



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αρθρ. Πρωτοκ. 976
Ημερομηνία 1-7-09

**Διπλωματική εργασία στο Εργαστήριο Γεωργίας και  
Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτού**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΤΗΝ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ**



**Τόγιας Βασίλειος**

**Βόλος 2009**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7448/1  
Ημερ. Εισ.: 20-08-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2009  
ΤΟΓ

# THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
1100 SOUTH EAST ASIAN LIBRARY  
5800 SOUTH UNIVERSITY AVENUE  
CHICAGO, ILLINOIS 60637

## **ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Επιβλέπων:** Καθηγητής Νικόλαος Γ. Δαναλάτος

**Μέλη:** Καθηγητής Νικόλαος Ρ. Δαλέζιος

Καθηγητής Στέργιος Ι. Τζώρτζιος

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
----------------------	----------

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<b>Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Γενικές πληροφορίες για το φυτό του βαμβακιού.....</b>	<b>7</b>
2.1.1. Ταξινόμηση και καταγωγή του βαμβακιού.....	7
2.1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα βαμβακιού.....	7
2.1.3. Είδη βαμβακιού.....	8
2.1.4. Ποικιλίες βαμβακιού.....	9
<b>2.2. Φυτικά μέρη βαμβακιού.....</b>	<b>11</b>
2.2.1. Ριζικό σύστημα.....	11
2.2.2. Βλαστός.....	11
2.2.3. Φύλλα.....	12
2.2.4. Άνθη.....	13
2.2.5. Καρύδια.....	14
2.2.6. Ίνες.....	15
2.2.7. Σπόροι.....	16
<b>2.3. Οικολογικές συνθήκες για ανάπτυξη.....</b>	<b>16</b>
2.3.1. Θερμοκρασία.....	16
2.3.2. Υγρασία.....	17
2.3.3. Φως.....	17
2.3.4. Έδαφος.....	17
2.3.5. Λίπανση.....	18
<b>2.4. Σπορά βαμβακιού.....</b>	<b>19</b>
2.4.1. Εποχή σποράς.....	19
2.4.2. Βάθος σποράς.....	19
2.4.3. Ποσότητα σπόρου.....	19
2.4.4. Αποστάσεις γραμμών.....	20

2.4.5. Πληθυσμός φυτών.....	20
<b>2.5. Καλλιεργητικές φροντίδες μετά την σπορά του βαμβακόφυτου.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6. Χαρακτηριστικά βαμβακιού.....</b>	<b>23</b>
<b>2.7. Εχθροί και ασθένειες του βαμβακιού.....</b>	<b>23</b>
<b>2.8. Παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού.....</b>	<b>24</b>
<b>2.9. Παραγωγή βαμβακιού στην Ελλάδα.....</b>	<b>26</b>
<b>2.10. Στάδια ανάπτυξης βαμβακιού.....</b>	<b>30</b>
2.10.1. Στάδιο φυτρώματος.....	31
2.10.2. Στάδιο πρώτης ανάπτυξης.....	31
2.10.3. Στάδιο προάνθησης.....	31
2.10.4. Στάδιο ανθοφορίας – καρποφορίας.....	31
2.10.5. Στάδιο ωρίμανσης.....	32

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

<b>ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Ημερόβαθμοι ή θερμική μονάδα (Growing Degree Days, Heat Unit, GDD, HU).....</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Δείκτες ανωμαλιών βροχόπτωσης.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3. Δείκτες εκτίμησης ξηρασίας.....</b>	<b>37</b>
3.3.1. Ο δείκτης σοβαρότητας ξηρασίας Palmer (Palmer Drought Severity Index – PDSI).....	39
<b>3.4. Υπολογισμός αγρομετεωρολογικών δεικτών.....</b>	<b>40</b>
3.4.1. Άθροισμα αριθμού ξηρών ημερών (Crop drying day, c1, c2).....	40
3.4.2. Κοροπλήρωμα (Vapor Pressure Deficit, d).....	41
3.4.3. Ημερόβαθμοι (Photothermal Unit, PTU).....	41
3.4.4. Αθροιστική βροχή (cumulative rainfall, Rr).....	42
3.4.5. Αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία (Phototemperature, Ptemp.).....	42
3.4.6. Αποτελεσματική νυκτοθερμοκρασία (Nycotemperature, Ntemp.).....	42

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ, ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ.....44**

<b>4.1. Μεθοδολογία.....</b>	<b>44</b>
4.1.1. Υπολογισμός αθροιστικών ημερόβαθμων.....	44
4.1.2. Υπολογισμός απόδοσης βαμβακιού.....	47
4.1.3. Υπολογισμός τιμών βροχόπτωσης.....	48
4.1.4. Υπολογισμός του δείκτη ξηρασίας z.....	49
4.1.5. Συμμεταβολή – Συσχέτιση.....	50
<b>4.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3. Επισημάνσεις.....</b>	<b>72</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....74**

<b>5.1. Συμπεράσματα.....</b>	<b>74</b>
<b>5.2. Προτάσεις.....</b>	<b>76</b>

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....77**

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....83**

### **Πίνακες.....83**

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 1.** Υπολογισμός αθροιστικών ημερόβαθμων για το 1970 (20 Απριλίου – 10 Μαΐου).

**Πίνακας 2.** Υπολογισμός ετήσιας απόδοσης βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1970-1980.

**Πίνακας 3.** Υπολογισμός αθροιστικής βροχόπτωσης σε mm για τα έτη 1970-1980.

**Πίνακας 4.** Δείκτης ξηρασίας  $z$  κάθε μήνα για τα έτη 1970-1980.

**Πίνακας 5.** Αποκλίνουσες τιμές από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού, για τα έτη 1970-1975.

**Πίνακας 6.** Αποκλίνουσες τιμές από τον μέσο όρο της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1978-1990.

**Πίνακας 7.** Τιμές της αθροιστικής βροχόπτωσης με απόκλιση από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τις περιόδους, Ιανουάριος - Οκτώβριος, Ιανουάριος – Αύγουστος, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος, για τα έτη 1978-2000.

**Πίνακας 8.** Τιμές της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού, των αθροιστικών ημερόβαθμων και της αθροιστικής βροχόπτωσης με απόκλιση από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τις περιόδους, Ιανουάριος - Οκτώβριος, Ιανουάριος – Αύγουστος, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος, για τα έτη 1978-2000.

**Πίνακας 9.** Μηνιαίοι ημερόβαθμοι περιόδου Απριλίου - Οκτωβρίου και απόδοση καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1978-2000.

**Πίνακας 10.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων και απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000.

**Πίνακας 11.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων και απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία.

**Πίνακας 12.** Μηνιαίοι ημερόβαθμοι της περιόδου Απριλίου – Οκτωβρίου και απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1978-2000, χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία (1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1996, 1998).

**Πίνακας 13.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000.



**Πίνακας 14.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000 με χρήση της εξίσωσης που βασίζεται στις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του μήνα Σεπτεμβρίου.

**Πίνακας 15.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000 με χρήση της εξίσωσης που βασίζεται στις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του μήνα Αυγούστου.

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.** Συνολική έκταση καλλιέργειας και αξία βαμβακιού.
- Σχήμα 2.** Η εξέλιξη της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα από το 1931.
- Σχήμα 3.** Εξέλιξη της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1970-2000.
- Σχήμα 4.** Εξαγωγή της σχέσης μεταξύ των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού για τα έτη 1970 – 2000.
- Σχήμα 5.** Εξέλιξη των τιμών απόκλισης της απόδοσης και των αθροιστικών ημερόβαθμων, ανά έτος, από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τα έτη 1970-2000.
- Σχήμα 6.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1978 – 2000.
- Σχήμα 7.** Εξαγωγή της σχέσης μεταξύ των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού για τα έτη 1978-2000.
- Σχήμα 8.** Εξέλιξη των τιμών απόκλισης των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης ανά έτος από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τα έτη 1978 – 2000.
- Σχήμα 9.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης (Α.Β.) για την περίοδο Ιανουαρίου-Οκτωβρίου, για τα έτη 1978-2000.
- Σχήμα 10.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης (Α.Β.) για την περίοδο Ιανουαρίου - Αυγούστου για τα έτη 1978-2000.
- Σχήμα 11.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης για την περίοδο Σεπτεμβρίου - Οκτωβρίου για τα έτη 1978-2000.
- Σχήμα 12.** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου, για τα έτη 1978-1998 στην περιοχή της Λάρισας.
- Σχήμα 13.** Εξαγωγή της πολυωνυμικής σχέσης της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου, για τα έτη 1978-1998 στην περιοχή της Λάρισας.
- Σχήμα 14.** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Αυγούστου για τα έτη 1978-1998.

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1.** Φυτό βαμβακιού του είδους *Gossypium barbadense*.
- Εικόνα 2.** Βλαστός κοινού φυτού βαμβακιού.
- Εικόνα 3.** Φύλλα φυτού βαμβακιού.
- Εικόνα 4.** Μορφολογία του άνθους του φυτού του βαμβακιού.
- Εικόνα 5.** Κλειστό καρύδι βαμβακόφυτου.
- Εικόνα 6.** Ανοιχτό καρύδι βαμβακόφυτου.
- Εικόνα 7.** Σπόροι φυτού βαμβακιού.
- Εικόνα 8.** Χάρτης βαμβακοπαραγωγικών χωρών.
- Εικόνα 9.** Χάρτης κλιμάκωσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα.
- Εικόνα 10.** Παραγωγή βαμβακιού ανά νομό στην Ελλάδα.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγγραφή της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παράδοσης της διπλωματικής εργασίας για την απόκτηση του πτυχίου του γεωπονικού τμήματος του πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η συγγραφή και η πραγματοποίηση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας έλαβε χώρα στο εργαστήριο της αγρομετεωρολογίας, του γεωπονικού τμήματος, φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος του πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2008 – 2009. Θα ήθελα να εκφράσω ορισμένες ευχαριστίες προς τους ανθρώπους οι οποίοι συνετέλεσαν με τις γνώσεις τους αλλά και όχι μόνο, ώστε να ολοκληρωθεί επιτυχώς η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Καταρχήν, θερμές ευχαριστίες προς τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για την επίβλεψη, τις διορθώσεις και τις συμβουλές τους στην διάρθρωση, συγγραφή, παρουσίαση και διόρθωση της διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερα, ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Αγρομετεωρολογίας Δαλέζιο Ρ. Νικόλαο για τις υποδείξεις του, τις συμβουλές του, τις διορθώσεις του και την πολύτιμη παροχή γνώσεων και βοήθειας, απουσία των οποίων θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί η διπλωματική εργασία. Επίσης θερμές ευχαριστίες στον Καθηγητή Γεωργίας Δαναλάτο Γ. Νικόλαο για την παροχή γνώσεων και βιβλιογραφικής υποστήριξης καθώς επίσης και για τον συμβουλευτικό του ρόλο κατά την διάρκεια της πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Καθηγητή Βιομετρίας Τζώρτζιο Ι. Στέργιο για τις καίριες επισημάνσεις και διορθώσεις του καθώς επίσης και για την παροχή γνώσεων στην εφαρμογή στατιστικών προγραμμάτων.

Επίσης, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στον υποψήφιο διδάκτορα, Τσίρο Εμμανουήλ για την μέγιστη προσφορά του στην δημιουργία της συγκεκριμένης εργασίας. Η παροχή των γνώσεων του, οι υποδείξεις του, η βιβλιογραφική υποστήριξη που προσέφερε, η εμπειρία του, οι διορθώσεις του και βεβαίως η μεγάλη του υπομονή και υποστήριξη προς εμένα, κάνει την προσφορά του πολύτιμη και αναγκαία για την σωστή ολοκλήρωση και παρουσίαση της διπλωματικής εργασίας. Επίσης ευχαριστίες προς τον υποψήφιο διδάκτορα, Μπαμπζέλη Δημήτριο και στο μέλος του προσωπικού του εργαστηρίου Αγρομετεωρολογίας Μπλαντά Άννα για την συμμετοχή τους, την βοήθεια και την προσφορά των γνώσεων τους για τις ανάγκες της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πολύ καλό φίλο και συμφοιτητή, Οκτωνιάτη Χρήστο για την υποστήριξή του και την αμέριστη βοήθεια που προσέφερε ώστε να ολοκληρωθεί επιτυχώς η διπλωματική εργασία μου. Βεβαίως το μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στην οικογένειά μου για την συνεχή βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσφέρουν κάθε ημέρα, όχι μόνο κατά το διάστημα της δημιουργίας της διπλωματικής εργασίας, αλλά καθ' όλη την διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων. Η υλική και κυρίως ηθική τους στήριξη και συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια, αποτέλεσε τον σημαντικότερο παράγοντα στην προσπάθεια απόκτησης του πτυχίου της γεωπονικής σχολής.

Τόγιας Βασίλειος

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καιρός και το κλίμα αποτελούν αναμφισβήτητα δύο από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες στην εξέλιξη και απόδοση της γεωργικής παραγωγής. Το μικροκλίμα κάθε περιοχής η οποία μελετάται, επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη των φυτών, στα επιμέρους φαινολογικά στάδια τους, καθώς και στην παραγωγή βιομάζας στο τέλος μιας καλλιεργητικής περιόδου. Οι διάφοροι μετεωρολογικοί παράγοντες οι οποίοι εμπλέκονται στην διαμόρφωση του μικροκλίματος μιας περιοχής προσδιορίζουν χρονικά καθοριστικές φυσιολογικές διεργασίες του βλαστικού κύκλου των φυτών, όπως για παράδειγμα, η έναρξη του φυτρώματος, η βλαστική και η αναπαραγωγική ανάπτυξη, η ωρίμανση καθώς επίσης και η περίοδος της συγκομιδής.

Αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ ορισμένων αγρομετεωρολογικών δεικτών και των διαφόρων σταδίων εξέλιξης της καλλιέργειας του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας, στην Θεσσαλία. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται, ο τρόπος και ο βαθμός που επηρεάζουν οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες την τελική απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού και ακόμα η επίδρασή τους στα διάφορα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας. Επίσης εξετάζεται και ο τρόπος εκτίμησης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού σε μελλοντικά έτη, μέσω των δεδομένων και των αγρομετεωρολογικών δεικτών που ήδη υπάρχουν για τα προηγούμενα έτη.

Απώτερος και γενικότερος σκοπός και άλλων παρόμοιων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί, είναι η εύρεση και παρουσίαση ενός τρόπου σύνδεσης ορισμένων αβιοτικών παραγόντων, όπως είναι στην προκειμένη περίπτωση οι μετεωρολογικοί και κλιματικοί παράγοντες, με την τελική απόδοση της καλλιέργειας. Το ζητούμενο δηλαδή είναι η δυνατότητα της εκτίμησης της τελικής απόδοσης όταν είναι γνωστές οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν σε ένα φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας.

Συχνά η πρόβλεψη ενός βιολογικού φαινομένου με βάση έναν αβιοτικό παράγοντα είναι επισφαλής, γι' αυτό οι φαινολογικές έρευνες περιλαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερες παραμέτρους ώστε οι προβλέψεις τους να στηρίζονται σε ορθή βιολογική βάση. Οι αβιοτικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη σε φαινολογικές

μελέτες είναι συνήθως οι κλιματικοί και ιδιαίτερα η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία και η βροχόπτωση. Από πρακτική όμως άποψη ο σπουδαιότερος αβιοτικός παράγοντας που επηρεάζει το χρόνο που εκδηλώνονται τα φαινολογικά στάδια των φυτών είναι η θερμοκρασία.

Στην παρούσα εργασία οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες οι οποίοι υπολογίζονται και χρησιμοποιούνται για να μελετηθεί η επίδρασή τους στην καλλιέργεια του βαμβακιού γενικότερα, είναι οι ημερόβαθμοι ή θερμική μονάδα, η βροχόπτωση, η ξηρασία. Όπως είναι γνωστό από την βιβλιογραφία, το βαμβάκι είναι φυτό που απαιτεί υψηλές τιμές θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της αύξησης και ανάπτυξης του ώστε να αποδώσει υψηλές τιμές βιομάζας. Επίσης το φυτό του βαμβακιού έχει ανάγκη και από υψηλές τιμές βροχόπτωσης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής του περιόδου καθώς επίσης είναι απαιτητικό και σε υψηλή υγρασία, ιδιαίτερα στο στάδιο του φυτρώματος. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι οι ημερόβαθμοι και κατ' επέκταση η θερμοκρασία, διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην πορεία εξέλιξης της καλλιέργειας του βαμβακιού όπως επίσης καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τελική παραγωγή και απόδοση της καλλιέργειας. Και οι υπόλοιποι αγρομετεωρολογικοί δείκτες όμως, όπως η βροχόπτωση, η υγρασία και η ξηρασία έχουν και αυτοί σημαντική επίδραση στην καλλιέργεια του βαμβακιού και στην τελική παραγωγή της καλλιεργητικής περιόδου. Συγκεκριμένα υψηλά επίπεδα βροχόπτωσης και υγρασίας απαιτούνται κατά το στάδιο φυτρώματος του φυτού και κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρυδιών του, όχι όμως και κατά το στάδιο της συγκομιδής του. Επίσης συνθήκες ξηρασίας είναι μη επιθυμητές καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, αφού μπορεί να προκαλέσουν καταστρεπτικές συνέπειες για την καλλιέργεια.

Στην παρούσα εργασία όπως ήδη προαναφέρθηκε, εξετάζεται η επίδραση των αγρομετεωρολογικών δεικτών όπως είναι οι ημερόβαθμοι, η βροχόπτωση και η ξηρασία στα διάφορα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας του βαμβακιού καθώς επίσης και στην απόδοση της καλλιέργειας. Τα μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και περιλαμβάνουν τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για την περιοχή της Λάρισας στην Θεσσαλία για μια χρονική περίοδο τριάντα ετών και συγκεκριμένα από το 1970 έως και το 2000. Επίσης οι τιμές της απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού προέρχονται από τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (ΕΣΥΕ). Από τα συγκεκριμένα μετεωρολογικά στοιχεία υπολογίζονται οι αγρομετεωρολογικοί

δείκτες, οι οποίοι είναι, οι ημερόβαθμοι και ο δείκτης ξηρασίας z. Ως χρονική μονάδα για τους υπολογισμούς επιλέχθηκε ο μήνας. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την βάση, η καλλιεργητική περίοδος του βαμβακιού ξεκινά τον Απρίλιο και συγκεκριμένα το τελευταίο δεκαήμερο και ολοκληρώνεται στο τέλος Οκτωβρίου. Επίσης σαν τιμή κατωφλίου για τον υπολογισμό των ημερόβαθμων ορίστηκε η τιμή των 10 °C. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν διαγράμματα τα οποία προβάλλουν την σχέση μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας, ημερόβαθμων και βροχόπτωσης, σε συνάρτηση με τον χρόνο, όπως επίσης και πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων για τον βαθμό επίδρασης των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην παραγωγή της καλλιέργειας του βαμβακιού και για την πρόγνωση μελλοντικής παραγωγής με τα συγκεκριμένα δεδομένα, επιβεβαιώνοντας τα ήδη γνωστά από την βιβλιογραφία. Επιπλέον μελετήθηκε και η ύπαρξη σχέσης μεταξύ περιόδων με υψηλή παραγωγή και των αγρομετεωρολογικών δεικτών. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικότερα και εκτενέστερα στο τέταρτο κεφάλαιο, με όλες τις αναλύσεις και τις επισημάνσεις που πρέπει να αναφερθούν.

Η παρούσα εργασία οργανώνεται ως εξής: στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται και περιγράφεται η καλλιέργεια του βαμβακιού και πιο συγκεκριμένα η ιστορική του εξέλιξη, τα μορφολογικά του γνωρίσματα, οι ποικιλίες του, τα διάφορα φυτικά μέρη του, οι διάφοροι παράγοντες που επιδρούν στην καλλιεργητική περίοδο του φυτού, εχθροί και ασθένειες του βαμβακιού, η παγκόσμια και ελληνική παραγωγή κ.α. Επίσης γίνεται σχετική αναφορά και παρουσίαση των διάφορων φαινολογικών σταδίων της καλλιέργειας του βαμβακιού, όπως αυτά προκύπτουν από την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τους αγρομετεωρολογικούς δείκτες και ιδιαίτερα για αυτούς που αφορούν περισσότερο την παρούσα εργασία όπως είναι οι ημερόβαθμοι, η βροχόπτωση και ο δείκτης ξηρασίας z. Περιγράφονται και άλλοι αγρομετεωρολογικοί δείκτες καθώς επίσης και ο τρόπος υπολογισμού τους. Στο τέταρτο κεφάλαιο, επισημαίνονται τα κύρια σημεία της μεθοδολογίας, περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον υπολογισμό των ημερόβαθμων, παρουσιάζονται τα διαγράμματα που προέκυψαν και αναλύονται, όπως επίσης και η μέθοδος της στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των συμπερασμάτων. Παρατίθενται πίνακες και διαγράμματα και ερμηνεύονται τα αποτελέσματά τους. Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας συνοψίζονται τα αποτελέσματα και τα διάφορα συμπεράσματα που προέκυψαν από την όλη διαδικασία και παρατίθενται προτάσεις



για τυχόν μελλοντική θεώρησή της σε άλλη βάση. Τέλος στο παράρτημα παρατίθενται ολοκληρωμένοι οι πίνακες με τα δεδομένα και τα στοιχεία που προβάλλουν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών και είναι γνωστό ότι καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους ακόμα. Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας *Malvaceae* το οποίο περιλαμβάνει 49 είδη. Από αυτά, τα 4 είναι εξημερωμένα. Η ιστορία του βαμβακιού αρχίζει με την εξέλιξη των ειδών, 10-20 εκατομμύρια χρόνια πριν, όπως υποδηλώνουν αποτελέσματα αναλύσεων DNA σε υπάρχοντα είδη *Gossypium* (Brubaker *et al.*, 1999).

Σχετικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, αποκαλύπτουν ότι το βαμβάκι πρωτοαναπτύχθηκε σε δυο ανεξάρτητες απομακρυσμένες περιοχές, η μια στο παλαιό κόσμο στην Ινδία και η άλλη στο νέο κόσμο στην Αμερική. Τα πρώτα στοιχεία ότι ο άνθρωπος καλλιεργούσε βαμβάκι στο παλαιό κόσμο, προέρχονται από τα αρχαιολογικά ευρήματα του Mohenjo-Daro στη κοιλάδα του Ινδού ποταμού στο Πακιστάν (από λείψανα υφάσματος και σκονιών από βαμβάκι), τα οποία χρονολογούνται γύρω στο 3000 π.Χ. και αναφέρονται στην καλλιέργεια του είδους *Gossypium arboreum*. Στο νέο κόσμο, το *Gossypium hirsutum* φαίνεται ότι ήταν ήδη γνωστό από το 3500 π.Χ. στην κοιλάδα Tehuacan του Μεξικού, ενώ το *Gossypium barbadense* χρονολογείται γύρω στο 2500 π.Χ. στις ακτογραμμές του Περού.

Πάρα πολλές γραπτές αναφορές έχουν ανακαλυφθεί που σχετίζονται με το βαμβάκι. Πρώτη αναφορά μεταξύ αυτών, γίνεται στο θρησκευτικό ινδικό βιβλίο «*Rig Veda*» που χρονολογείται γύρω στο 1500 π.Χ. όπως και στο ιερό βιβλίο «*Νόμοι του Manu*» που γράφτηκε το 800 π.Χ. Όμως αναφορές γίνονται και από Έλληνες συγγραφείς με πρώτο τον Ηρόδοτο και αργότερα τον Θεόφραστο, οι οποίοι περιγράφουν το φυτό και την καλλιέργεια του στην Ινδία και την Αραβία. Επίσης ο Αρριανός (95-180 μ.Χ.) σε σύγγραμμά του, αναφέρει το εμπόριο βαμβακερών υφασμάτων από τους Άραβες στην Ινδία και την Αίγυπτο.

Στον ελληνικό χώρο πρωτοήρθε από την Ασία στην εποχή του Μ. Αλεξάνδρου γύρω στο 325 π.Χ. Ο στρατηγός του Μ. Αλεξάνδρου, Αριστόβουλος και ο ναύαρχος του Κλέαρχος αναφέρονται στο μαλλί που παράγεται από κάποια δέντρα της Ινδίας.

Το 306 π.Χ. γίνεται η πρώτη πλήρης «βοτανική» του περιγραφή από τον πατέρα της Βοτανικής και δάσκαλο του Μ. Αλεξάνδρου Θεόφραστο, ο οποίος αναφέρει ότι το φυτό αυτό «έχει φύλλα που μοιάζουν με αυτά του αμπελιού, μόνο που είναι μικρότερα με καρπό πάνω στον οποίο βγαίνει το έριον (μαλλί), από το οποίο υφαίνονται σεντόνια...και φύτεται στην Ινδία και την Αραβία...». Αργότερα η καλλιέργειά του εξαπλώθηκε και στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες και σταδιακά μετατρεπόταν σε συστηματική. Στην κεντρική Αμερική, η καλλιέργειά του ήταν γνωστή στους Αζτέκους, αλλά η διάδοσή του στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι σχετικά πρόσφατη και συγκεκριμένα όταν το δουλεμπόριο άρχισε να παίρνει μεγάλη έκταση. Άλλωστε μία από τις αιτίες του δουλεμπορίου ήταν να εξασφαλιστούν αρκετά εργατικά χέρια για την καλλιέργεια του βαμβακιού. Άρχισε τις πρώτες δεκαετίες του 17<sup>ου</sup> αι. στη Βιρτζίνια και επεκτάθηκε στην Καρολίνα, στη Τζόρτζια και στην Λουιζιάνα. Κατά τα τέλη του αιώνα, η καλλιέργειά του ανθούσε στις πολιτείες του Τένεση, της Αλαμπάμα, της Φλώριντας, του Μισισσιπή κ.α.

Το βαμβάκι στη χώρα μας αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Πανσανία το 174 μ.Χ. με το όνομα Βύσσοσ και πιο συγκεκριμένα αναφέρει ότι καλλιεργούσαν τη Βύσσο στην περιοχή της Ηλείας. Το φυτό και το προϊόν του με το σημερινό όνομα «Βάμβαξ», αναφέρεται για πρώτη φορά στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού τον 6<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. Τον 10<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. το βαμβάκι είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα (Χρηστίδης 1965). Τον 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. η Θεσσαλία, η Μακεδονία και ορισμένα νησιά του Αιγαίου είχαν τόση παραγωγή που έκαναν και εξαγωγή. Τον 18<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. αναπτύχθηκε η κλωστοβιομηχανία στην Θεσσαλία, κυρίως στο χωριό Αμπελάκια της Λάρισας, όπου λειτούργησε ο ομώνυμος συνεταιρισμός. Από τα Αμπελάκια τα ελληνικά νήματα, εξαιρετικής ποιότητας, εξάγονταν στην Ευρώπη και έγιναν γνωστά σε πολλές χώρες.

Το 1931 ιδρύθηκε ο Οργανισμός Βάμβακος και το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών με σκοπό τη μεθοδική και επιστημονική μελέτη και αντιμετώπιση των προβλημάτων επέκτασης και εκσυγχρονισμού της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα. Ο Οργανισμός Βάμβακος με τις περιφερειακές υπηρεσίες και τα εργαστήρια που διέθετε εξυπηρετούσε και συμπαραστεκόταν στους καλλιεργητές, εκκοκκιστές, εμπόρους, κλώστες, υφαντές, βαφείς, κατασκευαστές ενδυμάτων, σπορελαιουργούς και σε κάθε υπηρεσία ή ίδρυμα που ασχολείται με το βαμβάκι. Ο Οργανισμός Βάμβακος έπαψε να υφίσταται από το 2001. Ορισμένες αρμοδιότητές του μεταφέρθηκαν στις Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις και μελετάται η

ίδρυση νέου φορέα. Το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών ασχολείται κυρίως με τη δημιουργία Ελληνικών ποικιλιών βαμβακιού αλλά και με την τεχνική καλλιέργειας και την τεχνολογία των ινών.

## 2.1. Γενικές πληροφορίες για το φυτό του βαμβακιού

### ✓ 2.1.1. Ταξινόμηση και καταγωγή του βαμβακιού

Η πρώτη ταξινομική μελέτη για το βαμβάκι έγινε στο μέσο του 18<sup>ου</sup> αιώνα μ.Χ. όταν ο Λιναίος περιέγραψε το γένος και οι μελέτες συνεχίστηκαν σχετικά εντατικά έως τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα μ.Χ. Το γένος παλαιότερα είχε ταξινομηθεί και στην οικογένεια Malvaceae ή mallow και στις οικογένειες Bombacaceae και στις φυλές Hibisceae και Gossypieae. Σήμερα, το γένος φαίνεται σταθερά τοποθετημένο στη τάξη Malvales, στην οικογένεια Malvaceae και στη φυλή Gossypieae, λόγω της μοναδικότητας των λυσιγόνων αδένων που βρίσκονται σε όλα τα είδη μέσα στο γένος. Αυτοί οι αδένες περιέχουν διάφορα τερπένια, που αποκαλούνται συλλογικά γουασιπόλη (gossypol). Μόνο εκείνα τα είδη *Gossypium* που παράγουν τις τρίχες στο σπόρο μπορούν ακριβώς να καλεστούν βαμβάκι (Smith, 1995).

Το γένος *Gossypium* αποτελείται από 50 είδη (Fryxell, 1992). Από αυτά τα 4 καλλιεργούνται και τα υπόλοιπα βρίσκονται σε άγρια ή αυτοφυή κατάσταση. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι: το *Gossypium herbaceum*, το *Gossypium arboreum*, το *Gossypium hirsutum* και το *Gossypium barbadense*. Τα δύο πρώτα έχουν απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων,  $n=13$ , κατάγονται από την κοιλάδα του Ινδού ποταμού και καλλιεργούνται στον Παλαιό Κόσμο. Τα άλλα δύο έχουν διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων,  $n=26$ , κατάγονται το *G. hirsutum* από την Κ. Αμερική, το δε *G. barbadense* από τη Ν. Αμερική και καλλιεργούνται στο Νέο Κόσμο (Fryxell, 1980).

### ✓ 2.1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα βαμβακιού

Η επιστημονική του ονομασία είναι γοσύπιο και οι βλαστοί του διακλαδώνονται φτάνοντας σε ύψος το 1,5 m αλλά και τα 6 m στις δενδροειδείς ποικιλίες. Έχει φύλλα με μακρύ μίσχο, μεγάλα και με έλασμα. Στη βάση του μίσχου βρίσκονται δύο μικρά

παράφυλλα συνήθως οδοντωτά. Τα άνθη βγαίνουν από τις μασχάλες των φύλλων και είναι μεγάλα, μοναχικά και παράγονται από ανθοφόρους οφθαλμούς. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί στην αρχή τους μοιάζουν με μικρές πυραμίδες και στο στάδιο αυτό τα άνθη του ονομάζονται χτένια. Ο καρπός του είναι κάψα και έχει 8-10 σπόρια που περιβάλλονται από λευκές ίνες. Οι ώριμες ίνες αποτελούνται κατά μεγάλο ποσοστό από κυτταρίνη. Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται σε πολλές χώρες της γης αλλά το μεγαλύτερο τμήμα της παραγωγής προέρχεται από το βόρειο ημισφαίριο (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 2002).

### ✓ 2.1.3. Είδη βαμβακιού

#### **Gossypium herbaceum** (ποώδες βαμβάκι)

Είναι μικροί θάμνοι ύψους 1-1,5 m. Φέρουν λίγους ή καθόλου βλαστοφόρους κλάδους. Τα φύλλα έχουν 3-5 όχι καλά διαμορφωμένους λοβούς. Τα λουλούδια είναι μικρά με κιτρινωπό συνήθως χρώμα. Τα βράκτια είναι μικρά με 6-8 δόντια και δεν σκεπάζουν το άνθος ή το καρύδι. Το συγκεκριμένο είδος είναι όψιμο, δίνει μικρή παραγωγή και είναι ευαίσθητο στην αδρομύκωση. Καλλιεργείται ελάχιστα στις ξηρότερες περιοχές της Αφρικής και της Ασίας.

#### **Gossypium arboreum** (δενδρώδες βαμβάκι)

Σε αυτό το είδος ανήκουν διάφοροι τύποι, μονοετείς ή πολυετείς. Οι μονοετείς τύποι είναι θάμνοι ύψους 0,5-1,5 m ενώ οι πολυετείς φτάνουν μέχρι και τα δύο μέτρα. Τα φύλλα σχηματίζουν 5-7 λοβούς. Τα βράκτια έχουν σχήμα τριγωνικό και περιβάλλουν καλά το λουλούδι. Το σχήμα των καρυδιών είναι κωνοειδές με αδένες στην επιφάνεια που εύκολα διακρίνονται. Δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο γεωργικό ενδιαφέρον.

#### **Gossypium hirsutum** (χνοώδες βαμβάκι)

Στο είδος αυτό ανήκουν όλα τα αμερικάνικα βαμβάκια που είναι γνωστά με το όνομα upland. Καλλιεργείται σε όλες σχεδόν τις βαμβακοπαραγωγικές χώρες, εκτός από αυτές που ευδοκιμεί το *G. barbadense*. Στην Ελλάδα καλλιεργείται αποκλειστικά αυτό το είδος. Τα φυτά είναι ετήσιοι θάμνοι ύψους 1-1,5 m με λίγους φυλλοφόρους βλαστούς. Τα φύλλα σχηματίζουν 3-5 λοβούς, το σχήμα των βρακτίων είναι τριγωνικό με 4-12 δόντια και τα καρύδια στογγυλοειδή ή επιμήκη με 3-5 χώρους. Οι σπόροι καλύπτονται από παχύ στρώμα ινών και συνήθως από πυκνό χνούδι.

## **Gossypium barbadense** (βαρβαδινό βαμβάκι)

Το είδος αυτό περιλαμβάνει ετήσια φυτά ή πολυετείς θάμνους που γίνονται μεγάλα δέντρα, ύψους 1-3 m. Τα φύλλα εμφανίζουν 3-5 λοβούς. Τα βράκτια είναι αναπτυγμένα με μεγάλα δόντια, 10-15. Τα λουλούδια είναι μεγάλα και τα καρύδια συνήθως μυτερά, μήκους 3,5-6 cm με 3-4 χώρους και κάθε χώρος περιέχει 5-8 σπόρους. Οι σπόροι είναι συνήθως γυμνοί. Σε αυτό το είδος ανήκουν τα αιγυπτιακά βαμβάκια που χαρακτηρίζονται από μεγάλο μήκος ίνας (35-42mm). Από αυτό παράγεται το 10% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού (Δαναλάτος, 2003).



**Εικόνα 2.1.** Φυτό βαμβακιού του είδους *Gossypium barbadense*.

### **2.1.4. Ποικιλίες βαμβακιού**

Η χώρα μας από άποψη κλιματολογικών συνθηκών βρίσκεται στα βορειότερα όρια της ζώνης καλλιέργειας του βαμβακιού. Έτσι η απόδοση και η ποιότητα κάθε ποικιλίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής κυρίως στην διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού στην Ελλάδα, ανήκουν αποκλειστικά στο είδος *Gossypium hirsutum*. Προσπάθειες για την καλλιέργεια ποικιλιών του είδους *Gossypium barbadense* έγιναν από πολύ παλιά, χωρίς όμως επιτυχία, λόγω του ότι είναι πολύ όψιμες και δεν προλαβαίνουν να ωριμάσουν.

✓ Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους οι ποικιλίες του βαμβακιού κατατάσσονται ως εξής:

Με βάση την διακοπή ή με την καρποφορία σε:

- α) τύπους συνεχούς καρποφορίας
- β) τύπους περιορισμένης καρποφορίας

Με βάση τον τρόπο καρποφορίας και τον τύπο διακλαδώσεων σε:

- α) ποικιλίες με μεγάλη ανάπτυξη διακλαδώσεων πάνω στις οποίες υπάρχουν και τα καρποφόρα όργανα
- β) ποικιλίες με μέτρια ανάπτυξη διακλαδώσεων
- γ) ποικιλίες με μικρή ανάπτυξη διακλαδώσεων και συγκέντρωση των καρποφόρων οργάνων κοντά στον κύριο βλαστό

Με βάση την πρωιμότητα διακρίνονται σε:

- α) υπερπρώιμες ποικιλίες
- β) πρώιμες ποικιλίες
- γ) μεσοπρώιμες ποικιλίες
- δ) μεσοόψιμες ποικιλίες
- ε) όψιμες ποικιλίες

Με βάση τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά διακρίνονται:

Από το μήκος της ίνας σε:

- α) μακρόινες, με μήκος ίνας πάνω από 32 mm
- β) μεσομακρόινες, με μήκος ίνας 28-32 mm
- γ) μεσόινες, με μήκος ίνας κάτω από 26,5-28 mm
- δ) κοντόινες, με μήκος ίνας κάτω από 26,5 mm

Από την λεπτότητα της ίνας σε:

- α) χονδρόινες με ένδειξη δείκτη micronaire πάνω από 4,6
- β) μεσόινες με ένδειξη δείκτη micronaire μεταξύ 4 και 5 <sup>1,7A</sup>
- γ) λεπτόινες με ένδειξη δείκτη micronaire κάτω από 4

Οι ελληνικές ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται σήμερα στην χώρα μας είναι δημιουργίες του Ινστιτούτου Βάμβακος. Επιτυχημένες επίσης ποικιλίες για τις συνθήκες της χώρας μας προέκυψαν ύστερα από επιλογή σε εισαγόμενες ποικιλίες. Μερικές από αυτές είναι: η 4S (μέσης πρωιμότητας ποικιλία με πολύ καλή ποιότητα ίνας και νήματος), η Σίνδος 80 και η Εύα (κατάλληλες για περιοχές με σχετικά μικρή βλαστική περίοδο), οι Ζέτα - 2, Ζέτα - 5 και Κορίνα (ανθεκτικές στις αδρομυκώσεις). Τα τελευταία χρόνια εισάγονται σπόροι μεγάλου αριθμού ποικιλιών βαμβακιού που προσαρμόζονται καλά από άποψη πρωιμότητας και αντοχής στις αδρομυκώσεις. Μερικές από αυτές είναι η Μίδα 474, Βολκάνο, Άρια. Από τα αμερικάνικα βαμβάκια Upland (*Gossypium hirsutum*), κυρίως είναι διαδεδομένες οι ποικιλίες: Deltapine, Cocer, Acala, Stoneville κ.α. Από τα αιγυπτιακά βαμβάκια οι σπουδαιότερες ποικιλίες είναι: Ashmouni, Giza, Menoufi, Karman κ.α. (Μπλαντά, 2007).

Η παραγωγικότητα ορισμένων ποικιλιών είναι πολύ ικανοποιητική, οι περισσότερες όμως από αυτές υστερούν των ελληνικών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας. Οι ξένες ποικιλίες υπερτερούν ως προς την ποιότητα του σπόρου σποράς και έχουν καλύτερη προώθηση προς τους παραγωγούς, με αποτέλεσμα ενώ πριν από το 1990 οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κατά 90% ήταν ελληνικές, τα τελευταία χρόνια το ποσοστό των ξένων ποικιλιών σταδιακά αυξάνεται και το 1998 κατείχε το 78% των καλλιεργούμενων εκτάσεων (Δελτίο Οργανισμού Βάμβακος).

## 2.2. Φυτικά μέρη βαμβακιού

### 2.2.1. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα των καλλιεργούμενων βαμβακιών αποτελείται από μια πασσαλώδη ρίζα που μπορεί να φτάσει σε βάθος μέχρι και 2m, με το κύριο ριζόστρωμα να βρίσκεται στα 40-60 cm. Οι πλάγιες ρίζες μπορεί να φτάσουν έως 120 cm μακριά από την κύρια ρίζα.

Η κύρια ρίζα του φυτού προχωρεί κατακόρυφα προς τα κάτω και για αρκετές ημέρες δεν σχηματίζει καμία διακλάδωση. Η ανάπτυξη της γίνεται πολύ γρήγορα. Με θερμοκρασία εδάφους στους 18°C μεγαλώνει 0,9 mm την ώρα ενώ στους 22°C μπορεί να αυξηθεί στα 1,25 mm (Χρηστίδης, 1965). Οι δευτερεύουσες ρίζες αρχίζουν συνήθως να σχηματίζονται όταν η κύρια ρίζα αποκτήσει μήκος 12 cm περίπου και αυτό συμπίπτει με την εμφάνιση των κοτυληδόνων στην επιφάνεια του χωραφιού.

Η βιομάζα του ριζικού συστήματος αποτελεί το 10% ολόκληρου του φυτού όταν το βαμβάκι έχει αναπτυχθεί πλήρως.

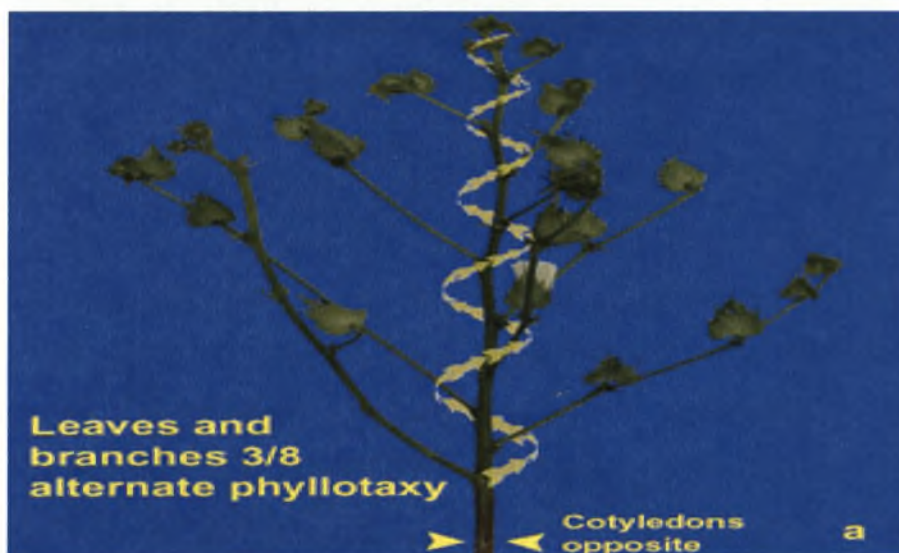
### 2.2.2. Βλαστός

Με την βλάστηση του σπόρου το βλαστίδιο θα δώσει το κύριο στέλεχος του φυτού. Από αυτό θα προκύψουν αργότερα οι βλαστοί, οι οποίοι θα φέρουν και τα καρποφόρα όργανα. Ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες του περιβάλλοντος τα φυτά φτάνουν σε ύψος από 60-180 cm. Το στέλεχος είναι κυλινδρικό. Κατά μήκος του κύριου βλαστού σχηματίζονται μεγάλα φύλλα σε κανονική σπειροειδή διάταξη. Στη μασχάλη κάθε φύλλου υπάρχουν οι καταβολές δύο οφθαλμών, ενός κεντρικού και ενός πλευρικού. Οι κατώτεροι μασχαλιαίοι οφθαλμοί δίνουν φυλλοφόρους



βλαστούς που δεν κάνουν λουλούδια αν δεν κάνουν νέα διακλάδωση (μονοπόδια). Οι πλευρικοί οφθαλμοί και οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού παράγουν συνήθως ανθοφόρους βλαστούς (συμπόδια).

Οι φυλλοφόροι βλαστοί εμφανίζουν μονοποδιακή ανάπτυξη, μεγαλώνουν σχεδόν κατακόρυφα και τα φύλλα έχουν την ίδια με τον κύριο άξονα διάταξη. Οι ανθοφόροι όμως κλάδοι αυξάνονται σχεδόν οριζόντια και συμποδιακά, δηλαδή στην άκρη του κλάδου σχηματίζεται ανθοφόρος οφθαλμός και κάτω από αυτόν ένα φύλλο. Στη μασχάλη του φύλλου βγαίνει ένα καινούριο μάτι προς τα πλάγια που καταλήγει σε λουλούδι. Ο ανθοφόρος κλάδος συνεχίζει να μεγαλώνει με τον ίδιο τρόπο και μετατρέπεται σε ένα κλαδί που έχει 6-8 λουλούδια ή και περισσότερα. Το ύψος του φυτού εξαρτάται από το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων. Όταν αυτά είναι κοντά τα φυτά γίνονται πιο πρώιμα. Ύπαρξη ανθοφόρων οφθαλμών σε πλευρικούς βλαστούς, προκαλούν οσιμότητα και δεν είναι επιθυμητοί.



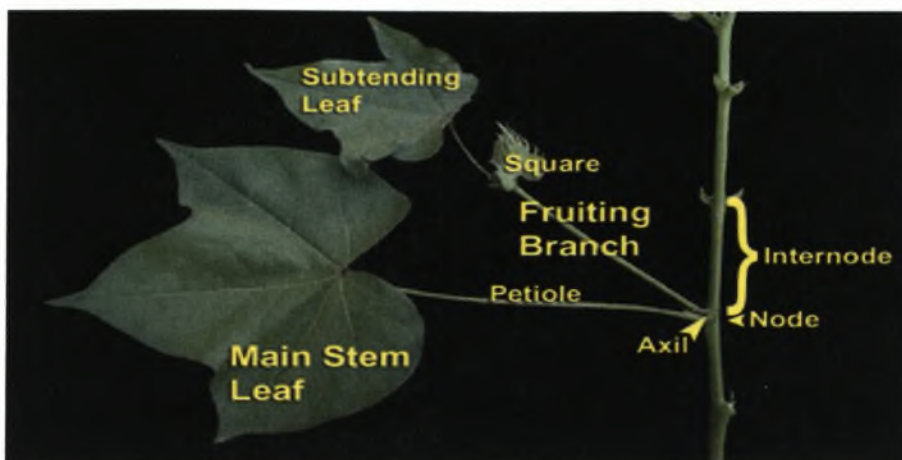
**Εικόνα 2.2.** Βλαστός κοινού φυτού βαμβακιού.

### 2.2.3. Φύλλα

Τα φύλλα ανάλογα με τα είδη και τις ποικιλίες παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς την μορφολογία (μέγεθος, σχήμα, υφή, κλπ.), αποτελούνται από το μίσχο, το έλασμα και στο σημείο που ενώνεται ο μίσχος με το στέλεχος, βρίσκονται δύο μικρά παράφυλλα. Το έλασμα στο *Gossypium hirsutum* είναι λεπτό σαν χαρτί, ενώ στο *Gossypium barbadense* είναι παχύ σαν περγαμηνή. Το έλασμα παρουσιάζει συνήθως πέντε λοβούς. Στην άνω επιφάνεια, κατά τον Balls, φέρει 44-97 στομάτια ενώ στην

κάτω επιφάνεια 116-176 στομάτια ανά τετραγωνικό χιλιοστό. Στο κάτω μέρος του φύλλου διακρίνονται άφθονες μικρές διακλαδώσεις νεύρων που καλύπτουν όλη την επιφάνεια του φύλλου.

Το έλασμα των φύλλων μπορεί να είναι λείο, όπως στο αιγυπτιακό βαμβάκι ή τριχωτό, όπως είναι στο αμερικάνικο.



**Εικόνα 2.3.** Φύλλα φυτού βαμβακιού ([www.pubs.caes.uga.edu](http://www.pubs.caes.uga.edu)).

#### ✓ 2.2.4. Άνθη

Τα άνθη σχηματίζονται στους ανθοφόρους κλάδους, στις μασχάλες των φύλλων και είναι μικρά πυραμιδοειδή κατασκευάσματα που περικλείονται από τρία χαρακτηριστικά βράκτια φύλλα. Από την ημέρα που η καταβολή του άνθους διακρίνεται πάνω στο φυτό, απαιτούνται συνήθως 21 ημέρες για να ανοίξει το αντίστοιχο άνθος.

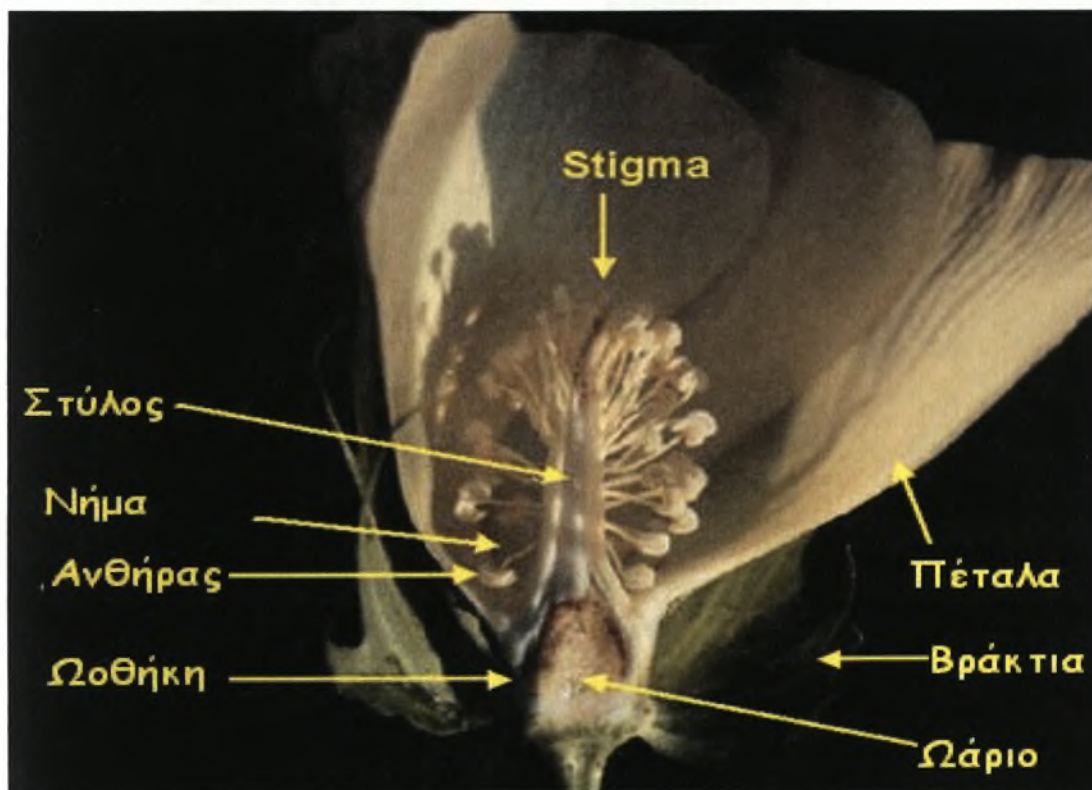
Το άνθος του βαμβακιού αποτελείται από τα εξής μέρη:

- α) τα βράκτια φύλλα, που είναι συνήθως τρία, μεγάλα και καταλήγουν σε 10 περίπου μυτερά δόντια.
- β) τον κάλυκα με 5 μικρά ακανόνιστα σέπαλα, που είναι ενωμένα στη βάση του λουλουδιού. Στη βάση του κάλυκα και των βρακτίων φύλλων βρίσκονται συνήθως νεκτάρια.
- γ) τη στεφάνη που αποτελείται από πέντε πέταλα ενωμένα στη βάση τους. Το χρώμα της ποικίλει, στα αμερικάνικα είναι λευκό ή κρεμ και στο αιγυπτιακό κίτρινο, ενώ σε άλλα είδη μπορεί να είναι κόκκινο. Το χρώμα αυτό κρατά μόνο την πρώτη ημέρα μετά το άνοιγμα του άνθους και το βράδυ της ίδια ημέρας μεταχρωματίζεται σε ροζ,

και το άνθος κλείνει. Την δεύτερη ημέρα ακολουθεί η στεφάνη η οποία γίνεται κόκκινη και την τρίτη ημέρα το άνθος μαραίνεται και πέφτει.

δ) τους στήμονες, που αριθμούνται σε 90-100 και βρίσκονται σε 10 κατακόρυφες σειρές. Οι ανθήρες είναι δίχωροι, ανοίγουν κατά μήκος μιας γραμμής στο πάνω μέρος τους και ελευθερώνουν μεγάλους γυρεόκκοκους με αγκάθια στην επιφάνεια.

ε) τον ύπερο, μια μικρή κωνική πολύχρωμη ωοθήκη, το στύλο και το στίγμα. Ο ύπερος αποτελείται από τόσα καρπόφυλλα όσοι και οι χώροι της ωοθήκης. Το *Gossypium hirsutum* έχει 4-5 καρπόφυλλα ενώ το *Gossypium barbadense* τρία.



Εικόνα 2.4. Μορφολογία του άνθους βαμβακιού (Μονογιός 2007).

### 2.2.5. Καρύδια

Την επόμενη μέρα από την γονιμοποίηση σχηματίζεται το μικρό καρύδι, το οποίο και αναπτύσσεται. Σε 21 ημέρες παίρνει το τελικό του μέγεθος αλλά δεν είναι έτοιμο για συγκομιδή. Για να ανοίξει κανονικά χρειάζονται τουλάχιστον άλλες 25 ημέρες. Για τα αμερικάνικα βαμβάκια το χρονικό διάστημα από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση κυμαίνεται από 45-65 ημέρες συνήθως, ανάλογα με την ποικιλία.

Όταν τα καρύδια ωριμάσουν σχίζονται στη εξωτερική τους επιφάνεια, ανοίγουν και το σύσπορο βαμβάκι χύνεται προς τα έξω. Κάθε καρύδι έχει 3-4 χώρους και μερικές φορές και πέντε. Το βαμβάκι συγκρατείται πάνω στο ανοιχτό καρύδι, γιατί είναι συνδεδεμένο με την βάση του καρυδιού. Ο βαθμός της συνδέσεως αυτής αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό των ποικιλιών.



**Εικόνα 2.5.** Κλειστό καρύδι βαμβακόφυτου.



**Εικόνα 2.6.** Ανοιχτό καρύδι βαμβακόφυτου.

#### ✓ 2.2.6. Ίνες

Κατά το άνοιγμα του λουλουδιού, μερικά από τα κύτταρα της επιδερμίδας αρχίζουν να σχηματίζουν μικρές εξογκώσεις, τις πρώτες επιδερμικές τρίχες, τις ίνες. Κάθε ίνα σχηματίζεται από ένα κύτταρο. Οι τρίχες που αρχίζουν να μακραίνουν τις πρώτες 2-5 ημέρες μετά την άνθηση είναι πραγματικές ίνες, ενώ όσες σχηματίζονται αργότερα παράγουν χνούδι. Απαιτούνται 15-25 ημέρες για να αποκτήσουν οι ίνες το τελικό τους μήκος. Η πάχυνση της ίνας αρχίζει μόλις ολοκληρωθεί το μήκος της και διαρκεί άλλες 25 ημέρες. Η πάχυνση γίνεται σε ομοκεντρικά στρώματα και κάθε ημέρα σχηματίζεται ένα στρώμα. Σάκχαρα μεταφέρονται στις ίνες ή στο χνούδι. Αυτά μετατρέπονται σε κυτταρίνη και εναποτίθεται στο εσωτερικό του αρχικού τοιχώματος.

## 2.2.7. Σπόροι

Μετά το σκάσιμο των καρυδιών, το προϊόν που συγκομίζεται είναι το σύσπορο βαμβάκι που αποτελείται από τους σπόρους και τις ίνες. Οι ώριμοι βαμβακόσποροι έχουν σχήμα ακανόνιστο, το ένα άκρο λέγεται χάλαζα και είναι πλατύτερο από το άλλο στο οποίο βρίσκεται η μικροπύλη και ο οφθαλμός. Το μήκος του σπόρου κυμαίνεται ανάλογα με τα είδη από 6-12 mm. Το βάρος του σπόρου ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Ο σπόρος αποτελείται από το ενδοσπέρμιο, τα υπολείμματα του ενδοσπερμίου, το οποίο καταλαμβάνει όλο σχεδόν το εσωτερικό και αποτελείται από τις δύο κοτυληδόνες και το έμβρυο φυτού. Το λάδι αρχίζει να σχηματίζεται στο σπόρο 15 ημέρες μετά την γονιμοποίηση.



**Εικόνα 2.7.** Σπόροι φυτού βαμβακιού.

## 2.3. Οικολογικές συνθήκες για ανάπτυξη

### 2.3.1. Θερμοκρασία

Το βαμβάκι σαν φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θερμότητα. Η ελάχιστη μέση εδαφική θερμοκρασία για το φύτεμα του βαμβακόσπορου είναι 15°C και η μέγιστη 39°C. Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία εδάφους για το πιο πρώιμο φύτεμα και την πιο γρήγορη ανάπτυξη των νεαρών φυτών είναι 34°C. Θερμοκρασίες αέρα γύρω στους 16°C δε συμβάλλουν σχεδόν καθόλου στην ανάπτυξη του βαμβακόφυτου, ενώ θερμοκρασίες πάνω από 38°C, όταν διατηρούνται για πολλές ημέρες, προξενούν ζημιές στα φυτά. Ένα περιβάλλον για να χαρακτηριστεί ως ευνοϊκό για την καλλιέργεια, πρέπει η μέση θερμοκρασία των

θερινών μηνών να είναι πάνω από 25°C. Σε επίπεδα θερμοκρασίας κάτω των 12°C η ανάπτυξη των καρυδιών διακόπτεται και όταν πέσει κάτω από -2°C το βαμβακόφυτο πεθαίνει.

### **2.3.2. Υγρασία**

Το βαμβάκι είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε εδαφική υγρασία καθώς απαιτούνται περίπου 560 lt νερού για τη παραγωγή ενός κιλού ξηράς ουσίας φυτικής ύλης. Οι απαιτήσεις των βαμβακοφύτων σε νερό διαφέρουν πολύ, ανάλογα με την ποικιλία, το κλίμα, και τη σύσταση του εδάφους. Η έλλειψη του νερού επηρεάζει την ανάπτυξη του βαμβακιού, προκαλεί πτώση των χτενιών και μικρών καρυδιών και συνεπώς μειώνει την παραγωγή ποσοτικά και ποιοτικά. Υπερβολική υγρασία, σε επόμενα στάδια ανάπτυξης του φυτού, μειώνει τον αερισμό του εδάφους και εμποδίζει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε βάθος. Το φυτό γίνεται επιπολαιόριζο και είναι πιο ευαίσθητο στην ξηρασία. Από παρατηρήσεις βρέθηκε ότι το βαμβάκι απαιτεί βροχόπτωση 500mm τουλάχιστον εκ των οποίων τα 200 κατά την διάρκεια της ανάπτυξης. Στη χώρα μας το 95% περίπου της καλλιεργούμενης έκτασης είναι αρδευόμενο, καθώς η βροχόπτωση τους καλοκαιρινούς μήνες δεν είναι αρκετή.

### **2.3.3. Φως**

Το βαμβάκι για να αναπτυχθεί έχει ανάγκη από πολύ ήλιο. Ιδιαίτερα το φως είναι απαραίτητο κατά τις πρωινές ώρες για την φωτοσύνθεση. Φυτά που σκιάζονται μένουν κοντά και καχεκτικά και με μικρή καρποφορία. Ο ανεπαρκής φωτισμός κάνει μακριά τα κατώτερα μεσογονάτια διαστήματα των φυτών, μειώνει τον αριθμό των φυλλοφόρων βλαστών και εμποδίζει την ανάπτυξη των καρποφόρων βλαστών.

### **2.3.4. Έδαφος**

Το βαμβάκι μπορεί να καλλιεργηθεί σε μεγάλη ποικιλία εδαφών. Σπάνια αποκλείεται η καλλιέργειά του για λόγους ακαταλληλότητας εδάφους. Η χημική σύσταση του εδάφους, από άποψη συμβολής της στη γονιμότητα, μπορεί να αποβεί κάποτε περιοριστικός παράγοντας, αν η περιεκτικότητα σε ορισμένα συστατικά υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια. Το φυτό δεν μπορεί να ευδοκιμήσει σε παθογενή

αλκαλικά, ή όξινα εδάφη. Αναπτύσσεται με επιτυχία σε εδάφη με pH 5,5-8,5. Επίσης δεν αποδίδει ικανοποιητικά σε κακώς αεριζόμενα εδάφη, ιδίως αν ο κακός αερισμός οφείλεται σε περίσσεια υγρασίας. Τέλος τα αμμώδη εδάφη δεν θεωρούνται και τόσο κατάλληλα λόγω μικρής γονιμότητας και γρήγορης ξήρανσης, εκτός αν δεχθούν ισχυρές χορηγήσεις λιπασμάτων και κοπριάς.

### **2.3.5. Λίπανση**

Η λίπανση είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες οι οποίοι συντελούν στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων και την ποιοτική βελτίωση του βαμβακιού. Για μια καλή ανάπτυξη των φυτών απαιτούνται μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, όμως μετά την απομάκρυνση του σύσπορου βαμβακιού, το μεγαλύτερο μέρος των θρεπτικών στοιχείων παραμένει στο έδαφος με τις ρίζες, τα στελέχη, τα φύλλα και τις κάψες. Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, άζωτο, φώσφορος και κάλιο χρειάζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες για την ανάπτυξη του βαμβακιού. Το ασβέστιο και το θείο είναι και αυτά απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες, ενώ τα ιχνοστοιχεία σίδηρος, ψευδάργυρος, χαλκός και βόριο είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες.

Το άζωτο, N, ασκεί την μεγαλύτερη επίδραση σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού. Συντελεί στη μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, στην ευαισθησία στις εντομολογικές και μυκητολογικές προσβολές, μειωμένη καρποφορία, ανθοφορία και καρπόρροια και στην οψίμιση της παραγωγής.

Ο φώσφορος, P, συντελεί και αυτός στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και στην πρωίμιση της παραγωγής.

Το κάλιο, K, με την σειρά του προάγει την φωτοσύνθεση και μειώνει την διαπνοή με αποτέλεσμα να αυξάνεται η φυλλική επιφάνεια, να αξιοποιούνται καλύτερα τα λιπάσματα και η διαθέσιμη υγρασία, να περιορίζεται η πρωιμότητα που προέρχεται από μεγάλες δόσεις φωσφόρου και να περιορίζονται ασθένειες όπως π.χ. η αδρομύκωση.

Συγκεκριμένα οι ποσότητες που απαιτούνται είναι: 10-18 λιπαντικές μονάδες αζώτου, 7-10 λιπαντικές μονάδες φωσφόρου και 6-8 λιπαντικές μονάδες καλίου ανά δύο έτη.

## 2.4. Σπορά βαμβακιού

### 2.4.1. Εποχή σποράς

Στο βαμβάκι, οι καιρικές συνθήκες της άνοιξης και η κατάσταση του χωραφιού είναι ρυθμιστικοί παράγοντες για τον καθορισμό της εποχής σποράς. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερούν την σπορά. Η σπορά μπορεί να αρχίσει όταν η θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα φτάνει τους 14-15°C και γίνεται νωρίτερα στα ελαφρά εδάφη που θερμαίνονται ευκολότερα. Συνήθως η σπορά του βαμβακιού στη χώρα μας πραγματοποιείται ανάμεσα στο δεύτερο και τρίτο δεκαήμερο του Απριλίου. Πολλές φορές προτιμάται από τους καλλιεργητές η επιλογή της πρώιμης σποράς η οποία παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με τη συμβατική σπορά όπως η αύξηση της βλαστικής περιόδου, η αποφυγή ζημιών από πράσινο και ρόδινο σκουλήκι, η πρώιμη συγκομιδή κ.λ.π.

### 2.4.2. Βάθος σποράς

Το βάθος σποράς εξαρτάται από την σύσταση του εδάφους και την εποχή σποράς. Στην περίπτωση της πρώιμης σποράς ο σπόρος θα πρέπει να τοποθετείται σε μικρό βάθος 2-3cm όπου η θερμοκρασία του εδάφους είναι υψηλότερη. Αντίθετα στην περίπτωση που έχουμε όψιμη σπορά ο σπόρος πρέπει να τοποθετείται βαθύτερα, 5-6cm. Σε βαριά χωράφια που συγκρατούν υγρασία και σε περίπτωση πρώιμης σποράς το βάθος είναι μικρό, 3cm. Σε αμμώδη εδάφη, τα οποία χάνουν εύκολα την επιφανειακή υγρασία και θερμαίνονται καλύτερα και σε περίπτωση όψιμης σποράς, το βάθος είναι 5-6cm.

### 2.4.3. Ποσότητα σπόρου

Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για μια σωστή καλλιέργεια, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η σύσταση του εδάφους, η εποχή σποράς και η ποιότητα του σπόρου. Συνήθως η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για ένα στρέμμα κυμαίνεται από 2-3 kg.



#### 2.4.4. Αποστάσεις γραμμών

Οι αποστάσεις των γραμμών σποράς στις οποίες καλλιεργείται το βαμβάκι ποικίλουν μεταξύ περιοχών, χωρών και εποχών. Οι κύριοι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν την απόσταση γραμμών σποράς είναι η καλλιεργητική πρακτική, η χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού και η απόδοση. Σύμφωνα με την Διεθνή Συμβουλευτική Επιτροπή του Βαμβακιού (ICAC, 2001) σε πολλές χώρες το βαμβάκι καλλιεργείται είτε στην απόσταση του 1m είτε στα 0,75m. Σε μερικές χώρες εφαρμόζονται και τα δύο καλλιεργητικά συστήματα. Στις Η.Π.Α. το 60% της συνολικής έκτασης του βαμβακιού καλλιεργείται στην απόσταση του 1m ενώ το 40% σε αποστάσεις των 0,75m και μικρότερες μεταξύ των γραμμών σποράς (Ultra Narrow Rows-UNR). Στην Ελλάδα πειράματα που έγιναν από το 1936 μέχρι και το 1963 έδειξαν πως η απόσταση 0,8m αποδίδει γενικά περισσότερο από το 1m. με την πάροδο των χρόνων η καθιέρωση της μηχανοσυλλογής επέβαλε την καλλιέργεια του βαμβακιού στην απόσταση του 1m.

#### 2.4.5. Πληθυσμός φυτών

Οι συνιστώμενοι πληθυσμοί είναι σήμερα 20 φυτά/m<sup>2</sup> για ποικιλίες περιορισμένης βλαστικής ανάπτυξης και 12 φυτά/m<sup>2</sup> για ποικιλίες ακαθόριστης ανάπτυξης.

Η σπορά του βαμβακιού πραγματοποιείται σήμερα αποκλειστικά με πνευματικές μηχανές ακριβείας.

### 2.5. Καλλιεργητικές φροντίδες μετά την σπορά του βαμβακόφυτου

Έπειτα από την σπορά του βαμβακιού, οι βαμβακοπαραγωγοί ακολουθούν μια σειρά από καλλιεργητικές φροντίδες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ομαλή και σωστή ανάπτυξη και εξέλιξη της καλλιέργειας. Οι ενέργειες αυτές αφορούν στο αραίωμα των φυτών, στο σκάλισμα του εδάφους, στην άρδευση, στην αποφύλλωση, στη συγκομιδή και στην αποθήκευση των φυτών.

Η πρώτη καλλιεργητική ενέργεια που πραγματοποιείται, μετά την σπορά, είναι αυτή του αραιώματος. Ο βαμβακοκαλλιεργητής, μετά το φύτευμα του βαμβακιού θα πρέπει να διατηρήσει στο χωράφι τον κανονικό αριθμό φυτών ανάλογα με την

ποικιλία, την περιοχή κ.τ.λ. Το πρώιμο αραίωμα είναι προτιμότερο και καλύτερο καθώς τα φυτά απομακρύνονται ευκολότερα και δεν προλαβαίνουν να αφαιρέσουν υγρασία και θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της εισαγωγής των μηχανών στην καλλιέργεια των φυτών, η διαδικασία του αραιώματος είναι περιττή καθώς οι πνευματικές μηχανές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την σπορά του βαμβακιού, πετυχαίνουν σπορά σε κανονικές αποστάσεις επί των φυτών γραμμής και έτσι αποφεύγεται το αραίωμα.

Η επόμενη καλλιεργητική ενέργεια των βαμβακοκαλλιεργητών είναι αυτή του σκαλίσματος του εδάφους. Με το σκάλισμα οι βαμβακοκαλλιεργητές επιδιώκουν πρώτον, τον καλύτερο αερισμό και την άνοδο της θερμοκρασίας του εδάφους ώστε να μειωθεί η περιττή υγρασία και να αποφευχθούν οι σηψιρριζίες και δεύτερον, την καταστροφή των ζιζανίων. Το σκάλισμα πραγματοποιείται στη γραμμή της φυτείας με χρήση τσάπας, ενώ μεταξύ των γραμμών με χρήση μηχανών σκαλίσματος. Το πρώτο σκάλισμα πραγματοποιείται όσο το δυνατόν πιο επιφανειακά, ώστε να μην παραχθούν τα νεαρά βαμβάκοφυτα, ενώ τα επόμενα σκαλίσματα πραγματοποιούνται όταν υπάρχουν ζιζάνια καθώς και μετά από βροχή ή πότισμα με σκοπό να σπάσει η κρούστα και να ψιλοχωματιστεί το επιφανειακό στρώμα του εδάφους με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση υγρασίας, περιορίζοντας την εξάτμιση. Σε αυτές τις περιπτώσεις το βάθος σκαλίσματος είναι συνήθως 3-5 cm.

Καλλιεργητική παρέμβαση μεγάλης σημασίας για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας του βαμβακιού αποτελεί η άρδευση. Το βαμβάκι είναι ιδιαίτερα αποδοτικό όταν υπάρχει επαρκής εδαφική υγρασία. Η ύπαρξη νερού καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της καλλιέργειας. Οι ανάγκες του φυτού σε νερό διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται τα φυτά. Έτσι οι ανάγκες είναι ελάχιστες στο φύτευμα, αυξάνονται κατά την έναρξη της ανθοφορίας, φτάνουν στο μεγαλύτερο μέγεθος κατά την ανθοκαρποφορία και μειώνονται σταδιακά κατά τη φυσιολογική ωρίμανση. Ο αριθμός των αρδεύσεων και η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες της εκάστοτε χρονιάς, από τη σύσταση του εδάφους και από τον τρόπο άρδευσης. Τα ποτίσματα χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, στα ποτίσματα φυτρώματος και στα ποτίσματα βλαστικής περιόδου. Με την σειρά τους τα ποτίσματα βλαστικής περιόδου χωρίζονται σε ποτίσματα ανάπτυξης, ανθοκαρποφορίας και παραγωγής. Το πότισμα μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρεις τρόπους, την κατάκλυση, την τεχνητή βροχή και την

στάγδην άρδευση. Η άρδευόμενη έκταση βαμβακιού στην Ελλάδα το 1996 έφτασε τα 4.224.000 στρμ (95%), ενώ το 1985 ήταν 1.090.000 στρμ. Η άρδευση με τεχνητή βροχή γίνεται σε ποσοστό 82,8%, με στάγδην άρδευση 14,8% και με αυλάκια 2,4%. Η άρδευση με τεχνητή βροχή γίνεται με χειρομετακινούμενα συγκροτήματα τεχνητής βροχής (28,4%) και με αυτοκινούμενα καρούλια (54,4%).

Μια ακόμη καλλιεργητική φροντίδα, όπως προαναφέρθηκε, είναι και η αποφύλλωση. Η αποφύλλωση είναι η εργασία με την οποία, με χημικά μέσα, επιτυγχάνεται το πέσιμο των φύλλων των βαμβακόφυτων, νωρίτερα του φυσιολογικού. Τα αναποφύλλωτα βαμβάκια περιέχουν μεγάλο ποσοστό από πράσινα φύλλα τα οποία χειροτερεύουν την ποιότητα του σύσπορου βαμβακιού και αυξάνουν την υγρασία τους. Με την αποφύλλωση προκύπτουν ορισμένα πλεονεκτήματα όπως, επιτυγχάνεται το άνοιγμα των ώριμων καρυδιών και διευκολύνεται ιδιαίτερα η μηχανική συγκομιδή, επιτυγχάνεται ομοιόμορφο άνοιγμα των καρυδιών και μειώνεται ο αριθμός των συγκομιδών, μειώνεται το ποσοστό ξένων υλών και ο χρωματισμός του σύσπορου από τα πράσινα φύλλα, αυξάνεται η απόδοση των συλλεκτικών μηχανών κατά τη διάρκεια της ημέρας γιατί μειώνεται η σχετική υγρασία και τέλος μειώνονται οι κίνδυνοι ζημιών από το σάπισμα των καρυδιών καθώς και από άλλες ασθένειες. Για μια επιτυχημένη αποφύλλωση, πρέπει τα φύλλα να βρίσκονται στο στάδιο της ωρίμανσής τους, πριν όμως διακοπεί η λειτουργική τους δραστηριότητα, η οποία είναι αναγκαία για να δράσει το αποφυλλωτικό. Οι υψηλές θερμοκρασίες διευκολύνουν την δράση του αποφυλλωτικού. Σε θερμοκρασίες από 15 έως 30 °C η αποφύλλωση γίνεται σε μια εβδομάδα περίπου.

Η συγκομιδή του βαμβακιού αποτελεί και την τελευταία φάση εργασίας του βαμβακοκαλλιεργητή. Από την συγκομιδή εξαρτάται η απόδοση και η ποιότητα του προϊόντος. Η συγκομιδή του βαμβακιού πραγματοποιείται με δύο τρόπους, με την χειροσυλλογή και με την μηχανική συγκομιδή. Η πρωιμότητα της φυτείας, η ποικιλία, η ομοιομορφία της ωρίμανσης, οι ασθένειες και οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την διάρκεια και το τέλος της συγκομιδής. Η μηχανοσυλλογή στην Ελλάδα ξεκινά το δεύτερο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, για μια πρώιμη χρονιά, με πρώτη την κεντρική Ελλάδα και τελευταία την Μακεδονία. Μέχρι το τέλος Οκτωβρίου συγκομίζεται συνήθως το 80-85% της συνολικής παραγωγής σε σύνολο της χώρας.

Έπειτα από όλες αυτές τις καλλιεργητικές φροντίδες, ακολουθεί η αποθήκευση του συγκομισμένου βαμβακιού. Το βαμβάκι αποθηκεύεται σε στεγνές αποθήκες όπου προφυλάσσεται από την βροχή και την υγρασία και σε χαμηλούς σωρούς για να

αερίζεται εύκολα. Κατάλληλο για αποθήκευση είναι μόνο το σύσπορο βαμβάκι το οποίο έχει υγρασία μέχρι 12%. Το ύψος των σωρών δεν πρέπει να ξεπερνά σε ύψος το 1,5 m για το υγρό βαμβάκι και τα 2,5 m για το ξηρό βαμβάκι.

## ✓ 2.6. Χαρακτηριστικά βαμβακιού

Όπως σε όλες τις καλλιέργειες, έτσι και σε αυτή του βαμβακιού, υπάρχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία το ξεχωρίζουν και το διαφοροποιούν σε σύγκριση με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα φυτά. Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η απόδοση της καλλιέργειας, η οποία χαρακτηρίζει την γεωργική σπουδαιότητα μιας ποικιλίας, η πρωιμότητα, η οποία για την Ελλάδα θεωρείται σπουδαίο χαρακτηριστικό και από αυτήν εξαρτάται τα περισσότερα χρόνια η επιτυχία της καλλιέργειας. Επίσης η αναλογία ινών και σπόρου αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό του βαμβακιού. Η εμπορική αξία του βαμβακιού καθορίζεται από την εκατοστιαία αναλογία των ινών στο σύσπορο βαμβάκι, που εκφράζεται από την εξής σχέση: εκατοστιαία αναλογία ινών =  $\frac{\text{βάρος ινών} * 100}{\text{βάρος ινών} + \text{βάρος σπόρου}}$ .

Το μήκος της ίνας και η αντοχή του βαμβακιού είναι ακόμα δύο πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Η λεπτότητα, δηλαδή η καλή ωρίμανση και η αντοχή καθώς και η ωριμότητα προσδίδουν κάτι το ξεχωριστό στη συγκεκριμένη καλλιέργεια όπως επίσης και η ομοιομορφία και ο χρωματισμός του. Αν όλα αυτά τα χαρακτηριστικά βρίσκονται σε αρκετά ικανοποιητικό επίπεδο ποιότητας τότε μπορούμε να πούμε ότι η ποικιλία του βαμβακιού που συγκεντρώνει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η ιδανική για την συγκεκριμένη περιοχή όπου καλλιεργήθηκε και για τις συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούσαν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου καθώς και για τους σωστούς καλλιεργητικούς χειρισμούς από πλευράς του βαμβακοκαλλιεργητή.

## ✓ 2.7. Εχθροί και ασθένειες του βαμβακιού

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην χώρα μας προσβάλλεται από πολλούς εχθρούς, οι περισσότεροι από τους οποίους όμως αντιμετωπίζονται συστηματικά και η παραγωγή προστατεύεται. Βασική αρχή στην αντιμετώπιση των εχθρών της

βαμβακοκαλλιέργειας είναι η εφαρμογή μεθόδων για τον περιορισμό σε επίπεδα που να μην προκαλούν ζημιές, ενώ παράλληλα να διατηρείται η ισορροπία της φύσης και να προστατεύεται το περιβάλλον.

### ✓ **Εχθροί**

Μερικοί από τους σημαντικότερους εχθρούς της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι το πράσινο σκουλήκι (*Heliothis armigera*), το ρόδινο σκουλήκι (*Pectinophora gossypiella*), ο θρίπας (*Thrips tabaci*), οι αφίδες (*Aphis gossypii*), ο αλευρώδης (*Bemisia tabaci*) κ.α.

### ✓ **Ασθένειες**

Οι ασθένειες οι οποίες προσβάλλουν συνήθως την καλλιέργεια του βαμβακιού είναι οι ακόλουθες: σηψηριζία, αδρομύκωση, αλτενάρια, βακτηρίωση κ.α.

## 2.8. Παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού

Το βαμβάκι είναι μια από τις κυριότερες δυναμικές καλλιέργειες στον κόσμο και βρίσκει ευρεία εφαρμογή παγκοσμίως, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι σε παγκόσμια κλίμακα είναι περίπου 330.000.000 στρm και η ετήσια παραγωγή φτάνει τους 19.000.000 tn εκκοκκισμένου βάμβακος.

Κυριότερες βαμβακοπαραγωγικές χώρες είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η Κίνα, η Ινδία, το Πακιστάν και το Ουζμπεκιστάν, όπου παράγεται το 75% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού. Άλλες βαμβακοπαραγωγικές χώρες με μικρότερο ποσοστό παραγωγής είναι η Βραζιλία, η Τουρκία, η Ελλάδα, η Συρία, το Τουρκμενιστάν κ.α. Στην εικόνα που παρατίθεται, διακρίνουμε με λευκό χρωματισμό τις περιοχές όπου καλλιεργείται σε ευρεία κλίμακα το βαμβάκι παγκοσμίως.



**Εικόνα 2.8.** Χάρτης βαμβακοπαραγωγικών χωρών ([www.agro.gr](http://www.agro.gr)).

Η παραγόμενη ποσότητα του βαμβακιού παρέχει το 25% περίπου των ινών που χρειάζονται στην παγκόσμια αγορά για κατασκευή ενδυμάτων και άλλων ειδών, ενώ συνθετικές ή άλλες φυσικές ίνες παρέχουν το υπόλοιπο 75%. Το βαμβάκι είναι ένα γεωργικό και βιομηχανικό αγαθό, παγκόσμιας οικονομικής σημασίας και θα συνεχίσει να αποτελεί ένα πολύ σημαντικό προϊόν για την γεωργική οικονομία και όχι μόνο και στο μέλλον.

Νόνμα

## ✓ 2.9. Παραγωγή βαμβακιού στην Ελλάδα

Το βαμβάκι αποτελεί σήμερα για την Ελλάδα τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια και είναι προϊόν με ιδιαίτερη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία. Καλλιεργείται σε μια έκταση λίγο μεγαλύτερη των 4.000.000 στγμ και με ετήσια παραγωγή η οποία ξεπερνά τους 1.000.000 tn σύσπορου (ίνες και σπόρος μαζί), εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό εισόδημα σε 80.000 – 100.000 αγροτικές οικογένειες. Η μέση καλλιεργούμενη έκταση ανά παραγωγό είναι περίπου 40 στγμ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα αποτελεί την κυριότερη βαμβακοπαραγωγό χώρα μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Επίσης βρίσκεται μεταξύ των δέκα μεγαλύτερων χωρών παραγωγής βαμβακιού στον κόσμο.



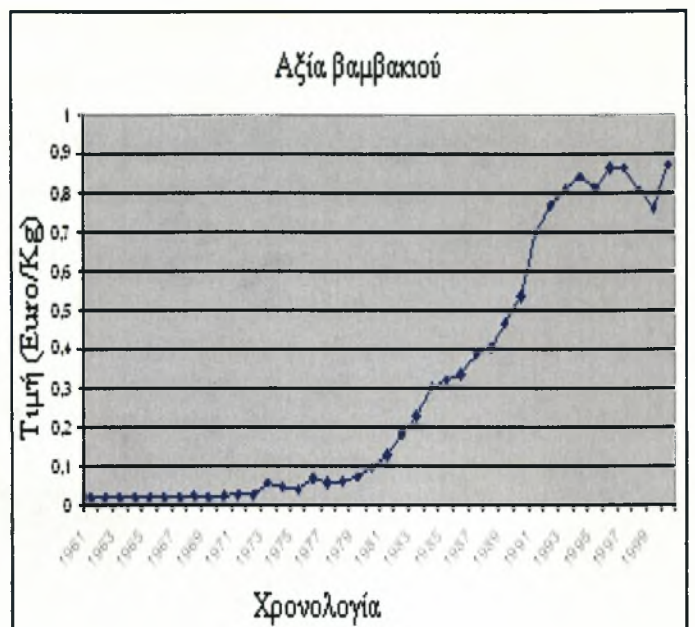
**Εικόνα 2.9.** Χάρτης κλιμάκωσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα (ΕΣΥΕ 2004).

Μετά την απογραφή του 1911, η καλλιεργούμενη έκταση είχε ανέλθει στα 90.500 στρμ με στρεμματική απόδοση 52 kg ενώ το 1931 αυξήθηκε στα 201.980 στρμ. Η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι αυξάνεται σταδιακά και φτάνει τα 800.000 στρμ το 1940. Όμως κατά την περίοδο του πολέμου και της κατοχής (1940-1950) παρατηρείται μια δραστική μείωση της καλλιέργειας λόγω παραγωγής ειδών διατροφής του πληθυσμού. Το μεγάλο άλμα στην ανάπτυξη της βαμβακοκαλλιέργειας, πραγματοποιήθηκε με την ίδρυση του Οργανισμού και του Ινστιτούτου Βάμβακος το 1931, με αποτέλεσμα την αλματώδη αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης σε 2.310.000 στρμ το 1963 και η στρεμματική απόδοση από 2.500 tn τετραπλασιάστηκε και πλησίασε τους 100.000 tn. Μετά το 1950 η αύξηση της παραγωγής είχε σαν αποτέλεσμα την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας αγοράς και την δημιουργία περιθωρίων για εξαγωγές.

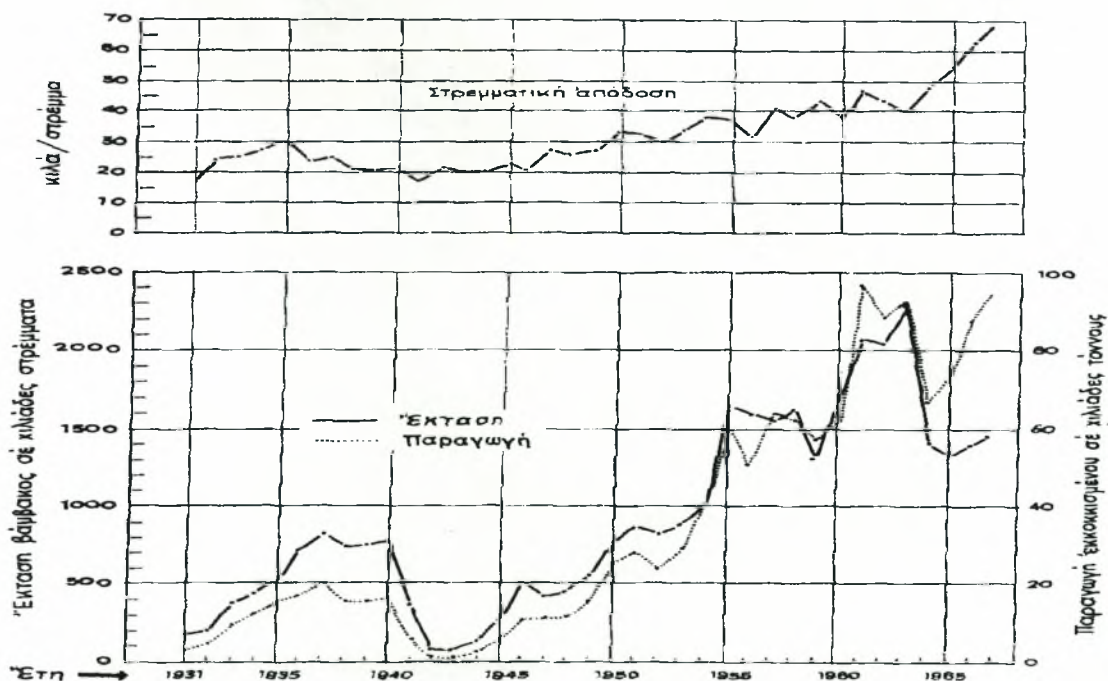
Για μια 15ετία (1965-1980), η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι διατηρείται περίπου στα 1.300.000 - 1.400.000 στρμ με χαμηλή στρεμματική απόδοση, 150 – 180 kg/στρμ. Την περίοδο 1981-1985 η καλλιεργούμενη έκταση πλησιάζει τα 2.000.000 στρμ με ελάχιστη αύξηση στην απόδοση. Από το 1986 και μετά η βαμβακοκαλλιέργεια διατηρεί σταθερή ανοδική πορεία και το 1999 έφτασε τα 4.300.000 στρμ εκ των οποίων το 95% είναι σε αρδευόμενη έκταση, ενώ η παραγωγή φτάνει τα 101 kg/στρμ εκκοκκισμένου βαμβακιού (Κουρέντας, 2005). Η συνεχής άνοδος των καλλιεργούμενων εκτάσεων τα τελευταία χρόνια είναι αποτέλεσμα των ικανοποιητικών στρεμματικών αποδόσεων και της τιμής του προϊόντος, λόγω ενίσχυσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση, που έκαναν την καλλιέργεια του βαμβακιού ανταγωνιστική έναντι των άλλων αρδευόμενων καλλιεργειών.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρατηρούμε αυτή την αλματώδη ανάπτυξη στην έκταση της καλλιέργειας του βαμβακιού και στην αύξηση της τιμής του στην χώρα μας μέσα σε μια χρονική περίοδο 40 ετών (1960 – 2000).



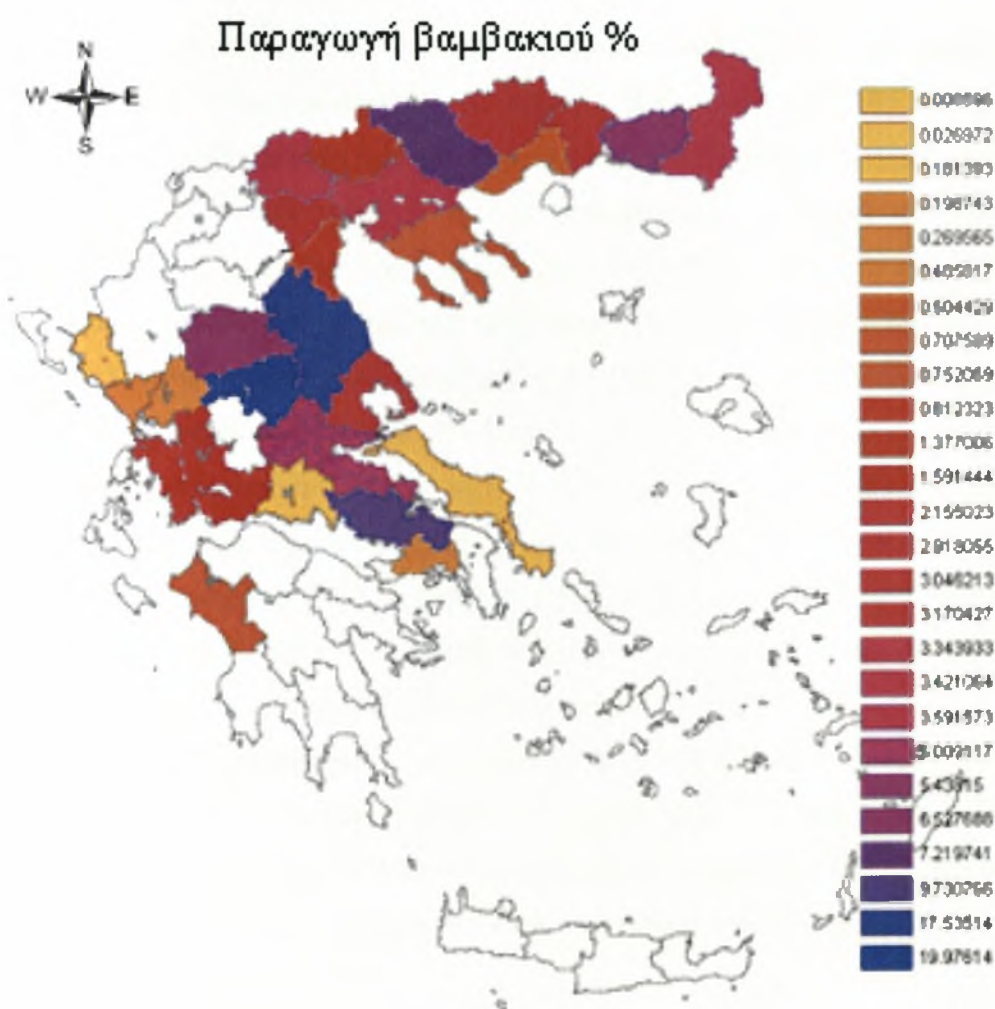


Σχήμα 2.1. Συνολική έκταση καλλιέργειας και αξία βαμβακιού (www.agriculture.gr)



Σχήμα 2.2. Η εξέλιξη της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα από το 1931 (Μονογιός, 2007).

Το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στη Θεσσαλία (νομοί Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Μαγνησίας), στη Μακεδονία (νομοί Θεσσαλονίκης, Σερρών, Δράμας, Πέλλας, Κιλκίς, Ημαθίας), στη Θράκη (νομοί Έβρου, Ροδόπης, Ξάνθης) και λιγότερο στα υπόλοιπα διαμερίσματα, κυρίως στους νομούς Φθιώτιδος, Βοιωτίας και Αιτωλοακαρνανίας. Ενώ παρατηρείται μια μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης στις μέρες μας, το βαμβάκι συνεχίζει να αποτελεί τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια στην Ελλάδα, με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία.



Εικόνα 2.10. Παραγωγή βαμβακιού ανά νομό (www. agriculture. gr).

## ✓ 2.10. Στάδια ανάπτυξης βαμβακιού

Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι υπάρχει αρκετά υψηλός βαθμός συσχέτισης μεταξύ των μετεωρολογικών δεικτών και των φαινολογικών σταδίων των καλλιεργούμενων φυτών.

Για παράδειγμα, η πρακτική εφαρμογή του ημερόβαθμου (degree day) ή θερμικής μονάδας (Heat Unit) είναι γνωστή από παλιά. Υπολογίζεται για μια σειρά ημερών του βιολογικού κύκλου ενός φυτού, που συνήθως λαμβάνεται από το χρονικό σημείο που αντιστοιχεί με το στάδιο της πλήρους άνθισης, ως αυτό της φυσιολογικής ωρίμανσης ή της συγκομιδής του καρπού. Στην περίπτωση της καλλιέργειας του βαμβακιού η αντίστοιχη περίοδος καλύπτει σχεδόν ολόκληρο το βιολογικό κύκλο του φυτού (170 – 210 ημέρες), καθώς ο παράγοντας θερμοκρασία είναι ο πλέον καθοριστικός για την ολοκλήρωση των επιμέρους φαινολογικών σταδίων του βαμβακιού, αλλά και για την παραγωγή προϊόντος υψηλής ποιότητας, π.χ. ίνα.

Επίσης η παράμετρος βροχόπτωση βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε μελέτες για την επίδραση της στη φαινολογία των καλλιεργειών, αφού είναι σαφές ότι αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους δείκτες ανάπτυξης και παραγωγής βιομάζας των φυτών. Χρησιμοποιείται συνήθως με την μορφή αθροιστικών καμπυλών από την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου έως και το τέλος αυτής. Στην περίπτωση της καλλιέργειας του βαμβακιού, η οποία εξετάζεται στην παρούσα εργασία, η περίοδος αυτή αντιστοιχεί από τον Ιανουάριο μέχρι και το τέλος Οκτωβρίου.

Όπως προαναφέρθηκε, στην χώρα μας, η καλλιέργεια του βαμβακιού χρειάζεται για να συμπληρώσει τον βιολογικό της κύκλο, από την σπορά του βαμβακόφυτου μέχρι και την συγκομιδή του, 170 – 210 ημέρες, ανάλογα πάντα με την ποικιλία και τις συνθήκες που επικρατούν. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε πέντε στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού:

- i. Στάδιο φυτρώματος
- ii. Στάδιο πρώτης ανάπτυξης
- iii. Στάδιο προάνθησης
- iv. Στάδιο ανθοφορίας
- v. Στάδιο ωρίμανσης

### **2.10.1. Στάδιο φυτρώματος**

Είναι η περίοδος από τη σπορά μέχρι και την εμφάνιση των κοτυληδόνων πάνω από το έδαφος και διαρκεί 8-10 ημέρες. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες η διάρκειά του είναι από 2-4 εβδομάδες. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το φύτεμα είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και ο αερισμός του εδάφους. Το βαμβάκι ως φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών δέχεται ιδιαίτερη επίδραση από την θερμοκρασία. Χαμηλές θερμοκρασίες έχουν δυσμενή επίδραση στην ικανότητα του φυτού να λαμβάνει από το έδαφος νερό και θρεπτικές ουσίες. Ακόμα επιβραδύνουν την αύξηση και ευνοούν την ανάπτυξη ασθενειών.

### **2.10.2. Στάδιο πρώτης ανάπτυξης**

Είναι η περίοδος από το φύτεμα μέχρι την εμφάνιση των χτενιών. Διαρκεί 35-50 ημέρες περίπου, ανάλογα πάντα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Σε φυσιολογικές συνθήκες τα, το πρώτο μόνιμο φύλλο εμφανίζεται 8-10 ημέρες μετά το φύτεμα και το δεύτερο μόνιμο φύλλο μετά από 10-12 ημέρες. Ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός εμφανίζεται 35-50 ημέρες μετά το φύτεμα.

### **2.10.3. Στάδιο προάνθησης**

Είναι η περίοδος που μεσολαβεί από το σχηματισμό των πρώτων χτενιών μέχρι την εμφάνιση των πρώτων λουλουδιών. Η διάρκειά του είναι 20-25 περίπου ημέρες. Στα βαμβάκια αμερικανικού τύπου βρέθηκε ότι όσο η θερμοκρασία της ημέρας είναι μεγαλύτερη τόσο η ζωή της ανθοφόρου καταβολής είναι μικρότερη, έχουμε δηλαδή ταχύτερη εμφάνιση των ανθέων. Το χτένι εξελίσσεται σε λουλούδι σε 22 κατά μέσο όρο ημέρες.

### **2.10.4. Στάδιο ανθοφορίας, καρποφορίας**

Τα πρώτα λουλούδια παρουσιάζονται 20-25 ημέρες μετά την εμφάνιση των πρώτων χτενιών. Από το στάδιο της σποράς μέχρι που να αρχίσει η άνθιση μεσολαβεί ένα διάστημα 60-70 ημέρες, ανάλογα πάντα με την εποχή σποράς και τις καιρικές

συνθήκες που επικρατούν. Το στάδιο αυτό διαρκεί 45-50 ημέρες περίπου και συμπίπτει με τις αρχές Ιουλίου μέχρι και τις 15-20 Αυγούστου.

#### **2.10.5. Στάδιο ωρίμανσης**

Είναι η περίοδος από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση και το άνοιγμα του καρδιού του βαμβακιού. Η διάρκεια του συγκεκριμένου σταδίου είναι 45-70 ημέρες, ανάλογα πάντα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα τα πρώιμα καρύδια ωριμάζουν μέσα σε 45-55 ημέρες, ενώ τα όψιμα μέσα σε 60-70 ημέρες (Δαναλάτος, 2003).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η ανάγκη παρακολούθησης των καλλιεργειών από άποψη φαινολογίας και εκτίμησης παραγωγής τελικής βιομάζας ώθησε πολλούς ερευνητές στην ανάπτυξη διαφόρων μετεωρολογικών δεικτών. Με την πάροδο των χρόνων οι δείκτες αυτοί αναπτύχθηκαν ούτως ώστε να μελετηθεί, κατά πρώτον ο ρόλος τους στην πορεία και εξέλιξη των διαφόρων καλλιεργειών και κατά δεύτερον να γίνουν προσπάθειες πρόγνωσης αυτής της επιρροής σε μικρό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που πραγματοποιείται μια σειρά μετεωρολογικών φαινομένων, τα οποία είναι δυνατό να επιδρούν και δυσμενώς στις καλλιέργειες.

Οι συγκεκριμένοι δείκτες σχετίζονται άμεσα με μετεωρολογικές παραμέτρους πολύ βασικές από την φύση τους και συγχρόνως καθοριστικές, ακόμα και περιοριστικές σε κάποιες περιπτώσεις, όσον αφορά στην εξέλιξη του βιολογικού κύκλου των φυτών. Τέτοιες παράμετροι είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η βροχόπτωση, η ξηρασία κ.τ.λ. Οι τρεις ακόλουθοι αγρομετεωρολογικοί δείκτες που αναλύονται παρακάτω, οι ημερόβαθμοι, οι δείκτες ανωμαλιών βροχόπτωσης και οι δείκτες εκτίμησης ξηρασίας είναι και αυτοί που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα την παρούσα εργασία καθώς χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων λόγω των επιπτώσεων των μετεωρολογικών παραμέτρων τους (θερμοκρασία, βροχόπτωση, ξηρασία) στην καλλιέργεια του βαμβακιού.

#### 3.1. Ημερόβαθμοι ή θερμική μονάδα (Growing Degree Days, Heat Unit, GDD, HU)

Οι αυξητικοί ημερόβαθμοι (GDD), καλούμενοι επίσης και θερμικές μονάδες (HU), είναι μια απλή εξήγηση της σχέσης μεταξύ της ανάπτυξης του φυτού, της εξέλιξής του και της ωριμότητάς του, με την θερμοκρασία του αέρα. Αυτή η θεωρία είναι κοινώς αποδεκτή σαν μια βάση για τη δημιουργία δυναμικών μοντέλων πληθυσμού και φαινολογίας. Οι ημερόβαθμοι χρησιμοποιούνται συχνά στην αγρομετεωρολογία, ουσιαστικά για να εκτιμήσουν ή να προβλέψουν τα μήκη των

διαφορετικών φάσεων της ανάπτυξης και εξέλιξης των φυτών μεγάλης καλλιέργειας (Bonhomme, 2000).

Η θεωρία των αυξητικών ημερόβαθμων, προϋποθέτει μια άμεση και γραμμική σχέση μεταξύ ανάπτυξης και θερμοκρασίας. Ξεκινά με την υπόθεση ότι η ανάπτυξη ενός φυτού εξαρτάται από την συνολική ποσότητα θερμότητας στην οποία υποβάλλεται το φυτό κατά την διάρκεια της ζωής του. Ένας ημερόβαθμος ή μια θερμική μονάδα, είναι η απόκλιση από την μέση ημερήσια θερμοκρασία επάνω από μια ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας κατωφλίου ή διαφορετικά η συσσωρευτική μέση θερμοκρασία εκείνων των ημερών, που έχουν μέση ημερήσια θερμοκρασία επάνω από μια κρίσιμη τιμή κατωφλίου ειδική για κάθε καλλιέργεια. Αυτή η ελάχιστη τιμή κατωφλίου είναι η θερμοκρασία κάτω από την οποία δεν σημειώνεται αύξηση του φυτού. Η τιμή κατωφλίου ποικίλει με διαφορετικά φυτά και για τα ενήλικα κυμαίνεται από 4,5 έως 12,5 °C, με υψηλότερες τιμές για τροπικά φυτά και χαμηλότερες τιμές για εύκρατα φυτά.

Πολλές μέθοδοι για τον υπολογισμό των ημερόβαθμων είναι διαθέσιμες στην διεθνή βιβλιογραφία (Perry *et al.*, 1997, Vittum, Dethier and Lesser, 1995). Οι τρεις πιο κοινά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι είναι η τυπική μέθοδος, η μέθοδος της μέγιστης τιμής αντί του μέσου και η μέθοδος μειωμένου ορίου. Αρκετές ακόμα έχουν προταθεί αλλά οι συγκεκριμένες τρεις είναι οι πιο έγκυρες και αξιόπιστες. Μια διεξοδική έρευνα για μεθόδους υπολογισμού ημερόβαθμων έχει πραγματοποιηθεί από τον Zalom and colleagues (1993).

#### i. Τυπική μέθοδος

Περιγράφεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$GDD = \sum (T_{mean} - T_{base}) \quad (3.1)$$

όπου  $T_{mean}$  είναι η μέση ημερήσια θερμοκρασία σε °C, η οποία προκύπτει από την σχέση:  $T_{mean} = (T_{max} + T_{min}) / 2$  και  $T_{base}$  η κρίσιμη θερμοκρασία με συνήθεις τιμές 0, 5 και 10. Στην παρούσα εργασία η σταθερά θερμοκρασία κατωφλίου  $T_{base}$  για το βαμβάκι λαμβάνεται ίση με 10.

ii. Μέθοδος μέγιστης τιμής αντί του μέσου

Περιγράφεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$\text{GDD} = \Sigma (\text{Tmax} - \text{Tbase}) \quad (3.2)$$

iii. Μέθοδος μειωμένου ορίου

Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε:

για  $\text{Tmax} \leq \text{Tceiling}$ , τότε

$$\text{GDD} = \Sigma (\text{Tmax} - \text{Tbase}), \text{ ή} \quad (3.3)$$

για  $\text{Tmax} > \text{Tceiling}$ , τότε

$$\text{GDD} = \Sigma \{[\text{Tceiling} - (\text{Tmax} - \text{Tceiling})] - \text{Tbase}\} \quad (3.4)$$

Αν η μέγιστη θερμοκρασία ( $\text{Tmax}$ ) είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία ορίου ( $\text{Tceiling}$ ) τότε θέτουμε  $\text{Tmax}$  ίσο με  $\text{Tceiling}$  μείον την διαφορά μεταξύ  $\text{Tmax}$  και  $\text{Tceiling}$ .

Η απλότητα και η εύκολη χρήση της μεθόδου των ημερόβαθμων την έκανε δημοφιλή στην καθοδήγηση καλλιεργητικών διαδικασιών και εγχειρημάτων. Οι περισσότερες εφαρμογές των ημερόβαθμων σχετίζονται με την πρόγνωση των ημερομηνιών συγκομιδής των καλλιεργειών, παραγωγής και ποιότητας. Ακόμα μια εφαρμογή των ημερόβαθμων παρατηρείται στην εκτίμηση της πιθανότητας για μια επιτυχημένη ανάπτυξης μιας καλλιέργειας σε περιοχή στην οποία δεν είχε καλλιεργηθεί ποτέ πριν. Επίσης η θεωρία των αυξητικών ημερόβαθμων βρίσκει εφαρμογή στην περίπτωση επιλογής μιας ποικιλίας από ένα σύνολο ποικιλιών φυτών ώστε να καλλιεργηθεί σε μια νέα περιοχή με διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Μια ακόμα περίπτωση είναι η εφαρμογή της θεωρίας τους για μια αλλαγή ή τροποποίηση του μικροκλίματος με ένα τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθούν κατάλληλα ευνοϊκές συνθήκες σε κάθε σημείο του κύκλου ανάπτυξης ενός οργανισμού. Η συγκεκριμένη εφαρμογή απαντάται και σε φυτά τα οποία δεν είναι μεγάλης καλλιέργειας και σε θέματα ανάπτυξης και εξέλιξης εντόμων, φυτικών παθογόνων, πουλιών και άλλων ζώων.



Αν και η θεωρία των αυξητικών ημερόβαθμων είναι απλή και χρήσιμη στην αγρομετεωρολογία, στερείται θεωρητικής πληρότητας και παρουσιάζει ορισμένες αδυναμίες. Μια σειρά παραγόντων οι οποίοι επιδρούν στην ικανότητα πρόγνωσης των συγκεντρωτικών ημερόβαθμων, έχουν αναγνωρισθεί. Ανάμεσα σε αυτούς είναι οι συνθήκες που έχουν επιρροή στη φυσιολογική κατάσταση ενός οργανισμού, όπως η θρέψη και η συμπεριφορά βασισμένη στην θερμοκρασία, το σφάλμα το οποίο σχετίζεται με τις υποθέσεις και τις διαδικασίες προσέγγισης που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βαθμού εξέλιξης και κατωφλίων καθώς και οι περιορισμοί των διαθέσιμων μετεωρολογικών δεδομένων (Zalom *et al.*, 1993, Perry *et al.*, 1997, Roltsch *et al.*, 1999, Bonhomme, 2000). Μερικοί περιορισμοί που έχουν αναγνωρισθεί είναι οι ακόλουθοι. Καθώς γίνεται χρήση των αυξητικών ημερόβαθμων, οι φυσιολογικές και μαθηματικές βάσεις πάνω στις οποίες υπολογίστηκαν, μερικές φορές ξεχνιούνται σαν αποτέλεσμα αμφισβητούμενων ερμηνειών (McMaster and Wilhelm, 1997). Καμία διάκριση δεν μπορεί να γίνει ανάμεσα στους διαφορετικούς συνδυασμούς των εποχών. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός μιας ζεστής άνοιξης και ενός δροσερού καλοκαιριού δε μπορεί να διακριθεί από μια κρύα άνοιξη και ενός ζεστού καλοκαιριού. Το ημερήσιο εύρος της θερμοκρασίας δεν λαμβάνεται υπόψη και αυτό είναι συνήθως είναι πιο σημαντικό από την μέση ημερήσια θερμοκρασία. Δεν γίνεται έκπτωση για τις αλλαγές στην θερμοκρασία κατωφλίου με το προοδευτικό στάδιο της εξέλιξης της καλλιέργειας. Η επίδραση της τοπογραφίας, του γεωγραφικού ύψους και πλάτους στην αύξηση της καλλιέργειας δεν λαμβάνεται υπόψη. Ο άνεμος, το χαλάζι, τα έντομα και οι ασθένειες ίσως να επιδράσουν στις θερμικές μονάδες. Τέλος η γονιμότητα του εδάφους ίσως να επιδράσει και αυτή στην ωρίμανση της καλλιέργειας. Εξαιρώντας αυτούς τους περιορισμούς, η θεωρία των ημερόβαθμων ή των θερμικών μονάδων απαντά σε ένα μεγάλο αριθμό ερωτήσεων της φαινολογίας και της αύξησης των φυτών και των εντόμων.

### 3.2. Δείκτες ανωμαλιών βροχόπτωσης

Ένας από τους πιο γνωστούς δείκτες τέτοιου τύπου είναι ο δείκτης ξηρασίας του Foley (Foley Drought Index). Ο συγκεκριμένος δείκτης, συγκρίνει την υπέρβαση της ανεπάρκειας της μηνιαίας βροχόπτωσης με τον μακρυπρόθεσμο μέσο ώστε να παράγει ένα γράφημα των αθροιστικών απωλειών (Vogt and Somma, 2000). Ένας άλλος περισσότερο απλός δείκτης των ανωμαλιών βροχόπτωσης είναι το ποσοστό της κανονικής βροχόπτωσης (Percent of Normal Rainfall). Ο εν λόγω δείκτης υπολογίζεται με διαίρεση της πραγματικής βροχόπτωσης με την φυσιολογική, η οποία είναι ένας τριάντα ετών μέσος και πολλαπλασιάζοντας με 100% (Hayes, 1999).

Άλλος ένας πολύ σημαντικός δείκτης είναι ο RAI (Rainfall Anomaly Index), (Van Rooy, 1965), που αποτελεί έναν κωδικοποιημένο δείκτη, ο οποίος βασίζεται σε αρχείο βροχοπτώσεως και τις δέκα ακραίες υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές βροχόπτωσης. Ο δείκτης είναι ταξινομημένος σε εννέα κλάσεις ανωμαλίας που αρχίζουν από εξαιρετικά υγρές και καταλήγουν σε εξαιρετικά ξηρές συνθήκες (Loukas *et al.*, 2003).

Τέλος εξίσου σημαντικός δείκτης είναι και ο statistical rainfall Z-score, δηλαδή ο συντελεστής παραλλακτικότητας της ανωμαλίας της βροχόπτωσης, ο οποίος δεν απαιτεί τροποποίηση των δεδομένων με προσαρμογή των δεδομένων σε οποιαδήποτε θεωρητική κατανομή (Loukas *et al.*, 2003).

Επίσης αξίζει να επισημανθεί ότι για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιείται μια τροποποιημένη μορφή του δείκτη ξηρασίας του Folley.

### 3.3. Δείκτες εκτίμησης ξηρασίας

Είναι γεγονός ότι η ξηρασία είναι ένα ακραίο περιβαλλοντικό φαινόμενο με διάφορες μορφές ανάλογα με την παράμετρο με την οποία εκφράζεται και ανάλογα με το κλίμα της περιοχής που αναφέρεται. Ουσιαστικά το κρίσιμο επίπεδο της μεταβλητής σύμφωνα με την οποία εκφράζεται η ξηρασία διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Ως ένας γενικός ορισμός, η ξηρασία για ένα υδατικό σύστημα είναι το φαινόμενο, κατά τη διάρκεια εμφάνισης του οποίου, το υδατικό σύστημα βρίσκεται κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο σε σχέση με την κανονική του λειτουργία. Το φαινόμενο της ξηρασίας άρχισε πρόσφατα να απασχολεί το ευρύ κοινό, εξαιτίας της

λειψυδρίας που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, αλλά και σε μεγάλο βαθμό και στην υπόλοιπη Ευρώπη (Δαλέζιος, 2003).

Η επιστημονική προσέγγιση του φαινομένου της ξηρασίας περιλαμβάνει διάφορες μεθοδολογίες ανάλυσης, που στηρίζονται σε διαφορετικές παραδοχές και ορισμούς. Η μελέτη των ξηρασιών περιλαμβάνει τόσο την ανάλυση συχνοτήτων ελαχίστων τιμών χαρακτηριστικών υδρολογικών μεταβλητών για μεγάλο χρονικό διάστημα (βροχόπτωση, απορροή, κ.τ.λ.), όσο και το προσδιορισμό χαρακτηριστικών δεικτών που αποτελούν μέτρο ποσοτικής εκτίμησης μιας ξηρασίας (υδατικό έλλειμμα, ελλειμματική επιφάνεια, ένταση, κ.τ.λ.). Οι δείκτες αυτοί μπορούν να συσχετιστούν με διάφορα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης (Τζαμπύρας, 2005).

Οι δείκτες ξηρασίας μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες: τους μετεωρολογικούς – κλιματικούς δείκτες ξηρασίας, τους υδρολογικούς δείκτες ξηρασίας (για επιφανειακούς και υπόγειους υδάτινους πόρους), τους γεωργικούς δείκτες ξηρασίας και τέλος τους κοινωνικοοικονομικούς δείκτες ξηρασίας.

Η μετεωρολογική – κλιματική ξηρασία ορίζεται με βάση την απόκλιση της βροχόπτωσης (συνολικό ύψος, αριθμός ημερών βροχής) από την αναμενόμενη με βάση το κλίμα της περιοχής.

Η γεωργική ξηρασία ορίζεται με βάση τις επιδράσεις που έχει η μετεωρολογική ξηρασία στη γεωργία. Είναι πάντα αποτέλεσμα της ανεπάρκειας της εδαφικής υγρασίας να καλύψει τις ανάγκες διαπνοής των φυτών, ώστε να ξεκινήσει ή να συνεχιστεί η ανάπτυξή τους. Οι ανάγκες σε νερό των φυτών εξαρτώνται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, τα βιολογικά χαρακτηριστικά κάθε είδους, το στάδιο ανάπτυξης που βρίσκονται και τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η κύρια παράμετρος που εξετάζεται είναι η διαφορά μεταξύ βροχόπτωσης και δυναμικής εξατμισιοδιαπνοής.

Η υδρολογική ξηρασία σχετίζεται με τα αποτελέσματα της μειωμένης βροχόπτωσης στην επιφανειακή και υπόγεια απορροή του νερού και εκδηλώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας, της παροχής των ποταμών και πηγών, της στάθμης λιμνών και ταμιευτήρων και των αποθεμάτων των υπόγειων νερών.

Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία ουσιαστικά εκφράζει την τρωτότητα της κοινωνίας στην έλλειψη νερού. Συνδέει όλες τις προηγούμενες παραμέτρους με την προσφορά και ζήτηση αγαθών που σχετίζονται με την χρήση νερού, όπως το πόσιμο νερό, τα γεωργικά προϊόντα και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία συμβαίνει όταν η ζήτηση για αυτά τα αγαθά ξεπερνά την προσφορά ως

αποτέλεσμα της έλλειψης νερού, όμως η εμφάνισή της εξαρτάται σημαντικά και από τις κοινωνικές και οικονομικές διαδικασίες προσφοράς και ζήτησης των παραπάνω αγαθών. Ακόμη μπορεί να προκληθεί και μέσα από πολιτικές διαδικασίες, όπως οι διαμάχες μεταξύ κρατών και κοινωνικών ομάδων για τη χρήση του νερού ή η μετακίνηση μεγάλων πληθυσμών σε άνυδρες περιοχές.

Στην προσπάθειά τους να βρουν τρόπους να χαρακτηρίσουν κάθε ξηρασία, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν διάφορες μεθόδους όπως είναι, η μέθοδος ισοζυγίου ύδατος (μέθοδος Thornthwaite), η μέθοδος Fitzpatrick, η μέθοδος Baier – Robertson, η ρωσική μέθοδος και η μέθοδος του Palmer. Οι μέθοδοι αυτοί βασίζονται σε δείκτες που στηρίζονται σε μία ή δύο μετεωρολογικές μεταβλητές και επομένως είναι εύκολα κατανοητό ότι δεν μπορούν να χαρακτηρίσουν αξιόπιστα ένα τόσο σύνθετο φαινόμενο όπως η ξηρασία.

### **3.3.1. Ο δείκτης δριμύτητας ξηρασίας του Palmer (Palmer Drought Severity Index – PDSI)**

Ο δείκτης αυτός αναπτύχθηκε από τον Palmer το 1965, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Η μέθοδος Palmer στηρίζεται στον δείκτη Palmer. Ο PDSI είναι ένας από τους λίγους διαθέσιμους γενικούς και αντικειμενικούς μετεωρολογικούς δείκτες, που έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει αρκετές ιδιότητες και χαρακτηριστικά των ξηρασιών όπως είναι η ένταση και η έναρξη και λήξη της ξηρασίας. Πρόκειται για ένα δείκτη που αποτελεί ένα αλγόριθμο εδαφικής υγρασίας βαθμονομημένο για σχετικά ομοιογενείς περιοχές και ειδικές ημίξηρες περιοχές και ξηρές χαμηλής υγρασίας κλιματικές περιοχές (Guttman *et al.*, 1992). Η εφαρμογή σε συνθήκες πέρα από αυτές για τις οποίες σχεδιάστηκε μπορεί να οδηγήσει σε αναξιόπιστα αποτελέσματα. Η επιχειρησιακή εφαρμογή του στις Η.Π.Α. έχει καταστήσει τον PDSI διεθνώς αποδεκτό. Ο δείκτης βασίζεται στην προμήθεια και την απαίτηση του υδατικού ισοζυγίου λαμβάνοντας υπόψη το τρέχων κλίμα τις εδαφικές συνθήκες και το φυσιολογικό κλίμα της περιοχής.

Ο PDSI είναι ένας μετεωρολογικός δείκτης όπως έχει αναφερθεί. Μελετά την μετεωρολογική ξηρασία και τη θεωρεί ως μετεωρολογική ανωμαλία χαρακτηριζόμενη από μια παρατεταμένη και μη κανονική έλλειψη εργασίας. Ο σκοπός είναι η ανάπτυξη μιας γενικής μεθοδολογίας εκτίμησης της μετεωρολογικής ανωμαλίας με τη μορφή ενός δείκτη ο οποίος επιτρέπει συγκρίσεις χρόνου και

έκτασης της έντασης ξηρασίας. Η μέθοδος βασίζεται στο ότι η ποσότητα της βροχόπτωσης που απαιτείται σε κανονικές συνθήκες μιας περιοχής εξαρτάται από το μέσο κλίμα μιας περιοχής και από τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες τόσο κατά την διάρκεια όσο και αυτών που προηγούνται της περιόδου μελέτης. Ο δείκτης υπολογίζεται με βάση δεδομένα βροχόπτωσης και θερμοκρασίας καθώς και με βάση το τοπικό ποσοστό διαθέσιμου νερού στο έδαφος, AWC (Available Water Content), χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις υδατορροές τα επίπεδα των λιμνών και των υδατοφορέων καθώς και άλλες υδρολογικές επιδράσεις. Ο υπολογισμός του PDSI κατά μήνα αρχίζει με την εκτίμηση ενός υδατικού ισοζυγίου, βασισμένου σε μηνιαία κλιματολογικά στοιχεία μακράς σειράς ετών. Με βάση τα μηνιαία αυτά κλιματολογικά στοιχεία υπολογίζονται οι παράμετροι του υδατικού ισοζυγίου. Η δυναμική εξατμισιοδιαπνοή (PE) στον δείκτη Palmer υπολογίζεται με την μέθοδο του Thornthwaite η οποία και δεν αποτελεί αντικείμενο περαιτέρω ανάλυσης στο συγκεκριμένο κεφάλαιο.

### 3.4. Υπολογισμός αγρομετεωρολογικών δεικτών

Αρκετές φορές, μέσα από πειραματικά δεδομένα, έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι οι βασικές μετεωρολογικές παράμετροι σχετίζονται άμεσα με τα επιμέρους φαινολογικά στάδια διαφόρων καλλιεργειών. Οι παράμετροι αυτές εκτιμούνται από βασικά μετεωρολογικά στοιχεία όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία ή η βροχόπτωση. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά και μερικών άλλων αγρομετεωρολογικών δεικτών, οι οποίοι επίσης έχουν σημαντική επίδραση στην καλλιέργεια των φυτών, καθώς επίσης και ο τρόπος υπολογισμού τους.

Διάφοροι μετεωρολογικοί δείκτες όπως είναι η αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία/νυκτοθερμοκρασία, η φωτοθερμική μονάδα, το κοροπλήρωμα και η συσσωρευτική βροχόπτωση χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα ως δείκτες με αγρομετεωρολογικές εφαρμογές.

#### 3.4.1. Άθροισμα αριθμού ξηρών ημερών (Crop drying day, c1, c2)

Ως άθροισμα αριθμού ξηρών ημερών ορίζουμε τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες η ημερήσια βροχόπτωση είναι ίση ή κάτω από μια κρίσιμη τιμή κατωφλιού.

Δύο οριακές τιμές έχουν επιλεχθεί, η τιμή 5mm και η τιμή 10mm. Η τιμή 5mm αντιστοιχεί στον δείκτη c1, ενώ η τιμή 10mm, αντιστοιχεί στον δείκτη c2.

### 3.4.2. Κοροπλήρωμα (Vapor Pressure Deficit, d)

Ως κοροπλήρωμα ορίζεται η διαφορά της πίεσης των υδρατμών κορεσμού ( $e_s$ ) από την πραγματική πίεση υδρατμών ( $e$ ) και υπολογίζεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$d = e - e_s = e_s (100 - RH) \quad (3.5)$$

όπου RH είναι η σχετική υγρασία του αέρα. Η παράμετρος  $e_s$  εκτιμάται από τη μέση ημερήσια θερμοκρασία ( $T_c$ ) και από τη εξίσωση:

$$e_s = 6.11 * 10^{(7.5 * T_c / 237.3 + T_c)} \quad (3.6)$$

Όπως είναι φανερό η παράμετρος αυτή σχετίζεται άμεσα με τη σχετική υγρασία, η οποία αποτελεί παράμετρο καθοριστική λίγο ως πολύ για την πορεία όλων των καλλιεργειών, διότι έχει άμεση επίδραση στις διεργασίες των φύλλων και στη διαπνοή τους. Επιπρόσθετα, ο παράγοντας διύγρανση φύλλου είναι δυνατό να συσχετιστεί με εξάρσεις ασθενειών, οι οποίες είναι σαφές, ότι είναι δυνατό να επιδράσουν δυσμενώς στη φαινολογία και στην τελική παραγωγή βιομάζας.

### 3.4.3. Ημερόβαθμοι (Photothermal Unit, PTU)

Ως ημερόβαθμοι ορίζεται το άθροισμα των γινομένων των ωρών της ημέρας επί τις θερμοκρασίες επάνω από μια τιμή κατωφλίου και περιγράφεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$PTU = \sum_{i=1}^{10} (T_{mean} - T_c) * D \quad (3.7)$$

Όπου  $T_{mean}$  και  $T_c$  είναι η μέση και κρίσιμη θερμοκρασία, αντίστοιχα, ενώ D είναι το σύνολο των ωρών της ημέρας με θερμοκρασίες υψηλότερες από την  $T_c$ . Στο άθροισμα λαμβάνονται υπόψη μόνο οι θετικές διαφορές  $T - T_c$ .

Ο ρόλος των ημερόβαθμων είναι σημαντικός για τα διάφορα φαινολογικά στάδια όπως π.χ. φύτευμα, ανθοφορία, καρποφορία καθώς και για την γενικότερη ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου κάθε φυτού.

#### **3.4.4. Αθροιστική βροχή (cumulative rainfall, Rr)**

Ο δείκτης αυτός είναι πολύ κοινός στις αγρομετεωρολογικές εφαρμογές, καθώς υπολογίζει τα αποθέματα της εδαφικής υγρασίας και κρίνει την πορεία των καλλιεργειών και τα επιμέρους φαινολογικά στάδιά τους. Αυτό συμβαίνει διότι η βροχόπτωση αποτελεί μία από τις κρισιμότερες παραμέτρους για την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Υπολογίζεται συνήθως σε συσσωρευτικές τιμές ημέρας, δεκαημέρων, μηνών ή και ολόκληρων υδρολογικών ετών για συγκεκριμένες περιοχές.

#### **3.4.5. Αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία (Phototemperature, Ptemp.)**

Η αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία δίνεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$Ptemp = T_{max} - \frac{1}{4} (T_{max} - T_{min}) \quad (3.8)$$

όπου  $T_{max}$  είναι η μέγιστη ημερήσια και  $T_{min}$  η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία σε °C. Ο δείκτης υπολογίζεται ως μέσος όρος για κάθε δεκαήμερο και σταθμό. Μπορεί να ειπωθεί ότι η παράμετρος αυτή αντικατοπτρίζει έμμεσα μια μέση θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας, που υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία.

#### **3.4.6. Αποτελεσματική νυκτοθερμοκρασία (Nycotemperature, Ntemp.)**

Η αποτελεσματική νυκτοθερμοκρασία δίνεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$Ntemp = T_{min} + \frac{1}{4} (T_{max} - T_{min}) \quad (3.9)$$

όπου  $T_{max}$  είναι η μέγιστη ημερήσια και  $T_{min}$  η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία σε °C. Ο δείκτης υπολογίζεται ως μέσος όρος για κάθε δεκαήμερο και σταθμό. Όπως και στην περίπτωση της αποτελεσματικής φωτοθερμοκρασίας, μπορεί

να ειπωθεί ότι, η παράμετρος αυτή αντικατοπτρίζει έμμεσα μια μέση θερμοκρασία κατά την διάρκεια του εικοσιτετραώρου, όπου επικρατούν συνθήκες έλλειψης ή μειωμένης ηλιακής ακτινοβολίας (Τζανετοπούλου, 1998).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η προτεινόμενη μεθοδολογία, ακολουθεί η ανάλυση των αποτελεσμάτων και τέλος αναφέρονται κάποιες επισημάνσεις, σχετικά με προβλήματα τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή της παρούσας μεθοδολογικής προσέγγισης.

#### 4.1. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- 1) υπολογισμός των αθροιστικών ημερόβαθμων
- 2) υπολογισμός της απόδοσης του βαμβακιού
- 3) υπολογισμός των τιμών της βροχόπτωσης
- 4) υπολογισμός των τιμών του δείκτη ξηρασίας z

##### 4.1.1. Υπολογισμός αθροιστικών ημερόβαθμων

Στη παρούσα εργασία, όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και περιλαμβάνουν τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για μια χρονική περίοδο τριάντα ετών και συγκεκριμένα, από το 1970 έως και το 2000. Οι τιμές της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας στην Θεσσαλία προέρχονται από τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (ΕΣΥΕ) και αφορούν τόσο την αρδευόμενη όσο και την ξηρική παραγωγή βαμβακιού. Ως χρονική μονάδα για τους υπολογισμούς επιλέχθηκε ο μήνας. Επίσης για την εξαγωγή των ημερόβαθμων, ορίστηκε σαν σταθερή τιμή κατωφλίου η θερμοκρασία των 10 °C (Ελληνικός Οργανισμός Βάμβακος). Η καλλιεργητική περίοδος του βαμβακιού, όπως αναφέρεται στην ελληνική και ξένη βιβλιογραφία (Δαναλάτος, 2003), (Kohel, Lewis, 1984), τοποθετείται από τα τέλη του Απριλίου έως και τα τέλη Οκτωβρίου. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, ορίστηκε ότι η καλλιεργητική περίοδος ξεκινά στις 20

Απριλίου, με το στάδιο της σποράς και ολοκληρώνεται στις 30 Οκτωβρίου με τη λήξη του σταδίου της συγκομιδής της καλλιέργειας. Αξίζει να επισημανθεί ότι οι συγκεκριμένες ημερομηνίες δεν είναι απόλυτες και σταθερές για κάθε χρονιά για την υπό εξέταση περιοχή, καθώς αρκετοί παράγοντες όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες, επηρεάζουν τα διάφορα στάδια της καλλιεργητικής περιόδου.

Για τον υπολογισμό των ημερόβαθμων, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Από τα μετεωρολογικά δεδομένα και τις ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας (μέγιστη και ελάχιστη), υπολογίστηκε αρχικά η τιμή της μέσης θερμοκρασίας για κάθε ημέρα, για το χρονικό διάστημα που προαναφέρθηκε (20 Απριλίου έως 30 Οκτωβρίου). Στη συνέχεια αφαιρέθηκε η σταθερή τιμή κατωφλίου των 10 °C από την μέση θερμοκρασία και η τιμή που προέκυψε αντιστοιχεί στην τιμή των ημερόβαθμων για την συγκεκριμένη ημέρα. Οι αθροιστικοί ημερόβαθμοι για την καλλιεργητική περίοδο σε κάθε χρονιά από το 1970 ως το 2000, προέκυψαν από το άθροισμα των τιμών των επιμέρους ημερόβαθμων κάθε ημέρας μεταξύ τους.

**Πίνακας 4.1.** Υπολογισμός αθροιστικών ημερόβαθμων για το 1970 (20 Απριλίου – 10 Μαΐου).

Ημερομηνία	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Τιμή κατωφλίου	Μέση Θερμοκρασία – Τιμή κατωφλίου (°C)	Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι (°C/day)
19700420	16,1	10	6,1	6,1
19700421	16,6	10	6,6	12,7
19700422	17,6	10	7,6	20,3
19700423	20	10	10	30,3
19700424	19,1	10	9,1	39,4
19700425	20,9	10	10,9	50,3
19700426	19,8	10	9,8	60,1
19700427	23,8	10	13,8	73,9
19700428	22	10	12	85,9
19700429	23,4	10	13,4	99,3
19700430	17	10	7	106,3
19700501	15,9	10	5,9	112,2
19700502	13,6	10	3,6	115,8
19700503	8,9	10	0	115,8
19700504	14,3	10	4,3	120,1
19700505	13,6	10	3,6	123,7
19700506	14,4	10	4,4	128,1
19700507	16,4	10	6,4	134,5
19700508	18,1	10	8,1	142,6
19700509	18,9	10	8,9	151,5
19700510	20,3	10	10,3	161,8

Ο υπολογισμός των ημερόβαθμων έγινε με βάση τον τύπο 3.1 ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά στο τρίτο κεφάλαιο. Η πέμπτη στήλη του πίνακα προκύπτει από την πρόσθεση κάθε επιμέρους τιμής στην αμέσως επόμενη και έτσι προκύπτουν οι αθροιστικοί ημερόβαθμοι για την βλαστική περίοδο κάθε έτους. Η τελευταία τιμή, δηλαδή αυτή της 30<sup>ης</sup> Οκτωβρίου αποτελεί και την συσσωρευτική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων για κάθε έτος.

Με την ίδια διαδικασία υπολογίζονται οι αθροιστικοί ημερόβαθμοι και για την υπόλοιπη χρονοσειρά, μέχρι και το 2000.

#### 4.1.2. Υπολογισμός απόδοσης βαμβακιού

Οι τιμές της ετήσιας απόδοσης βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας προέρχονται από τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (ΕΣΥΕ). Μέχρι το 1996 διαχωρίζονταν σε αρδευόμενη παραγωγή και ξηρική παραγωγή βαμβακιού. Το σύνολο της απόδοσης του βαμβακιού προέκυπτε από το άθροισμα των επιμέρους παραγωγών. Ακολουθεί ένα δείγμα του πίνακα αποδόσεων του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1970-1980. Η παραγωγή είναι εκφρασμένη σε τόνους (tn), η καλλιεργήσιμη έκταση εκφράζεται σε στρέμματα (strm) και η απόδοση εκφράζεται σε κιλά ανά στρέμμα (kg/strm).

**Πίνακας 4.2.** Υπολογισμός ετήσιας απόδοσης βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1970-1980.

Έτος	Αρδευτικό			Ξηρικό			Άθροισμα		
	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)
1970	38049	142227	267,52	920	4863	189,18	38969	147090	264,93
1971	50046	161779	309,34	181	927	195,25	50227	162706	308,70
1972	58191	230852	252,07	118	844	139,81	58309	231696	251,66
1973	50721	205855	246,39	401	2510	159,76	51122	208365	245,35
1974	52610	214033	245,80	87	849	102,47	52697	214882	245,24
1975	55987	201473	277,88	113	1131	99,91	56100	202604	276,89
1976	55877	206731	270,28	761	3188	238,71	56638	209919	269,81
1977	53477	276370	193,49	76	999	76,08	53553	277369	193,07
1978	67558	269614	250,57	22	160	137,50	67580	269774	250,51
1979	51058	200674	254,43	24	302	79,47	51082	200976	254,17
1980	54475	185847	293,11	5	47	106,38	54480	185894	293,07

Ολοκληρωμένος ο Πίνακας 4.2 παρατίθεται στο παράρτημα (Π.Π.4).

### 4.1.3. Υπολογισμός τιμών βροχόπτωσης

Όπως προαναφέρθηκε, οι ημερήσιες τιμές της βροχόπτωσης (mm), προέρχονται από τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας. Η αθροιστική βροχόπτωση προέκυψε από την πρόσθεση κάθε ημερήσιας τιμής βροχόπτωσης στην αμέσως επόμενη για την περίοδο 1 Ιανουαρίου-30 Οκτωβρίου για κάθε έτος ξεχωριστά, από το 1970-2000.

Στην καλλιέργεια του βαμβακιού και όσον αφορά τη βροχόπτωση, τρεις είναι οι περίοδοι κατά την διάρκεια του έτους που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη καλλιέργεια. Αυτές είναι, η περίοδος Ιανουάριος - Οκτώβριος που περιλαμβάνει ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο και επίσης τους μήνες προετοιμασίας του αγρού (Ιανουάριος - Μάρτιος). Στην συγκεκριμένη περίοδο υψηλή βροχόπτωση είναι επιθυμητή πριν τη σπορά της καλλιέργειας ούτως ώστε το έδαφος να βρίσκεται σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση από πλευράς υγρασίας. Η δεύτερη περίοδος είναι αυτή από Ιανουάριο - Αύγουστο, μέχρι δηλαδή και το στάδιο της προετοιμασίας έως αυτό της καρποφορίας των φυτών του βαμβακιού, στο οποίο απαιτείται υψηλή βροχόπτωση για όσο το δυνατό καλύτερη ανάπτυξη των φυτών και σχηματισμού των καρυδιών, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η τρίτη περίοδος είναι αυτή από Σεπτέμβριο - Οκτώβριο, την περίοδο δηλαδή που το φυτό είναι πλήρως ανεπτυγμένο και έτοιμο για να συγκομιστεί. Σε αυτή την περίοδο, η βροχόπτωση είναι ανεπιθύμητη καθώς μπορεί να προκαλέσει ζημιές στο καρπό του βαμβακιού. Υψηλή βροχόπτωση τις συγκεκριμένες ημέρες καταστρέφει τα καρύδια των φυτών και προκαλεί μείωση της παραγωγής καθώς επίσης και μείωση της ποιότητας της ίνας, ενώ μπορεί να φτάσει σε ακραίες περιπτώσεις μέχρι και την καταστροφή ολόκληρου του φυτού.

Έτσι, υπολογίστηκε και η αθροιστική βροχόπτωση ξεχωριστά για τις τρεις αυτές περιόδους για κάθε έτος της περιόδου 1970-2000. Ενδεικτικά στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζεται η αθροιστική βροχόπτωση για τα έτη 1970-1980. Ολοκληρωμένος ο Πίνακας παρουσιάζεται στο παράρτημα (Π.Π.2).

**Πίνακας 4.3.** Υπολογισμός αθροιστικής βροχόπτωσης σε mm για τα έτη 1970-1980.

Έτος	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν. - Οκτ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Σεπτ. - Οκτ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν. - Αυγ.
1970	175,2	10,1	165,1
1971	361,7	80,2	281,5
1972	525,4	89,3	436,1
1973	347,7	128,1	219,6
1974			
1975	339,9	65,2	274,7
1976	384,7	39	345,7
1977	190,5	37,6	152,9
1978	532,2	300,8	231,4
1979	298,5	82,2	216,3
1980	325,9	105,8	220,1

Πρέπει να επισημανθεί ότι για το έτος 1974 δεν υπάρχουν τιμές αθροιστικής βροχόπτωσης λόγω έλλειψης μετεωρολογικών δεδομένων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

#### **4.1.4. Υπολογισμός του δείκτη ξηρασίας z**

Ο δείκτης ξηρασίας z υπολογίστηκε για κάθε μήνα, από Ιανουάριο μέχρι και Οκτώβριο, για κάθε έτος ξεχωριστά από το 1970 έως και το 2000. Στον δείκτη z οι θετικές τιμές υποδηλώνουν την ύπαρξη υγρασίας, ενώ οι αρνητικές τιμές υποδηλώνουν ξηρασία. Επιπροσθέτως αρνητικές τιμές χαμηλότερες από -4 που διατηρούνται για τρεις με τέσσερις συνεχόμενες ημέρες συνεπάγεται την καταστροφή και τον θάνατο του φυτού (Φλόκας, 1994). Ενδεικτικά στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι τιμές του δείκτη κάθε μήνα για τα έτη 1970-1980. Ολοκληρωμένος ο Πίνακας 4.4 βρίσκεται στο παράρτημα (Π.Π.3).

**Πίνακας 4.4.** Δείκτης ξηρασίας  $z$  κάθε μήνα για τα έτη 1970 – 1980.

Έτος	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάιος	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.
1970	-1,28	-0,89	-1,21	-1,89	-1,93	-1,67	-1,85	-2,19	-2,44	-2,75
1971	-2,92	0,59	0,96	0,6	0,37	0,12	1,5	1,3	1,32	1,4
1972	-0,73	0,77	0,88	1,48	1,72	1,34	4,9	4,61	3,88	4,44
1973	-0,65	-0,56	-0,04	-0,4	-1,33	-1,82	0,13	-0,22	0,57	1
1974	0,32	0,5	0,52	0,69	0,59	1,22	-0,52	-0,95	-1,16	-1,26
1975	-1,19	-0,98	-1,35	-1,56	-1,86	2,22	1,43	2,63	2,53	2,04
1976	1,29	1,71	1,41	1,7	2,77	2,54	2,99	3,79	-0,19	-0,53
1977	-1,24	-1,03	-1,27	-1,49	-1,9	-2,02	-2,12	-2,31	-2	-2,24
1978	0,75	0,4	0,43	0,74	0,79	-0,54	-1,07	-1,41	4,82	-2,51
1979	-2,43	-2,01	-2,48	-2,17	-1,68	-2,18	-2,42	-2,41	-2,28	0,57
1980	1,39	-0,44	0,17	0,21	0,53	-0,2	-0,76	-0,87	-1,02	0,7

#### 4.1.5. Συμμεταβολή – Συσχέτιση

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες συχνά συμβαίνει ανάμεσα σε δύο ή περισσότερους παράγοντες να υπάρχει ένα είδος αλληλεξάρτησης ή συμμεταβολής. Είναι επιθυμητό λοιπόν να εκφραστεί με ένα μαθηματικό τρόπο, η ύπαρξη αυτής της σχέσης, προσδιορίζοντας συνήθως μια εξίσωση που δίνει το είδος της συμμεταβολής.

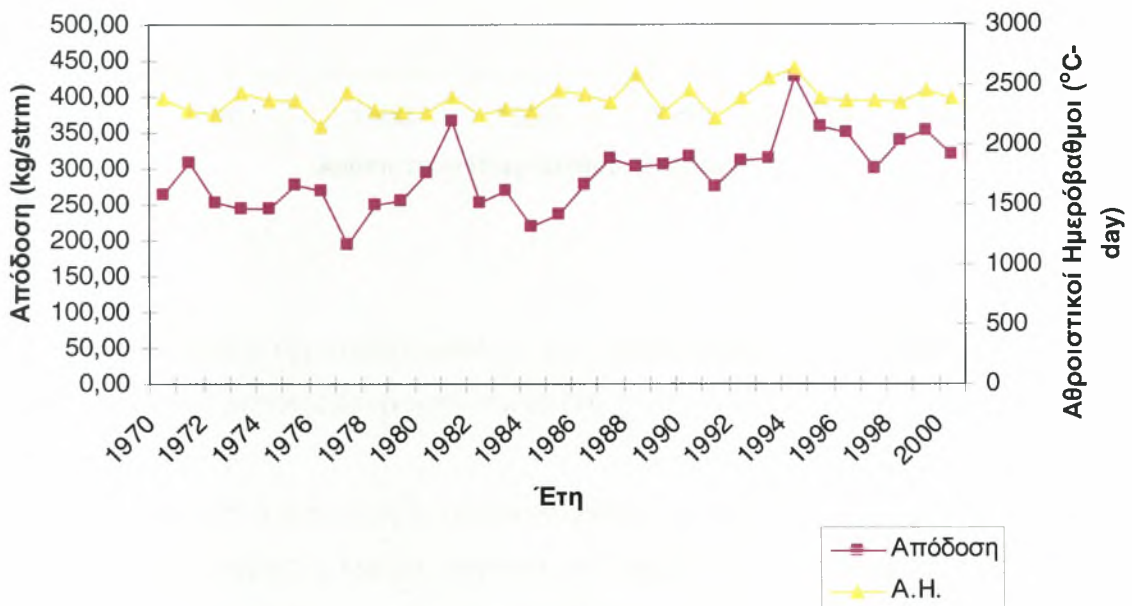
Άλλοτε πάλι επιζητούνται τρόποι, να εκτιμηθεί το μέγεθος της συσχέτισης ή της συμμεταβολής. Έτσι είναι δυνατό να υπολογιστεί εκ των προτέρων, πόσο καλά μια εξίσωση περιγράφει, είτε εξηγεί, τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στους παράγοντες, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί ένας παράγοντας από τις τιμές των άλλων, π.χ. εξίσωση κανονικής καμπύλης (Τζώρτζιος, 2002).

#### 4.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Εφόσον υπολογίστηκαν οι αθροιστικοί ημερόβαθμοι, η αθροιστική βροχόπτωση, οι τιμές της ετήσιας απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού και ο δείκτης ξηρασίας  $z$ , για κάθε έτος της χρονικής κλίμακας 1970-2000, το επόμενο

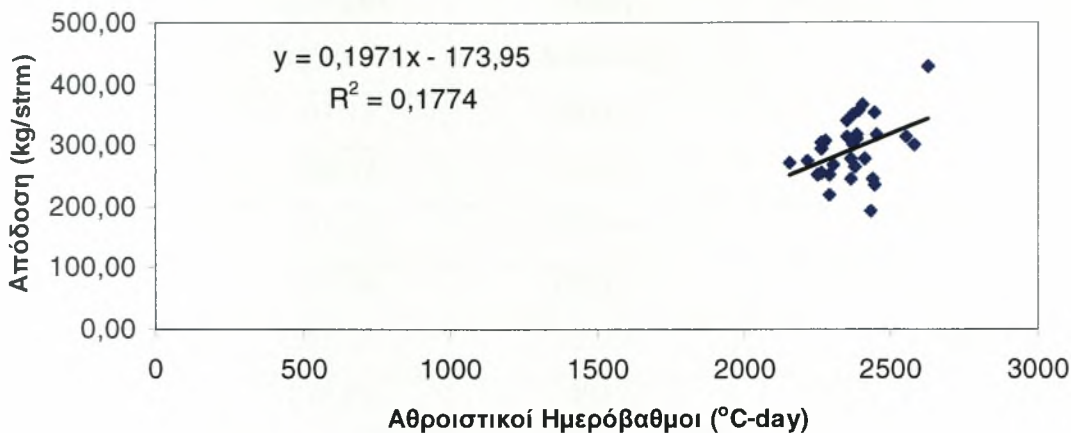
βήμα ήταν να δημιουργηθεί ένα σχήμα το οποίο απεικονίζει την εξέλιξη μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και αθροιστικών ημερόβαθμων.

Στο σχήμα 4.1, απεικονίζεται η γραφική παράσταση της εξέλιξης των δύο μεταβλητών, της απόδοσης της καλλιέργειας και των αθροιστικών ημερόβαθμων, κατά την διάρκεια της χρονικής περιόδου 1970-2000. Από το σχήμα 4.1 διαφαίνεται ότι πριν από το έτος 1977 δεν υπάρχει ταύτιση όσον αφορά στην εξέλιξη των δύο παραμέτρων.



**Σχήμα 4.1.** Εξέλιξη της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1970-2000.





**Σχήμα 4.2.** Εξαγωγή της σχέσης μεταξύ των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού για τα έτη 1970 – 2000.

Στο γράφημα του σχήματος 4.2 απεικονίζεται η σύγκριση των ζευγών τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας και των αθροιστικών ημερόβαθμων και παρουσιάζεται η διασπορά τους. Ακόμα με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους:

$$y=0,1971x-173,95 \quad (4.1.)$$

όπου  $y$  αντιστοιχεί η απόδοση του βαμβακιού και  $x$  οι αθροιστικοί ημερόβαθμοι.

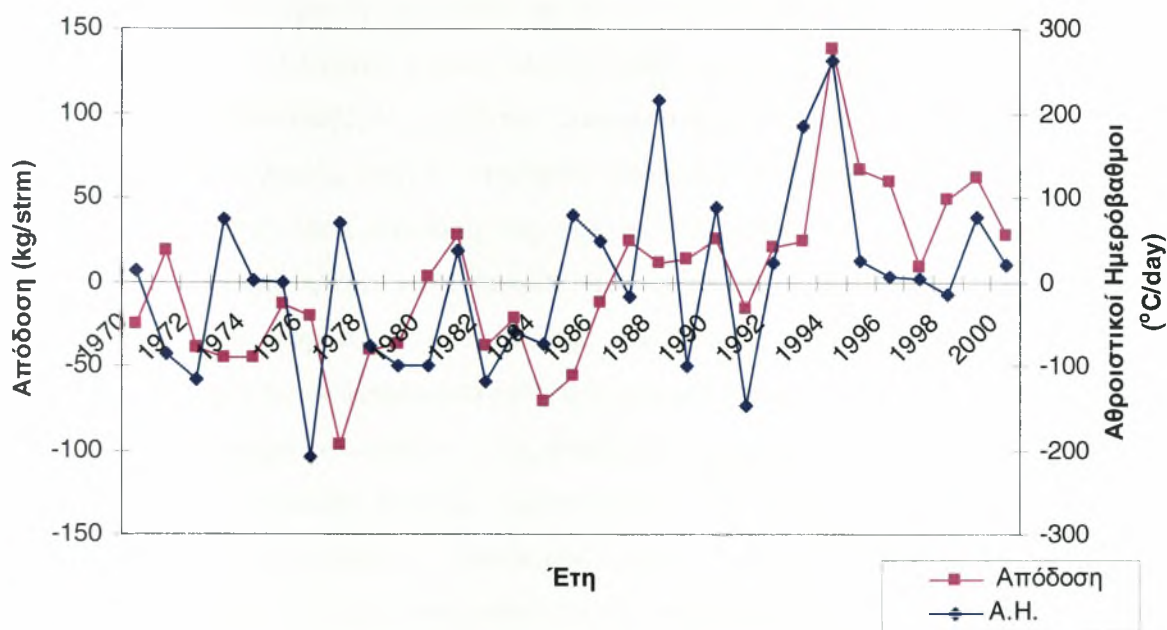
Επίσης δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ), η οποία είναι ίση με 0,1774 και χαρακτηρίζεται σχετικά χαμηλή.

Για την ύπαρξη μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με τη συμφωνία της εξέλιξης των δύο παραμέτρων δημιουργήθηκε η γραφική παράσταση της απόκλισης των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας και των ημερόβαθμων (σχήμα 4.3) από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο. Ενδεικτικά, στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται ο υπολογισμός της απόκλισης της απόδοσης από τον μέσο όρο για τα έτη 1970 – 1975. Ολοκληρωμένος ο Πίνακας 4.5 βρίσκεται στο παράρτημα (Π.Π.5).

**Πίνακας 4.5.** Απόκλιση των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τα έτη 1970-1975.

Έτος	Απόδοση (kg/strm)	Μέση Απόδοση	Απόδοση-Μέση Απόδοση
1970	264,93	290,66	-25,73
1971	308,69	290,66	18,02
1972	251,66	290,66	-39,01
1973	245,34	290,66	-45,32
1974	245,23	290,66	-45,43
1975	276,89	290,66	-13,77

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις αποκλίνουσες τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μέσο όρο. Ο πίνακας του υπολογισμού τους παρατίθεται στο παράρτημα (Π.Π.8).



**Σχήμα 4.3.** Εξέλιξη των τιμών απόκλισης της απόδοσης και των αθροιστικών ημερόβαθμων, ανά έτος, από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τα έτη 1970-2000.

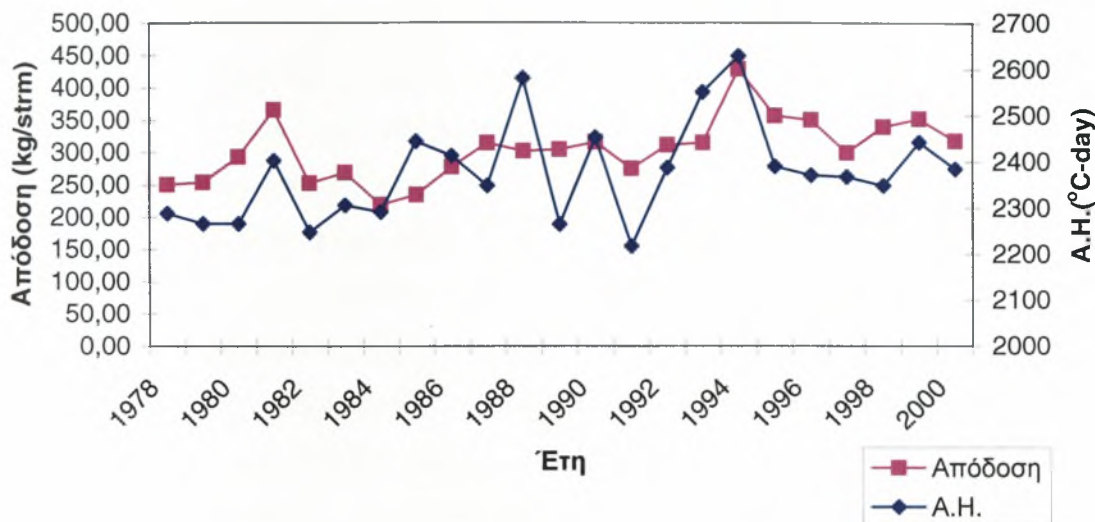
Παρατηρείται λοιπόν ότι και στα δύο διαγράμματα, σε αυτό με τις κανονικές τιμές της απόδοσης και των αθροιστικών ημερόβαθμων της καλλιέργειας βαμβακιού (σχήμα 4.1) και σε αυτό με τις αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης και των

αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο (σχήμα 4.3), δεν υπάρχει συμφωνία όσον αφορά στην εξέλιξη της απόδοσης της και των ημερόβαθμων. Πιο συγκεκριμένα από το 1970 έως και το 1977 οι τιμές μεταξύ των δύο παραγόντων δεν συμβαδίζουν και παρατηρείται μία ασυμφωνία όσον αφορά την εξέλιξη των τιμών της απόδοσης και των αθροιστικών ημερόβαθμων. Ο όρος ασυμφωνία χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει το γεγονός ότι σε ένα συγκεκριμένο έτος η απόκλιση της απόδοσης από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο είναι θετική (υψηλότερη τιμή από τον μέσο όρο) ενώ η τιμή της απόκλισης των αθροιστικών ημερόβαθμων είναι αρνητική, π.χ. για τα έτη 1973 και 1977 (σχήμα 4.3). Προκύπτουν δηλαδή χρονιές με υψηλή απόδοση της καλλιέργειας και χαμηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων και το αντίστροφο, γεγονός που δεν μπορεί να ισχύσει αν αναλογιστεί κάποιος την θετική σχέση που υπάρχει μεταξύ ημερόβαθμων και απόδοσης της καλλιέργειας. Από τα σχήματα επίσης προκύπτει ότι από το 1978 και μετά η σχέση αυτή τείνει να ομαλοποιηθεί και οι σχετικές τιμές των δύο παραγόντων φαίνεται να συμβαδίζουν.

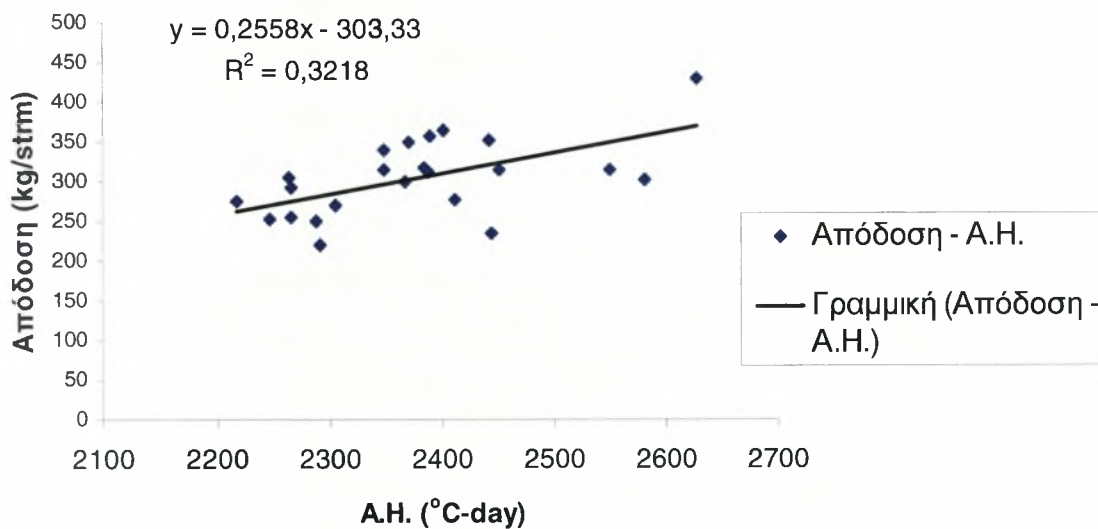
Αυτή η ασυμφωνία προκύπτει από το γεγονός ότι οι γεωργικές πρακτικές στην καλλιέργεια του βαμβακιού αλλά και σε άλλες μεγάλες καλλιέργειες εκείνη την εποχή, δεν ήταν σταθερές, δεν ήταν εκσυγχρονισμένες, καθώς οι παραγωγοί δεν εφαρμόζαν σύγχρονες για τα σημερινά δεδομένα καλλιεργητικές μεθόδους με αποτέλεσμα την μικρή απόδοση της καλλιέργειας στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί η απουσία εκμηχάνισης της καλλιέργειας, λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης της τεχνολογίας στον γεωργικό τομέα. Με γνώμονα λοιπόν τα ανωτέρω, επιλέχθηκε η χρονική περίοδος από το 1978 έως και το 2000 για να πραγματοποιηθούν οι παρατηρήσεις, καθώς όπως σημειώθηκε, κατά την συγκεκριμένη χρονική περίοδο παρατηρείται ένας βαθμός συμφωνίας μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και αθροιστικών ημερόβαθμων. Αυτό προφανώς οφείλεται στην σταθεροποίηση των γεωργικών πρακτικών με την πάροδο των χρόνων, στην εξέλιξη της καλλιέργειας με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών κ.τ.λ.

Οριοθετώντας λοιπόν μια νέα χρονική περίοδο, από το 1978 έως και το 2000, δημιουργήθηκε η γραφική παράσταση της εξέλιξης των τιμών μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας και αθροιστικών ημερόβαθμων. Δημιουργήθηκε επίσης και το γράφημα όπου απεικονίζεται η σύγκριση των ζευγών των τιμών της απόδοσης και των αθροιστικών ημερόβαθμων για την χρονική περίοδο 1978 – 2000. Τα διαγράμματα απεικονίζονται στα σχήματα 4.4, 4.5. Με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης

υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους και δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ).



**Σχήμα 4.4.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1978 – 2000.



**Σχήμα 4.5.** Εξαγωγή της σχέσης μεταξύ των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού για τα έτη 1978-2000.

Στο σχήμα 4.5 η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους  $y$  για απόδοση και  $x$  για τους αθροιστικούς ημερόβαθμους είναι:

$$y=0,2558x-303,33 \quad (4.2.)$$

Η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  είναι ίση με 0,3218.

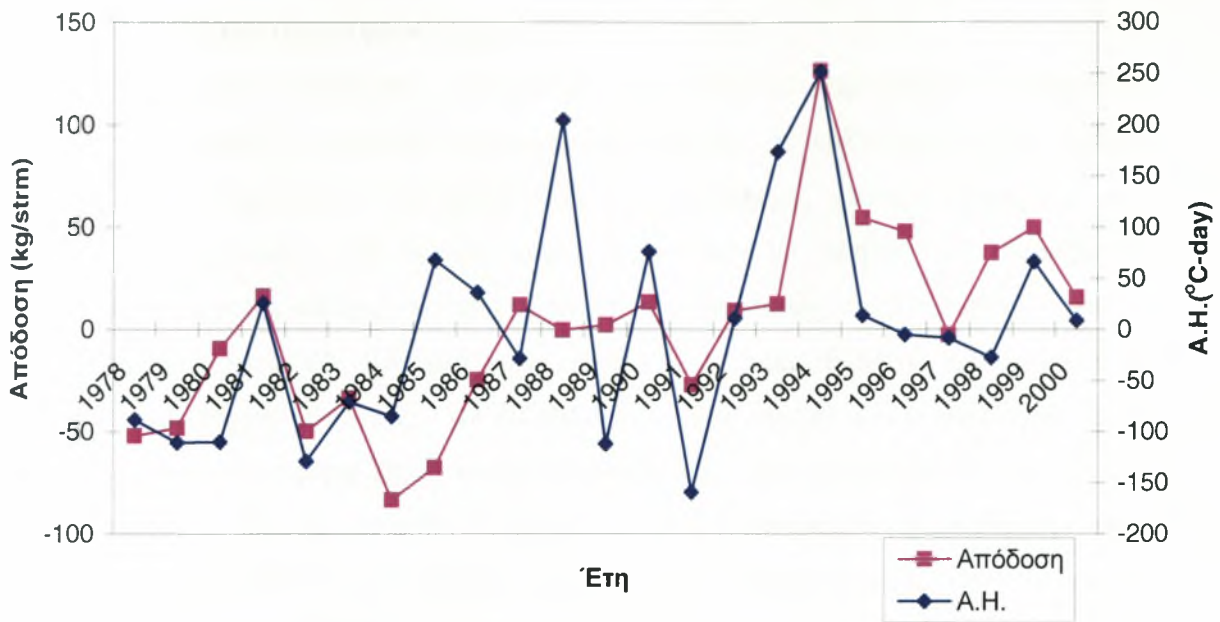
Από το σχήμα 4.5 συμπεραίνεται ότι με την αφαίρεση των οκτώ ετών (1970 – 1977) από την αρχική χρονική περίοδο, η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ) σχεδόν διπλασιάστηκε ( $R^2=0,32$ ) σε σύγκριση με την προηγούμενη τιμή του  $R^2$  (σχήμα 4.2.,  $R^2=0,17$ ). Αυτό συμβαίνει διότι από το συγκεκριμένο έτος και έπειτα τα δεδομένα που συλλέγονται παρουσιάζουν μεγαλύτερη αξιοπιστία και εγκυρότητα. Έτσι δεν καταγράφονται μεγάλες αποκλίσεις από τις πραγματικές τιμές θερμοκρασίας και απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού, γεγονός που προσδίδει και μεγαλύτερη ακρίβεια στην διεξαγωγή της επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η σταδιακή εισαγωγή νέων μεθόδων για την καταγραφή δεδομένων και μετρήσεων αποτελούν τους δύο βασικούς παράγοντες που ευθύνονται για τον μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας των δεδομένων.

Με βάση τη νέα χρονοσειρά, επανεξετάστηκε ο βαθμός συσχέτισης των δύο μεταβλητών και παρατηρήθηκε αν εμφανίστηκαν και εκεί χρονιές με ασυμφωνία, όσον αφορά στην εξέλιξη των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας και των αθροιστικών ημερόβαθμων. Έτσι κατασκευάστηκε η γραφική παράσταση της εξέλιξης της απόκλισης των τιμών της απόδοσης βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1978-2000 (σχήμα 4.6). Πριν από αυτό υπολογίστηκαν οι αποκλίνουσες τιμές των δύο μεταβλητών παραγόντων από τον αντίστοιχο μέσο όρο. Ο Πίνακας 4.6 παρατίθεται ολοκληρωμένος στο παράρτημα (Π.Π.6). Ενδεικτικά στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται οι αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1978 – 1990.

**Πίνακας 4.6.** Αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης του βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων, από τον μέσο όρο για τα έτη 1978-1990.

Έτος	Απόδοση (kg/strm)	Μέση Απόδοση	Απόδοση-Μέση Απόδοση	Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι (°C-day)	Μέσοι Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι	Α.Η. - Μέσοι Α.Η.
1978	250,5	302,38	-51,88	2287,9	2376,29	-88,39
1979	254,16	302,38	-48,22	2265,6	2376,29	-110,69
1980	293,07	302,38	-9,31	2266,1	2376,29	-110,19
1981	318,81	302,38	16,42	2402,3	2376,29	26,01
1982	252,68	302,38	-49,70	2247,3	2376,29	-128,99
1983	268,8	302,38	-33,58	2305,2	2376,29	-71,09
1984	219,05	302,38	-83,33	2291,2	2376,29	-85,09
1985	234,82	302,38	-67,56	2444,2	2376,29	67,90
1986	277,72	302,38	-24,66	2412,7	2376,29	36,40
1987	314,47	302,38	12,08	2348	2376,29	-28,29
1988	301,97	302,38	-0,41	2580,4	2376,29	204,10
1989	304,47	302,38	2,08	2264,2	2376,29	-112,09
1990	315,89	302,38	13,50	2452,3	2376,29	76,00

Με τα στοιχεία του Πίνακα 4.6 δημιουργείται το σχήμα 4.6, με τις αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης της καλλιέργειας και των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μέσο όρο.



**Σχήμα 4.6.** Εξέλιξη των τιμών απόκλισης των αθροιστικών ημερόβαθμων και της απόδοσης ανά έτος από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τα έτη 1978 – 2000.

Μελετώντας το σχήμα 4.6 παρατηρείται ότι εμφανίζονται ορισμένες χρονιές οι οποίες παρουσιάζουν ασυμφωνία στην εξέλιξη των τιμών απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των τιμών των αθροιστικών ημερόβαθμων. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα στοιχεία του Πίνακα 4.6. Οι χρονιές για τις οποίες γίνεται λόγος είναι:

- το 1985 με θετική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων και αρνητική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας,
- το 1986 με θετική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων και αρνητική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας,
- το 1987 με θετική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και αρνητική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων,
- το 1988 με αρνητική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και θετική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων,
- το 1989 με θετική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και αρνητική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων,
- το 1996 με θετική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και αρνητική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων

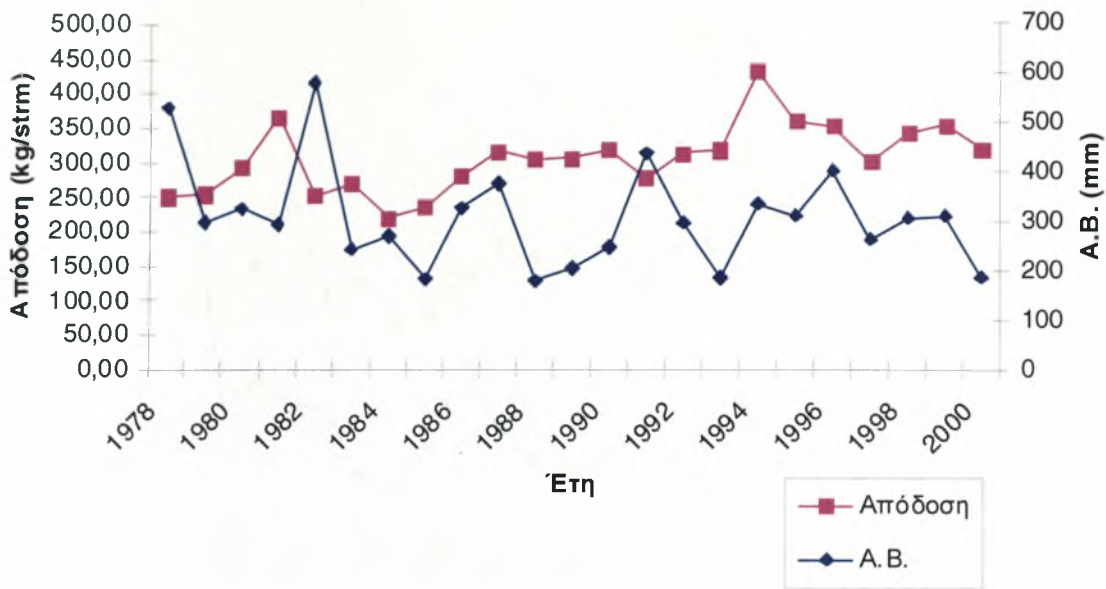
- το 1998 με θετική τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και αρνητική τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων.

Πρόκειται δηλαδή για επτά χρονιές στις οποίες εξαιτίας κάποιων παραγόντων δεν παρουσιάζεται συμφωνία ανάμεσα στην απόδοση της καλλιέργειας κάθε χρονιάς και στους αθροιστικούς ημερόβαθμους της αντίστοιχης χρονιάς. Όπως και στις υπόλοιπες χρονιές, έτσι και σε αυτές αναμενόταν με υψηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων να υπάρχει και υψηλή τελική τιμή απόδοσης του βαμβακιού, δίνοντας βάση στο γεγονός ότι η θερμοκρασία αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας του βαμβακιού, καθώς και σε άλλες καλλιέργειες. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι η τελική απόδοση μιας καλλιέργειας αυξάνεται με την συσσώρευση όσο το δυνατόν υψηλότερης τιμής αθροιστικών ημερόβαθμων στην καλλιέργεια (Dalezios *et al*, 2002). Στην προκειμένη περίπτωση, για τα επτά αυτά έτη αυτό δεν ισχύει καθώς άλλοτε παρατηρείται υψηλή απόδοση με χαμηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων και άλλοτε χαμηλή απόδοση με υψηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων.

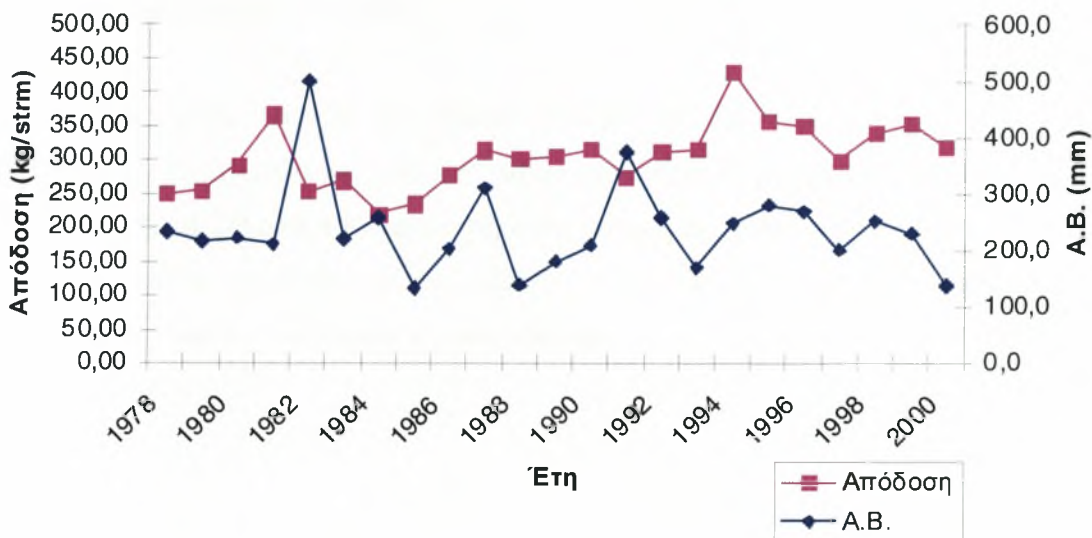
Αυτό υποδηλώνει ότι και άλλοι παράγοντες έχουν επίδραση στην απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού. Ο παράγοντας λίπανση και ο παράγοντας άρδευση αποκλείονται βάση του γεγονότος ότι στην καλλιέργεια του βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας εφαρμόζεται σταθεροποιημένη λίπανση σε δεδομένες ποσότητες δόσεων και σε δεδομένες ημερομηνίες κάθε χρονιά και οι αρδεύσεις πραγματοποιούνται από τους παραγωγούς σε συγκεκριμένες ημέρες και σε συγκεκριμένες ποσότητες κάθε φορά. Επίσης λόγω έλλειψης δεδομένων δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν οι επιπτώσεις στην τελική απόδοση που έχουν τα ζιζάνια και οι ασθένειες. Άρα ο άλλος παράγοντας που απομένει να εξεταστεί είναι οι συνθήκες υγρασίας. Έτσι γίνεται έλεγχος των συνθηκών υγρασίας και συγκεκριμένα της βροχόπτωσης και του φαινομένου της ξηρασίας.

Κατασκευάστηκαν λοιπόν τα διαγράμματα εξέλιξης τιμών της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού με την αθροιστική βροχόπτωση και των τριών περιόδων της καλλιεργητικής χρονιάς, Ιανουάριος – Οκτώβριος, Ιανουάριος – Αύγουστος, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος, για τα έτη 1978-2000 (σχήμα 4.7, 4.8, 4.9). Ενδεικτικά οι τιμές της αθροιστικής βροχόπτωσης για τις τρεις αυτές περιόδους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3 ο οποίος παρατίθεται ολοκληρωμένος στο παράρτημα (Π.Π.2).

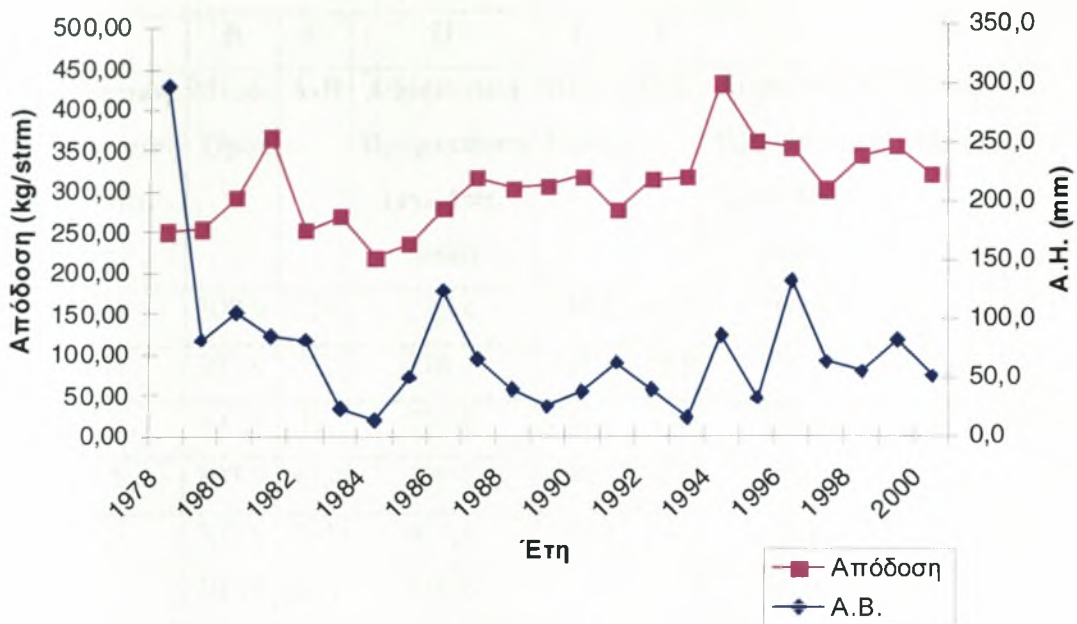




**Σχήμα 4.7.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης (A.B.) για την περίοδο Ιανουαρίου-Οκτωβρίου, για τα έτη 1978-2000.



**Σχήμα 4.8.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης (A.B.) για την περίοδο Ιανουαρίου - Αυγούστου για τα έτη 1978-2000.



**Σχήμα 4.9.** Εξέλιξη των τιμών της απόδοσης βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των τιμών της αθροιστικής βροχόπτωσης για την περίοδο Σεπτεμβρίου - Οκτωβρίου για τα έτη 1978-2000.

Επίσης στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζονται οι αποκλίσεις των τιμών των αθροιστικών βροχοπτώσεων από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για κάθε περίοδο ξεχωριστά. Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται οι τιμές με απόκλιση από τον μέσο όρο των τριών πλέον παραγόντων, της απόδοσης της καλλιέργειας, των αθροιστικών ημερόβαθμων και της αθροιστικής βροχόπτωσης.

**Πίνακας 4.7.** Τιμές με απόκλιση από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο της αθροιστικής βροχόπτωσης για τρεις περιόδους για τα έτη 1978-2000.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν.-Οκτ. (mm)</b>	<b>Μέσος Όρος</b>	<b>A-B</b>	<b>Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν.-Αυγ. (mm)</b>	<b>Μέσος Όρος</b>	<b>D-E</b>	<b>Αθροιστική Βροχόπτωση Σεπ.-Οκτ. (mm)</b>	<b>Μέσος Όρος</b>	<b>G-H</b>
532,2	307,9	224	231,4	236,1	-4,71	300,8	71,8	229
298,5	307,9	-9,4	216,3	236,1	-19,8	82,2	71,8	10,41
325,9	307,9	18	220,1	236,1	-16	105,8	71,8	34,01
294,5	307,9	-13,4	209,1	236,1	-27	85,4	71,8	13,61
581,5	307,9	274	499,4	236,1	263,3	82,1	71,8	10,31
242,7	307,9	-65,2	219,4	236,1	-16,7	23,3	71,8	-48,5
270,8	307,9	-37,1	257,9	236,1	21,79	12,9	71,8	-58,9
182,3	307,9	-126	132,3	236,1	-104	50	71,8	-21,8

**Πίνακας 4.8.** Τιμές με απόκλιση της απόδοσης του βαμβακιού, των αθροιστικών ημερόβαθμων και της αθροιστικής βροχόπτωσης από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο, για τρεις περιόδους για τα έτη 1978-1985.

Έτος	Απόδοση- Μέση Απόδοση	Ημερόβαθμοι- Μέσοι Ημερόβαθμοι	Αθροιστική βροχόπτωση Ιαν.-Οκτ.	Αθροιστική βροχόπτωση Ιαν.-Αυγ.	Αθροιστική βροχόπτωση Σεπτ.-Οκτ.
1978	-51,88	-88,39	224,3	-4,7	229,1
1979	-48,22	-110,69	-9,4	-19,8	10,4
1980	-9,31	-110,19	18	-16,0	34,0
1981	16,42	26,00	-13,4	-27,0	13,6
1982	-49,70	-128,99	273,6	263,3	10,3
1983	-33,58	-71,09	-65,2	-16,7	-48,5
1984	-83,33	-85,09	-37,1	21,8	-58,9
1985	-67,56	67,90	-125,6	-103,8	-21,8

Σύμφωνα με τα σχήματα 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 και τους Πίνακες 4.3. και 4.8. συμπεραίνεται ότι για τις επτά χρονιές που παρατηρήθηκε η ασυμφωνία μεταξύ των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων, σημαντική επίδραση έχει και η αθροιστική βροχόπτωση. Για μια πληρέστερη εικόνα των συνθηκών υγρασίας γίνεται έλεγχος των τιμών του δείκτη ξηρασίας  $z$  για τα συγκεκριμένα έτη (Π.Π.7).

Για το 1985, παρατηρείται ότι, η χαμηλή τιμή απόδοσης για εκείνη την χρονιά οφείλεται στη χαμηλή τιμή αθροιστικής βροχόπτωσης για την περίοδο Ιανουαρίου – Αυγούστου και την περίοδο Ιανουαρίου – Οκτωβρίου. Σε αυτές τις περιόδους η καλλιέργεια έχει ανάγκη την υψηλή βροχόπτωση. Επίσης ο δείκτης  $z$  παρουσιάζει αρνητικές τιμές εκτός του Οκτωβρίου, γεγονός που μαρτυρά υψηλή ξηρασία την συγκεκριμένη χρονιά. Έτσι η θετική τιμή των αθροιστικών ημερόβαθμων δεν αρκεί για μεγιστοποίηση της απόδοσης.

Για το 1986, παρατηρείται πάλι χαμηλή τιμή απόδοσης της καλλιέργειας με αυξημένη τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων. Στην συγκεκριμένη χρονιά η πολύ υψηλή τιμή αθροιστικής βροχόπτωσης την περίοδο Σεπτεμβρίου – Οκτωβρίου οφείλεται για αυτή την μείωση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην παράγραφο 4.1.3. η βροχόπτωση είναι ανεπιθύμητη αυτή την περίοδο καθώς τα φυτά του βαμβακιού βρίσκονται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και είναι έτοιμα προς συγκομιδή. Μια σχετικά υψηλή βροχόπτωση αυτή την εποχή προκαλεί σημαντικότερη ζημιά στο βαμβακόφυτο υποβαθμίζοντας το μήκος της ίνας και την τελική ποιότητα της, καθώς επίσης μπορεί να καταστρέψει και ολόκληρο το φυτό. Επιπλέον ο δείκτης ξηρασίας  $z$  είναι θετικός για τον μήνα Οκτώβριο που υποδηλώνει και αυτό συνθήκες υγρασίας.

Για το 1987, καταγράφεται υψηλή τιμή απόδοσης της καλλιέργειας και χαμηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων. Παρατηρείται όμως ότι την περίοδο Ιανουαρίου – Αυγούστου, σημειώνεται μία από τις υψηλότερες τιμές αθροιστικής βροχόπτωσης ολόκληρης της χρονοσειράς. Το βαμβακόφυτο είναι γνωστό ότι την συγκεκριμένη εποχή και ιδιαίτερα τον Αύγουστο βρίσκεται στο στάδιο της ανθοφορίας και ανάπτυξης των καρυδιών, γι' αυτό τον λόγο έχει ανάγκη από υψηλή βροχόπτωση για μεγιστοποίηση της παραγωγής και της τελικής απόδοσης.

Για το 1988, σημειώνεται μικρή απόδοση της καλλιέργειας με αρκετά υψηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων. Εξετάζοντας τον παράγοντα βροχόπτωση, παρατηρείται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, Ιανουάριος – Οκτώβριος, υπάρχει πολύ χαμηλή τιμή αθροιστικής βροχόπτωσης και υψηλή ξηρασία

κυρίως την περίοδο Ιούλιος – Οκτώβριος, γεγονός που έχει αντίκτυπο και στην τελική απόδοση της καλλιέργειας με την χαμηλή τιμή της για την συγκεκριμένη χρονιά.

Για το 1989, παρατηρείται χαμηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων με αναλογικά υψηλή παραγωγή. Και σε αυτή την περίπτωση οι τιμές της αθροιστικής βροχόπτωσης τις δύο περιόδους που το έχει ανάγκη το βαμβακόφυτο, Ιανουάριος – Οκτώβριος και Ιανουάριος – Αύγουστος, είναι υψηλές και αντισταθμίζουν την χαμηλή τιμή των ημερόβαθμων.

Για το 1996, παρατηρείται υψηλή τιμή απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού σε αντίθεση με την χαμηλή τιμή των αθροιστικών ημερόβαθμων. Μελετώντας την βροχόπτωση διακρίνεται ότι, την περίοδο Ιανουαρίου – Οκτωβρίου σημειώνεται η τρίτη μεγαλύτερη τιμή αθροιστικής βροχόπτωσης από το 1978 έως και το 2000. Παράλληλα και ο δείκτης ξηρασίας  $z$  είναι χαμηλός την καλοκαιρινή περίοδο, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη συνθηκών κοντά στις "κανονικές".

Τέλος, για το 1998, παρατηρείται και εδώ υψηλή τιμή απόδοσης με πολύ χαμηλή τιμή αθροιστικών ημερόβαθμων. Ομοίως και σε αυτή την περίπτωση, η βροχόπτωση έχει επιδράσει θετικά στην τελική παραγωγή, καθώς την περίοδο Ιανουαρίου – Αυγούστου, σημειώνεται πολύ υψηλή τιμή αθροιστικής βροχόπτωσης, ενώ ο δείκτης ξηρασίας  $z$  και την ίδια περίοδο είναι αρκετά χαμηλός.

Το επόμενο βήμα είναι η εύρεση του μήνα του οποίου οι ημερόβαθμοι παρουσιάζουν τη μέγιστη συσχέτιση με την τελική απόδοση της καλλιέργειας.

Στον Πίνακα 4.9 παραθέτονται οι αθροιστικές μηνιαίες τιμές ημερόβαθμων για τα έτη 1978-2000 από τον Απρίλιο, όπου και πραγματοποιείται η σπορά των βαμβακόφυτων, μέχρι και τον Οκτώβριο όπου γίνεται η συγκομιδή. Έπειτα ακολουθεί η ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ των αθροιστικών μηνιαίων ημερόβαθμων και της απόδοσης. Αρχικά γίνεται έλεγχος για τα έτη 1978-2000. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.10.

**Πίνακας 4.9.** Μηνιαίοι ημερόβαθμοι περιόδου Απριλίου - Οκτωβρίου και απόδοση καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1978-2000.

Έτος	Απρ.	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Απόδοση (kg/strm)
1978	53,8	292,3	480,1	538,7	467,5	295,4	160,1	250,51
1979	36,7	281,9	470,4	506,3	478,4	336,6	155,3	254,17
1980	39,3	223,6	417,8	544,7	484,1	342,3	214,3	293,07
1981	59,7	240,2	493,7	509,6	467,5	363,8	267,8	365,71
1982	7,5	240,3	455,8	492,3	482,4	367,6	201,4	252,69
1983	92,1	344,9	386,1	524	455	337,6	165,5	268,81
1984	8,2	288,9	423,1	501,1	433,2	372,9	263,8	219,06
1985	66,3	370,6	469,5	523	524,4	355,8	134,6	234,83
1986	71,7	294,9	464,5	513,1	527,8	366,1	174,6	277,73
1987	34,3	241,2	453	566,1	481	415,2	157,2	314,48
1988	47,2	316	485,1	629,3	537,1	387,7	178	301,97
1989	72,5	269,5	410,5	504,7	500,8	365,8	140,4	304,48
1990	84,8	311,5	478,2	552,3	475,4	348,7	201,4	315,90
1991	35,3	206,3	463,7	485,8	461,8	341,1	222,9	275,26
1992	69,2	248,5	433,8	474	542,6	343,4	275,7	311,82
1993	60,9	305,5	478,4	540,9	521,9	361,6	281	315,16
1994	71	339	465,8	535,9	532,6	449,3	234,4	428,78
1995	77,7	316,6	500,7	523	467,8	355,1	149	357,00
1996	49,3	354,9	477,5	530,7	500,6	319,1	138,8	350,29
1997	34,6	351,3	491,9	565,1	462,4	311,4	151	299,70
1998	43	264,1	441,7	527,4	518,2	335,25	219,3	340,00
1999	65,1	303,3	448,4	501,9	514,35	369,55	240,1	352,34
2000	89,6	313,45	413,25	534,7	484,5	359,85	189,6	318,19

Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται όλη η χρονική περίοδος από το 1978 έως και το 2000 μαζί με τις επτά χρονιές οι οποίες παρουσιάζουν ασυμφωνία για τους λόγους που ήδη αναφέρθηκαν.

**Πίνακας 4.10.** Συσχέτιση μεταξύ των μηνιαίων ημερόβαθμων και της απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000.

Μήνας	Συντελεστής συσχέτισης	Σημαντικότητα
Απρίλιος	0,3975	0,060
Μάιος	0,1082	0,623
Ιούνιος	0,2410	0,268
Ιούλιος	0,1470	0,503
Αύγουστος	0,3613	0,090
Σεπτέμβριος	<b>0,4108</b>	<b>0,050</b>
Οκτώβριος	0,2234	0,306

Με βάση τον Πίνακα 4.10 εντοπίζεται ο μήνας ή οι μήνες οι οποίοι παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συσχέτιση με την τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας. Σε όρια εμπιστοσύνης 95%, δηλαδή  $\alpha = 0,05$ , ο μήνας που παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $p \leq 0,05$ ) με την τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι ο Σεπτέμβριος με συντελεστή συσχέτισης (R) ίσο με 0,41 ( $p = 0,05$ ). Ο συγκεκριμένος μήνας για τον οποίο προέκυψε το αποτέλεσμα συμπίπτει επιπλέον και με ένα από τα σημαντικότερα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας του βαμβακόφυτου, αυτό της ωρίμανσης ( βλ. παράγραφο 3.5). Συνεπώς επιβεβαιώνεται και στην πράξη μέσω της ανάλυσης των δεδομένων ότι η θερμοκρασία κατέχει σημαντικό ρόλο και έχει μεγάλη επίδραση στην τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού και ιδιαίτερα υψηλές τιμές αθροιστικών ημερόβαθμων στα στάδια του φυτώματος και της ωρίμανσης του βαμβακόφυτου οδηγούν και σε αύξηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας.

Εξαιτίας όμως του γεγονότος ότι οι συνθήκες υγρασίας έχουν επίδραση στην τελική απόδοση, όπως αυτό διαφάνηκε σε προηγούμενο στάδιο (ανάλυση της αθροιστικής βροχόπτωσης και του δείκτη ξηρασίας z) κρίθηκε σκόπιμο να κατασκευαστεί ο Πίνακας συσχετίσεων των αθροιστικών μηνιαίων ημερόβαθμων με

την απόδοση της χρονοσειράς, αφού αφαιρεθούν τα έτη όπου σημειώνονται "αντίξοες" συνθήκες υγρασίας (κυρίως λόγω της εμφάνισης ξηρασίας). Έτσι αφαιρούνται τα έτη όπου υπήρχαν μη "ευνοϊκές" συνθήκες υγρασίας (1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1996, 1998) και στα οποία σημειώνονται υψηλές τιμές απόδοσης της καλλιέργειας με παράλληλα χαμηλές τιμές αθροιστικών ημερόβαθμων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.11.

**Πίνακας 4.11.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων και απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές που παρουσιάζουν ασυμφωνία.

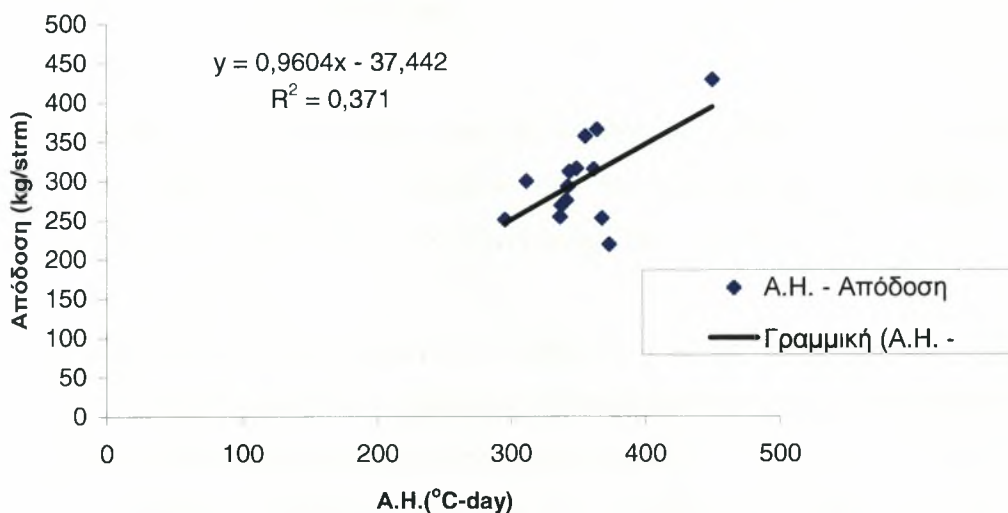
Μήνας	Συντελεστής συσχέτισης	Σημαντικότητα
Απρίλιος	0,5660	0,022
Μάιος	0,2667	0,318
Ιούνιος	0,3247	0,220
Ιούλιος	0,2025	0,452
Αύγουστος	0,5762	0,019
Σεπτέμβριος	0,6192	0,011
Οκτώβριος	0,2263	0,399

Από τον Πίνακα 4.11 προκύπτει ότι για όρια εμπιστοσύνης 95%, ( $\alpha = 0,05$ ) οι μήνες που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι ο Σεπτέμβριος ( $R=0,61$ ,  $p=0,011$ ), ο Αύγουστος ( $R=0,57$ ,  $p=0,019$ ) και ο Απρίλιος ( $R=0,56$ ,  $p=0,022$ ). Ο Απρίλιος συμπίπτει με το φαινολογικό στάδιο του φυτρώματος του βαμβακιού και ο Αύγουστος με το στάδιο της καρποφορίας.

Αρχικά ο μήνας ο οποίος επιλέχθηκε για την εύρεση μιας εμπειρικής σχέσης με σκοπό την εκτίμηση της τελικής απόδοσης του βαμβακιού είναι ο Σεπτέμβριος αφού αυτός παρουσίασε τον υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης.

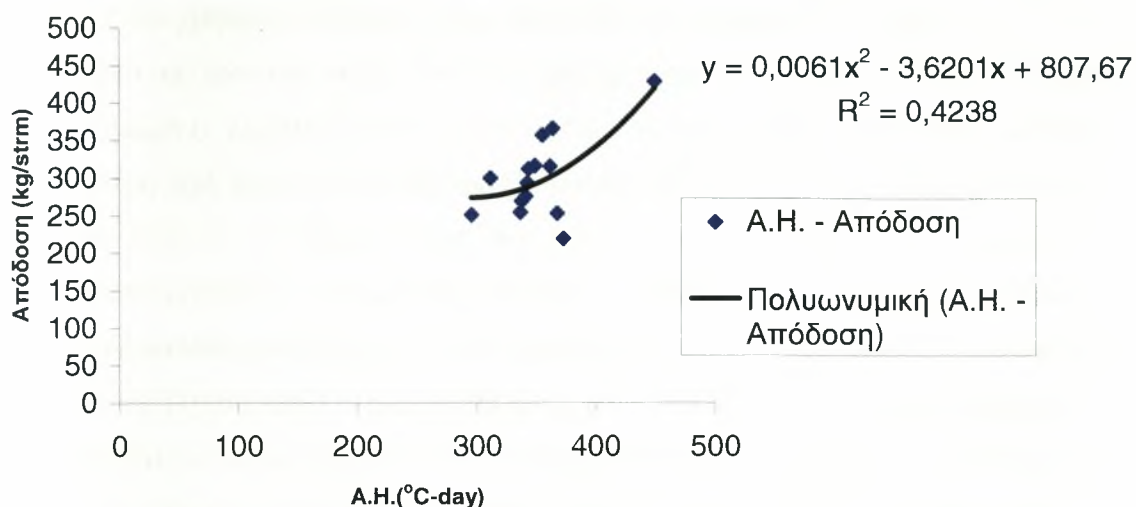


Με βάση λοιπόν τις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου, των τελικών αποδόσεων και τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης, εξήχθησαν δύο εξισώσεις, μία γραμμική και μια πολυωνυμική (σχήμα 4.10 και 4.11). Πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την ανάλυση παλινδρόμησης για την εξαγωγή των εξισώσεων που συνδέουν την απόδοση του βαμβακιού με τους αθροιστικούς μηνιαίους ημερόβαθμους, χρησιμοποιήθηκαν τα έτη 1978-1998. Τα δύο τελευταία έτη (1999,2000) κρατήθηκαν για τον έλεγχο της ακρίβειας εκτίμησης των εξισώσεων (validation). Ο Πίνακας των τιμών των αθροιστικών μηνιαίων ημερόβαθμων της περιόδου Απριλίου – Οκτωβρίου και των αποδόσεων της καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για την περίοδο 1978-2000, χωρίς τα επτά έτη, παρατίθεται στο παράρτημα.



**Σχήμα 4.10.** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης των τιμών της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου, για τα έτη 1978-1998 στην περιοχή της Λάρισας.

Έτσι στο γράφημα του σχήματος 4.10 με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους και δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ), που είναι ίσος με 0,371.



**Σχήμα 4.11.** Εξαγωγή της πολυωνυμικής σχέσης της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου, για τα έτη 1978-1998 στην περιοχή της Λάρισας.

Επιπροσθέτως, το γράφημα του σχήματος 4.11 με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους και δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ) που είναι ίση με 0,4238.

Σύμφωνα με τα σχήματα 4.10 και 4.11 οι εξισώσεις εκτίμησης με βάση το γραμμικό και το πολυωνυμικό μοντέλο είναι:

$$y = 0,9604x - 37,442 \quad (4.3.)$$

$$y = 0,0061x^2 - 3,6201x + 807,67 \quad (4.4.)$$

όπου  $y$  είναι η απόδοση και  $x$  η τιμή των αθροιστικών ημερόβαθμων του Σεπτεμβρίου.

Όπως προαναφέρθηκε οι χρονιές, 1999 και 2000, επιλέχθηκαν για να πραγματοποιηθεί η εκτίμηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας.

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης της απόδοσης από τις εξισώσεις 4.1 και 4.2 και η ποσοστιαία διαφορά τους (percentage difference) από τις πραγματικές τιμές. Στο παράρτημα παρατίθεται ολόκληρος ο πίνακας που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της απόδοσης (Π.Π.13).

Από τα σχήματα 4.10 και 4.11 παρατηρείται ότι η πολυωνυμική εξίσωση προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Το γεγονός αυτό διαφαίνεται από την υψηλότερη τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ) η οποία είναι 0,42 έναντι 0,37 (σχήμα 4.10, 4.11). Όμως, όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.12, η χρήση του γραμμικού μοντέλου οδηγεί σε πιο ακριβή εκτίμηση. Αυτό πιθανώς να συμβαίνει διότι στο φαινολογικό στάδιο που αντιστοιχεί στην περίοδο του Σεπτεμβρίου και που είναι το στάδιο της ωρίμανσης ο ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι αρχικά σταθερός και στη συνέχεια αρχίζει να μειώνεται. Για αυτό το λόγο το γραμμικό μοντέλο παρέχει ακριβέστερη εκτίμηση από το πολυωνυμικό.

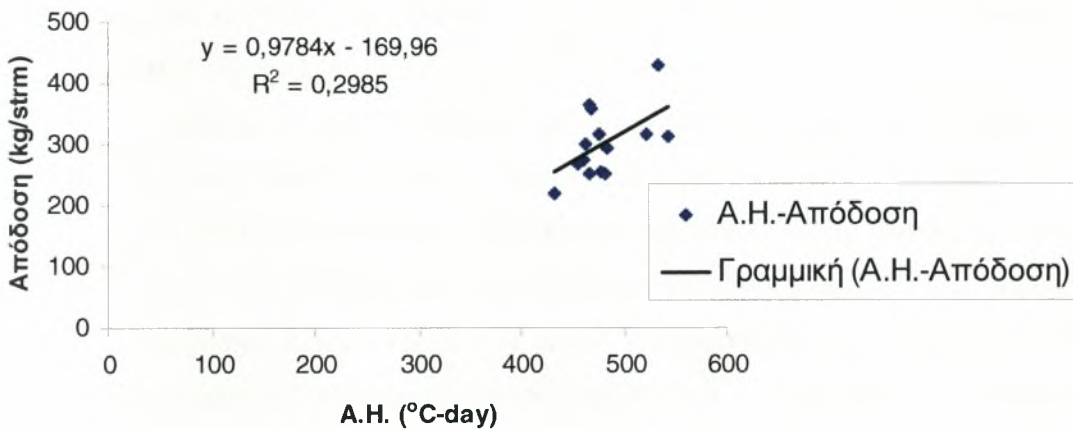
**Πίνακας 4.12.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000 με χρήση της εξίσωσης που βασίζεται στις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του μήνα Σεπτεμβρίου.

Έτος	Απόδοση (kg/strm)	Απόδοση (γραμμικό μοντέλο)	Απόδοση (πολυωνυμικό μοντέλο)	% Διαφορά (γραμμικό μοντέλο)	% Διαφορά (πολυωνυμικό μοντέλο)
1999	352,34	317,47	302,92	9,89	14,02
2000	318,19	308,15	294,87	3,15	7,32

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.11 παρατηρείται ότι ο συντελεστής συσχέτισης για τον μήνα Αύγουστο, είναι ελάχιστα μικρότερος από τον αντίστοιχο του μήνα Σεπτεμβρίου. Επειδή έχει πολύ μεγάλη σημασία από γεωργική άποψη να μπορεί να γίνεται πρόβλεψη της τελικής παραγωγής από τα τέλη του Αυγούστου γίνεται έλεγχος και της προγνωστικής ιδιότητας των αθροιστικών ημερόβαθμων του μήνα Αυγούστου. Ο έλεγχος γίνεται μόνο για το γραμμικό μοντέλο για τους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Με βάση λοιπόν τις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του Αυγούστου και των αποδόσεων και τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης, εξήχθη η γραμμική εξίσωση εκτίμησης της απόδοσης (σχήμα 4.12).

Πάλι για την ανάπτυξη του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν τα έτη 1978-1998 (χωρίς τα "ακραία" έτη), ενώ τα έτη 1999 και 2000 κρατήθηκαν για την επαλήθευση της ακρίβειας του μοντέλου.

Στον Πίνακα 4.13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης της απόδοσης από τις εξισώσεις 4.1 και 4.2 και η ποσοστιαία διαφορά τους από τις πραγματικές τιμές. Όπως διαφαίνεται η ποσοστιαία απόκλιση της εκτιμηθείσας από την πραγματική τιμή είναι πολύ μικρή, περίπου 5%. Επίσης πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι η ακρίβεια της εκτίμησης παρουσιάζει σταθερότητα από χρονιά σε χρονιά. Από όλα τα ανωτέρω διαφαίνεται ότι το γραμμικό μοντέλο που χρησιμοποιεί τις τιμές αθροιστικών ημερόβαθμων του Αυγούστου, παρέχει πιο ακριβή και αξιόπιστη εκτίμηση της τελικής απόδοσης του βαμβακιού.



**Σχήμα 4.12.** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης των τιμών της απόδοσης του βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων του Αυγούστου για τα έτη 1978-1998.

Στο γράφημα του σχήματος 4.12, με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο παραμέτρους (y για την απόδοση του βαμβακιού και x για τους αθροιστικούς ημερόβαθμους).

$$y=0,9784x-169,96 \quad (4.5.)$$

Επίσης δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ), που είναι ίση με 0,2985.

**Πίνακας 4.13.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000 με χρήση της εξίσωσης που βασίζεται στις τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων του μήνα Αυγούστου.

Έτος	Απόδοση (kg/strm)	Απόδοση (γραμμικό μοντέλο)	% Διαφορά
1999	352,34	333,28	5,41
2000	318,19	304,07	4,43

### 4.3. Επιστημάνσεις

Από την ανάπτυξη της μεθοδολογίας και την ανάλυση των αποτελεσμάτων, αξίζει να σημειωθεί ότι:

1. Η αξιοπιστία των δεδομένων πριν από το 1978 τίθεται υπό αμφισβήτηση, για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.2.
2. Σε κάποιες περιπτώσεις, εξαιτίας του φαινομένου της ξηρασίας, υψηλές τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων συνδέονται με χαμηλές τιμές της απόδοσης. Είναι γνωστό ότι μέχρι ένα συγκεκριμένο κατώφλι για κάθε καλλιέργεια, η θερμοκρασία επιδρά θετικά στην ανάπτυξη και αύξηση των φυτών. Τιμές θερμοκρασίας ανώτερες από αυτό το κατώφλι έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία κατάστασης στρες στα φυτά. Υψηλές τιμές θερμοκρασίας τις περισσότερες φορές σχετίζονται άμεσα με το φαινόμενο της ξηρασίας, γεγονός το οποίο δεν λαμβάνεται υπόψη από τον δείκτη των αθροιστικών ημερόβαθμων. Δηλαδή οι αρνητικές επιπτώσεις των υψηλών θερμοκρασιών στη βλάστηση (θερμικό στρες) δεν λαμβάνονται υπόψη από τον δείκτη των αθροιστικών ημερόβαθμων εξαιτίας της φύσης του δείκτη και του τρόπου υπολογισμού του.
3. Στις χρονιές 1996 και 1998 παρατηρείται επίδραση της βροχόπτωσης στην τελική απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού. Παρατηρείται ότι σε χρονιές με υψηλά ποσοστά βροχόπτωσης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και σχετικά χαμηλές τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων προκύπτουν υψηλές τιμές της τελικής απόδοσης. Αυτό οφείλεται στην

διαθεσιμότητα ύδατος κατά την περίοδο που το φυτό το είχε ανάγκη και τονίζει τη σημασία των συνθηκών υγρασίας στην καλλιέργεια του βαμβακιού (αρδευόμενη καλλιέργεια).

4. Παρατηρείται διακύμανση των τιμών της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού εξαιτίας και της επίδρασης άλλων παραγόντων, π.χ. ασθένειες, εκτός των αθροιστικών ημερόβαθμων και των συνθηκών υγρασίας και οι οποίοι δεν είναι δυνατό να ληφθούν υπόψη στη παρούσα εργασία.
5. Έχει μεγάλη σημασία για το γεωργό η δυνατότητα εκτίμησης της τελικής παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού από τον Αύγουστο και όχι από τον Σεπτέμβριο.
6. Το πολυωνυμικό μοντέλο προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα (υψηλότερο  $R^2$ ), όμως το γραμμικό παρέχει ακριβέστερη εκτίμηση της απόδοσης του βαμβακιού. Αυτό συμβαίνει διότι τον Αύγουστο ο ρυθμός αύξησης του φυτού του βαμβακιού είναι σταθερός και τον Σεπτέμβριο είναι σταθερός και αρχίζει σταδιακά να μειώνεται (Δαναλάτος 2007).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα εργασία υπολογίστηκαν τρεις αγρομετεωρολογικοί δείκτες, αθροιστικοί ημερόβαθμοι, αθροιστική βροχόπτωση, δείκτης ξηρασίας z, για την περιοχή της Λάρισας και μελετήθηκε ο βαθμός και ο τρόπος επίδρασης των δεικτών αυτών στην απόδοση της καλλιέργειας βαμβακιού για την συγκεκριμένη περιοχή. Τέλος εξήχθηκε μια εμπειρική σχέση με σκοπό την εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας βαμβακιού. Τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία δίνονται παρακάτω.

#### 5.1. Συμπεράσματα

1. Η σταθεροποίηση των γεωργικών πρακτικών, η εκμηχάνιση της γεωργίας του βαμβακιού και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών στον γεωργικό τομέα συνετέλεσε έως κάποιο βαθμό στην αύξηση και σταθεροποίηση των γεωργικών αποδόσεων.
2. Η θερμοκρασία δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα ο οποίος επηρεάζει την απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού. Υπάρχουν και άλλοι κλιματικοί παράγοντες που επιδρούν σημαντικά και καθορίζουν το ποσό της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας όπως είναι για παράδειγμα, οι συνθήκες υγρασίας. Η βροχόπτωση επηρεάζει θετικά το βαμβακόφυτο και κατ'επέκταση την τελική απόδοσή του αν είναι υψηλή κατά τις περιόδους του φυτρώματος μέχρι και της ωρίμανσης και πιο συγκεκριμένα κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρυδιών του φυτού. Επίσης επιδρά και αρνητικά, όταν παρατηρούνται υψηλές τιμές βροχόπτωσης κατά την περίοδο συγκομιδής της καλλιέργειας του βαμβακιού μειώνοντας τα επίπεδα ποιότητας της ίνας και γενικότερα του φυτού με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Τέλος το φαινόμενο της ξηρασίας έχει αρνητικές επιπτώσεις στην τελική παραγωγή.
3. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μήνες οι οποίοι παρουσιάζουν την υψηλότερη συσχέτιση με την τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι ο Απρίλιος, ο Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος, οι οποίοι

συνδέονται με τα φαινολογικά στάδια του φυτρώματος, της καρποφορίας και της και του ανοίγματος των καρυδιών του βαμβακόφυτου αντίστοιχα. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, όπου αναφέρεται ότι οι επιδράσεις που δέχεται το βαμβακόφυτο από τους κλιματικούς παράγοντες στα συγκεκριμένα φαινολογικά στάδια έχουν σημαντικό αντίκτυπο και στην τελική απόδοση.

4. Με τα δεδομένα και τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί πρόγνωση της παραγωγής και της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας για τα επόμενα χρόνια με τη χρήση της γραμμικής εμπειρικής σχέσης που προέκυψε από τους μηνιαίους ημερόβαθμους του μήνα Αυγούστου και τις αποδόσεις της καλλιέργειας (εξίσωση 4.5).

5. Συμπεραίνεται επίσης ότι, το μοντέλο πρόβλεψης και εκτίμησης της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας του βαμβακιού είναι περισσότερο ακριβές για χρονιές οι οποίες βρίσκονται κοντά στις "κανονικές συνθήκες" που επικρατούν στην συγκεκριμένη περιοχή. Σε περιπτώσεις όπου το φαινόμενο της ξηρασίας είναι έντονο, πιθανόν το μοντέλο να μη δώσει τόσο ακριβή αποτελέσματα.



## 5.2. Προτάσεις

1. Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι αρνητικές επιπτώσεις των υψηλών θερμοκρασιών στην ανάπτυξη των φυτών του βαμβακιού (θερμικό στρες) δεν λαμβάνονται υπόψη λόγω της μαθηματικής έκφρασης του δείκτη των αθροιστικών ημερόβαθμων προτείνεται η χρήση μιας άλλης μεθόδου υπολογισμού του συγκεκριμένου δείκτη. Η μέθοδος ceiling (βλ. παράγραφο 3.1) πιθανόν να λύσει αυτό το πρόβλημα.

2. Είναι επιθυμητό να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι αγρομετεωρολογικοί δείκτες καθώς επίσης και δείκτες οι οποίοι έχουν σχέση και με άλλα μεγέθη όπως για παράδειγμα με την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του βαμβάκφυτου και στην απόδοση της παραγωγής του στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

3. Εξαιτίας της επίδρασης της βροχόπτωσης στην τελική απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού προτείνεται η εύρεση ενός μοντέλου, με τη χρήση της ανάλυσης της πολλαπλής παλινδρόμησης, το οποίο θα περιλαμβάνει και τις δύο παραμέτρους (αθροιστικοί ημερόβαθμοι, βροχόπτωση).

4. Η μεθοδολογία πρέπει να αναπτυχθεί και να μελετηθεί και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας οι οποίες ανήκουν σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική βιβλιογραφία

1. Βασιλακάκης, Μ.Δ., 1991: Στοιχεία Γενικής και Εδικής Δενδροκομίας, ΑΠΘ, 245 – 255.
2. Γαλανοπούλου – Σενδουκά Στέλλα Ν., 1994: Πανεπιστημιακές σημειώσεις στο μάθημα "Ειδική Γεωργία ΙΙ", Π.Θ., 16 – 40.
3. Γαλανοπούλου - Σενδουκά Στέλλα Ν., 2002: Βιομηχανικά φυτά – Βαμβάκι και υπόλοιπα, εκδόσεις Σταμούλης
4. Δαλέζιος Νικόλαος Ρ., 2003: Αγρομετεωρολογία, πανεπιστημιακές παραδόσεις, πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας : 287 – 289.
5. Δαναλάτος Νικόλαος Γ., : Εδική Γεωργία ΙΙ, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας : 1 – 46
6. Ζαραγκότας Χρήστος, Λουκάς Αθανάσιος, 2005, πτυχιακή διατριβή : Πιθανοθεωρητική χρονική και χωρική ανάλυση ξηρασίας και διερεύνηση της σχέσης μετεωρολογικής και υδρολογικής ξηρασίας στη Θεσσαλία, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
7. Ζάρπας Κωνσταντίνος, Δαλέζιος Νικόλαος, 1995, πτυχιακή διατριβή : Ο ρόλος του δείκτη βλάστησης από δορυφορικές εικόνες NOAA / AVHRR στην εξέλιξη των καλλιεργειών, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
8. Μακρογιάννης Τ., Σαχσαμάνογλου Χ., 1993, Στοιχεία Γενικής Μετεωρολογίας, Art of Text, Θεσσαλονίκη
9. Μαχαίρας Π., Μπαλαφούτης Χ., 1997, Γενική Κλιματολογία με στοιχεία Μετεωρολογίας, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
10. Μονογιός Γρηγόρης, Μαυρομάτης Αθανάσιος, 2007, πτυχιακή διατριβή : Εφαρμογή διασταυρώσεων μεταξύ βαμβακιού (*Gossypium Spp.*) και ειδών του γένους *Malvaceae* και μελέτη των γενετικών σχέσεων με βάση κυτταρογενετικές και μοριακές μεθόδους, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας

11. Μπλαντά Άννα, Δαλέζιος Νικόλαος Ρ., 2007, μεταπτυχιακή διατριβή : Παρακολούθηση υδατικού ισοζυγίου με μεθόδους Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ. Σ. Π.), Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
12. Σαχσαμάνογλου Χ., Μακρογιάννης Τ., 1998, Γενική Μετεωρολογία, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
13. Σταματοπούλου Ιωάννα Γ. , Δαλέζιος Νικόλαος Ρ., 1996, πτυχιακή διατριβή : Ο ρόλος των μετεωρολογικών δεκτών στην εξέλιξη του αραβόσιτου, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
14. Σφήκας Αχιλλέας Γ., 1991. Ειδική Γεωργία, 3<sup>η</sup> έκδοση, Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
15. Τζαμπύρας Ιωάννης, Λουκάς Αθανάσιος, 2005, πτυχιακή διατριβή : Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ένταση ξηρασίας στις λεκάνες απορροής του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας, 48 – 49
16. Τζανετοπούλου Ιωάννα Σπ., Δαλέζιος Νικόλαος Ρ., 1998, πτυχιακή διατριβή : Η σημασία των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην εξέλιξη της καλλιέργειας του σιταριού, Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
17. Τζώρτζιος Ι. Στέργιος, 2002, Βιομετρία με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (πανεπιστημιακές παραδόσεις), Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
18. Τζώρτζιος Ι. Στέργιος, 2005, Εισαγωγή στον Γεωργικό Πειραματισμό (πανεπιστημιακές παραδόσεις), Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
19. Τζώρτζιος Ι. Στέργιος, 1998 – 1999, Εισαγωγή στη Γεωργική στατιστική (πανεπιστημιακές παραδόσεις), Βόλος, πανεπιστημιακές εκδόσεις πανεπιστημίου Θεσσαλίας
20. Φλόκας Α., 1994, Μαθήματα μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

## Ξένη βιβλιογραφία

- ✓21. American Society of Agronomy, 1984, Cotton - Agronomy 24, Madison, Wisconsin
22. Bajaj Y.P.S., 1998, Biotechnology in Agriculture and Forestry 42 – Cotton, Springer, Berlin
23. Bussay A. and Szinell 1996, A simple model for estimating the yield of potato, Proc. International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece, p. 383 - 388
24. Dalezios N.R., Loukas A. and Bampzelis D., January 2002, Assessment of NDVI and agrometeorological indices for major crops in central Greece, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 27 (23), p. 1025 – 1029
25. Dalezios N.R., Loukas A. and Bampzelis D., January 2002, The role of agrometeorological and agrohydrological indices in the phenology of wheat in central Greece, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 27 (23), p. 1019 – 1023
26. Dalezios N.R. et al., 1996, Meteorological indices in crop monitoring, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece
- ✓27. Fageria N.K., Baligar V.C., Jones Charles Allan, 1997, Growth and mineral nutrition of field crops, New York, Basel, Dekker, 2<sup>nd</sup> edition, p. 14, 561 - 577
28. Faivre R., Goffinet B., Wallash D., 1979, Utilisation de donnees intermediaires pour corriger la prediction de modeles mecanistes, Biometrics 47 (1), p. 1 – 12
29. Galanopoulou S., 1996, Cotton monitoring using GOSSYM model, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece
30. Kapetanaki G., 1996, Statistical agrometeorological modeling, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece
- ✓31. Kohel R.J. and Lewis C.F., 1984, Cotton

32. Mavi Harpal S. Phd, Tupper Graeme J. MSc, 2004, Agrometeorology. Principles and Applications of climate studies in agriculture, Food Products Press, New York, London, p. 43 -68
33. Maracchi C., 1996, Agrometeorological Model for yield forecasting in Italy, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece
34. Monteith J.L., 1977, Climate and the efficiency of crop production in Britain, Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., 281
35. Mygdakos Efthymios and Gemtos A. Theofanis, Relationship between "growing degree days" and phenological stages of cotton growth in Greece
- ✓ 36. Myers Dorothy, Stolton Sue, 1999, Organic cotton: from field to final product, Intermediate Technology, London
37. National Cotton Council of America, 1996, Beltwide Cotton Conferences Proceedings, Memphis
38. Penning de Vries F.W.T., Jansen D.M. and Bakena A., 1989, Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops, Simulation monographs 29, Pudoc Wageningen
39. Penning de Vries F.W.T. and Van Laar H.H., 1982, Simulation of Plant Growth and Crop Production, Pudoc, Wageningen
40. Seeman J., Chirkov Y.I., Lomas J., Primault B., 1979, Agrometeorology, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg New York
41. Singh U., Richie J.T. Thornton P.K., 1991, CERES – CEREAL model for wheat, maize, sorghum, barley, and pearl millet, Agronomy Abstract
42. University of California Statewide IPM project, University of Arizona statewide IPM project, New Mexico state university, 1984, Intergrated pest management for cotton in the western region of the United States, University of California, California
43. Wang J.Y., 1962, Methods of crop – response studies. Emphasis on thermal effects., Agron. J. 54 (5)
44. Wittich K.P., 1996, Apple scab-potentials and limitations of operational infection forecasts in Germany, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece

45. Zorba P., 1996, Agrometeorological forecasting of heat productivity, International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece

## Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

46. [http:// en.wikipedia.org/wiki/Degree day](http://en.wikipedia.org/wiki/Degree_day)
47. [http:// www.ipm.ucdavis. edu/index.html](http://www.ipm.ucdavis.edu/index.html)
48. [http:// www.entomology. cornell.edu/Extension/Woodys/Growing Degree Days. html# GDD Defined](http://www.entomology.cornell.edu/Extension/Woodys/Growing_Degree_Days.html#GDD_Defined)
49. [http:// www. icap.gr/services/consulting/financial studies/finrep kladikes base gr 7285.asp#](http://www.icap.gr/services/consulting/financial_studies/finrep_kladikes_base_gr_7285.asp#)
50. [http://www.live-pedia.gr/index.php/  
%CE%92%CE%B1%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CE%BA%CE%B9](http://www.live-pedia.gr/index.php/%CE%92%CE%B1%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CE%BA%CE%B9)
51. [http://el.wikipedia.org/wiki/Βαμβάκι#.CE.95.CE.BC.CF.80.CF.8C.CF.81.CE.  
B9.CE.BF.2C.CE.A7.CF.81.CE.AE.CF.83.CE.B5.CE.B9.CF.82](http://el.wikipedia.org/wiki/Βαμβάκι#.CE.95.CE.BC.CF.80.CF.8C.CF.81.CE.B9.CE.BF.2C.CE.A7.CF.81.CE.AE.CF.83.CE.B5.CE.B9.CF.82)
52. [http://www. cotton-net.gr/index.php](http://www.cotton-net.gr/index.php)
53. [http://www. thessalia.gr/diktio/period 1-7.asp](http://www.thessalia.gr/diktio/period_1-7.asp)
54. [http://www. en.wikipedia.org/wiki/Water vapor pressure](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Water_vapor_pressure)
55. [http://www. hnms.gr/hnms/greek/forecast/forecast city html?& dr city = Larisa](http://www.hnms.gr/hnms/greek/forecast/forecast_city.html?&dr_city=Larisa)
56. [http://www. agro.gr/](http://www.agro.gr/)
57. [http://www. minagric.gr/greek/agro pol/maps/Bambaki 1.html](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/maps/Bambaki_1.html)
58. [http://www. compo.gr/vamvaki.htm](http://www.compo.gr/vamvaki.htm)
59. [http:// pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1252.pdf](http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1252.pdf)
60. [http:// en.wikipedia.org/wiki/Cotton](http://en.wikipedia.org/wiki/Cotton)
61. [http://www. sciencedirect.com/science? ob = Article URL &udi = B6X1W -  
473M66B - 1&user = 83475& rdoc = 1 & fmt = & orig = search & sort = d &  
view = c & version = 1 & urlVersion = 0 & userid = 83475 & md 5 =  
ba81b630f9aa185a7e5305e3ba0340e](http://www.sciencedirect.com/science?ob=Article_URL&udi=B6X1W-473M66B-1&user=83475&rdoc=1&fmt=&orig=search&sort=d&view=c&version=1&urlVersion=0&userid=83475&md5=ba81b630f9aa185a7e5305e3ba0340e)
62. [http://www. iamz.ciheam.org/medroplan/guidelines/archivos/guidelines  
greek.pdf](http://www.iamz.ciheam.org/medroplan/guidelines/archivos/guidelines_greek.pdf)
63. [http://www. itia.ntua.gr/courses/wrm/ksirasia.pdf](http://www.itia.ntua.gr/courses/wrm/ksirasia.pdf)

64. [http:// politics.wwf.gr/index.php? option = comcontent & task = view & id = 2023 & Itemid = 384.](http://politics.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=2023&Itemid=384)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Πίνακες

#### Λίστα Πινάκων Παραρτήματος (Π. Π.)

- Π.Π.1.** Μέγιστες τιμές αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1970 – 2000.
- Π.Π.2.** Υπολογισμός αθροιστικής βροχόπτωσης σε mm για τα έτη 1970-2000.
- Π.Π.3.** Δείκτης ξηρασίας z κάθε μήνα για τα έτη 1970-2000.
- Π.Π.4.** Υπολογισμός ετήσιας απόδοσης βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1970-2000.
- Π.Π.5.** Αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης βαμβακιού από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο, για τα έτη 1970-2000.
- Π.Π.6.** Αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μέσο όρο για τα έτη 1978-2000.
- Π.Π.7.** Τιμές της απόδοσης βαμβακιού, των αθροιστικών ημερόβαθμων, της αθροιστικής βροχόπτωσης με απόκλιση από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τις περιόδους, Ιανουάριος - Οκτώβριος, Ιανουάριος – Αύγουστος, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος, για τα έτη 1978-2000.
- Π.Π.8.** Αποκλίνουσες τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για την χρονική περίοδο 1970-2000.
- Π.Π.9.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων, μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000.
- Π.Π.10.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων και απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία.
- Π.Π.11.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων, μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία.
- Π.Π.12.** Αθροιστικοί μηνιαίοι ημερόβαθμοι της περιόδου Απριλίου – Οκτωβρίου και απόδοση του βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για την περίοδο 1978-2000, χωρίς τα επτά έτη (1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1996, 1998).
- Π.Π.13.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000.



**Π.Π. 1. Μέγιστες τιμές αθροιστικών ημερόβαθμων για τα έτη 1970 – 2000.**

<b>Έτη</b>	<b>Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι</b>
1970	2377,1
1971	2278,6
1972	2247,6
1973	2438,3
1974	2366,5
1975	2364,3
1976	2156,1
1977	2433,9
1978	2287,9
1979	2265,6
1980	2266,1
1981	2402,3
1982	2247,3
1983	2305,2
1984	2291,2
1985	2444,2
1986	2412,7
1987	2348
1988	2580,4
1989	2264,2
1990	2452,3
1991	2216,9
1992	2387,2
1993	2550,2
1994	2628
1995	2389,9
1996	2370,9
1997	2367,7
1998	2348,9
1999	2442,7
2000	2384,9

**Π.Π.2. Υπολογισμός αθροιστικής βροχόπτωσης σε mm για τα έτη 1970-2000.**

Έτη	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν. - Οκτ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Σεπτ. - Οκτ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν. - Αυγ.
1970	175,2	10,1	165,1
1971	361,7	80,2	281,5
1972	525,4	89,3	436,1
1973	347,7	128,1	219,6
1974			
1975	339,9	65,2	274,7
1976	384,7	39	345,7
1977	190,5	37,6	152,9
1978	532,2	300,8	231,4
1979	298,5	82,2	216,3
1980	325,9	105,8	220,1
1981	294,5	85,4	209,1
1982	581,5	82,1	499,4
1983	242,7	23,3	219,4
1984	270,8	12,9	257,9
1985	182,3	50	132,3
1986	325,8	124,6	201,2
1987	375,2	65,9	309,3
1988	177,7	39	138,7
1989	203,6	24,7	178,9
1990	245,3	37,3	208
1991	436	62,5	373,5
1992	295,8	39,3	256,5
1993	183,4	16	167,4
1994	333,4	85,9	247,5
1995	310,8	31,8	279
1996	400,6	132,3	268,3
1997	263,3	62,9	200,4
1998	305,5	54,7	250,8
1999	310,6	81,3	229,3
2000	186,3	50,4	135,9

**Π.Π.3. Δείκτης ξηρασίας z κάθε μήνα για τα έτη 1970-2000.**

Έτη	Ιαν.	Φεβρ.	Μάρτ.	Απρ.	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.
1970	-1,28	-0,89	-1,21	-1,89	-1,93	-1,67	-1,85	-2,19	-2,44	-2,75
1971	-2,92	0,59	0,96	0,6	0,37	0,12	1,5	1,3	1,32	1,4
1972	-0,73	0,77	0,88	1,48	1,72	1,34	4,9	4,61	3,88	4,44
1973	-0,65	-0,56	-0,04	-0,4	-1,33	-1,82	0,13	-0,22	0,57	1
1974	0,32	0,5	0,52	0,69	0,59	1,22	-0,52	-0,95	-1,16	-1,26
1975	-1,19	-0,98	-1,35	-1,56	-1,86	2,22	1,43	2,63	2,53	2,04
1976	1,29	1,71	1,41	1,7	2,77	2,54	2,99	3,79	-0,19	-0,53
1977	-1,24	-1,03	-1,27	-1,49	-1,9	-2,02	-2,12	-2,31	-2	-2,24
1978	0,75	0,4	0,43	0,74	0,79	-0,54	-1,07	-1,41	4,82	-2,51
1979	-2,43	-2,01	-2,48	-2,17	-1,68	-2,18	-2,42	-2,41	-2,28	0,57
1980	1,39	-0,44	0,17	0,21	0,53	-0,2	-0,76	-0,87	-1,02	0,7
1981	1	-0,05	-0,81	-0,98	-1,05	-1,47	-1,58	-1,27	-1,51	-1,01
1982	-1,32	1,95	1,78	3,45	5,28	5,43	4,79	5,14	4,16	4,22
1983	-1,03	-0,89	-1,35	-1,86	-2,27	0,79	2,62	2,26	1,54	1,08
1984	2,3	1,88	1,83	2,63	2,12	1,71	1,08	2,29	-0,49	-0,84
1985	-0,94	-1,23	-0,75	-1,2	-1,95	-2,24	-2,49	-2,77	-3,03	0,18
1986	-1,15	-0,33	-0,47	-1,05	-1,39	-0,89	-1,11	-1,2	-1,51	1,19
1987	-1,4	0,12	1,96	2,62	2,63	-0,67	-1,13	-1,17	-1,58	-1,06
1988	-1,03	-1,09	-1,21	-1,02	-1,55	-1,92	-2,35	-2,61	-2,77	-2,58
1989	-0,58	-1,13	-1,23	-1,76	-1,84	0,3	0,75	1,15	-0,56	-0,73
1990	-0,11	-0,7	-1,38	-1,93	-1,6	-2,04	1,02	2,53	1,83	1,41
1991	1,58	1,12	1,19	2,24	2,9	2,8	3,36	4,39	4,27	-0,34
1992	-1,35	-1,65	-2,08	0,85	1,45	2,64	-0,06	-0,61	-1,12	-1,25
1993	-1,42	-1,24	-1,38	-1,66	-0,91	-1,47	-1,86	-2,1	-2,34	-2,81
1994	1,43	-0,05	-0,55	-0,15	-0,33	-1	-0,7	-0,91	-1,55	-0,81
1995	-0,48	-1,16	-1,14	0,73	0,73	0,78	1,12	-0,07	-0,12	-0,59
1996	1,5	1,81	2,28	-0,06	-0,84	-1,51	-1,46	0,49	1,31	1,7
1997	-1,04	-1,32	-1,55	-1,05	-1,12	-0,9	-1,32	0,52	-0,57	-0,23
1998	-0,33	0,48	-0,12	-0,63	1,71	1,7	-0,57	-0,99	-0,66	-0,99
1999	1,58	1,87	2,52	-0,04	-0,76	-1,27	-1,71	-1,82	-1,7	-1,3
2000	-1	-0,82	-1,02	-1,28	-1,55	-1,67	-2,05	-2,23	-2,38	-2,17

**Π.Π.4. Υπολογισμός ετήσιας απόδοσης βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1970-2000.**

Έτη	Αρδευτικό			Ξηρικό			Άθροισμα		
	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)	Παραγωγή (tn)	Έκταση (strm)	Απόδοση (kg/strm)
1970	38049	142227	267,52	920	4863	189,18	38969	147090	264,93
1971	50046	161779	309,34	181	927	195,25	50227	162706	308,69
1972	58191	230852	252,07	118	844	139,81	58309	231696	251,66
1973	50721	205855	246,39	401	2510	159,76	51122	208365	245,34
1974	52610	214033	245,80	87	849	102,47	52697	214882	245,23
1975	55987	201473	277,88	113	1131	99,91	56100	202604	276,89
1976	55877	206731	270,28	761	3188	238,71	56638	209919	269,80
1977	53477	276370	193,49	76	999	76,08	53553	277369	193,07
1978	67558	269614	250,57	22	160	137,50	67580	269774	250,50
1979	51058	200674	254,43	24	302	79,47	51082	200976	254,16
1980	54475	185847	293,11	5	47	106,38	54480	185894	293,07
1981	49749	155990	318,92	229	772	296,63	49978	156762	318,81
1982	43034	169915	253,26	1003	4359	230,10	44037	174274	252,68
1983	66009	245555	268,81	1	10	100,00	66010	245565	268,80
1984	71475	326763	218,73	890	3587	248,12	72365	330350	219,05
1985	93836	399058	235,14	702	3530	198,87	94538	402588	234,82
1986	107730	387770	277,81	20	200	100,00	107750	387970	277,72
1987	110207	350446	314,47				110207	350446	314,47
1988	124190	412073	301,37	1941	5620	345,37	126131	417693	301,97
1989	141167	463593	304,50	16	100	160,00	141183	463693	304,47
1990	148642	469888	316,33	3645	12189	299,04	152287	482077	315,89
1991	135718	493037	275,26	13	70	185,71	135731	493107	275,25
1992	188453	604361	311,82	4	25	160,00	188457	604386	311,81
1993	217175	689076	315,16	4	25	160,00	217179	689101	315,16
1994	314340	733104	428,77				314340	733104	428,77
1995	276458	774388	357,00	34	162	209,88	276492	774550	356,97
1996	271536	775101	350,32	34	162	209,88	271570	775263	350,29
1997							216958	723929	299,69
1998							248575	731106	339,99
1999							259654	736932	352,34
2000							241124	757805	318,18

**Π.Π.5.** Αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης βαμβακιού από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο, για τα έτη 1970-2000.

Έτη	Απόδοση (kg/strm)	Μέση Απόδοση	A. – Μ.Α.	A./Μ.Α.	Τυπική απόκλιση	Ομαλοποιημένη Απόδοση
1970	264,93	290,66	-25,73	0,91	47,52	-0,54
1971	308,69	290,66	18,02	1,06	47,52	0,37
1972	251,66	290,66	-39,00	0,86	47,52	-0,82
1973	245,34	290,66	-45,32	0,84	47,52	-0,95
1974	245,23	290,66	-45,43	0,84	47,52	-0,95
1975	276,89	290,66	-13,77	0,95	47,52	-0,28
1976	269,8	290,66	-20,86	0,92	47,52	-0,43
1977	193,07	290,66	-97,59	0,66	47,52	-2,05
1978	250,5	290,66	-40,16	0,86	47,52	-0,84
1979	254,16	290,66	-36,50	0,87	47,52	-0,76
1980	293,07	290,66	2,40	1,01	47,52	0,05
1981	318,81	290,66	28,14	1,09	47,52	0,59
1982	252,68	290,66	-37,98	0,86	47,52	-0,79
1983	268,8	290,66	-21,86	0,92	47,52	-0,45
1984	219,05	290,66	-71,61	0,75	47,52	-1,50
1985	234,82	290,66	-55,84	0,80	47,52	-1,17
1986	277,72	290,66	-12,94	0,95	47,52	-0,27
1987	314,47	290,66	23,80	1,08	47,52	0,50
1988	301,97	290,66	11,30	1,03	47,52	0,23
1989	304,47	290,66	13,80	1,04	47,52	0,29
1990	315,89	290,66	25,22	1,08	47,52	0,53
1991	275,25	290,66	-15,41	0,94	47,52	-0,32
1992	311,81	290,66	21,14	1,07	47,52	0,44
1993	315,16	290,66	24,49	1,08	47,52	0,51
1994	428,77	290,66	138,10	1,47	47,52	2,90
1995	356,97	290,66	66,30	1,22	47,52	1,39
1996	350,29	290,66	59,62	1,20	47,52	1,25
1997	299,69	290,66	9,02	1,03	47,52	0,18
1998	339,99	290,66	49,32	1,16	47,52	1,03
1999	352,34	290,66	61,67	1,21	47,52	1,29
2000	318,18	290,66	27,51	1,09	47,52	0,57

**Π.Π.6.** Αποκλίνουσες τιμές της απόδοσης βαμβακιού και των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μέσο όρο για τα έτη 1978-2000.

Έτη	Απόδοση (kg/strm)	Μέση Απόδοση	Απόδοση- Μέση Απόδοση	Α.Η. (°C-day)	Μέσοι Α.Η.	Α.Η.-Μέσοι Α.Η.
1978	250,5	302,38	-51,88	2287,9	2376,29	-88,39
1979	254,16	302,38	-48,22	2265,6	2376,29	-110,69
1980	293,07	302,38	-9,31	2266,1	2376,29	-110,19
1981	318,81	302,38	16,42	2402,3	2376,29	26,00
1982	252,68	302,38	-49,70	2247,3	2376,29	-128,99
1983	268,8	302,38	-33,58	2305,2	2376,29	-71,09
1984	219,05	302,38	-83,33	2291,2	2376,29	-85,09
1985	234,82	302,38	-67,56	2444,2	2376,29	67,90
1986	277,72	302,38	-24,66	2412,7	2376,29	36,40
1987	314,47	302,38	12,08	2348	2376,29	-28,29
1988	301,97	302,38	-0,41	2580,4	2376,29	204,10
1989	304,47	302,38	2,08	2264,2	2376,29	-112,09
1990	315,89	302,38	13,50	2452,3	2376,29	76,00
1991	275,25	302,38	-27,13	2216,9	2376,29	-159,39
1992	311,81	302,38	9,42	2387,2	2376,29	10,90
1993	315,16	302,38	12,77	2550,2	2376,29	173,90
1994	428,77	302,38	126,38	2628	2376,29	251,70
1995	356,97	302,38	54,58	2389,9	2376,29	13,60
1996	350,29	302,38	47,90	2370,9	2376,29	-5,39
1997	299,69	302,38	-2,69	2367,7	2376,29	-8,59
1998	339,99	302,38	37,60	2348,9	2376,29	-27,39
1999	352,34	302,38	49,95	2442,7	2376,29	66,40
2000	318,18	302,38	15,79	2384,9	2376,29	8,60

**Π.Π.7.** Τιμές της απόδοσης βαμβακιού, των αθροιστικών ημερόβαθμων, της αθροιστικής βροχόπτωσης με απόκλιση από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για τις περιόδους, Ιανουάριος - Οκτώβριος, Ιανουάριος - Αύγουστος, Σεπτέμβριος - Οκτώβριος, για τα έτη 1978-2000.

Έτη	Απόδοση- Μέση Απόδοση	Α.Η.-Μέσοι Α.Η.	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν.-Οκτ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Ιαν.-Αυγ.	Αθροιστική Βροχόπτωση Σεπτ.-Οκτ.
1978	-51,88	-88,39	224,3	-4,7	229,0
1979	-48,22	-110,69	-9,4	-19,8	10,4
1980	-9,31	-110,19	18	-16,0	34,0
1981	16,42	26,01	-13,4	-27,0	13,6
1982	-49,70	-128,99	273,6	263,3	10,3
1983	-33,58	-71,09	-65,2	-16,7	-48,5
1984	-83,33	-85,09	-37,1	21,8	-58,9
1985	-67,56	67,90	-125,6	-103,8	-21,8
1986	-24,66	36,40	17,9	-34,9	52,8
1987	12,08	-28,29	67,3	73,2	-5,9
1988	-0,41	204,10	-130,2	-97,4	-32,8
1989	2,08	-112,09	-104,3	-57,2	-47,1
1990	13,51	76,01	-62,6	-28,1	-34,5
1991	-27,13	-159,39	128,1	137,4	-9,3
1992	9,42	10,90	-12,1	20,4	-32,5
1993	12,77	173,90	-124,5	-68,7	-55,8
1994	126,38	251,70	25,5	11,4	14,1
1995	54,58	13,60	2,9	42,9	-40,0
1996	47,90	-5,39	92,7	32,2	60,5
1997	-2,69	-8,59	-44,6	-35,7	-8,9
1998	37,60	-27,39	-2,4	14,7	-17,1
1999	49,95	66,40	2,7	-6,8	9,5
2000	15,79	8,60	-121,6	-100,2	-21,4

**Π.Π.8.** Αποκλίνουσες τιμές των αθροιστικών ημερόβαθμων από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο για την χρονική περίοδο 1970-2000.

Έτος	Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι (°C/day)	Μέσοι Αθροιστικοί Ημερόβαθμοι	Α.Η.-μ.Α.Η.
1970	2377,1	2365,06	12,03
1971	2278,6	2365,06	-86,46
1972	2247,6	2365,06	-117,46
1973	2438,3	2365,06	73,23
1974	2366,5	2365,06	1,43
1975	2364,3	2365,06	-0,76
1976	2156,1	2365,06	-208,96
1977	2433,9	2365,06	68,83
1978	2287,9	2365,06	-77,16
1979	2265,6	2365,06	-99,46
1980	2266,1	2365,06	-98,96
1981	2402,3	2365,06	37,23
1982	2247,3	2365,06	-117,76
1983	2305,2	2365,06	-59,86
1984	2291,2	2365,06	-73,86
1985	2444,2	2365,06	79,13
1986	2412,7	2365,06	47,63
1987	2348	2365,06	-17,06
1988	2580,4	2365,06	215,33
1989	2264,2	2365,06	-100,86
1990	2452,3	2365,06	87,23
1991	2216,9	2365,06	-148,16
1992	2387,2	2365,06	22,13
1993	2550,2	2365,06	185,13
1994	2628	2365,06	262,93
1995	2389,9	2365,06	24,83
1996	2370,9	2365,06	5,83
1997	2367,7	2365,06	2,63
1998	2348,9	2365,06	-16,16
1999	2442,7	2365,06	77,63
2000	2384,9	2365,06	19,83



**Π.Π.9.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων, μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000.

Correlations (dd_per_month_78_00)										
Marked correlations are significant at $p < ,05000$										
N=23 (Casewise deletion of missing data)										
Variable	Means	Std.Dev.	April	May	June	July	August	September	October	yield (kg/strm)
April	55,20871	23,16410	1,000000	0,422224	-0,127310	0,038171	0,287497	0,034001	-0,116668	0,397492
May	292,1196	44,84633	0,422224	1,000000	0,179345	0,355705	0,157334	-0,043964	-0,412422	0,108217
June	456,6500	30,36875	-0,127310	0,179345	1,000000	0,292502	0,097190	-0,054914	-0,093262	0,241040
July	527,1522	32,58158	0,038171	0,355705	0,292502	1,000000	0,135063	0,154863	-0,310169	0,146985
August	492,2326	30,14916	0,287497	0,157334	0,097190	0,135063	1,000000	0,331830	0,122723	0,361299
September	356,5717	32,26802	0,034001	-0,043964	-0,054914	0,154863	0,331830	1,000000	0,247406	0,410789
October	196,3565	47,18262	-0,116668	-0,412422	-0,093262	-0,310169	0,122723	0,247406	1,000000	0,223354
yield (kg/strm)	304,4313	48,36975	0,397492	0,108217	0,241040	0,146985	0,361299	0,410789	0,223354	1,000000

**Π.Π.10.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων και απόδοσης του βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία.

Correlations (dd_per_month_78_00_without)								
Marked correlations are significant at $p < ,05000$								
N=16 (Casewise deletion of missing data)								
Variable	April	May	June	July	August	September	October	yield (kg/strm)
April	1,0000	,4734	-,1032	,2909	,3241	,0959	-,1006	,5660
	$p=---$	$p=,064$	$p=,704$	$p=,274$	$p=,221$	$p=,724$	$p=,711$	$p=,022$
May	,4734	1,0000	,0311	,5942	,0106	,1204	-,3848	,2667
	$p=,064$	$p=---$	$p=,909$	$p=,015$	$p=,969$	$p=,657$	$p=,141$	$p=,318$
June	-,1032	,0311	1,0000	,2048	,0343	-,0640	-,1107	,3247
	$p=,704$	$p=,909$	$p=---$	$p=,447$	$p=,900$	$p=,814$	$p=,683$	$p=,220$
July	,2909	,5942	,2048	1,0000	-,1187	-,1351	-,3996	,2025
	$p=,274$	$p=,015$	$p=,447$	$p=---$	$p=,662$	$p=,618$	$p=,125$	$p=,452$
August	,3241	,0106	,0343	-,1187	1,0000	,4320	,4516	,5762
	$p=,221$	$p=,969$	$p=,900$	$p=,662$	$p=---$	$p=,095$	$p=,079$	$p=,019$
September	,0959	,1204	-,0640	-,1351	,4320	1,0000	,4721	,6192
	$p=,724$	$p=,657$	$p=,814$	$p=,618$	$p=,095$	$p=---$	$p=,065$	$p=,011$
October	-,1006	-,3848	-,1107	-,3996	,4516	,4721	1,0000	,2263
	$p=,711$	$p=,141$	$p=,683$	$p=,125$	$p=,079$	$p=,065$	$p=---$	$p=,399$
yield (kg/strm)	,5660	,2667	,3247	,2025	,5762	,6192	,2263	1,0000
	$p=,022$	$p=,318$	$p=,220$	$p=,452$	$p=,019$	$p=,011$	$p=,399$	$p=---$

**Π.Π.11.** Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίων ημερόβαθμων, μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και απόδοσης της παραγωγής της καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας από το 1978-2000 χωρίς τις χρονιές με ασυμφωνία.

Correlations (dd_per_month_78_00_without)										
Marked correlations are significant at $p < ,05000$										
N=16 (Casewise deletion of missing data)										
Variable	Means	Std.Dev.	April	May	June	July	August	September	October	yield (kg/stm)
April	55,3438	26,36300	1,000000	0,473431	-0,103189	0,290946	0,324085	0,095921	-0,100561	0,565977
May	287,9719	44,27406	0,473431	1,000000	0,031124	0,594226	0,010609	0,120404	-0,384845	0,266680
June	456,3219	33,11646	-0,103189	0,031124	1,000000	0,204777	0,034263	-0,063969	-0,110703	0,324746
July	520,6406	25,81131	0,290946	0,594226	0,204777	1,000000	-0,118675	-0,135084	-0,399574	0,202518
August	483,2156	29,93296	0,324085	0,010609	0,034263	-0,118675	1,000000	0,431974	0,451629	0,576231
September	353,5125	32,98048	0,095921	0,120404	-0,063969	-0,135084	0,431974	1,000000	0,472111	0,619190
October	210,8313	46,54490	-0,100561	-0,384845	-0,110703	-0,399574	0,451629	0,472111	1,000000	0,226312
yield (kg/stm)	304,8845	53,18848	0,565977	0,266680	0,324746	0,202518	0,576231	0,619190	0,226312	1,000000

**Π.Π.12.** Αθροιστικοί μηνιαίοι ημερόβαθμοι της περιόδου Απριλίου – Οκτωβρίου και απόδοση του βαμβακιού για την περιοχή της Λάρισας για την περίοδο 1978-2000, χωρίς τα επτά έτη (1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1996, 1998).

Έτη	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Απόδοση (kg/strm)
1978	53,8	292,3	480	539	467,5	295,4	160,1	250,51
1979	36,7	281,9	470	506	478,4	336,6	155,3	254,17
1980	39,3	223,6	418	545	484,1	342,3	214,3	293,07
1981	59,7	240,2	494	510	467,5	363,8	267,8	365,705
1982	7,5	240,3	456	492	482,4	367,6	201,4	252,68
1983	92,1	344,9	386	524	455	337,6	165,5	268,80
1984	8,2	288,9	423	501	433,2	372,9	263,8	219,05
1990	84,8	311,5	478	552	475,4	348,7	201,4	315,89
1991	35,3	206,3	464	486	461,8	341,1	222,9	275,25
1992	69,2	248,5	434	474	542,6	343,4	275,7	311,81
1993	60,9	305,5	478	541	521,9	361,6	281	315,16
1994	71	339	466	536	532,6	449,3	234,4	428,77
1995	77,7	316,6	501	523	467,8	355,1	149	357,00
1997	34,6	351,3	492	565	462,4	311,4	151	299,69
1999	65,1	303,3	448	502	514,35	369,55	240,1	352,34
2000	89,6	313,45	413	535	484,5	359,85	189,6	318,19

**Π.Π.13.** Εκτίμηση της τελικής απόδοσης βαμβακιού στην περιοχή της Λάρισας για τα έτη 1999, 2000.

Έτη	Απόδοση (kg/strm)	Απόδοση (γραμμικό μοντέλο)	Απόδοση (πολυωνυμικό μοντέλο)	Απόλυτη Διαφορά (γραμμικό μοντέλο)	Απόλυτη Διαφορά (πολυωνυμικό μοντέλο)	% Διαφορά
1978	250,51	246,26	270,58	4,24	20,07	1,69
1979	254,17	285,82	280,27	31,65	26,10	12,45
1980	293,07	291,30	283,24	1,76	9,82	0,60
1981	365,70	311,95	298,01	53,75	67,68	14,69
1982	252,68	315,60	301,21	62,91	48,52	24,89
1983	268,80	286,78	280,76	17,98	11,95	6,68
1984	219,05	320,69	305,96	101,63	86,91	46,39
1990	315,89	297,44	287,05	18,44	28,84	5,83
1991	275,25	290,15	282,58	14,89	7,32	5,41
1992	311,81	292,35	283,86	19,45	27,95	6,23
1993	315,16	309,83	296,24	5,32	18,91	1,68
1994	428,77	394,06	412,56	34,71	16,21	8,09
1995	357,01	303,59	291,35	53,40	65,64	14,95
1997	299,69	261,62	271,88	38,06	27,80	12,70
1999	352,34	317,47	302,92	34,87	49,42	9,89
2000	318,19	308,15	294,87	10,03	23,31	3,15
			<b>Όλα</b>	31,44	33,53	
			<b>Πρόβλεψη</b>	22,45	36,36	

Αρ. Πρωτ.	Αρ. Πρωτ. Παιδαγωγικού	Αρ. Πρωτ. Παιδαγωγικού	Αρ. Πρωτ. Παιδαγωγικού	Αρ. Πρωτ. Παιδαγωγικού	Αρ. Πρωτ. Παιδαγωγικού
1001	1001	1001	1001	1001	1001
1002	1002	1002	1002	1002	1002
1003	1003	1003	1003	1003	1003
1004	1004	1004	1004	1004	1004
1005	1005	1005	1005	1005	1005
1006	1006	1006	1006	1006	1006
1007	1007	1007	1007	1007	1007
1008	1008	1008	1008	1008	1008
1009	1009	1009	1009	1009	1009
1010	1010	1010	1010	1010	1010
1011	1011	1011	1011	1011	1011
1012	1012	1012	1012	1012	1012
1013	1013	1013	1013	1013	1013
1014	1014	1014	1014	1014	1014
1015	1015	1015	1015	1015	1015
1016	1016	1016	1016	1016	1016
1017	1017	1017	1017	1017	1017
1018	1018	1018	1018	1018	1018
1019	1019	1019	1019	1019	1019
1020	1020	1020	1020	1020	1020
1021	1021	1021	1021	1021	1021
1022	1022	1022	1022	1022	1022
1023	1023	1023	1023	1023	1023
1024	1024	1024	1024	1024	1024
1025	1025	1025	1025	1025	1025
1026	1026	1026	1026	1026	1026
1027	1027	1027	1027	1027	1027
1028	1028	1028	1028	1028	1028
1029	1029	1029	1029	1029	1029
1030	1030	1030	1030	1030	1030
1031	1031	1031	1031	1031	1031
1032	1032	1032	1032	1032	1032
1033	1033	1033	1033	1033	1033
1034	1034	1034	1034	1034	1034
1035	1035	1035	1035	1035	1035
1036	1036	1036	1036	1036	1036
1037	1037	1037	1037	1037	1037
1038	1038	1038	1038	1038	1038
1039	1039	1039	1039	1039	1039
1040	1040	1040	1040	1040	1040
1041	1041	1041	1041	1041	1041
1042	1042	1042	1042	1042	1042
1043	1043	1043	1043	1043	1043
1044	1044	1044	1044	1044	1044
1045	1045	1045	1045	1045	1045
1046	1046	1046	1046	1046	1046
1047	1047	1047	1047	1047	1047
1048	1048	1048	1048	1048	1048
1049	1049	1049	1049	1049	1049
1050	1050	1050	1050	1050	1050



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000100655