από το γεγονός ότι δεν συνοδεύεται από αποχωρήματα στα βράκτια φύλλα. Πολλές φορές από την οπή αυτή εισέρχονται στο καρύδι διάφοροι μύκητες οι οποίοι προκαλούν καθολική σήψη των καρποφόρων οργάνων (Τόλης, 1986).

Οι οικονομικές ζημιές στη βαμβακοκαλλιέργεια από το ρόδινο σκουλήκι είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Σε πολλές περιοχές του κόσμου, το ρόδινο σκουλήκι θεωρείται το πιο καταστρεπτικό έντομο του βαμβακιού. Οι βαμβακοπαραγωγοί στην Αριζόνα και τη νότια Καλιφόρνια βίωσαν σοβαρές οικονομικές ζημιές από το ρόδινο σκουλήκι, λόγω μειωμένης παραγωγής, χαμηλής ποιότητας και αυξημένο κόστος φυτοπροστασίας. Η χαμηλή μέση παραγωγή βαμβακιού, η χαμηλή ποιότητα του τελικού προϊόντος και το υψηλό κόστος φυτοπροστασίας λόγω της προσβολής των φυτειών από το ρόδινο σκουλήκι, σε συνδυασμό με τη χαμηλή τιμή του προϊόντος στις παγκόσμιες αγορές, είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκτάσεων καλλιέργειας βαμβακιού από 57.871 ha το 1977, σε 3.713 ha το 1994 στην Καλιφόρνια (Henneberry & Naranjo, 1998).

Χωρική κατανομή εντόμων και σημασία της στη διαχείριση των πληθυσμών των επιζήμιων εντόμων

Η χωρική κατανομή και η μετακίνηση είναι το ίδιο σημαντικές με τους ρυθμούς γεννήσεων και θανάτων για τη δυναμική πληθυσμών των εντόμων, και επίσης μία από τις πιο χαρακτηριστικές ιδιότητες της οικολογίας των ειδών (Taylor, 1984). Οι πληθυσμοί των εντόμων είναι χωρικά ετερογενείς στην πυκνότητα τους, και αυτή η ετερογένεια σε συνδυασμό με τις χρονικές αλλαγές στο μέγεθος του πληθυσμού, αποτελούν ένα σημαντικό στοιχείο κατά την ανάπτυξη διαδικασιών διαχείρισης πληθυσμού, καθώς και στην ανάλυση της δυναμικής των πληθυσμών τους (Papadopoulos *et al.*, 2003).

Τα πρότυπα χωρικής κατανομής των οργανισμών σχηματίζονται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η τοπογραφία, το κλίμα και οι βιοτικές αλληλεπιδράσεις, και από ανθρωπογενείς παράγοντες, όπως η γεωργία, η αστικοποίηση και η βιομηχανία. Οι γεωργικές δραστηριότητες αποτελούν από μόνες

τους ισχυρούς παράγοντες επιλογής σχηματισμού πληθυσμιακών προτύπων στο χώρο. Ειδικά οι καλλιέργειες προσελκύουν και συγκεντρώνουν μεγάλους πληθυσμούς φυτοφάγων οργανισμών, αφού συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ατόμων σε σχετικά μικρές περιοχές. Ο άνθρωπος τείνει να παρεμβαίνει (π.χ. με τη χρήση εντομοκτόνων), διαταράσσοντας το πρότυπο χωρικής κατανομής και δημιουργώντας νέο. Έτσι, η ανθρώπινη δραστηριότητα διαχείρισης πληθυσμών αποτελεί έναν από τους δυναμικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες που καθορίζει τη χωρική και χρονική κατανομή κοινωνιών, ειδών και πληθυσμών στη φύση (Kounatidis *et al*, 2008).

Στα αγροκτήματα, η χρονική (εποχική) και χωρική κατανομή των εντόμων επηρεάζονται από την καταλληλότητα της φυτοκοινότητας για τον οργανισμό και από την ικανότητα βόσκησης και διασποράς του εντόμου. Μέσω, της μετανάστευσης και της αποίκησης, τα είδη με υψηλή ικανότητα πτήσης και καλή διασπορά έχουν ισχυρή επίδραση στη δομή και τη χωρική κατανομή του πληθυσμού σε όλη την περιφέρεια. Τα έντομα που πετάνε πολύ, μπορεί να επηρεάσουν πληθυσμούς που βρίσκονται σχετικά μακριά ο ένας από τον άλλο, σε διακριτές περιοχές της περιφέρειας. Αντίθετα, οι επιδράσεις των ειδών με χαμηλή συχνότητα πτήσης και χωρίς ανεπτυγμένες ικανότητες διασκορπισμού τείνουν να περιορίζονται στο άμεσο ενδιαίτημα τους (Kounatidis *et al.*, 2008).

Γενικά, το πράσινο και το ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού έχουν μεγάλη ικανότητα διασποράς πέρα από τον “τόπο γέννησης” τους. Το πράσινο σκουλήκι είναι ισχυρά μεταναστευτικό είδος, ενώ τα ενήλικα του ρόδινου μπορούν να μετακινηθούν σε μακρινές αποστάσεις (ως 56km) (Χατζηγεωργίου, 2006). Το γεγονός ότι τα δύο αυτά είδη έχουν αυξημένη ικανότητα διασποράς, εμφανίζουν πολλές γενιές το έτος, έχουν υψηλό δυναμικό αναπαραγωγής και είναι πολυφάγα, τα καθιστά σοβαρούς και επικίνδυνους εχθρούς ιδιαίτερα για την βαμβακοκαλλιέργεια, που αποτελεί βασικό ξενιστή τους. Έτσι, η κατανόηση της χωρικής κατανομής αυτών των εντόμων σε μια μεγάλη περιοχή, και του τρόπου με τον οποίο ορισμένοι παράγοντες επιδρούν σ’ αυτή, έχει μεγάλη σημασία στο σχεδιασμό και την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής για τη διαχείριση των πληθυσμών τους.

Τα τελευταία χρόνια, για την αντιμετώπιση εχθρών που μπορούν να αποβούν καταστρεπτικοί για μια καλλιέργεια, ακόμη και ολόκληρου Νομού ή Περιφέρειας, υιοθετούνται συστήματα διαχείρισης εντομολογικών πληθυσμών σε περιφερειακό

επίπεδο. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στο συνδυασμό στρατηγικών και μεθόδων λαμβάνοντας υπόψη τη συνέχεια και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος σε μια ευρύτερη περιοχή. Παράδειγμα συστήματος διαχείρισης εντομολογικών πληθυσμών σε περιφερειακό επίπεδο αποτελεί για τη χώρα μας το πρόγραμμα καταπολέμησης του δάκου της ελιάς, που εφαρμόζεται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων υπ' ευθύνη των κατά τόπους Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων.

Στα προγράμματα διαχείρισης 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. 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, χρησιμοποιούνται ήδη σε πολλές άλλες χώρες για την κατανόηση της οικολογίας των εντόμων εχθρών, αλλά και για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό της αντιμετώπισης τους.

Με τη βοήθεια των προαναφερθέντων συστημάτων μπορούμε να μελετήσουμε τη δυναμική των πληθυσμών των επιζήμιων εντόμων, τις σχέσεις της με περιβαλλοντικούς και άλλους παράγοντες, και επιπλέον να προβλέψουμε μελλοντικές μεταβολές των πληθυσμών. Ακόμα μπορούμε να αξιολογήσουμε την επιτυχία των προγραμμάτων αντιμετώπισης σε μικρό χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους. Η διαχείριση εντομολογικών πληθυσμών σε περιφερειακό επίπεδο με την υιοθέτηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) φαίνεται πως αποτελεί το μέλλον της αντιμετώπισης των εχθρών των καλλιεργειών και για τη χώρα μας.

Σε πολλές περιπτώσεις στο εξωτερικό χρησιμοποιείται η σύγχρονη τεχνολογία για την κατανόηση της χωρικής κατανομής των εντόμων και την έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση τους. Στην Καλιфорνία για παράδειγμα, πραγματοποιείται καταπολέμηση σε περιφερειακό επίπεδο του *Homalodisca vitripennis* (φορέας του βακτηρίου *Xylella fastidiosa* που προκαλεί την ασθένεια «Pierce» της αμπέλου), με τη βοήθεια GIS και GPS (Rosie, 2007). Αρχικά γίνεται χωροθέτηση των παγίδων παρακολούθησης του πληθυσμού στο χάρτη με τη χρήση GPS, έπειτα δημιουργούνται βάσεις δεδομένων με τον αριθμό των συλλήψεων ανά

παγίδα, πραγματοποιείται εβδομαδιαία χαρτογράφηση των δεδομένων και παράγονται χάρτες με τις περιοχές, στις οποίες σημειώνονται υψηλοί πληθυσμοί (hotspots). Η δημιουργία χαρτών επιτρέπει την έγκαιρη αντιμετώπιση του εχθρού και την αξιολόγηση αποτελεσματικότητας των μεθόδων καταπολέμησης του, ενώ η δημιουργία εποχικών χαρτών της χωρικής κατανομής του πληθυσμού του εντόμου επιτρέπουν τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ετών.

Σκοπός της εργασίας

Τα έντομα, ως στοιχεία του αγρο-οικοσυστήματος, διασκορπίζονται στο χώρο με έναν ετερογενή τρόπο. Η γνώση της χωρικής διάστασης του αγρο-οικοσυστήματος και της χωρικής διασποράς των εντόμων σ' αυτό μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για την χωρικά και χρονικά επιλεκτική εφαρμογή μεθόδων αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των καλλιεργειών (Nestel, et al. 2004). Τόσο στο Εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα λίγες είναι οι ερευνητικές προσπάθειες για τη δυναμική πληθυσμών και τη χωρική κατανομή του *Helicoverpa armingeri* και του *Pectinophora gossypiella*, ενώ δεν υπάρχει καμιά εργασία που να αφορά στη χωρική κατανομή των πληθυσμών των ειδών αυτών, ειδικά για το βαμβάκι. Ορισμένες εργασίες για τη χωρική κατανομή του πράσινου σκουληκιού πραγματοποιήθηκαν σε καλλιέργειες τομάτας υπαίθρου, στην Ισπανία (Moral-Garcia, 2006).

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της χωρικής κατανομής και της δυναμικής των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού σε δύο διαφορετικές γεωγραφικές ενότητες του τοπικού διαμερίσματος Αρτεσιανού. Με βάση τις συλλήψεις των αρσενικών ατόμων στις φερομονικές παγίδες, που εγκαταστάθηκαν στις περιοχές μελέτης, παρακολουθήσαμε τη δυναμική των πληθυσμών των εντόμων για μια καλλιεργητική περίοδο και προχωρήσαμε στην παραγωγή χαρτών με στόχο να εξεταστεί η χωρική και χρονική κατανομή των πληθυσμών, καθώς και ο ρόλος της ετερογένειας των δύο περιοχών στο μέγεθος των πληθυσμών που αναπτύχθηκαν. Επίσης, επιχειρήθηκε συσχέτιση του ποσοστού προσβολής της καλλιέργειας, για κάθε έναν από τους εχθρούς, με τη δυναμική του πληθυσμού που ανέπτυξε το κάθε είδος.

Ειδικότεροι στόχοι της εργασίας είναι: 1) να αναλυθούν οι εβδομαδιαίες μεταβολές του πληθυσμού των εντόμων και να συγκριθούν με βάση τη σύνθεση των καλλιεργειών, 2) να γίνει συσχέτιση των συλλήψεων με το μέγεθος της προσβολής, 3) να εισαχθούν οι πληροφορίες σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) για την παραγωγή χαρτών κατανομής των εντόμων στις περιοχές, και 4) να γεωαποτυπωθεί (χαρακτηριστεί) η χωρική διασπορά και η δυναμική των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού.

Η κατανόηση της χωρικής κατανομής και της δυναμικής του πληθυσμού των φυτοφάγων εντόμων, καθώς και του τρόπου με τον οποίο επιδρά σ' αυτές τις

παραμέτρους η ανθρώπινη δραστηριότητα παίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό του κατάλληλου τρόπου αντιμετώπισης τους (Kounatidis *et. al*, 2008), όπως και στην αξιολόγηση των προγραμμάτων αντιμετώπισης τους σε μικρό χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους. Τα στατιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή και ποσοτικοποίηση των χωρικών προτύπων των ειδών, χωρίζονται σε δύο ομάδες. Στις μεθόδους που δεν λαμβάνουν υπόψη τη χωρική θέση του δείγματος (παραδοσιακές), και σε εκείνες που συσχετίζουν χωρικά τα δεδομένα, και αποτελούν σημαντικά εργαλεία χωρικής πρόβλεψης και μελέτης της οικολογίας των ειδών (Nestel *et al*, 2004).

Η όλη εργασία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από επιστημονική άποψη, αλλά και από πλευράς εφαρμογής, καθώς το πράσινο και το ρόδινο σκουλήκι θεωρούνται ίσως οι σημαντικότεροι εχθροί της βαμβακοκαλλιέργειας και παρόμοια εργασία δεν έχει επιχειρηθεί, καθόσον γνωρίζουμε, έως σήμερα στη χώρα μας αλλά και γενικά. Η στοχευμένη χρονικά και χωρικά εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης αυτών των καταστρεπτικών εχθρών του βαμβακιού, αναμένεται ότι θα περιορίσει τις εισροές της καλλιέργειας, περιορίζοντας το κόστος και συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος. Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να σηματοδοτήσει την έναρξη συνεχής έρευνας στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο τοπικό διαμέρισμα Αρτεσιανού του Νομού Καρδίτσας, από τον Ιούνιο έως τις αρχές Οκτωβρίου του 2007. Για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν δύο περιοχές, με στόχο τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με βάση την ετερογένεια των περιοχών, η οποία ετερογένεια ορίζεται ως η διαφορετική σύνθεση καλλιεργειών σε μια ευρύτερη περιοχή. Οι δύο περιοχές που επιλέχθηκαν φαίνονται στην Εικόνα 7 που ακολουθεί και είναι οριοθετημένες με κόκκινο και μπλε περίγραμμα, αντίστοιχα.



Εικόνα 7: Χάρτης της περιοχής μελέτης όπως απεικονίζεται στο Google Earth (<http://earth.google.com>)

Η πρώτη περιοχή (Περιοχή Α), η οποία οριοθετείται με κόκκινη γραμμή στο χάρτη, βρίσκεται δυτικά του οικισμού ($39^{\circ} 24'$ γεωγραφικό μήκος, $21^{\circ} 52'$ και $21^{\circ} 53'$ γεωγραφικό πλάτος) και έχει συνολική έκταση περίπου 650 στρέμματα με την

καλλιέργεια του βαμβακιού να κυριαρχεί, αλλά παράλληλα να υπάρχουν σημαντικές εκτάσεις με σιτηρά, καλαμπόκι και μηδική (Εικόνα 8). Η δεύτερη περιοχή (Περιοχή Β), η οποία οροθετείται με μπλε γραμμή στο χάρτη, είναι μικρότερης έκτασης, 120 στρεμμάτων περίπου, βρίσκεται βορειανατολικά του οικισμού ($39^{\circ} 24'$ γεωγραφικό μήκος, $21^{\circ} 53'$ και $21^{\circ} 54'$ γεωγραφικό πλάτος) και καλλιεργείται αμιγώς με βαμβάκι. Η σπορά του βαμβακιού πραγματοποιήθηκε μεταξύ 24 Απριλίου με 5 Μαΐου 2007, και στις δύο περιοχές.



Εικόνα 8: Χάρτης της περιοχής μελέτης με τη σύνθεση των καλλιεργειών.

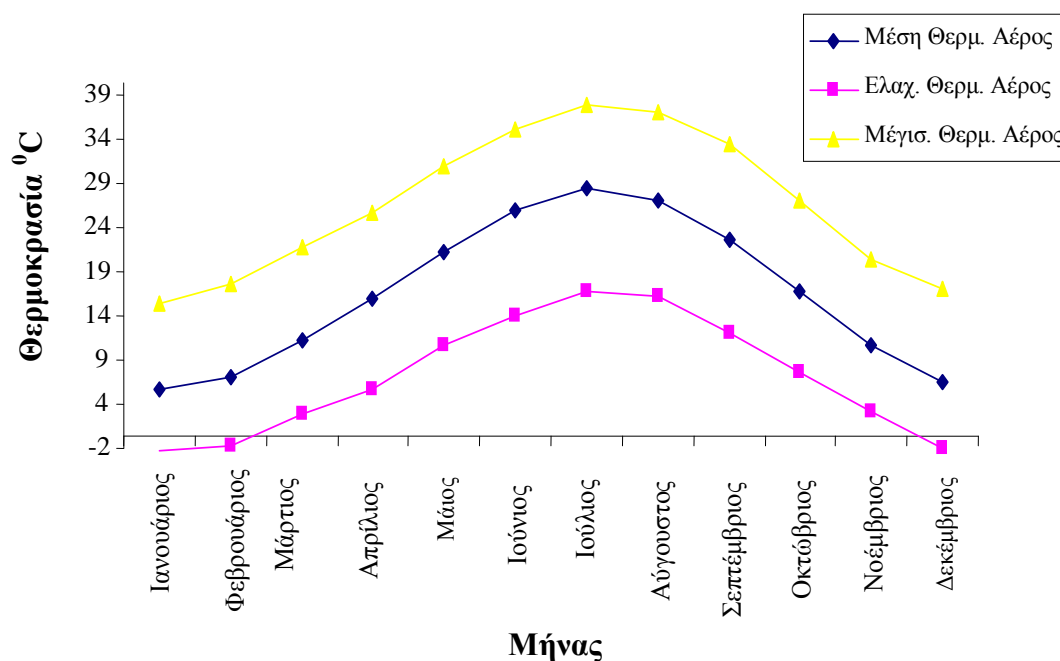
Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό. Ο χειμώνας είναι συνήθως ιδιαίτερα ψυχρός και υγρός με αυξημένη υγρασία και παγωνιά κατά τις νυχτερινές

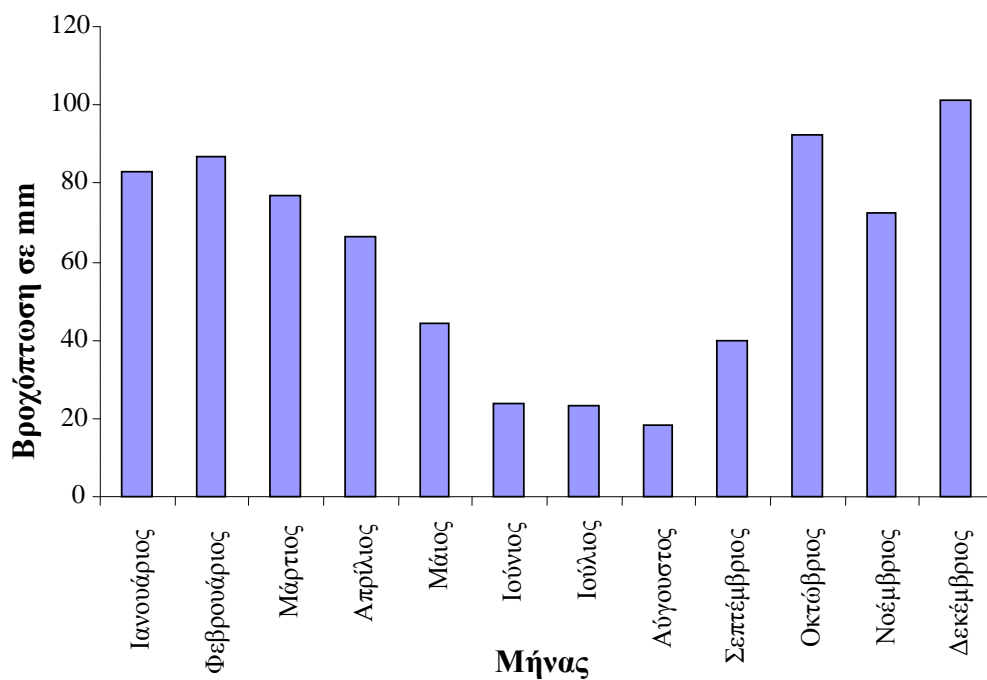
και πρώτες πρωινές ώρες, ενώ το καλοκαίρι είναι θερμό και ξηρό με θερμοκρασίες που πολλές φορές ξεπερνούν τους 40° Κελσίου. Επίσης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα έως νωρίς την άνοιξη σημειώνονται χιονοπτώσεις. Κοντά στην περιοχή μελέτης λειτουργεί ο μετεωρολογικός σταθμός του Καπνικού Σταθμού Έρευνας Καρδίτσας (Γεωγραφικό πλάτος 39° 22' N, γεωγραφικό μήκος 21° 55' E), από τον οποίο και προέρχονται τα στοιχεία που παρατίθενται στη συνέχεια.

Το μέγιστο ύψος των βροχοπτώσεων εμφανίζεται κατά τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο (στους οποίους αντιστοιχεί το 70-75 % του συνολικού ύψους βροχόπτωσης). Αντίθετα, κατά τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο που είναι και η χρονική περίοδος σποράς, ανάπτυξης και συγκομιδής του βαμβακιού, αντιστοιχεί μόνο το 20–25 % του συνολικού ύψους βροχόπτωσης, ενώ παράλληλα στο ίδιο χρονικό διάστημα εμφανίζονται και οι υψηλότερες τιμές εξάτμισης.

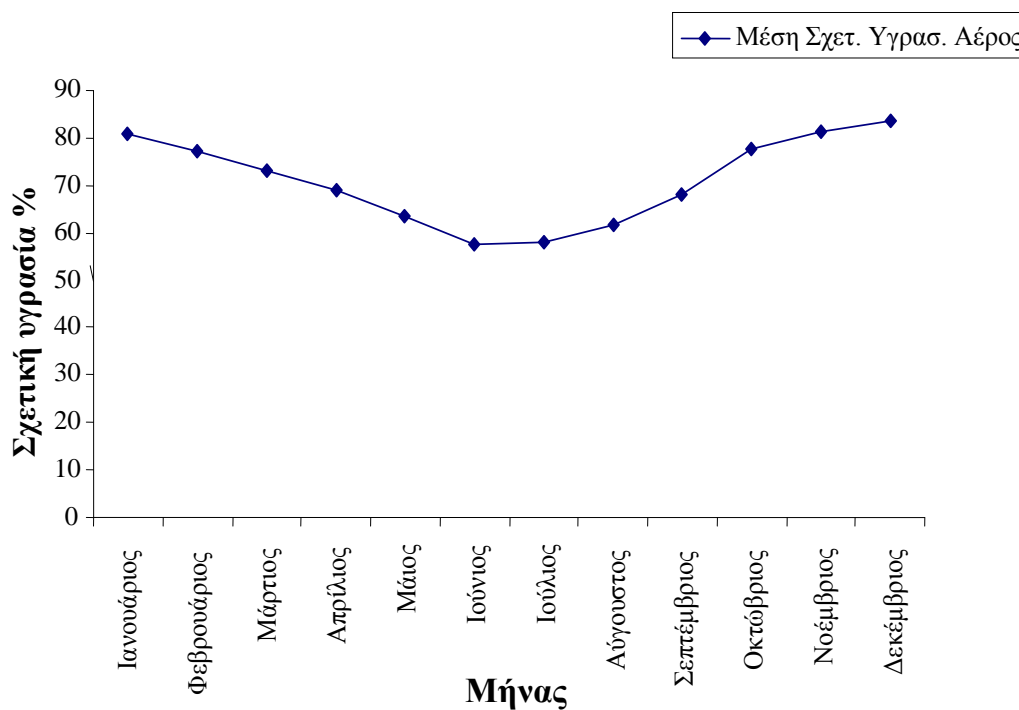
Στη συνέχεια παρατίθενται διαγραμματικά οι κυριότερες παράμετροι του κλίματος που επικράτησαν στην περιοχή από το 1970 έως το 2008.



Διάγραμμα 1: Μέσοι όροι της απόλυτης μέγιστης (—), μέσης (—) και ελάχιστης (—) θερμοκρασία την περίοδο 1970-2008

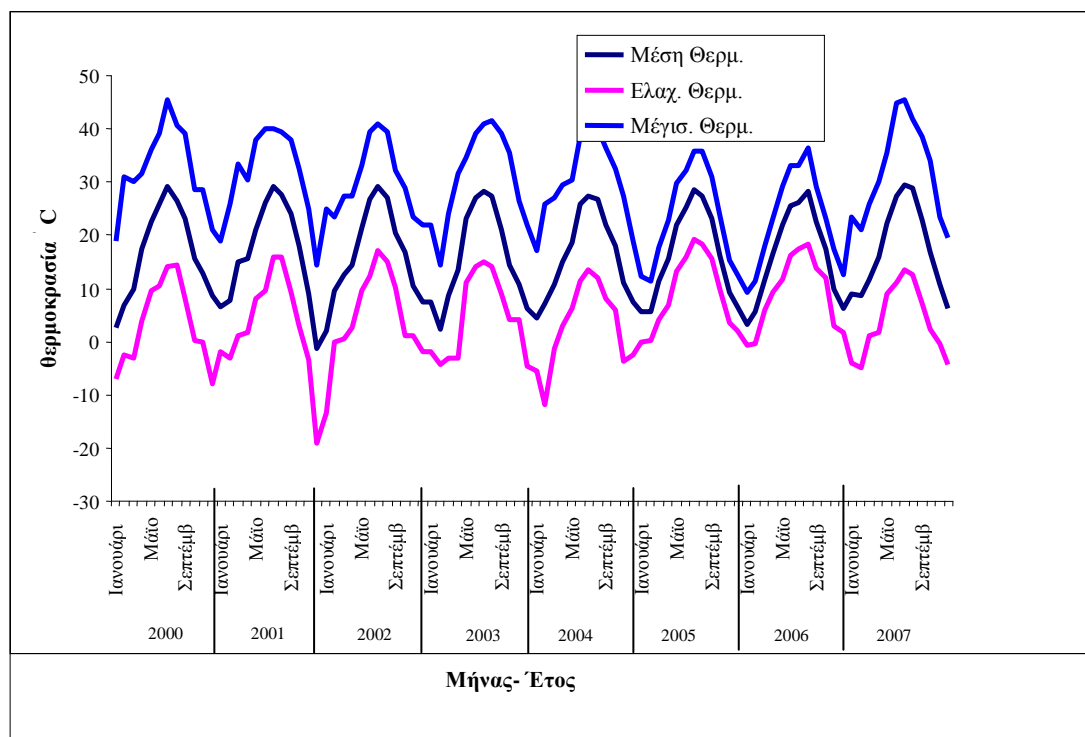


Διάγραμμα 2: Μέση τιμή βροχόπτωσης την περίοδο 1970-2008

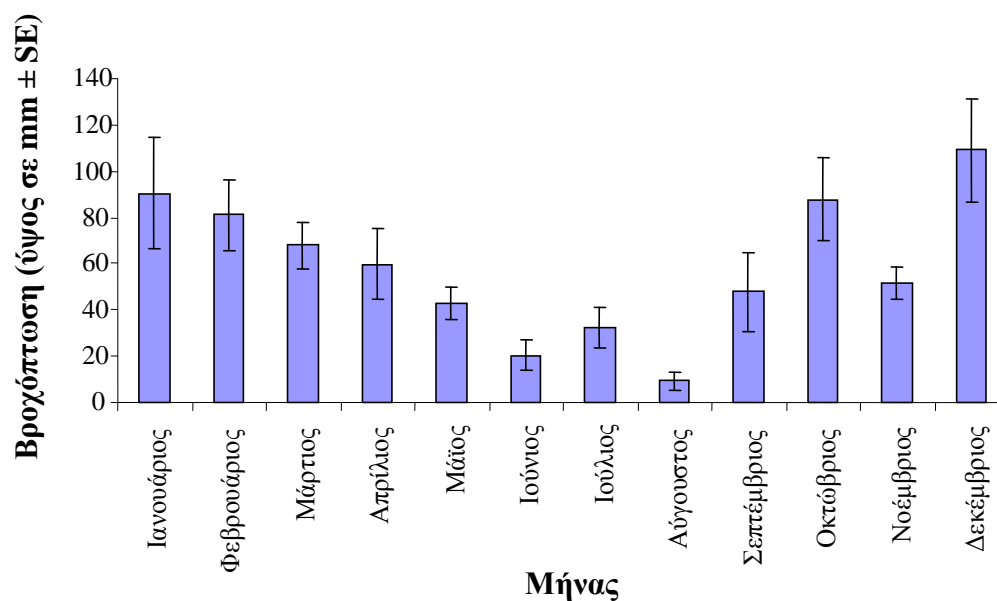


Διάγραμμα 3: Μέση σχετική υγρασία αέρος την περίοδο 1970-2008

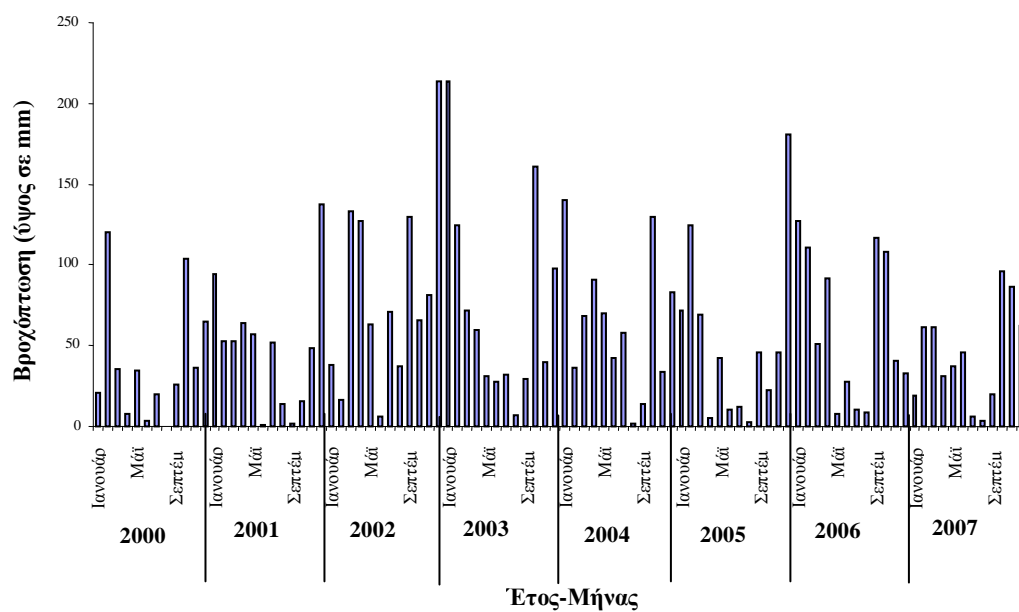
Τα τελευταία έτη, από το 2000 έως το 2007, τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής παρουσιάζονται ως εξής:



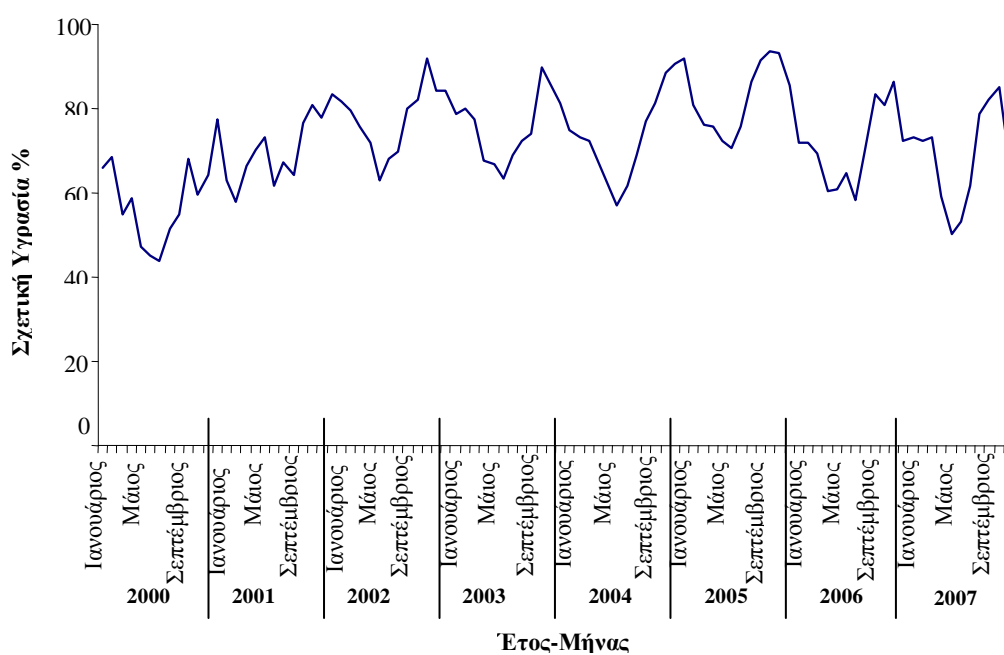
Διάγραμμα 4: Μηνιαία μέγιστη (—), ελάχιστη (—) και μέση (—) θερμοκρασία κατά την περίοδο 2000-2007



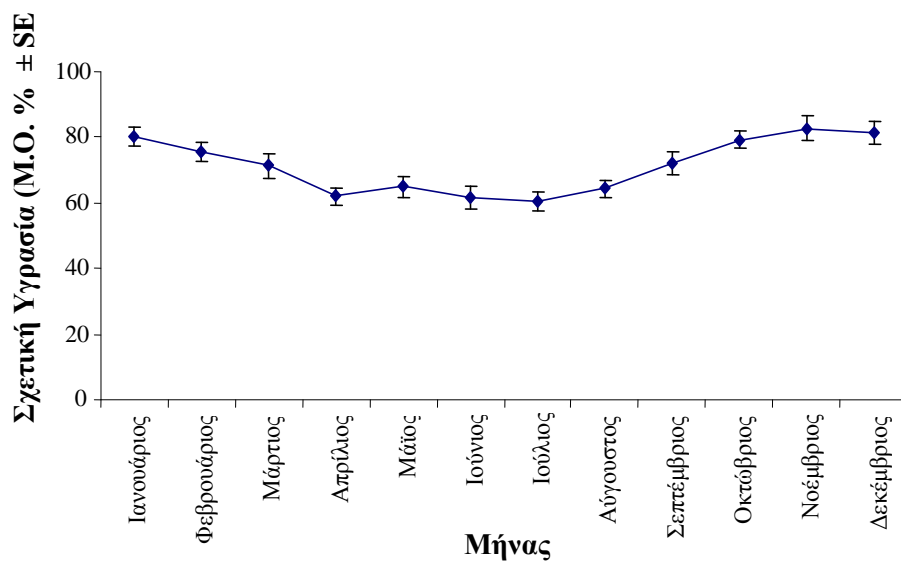
Διάγραμμα 5: Μέση τιμή βροχόπτωσης την περίοδο 2000-2007



Διάγραμμα 6: Μέση τιμή βροχόπτωσης την περίοδο 2000-2007

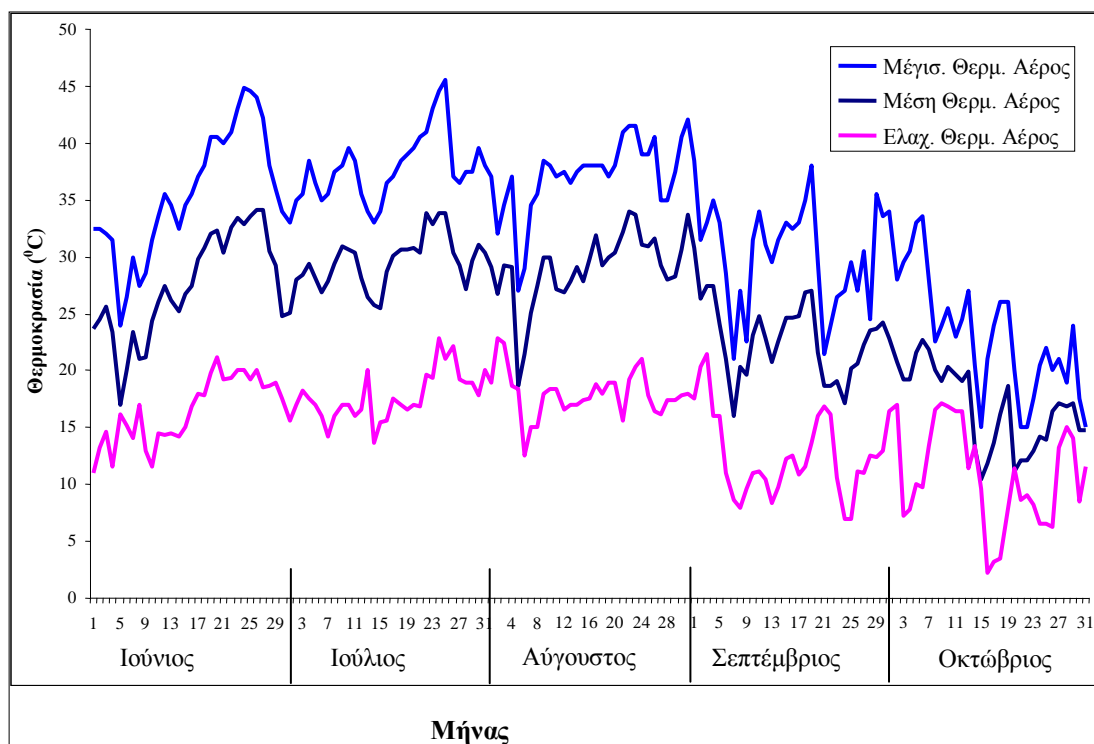


Διάγραμμα 7: Μέση σχετική υγρασία αέρος την περίοδο 2000-2007

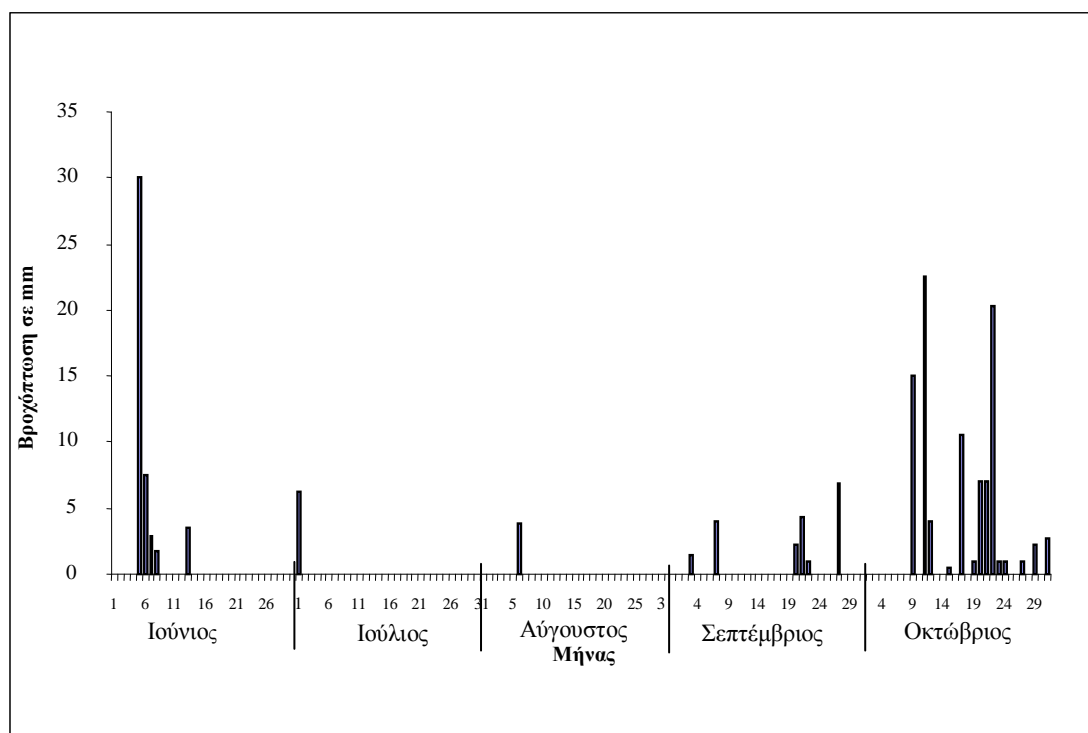


Διάγραμμα 8: Μηνιαία διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας αέρος την περίοδο 2000-2007

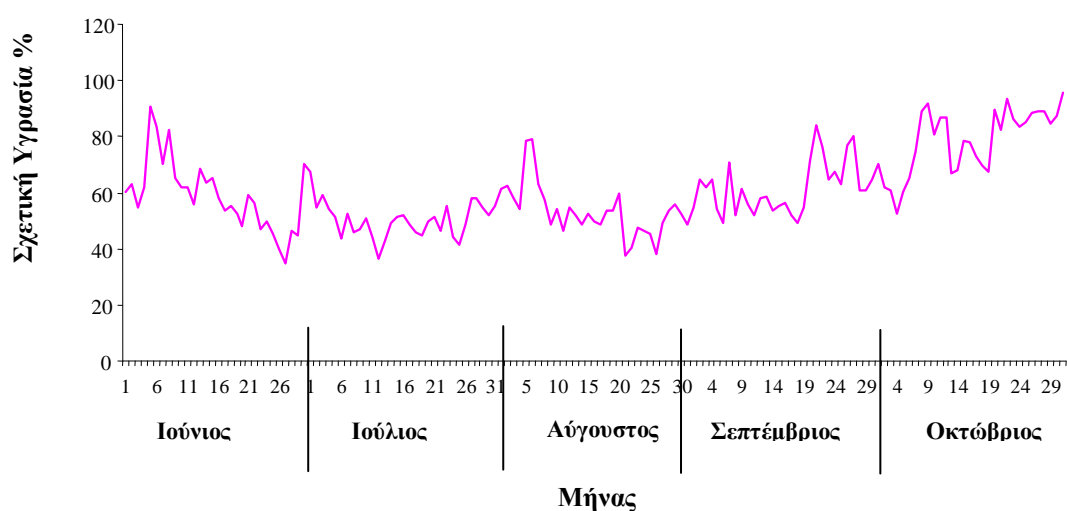
Στη συνέχεια παρατίθενται διαγραμματικά οι κυριότερες παράμετροι του κλίματος που επικράτησε στην περιοχή κατά την περίοδο διενέργειας του πειράματος.



Διάγραμμα 9: Μέγιστη (—), ελάχιστη (—) και μέση (—) θερμοκρασία κατά την περίοδο εκτέλεσης του πειράματος



Διάγραμμα 10: Ημερήσια μέση τιμή βροχόπτωσης την περίοδο εκτέλεσης του πειράματος



Διάγραμμα 11: Μέση σχετική υγρασία αέρος την περίοδο εκτέλεσης του πειράματος

Παρακολούθηση πληθυσμών

Για την παρακολούθηση των πληθυσμών των δύο εντόμων εγκαταστάθηκε ένα δίκτυο 30 παγίδων στην περιοχή Α και 5 παγίδων στην περιοχή Β, για κάθε ένα από τα δύο είδη εντόμων. Έλεγχος των παγίδων και καταγραφή των συλλαμβανομένων

εντόμων πραγματοποιούνταν κάθε εβδομάδα. Οι θέσεις των παγίδων για κάθε μια από τις δύο περιοχές δίνονται στις Εικόνες 9 και 10, που ακολουθούν. Οι θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν τυχαία, με στόχο να καλύπτουν το σύνολο της έκτασης κάθε περιοχής και το σύνολο των καλλιεργειών στην περίπτωση της Περιοχής Α, στην οποία υπήρχε ποικιλία καλλιεργειών.



Εικόνα 9: Χάρτης με τις θέσεις των παγίδων στην Περιοχή Α όπως απεικονίζεται στο Google Earth (<http://earth.google.com>).



Εικόνα 10: Χάρτης με τις θέσεις των παγίδων στην Περιοχή Β όπως απεικονίζεται στο Google Earth (<http://earth.google.com>).

Για την παρακολούθηση των ενηλίκων του *H. armingeri* (πράσινο σκουλήκι) χρησιμοποιήσαμε 35 παγίδες τύπου Funnel (Χαραντώνης) (Εικόνα 11), από τις οποίες οι δεκαπέντε εγκαταστάθηκαν στην Περιοχή Α και οι πέντε στην Περιοχή Β, στις 28/5/2007. Μετά την καταγραφή συλλήψεων στις παγίδες που τοποθετήσαμε αρχικά, εγκαταστήσαμε άλλες δεκαπέντε παγίδες στην Περιοχή Α, στις 28/6/2007. Για κάθε παγίδα χρησιμοποιήσαμε εξατμιστήρες φερομόνης φύλου του *H. armingeri*, ενώ για τη θανάτωση των συλληφθέντων ενηλίκων, τοποθετούνταν στο εσωτερικό της παγίδας, εμποτισμένα φύλλα χαρτιού με τη δραστική εντομοκτόνο ουσία Transfluthrin (0,4% β/β), βάρους 0,325 gr το καθένα. Τα εμποτισμένα φύλλα εντομοκτόνου, τα αντικαθιστούσαμε 2 φορές το μήνα.



Εικόνα 11: Παγίδα τύπου Funnel

Για την παρακολούθηση του πληθυσμού των ενηλίκων του *P. gossypiella* (ρόδινο σκουλήκι) χρησιμοποιήσαμε παγίδες τύπου Δέλτα (DELTA TRAPS) (Εικόνα 12), οι οποίες τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια τις ίδιες ημερομηνίες όπως και για το *H. armigera*. Στη βάση κάθε παγίδας τοποθετήσαμε κολλητική επιφάνεια, η αντικατάσταση της οποίας πραγματοποιούνταν ανάλογα με τον αριθμό και τη συχνότητα παγίδευσης των εντόμων, και πάνω σε κάθε βάση τοποθετήθηκε εξατμιστήρας φερομόνης φύλου του *P. gossypiella*, τον οποίο αντικαθιστούσαμε κάθε 20 με 30 μέρες, ανάλογα με τη μέση θερμοκρασία που επικρατούσε.



Εικόνα 12: Παγίδα τύπου Δέλτα

Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε σιδερένιους πασσάλους ώστε το τελικό τους ύψος να είναι περίπου 1 m από το έδαφος.

Οι παγίδες ελέγχονταν μία φορά την εβδομάδα κατά τις πρώτες πρωινές ή απογευματινές ώρες, και συνολικά πραγματοποιήθηκαν 19 παρατηρήσεις επί των παγίδων, από 3/6/2007 έως 7/10/2007. Σε κάθε παρατήρηση παγίδας τύπου Funnel καταγράφαμε τον αριθμό των συλληφθέντων ενηλίκων αρσενικών του *H. armigera*.

Αντίστοιχα, σε κάθε παρατήρηση παγίδας τύπου Δέλτα καταγράφαμε τον αριθμό των συλληφθέντων ενηλίκων αρσενικών του *P. gossypiella*.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφονταν κάθε ημέρα σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, στον Καπνικό Σταθμό Έρευνας Καρδίτσας.

Εκτίμηση προσβολής καρποφόρων οργάνων

Για την εκτίμηση του ποσοστού προσβολής των δύο εντόμων εχθρών του βαμβακιού πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες καρποφόρων οργάνων, σε δύο φαινολογικά στάδια του βαμβακιού, στην αρχή ανοίγματος των καρυδιών (29 Ιουλίου) και μετά την ολοκλήρωση ανοίγματος των μισών περίπου καρυδιών (18 Σεπτεμβρίου). Οι θέσεις δειγματοληψίας ήταν παραπλήσιες με τις θέσεις παγίδευσης και αποτελούσαν μια περιοχή ακτίνας 2m, περίπου, γύρω από τη θέση που ήταν αναρτημένη η κάθε παγίδα. Για τις περιπτώσεις των παγίδων που βρίσκονταν εγκατεστημένες σε αγρούς που δεν καλλιεργούνταν με βαμβάκι, η δειγματοληψία πραγματοποιούνταν στον πλησιέστερο αγρό βαμβακιού και πάλι σε μια περιοχή ακτίνας 2m.

Σε κάθε δειγματοληψία συλλέγαμε 50 καρποφόρα όργανα από κάθε θέση δειγματοληψίας, τα οποία τοποθετούσαμε σε πλαστικά σακουλάκια σημασμένα με το χαρακτηριστικό κωδικό κάθε θέσης παγίδευσης (Εικόνα 13). Στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο όπου και ανοίγονταν για να παρατηρηθεί η παρουσία ή όχι προσβολής. Στα προσβεβλημένα καρύδια κάθε δείγματος (Εικόνα 14) προσδιορίσαμε τον εχθρό που προκάλεσε την προσβολή και έπειτα καταγράφαμε τον αριθμό των προσβεβλημένων καρποφόρων οργάνων ανά εχθρό.



Εικόνα 13: Δείγματα καρποφόρων οργάνων



Εικόνα 14: Προσβεβλημένα καρποφόρα όργανα

Στατιστική Ανάλυση

Για την αρχική ανάλυση των αποτελεσμάτων τόσο των συλλεφθέντων ενηλίκων, όσο και των δειγματοληψιών καρποφόρων οργάνων, χρησιμοποιήσαμε απλές στατιστικές μεθόδους (μέσος όρος, παραλλακτικότητα) και γραμμικά πρότυπα (γραφήματα).

Η γεωστατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των λογισμικών SURFER (Golden Software Surfer 8) και VESPER 1.6 (του Κέντρου Γεωργίας Ακριβείας της Αυστραλίας ACPA). Η βάση δεδομένων, που αναπτύξαμε αρχικά,

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. Έπειτα αναπτύχθηκαν βαριογράμματα για κάθε ημερομηνία παρατήρησης και αποτυπώθηκε σε χάρτες η εβδομαδιαία χωρική μεταβολή των πληθυσμών των εντόμων που μελετήθηκαν, όπως επίσης και το ποσοστό προσβολής του βαμβακιού στις δύο δειγματοληψίες, για το κάθε είδος εντόμου χωριστά.

Γεωστατιστική ανάλυση και χωρική κατανομή

Ένας τρόπος για να διερευνήσουμε τη χωρική και χρονική κατανομή και μεταβολή εντομολογικών πληθυσμών είναι η παραγωγή χαρτών διασποράς των εντόμων για δεδομένες χρονικές στιγμές και στη συνέχεια η σύγκριση αυτών, με στόχο την παρατήρηση αλλαγών στα χωρικά πρότυπα των πληθυσμών των εντόμων, σε σχέση με το χρόνο. Λόγω της έλλειψης κατάλληλης τεχνολογίας, η παραγωγή χαρτών διασποράς του εντομολογικού πληθυσμού σε επίπεδο αγρού δεν είχε έως τη δεκαετία του '90, εφαρμογή στην οικολογία εντόμων, στη γεωργία ακριβείας ή στη βιολογική καταπολέμηση εντόμων. Τα σύγχρονα διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα όμως, όπως η χρήση των Δορυφορικών Δεκτών Στίγματος (GPS) για την γρήγορη και εύκολη συλλογή δεδομένων με χωρική διάσταση, των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και της γεωστατιστικής για τη διαχείριση και ανάλυση των συλλεχθέντων πληροφοριών έχουν ανοίξει νέους δρόμους στο χαρακτηρισμό, στην ανάλυση και στη χαρτογράφηση της διασποράς των εντόμων, ενώ χρησιμοποιούνται ήδη σε πολλές προηγμένες χώρες για την κατανόηση της οικολογίας των εντόμων εχθρών αλλά και για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό της αντιμετώπισης τους (Moral Garcia, 2006)

Το GIS αποτελεί ένα λογισμικό, το οποίο συγκεντρώνει, αποθηκεύει, μετατρέπει, παρουσιάζει και αναλύει δεδομένα με χωρική διάσταση (Liebhold *et al.* 1993). Βασικά, το GIS επιτρέπει τη δημιουργία χαρτών στους οποίους γεωγραφικά χαρακτηριστικά, οργανωμένα σε ψηφιακά επίπεδα, παρουσιάζονται σε θεματικούς χάρτες. Τα τελευταία χρόνια όλο και συχνότερα οι εντομολόγοι χρησιμοποιούν τη χαρτογράφηση μέσω GIS για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μελετών που αφορούν πληθυσμούς εντόμων ή προσβολή καλλιεργειών.

Τα λογισμικά γεωστατιστικής ανάλυσης πραγματοποιούν χωρική παρεμβολή υπολογίζοντας το μοντέλο του βαριογράμματος για όλη την περιοχή των παρατηρήσεων, και στη συνέχεια με τη μέθοδο προσομοίωσης «kriging» υπολογίζουν τιμές σημείων για τα οποία δεν υπήρχαν παρατηρήσεις και παρουσιάζονται ως θεματικοί χάρτες. 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. Για την χωρική πρόβλεψη, η μέθοδος «kriging» εφαρμόζει τοπικά βαριογράμματα, με τα οποία αναζητά το πλησιέστερο σημείο παρατήρησης, προκειμένου να υπολογίσει την τιμή κάθε σημείου πρόβλεψης.

Το βαριόγραμμα αποτελεί μέτρο του πόσο γρήγορα αλλάζουν οι τιμές σε σχέση με το μέσο όρο, και στην ουσία εξειδικεύει μαθηματικά τη χωρική παραλλακτικότητα των δεδομένων μας, παρέχοντας τη σχέση αλληλεπίδρασης τους. Η βασική αρχή που το διέπει είναι αυτή του μέσου όρου: δηλαδή, δύο παρατηρήσεις σε μικρή απόσταση είναι πιο κοντά, απ'ότι δύο παρατηρήσεις που πάρθηκαν από σημεία τα οποία βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο. Λόγω του ότι η συσχέτιση των στοιχείων συχνά υπόκειται σε προσανατολισμό, οι τιμές μπορεί να αλλάζουν πιο γρήγορα στη μια κατεύθυνση απ'ότι σε μια άλλη. Έτσι, το βαριόγραμμα μπορεί να είναι συνάρτηση της κατεύθυνσης. Είναι μια συνάρτηση τριών διαστάσεων, δύο ανεξάρτητων (π.χ. γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος) και μιας εξαρτημένης. Στα βαριογράμματα που χρησιμοποιούμε για την εφαρμογή της μεθόδου «kriging» μας ενδιαφέρουν τρεις παράμετροι. Το «sill» που μας δίνει τη μέγιστη παραλλακτικότητα στην οποία παρατηρείται χωρική συνάφεια, το «range» που μας δείχνει την απόσταση μετά την οποία τα σημεία μας δεν παρουσιάζουν χωρική συνάφεια, και το «nugget effect», το οποίο ποσοτικοποιεί το σφάλμα της δειγματοληψίας.

Στην έρευνα μας προχωρήσαμε στην παραγωγή εποχικών χαρτών διασποράς, των δύο εχθρών του βαμβακιού που μελετάμε, με στόχο την αποτύπωση της δυναμικής των πληθυσμών τους στο χώρο. Η εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας των εντόμων στις περιοχές που δεν έγινε δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο «kriging». Οι χάρτες δηλαδή, που δείχνουν τη χωρική κατανομή της πληθυσμιακής

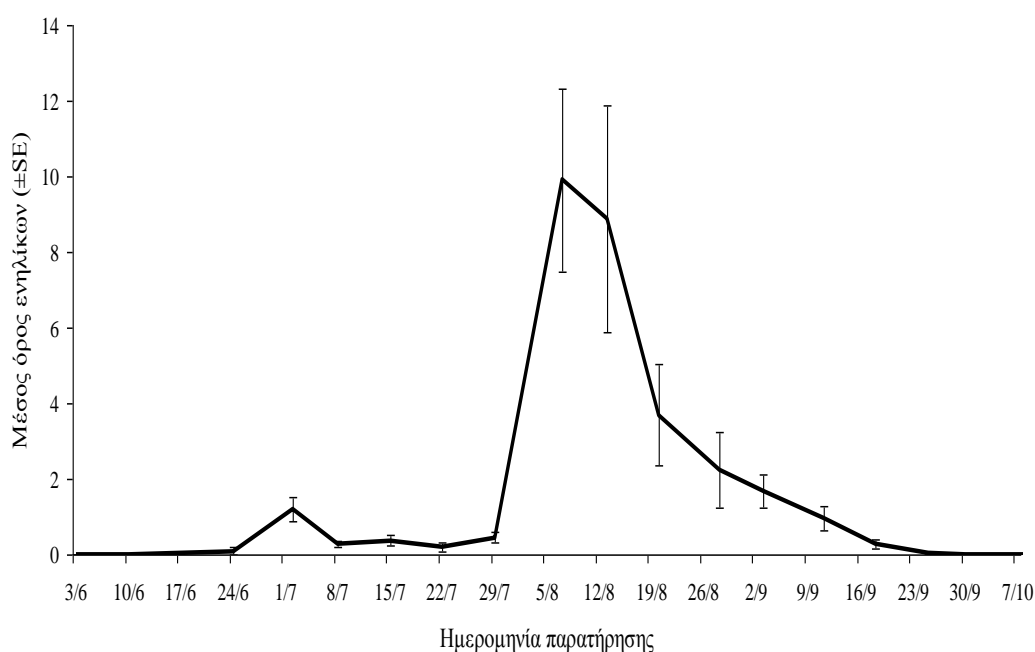
πυκνότητας των εντόμων στην περιοχή μελέτης, παρήχθησαν με εκτιμώμενες τιμές για τις περιοχές, στις οποίες δεν υπήρχε παρατήρηση. Συγκρίσεις μεταξύ των χαρτών μας δείχνουν τις αλλαγές που παρατηρούνται με το χρόνο στη χωρική κατανομή των πληθυσμών των δύο εντόμων που εξετάζουμε, καθώς και τα «hotspots» της συγκέντρωσης υψηλών πληθυσμών.

Αποτελέσματα

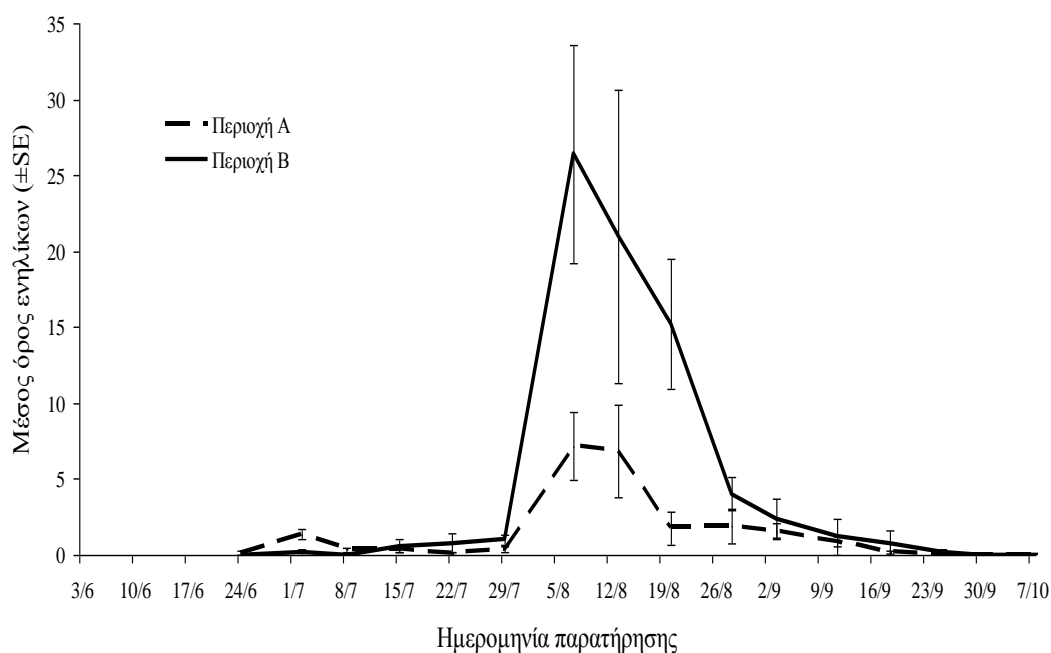
Συλλήψεις ενηλίκων σε φερομονικές παγίδες και προσβολή καρποφόρων οργάνων

Helicoverpa armigera

Η πορεία της πτήσης των ενηλίκων του πράσινου σκουληκιού σε όλες τις πειραματικές επιφάνειες, καθώς και η πορεία πτήσης για κάθε μια από τις επιμέρους περιοχές φαίνονται στα Διαγράμματα 12 και 13.



Διάγραμμα 12: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *H. armigera* και στις δύο πειραματικές περιοχές. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 35 παγίδες.



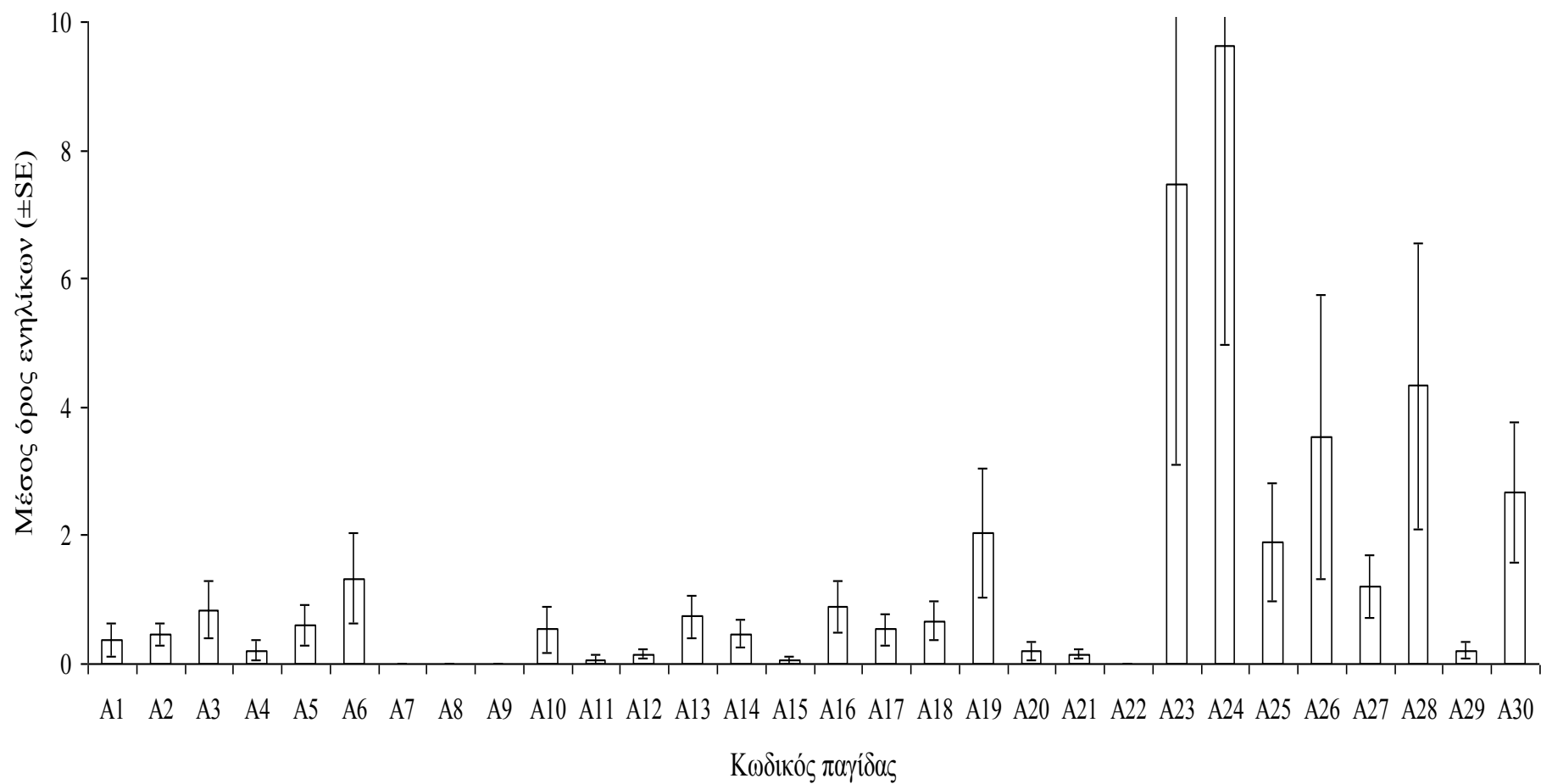
Διάγραμμα 13: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *H.armingera* για κάθε περιοχή (Περιοχή A, 30 παγίδες / Περιοχή B, 5 παγίδες)

Παρατηρούμε ότι οι πρώτες συλλήψεις πραγματοποιήθηκαν τέλη Ιουνίου (24/6) και σταμάτησαν να καταγράφονται ενήλικα στις παγίδες τέλη Σεπτεμβρίου (30/9). Ο πληθυσμός του εντόμου παρουσίασε μικρή αύξηση στις αρχές Ιουλίου (1/7) και μέγιστο στις αρχές Αυγούστου (7/8 και 13/8).

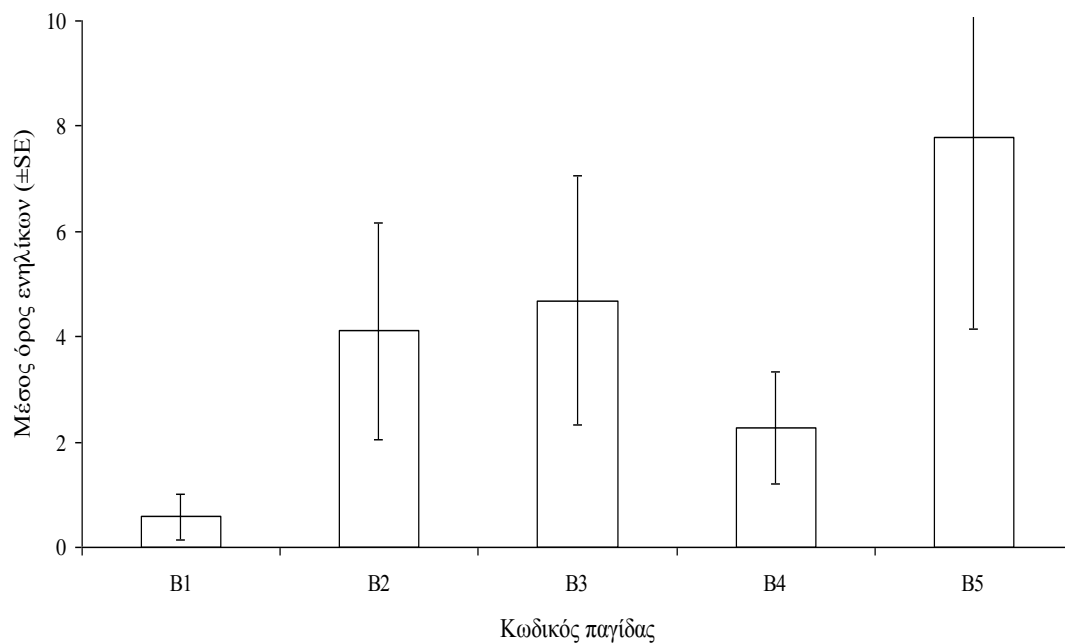
Συγκρίνοντας την πορεία των συλλήψεων στις δύο περιοχές, διαπιστώνουμε αρχικά ότι υπάρχει ταύτιση στις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες εμφανίζει μέγιστα ο πληθυσμός του εντόμου. Στην Περιοχή B, όπου υπήρχαν μόνο καλλιέργειες βαμβακιού, παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων σε σχέση με την Περιοχή A.

Με βάση το συνολικό αριθμό συλλήψεων ανά παγίδα για όλη τη διάρκεια του πειράματος (Διαγράμματα 14 και 15) στην Περιοχή A τα περισσότερα ενήλικα πράσινου σκουληκιού συλλαμβάνονται σε δύο μόνο παγίδες, οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε αγροκτήματα που καλλιεργούνταν με σιτάρι. Γενικά ποσοστό υψηλότερο από 55% των ενηλίκων συλλαμβάνονται σε τέσσερις μόνο παγίδες. Στην περιοχή B (αμιγώς βαμβακοκαλλιεργούμενη περιοχή), ο μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων σημειώθηκε στην παγίδα με κωδικό B5, η οποία ήταν τοποθετημένη σε

όψιμη καλλιέργεια βαμβακιού (σπορά ένα μήνα αργότερα απ'ότι στα υπόλοιπα αγροτεμάχια).

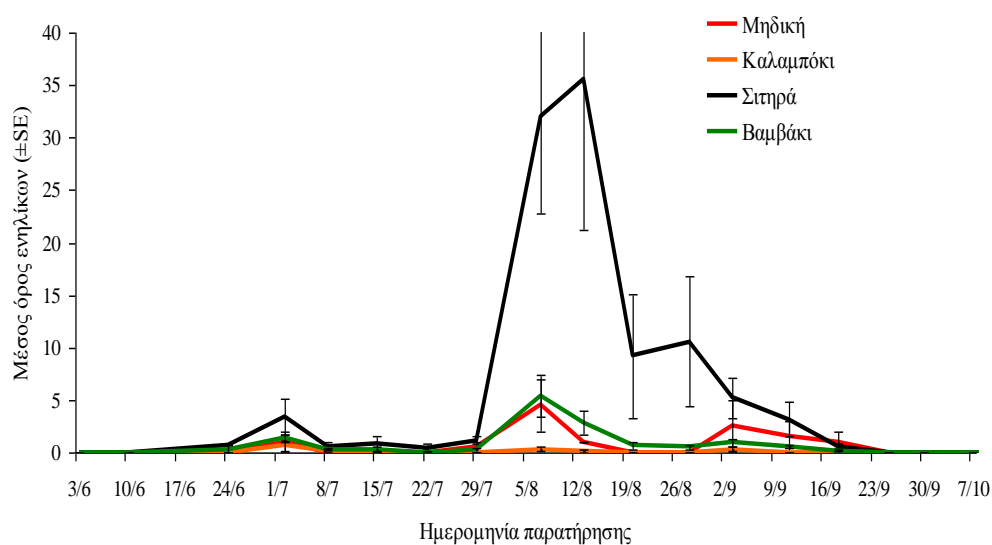


Διάγραμμα 14: Κατανομή των συλλήψεων του *H. armingera*, ανά παγίδα, ανά εβδομάδα, στην Περιοχή Α, καθ'όλη την περίοδο



Διάγραμμα 15: Κατανομή των συλλήψεων του *H. armingera*, ανά παγίδα, ανά εβδομάδα, στην Περιοχή Β, καθ'όλη την περίοδο

Στο Διάγραμμα 16 που ακολουθεί παρατηρούμε τα περισσότερα ενήλικα συλλαμβάνονται σε φερομονικές παγίδες που ήταν εγκατεστημένες σε καλλιέργειες σιτηρών (σιτάρι, κριθάρι), ενώ στις καλλιέργειες καλαμποκιού οι συλλήψεις ήταν ελάχιστες.

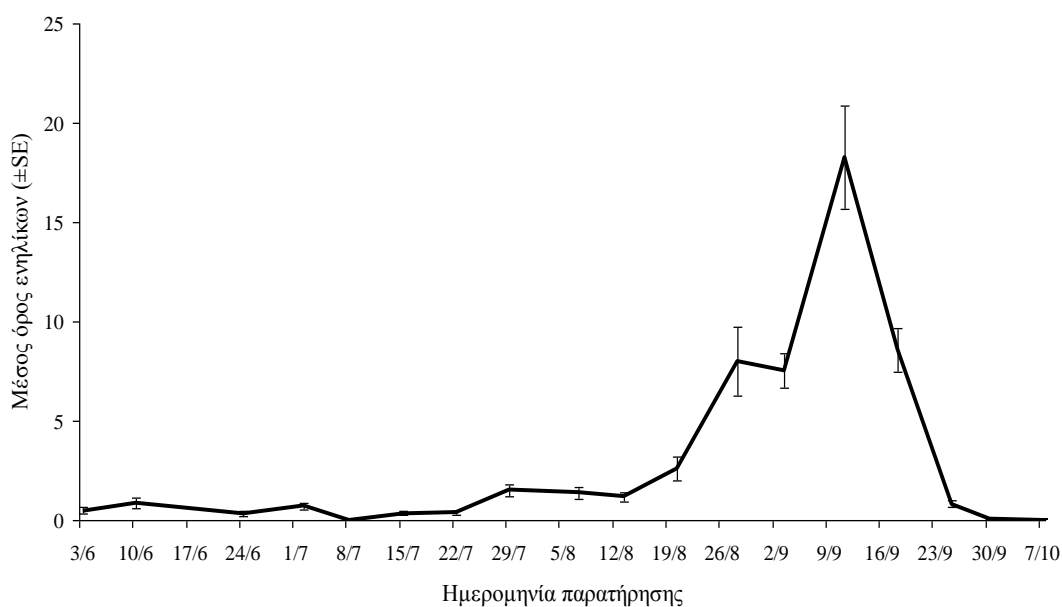


Διάγραμμα 16: Πορεία πτήσης του *H. armingera* ανά καλλιέργεια

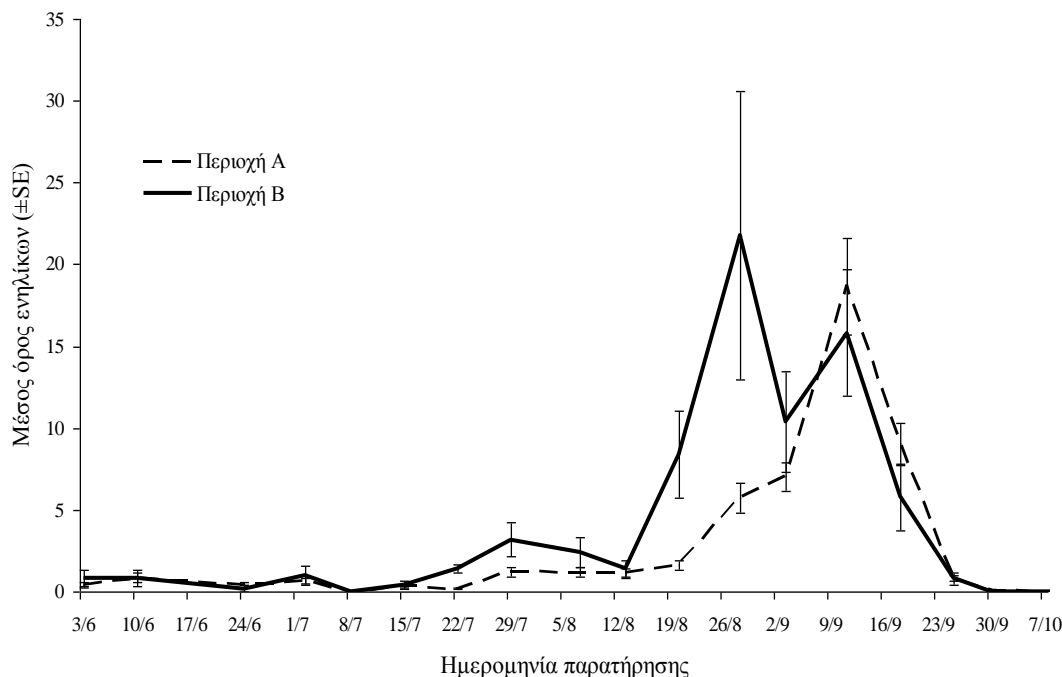
Σ'όλες τις περιπτώσεις ωστόσο παρατηρούμε ότι τα μέγιστα των συλλήψεων και επομένως και του πληθυσμού του πράσινου σκουληκιού, τα οποία και είναι πιο ευδιάκριτα στο συγκεκριμένο διάγραμμα, παρατηρούνται αρχές Ιουλίου (1^η πτήση), μέσα Αυγούστου (2^η πτήση) και αρχές Σεπτεμβρίου (3^η πτήση).

Pectinophora gossypiella

Η πορεία της πτήσης του ρόδινου σκουληκιού στις δύο πειραματικές επιφάνειες, καθώς και οι πορείες πτήσης για κάθε μια από τις περιοχές εφαρμογής του πειράματος φαίνονται στα Διαγράμματα 17 και 18.



Διάγραμμα 17: Πορεία πτήσης των ενηλίκων του *P. gossypiella* και στις δύο πειραματικές περιοχές. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 35 παγίδες.



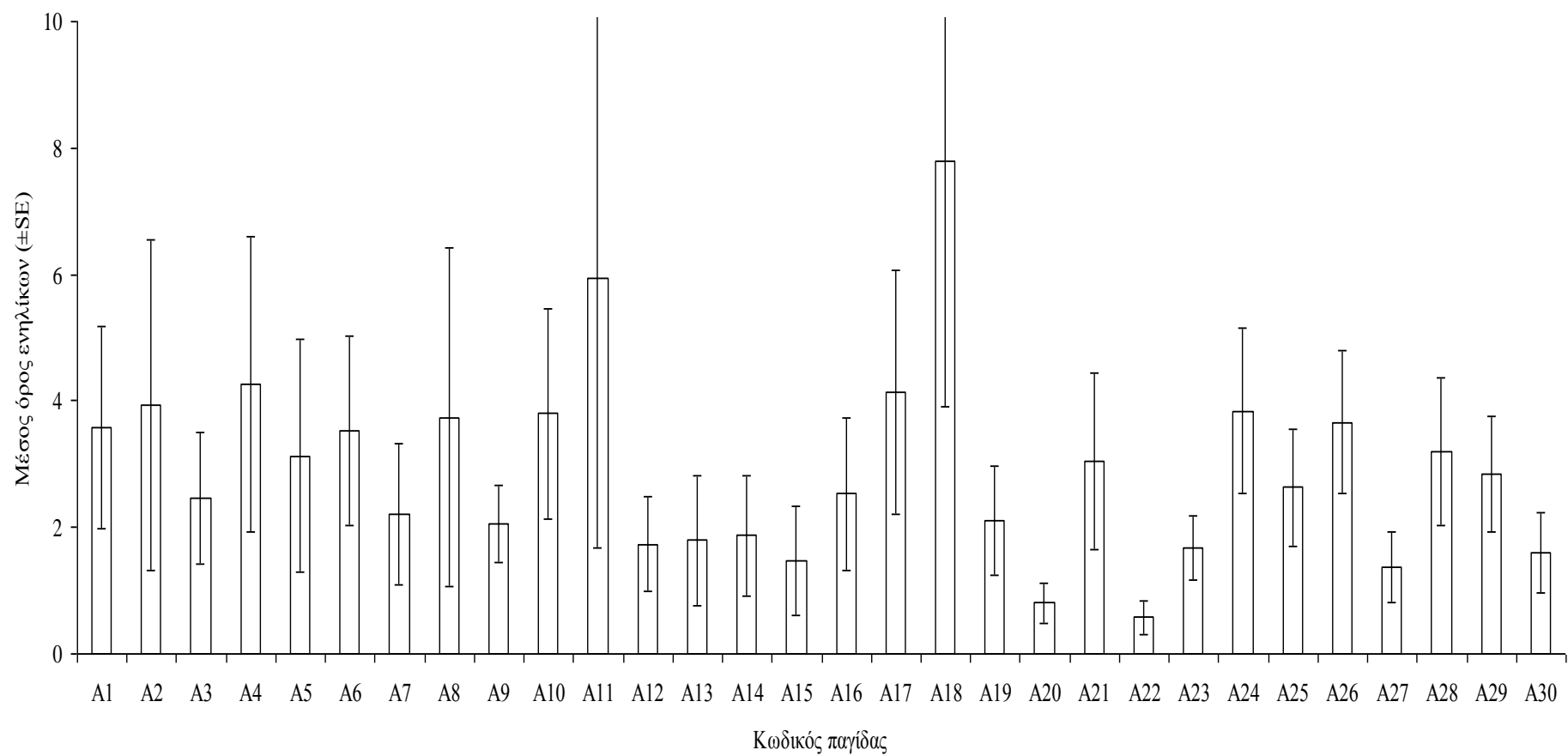
Διάγραμμα 18: Πορεία πτήσης των ενήλικων του *P. gossypiella* για κάθε περιοχή (Περιοχή A, 30 παγίδες / Περιοχή B, 5 παγίδες)

Παρατηρούμε ότι οι πρώτες συλλήψεις του ρόδινου σκουληκιού σημειώθηκαν στις αρχές Ιουνίου (3/6), ενώ οι τελευταίες στα τέλη Σεπτεμβρίου (30/9). Ο πληθυσμός του ρόδινου παρουσίασε τρία μέγιστα συλλήψεων κατά τη διάρκεια του πειράματος, τα οποία αντιστοιχούν στις τρεις γενιές που φαίνεται να συμπληρώνει το είδος στην περιοχή. Η πρώτη έξαρση πληθυσμού (μικρή με βάση τις συλλήψεις) παρουσιάζεται τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου (1^η πτήση), η δεύτερη έξαρση πληθυσμού παρουσιάζεται τέλη Αυγούστου (2^η πτήση) και η τρίτη και μεγαλύτερη έξαρση πληθυσμού παρουσιάζεται μέσα Σεπτεμβρίου (3^η πτήση).

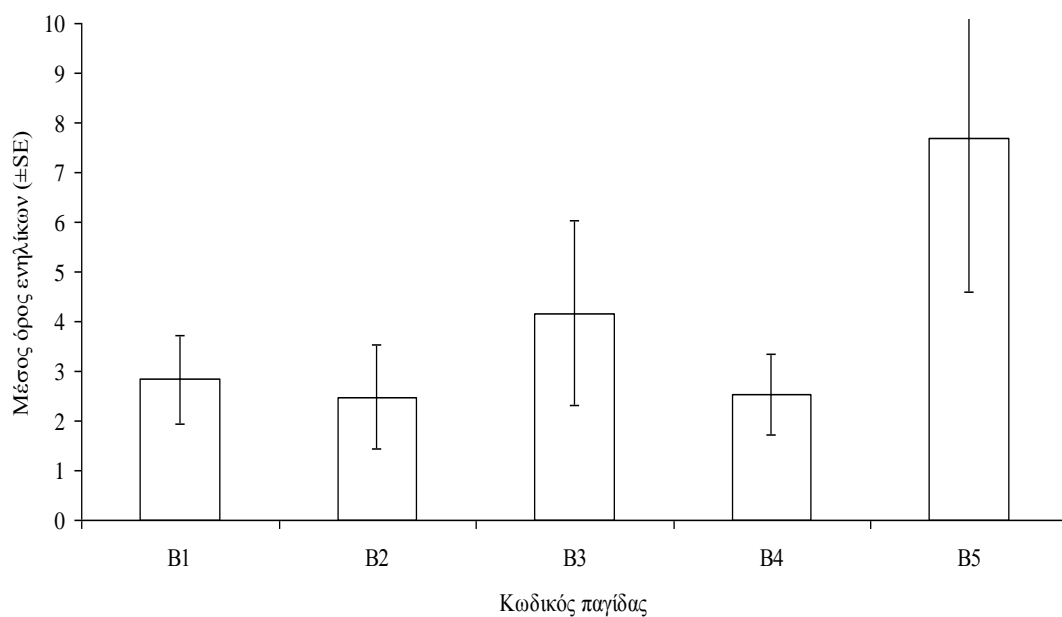
Μεταξύ των δύο περιοχών παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει χρονική ταύτιση όσον αφορά τα μέγιστα των συλλήψεων. Η έξαρση πληθυσμού του ρόδινου στα τέλη Αυγούστου ήταν εμφανώς μεγαλύτερη στην αμιγώς βαμβακοκαλλιεργούμενη περιοχή, σε αντίθεση με την Περιοχή A, η οποία παρουσιάζει μεγαλύτερη έξαρση πληθυσμού ρόδινου σκουληκιού στα μέσα Σεπτεμβρίου.

Με βάση τις συλλήψεις ανά παγίδα για όλη τη διάρκεια του πειράματος (Διαγράμματα 19 και 20) στην Περιοχή A η κατανομή των συλλήψεων του ρόδινου σκουληκιού ήταν πιο ομοιόμορφη. Οι παγίδες που ήταν τοποθετημένες σε αγροκτήματα με καλλιέργεια βαμβακιού έπιασαν τα περισσότερα ενήλικα.

Παραπλήσια ήταν τα αποτελέσματα και στην αμιγώς βαμβακοκαλλιεργούμενη περιοχή. Μεγαλύτερος αριθμός ενηλίκων καταγράφονται στην παγίδα με κωδικό B5, η οποία ήταν τοποθετημένη σε όψιμη καλλιέργεια βαμβακιού (σπορά ένα μήνα αργότερα από τα υπόλοιπα αγροκτήματα).

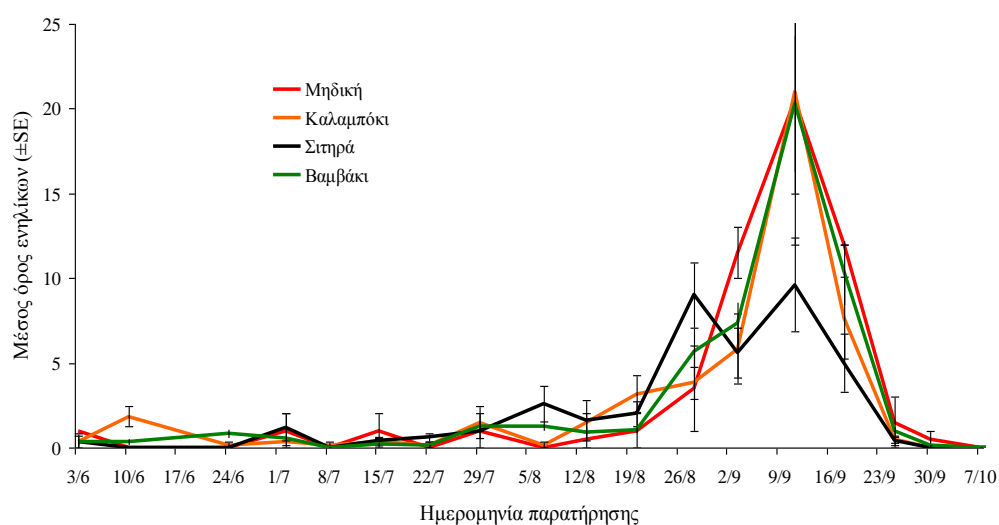


Διάγραμμα 19: Κατανομή των συλλήψεων του *P. gossypiella*, ανά παγίδα, ανά εβδομάδα, στην Περιοχή Α, καθ'όλη την περίοδο



Διάγραμμα 20: Κατανομή των συλλήψεων του *P. gossypiella*, ανά παγίδα, ανά εβδομάδα, στην Περιοχή Β, καθ'όλη την περίοδο

Στο Διάγραμμα 21 που ακολουθεί παρατηρούμε ότι τα περισσότερα ενήλικα παγιδεύτηκαν σε φερομονικές παγίδες που ήταν εγκατεστημένες σε καλλιέργειες μηδικής, βαμβακιού και καλαμποκιού (2,87, 2,68 και 2,57 αντίστοιχα), ενώ λιγότερες ήταν οι συλλήψεις στις καλλιέργειες σιτηρών (σιτάρι, κριθάρι) 1,81.



Διάγραμμα 21: Πορεία πτήσης του *P. gossypiella* ανά καλλιέργεια

Σ' όλες τις περιπτώσεις ωστόσο παρατηρούμε ότι τα μέγιστα των συλλήψεων και επομένως και του πληθυσμού του ρόδινου σκουληκιού, τα οποία και είναι πιο ευδιάκριτα στο συγκεκριμένο διάγραμμα, παρατηρούνται τέλη Ιουλίου (1^η πτήση), τέλη Αυγούστου (2^η πτήση) και μέσα Σεπτεμβρίου (3^η πτήση).

Προσβολή καρποφόρων οργάνων

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί, κατά την πρώτη δειγματοληψία καρποφόρων οργάνων, η οποία πραγματοποιήθηκε τέλη Ιουλίου, στη μέση περίπου του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού, εξετάστηκαν συνολικά 1.746 καρύδια από τα οποία τα 139 (7,96%) ήταν προσβεβλημένα από ρόδινο σκουλήκι και μόλις 27 (1,55%) ήταν προσβεβλημένα από πράσινο σκουλήκι.

Στη δεύτερη δειγματοληψία, η οποία πραγματοποιήθηκε μέσα με τέλη Σεπτεμβρίου εξετάστηκαν 1.768 καρύδια, από τα οποία βρέθηκαν προσβεβλημένα από ρόδινο σκουλήκι τα 66 (3,73 %) και μόλις 2 (0,11%) από πράσινο σκουλήκι.

Πίνακας 2: Συνολική προσβολή καρποφόρων οργάνων στην περιοχή μελέτης

Ημερομηνία δειγματοληψίας	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ		
	Αριθμός καρυδιών	Ποσοστό προσβολής <i>P. gossypiella</i> , %	Ποσοστό προσβολής <i>H. armingera</i> , %
29 Ιουλίου	1.746	7,96a	1,55a
18 Σεπτεμβρίου	1.768	3,73b	0,11a
G-test, df = 1		29,9*	1,9

*P < 0.05

Ποσοστά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας στήλης δεν διαφέρουν σημαντικά (P = 0,05)

Όπως φαίνεται στους Πίνακες 3 και 4 τα ποσοστά προσβολής στο βαμβάκι για τις δύο περιοχές ήταν παρόμοια. Το ποσοστό προσβολής στην Περιοχή Β και για τα δύο είδη εντόμων ήταν υψηλότερα κατά την 1^η δειγματοληψία.

Πίνακας 3: Προσβολή καρποφόρων οργάνων βαμβακιού (καρύδια) από το ρόδινο σκουλήκι στις δύο περιοχές μελέτης.

Ημερομηνία δειγματοληψίας	ΠΕΡΙΟΧΗ Α		ΠΕΡΙΟΧΗ Β	
	Αριθμός καρυδιών	Ποσοστό προσβολής, %	Αριθμός καρυδιών	Ποσοστό προσβολής, %
29 Ιουλίου	1.494	7,5a	252	10,71a
18 Σεπτεμβρίου	1.513	3,8b	225	3,14b
G-test, df = 1		20,8*		12,5*

*P < 0.05

Ποσοστά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας στήλης δεν διαφέρουν σημαντικά (P = 0,05)

Πίνακας 4: Προσβολή καρποφόρων οργάνων βαμβακιού (καρύδια) από το πράσινο σκουλήκι στις δύο περιοχές μελέτης.

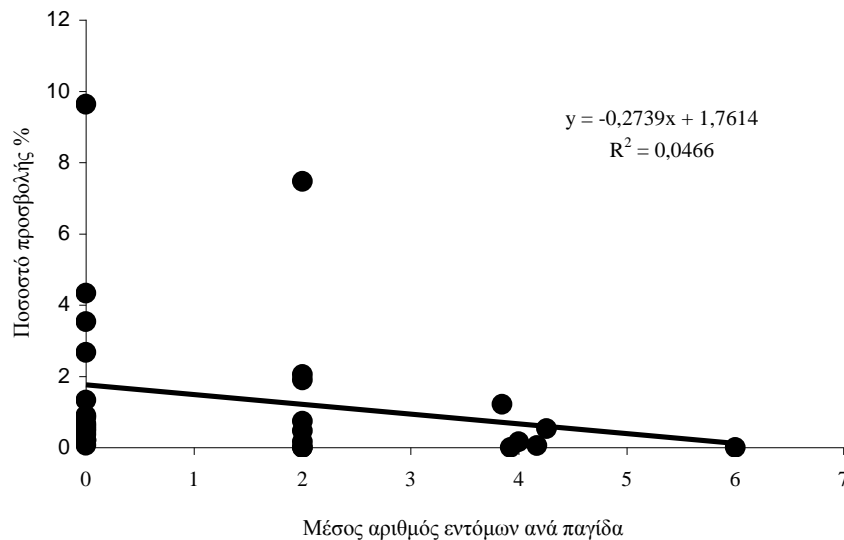
Ημερομηνία δειγματοληψίας	ΠΕΡΙΟΧΗ Α		ΠΕΡΙΟΧΗ Β	
	Αριθμός καρυδιών	Ποσοστό προσβολής, %	Αριθμός καρυδιών	Ποσοστό προσβολής, %
29 Ιουλίου	1.494	1,41a	252	2,38
18 Σεπτεμβρίου	1.513	0,13b	225	0,0
G-test, df = 1		21,2*		-

*P < 0.05

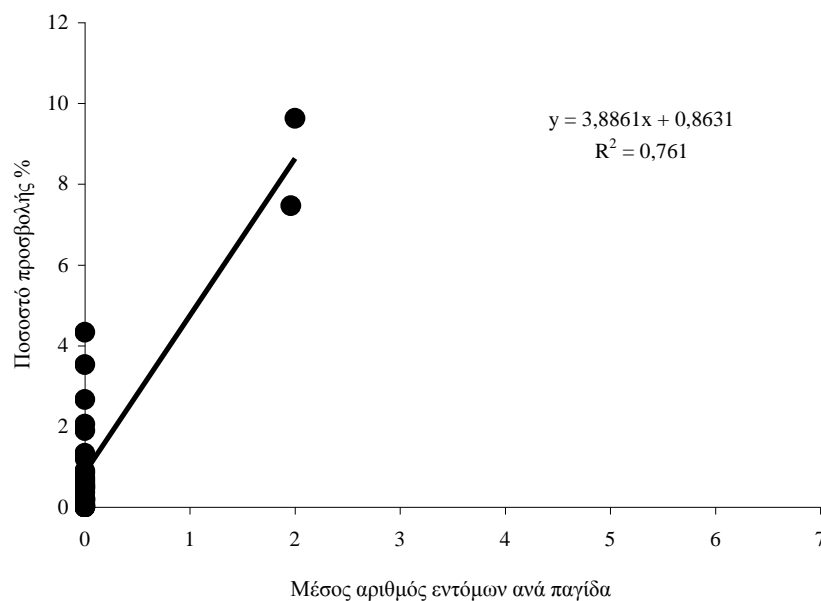
Ποσοστά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας στήλης δεν διαφέρουν σημαντικά (P = 0,05)

Σχέση προσβολής καρποφόρων οργάνων και συλλήψεων ενηλίκων στις παγίδες

H. armingeri 1η δειγματοληψία



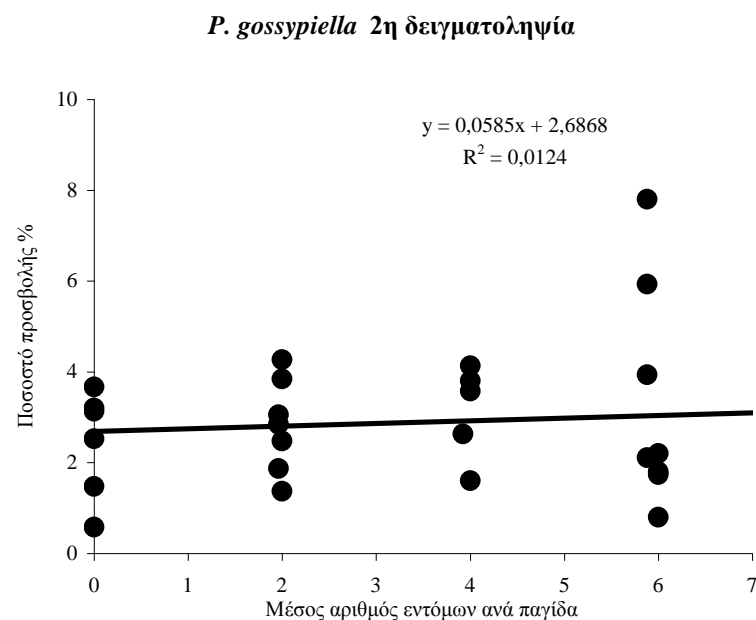
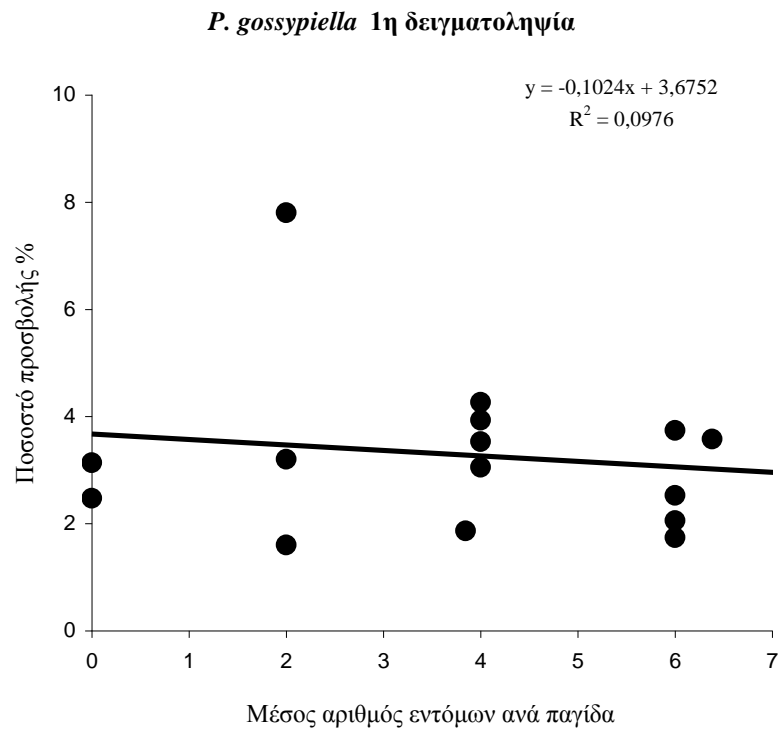
H. armingeri 2η δειγματοληψία



Διάγραμμα 22: Σχέση του ποσοστού προσβολής των καρποφόρων οργάνων και αριθμού συλλήψεων ενηλίκων του *H. armingeri* ανά παγίδα, κατά την 1^η και 2^η δειγματοληψία

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 22, κατά την πρώτη δειγματοληψία, δεν παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού προσβολής των καρποφόρων οργάνων και του μέσου αριθμού συλλαμβανομένων ενηλίκων ανά

παγίδα για το πράσινο σκουλήκι, ($R^2 = 0,0466$, $p > 0,05$). Παραπλήσια ήταν τα αποτελέσματα και κατά τη δεύτερη δειγματοληψία ($R^2 = 0,761$, $p > 0,05$).



Διάγραμμα 23: Σχέση του ποσοστού προσβολής των καρποφόρων οργάνων και αριθμού συλλήψεων ενηλίκων του *P. gossypiella* ανά παγίδα, κατά την 1^η και 2^η δειγματοληψία

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 23, δεν παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού προσβολής των καρποφόρων οργάνων και του μέσου αριθμού συλλαμβανομένων ενηλίκων ανά παγίδα για το ρόδινο σκουλήκι, ούτε κατά την πρώτη ($R^2 = 0,0976$, $p > 0,05$), ούτε κατά τη δεύτερη ($R^2 = 0,0124$, $p > 0,05$) δειγματοληψία.

Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ανάπτυξη και εξέλιξη του πληθυσμού δύο βασικών εχθρών της καλλιέργειας του βαμβακιού, του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού, σε μια καλλιεργητική περίοδο στην περιοχή της Καρδίτσας.

Το *H. armingera*, παρουσίασε 3 πτήσεις, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 στην περιοχή της Καρδίτσας, που πιθανότατα δείχνουν την ύπαρξη αντίστοιχων γενεών. Η 1^η πτήση παρατηρήθηκε τον Ιούλιο, η 2^η τον Αύγουστο και η 3^η τον Σεπτέμβριο. Παρόμοιος αριθμός γενεών για τη χώρα μας, και χρονική εμφάνιση της κάθε μιας απ' αυτές στη διάρκεια του έτους αναφέρονται από τους Τζανακάκη (1980), Σταμόπουλο (1995) και Mironidis & Savopoulou-Soultani (2008). Σύμφωνα με τον Μυρωνίδη (2009), κάθε χρόνο ο αριθμός των γενεών του *H. armingera* δεν είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, τη διαδοχή και την καταλληλότητα των φυτών ξενιστών του.

Όσον αφορά στις συλλήψεις ανά καλλιέργεια, στην Περιοχή Α που υπάρχει ποικιλία καλλιεργειών, παραδόξως, ο μεγαλύτερος αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων πράσινου σκουληκιού παρουσιάζεται σε παγίδες που είναι εγκατεστημένες σε καλλιέργειες σιτηρών, και συγκεκριμένα σε καλλιέργειες σιταριού και κριθαριού και μάλιστα σε περιόδους που το τελικό προϊόν είχε συγκομιστεί (Αύγουστο). Ανάλογη παρατήρηση δεν έχει αναφερθεί σε άλλη εργασία, απ' όσο γνωρίζουμε. Στην αμιγώς βαμβακοκαλλιεργούμενη περιοχή το μέγιστο των συλλήψεων παρατηρήθηκε σε καλλιέργεια όψιμης σποράς, γεγονός που συνάδει με τις αναφορές του Τόλη (1986) και του Μυρωνίδη (2009) για την προτίμηση του ενηλίκου θηλυκού να γεννά τα αυγά του στα αυξανόμενα άκρα του φυτού και στο εξωτερικό μέρος των καρποφόρων οργάνων, κυρίως των χτενιών, οπότε και τα ενήλικα συγκεντρώνονται στα καταλληλότερα ενδιαιτήματα. Επίσης, σύμφωνα με τον Nestel (2004) σε ομογενή, ως προς το είδος της καλλιέργειας, αγροκτήματα, μικρές διαφορές στην φαινολογία των φυτών μπορεί να επιδράσουν ισχυρά στο πρότυπο διασποράς των εντόμων, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά τους.

Συγκρίνοντας τον αριθμό των συλληφθέντων ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες, με το ποσοστό προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού, παρατηρούμε ότι παρά τον αυξημένο αριθμό συλλήψεων από τα τέλη Ιουλίου έως και τα τέλη Αυγούστου, η προσβολή της καλλιέργειας κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα. Η

καλλιέργεια του βαμβακιού κατά το 2007 στην περιοχή της Καρδίτσας ήταν αρκετά πρώιμη, με αποτέλεσμα να μη συμπίσει η έξαρση πληθυσμού του πράσινου με τα ευαίσθητα βλαστικά στάδια της καλλιέργειας (άνθη, χτένια, μικρά καρύδια). Αυτό αποδεικνύεται και από τις σύλληψεις μεγάλου αριθμού ενηλίκων σε παγίδες που ήταν αναρτημένες σε καλλιέργειες σιτηρών, οι οποίες ήταν τοποθετημένες στη βόρεια ζώνη του πειραματικού μας τεμαχίου (Εικόνα 8), ενδεχομένως, διότι τα ενήλικα αναζητούσαν καταλληλότερους ξενιστές και μετανάστευαν σε άλλες περιοχές. Ο μεταναστευτικός χαρακτήρας του είδους για αναζήτηση κατάλληλου ενδιαιτήματος αναφέρεται από τους Τζανακάκη (1980), Τόλη (1986), Lammers & MacLeod (2007) και Lloyd *et al.* (2008).

Το ρόδινο σκουλήκι κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 στην περιοχή της Καρδίτσας παρουσιάζει τρεις ευδιάκριτες πτήσεις, οι οποίες πιθανότατα καταδεικνύουν την ύπαρξη αντίστοιχων γενεών. Η 1^η πτήση εμφανίζεται Ιούλιο-Αύγουστο, η 2^η τέλη Αυγούστου με μέσα Σεπτεμβρίου και η 3^η αργότερα το Σεπτέμβριο. Σύμφωνα με τους Τζανακάκη (1980), Σταμόπουλο (1995) και Χατζηγεωργίου (2006) το ρόδινο σκουλήκι παρουσιάζει στην Ελλάδα 3-6 γενιές.

Η ετερογένεια των περιοχών όσον αφορά στη σύνθεση των καλλιεργειών δεν επηρέασε τη διασπορά του ρόδινου σκουληκιού, μιας και ο μεγαλύτερος αριθμός συλλήψεων σημειώθηκε και στις δυο περιπτώσεις, σε φερομονικές παγίδες που ήταν εγκατεστημένες σε βαμβακοχώραφα. Τα είδη του γένους *Gossypium* αποτελούν τους κυριότερους ξενιστές του ρόδινου σκουληκιού, με το βαμβάκι να αποτελεί την καλλιέργεια που επιβαρύνεται περισσότερο από την προσβολή του, όπως αναφέρουν και οι: Τζανακάκης (1980), Henneberry & Naranjo (1998) και Athanassiou *et. al* (2002).

Με βάση τις δειγματοληψίες καρποφόρων οργάνων παρατηρούμε την εμφάνιση υψηλού ποσοστού προσβολής κατά την 1^η δειγματοληψία (τέλη Ιουλίου), ενώ το ποσοστό προσβολής είναι αρκετά μικρότερο κατά τη 2^η δειγματοληψία (τέλη Αυγούστου). Το αποτέλεσμα κρίνεται αναμενόμενο, εφόσον κατά την 1^η δειγματοληψία, η προσβολή προέρχεται από τις προνύμφες της 2^{ης} γενιάς του εντόμου, κατά την οποία ο πληθυσμός παρουσίασε και τη μεγαλύτερη έξαρση, καθώς το φυτό βρισκόταν σε ευαίσθητο βλαστικό στάδιο. Κατά τη 2^η δειγματοληψία, η προσβολή παρουσιάζεται μειωμένη, διότι προέρχεται από τις προνύμφες της 3^{ης} γενιάς, η εμφάνιση της οποίας συνέπεσε με το βλαστικό στάδιο του φυτού που φέρει

πολλά ώριμα καρύδια και περιορισμένο αριθμό νεαρών καρποφόρων οργάνων, τα οποία αποτελούν την καταλληλότερη τροφή των προνυμφών, όπως άλλωστε αναφέρουν και οι Σταμόπουλος (1995) και Henneberry & Naranjo (1998).

Όσον αφορά την προσβολή της καλλιέργειας του βαμβακιού από το *P. gossypiella*, έχουν αναπτυχθεί, τα τελευταία χρόνια, αρκετά μοντέλα πρόβλεψης της αναμενόμενης προσβολής του βαμβακιού με βάση τον αριθμό των συλλαμβανομένων ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες (Athanasios et. al, 2002, Μπουχέλος, 1999). Ωστόσο, στην έρευνα μας, με βάση τη στατιστική ανάλυση, δεν προκύπτει σχέση της προσβολής καρποφόρων οργάνων του βαμβακιού και του αριθμού των συλλήψεων ενηλίκων που καταγράφηκαν στις παγίδες.

Χωρική κατανομή των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού και της προβολής καρποφόρων οργάνων

Helicoverpa armigera

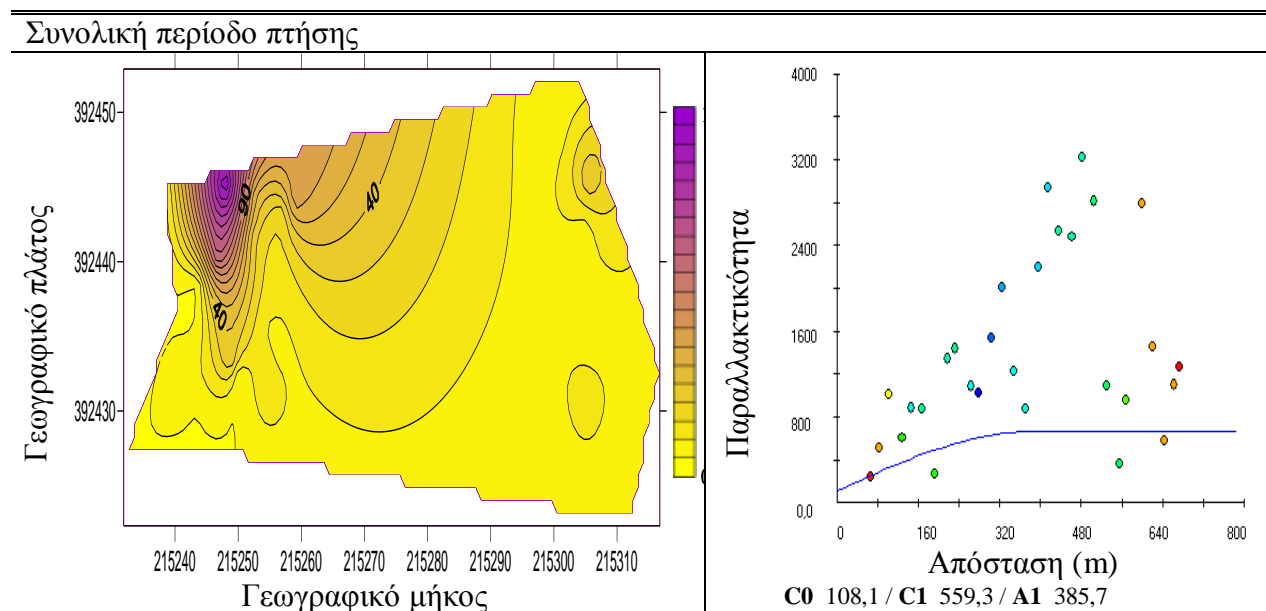
Η αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του πράσινου σκουληκιού για όλη την περίοδο πτήσης του εντόμου δίνεται στο Διάγραμμα 24. Γενικά η κατανομή των συλλήψεων ήταν τυχαία, ωστόσο τα ενήλικα απαντώνται περισσότερο στο βορειοδυτικό τμήμα του πειραματικού τεμαχίου, παρότι δεν υπάρχουν σ' αυτή τη ζώνη, καλλιέργειες που να αποτελούν ξενιστές του είδους. Αυτή η συμπεριφορά του εντόμου μπορεί να εξηγηθεί αν αναλογιστούμε τον μεταναστευτικό χαρακτήρα του είδους. Η βόρεια και δυτική πλευρά του πειραματικού τεμαχίου γειτνιάζουν με καλλιέργειες βαμβακιού, σε αντίθεση με την ανατολική και δυτική πλευρά που βρίσκονται στα όρια του οικισμού.

Στο Διάγραμμα 25¹, παρατηρούμε ότι στην αρχή της περιόδου ο πληθυσμός του εντόμου συναθροίζεται σε ορισμένα σημεία του πειραματικού τεμαχίου, τα οποία δεν βρίσκονται συγκεντρωμένα σε ένα τμήμα του, άλλα είναι κατανεμημένα σε όλη την έκταση του. Το έντομο συμπεριφέρεται με παρόμοιο τρόπο και προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, όπου επίσης ο πληθυσμός παρουσιάζει έντονη ομαδοποίηση. Και στις δύο περιπτώσεις ο πληθυσμός παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Αντίθετα σε περιόδους που ο πληθυσμός εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση (20/8/2007 και 28/8/2007) όταν ενδεχομένως παρουσιάζεται η 2^η γενιά, παρατηρούμε ότι ο διασπορά του εντόμου είναι τυχαία.

Η χωρική αποτύπωση της προσβολής των καρποφόρων οργάνων, μας δείχνει ότι, η προσβολή παρουσιάζει τυχαία κατανομή, γεγονός που εξηγείται από τον μικρό αριθμό των καρποφόρων οργάνων που βρέθηκαν προσβεβλημένα από το πράσινο σκουλήκι, αλλά και από τη μικρή συγκέντρωση πληθυσμού του εντόμου σε καλλιέργειες βαμβακιού (Διάγραμμα 26).

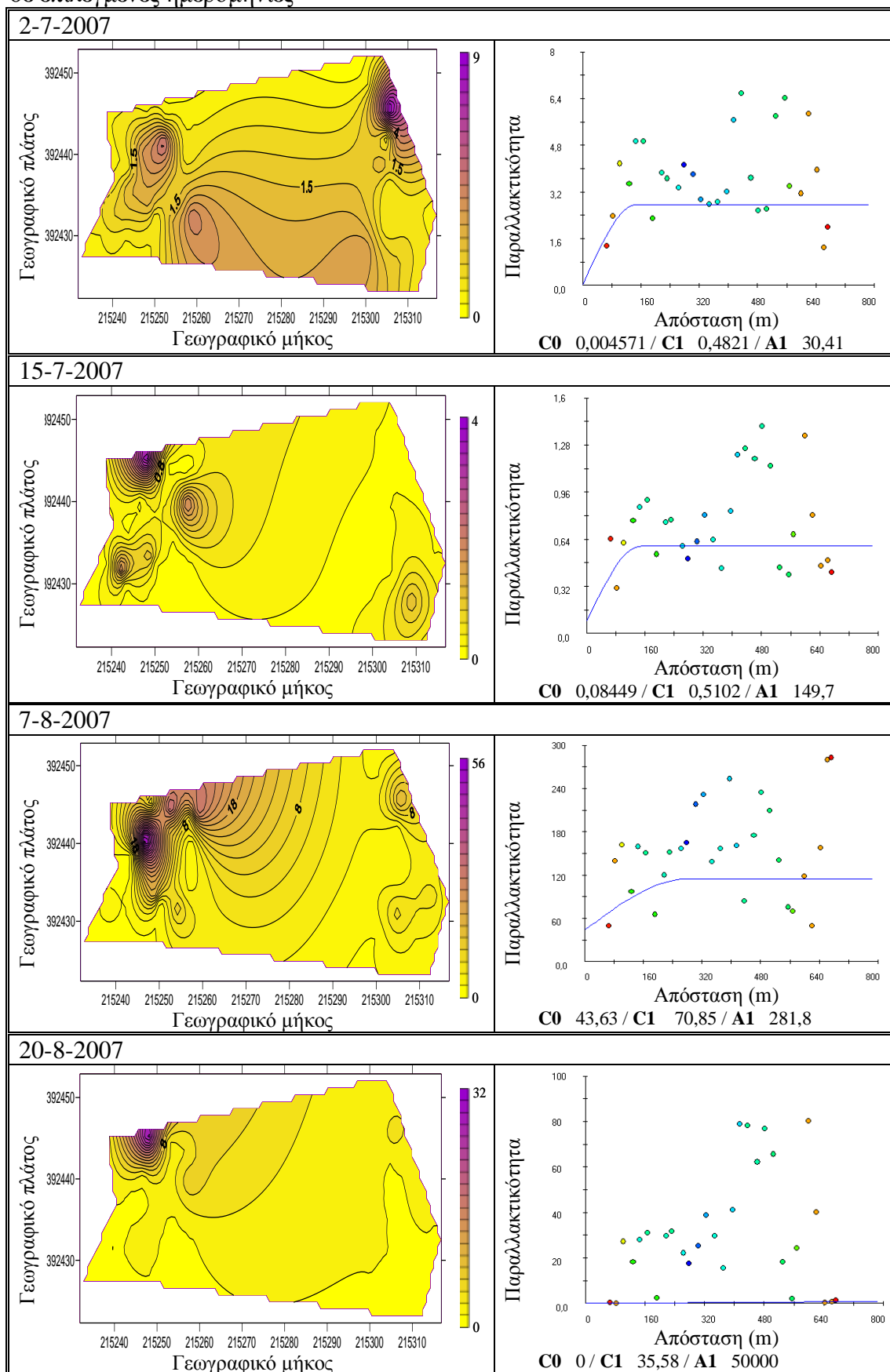
² Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται οι χάρτες χωρικής αποτύπωσης των συλλήψεων και τα βαριογράμματα που τους συνοδεύουν, για κάθε μια από τις ημερομηνίες παρατήρησης στον αγρό.

Διάγραμμα 24: Αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *H. armingeri* για όλη την περίοδο πτήσης του (αριστερή στήλη) και το αντίστοιχο βαριόγραμμα (δεξιά στήλη)

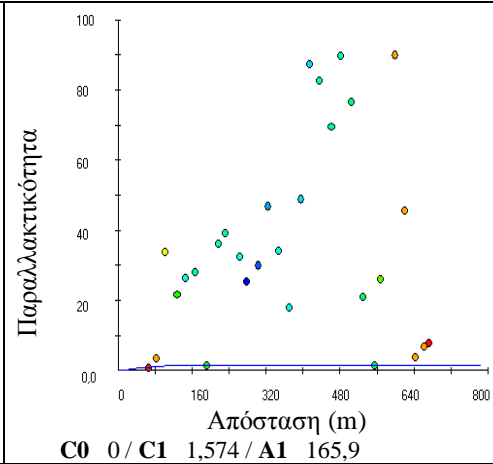
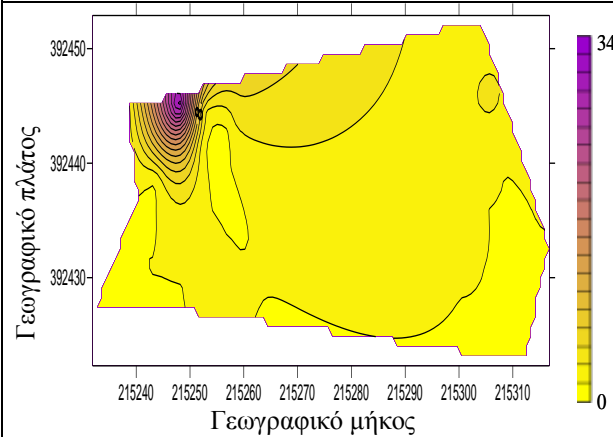


C0 nugget effect, C1 sill, A1 range

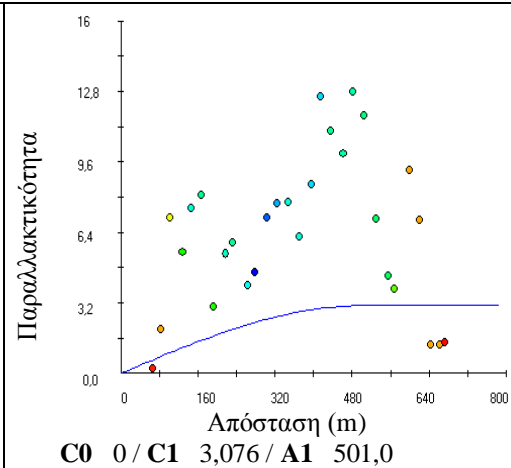
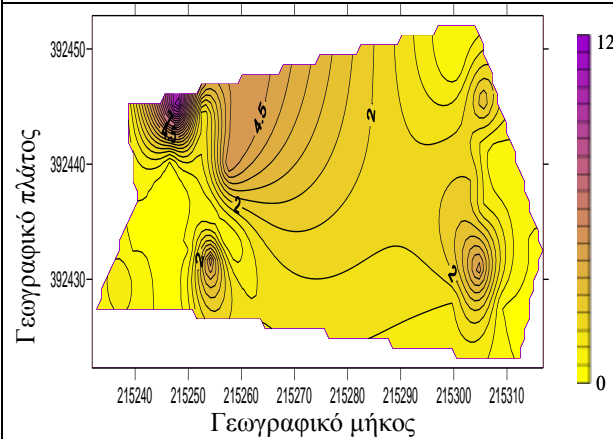
Διάγραμμα 25: Αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *H. armingera* (αριστερή στήλη) και τα αντίστοιχα βαριόγραμματα (δεξιά στήλη) σε επιλεγμένες ημερομηνίες



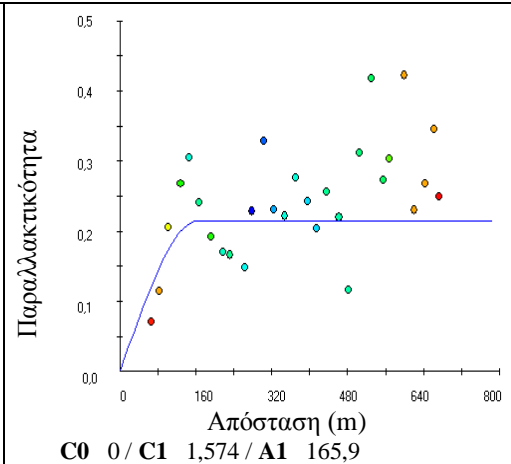
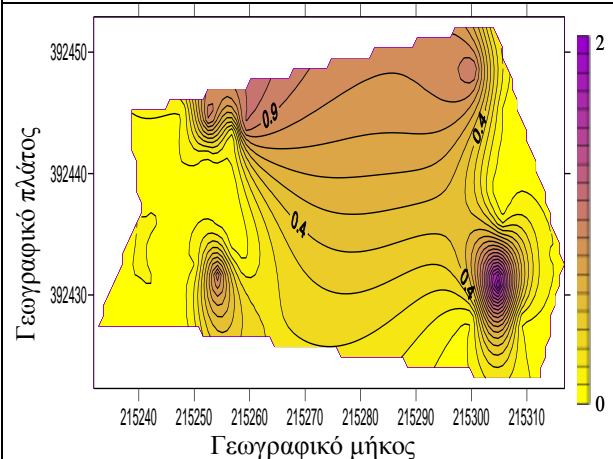
28-8-2007



3-9-2007



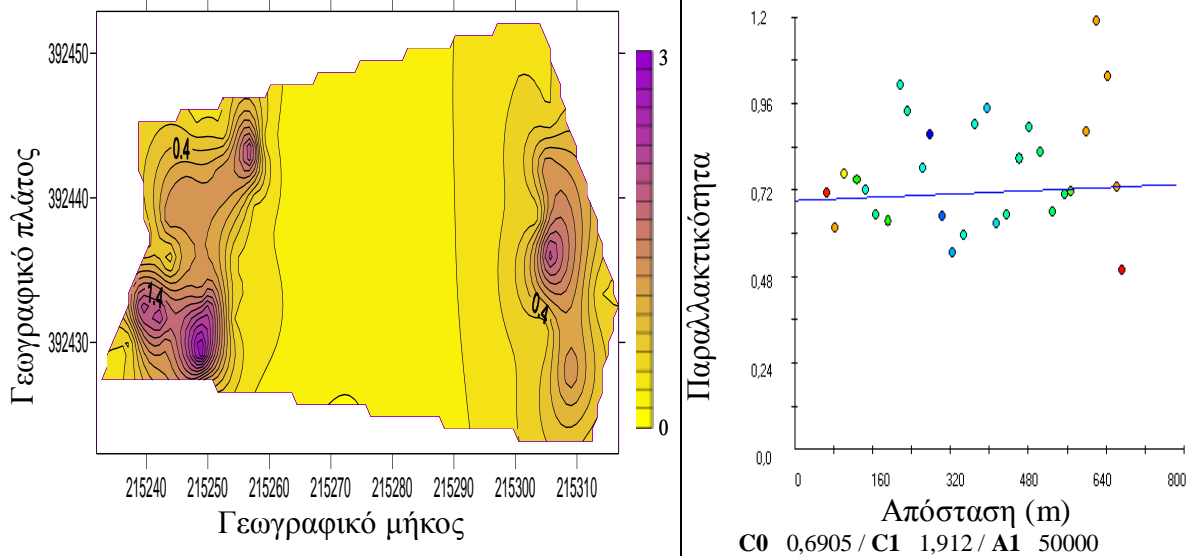
18-9-2007



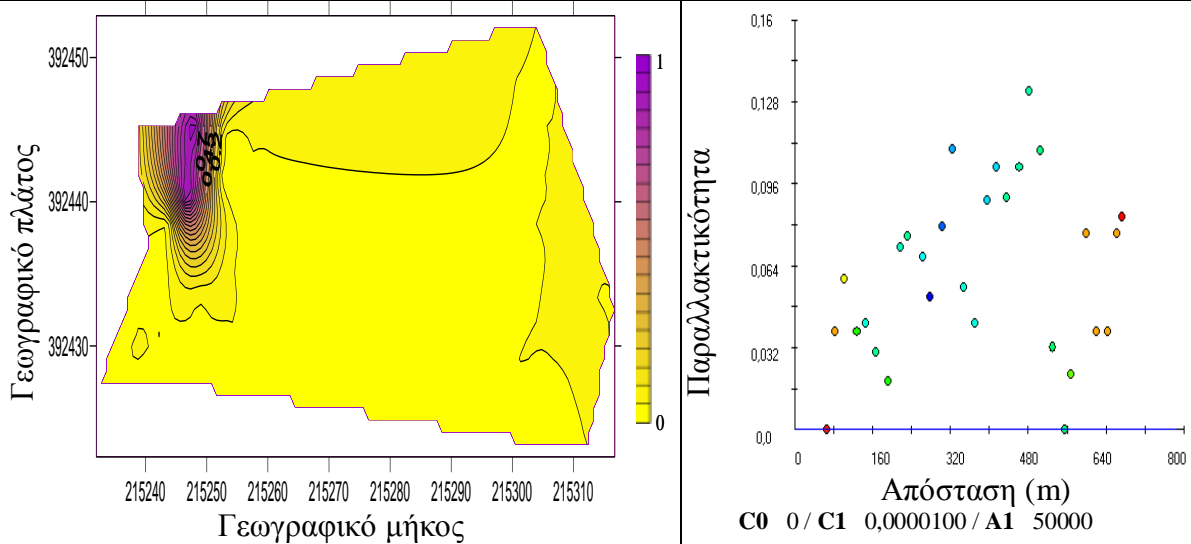
C0 nugget effect, C1 sill, A1 range

Διάγραμμα 26: Χωρική αποτύπωση της προσβολής καρποφόρων οργάνων από το *H. armingeri*

Δειγματοληψία Ιουλίου



Δειγματοληψία Σεπτεμβρίου



C0 nugget effect, **C1** sill, **A1** range

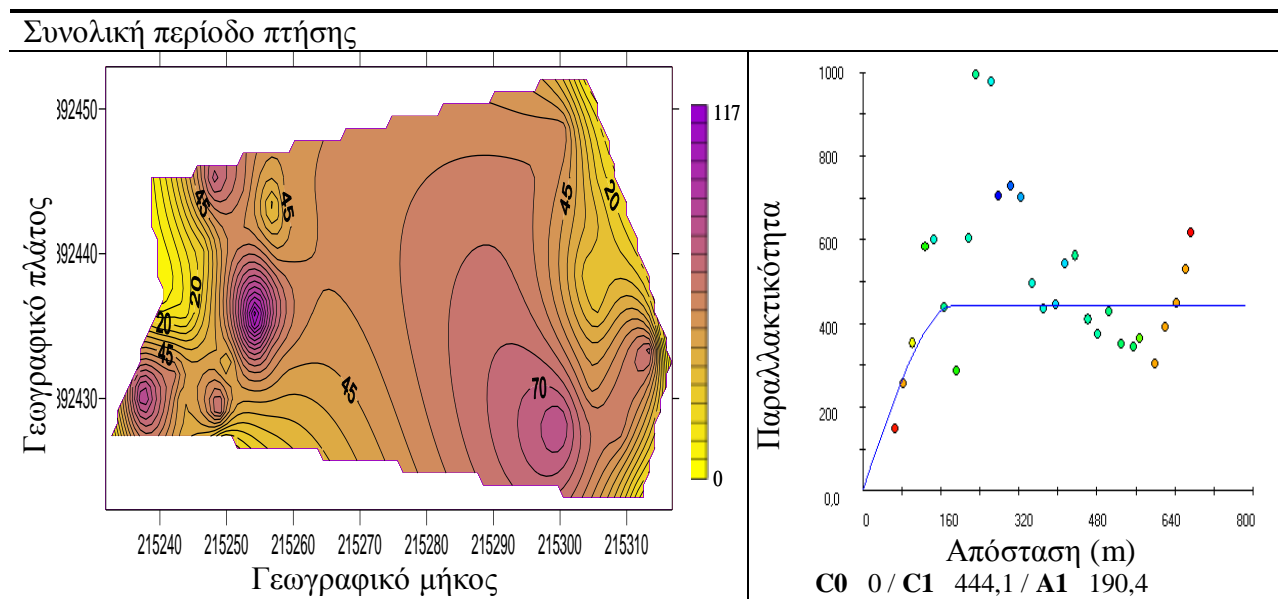
Pectinophora gossypiella

Στο Διάγραμμα 27, παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός του ρόδινου σκουληκιού σ' όλη την περίοδο πτήσης του, παρουσιάζει ομαδοποιημένη κατανομή. Στην αποτύπωση της χωρικής κατανομής παρουσιάζονται σημεία έντονης συνάθροισης του πληθυσμού, τα οποία αντιστοιχούν σε αγροκτήματα με καλλιέργεια βαμβακιού, που είναι διασκορπισμένα σε όλη την έκταση του πειραματικού τεμαχίου.

Από την αρχή της εμφάνισης των ενηλίκων του ρόδινου σκουληκιού στην περιοχή εφαρμογής του πειράματος, όπως φαίνεται στην Διάγραμμα 28, ο πληθυσμός του εντόμου ήταν εξαπλωμένος σ' όλη την έκταση του πειραματικού τεμαχίου, εμφανίζοντας ομαδοποιήσεις. Ιδιαίτερα σε περιόδους που ο πληθυσμός του εντόμου διατηρείται σε υψηλά επίπεδα (2^η και 3^η γενιά) οι ομαδοποιήσεις του πληθυσμού γίνονται εντονότερες. Παρατηρούμε, ότι τόσο σε επίπεδα χαμηλού όσο και σε επίπεδα υψηλού πληθυσμού, η διασπορά του εντόμου είναι παρόμοια και εμφανίζει ομαδοποιημένη κατανομή. Εξαίρεση, παρατηρείται στην χωρική αποτύπωση των συλλήψεων της τελευταίας παρατήρησης (30/9/2007), κατά την οποία ο πληθυσμός του εντόμου παρουσιάζει τυχαία κατανομή, γεγονός που οφείλεται στο μικρό αριθμό συλληφθέντων ενηλίκων (1).

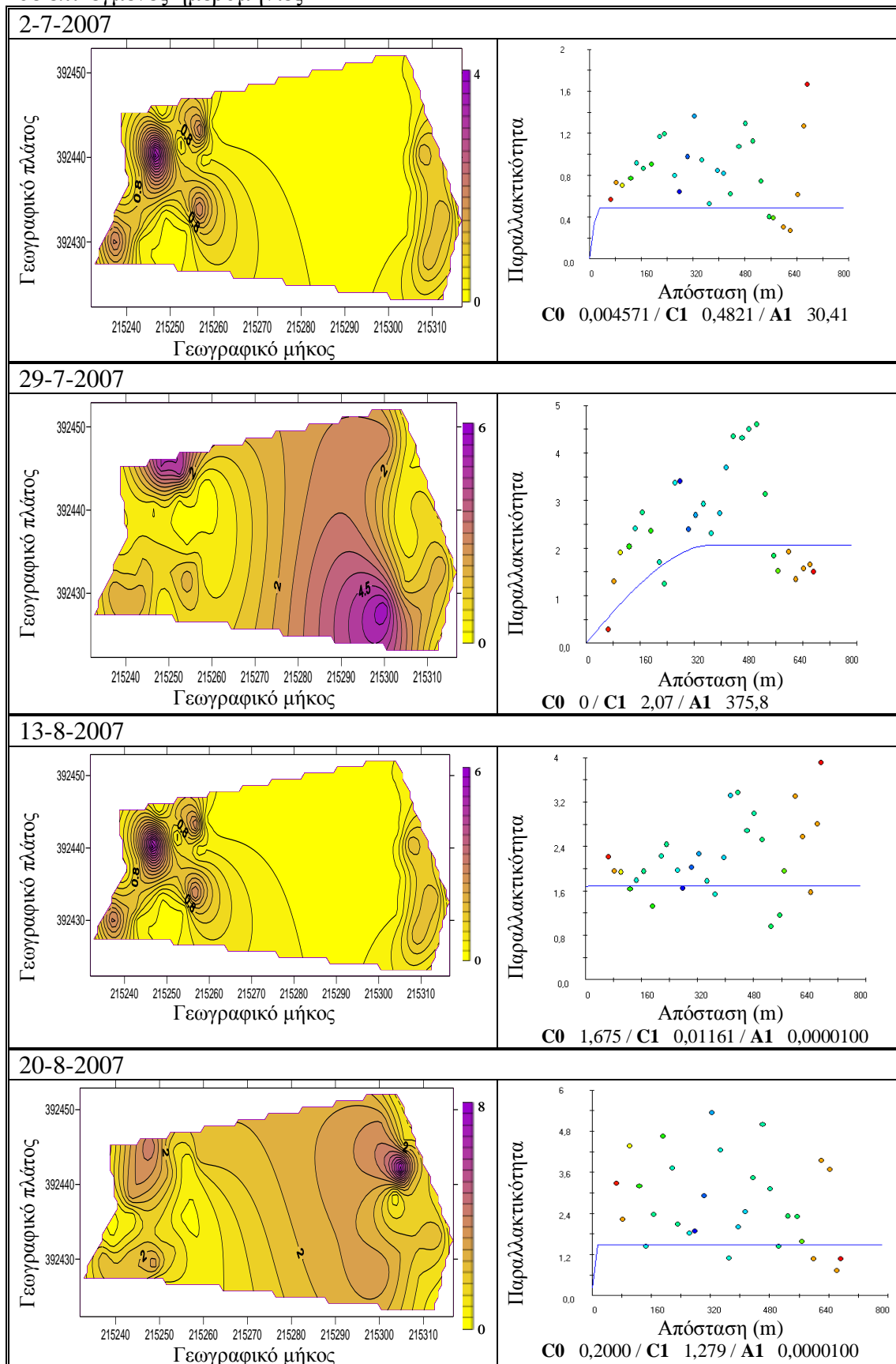
Σε αντίθεση με τη χωρική διασπορά του εντόμου, η προσβολή του βαμβακιού από το ρόδινο σκουλήκι ακολουθεί τυχαία κατανομή (Διάγραμμα 29).

Διάγραμμα 27: Αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *P. gossypiella* για όλη την περίοδο πτήσης του (αριστερή στήλη) και το αντίστοιχο βαριόγραμμα (δεξιά στήλη)



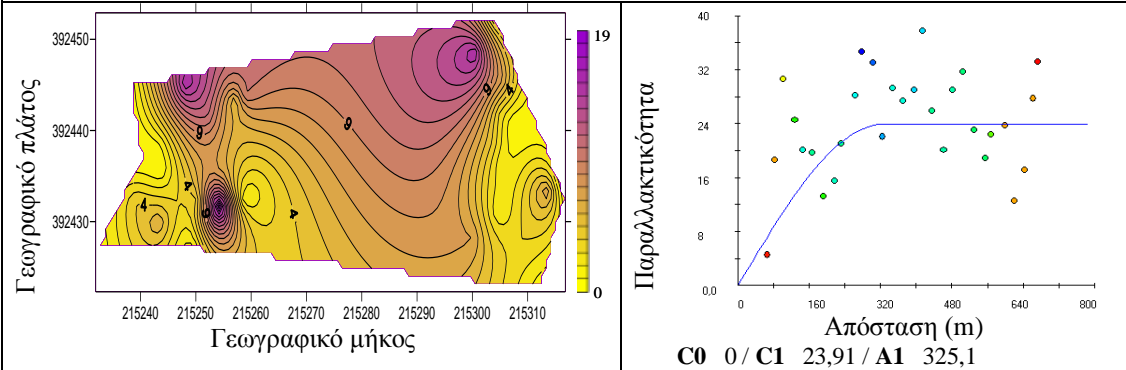
C0 nugget effect, C1 sill, A1 range

Διάγραμμα 28: Αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *P. gossypiella* (αριστερή στήλη) και τα αντίστοιχα βαριόγραμματα (δεξιά στήλη) σε επιλεγμένες ημερομηνίες

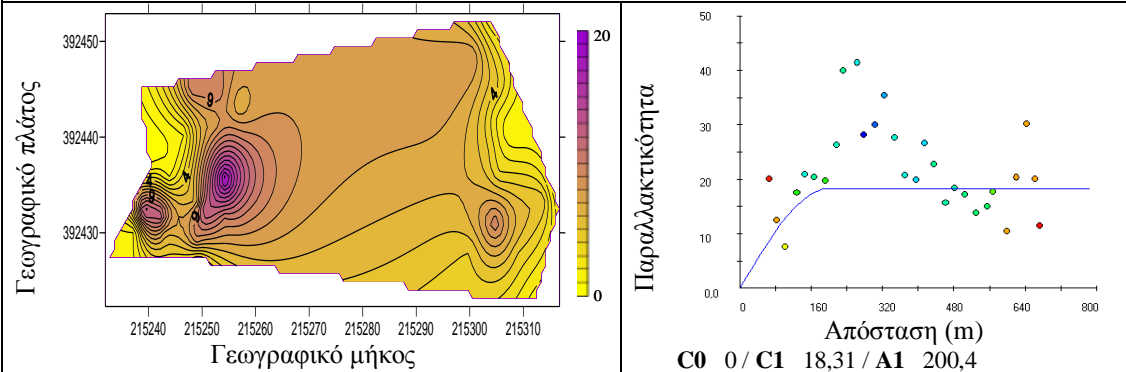


(Διάγραμμα 28, συνέχεια)

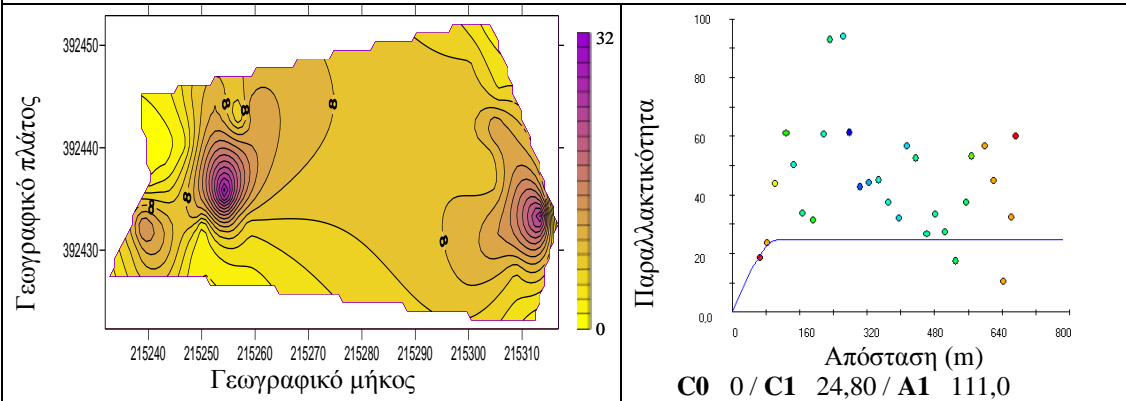
28-8-2007



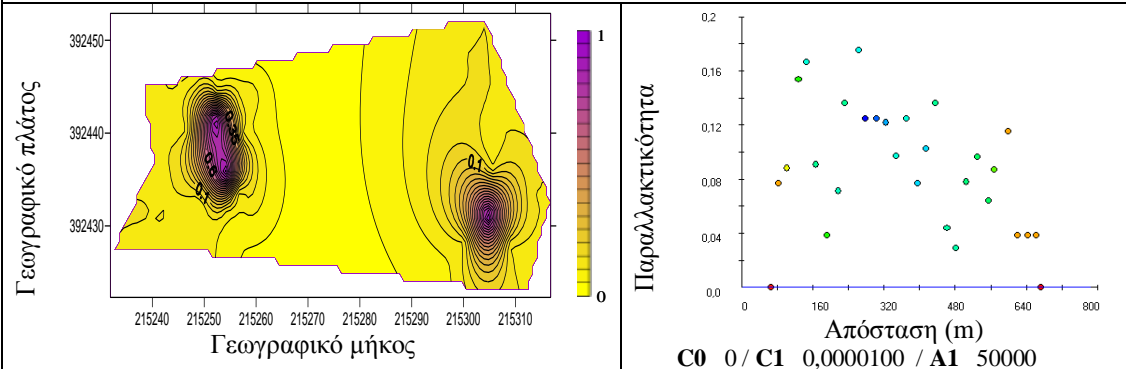
3-9-2007



18-9-2007



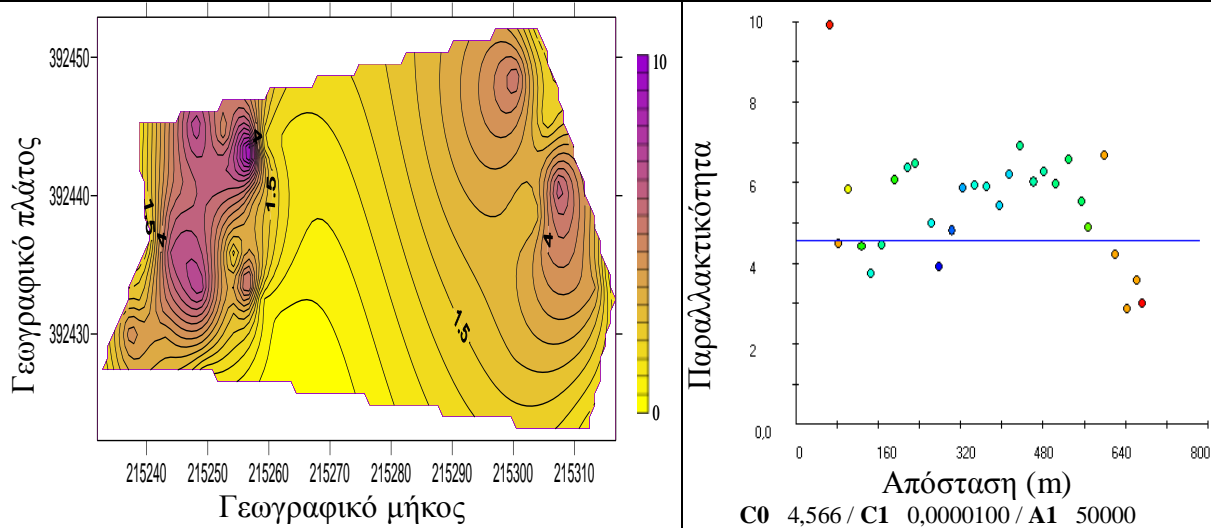
30-9-2007



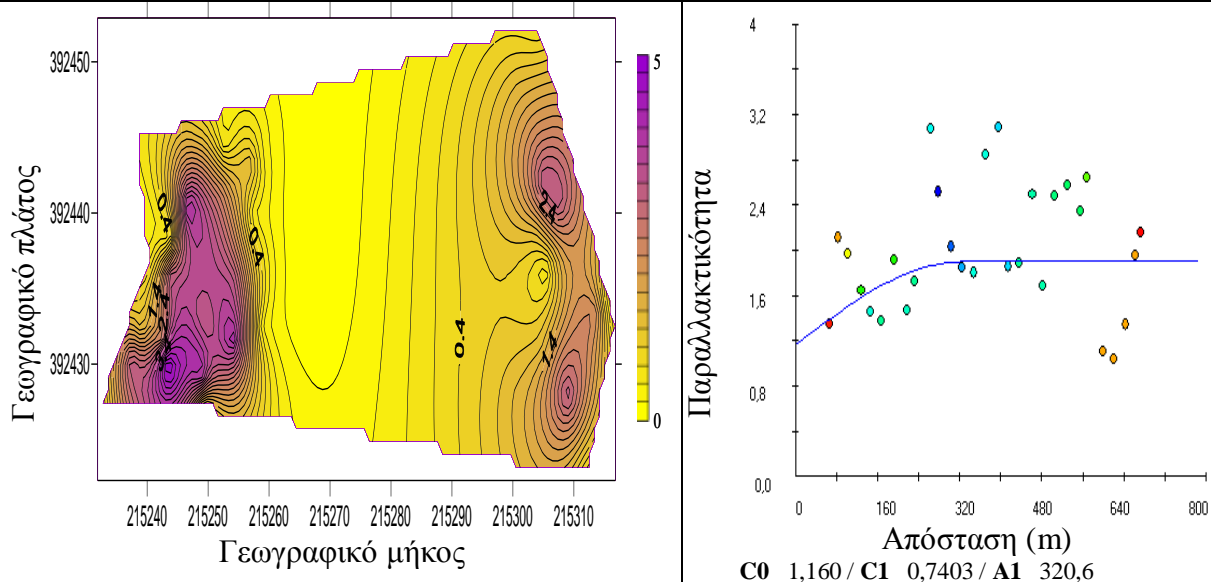
C0 nugget effect, C1 sill, A1 range

Διάγραμμα 29: Χωρική αποτύπωση της προσβολής καρποφόρων οργάνων από το *P. gossypiella*

Δειγματοληψία Ιουλίου



Δειγματοληψία Σεπτεμβρίου



C0 nugget effect, C1 sill, A1 range

Συζήτηση

Στο δεύτερο τμήμα της εργασίας αναλύσαμε τη χωρική διάσταση των δεδομένων, η οποία παρέχει απευθείας εκτίμηση της επίδρασης της ετερογένειας του αγρο-οικοσυστήματος στη δυναμική των πληθυσμών των εντόμων, στη διασπορά και την επιλογή ενδιαιτήματος, παραγόντων σημαντικών για την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης εντομολογικών πληθυσμών (Carriere, 2005). Ο τρόπος με τον οποίο ο πληθυσμός ενός εντόμου κατανέμεται σε μια περιοχή παίζει πρωταρχικό ρόλο στον τρόπο εφαρμογή της μεθόδου αντιμετώπισης του (εστιασμένη χωρικά ή μη), ώστε να είναι αποτελεσματική, με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος για τον παραγωγό και το περιβάλλον.

Μελετώντας και συγκρίνοντας τους εβδομαδιαίους χάρτες χωρικής κατανομής του πράσινου σκουληκιού, παρατηρούμε σταθερή συγκέντρωση του πληθυσμού του εντόμου στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, χωρίς ωστόσο ο πληθυσμός να παρουσιάζει ομαδοποιημένη κατανομή. Η χωρική αποτύπωση των ενηλίκων του πράσινου σκουληκιού, παρουσιάζει τυχαία κατανομή του πληθυσμού του εντόμου, με τις γραμμές ίσων τιμών του χάρτη να σχηματίζουν τμήματα ισοκατανομής πληθυσμού. Αντίθετα ο πληθυσμός του ρόδινου σκουληκιού παρουσιάζει έντονες ομαδοποιήσεις.

Και στα δύο είδη αναμενόμενη ήταν μια τυχαία κατανομή του πληθυσμού στις περιπτώσεις μικρών πληθυσμών, ενώ όταν ο πληθυσμός εμφανίζεται αυξημένος η κατανομή να χαρακτηρίζεται από ομαδοποιήσεις. Αυτό ισχύει για τον πληθυσμό του ρόδινου σκουληκιού. Ωστόσο, για το πράσινο σκουλήκι δεν ισχύει κάτι ανάλογο στη μελέτη μας. Το πράσινο σκουλήκι σε τοπικό επίπεδο παρουσιάζει κυρίως τυχαία κατανομή, ενώ εμφανίζει έντονα ομαδοποιημένη κατανομή μόνο σε χαμηλά επίπεδα πληθυσμού.

Από τη χωρική αποτύπωση της προσβολής της καλλιέργειας του βαμβακιού από τα δύο είδη, παρατηρούμε ότι η προσβολή παρουσιάζει τυχαία κατανομή γεγονός που εξηγείται από το μικρό αριθμό προσβεβλημένων καρποφόρων οργάνων. Ακόμη και στις περιόδους που οι πληθυσμοί των δύο ειδών εντόμων παρουσιάζονται αυξημένοι, η προσβολή της καλλιέργειας είναι μικρή. Επίσης, δεν υπάρχει ταύτιση μεταξύ των τμημάτων της περιοχής μελέτης που βρέθηκαν προσβεβλημένα καρποφόρα όργανα και των «hot spots» των πληθυσμών των εντόμων. Δηλαδή, τα αποτελέσματα, των

δειγματοληψιών για τη μέτρηση της προσβολής της καλλιέργειας, δεν συνάδουν με τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την εκτίμηση της διασποράς των πληθυσμών των δύο ειδών εντόμων στο υπό μελέτη αγρο-οικοσύστημα.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκαν στοιχεία της βιολογίας και της οικολογίας του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού του βαμβακιού (*H. armingeri* και *P. gossypiella*, αντίστοιχα) στην Καρδίτσα, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο επιδρά η σύνθεση των καλλιεργειών του αγροτικού οικοσυστήματος στις δύο αυτές παραμέτρους των πληθυσμών των παραπάνω εντόμων. Από τα αποτελέσματα της εργασίας, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα σχετικά με την παρουσία, τη διασπορά, τη χωρική κατανομή και τη σχέση μεγέθους εντομολογικού πληθυσμού / ποσοστού προσβολής της καλλιέργειας βαμβακιού, για την περιοχή της Καρδίτσας.

Το πράσινο σκουλήκι στην περιοχή μελέτης φαίνεται να συμπληρώνει 3 γενιές, ενώ η διασπορά του στο αγρο-οικοσύστημα επηρεάστηκε τόσο από την ετερογένεια του περιβάλλοντος ως προς τη σύνθεση των καλλιεργειών, όσο και από το φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας του βαμβακιού. Αποτέλεσμα ήταν η συγκέντρωση υψηλού αριθμού ενηλίκων στο τμήμα της περιοχής μελέτης που γειτνίαζε με καταλληλότερα, ίσως, ενδιαίτηματα για την ανάπτυξη του πληθυσμού του εντόμου (παρόλο που δεν υπήρχαν στο τμήμα αυτό βαμβακοκαλλιέργειες), όπως επίσης και σε αγρούς με όψιμη καλλιέργεια βαμβακιού.

Παρόλο που οι συλλήψεις των αρσενικών ενηλίκων στις φερομονικές παγίδες καταδεικνύουν την ύπαρξη υψηλών επιπέδων πληθυσμού του *H. armingeri*, και χωρίς να υπάρξει καταπολέμηση του εντόμου, η προσβολή της καλλιέργειας ήταν μικρή. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η εμφάνιση των γενεών του *H. armingeri* που παρουσίασαν αυξημένους πληθυσμούς (2^η και 3^η), δεν συνέπεσε με τα ευαίσθητα, για προσβολή από το έντομο, βλαστικά στάδια της καλλιέργειας του βαμβακιού στο αγρόκτημα μελέτης και επίσης, παρατηρήθηκε μετακίνηση του εντόμου σε γειτονικά αγροκτήματα.

Το ρόδινο σκουλήκι συμπληρώνει επίσης, 3 γενιές στην περιοχή μελέτης, παρουσιάζοντας έντονα ομαδοποιημένη κατανομή, ιδιαίτερα όταν παρατηρούνται υψηλά επίπεδα πληθυσμού. Η διασπορά του εντόμου δεν επηρεάστηκε από τη σύνθεση των καλλιεργειών, καθώς οι συναθροίσεις του πληθυσμού παρατηρήθηκαν σε τμήματα της περιοχής με καλλιέργειες βαμβακιού, φυτό που αποτελεί τον κατεξοχήν ξενιστή του είδους.

Σύμφωνα με τους Anastasiou *et. al* (2002) και Μπουχέλο (1999), υπάρχουν πολλά μοντέλα πρόβλεψης της αναμενόμενης προσβολής του βαμβακιού από το *P. gossypiella*, με βάση τις συλλήψεις ενηλίκων του είδους στις φερομονικές παγίδες. Ωστόσο στη μελέτη μας δεν φάνηκε να υπάρχει σχέση μεταξύ του ποσοστού προσβολής της καλλιέργειας και του αριθμού των συλλαμβανομένων ενηλίκων του εντόμου στις παγίδες. Επίσης, τα σημεία συγκέντρωσης υψηλού αριθμού ενηλίκων του *P. gossypiella* (Hot Spots), ήταν διαφορετικά από τα σημεία εμφάνισης υψηλού ποσοστού προσβεβλημένων καρποφόρων οργάνων από το έντομο.

Από τη μελέτη προκύπτει ότι οι ιδιαιτερότητες κάθε οικοσυστήματος επηρεάζουν τη βιολογία, την οικολογία και τη συμπεριφορά των εντόμων. Σε τοπικό επίπεδο θα πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί ως προς τις γενικές γνώσεις που έχουμε για το κάθε είδος εντόμου και να παρακολουθούμε με τις κατάλληλες μεθόδους την εξέλιξη του πληθυσμού, ώστε να αποφύγουμε οικονομικές ζημιές της καλλιέργειας και να εφαρμόσουμε εγκαίρως αποτελεσματικές μεθόδους καταπολέμησης, αν χρειαστεί. Στη μελέτη μας αναμέναμε ομαδοποιημένη κατανομή του πληθυσμού του πράσινου σκουληκιού, πράγμα που δεν συνέβη, όπως επίσης και την ύπαρξη σχέσης μεταξύ μεγέθους εντομολογικού πληθυσμού και ποσοστού προσβολής του βαμβακιού (εφόσον δεν εφαρμόστηκε κάποια μέθοδος αντιμετώπισης των δύο ειδών), που επίσης δεν υπήρξε.

Στην περιοχή μελέτης και τη δεδομένη καλλιεργητική περίοδο, καταδεικνύεται, από την εργασία, για την περίπτωση του ρόδινου σκουληκιού η ανάγκη στοχευμένης χωρικά και χρονικά εφαρμογής μεθόδων αντιμετώπισης, λόγω της ομαδοποιημένης κατανομής που εμφανίζει ο πληθυσμός του, ενώ στην περίπτωση του πράσινου σκουληκιού η μέθοδος αντιμετώπισης θα έπρεπε να καλύπτει όλη την περιοχή (π.χ. εφαρμογή καθολικού ψεκασμού).

Για τη μελέτη της χωρικής κατανομής και της δυναμικής των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού χρησιμοποιήσαμε παραδοσιακές μεθόδους, αλλά και σύγχρονες μεθόδους γεωστατιστικής. Από τη σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων, προκύπτει ότι οι σύγχρονες μέθοδοι γεωστατιστικής μπορεί να αποτελέσουν εργαλεία παρακολούθησης της οικολογικής εξέλιξης ενός πληθυσμού, παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα να εκτιμηθούν τα πιθανά σημεία εμφάνισης προσβολών σε μια καλλιέργεια. Αντίθετα, οι απλές στατιστικές μέθοδοι μπορούν

μόνο να αποτελέσουν εργαλεία γενικών αναλύσεων, που μπορούν να οδηγήσουν στην υιοθέτηση αποτελεσματικότερων μεθόδων δειγματοληψίας.

Παρόλο, που η εργασία μας πραγματοποιήθηκε σε σχετικά μικρή γεωγραφική έκταση, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χωρική και χρονική κατανομή των πληθυσμών του πράσινου και του ρόδινου σκουληκιού, επηρεάζονται από πλήθος οικολογικών παραγόντων και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την λήψη μέτρων ελέγχου των πληθυσμών τους. Ο συνυπολογισμός, της χωρικής-γεωγραφικής διάστασης της οικολογίας ενός πληθυσμού εντόμου αποτελεί βασικό στοιχείο, για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή προγραμμάτων αντιμετώπισης τους, με τη μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Όχι μόνο εφαρμόζουμε στοχευμένη τοπικά και χρονικά μέθοδο αντιμετώπισης, αλλά μπορούμε να αξιολογήσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της χρησιμοποιούμενης μεθόδου. Αποτελεί, η παρούσα εργασία, μια καλή αφορμή 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

- Μπουχέλος Θ. Κ., Αθανασίου Γ. Χ. και Γεωργίου Π. Α.** (1999). Συσχέτιση του αριθμού συλλήψεων των αρρένων ακμαίων του *Pectinophora gossypiella* (Saund.) σε φερομονικές παγίδες με το ποσοστό προσβολής στα καρποφόρα όργανα του βάμβακος στην περιοχή της Φαρκαδόνας Τρικάλων. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου.
- Μυγδάκος Ευθύμιος, Καντερές Νικήτας** (1994). Οικονομική και κοινωνική σημασία της βαμβακοκαλλιέργειας για την Ελλάδα. Πρακτικά Συνεδρίου ΓΕΩΤΕΕ με θέμα «Το ελληνικό βαμβάκι στην Ευρώπη». Λάρισα 13-14/5/94
- Μυρωνίδης Γεώργιος** (2009). Μελέτη της βιο-οικολογίας του *Helicoverpa armingeri* (Lepidoptera: Noctuidae) και του παρασιτοειδούς *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) στη Βόρεια Ελλάδα. (Διδακτορική Διατριβή)
- Σταμόπουλος Δημήτριος** (1995). Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών & λαχανικών (Εκδόσεις ΖΗΤΗ)
- Τόλης, Ι. Α.** (1986). Βαμβάκι. Εχθροί-Ασθένειες-Ζιζάνια
- Τζανακάκης Μ.** (1980). Μαθήματα εφαρμοσμένης εντομολογίας (2 ειδικό μέρος) (ΑΠΘ, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων)
- Χατζηγεωργίου Αλεξάνδρα** (2006). Βιολογική και Οικολογική μελέτη του Ρόδινου Σκουληκιού *Pectynophora gossypiella* (Saunders) στη Βόρεια Ελλάδα (Διδακτορική Διατριβή)

Ξενόγλωσση

- Athanassiou Christos G., Nickolas G. Kavallieratos, Fotios T. Gravanis, Nickolas A. Koukounitsas and Despoina E. Roussou** (2002). Influence of the trapytype, pheromone quality and trapping location on capture of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). Appl. Entomol. Zool., **37** (3), 385-391
- Bohmfalk G.T., Frisbie R.E., Sterling W.L., Metzger R.B. and A.E. Knutson A.E.** Identification, biology and sampling of cotton insects.
- Carriere, Yves, Peter C. Ellsworth, Pierre Dutilleul, Christa Ellers-Kirk, Virginia Barkley & Larry Antilla** (2005). A GIS-based approach for areawide pest management: the scales of *Lygus Hesperus* movements to cotton from alfalfa, weeds and cotton. Entomologia Experimentalis et Applicata, **118**, 203-210
- 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 Marie-Josée and Dale Mark.** Spatial Analysis - A guide for ecologists. Cambridge University Press, 2005.

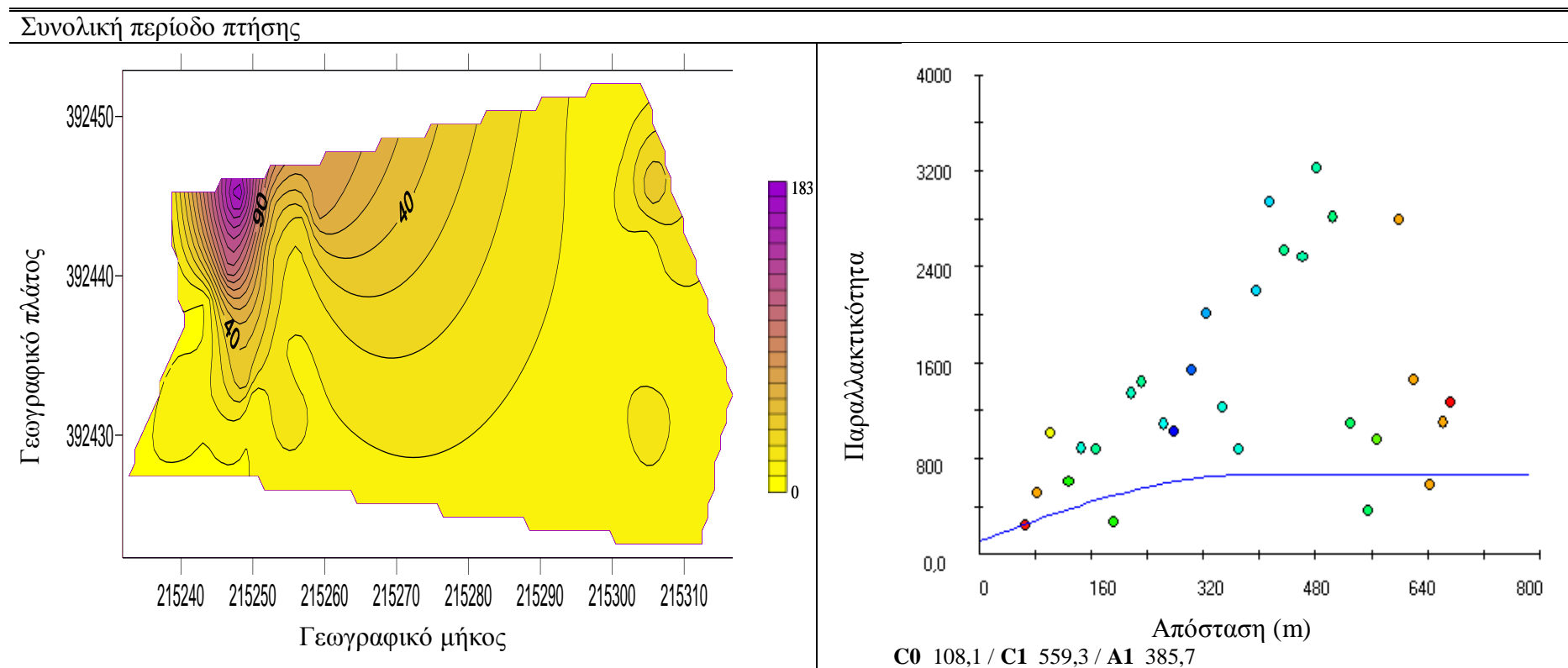
- Henneberry, T. J. and Naranjo E.S.** (1998). Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. *Integrated Pest Management Reviews* , **3**, 31-52
- Kounatidis, I., N. T. Papadopoulos, P. Mavragani-Tsipidou, Y. Cohen, K. Terivanidis, M. Nomikou & D. Nestel** (2008). Effect of elevation on spatio-temporal patterns of olive fly (*Bactrocera oleae*) population in northern Greece. *J. Appl. Entomol.*
- Lammers J. W., MacLeod A.,** (2007). Report of a Pest Risk Analysis, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808)
- Liebhold, A. M., Richard E. Rossi, William P. Kemp.** Geostatistics and Geographic Information Systems in Applied Insect Ecology.
- Lloyd, J. Richard, Murray A. H. David and Hopkinson E. Jamie** (2008). Abundance mortality of overwintering pupae of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on the Darling Downs, Queensland, Australia. *Australian Journal of Entomology*, **47**, 297-306
- 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
- Moral Garcia, F.J.** (2006). Analysis of the Spatio-temporal Distribution of *Helicoverpa amingera* Hb. in a Tomato field using a stochastic Approach. *Biosystems Engineering*, **93** (3), 253-259
- Murray, D. A. H. and M. P. Zalucki** (1994). Spatial Distribution and Mortality of *Helicoverpa* spp. Pupae (Lepidoptera: Noctuidae) under Field Crops on the Darling Downs, Queensland. *J. Aust. Ent. Soc.*, **33**, 193-198
- Nestel D., Carvalho J. and nemni-Lavy E.** (2004). The spatial dimension in the ecology of insect pests and its relevance to pest management.
- Papadopoulos, Nikos, Byron I. Katsoyannos and David 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
- Perovic, David J., Marie-Louise Johnson, Brad Scholz and Myron P. Zalucki** (2008). The mortality of *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) neonatelarvae in relation to drop-off and soil surface temperature: the danger of bungy jumping. *Australian Journal of Entomology*, **47**, 289-296
- Rosie Yacoub** (2007). G/IS use in the areawide management of the glassy-winged sharpshooter (*H. vitripennis*), *Proceedings of the 27th Annual ESRI International User Conference*
- Sequeira, R.** (2001). Inter-seasonal population dynamics and cultural management of *Helicoverpa* sp. in a Central Queensland cropping system. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **41**, 249-259
- Sequeira, R. V., J. L. McDonald, A. D. Moore, G. A. Wright & L. C. Wright** (2001). Host plant selection by *Helicoverpa* spp. in chickpea-copmanion cropping systems. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **101**, 1-7

- Smith C. Wayne, Cothren J. Tom** (1999). COTTON Origin, History, Technology, and Production (Edited by C. Wayne Smith and J. Tom Cothren)
- Taylor R. L.** (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect population. *Ann. Rev. Entomol.* **29**: 321-357

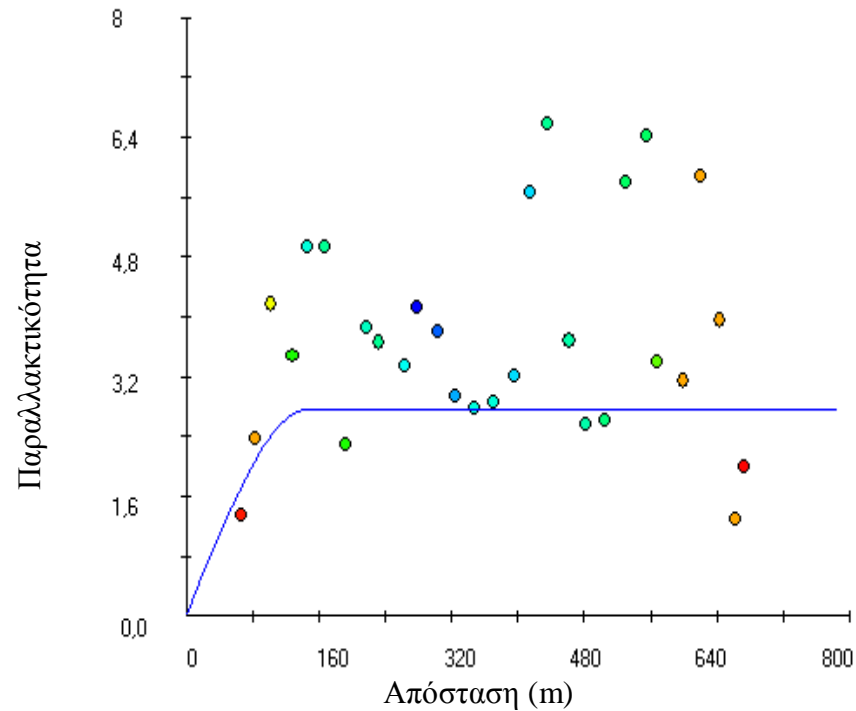
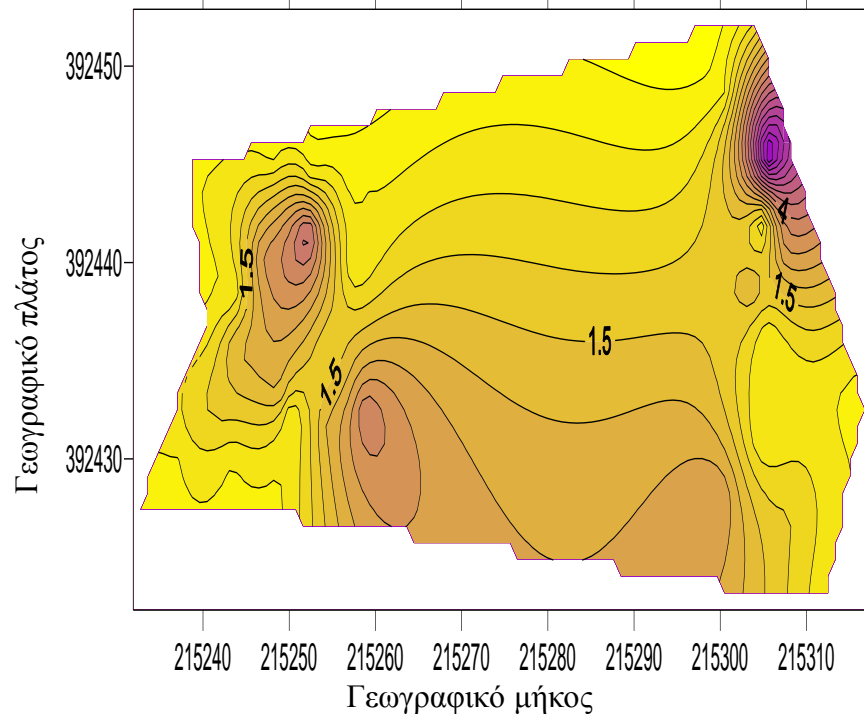
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Χωρική κατανομή πληθυσμών του *H. armingera* και του *P. gossypiella* και προβολής καρποφόρων οργάνων

Αποτύπωση της χωρικής κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *H. armingera* (αριστερή στήλη) και τα αντίστοιχα βαριογράμματα (δεξιά στήλη)

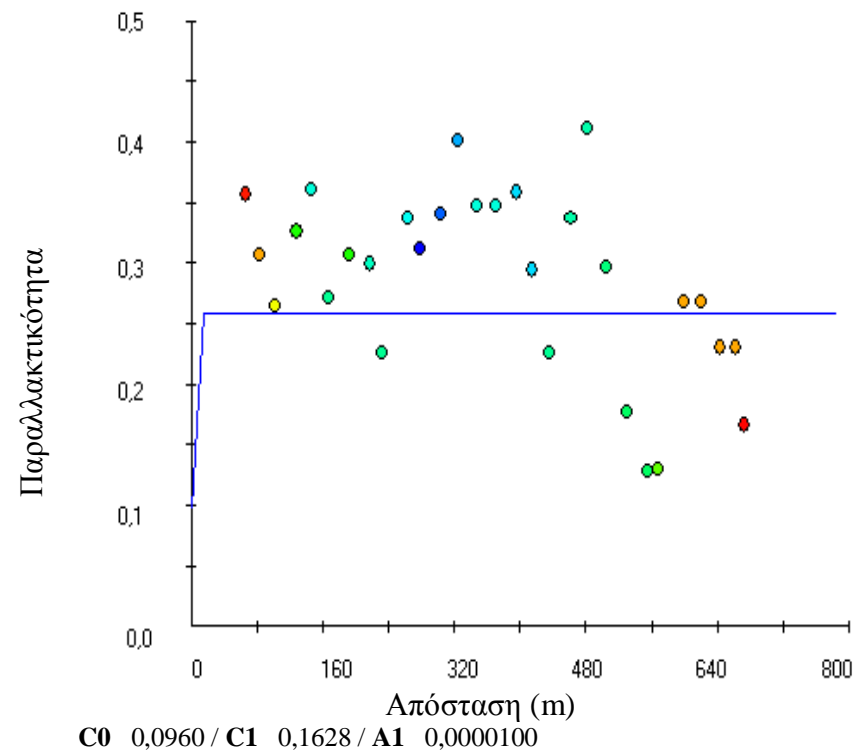
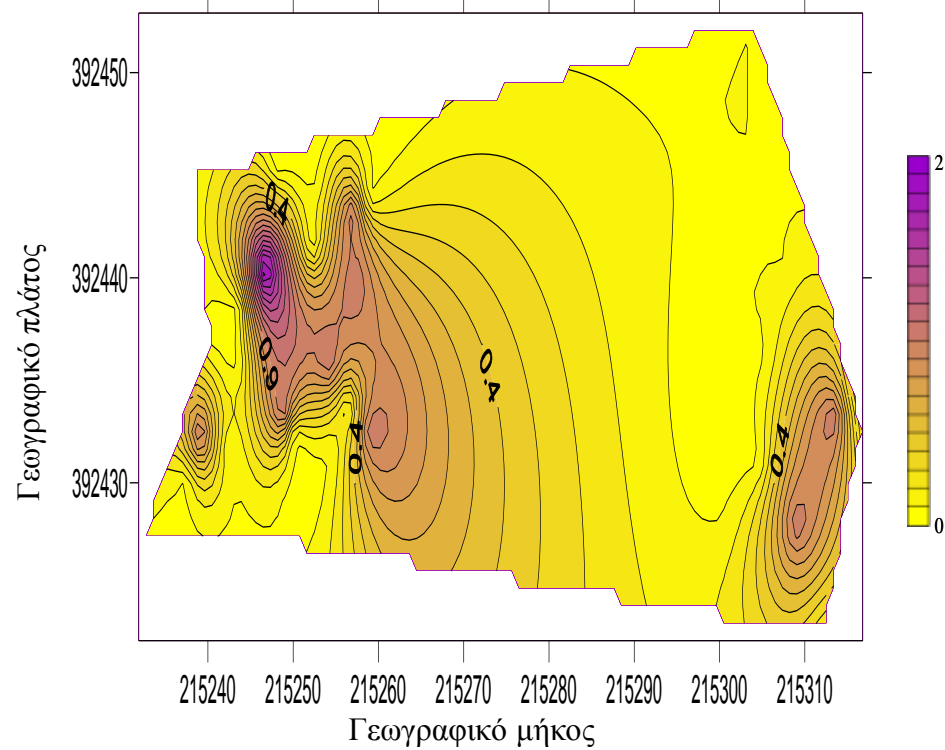


2-7-2007

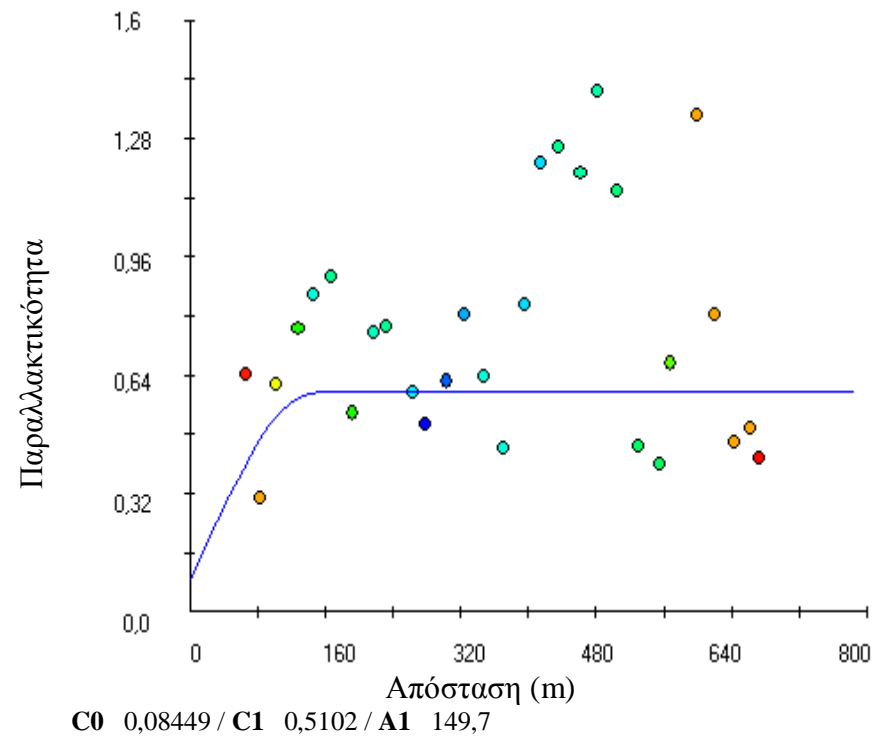
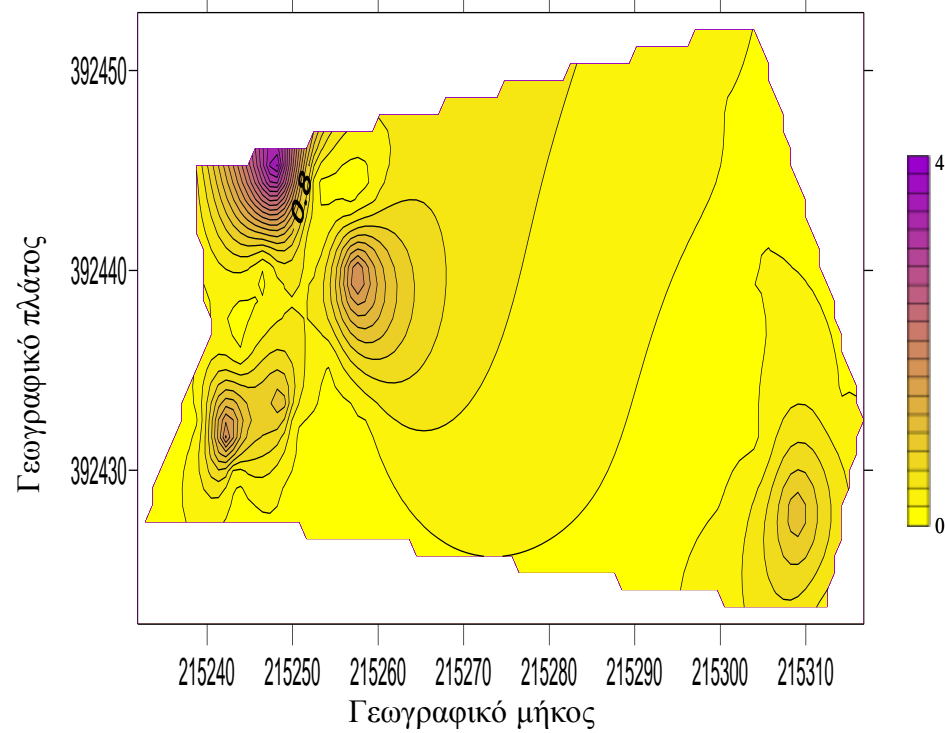


C0 0 / C1 2,772 / A1 149,2

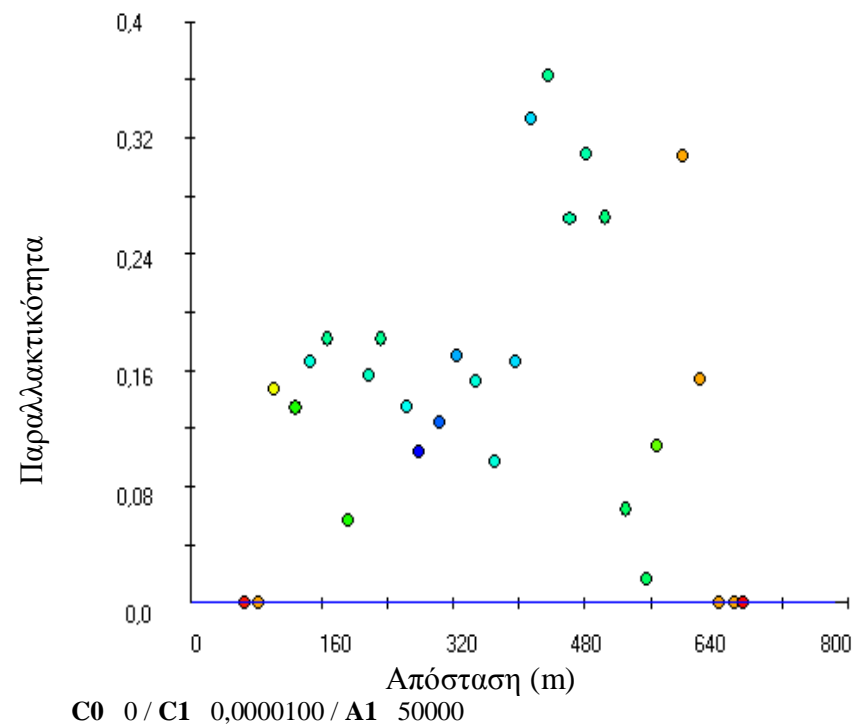
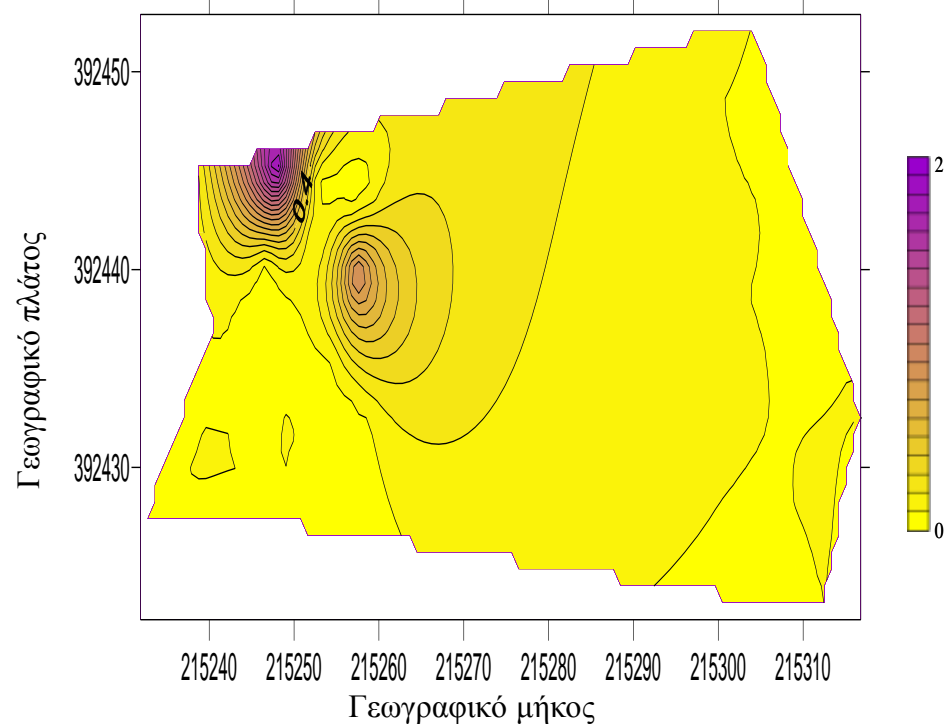
8-7-2007



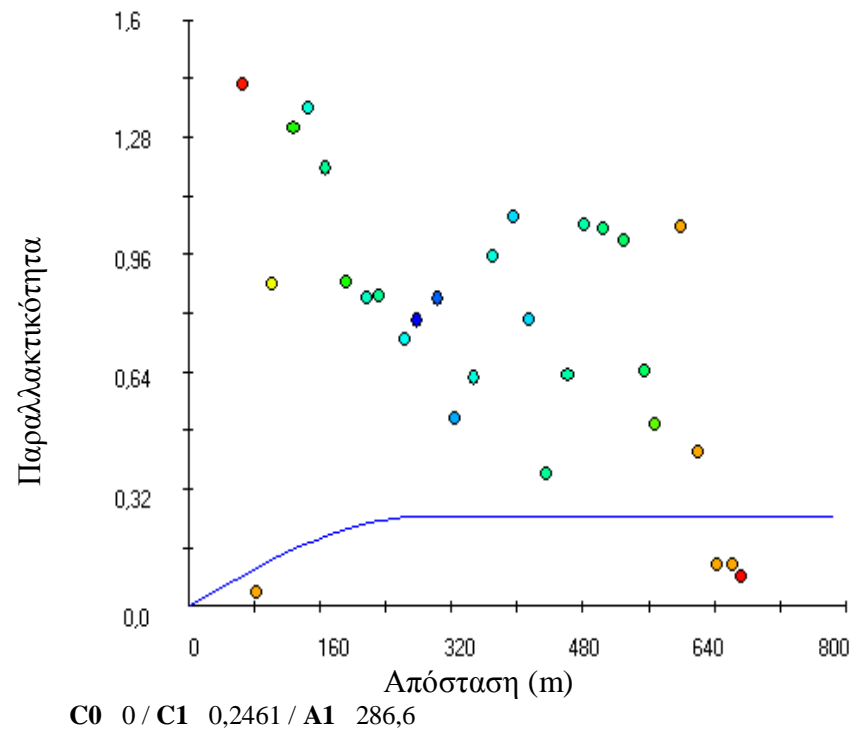
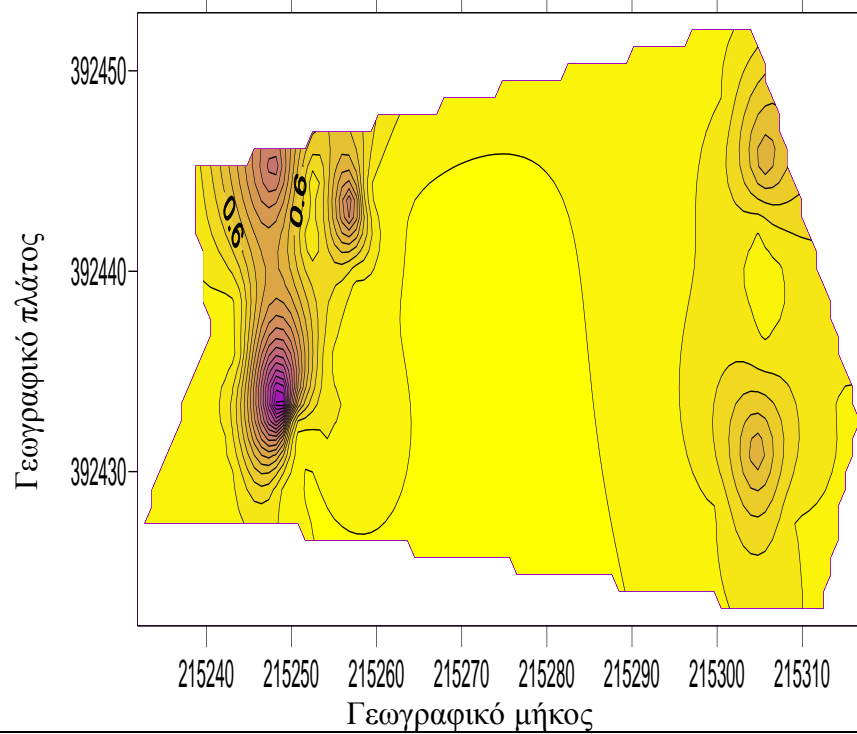
15-7-2007



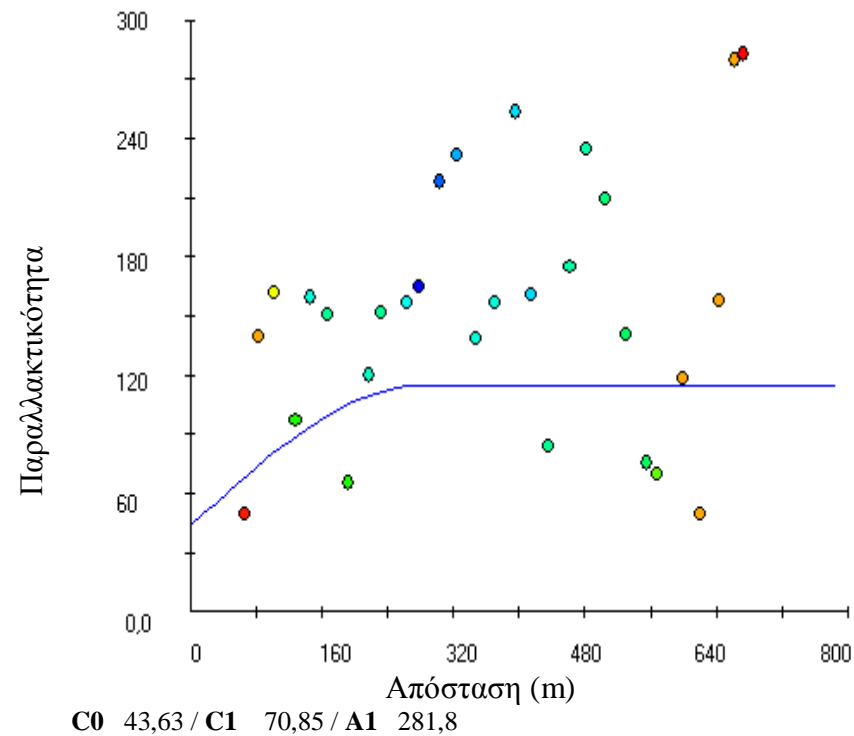
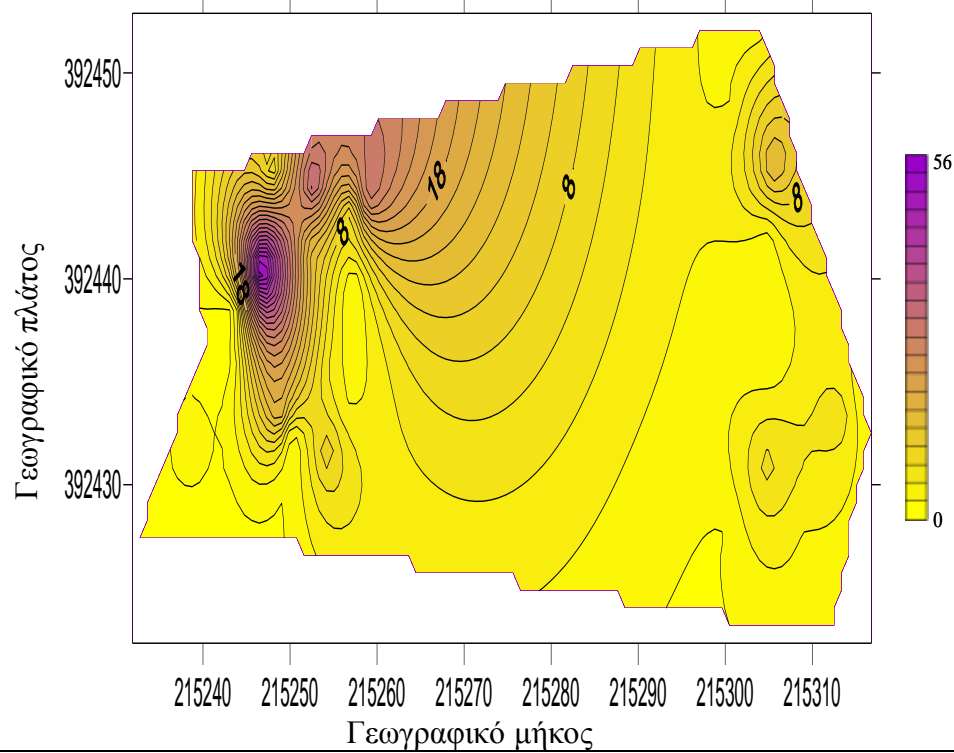
22-7-2007



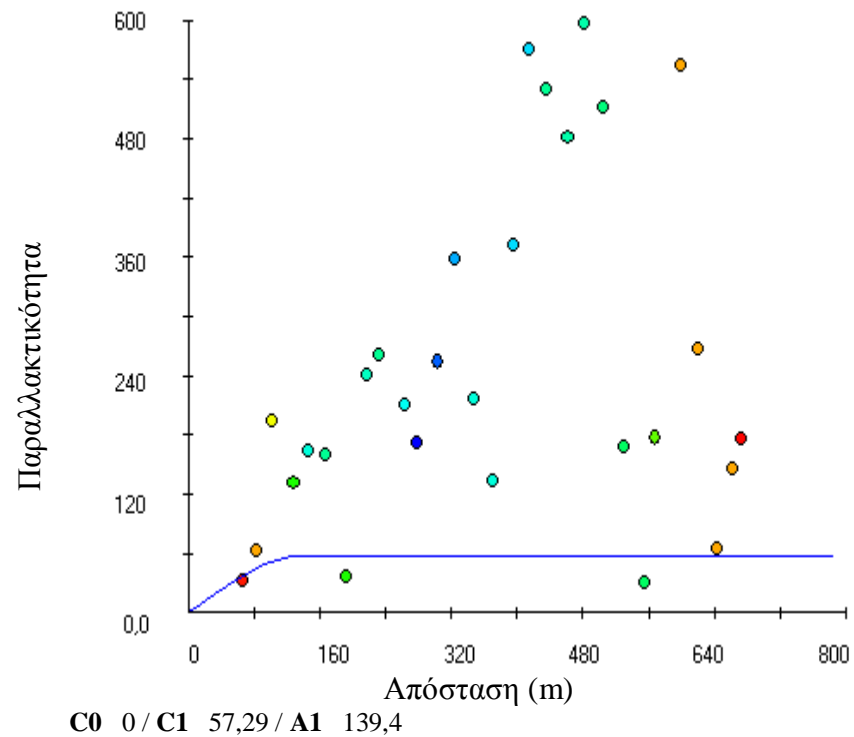
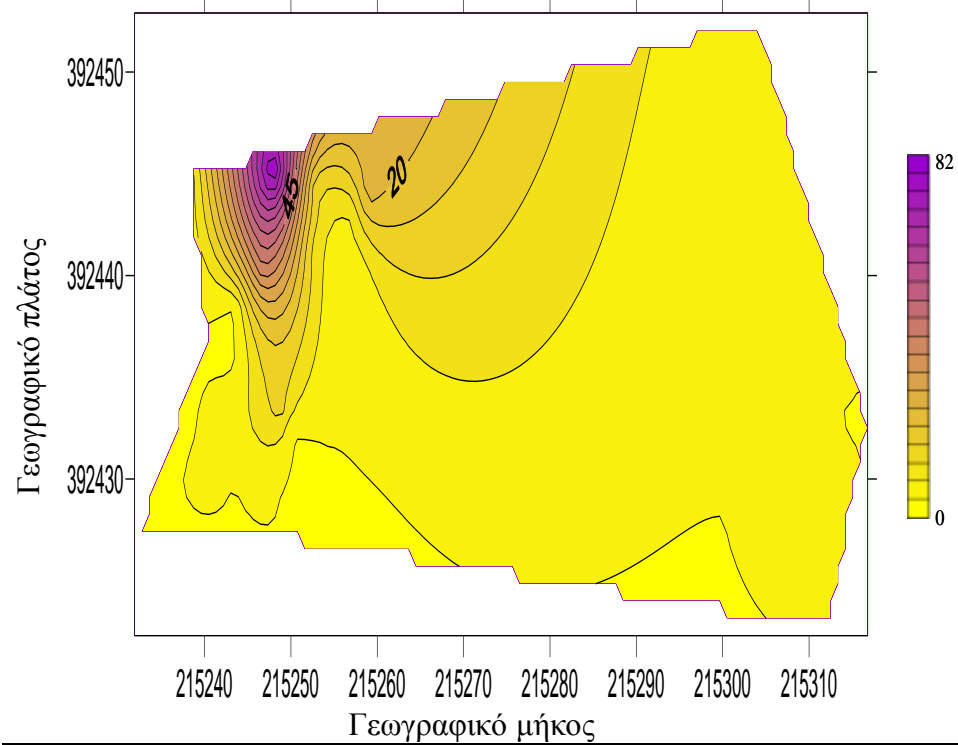
29-7-2007



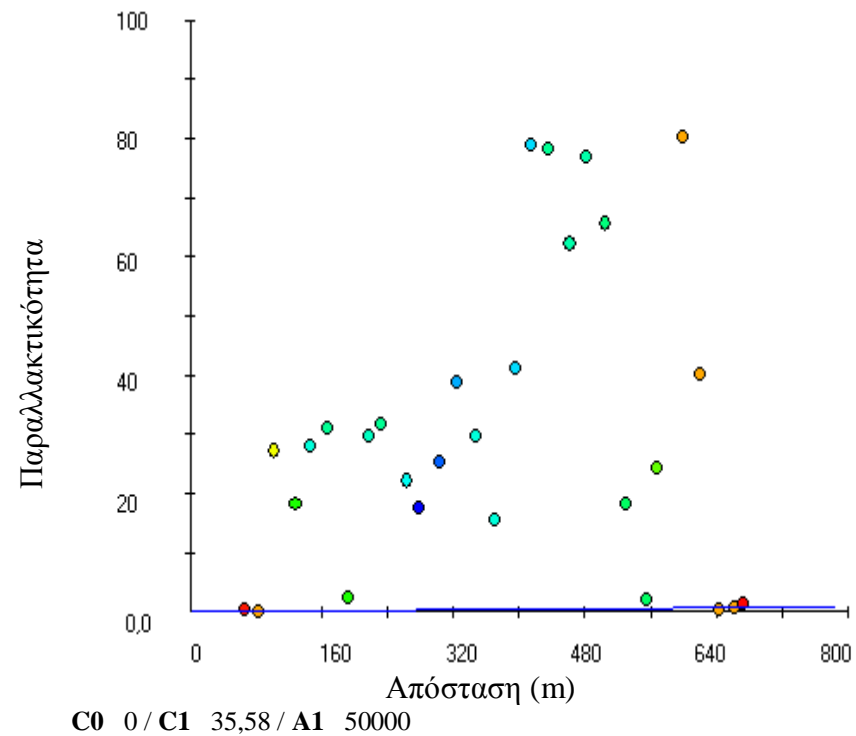
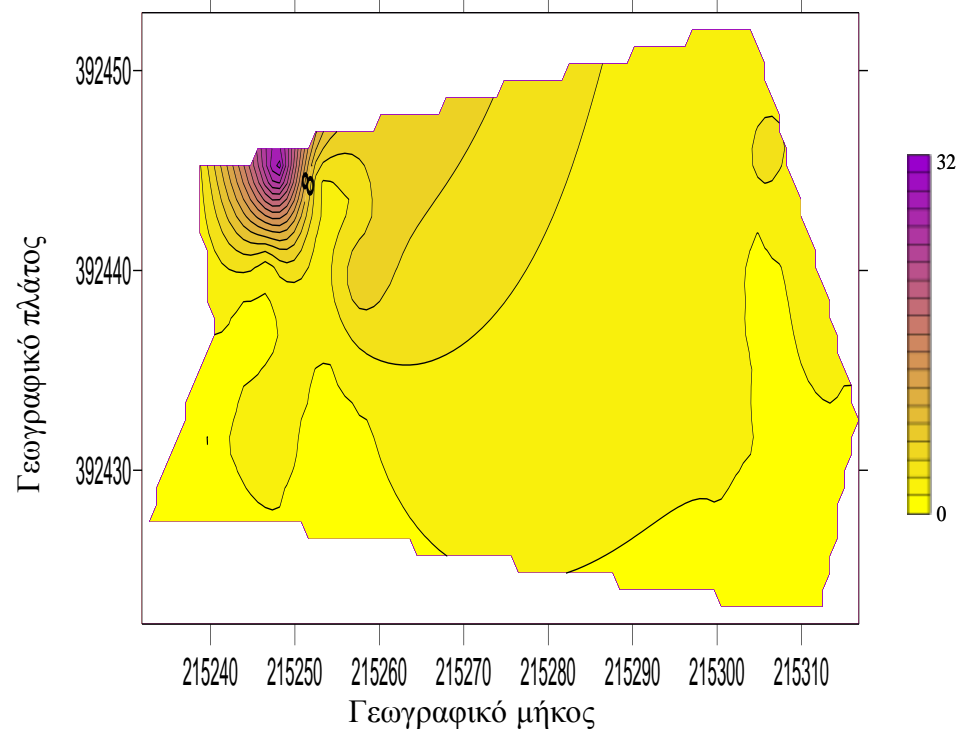
7-8-2007



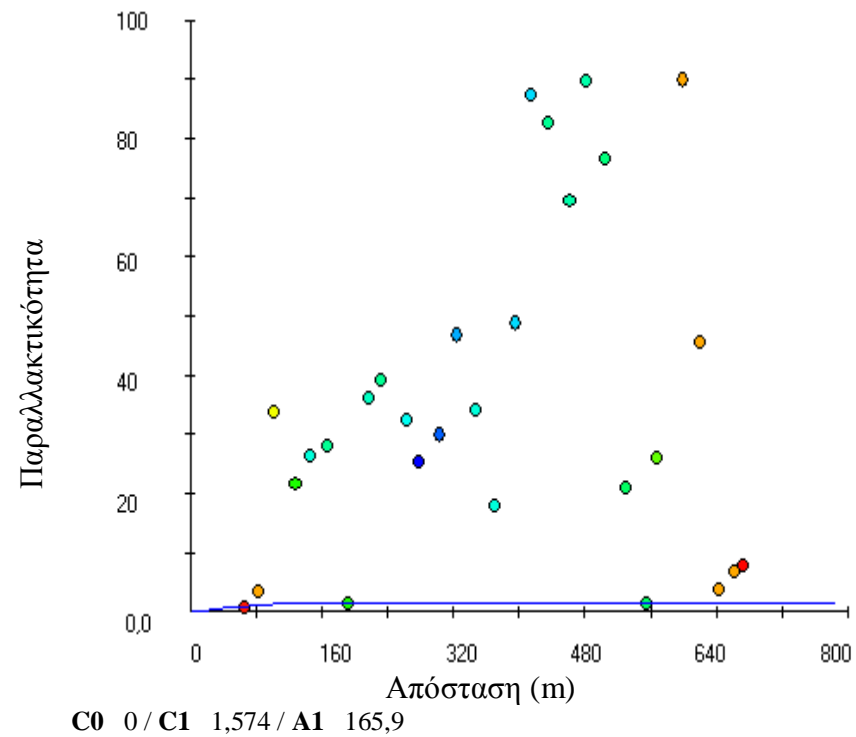
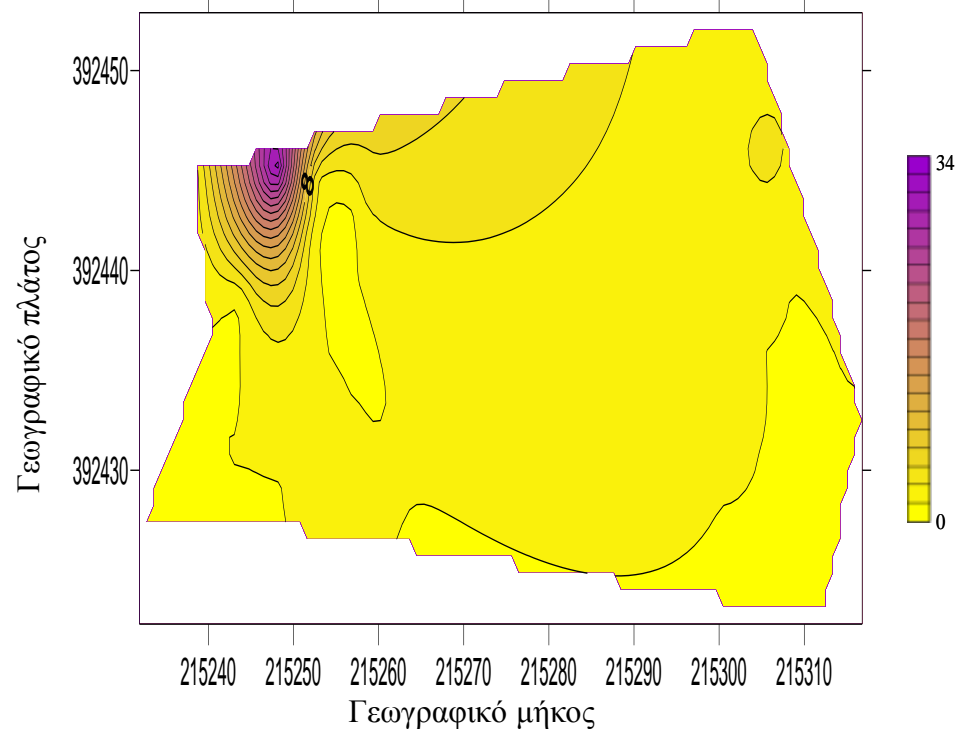
13-8-2007



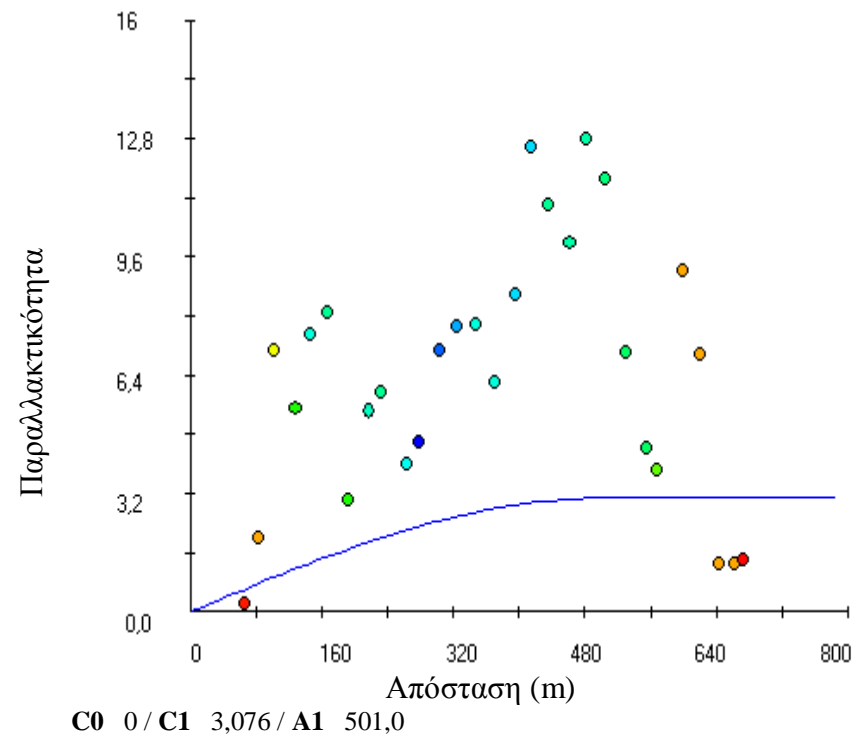
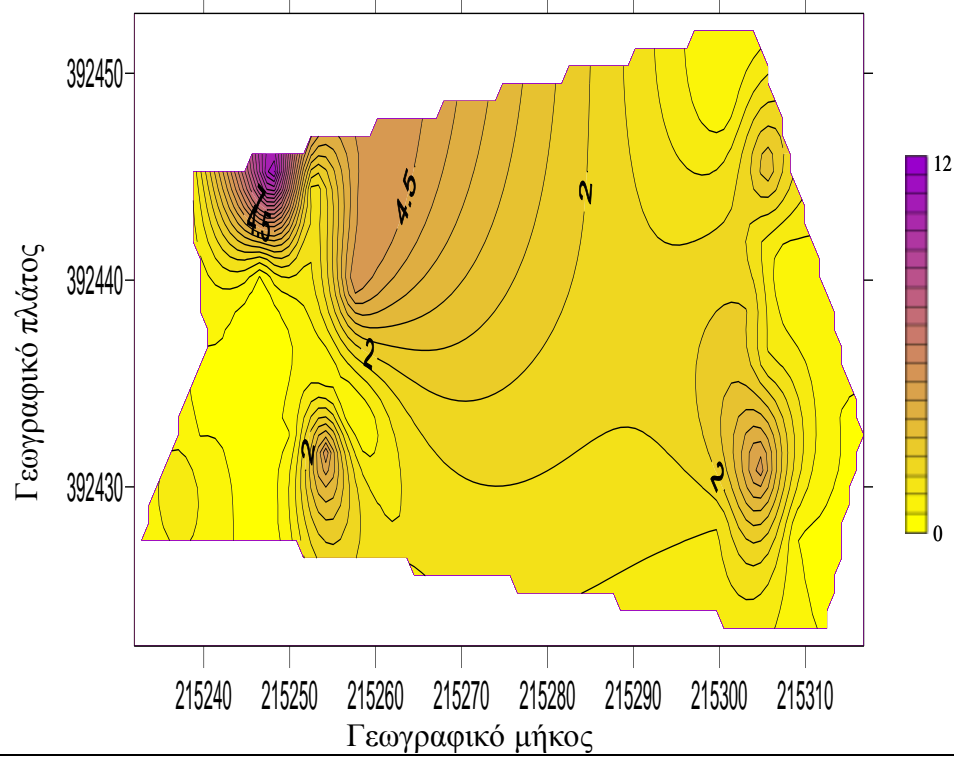
20-8-2007



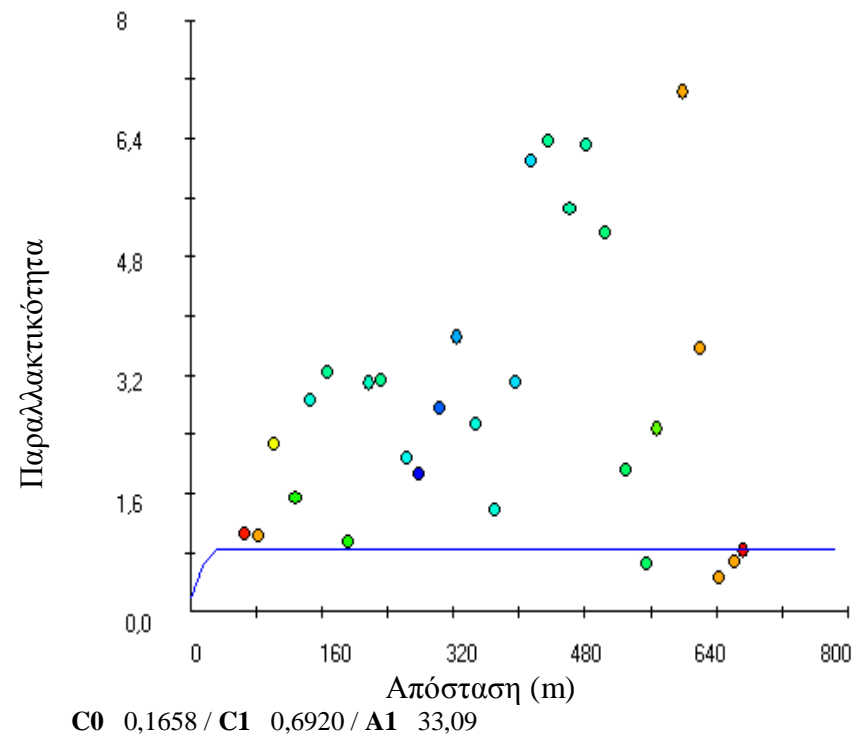
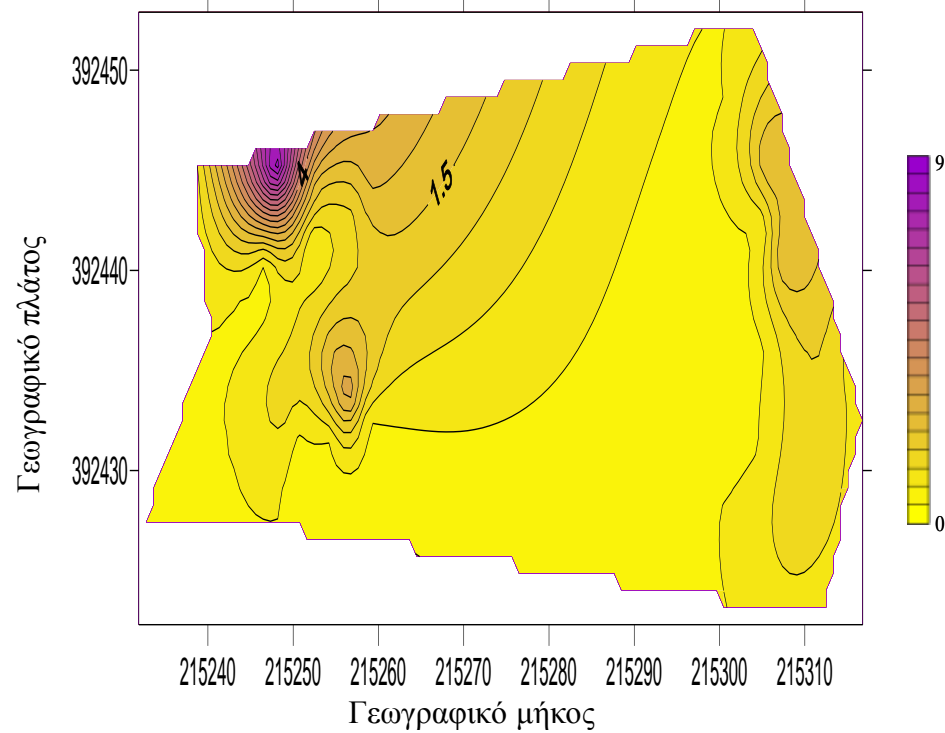
28-8-2007



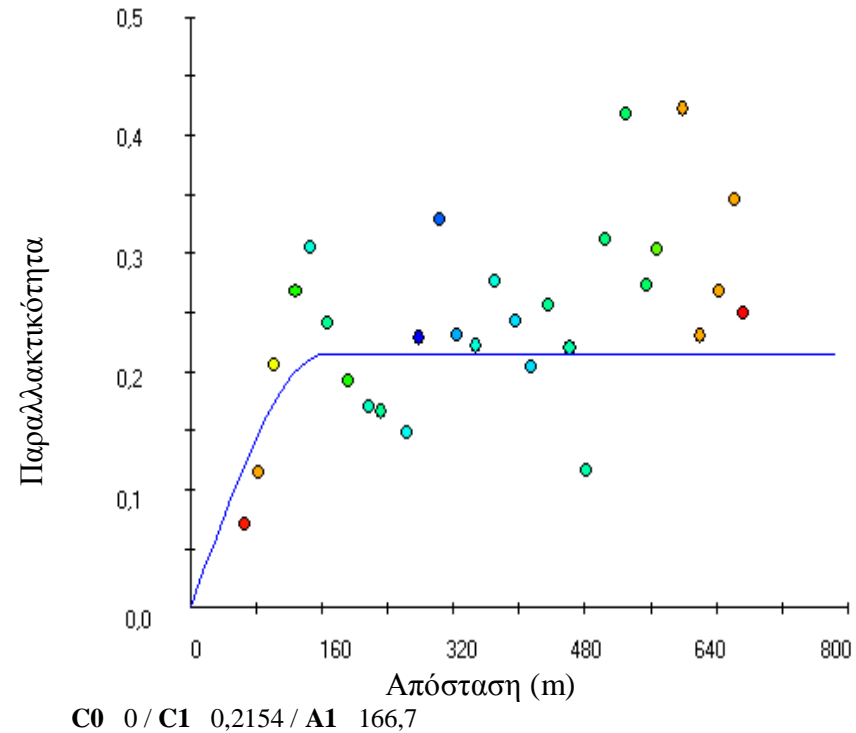
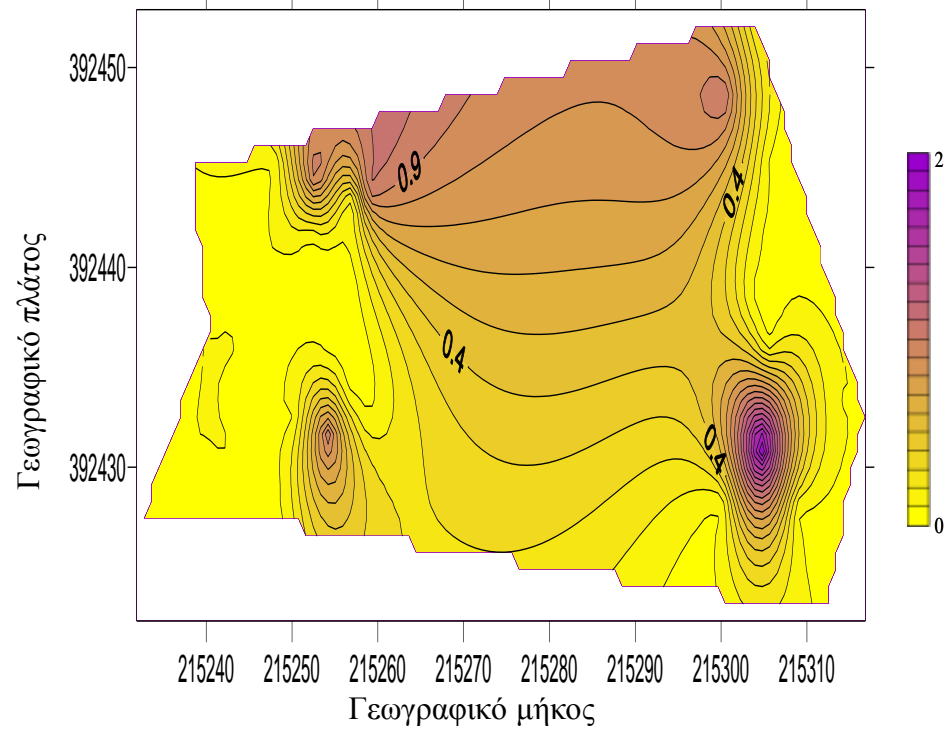
3-9-2007



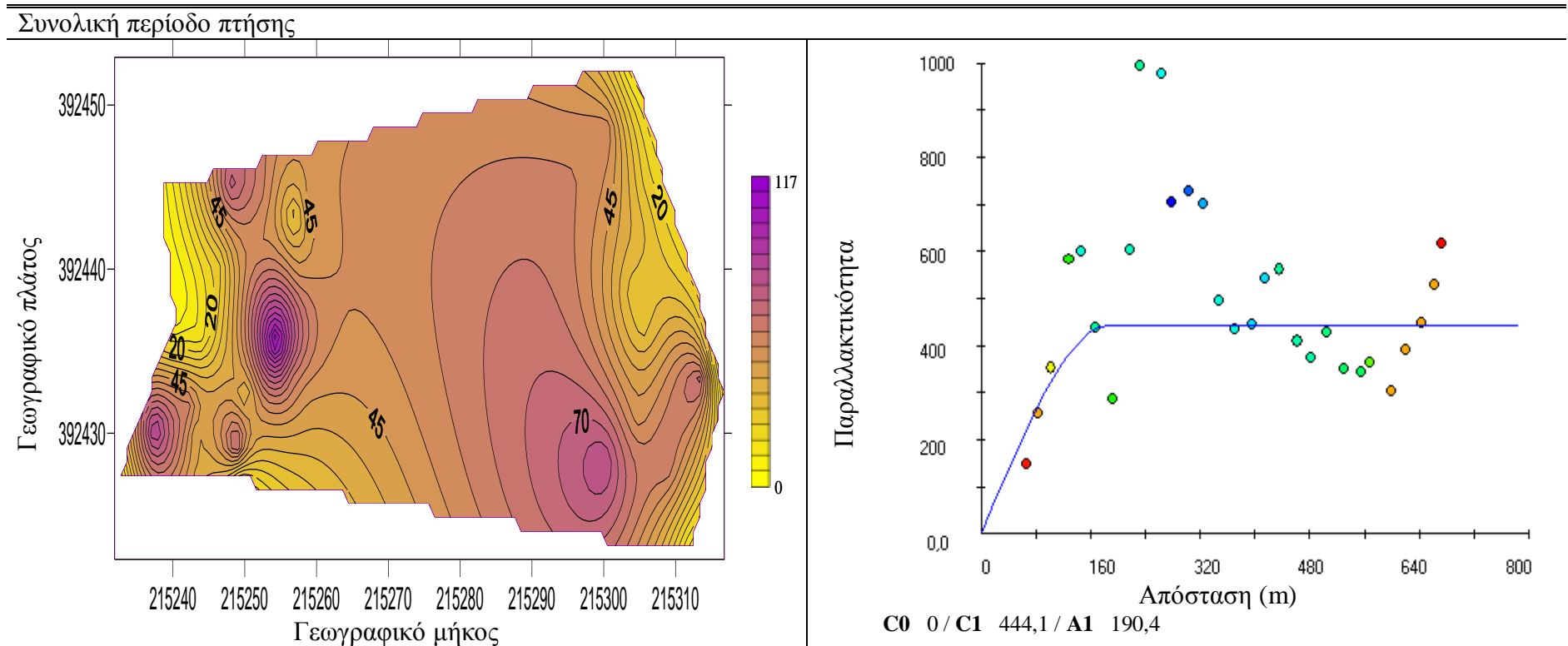
11-9-2007



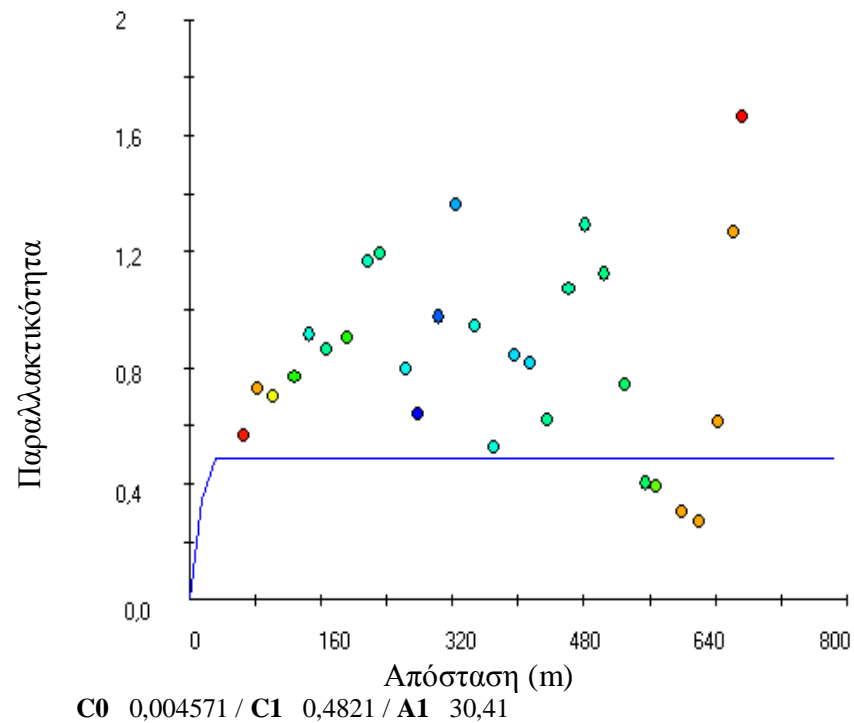
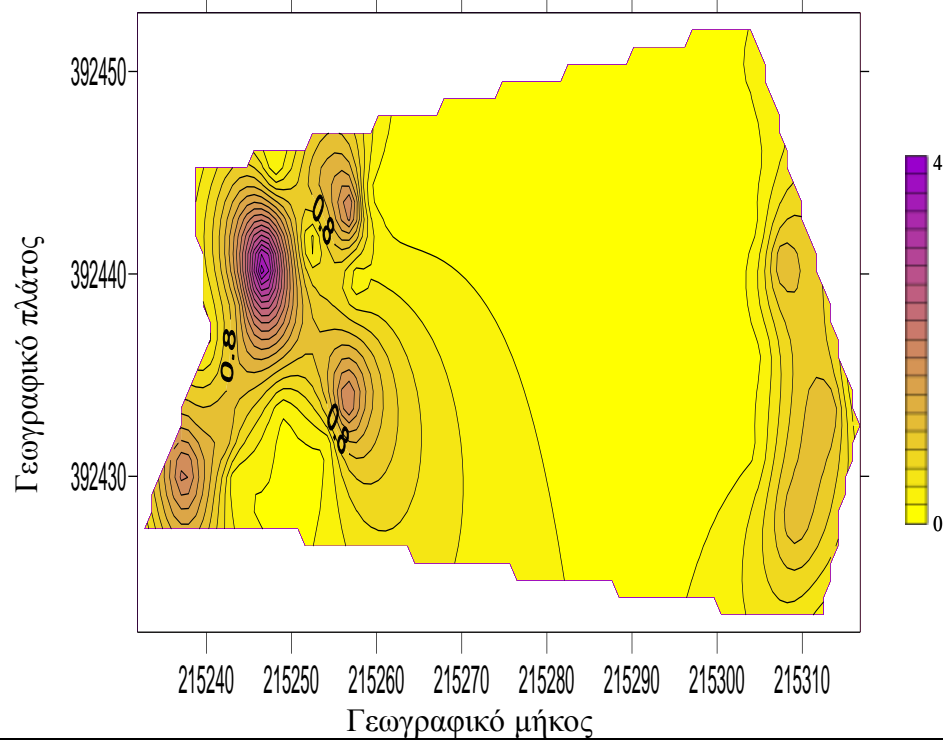
18-9-2007



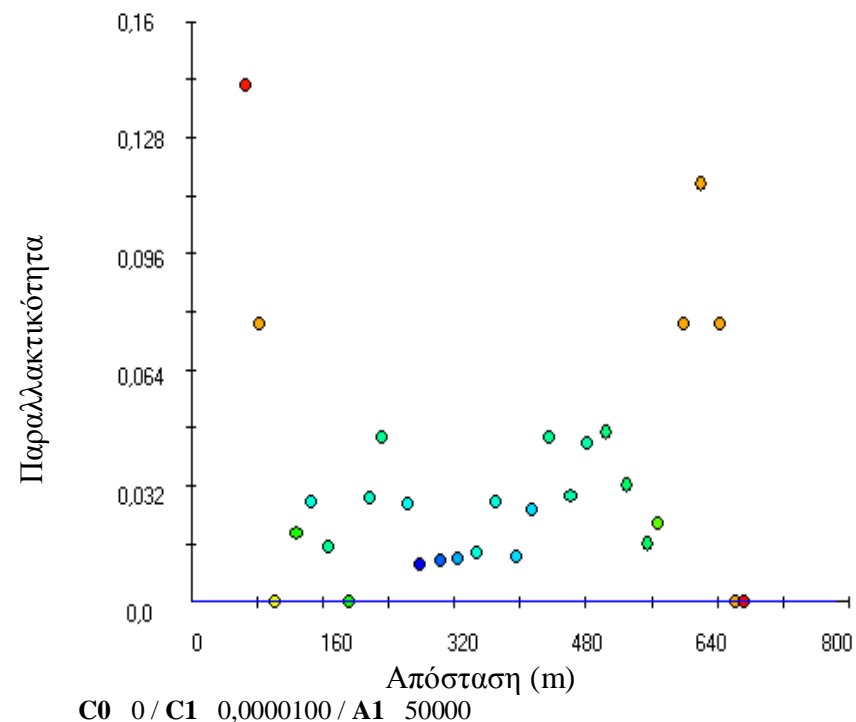
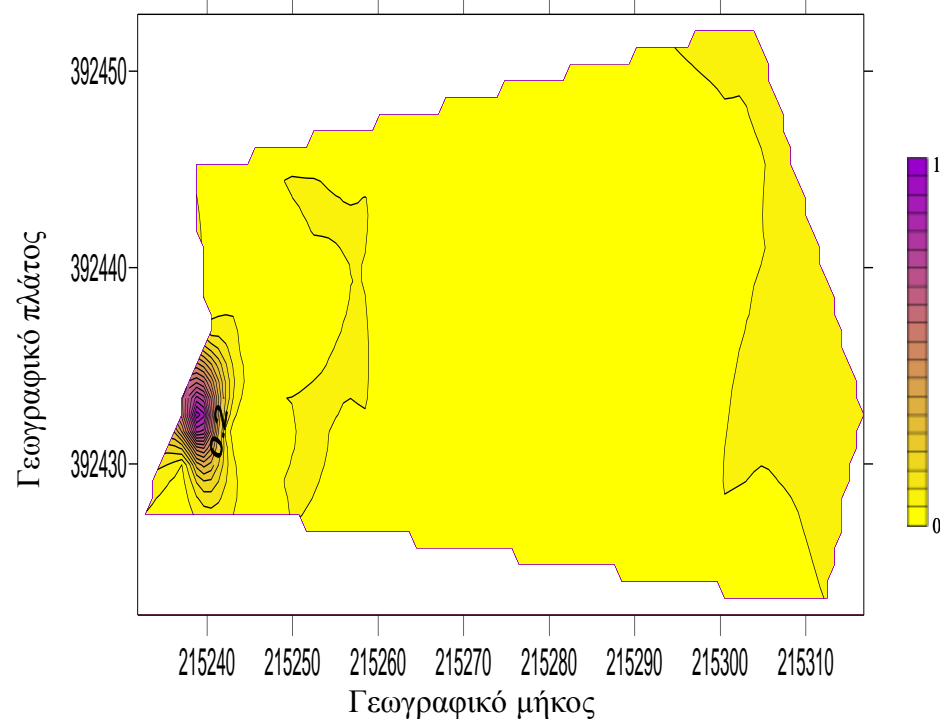
Αποτύπωση της χωρική κατανομής των συλλήψεων των ενηλίκων του *P. gossypiella* (αριστερή στήλη) και τα αντίστοιχα βαριογράμματα (δεξιά στήλη)



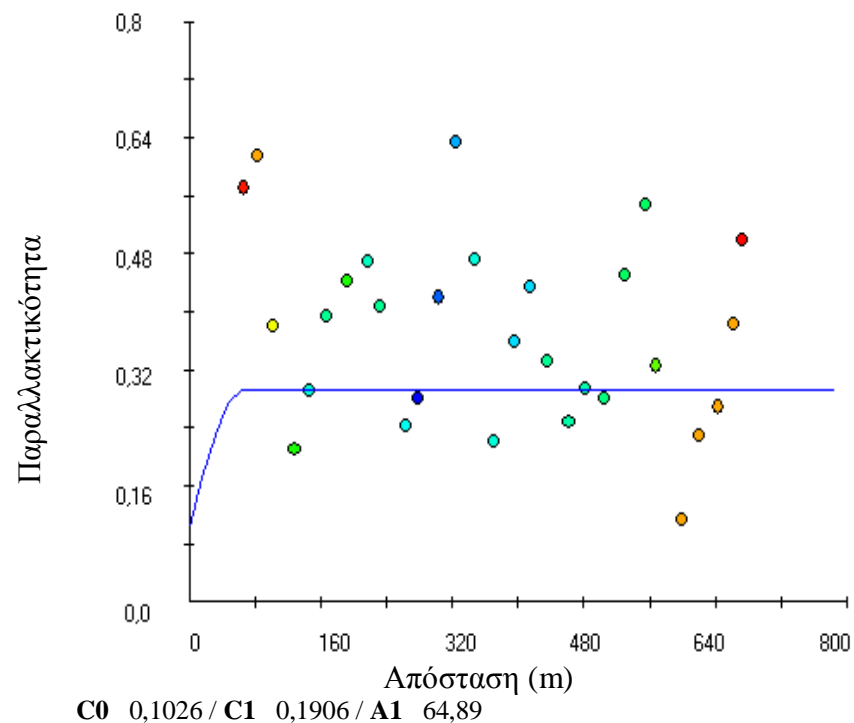
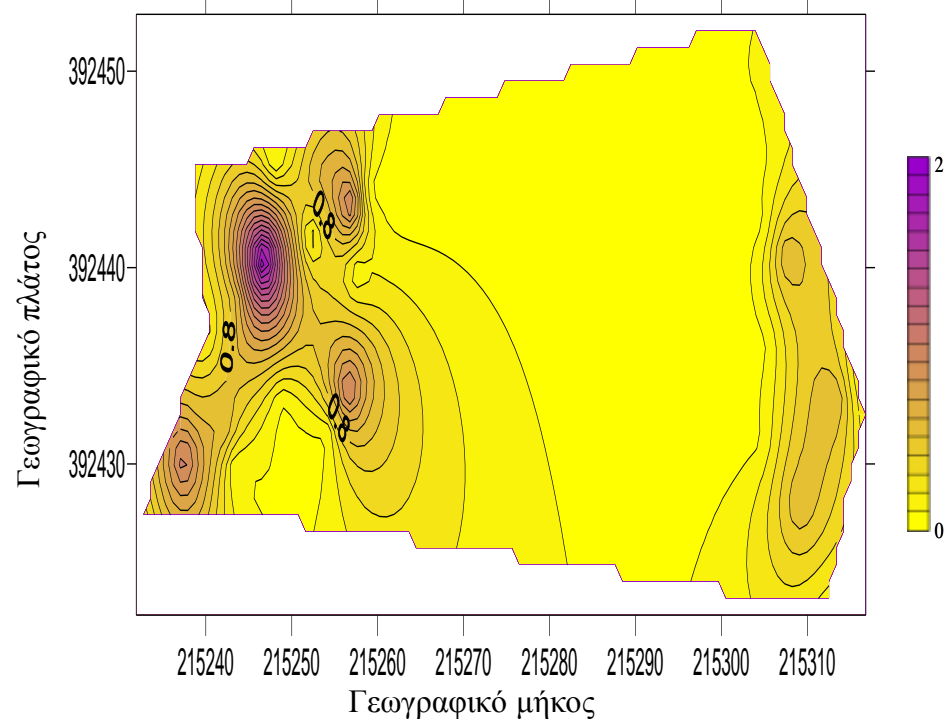
2-7-2007



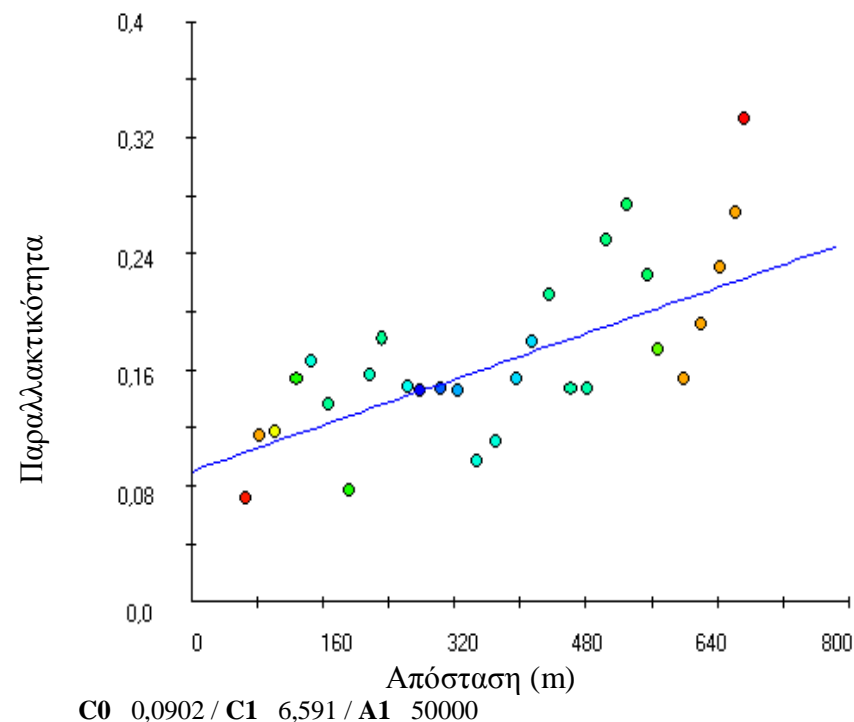
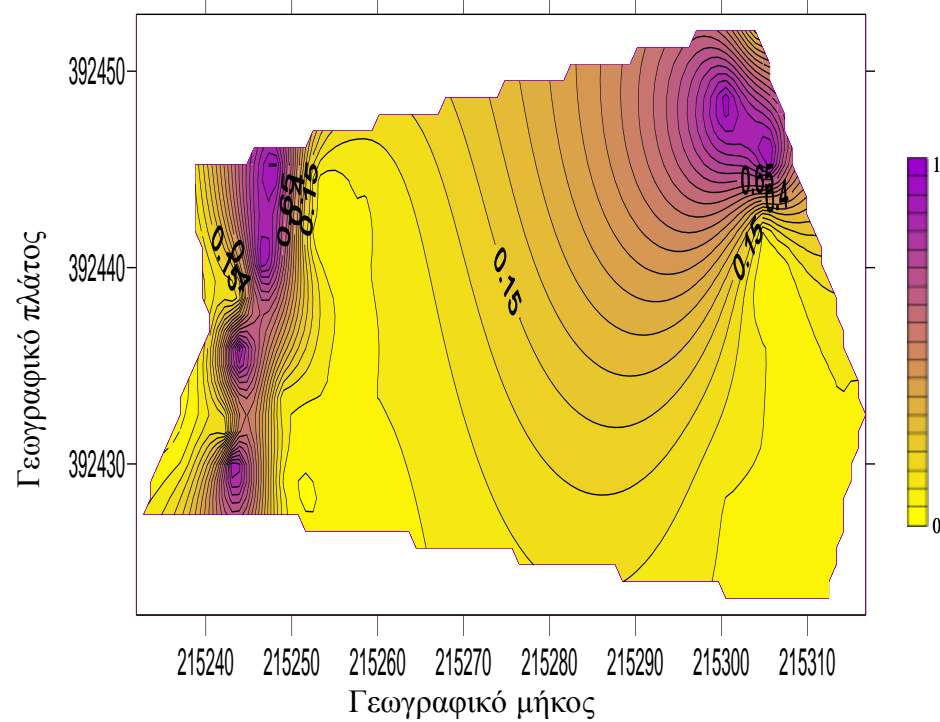
8-7-2007



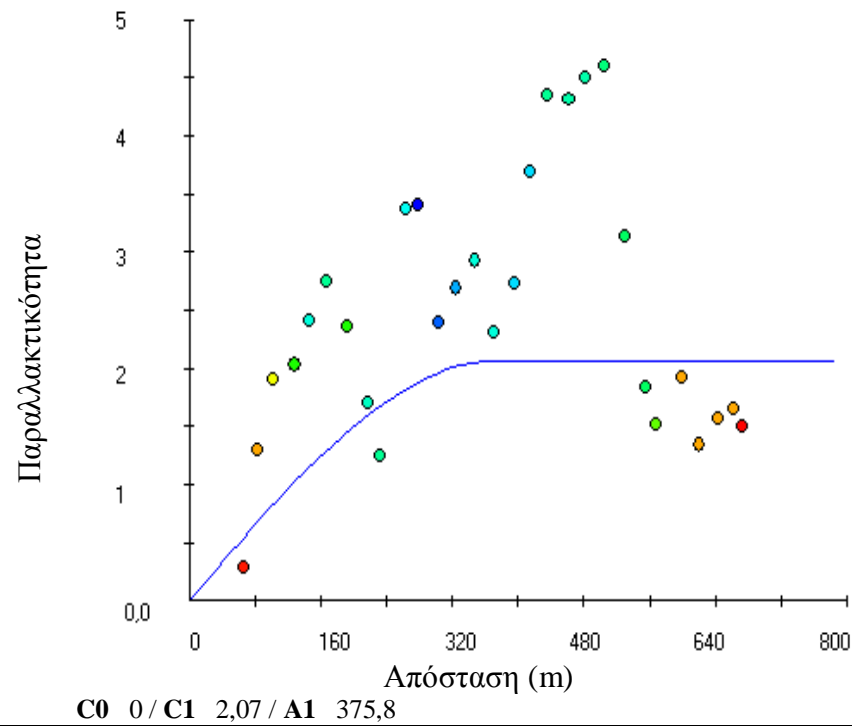
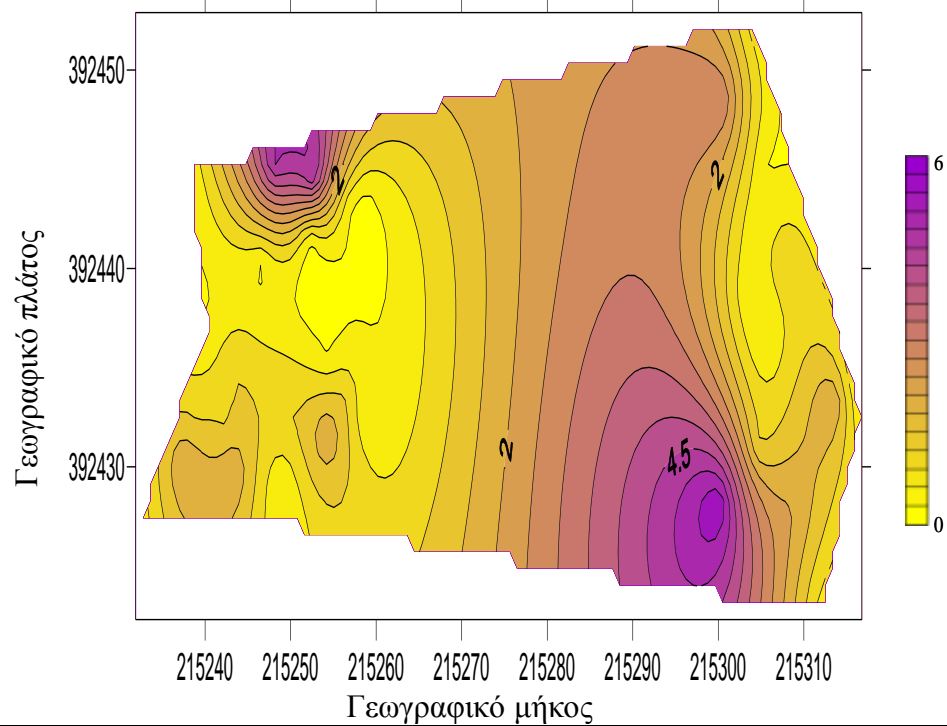
15-7-2007



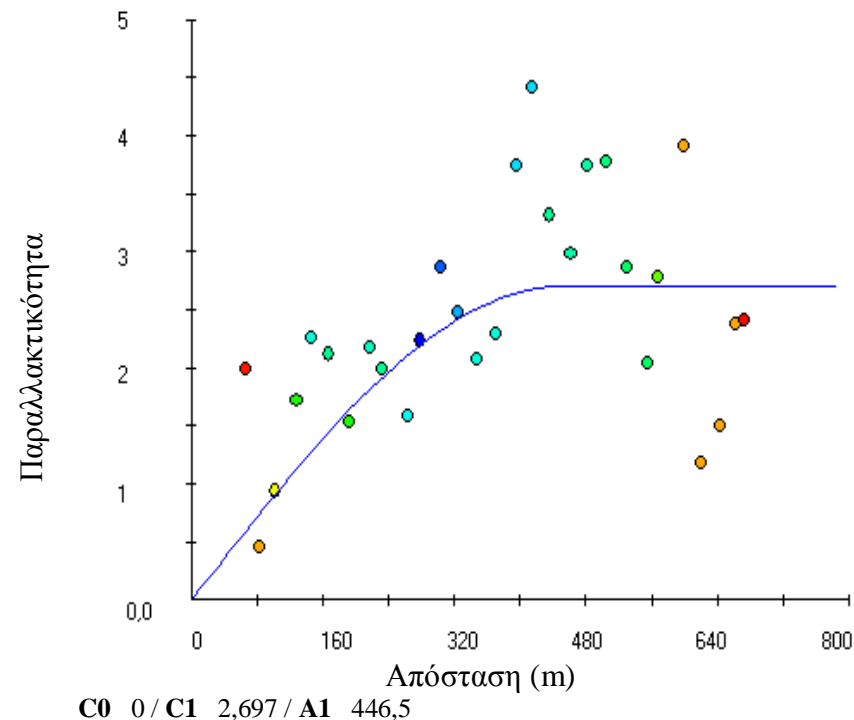
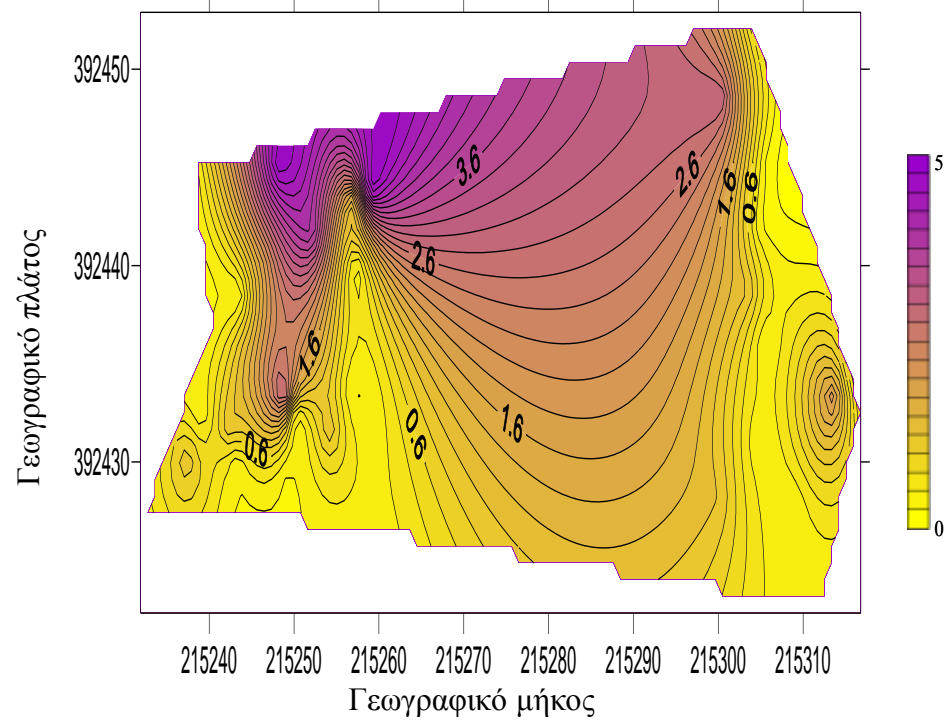
22-7-2007



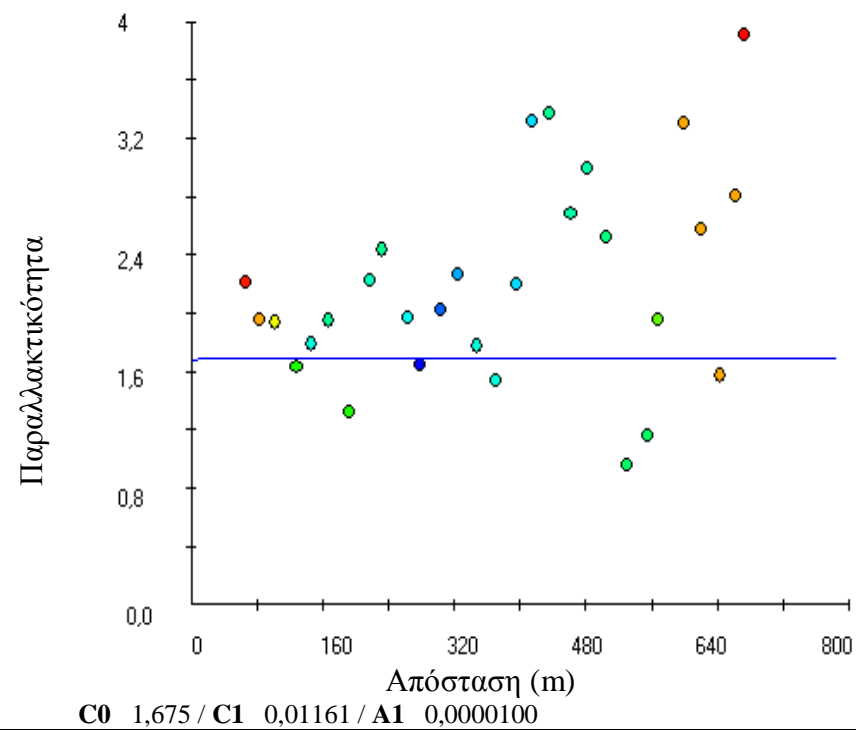
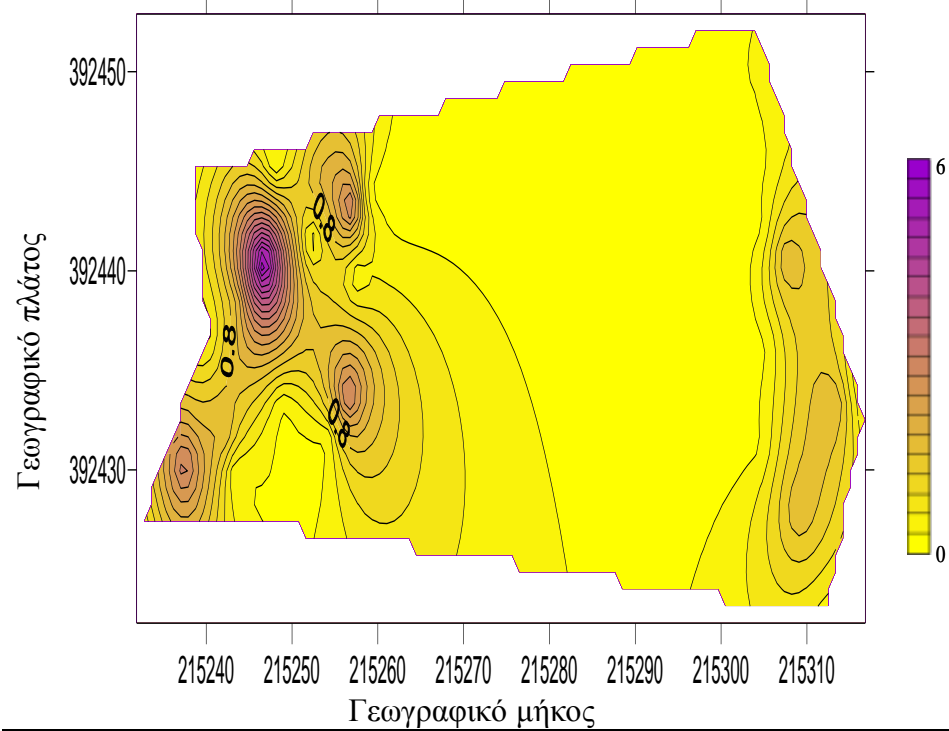
29-7-2007



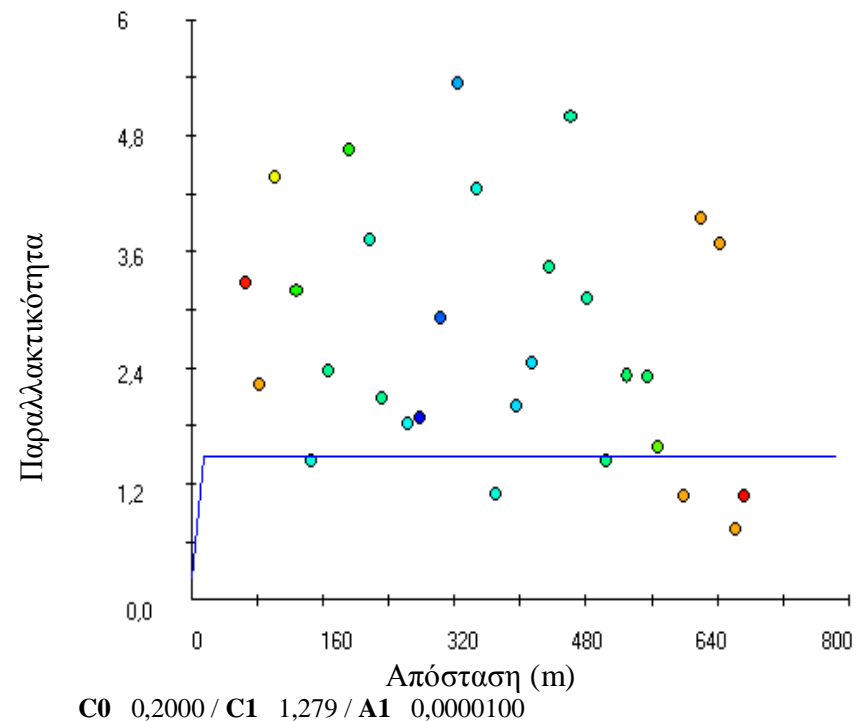
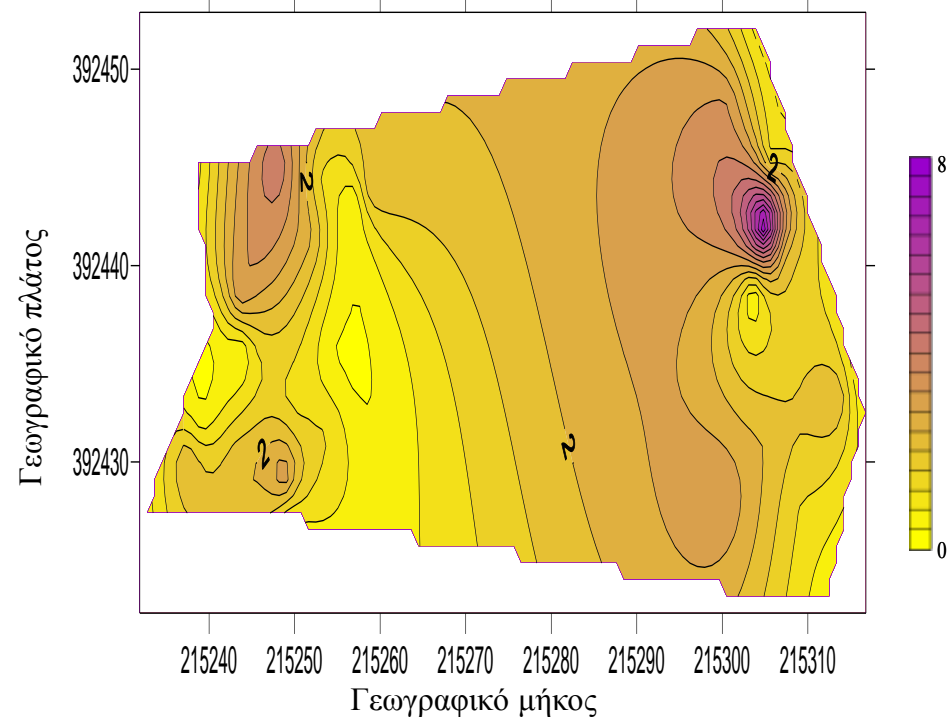
7-8-2007



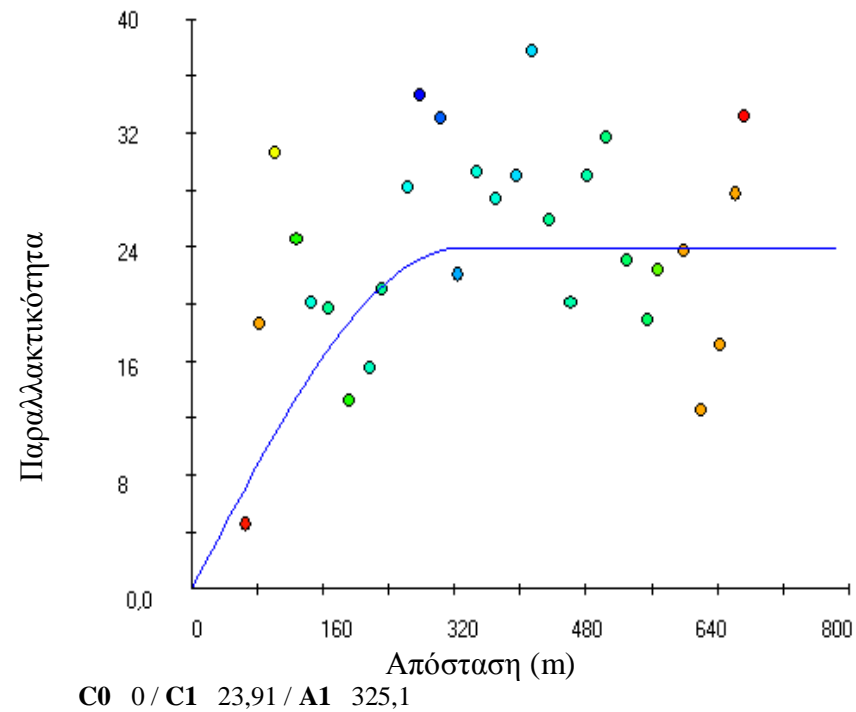
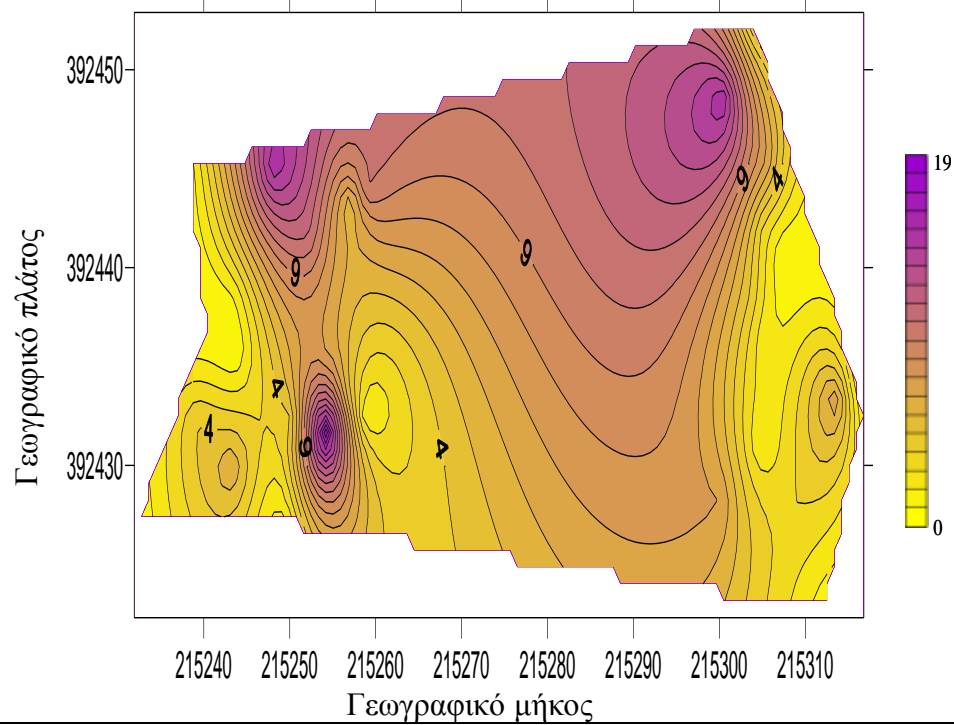
13-8-2007



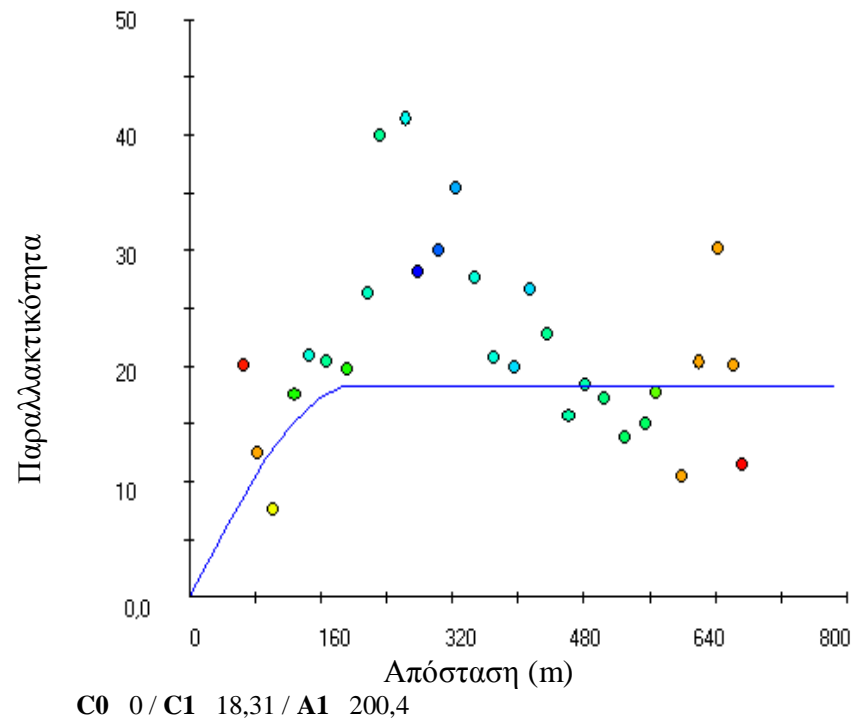
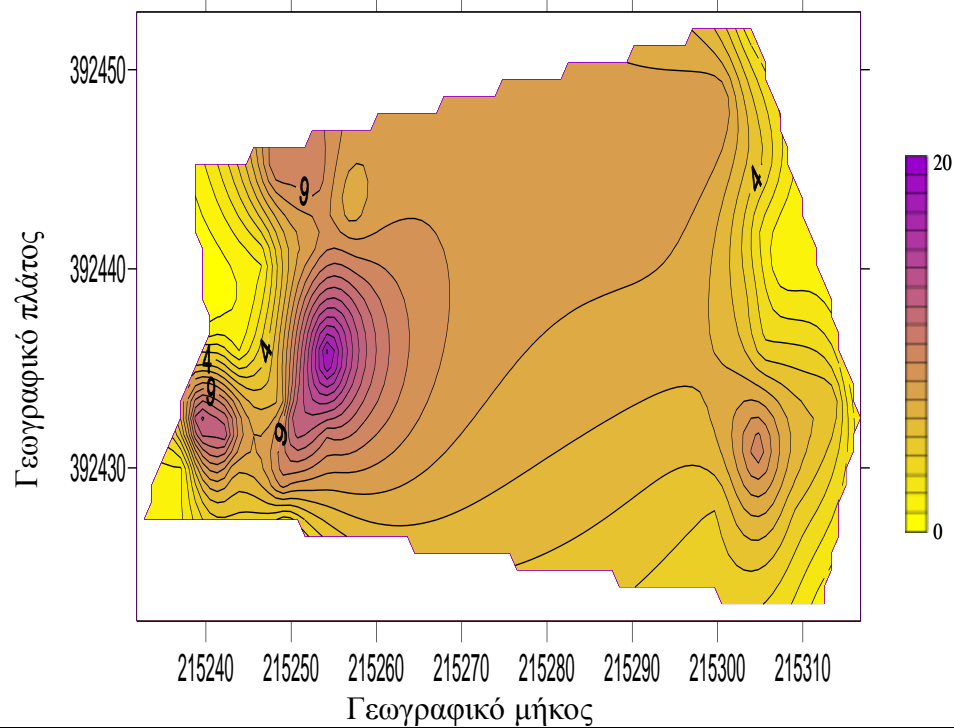
20-8-2007



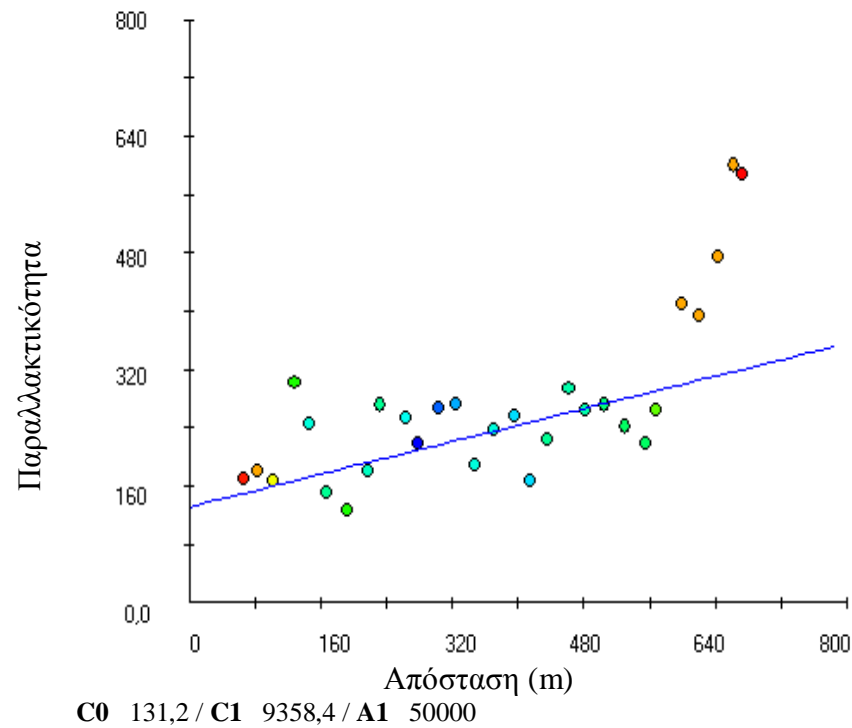
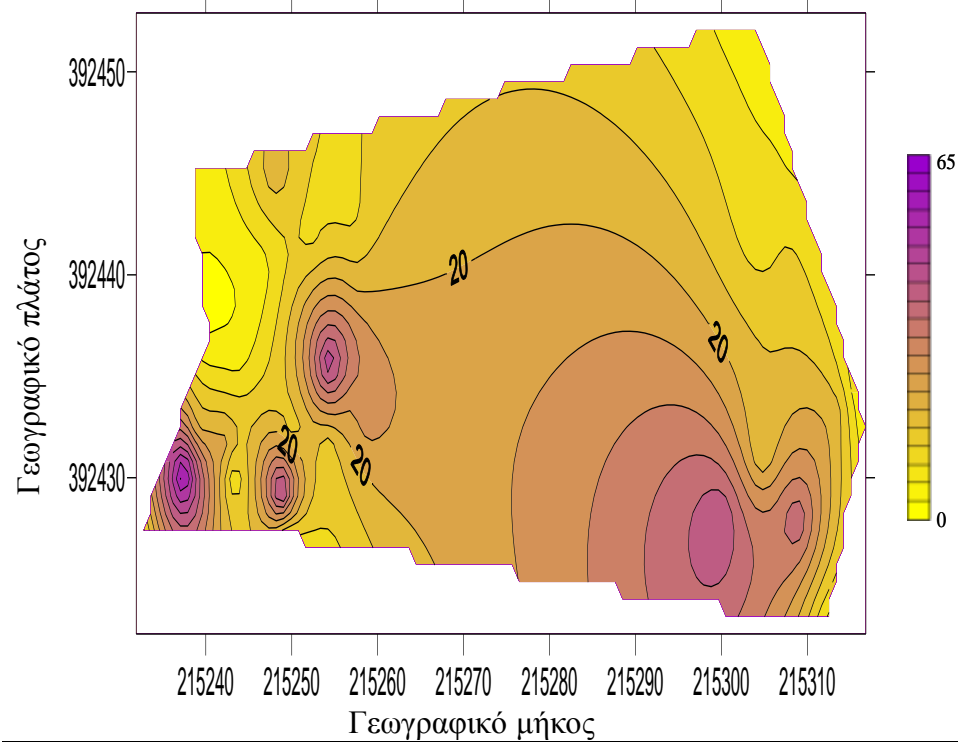
28-8-2007



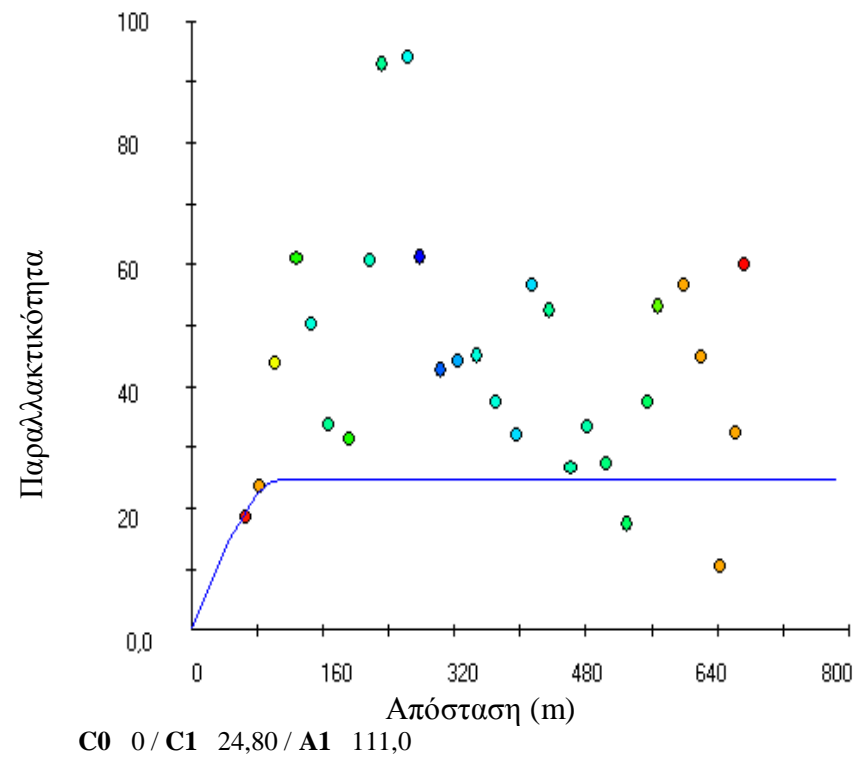
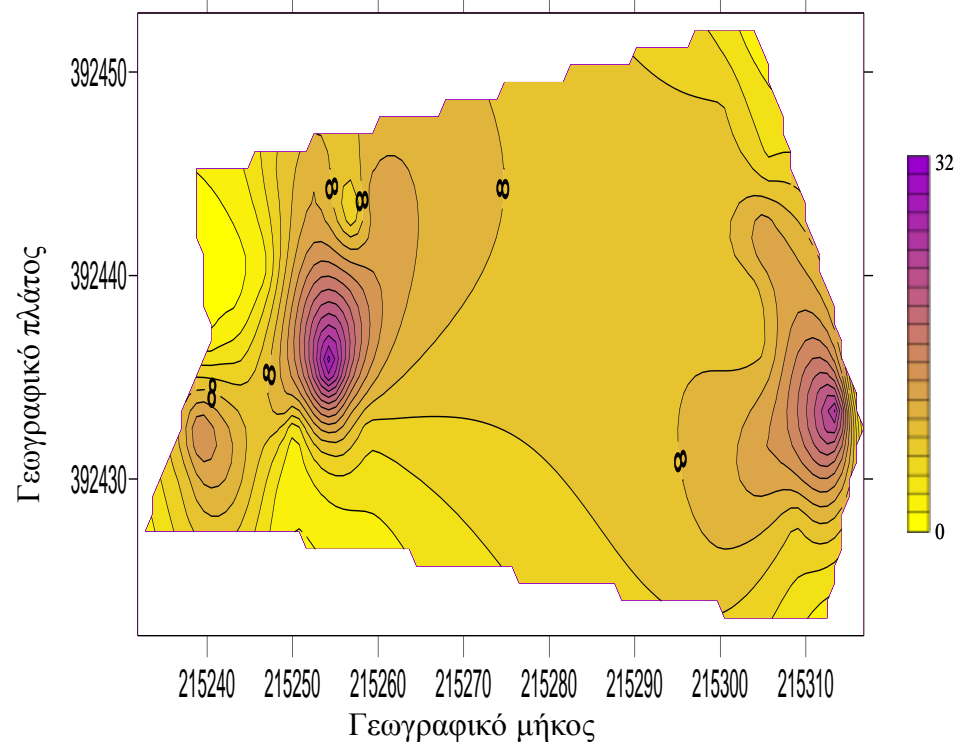
3-9-2007



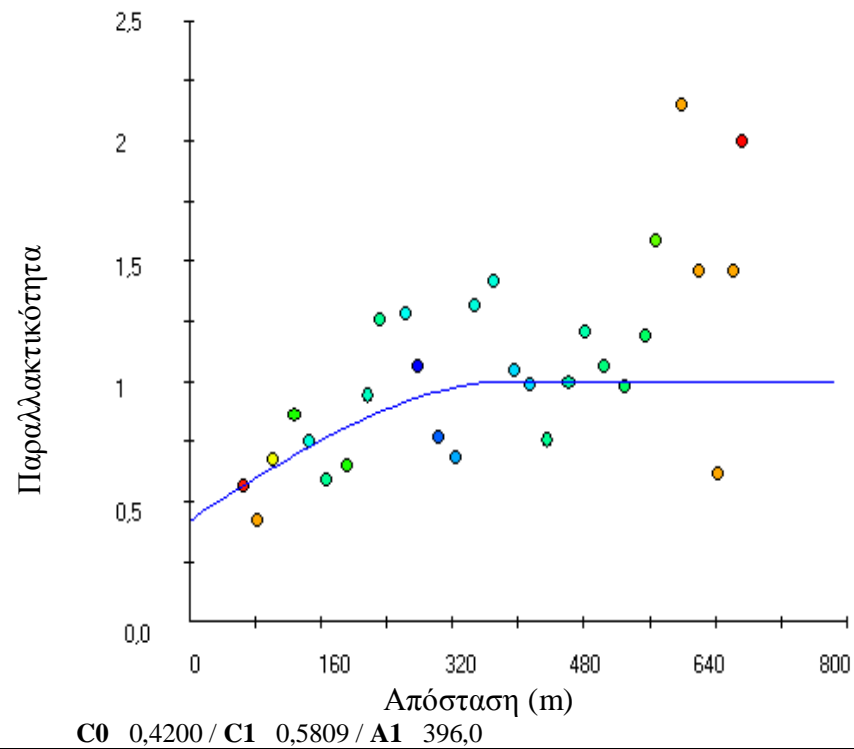
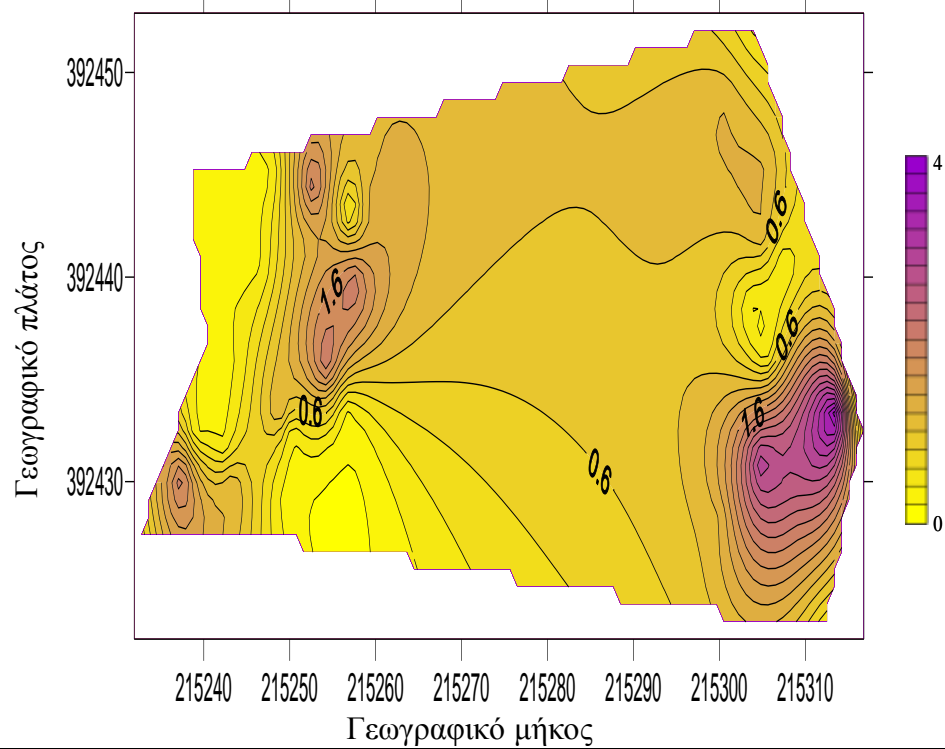
11-9-2007



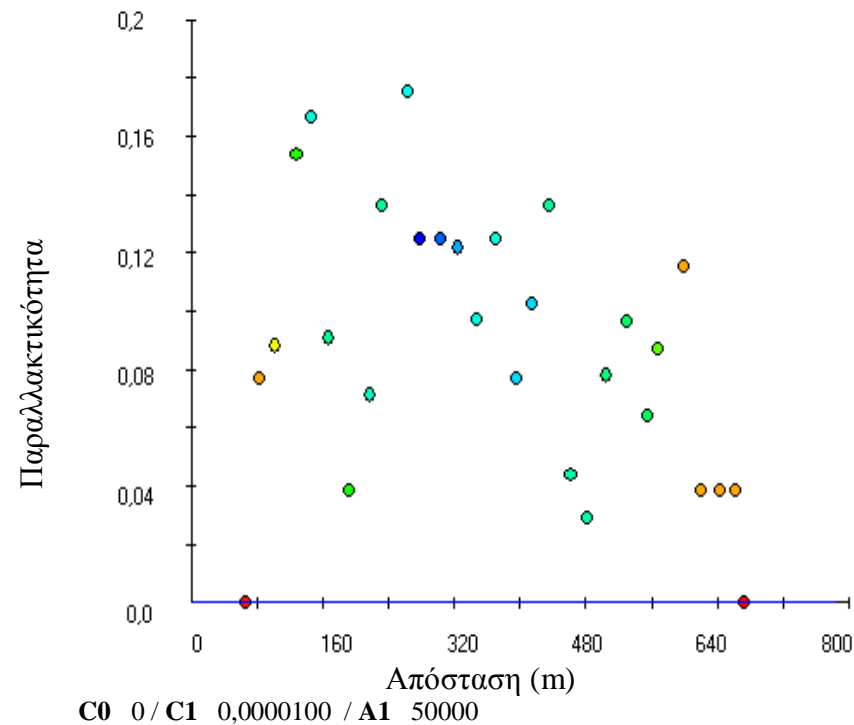
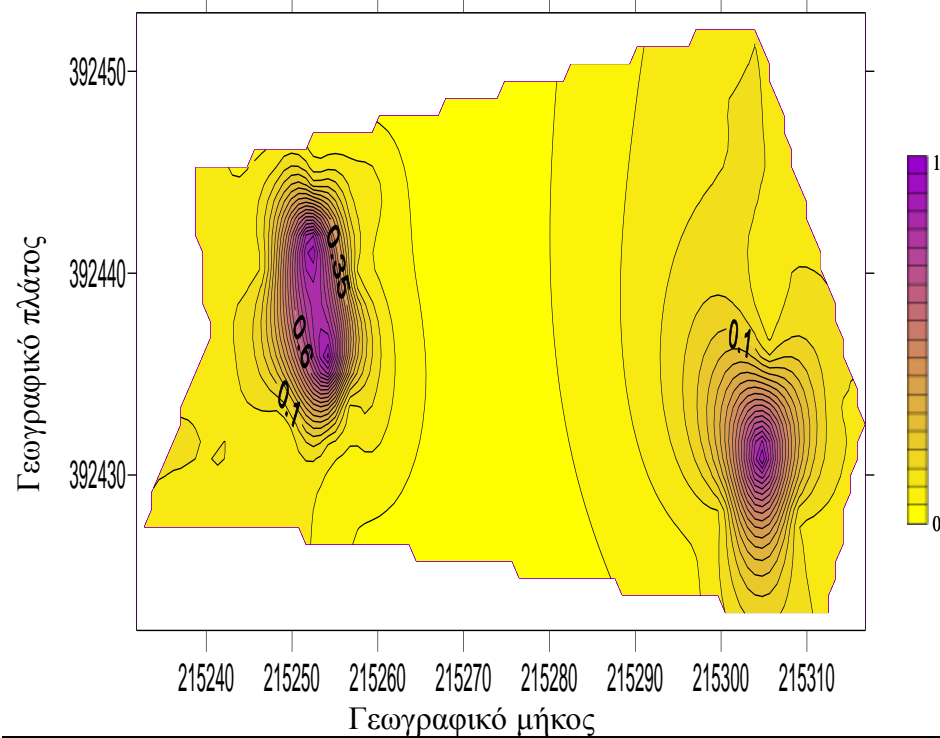
18-9-2007



25-9-2007

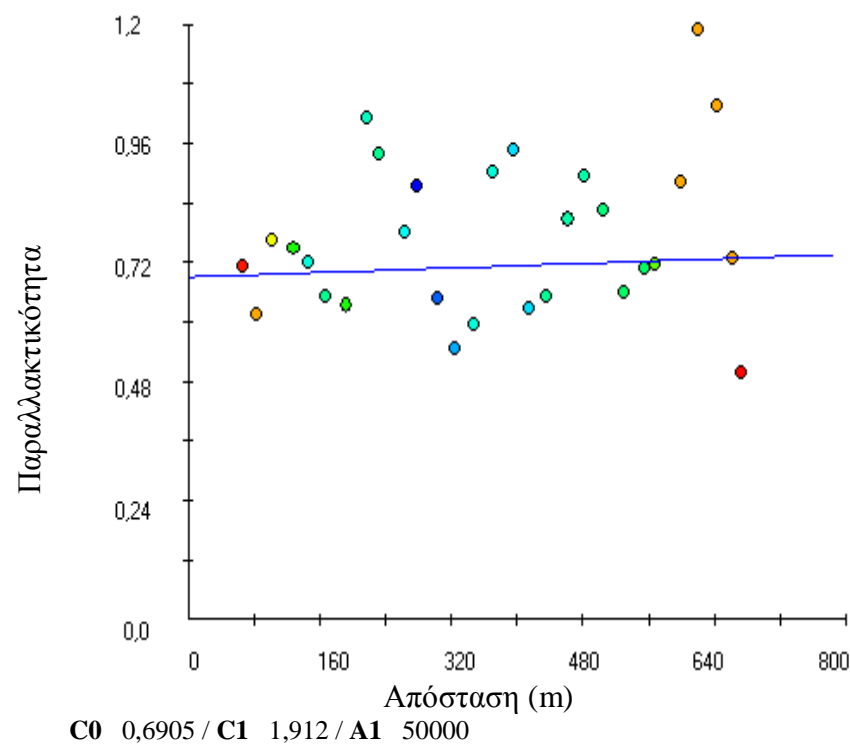
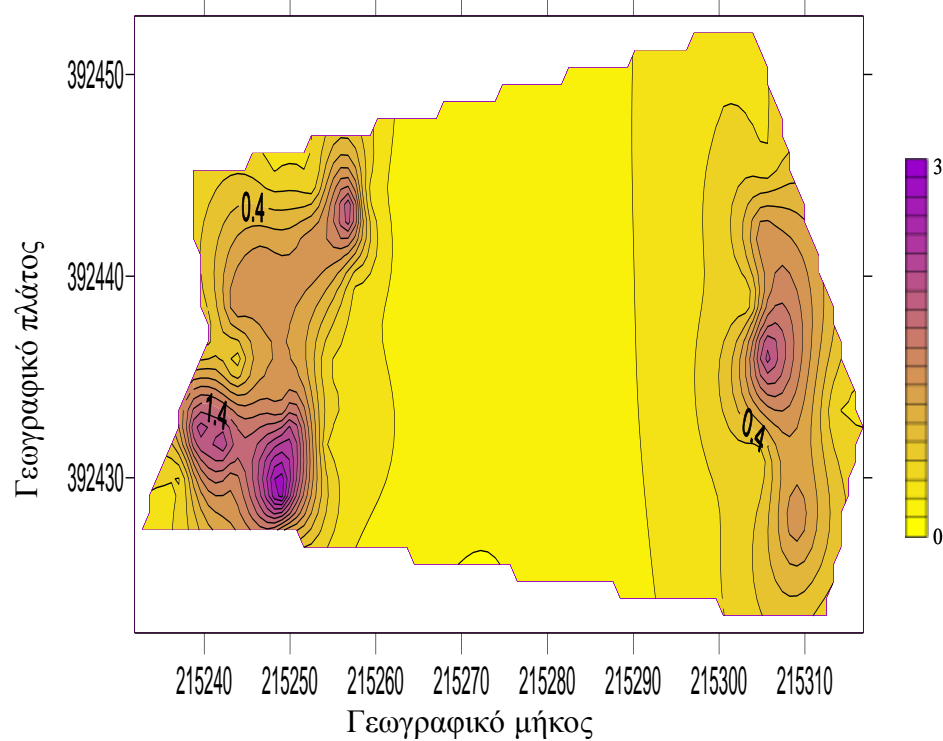


30-9-2007

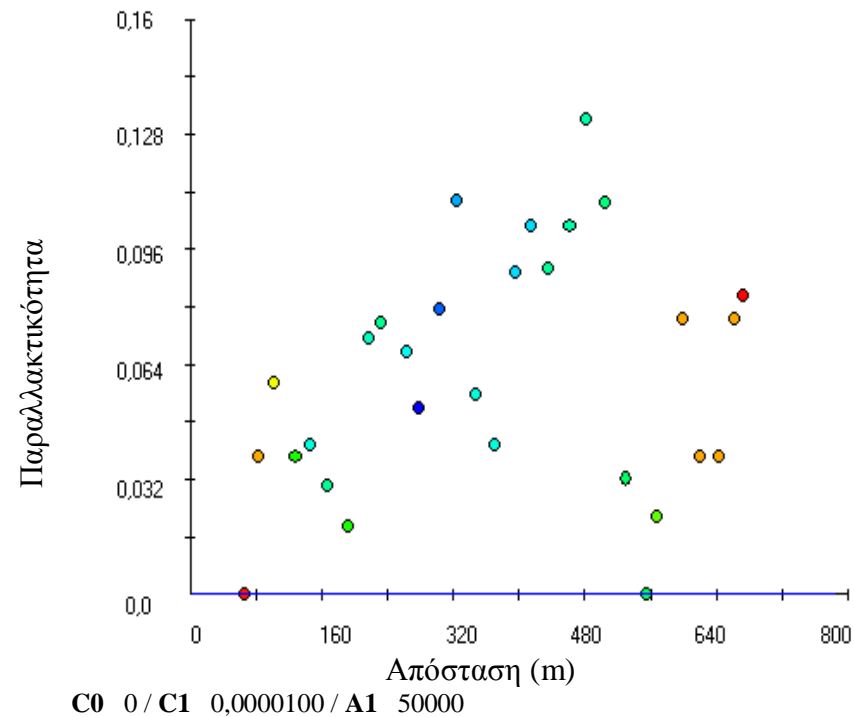
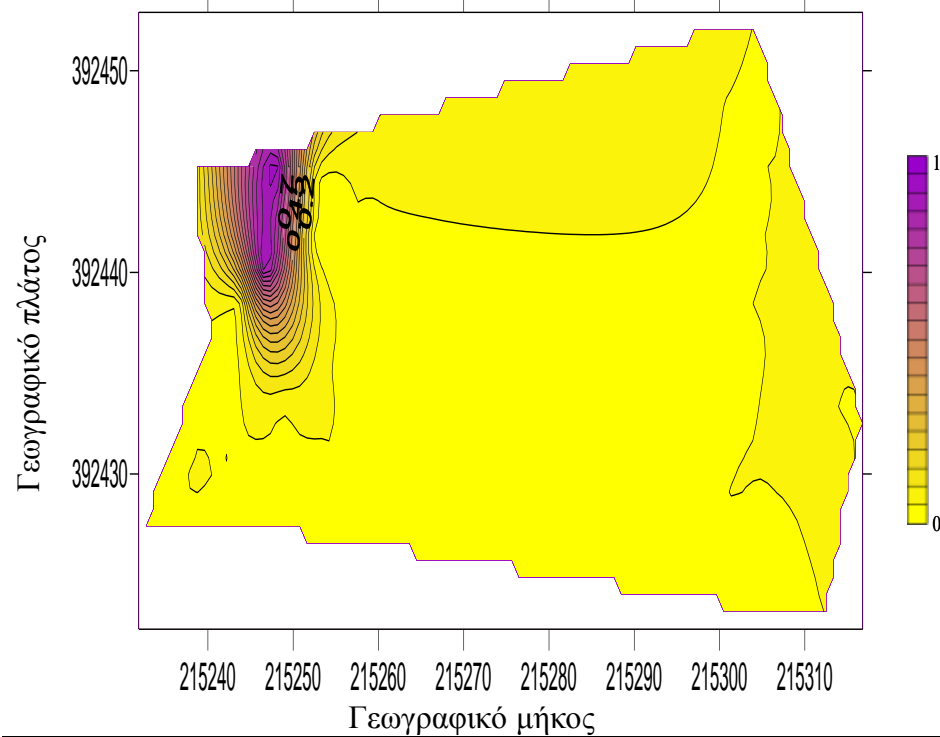


Χωρική αποτύπωση προσβολής καρποφόρων οργάνων από τα *H. armingeri* και *P. gossypiella* (αριστερή στήλη) και τα αντίστοιχα βαριογράμματα (δεξιά στήλη)

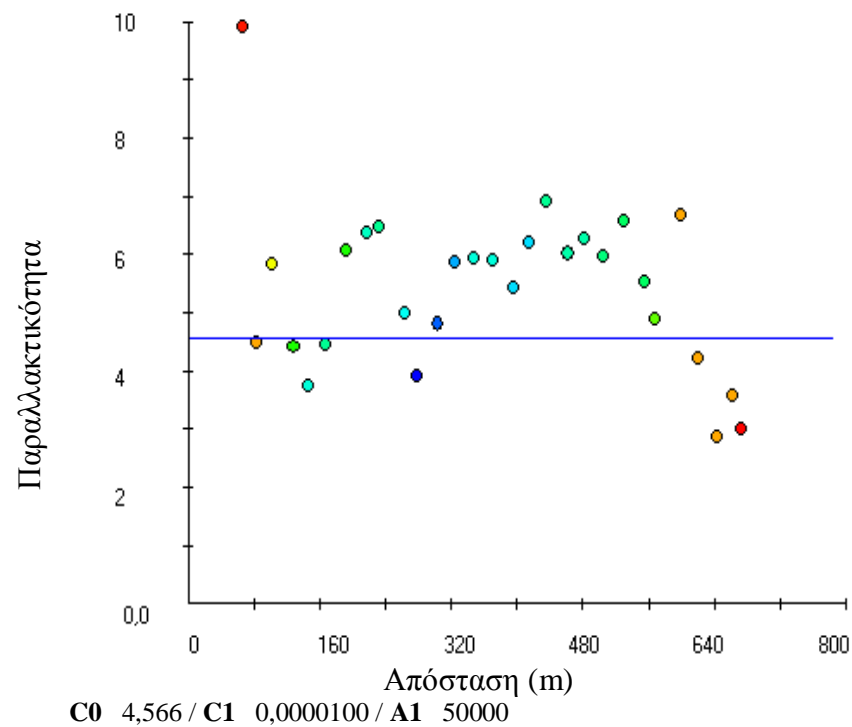
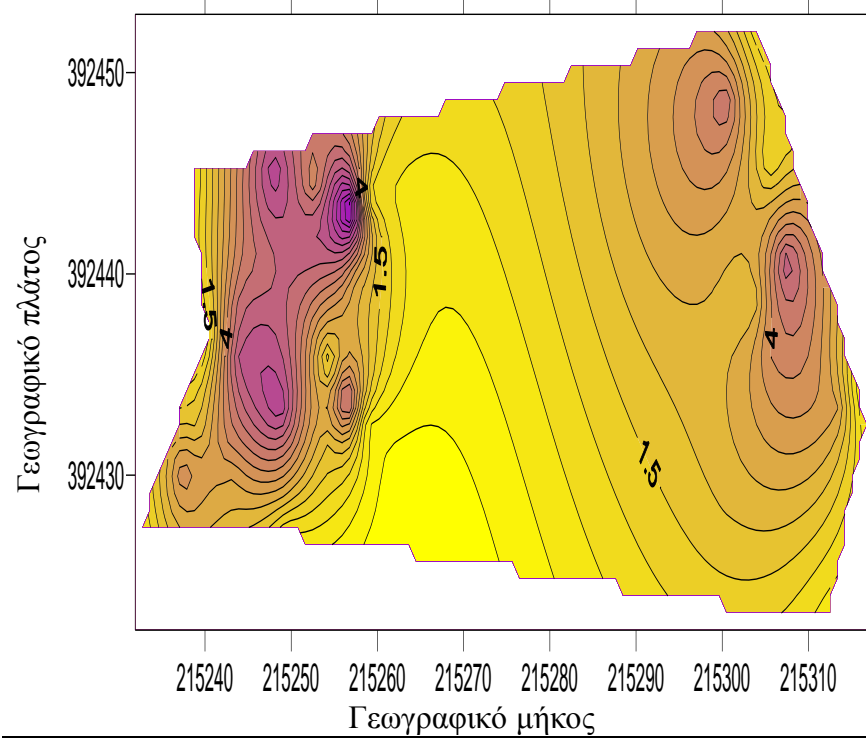
Δειγματοληψία Ιουλίου για προσβολή από *H. armingeri*



Δειγματοληψία Σεπτεμβρίου για προσβολή από *H. armingeri*



Δειγματοληψία Ιουλίου για προσβολή από *P. gossypiella*



Δειγματοληψία Σεπτεμβρίου για προσβολή από *P. gossypiella*

