

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ  
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΟΥ**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ  
ΣΙΤΑΡΙΟΥ**



***ΧΡΗΣΤΟΣ ΟΚΤΩΝΙΑΤΗΣ***

**ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2009**



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

Αριθ. Εισ.: 7440/1  
Ημερ. Εισ.: 19-08-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2009  
ΟΚΤ

## **Τριμελής επιτροπή**

**Επιβλέπων** : Νικόλαος Γ. Δαναλάτος, Καθηγητής

**Μέλος** : Στέργιος Ι. Τζώρτζιος, Καθηγητής

**Μέλος** : Νικόλαος Ρ. Δαλέζιος, Καθηγητής

*αφιερωμένη,  
στους γονείς μου*

## Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας χρειάστηκε η βοήθεια πολλών, για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να αναφερθούν.

Πρωτίστως, ευχαριστίες εκφράζονται προς τον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Νικόλαο Γ. Δαναλάτο, υπεύθυνο του Εργαστηρίου «Φυσιολογίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτού» για την πολύτιμη βοήθειά του στη επιλογή του θέματος της εργασίας, των γνώσεων που πρόσφερε στο μάθημα της Ειδικής Γεωργίας Ι καθώς και για τη βοήθεια του σε όλη την πορεία αυτής της εργασίας.

Επίσης, ευχαριστίες εκφράζονται και στον καθηγητή κύριο Στέργιο Ι. Τζώρτζιο, υπεύθυνο του Εργαστηρίου «Βιομετρίας», για την πολύτιμη βοήθεια του στο στάδιο της ανάλυσης των δεδομένων, αλλά και λόγω των γνώσεων και των εμπειριών που πρόσφερε μέσω των παραδόσεων του στα μαθήματα Στατιστικής, Βιομετρίας και Γεωργικού Πειραματισμού στο προπτυχιακό στάδιο.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον καθηγητή κύριο Νικόλαο Ρ. Δαλέζιο, υπεύθυνο του Εργαστηρίου «Μετεωρολογίας», για την επιλογή του θέματος της παρούσας εργασίας, για την πολύτιμη βοήθειά και προσφορά της εμπειρίας του σε όλα τα στάδια της εργασίας μέχρι και την τελική διόρθωση.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον υποψήφιο διδάκτορα κύριο Εμμανουήλ Τσίρο, για την προσφορά της βοήθειας και της εμπειρίας του σε όλα τα στάδια της εργασίας, καθώς και στην τελική διόρθωση αυτής.

Ευχαριστίες εκφράζονται και προς τους κύριους Αναστάσιο Σπανό, υπάλληλο της Στατιστικής Υπηρεσίας και στον υποψήφιο διδάκτορα Δημήτριο Μπαμπζέλη για την βοήθεια τους στη συλλογή των δεδομένων της παραγωγής του σιταριού και της βροχόπτωσης, αντίστοιχα.

Τέλος εκφράζονται ευχαριστίες προς τον συμφοιτητή κύριο Βασίλη Τόγια για την συμπαράσταση και βοήθεια του σε όλη την πορεία της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> :</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> :</b>	<b>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΙΤΑΡΙΟΥ</b>	4
<b>2.1</b>	<b>Ιστορική αναδρομή</b>	4
2.1.1	Η εξέλιξη του σιταριού	4
2.1.2	Ταξινόμηση και καταγωγή	5
<b>2.2</b>	<b>Μορφολογικά γνωρίσματα</b>	6
<b>2.3</b>	<b>Κλιματολογικοί παράγοντες</b>	7
2.3.1	Κλίμα	7
2.3.2	Βροχόπτωση	8
2.3.3	Έδαφος	8
<b>2.4</b>	<b>Σπορά σιταριού</b>	9
2.4.1	Ποσότητα σπόρου	9
2.4.2	Εποχή σποράς	9
2.4.3	Αποστάσεις γραμμών	10
2.4.4	Βάθος σποράς	10
<b>2.5</b>	<b>Καλλιεργητικές φροντίδες</b>	10
2.5.1.	Αμειψισπορά.	10
2.5.2	Κατεργασία του αγρού	10
2.5.3	Λίπανση	11
2.5.4	Άρδευση	12
2.5.5	Περιποιήσεις	12
2.5.6	Ζιζανιοκτονία	13
2.5.7	Συγκομιδή – Αποθήκευση	13
<b>2.6</b>	<b>Φαινολογικά στάδια</b>	14
<b>2.7</b>	<b>Εχθροί και ασθένειες</b>	21
2.7.1	Έντομα εδάφους	21
2.7.2	Έντομα υπέργειου τμήματος	22
2.7.3	Εχθροί των αποθηκευμένων σιτηρών	23
2.7.4	Μυκητολογικές ασθένειες	23
<b>2.8</b>	<b>Παγκόσμια παραγωγή σιταριού</b>	25
<b>2.9</b>	<b>Παραγωγή και σημασία σιταριού στην Ελλάδα</b>	26

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> :</b>	<b>ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	
3.1	Ο ρόλος της αγρομετεωρολογίας	29
3.2	Αγρομετεωρολογικοί δείκτες	33
3.3.	Δείκτες ανωμαλιών βροχόπτωσης	36
3.4	Βάση δεδομένων	37
3.5	Μεθοδολογία	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> :</b>	<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	41
4.1	Ανάλυση	41
4.2	Επισημάνσεις	58
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> :</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	60
5.1	Συμπεράσματα	60
5.2	Προτάσεις	61
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>		62
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>		66

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 2.1 Εικόνα σε αγγείο της αρχαίας ελληνικής περιόδου, 480 πΧ
- Εικόνα 2.2 Φυτό σιταριού κατά το στάδιο του αδελφώματος
- Εικόνα 2.3 Φυτό σιταριού κατά το στάδιο του καλαμώματος
- Εικόνα 2.4 Φυτό σιταριού κατά το ανθικό στάδιο
- Εικόνα 2.5 Φυτό σιταριού κατά το στάδιο της ωρίμανσης
- Εικόνα 2.6 Σύγχρονη συγκομιδή σιταριού με κομπίνα
- Εικόνα 2.7 Χάρτης που δείχνει την παγκόσμια παραγωγή του σκληρού σιταριού ανά χώρα το 2005
- Εικόνα 2.8 Χάρτης κλιμάκωσης της καλλιέργειας του σιταριού στην Ελλάδα



## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 4.1 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας
- Σχήμα 4.2 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης
- Σχήμα 4.3 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης
- Σχήμα 4.4 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας
- Σχήμα 4.5 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης
- Σχήμα 4.6 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης
- Σχήμα 4.7 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας
- Σχήμα 4.8 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.
- Σχήμα 4.9 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.
- Σχήμα 4.10 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας
- Σχήμα 4.11 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης
- Σχήμα 4.12 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.
- Σχήμα 4.13 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.
- Σχήμα 4.14 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.

- Σχήμα 4.15 Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης
- Σχήμα 4.16 Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.
- Σχήμα 4.17 Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.
- Σχήμα 4.18 Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 4.1 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Λάρισας.
- Πίνακας 4.2 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Λάρισας
- Πίνακας 4.3 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Κοζάνης
- Πίνακας 4.4 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Κοζάνης
- Πίνακας 4.5 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Αλεξανδρούπολης.
- Πίνακας 4.6 Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 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 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 και η περίοδος της συγκομιδής (Δαλέζιος, 2003).

Αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ ορισμένων αγρομετεωρολογικών δεικτών σε σχέση με τα διάφορα στάδια εξέλιξης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού στους νομούς Λάρισας, Κοζάνης και Έβρου. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται, ο τρόπος και ο βαθμός που επηρεάζουν οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες την τελική απόδοση της καλλιέργειας σιταριού και ακόμα η επίδρασή τους στα διάφορα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας. Επίσης εξετάζεται και ένας τρόπος πρόβλεψης της παραγωγής της καλλιέργειας σιταριού σε μελλοντικά έτη, μέσω των αγρομετεωρολογικών δεικτών που έχουν ήδη υπολογιστεί για τα προηγούμενα έτη. Οι δείκτες αυτοί αναφέρονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3.2.

Απώτερος σκοπός και άλλων παρόμοιων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί (Γζανετοπούλου 1998, Σταματοπούλου 1996) 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 επομένως είναι η δυνατότητα της εκτίμησης της τελικής παραγωγής όταν είναι γνωστές οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν σε κάποιο φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας.

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

ακτινοβολία, και η βροχόπτωση. Ωστόσο, από βιβλιογραφικής απόψεως ο σπουδαιότερος αβιοτικός παράγοντας που επηρεάζει το χρόνο μετάβασης και εκδήλωσης των φαινολογικών σταδίων των φυτών είναι η θερμοκρασία.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η δυνατότητα πρόβλεψης της απόδοσης της καλλιέργειας. Για αυτό το λόγο, ερευνάται η επίδραση του υδατικού δυναμικού του εδάφους όπου καλλιεργείται το σιτάρι. Δηλαδή ερευνάται η επίδραση της βροχόπτωσης στην πορεία της εξέλιξης της καλλιέργειας και στην τελική παραγωγή.

Τα μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και περιλαμβάνουν τιμές βροχόπτωσης για τις περιοχές της Λάρισας, της Κοζάνης και της Αλεξανδρούπολης για τη χρονική περίοδο από το 1980 έως και το 2006. Ενώ, οι τιμές της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού προέρχονται από στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας και αφορούν το ίδιο χρονικό εύρος. Από τα συγκεκριμένα πρωτογενή στοιχεία υπολογίζεται η αθροιστική βροχόπτωση ολόκληρης της καλλιεργητικής περιόδου καθώς και η αθροιστική βροχόπτωση των μηνών που θεωρούνται «κρίσιμοι» για την τελική παραγωγή. Ως χρονική μονάδα για τους υπολογισμούς επιλέχθηκε ο μήνας. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την βάση, η καλλιεργητική περίοδος του σιταριού ξεκινά το Νοέμβριο και συγκεκριμένα το πρώτο δεκαήμερο και ολοκληρώνεται στο τέλος Ιουνίου.

Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν διαγράμματα, στο υπολογιστικό πρόγραμμα excel, τα οποία προβάλλουν τη σχέση μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας με τη βροχόπτωση, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων για τον βαθμό επίδρασης των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού και για την πρόγνωση παραγωγής με τα συγκεκριμένα δεδομένα. Οι στατιστικές αναλύσεις και οι στατιστικοί πίνακες προέκυψαν με την χρήση του ειδικού στατιστικού προγράμματος statistica.

Η εργασία οργανώνεται ως εξής: στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται και περιγράφεται η καλλιέργεια του σιταριού και πιο συγκεκριμένα η ιστορική του εξέλιξη, τα μορφολογικά του γνωρίσματα, οι συνθήκες σποράς, οι οικολογικές απαιτήσεις, οι καλλιεργητικές φροντίδες, τα φαινολογικά στάδια, οι εχθροί και οι ασθένειες που προσβάλλουν τα φυτά και τέλος, η εξέλιξη της καλλιέργειας στην Ελλάδα και σε παγκόσμια κλίμακα. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ρόλος της αγρομετεωρολογίας, οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες, οι δείκτες ανωμαλιών

βροχόπτωσης, η βάση δεδομένων και η προτεινόμενη μεθοδολογία. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση των δεδομένων, επισημαίνονται τα κύρια σημεία της μεθοδολογίας, περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον υπολογισμό της αθροιστικής βροχόπτωσης, παρουσιάζονται και αναλύονται τα διαγράμματα που προέκυψαν, καθώς επίσης αναφέρεται και η διαδικασία δημιουργίας μοντέλου πρόγνωσης. Παρατίθενται στατιστικοί πίνακες και διαγράμματα και ερμηνεύονται τα αποτελέσματά τους. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται επίσης, η μέθοδος της στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των συμπερασμάτων και οι επισημάνσεις που αφορούν προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην πορεία της εργασίας. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα αλλά και προτάσεις που θα επέκτειναν την συγκεκριμένη έρευνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

#### 2.1 Ιστορική αναδρομή

##### 2.1.1 Η εξέλιξη του σιταριού

Το σιτάρι είναι από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος περίπου το 10.000-15.000 π.Χ. και έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Ως τόπος καταγωγής, σύμφωνα με ορισμένες ενδείξεις, θεωρείται η Μέση Ανατολή (Αίγυπτος ή Μεσοποταμία).

Το δίκοκκο σιτάρι καλλιεργήθηκε πριν από 7.000 έτη π.Χ. Στους τάφους των Φαραώ βρέθηκαν απανθρακωμένοι κόκκοι που μοιάζουν με αυτούς ποικιλιών του 20ου αιώνα. Ενώ αρχαιότατα μνημεία στην Αίγυπτο παρουσιάζουν το σιτάρι γνωστό πριν από τους ποιμένες βασιλείς και ανάγουν την εισαγωγή του στη θεά Ίσιδα. Ενώ οι Κινέζοι θεωρούν το σιτάρι δώρο του Ουρανού. (<http://www.livepedia.gr>)

Το σιτάρι καλλιεργείται στην Ευρώπη από τους προϊστορικούς χρόνους και ήταν το πιο πολύτιμο δημητριακό της αρχαίας Ελλάδας, Αιγύπτου και Περσίας. (Σφήκας Α.Γ.,1991)

Στην Ελλάδα ο σίτος αρχικά αναφέρεται από τον Όμηρο με διάφορα επίθετα όπως γλυκερός, μελίφρων κ.α., ενώ ο Θεόφραστος περιέγραψε το φυτό λεπτομερώς το 300 π.Χ. και αργότερα (55 μ.Χ.) ο Κολουμέλας. Όπως εμφανίζονται στην παρακάτω εικόνα αγγείου (εικόνα 2.1), οι Έλληνες θεώρησαν ότι ο σίτος τους προσφέρθηκε από τη θεά Δήμητρα, η οποία δίδαξε την καλλιέργεια του σιταριού στον Ελευσίνιο Τριπτόλεμο (<http://www.cereals.gr>).



**Εικόνα 2.1:** Ο Τριπτόλεμος ενώ λαμβάνει φυτά σίτου από την θεά Δήμητρα και την Περσεφόνη (εικόνα σε αγγείο της αρχαίας ελληνικής περιόδου, 480 πΧ) ([http://www.unibas.it/desernet/dis4me/images/photos/land\\_use/cereals\\_1.jpg](http://www.unibas.it/desernet/dis4me/images/photos/land_use/cereals_1.jpg), 2009)



Κατά την περίοδο εκείνη καλλιεργούνταν ο μονόκοκκος και ο δίκκοκος σίτος, που σταδιακά αντικαταστάθηκαν από γυμνούς τύπους. Γύρω στο 500 μ.Χ. φαίνεται ότι άρχισε η επέκταση του κοινού σίτου (εξαπλοειδείς τύποι).

### 2.1.2 Ταξινόμηση και καταγωγή

Τα ταξινομικά χαρακτηριστικά του σιταριού είναι:

- Άθροισμα: Spermatophyta,
- Υποάθροισμα: Magnoliophytina,
- Κλάση: Liliatae,
- Υπόκλαση: Liliidae,
- Τάξη: Poales,
- Οικογένεια: Poaceae,
- Γένος: *Triticum*,
- Είδος: sp.,
- Κοινό όνομα: σιτάρι.

Ως προς την εξέλιξη των ειδών πιστεύεται πως ο δίκκοκος σίτος (emmer) προήλθε από άγριο τύπο (*Triticum dicoccoides*) που φέρει Α και Β γενώματα. Κατόπιν με μεταλλάξεις δημιουργήθηκαν τα άλλα τετραπλοειδή είδη. Ύστερα από φυσική διασταύρωση του *T.dicoccum* με *T.taushii* (*Aegilops squarrosa*) με D γένωμα δημιουργήθηκε ο *T. spelta* και με μεταλλάξεις άλλα εξαπλοειδή είδη.

Το σιτάρι σήμερα καλλιεργείται σε έκταση μεγαλύτερη από οποιοδήποτε άλλο σιτηρό, Για να γίνει η ταξινόμηση του σιταριού, υπολόγισαν την τέλεια σταθερότητα των χαρακτηριστικών του και ειδικότερα τις συνθήκες του κλίματος και των μεθόδων καλλιέργειας (<http://el.wikipedia.org>).



Η ταξινόμηση αυτή είναι:

- Σιτάρι με κόκκους γυμνούς: α) σιτάρι μαλακό, β) σιτάρι ογκώδες, γ) σιτάρι σκληρό και δ) σιτάρι Πολωνίας.
- Σιτάρι με κόκκους καλυμμένους: α) κοινός απρόσιτος και β) αμυλοποιός απρόσιτος (<http://www.live-pedia.gr>).

## 2.2 Μορφολογικά γνωρίσματα

Οι ρίζες του είναι όχι πολύ διακλαδωμένες, λεπτές και ινώδεις, δηλαδή θυσσανώδης. Η ρίζα διακρίνεται στην πρωτογενή εμβρυακή ρίζα, στις δευτερογενείς εμβρυακές (seminal roots) που εμφανίζονται από το μεσοκοτύλιο και στις μόνιμες (crown roots) που εμφανίζονται από το λαιμό (Δαναλάτος, 2005).

Οι βλαστοί είναι καλαμώδεις, απλοί, εύκαμπτοι, όρθιοι, κυλινδρικοί και λείοι, κιτρινωποί και κοίλοι. Το ύψος του φτάνει μέχρι 1,30m. Ο βλαστός είναι ο κύριος άξονας του σταχτού και ονομάζεται στέλεχος. Το στέλεχος αποτελείται από κοίλα μέρη, τα μεσογονάτια και πλήρη μέρη, τους κόμβους. Η ανάπτυξη του στελέχους συντελείται από παρένθετα μεριστώματα στη βάση κάθε μεσογονατίου. Η ιδιότητα αυτή του στελέχους αυξάνει μεν την τάση για πλάγιασμα πλην όμως δίνει τη δυνατότητα σε ένα πλαγιασμένο στέλεχος, στο τμήμα αυτό του μεσογονατίου, να στρέφεται προς τα επάνω και ο στάχυς να επανέρχεται στην όρθια θέση.

Το σιτάρι έχει φυλλοταξία δίστιχη. Σε κάθε στέλεχος εμφανίζονται 7-9 φύλλα υπό συνθήκες αγρού. Το ανώτερο φύλλο ή φύλλο σημαία, όπως ονομάζεται, έχει ιδιαίτερη σημασία για την παροχή φωτοσυνθετικών ουσιών στον αναπτυσσόμενο καρπό. Οποιαδήποτε κατά συνέπεια μείωση της δραστηριότητας του φύλλου αυτού μετά το ξεστάχιασμα έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην απόδοση. Το φύλλο αποτελείται από τον κολεό και το έλασμα. Στο σημείο ένωσης κολεού και ελάσματος υπάρχει η γλωσσίδα, η οποία προστατεύει το φυτό από τη σήψη. Στη βάση αυτής και από τις δύο πλευρές υπάρχουν τα ωτίδια. Το σιτάρι έχει δεξιόστροφο έλασμα με ζωηρό πράσινο χρώμα και τρίχες στον κολεό.

Κάθε άνθος έχει τρία σέπαλα, που αποτελούν το έλυτρο και στο κέντρο υπάρχουν τα γόνιμα όργανα. Η ταξιανθία του σίτου είναι τυπικός στάχυς με ένα σταχύδιο σε κάθε άρθρωση και 1-9 άνθη στο κάθε σταχύδιο, από τα οποία μόνο το ένα γόνιμο. Το μήκος του στάχτυ κυμαίνεται από 5-15 cm. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο βράκτια φύλλα, τα λέπυρα. Το χρώμα των λεπύρων κυμαίνεται

από λευκό ως και μαύρο.

Ο καρπός είναι ωοειδής με τριχίδια στην κορυφή του και έχει μήκος 4-10mm. Το βάρος των 1000 κόκκων κυμαίνεται απο40-60g. Ο καρπός αποτελείται από το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο Σε κάθε τομή του κόκκου του σιταριού, παρατηρούμε ογκώδη κεντρική μάζα, που είναι το λεύκωμα, αποταμίευμα θρεπτικών ουσιών, που προορίζεται για τροφή του εμβρύου κατά τη βλάστηση.(Δαναλάτος, 2005). Η μέση περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη είναι 13.2% και η περιεκτικότητα τους σε λίπος είναι 1.9%.Το έμβρυο είναι κίτρινο μικρό σώμα, στο κάτω μέρος του κόκκου (Χα, 2007).

## **2.3 Οικολογικές απαιτήσεις**

### **2.3.1 Κλίμα**

Το σιτάρι προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία οικολογικών συνθηκών. Η ελαχίστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 3-4°C, ενώ η άριστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 20-22°C. Σε ψηλότερες θερμοκρασίες βλάστηση είναι ακανόνιστη ενώ σε 35 °C καταστρέφεται το ενδοσπέρμιο. Αν και έχουν αναφερθεί ανθεκτικές ποικιλίες σιταριού που μπορούν να αντέξουν σε χαμηλές θερμοκρασίες -31 °C (ακάλυπτα) έως -40 °C (σκεπασμένα από στρώμα χιονιού) για τις περισσότερες ποικιλίες, ενώ θερμοκρασίες -20 °C είναι επικίνδυνες. Ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία που επικρατεί στο βάθος όπου βρίσκεται ο σταυρός (1-3cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους).

Στο σιτάρι υπάρχει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην πρωιμότητα και στην αντοχή στο κρύο. Όσο πρωιμότερες είναι οι ποικιλίες, τόσο πιο ευαίσθητες είναι στο κρύο. Επειδή στην Ελλάδα μας ενδιαφέρει πολύ πρωιμότητα, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι ευαίσθητες ή ενδιάμεσης αντοχής στο κρύο. Ανήκουν δηλαδή στους ανοιξιάτικους τύπους σιταριού, παρά το γεγονός ότι σπέρνονται το φθινόπωρο. Οι πιο πολλές ελληνικές ποικιλίες δεν έχουν ανάγκη εαρινοποίησης για το ξεστάχυσμα. Οι πραγματικά χειμερινοί τύποι που καλλιεργούνται σε βορειότερες χώρες, όταν καλλιεργούνται στην Ελλάδα, εισέρχονται κανονικά στο στάδιο αναπαραγωγής, πλην όμως είναι πολύ όψιμοι, ώστε θεωρούνται απροσάρμοστοι. Αντίθετα, οι ανοιξιάτικοι τύποι, παρόλο που προέρχονται από ακόμα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, είναι εκείνα που υπό τις ελληνικές συνθήκες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα με φθινοπωρινή σπορά.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι το σιτάρι είναι φυτό που χρειάζεται δροσερό καιρό για την καλή ανάπτυξη του, με ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης 3-4 °C, άριστη γύρω στους 14-18 °C για το αδελφωμα και 22-25 °C στη συνέχεια με μέγιστη τους 30-32 °C. Συγκρίνοντας το κλίμα τυπικών σίτο-παραγωγικών περιοχών με το κλίμα της Ελλάδος, προκύπτει ότι στην Ελλάδα οι θερμοκρασίες είναι γενικά υψηλότερες, ιδιαίτερα το δεύτερο μισό της άνοιξης ενώ η κατανομή της βροχής είναι πολύ πιο δυσμενής (Σφήκας, 1991).

### 2.3.2 Βροχόπτωση

Το σιτάρι καλλιεργείται σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 250-1750mm. Όμως η κατανομή της βροχόπτωσης έχει εξίσου σπουδαία σημασία με το ύψος της. Στην Ελλάδα, το φθινόπωρο και τον χειμώνα, που το σιτάρι δεν χρειάζεται πολύ νερό, έχουμε μεγαλύτερη τη βροχόπτωση. Αντίθετα, την εποχή της μεγάλης ανάπτυξης του φυτού, οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες, με συνέπεια η διακύμανση της βροχόπτωσης να έχει σοβαρό αντίκτυπο πάνω στην παραγωγικότητα και η τελική απόδοση να εξαρτάται από μια ή δυο βροχές που ενδεχομένως να σημειωθούν κατά τα τελευταία στάδια της ανάπτυξης των φυτών.(Δαναλάτος, 2005). Περισσότερο νερό (το 70% των αναγκών του) χρειάζεται το σιτάρι στην περίοδο μεταξύ καλαμώματος και ανθήσεως. Στο προηγούμενο του καλαμώματος διάστημα καταναλίσκεται μόνο 10% του νερού και από το ξεστάχασμα ως την ωρίμανση 20% Έτσι ανάλογα με τις βροχοπτώσεις της άνοιξης η τελική απόδοση του σιταριού στην Ελλάδα μπορεί να κυμανθεί από 150 έως 600 κιλά/στρ.(Σφήκας, 1991)

### 2.3.3 Έδαφος

Το σιτάρι προτιμά τα γόνιμα, μέσης συστάσεως μέχρι βαριά εδάφη με καλή στράγγιση. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται στα γόνιμα ιλοπηλώδη ή αργιλλοπηλώδη εδάφη, με επαρκή υγρασία και ελεύθερα ζιζανίων. Τα πολύ αμμώδη και τα κακώς στραγγιζόμενα δίνουν μικρές αποδόσεις. Ακατάλληλα για τη σιτοκαλλιέργεια είναι τα όξινα και τα ισχυρώς εκπλυθέντα εδάφη. Ως προς την υφή του εδάφους ο σπουδαιότερος ρόλος της, που επηρεάζει τις αποδόσεις του σιταριού, είναι η συγκράτηση της υγρασίας, ιδίως κατά την περίοδο των αυξημένων αναγκών των φυτών.

Η γονιμότητα του εδάφους και κυρίως η περιεκτικότητα σε άζωτο επηρεάζει την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη, για το λόγο ότι το N είναι συστατικό της πρωτεΐνης και εφόσον υπάρχει διαθέσιμο χρησιμοποιείται στη σύνθεση της. (Σφήκας,1991) Τα σιτάρια αυτά, παρόλο που είναι μαλακά, παρουσιάζουν την εμφάνιση σκληρών σιταριών (τομή κόκκων υαλώδης) λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Όξινα ή ξεπλυμένα εδάφη είναι ακατάλληλα για το σιτάρι. Πρόσφατες έρευνες του ΙΧΤΕΛ αναφέρουν μείωση των αποδόσεων σιταριού κατά 30-60% σε όξινα εδάφη της Θεσσαλίας (Δαναλάτος, 2005).

## **2.4 Σπορά σιταριού**

Ο σπόρος πρέπει να είναι αμιγής ως προς την ποικιλία, καθαρός με υψηλή βλαστικότητα και φυτρωτική ικανότητα, υγιής και απολυμασμένος. Σήμερα χρησιμοποιείται μισό περίπου διαπιστευμένος σπόρος γεγονός με θετικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια (διατήρηση ποικιλίας, αντοχή στα ζιζάνια, διατήρηση της ποιότητας των προϊόντων). Επίσης, η σπορά γίνεται συνήθως σε γραμμές και σπάνια στα πεταχτά υπό ειδικές συνθήκες (πολλή υγρασία, πετρώδεις αγροί κλπ.)

### **2.4.1 Ποσότητα σπόρου**

Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για μια σωστή καλλιέργεια, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τη σύσταση του εδάφους, την εποχή σποράς και την ποιότητα του σπόρου. Για το σιτάρι η ενδεικτική ποσότητα σπόρου στην σπορά είναι 10-25 kg/στρ.(Δαναλάτος, 2005)

### **2.4.2 Εποχή σποράς**

Η σπορά γίνεται τον Οκτώβριο-Νοέμβριο. Γενικά επιθυμητή είναι η κατά το δυνατόν πρώιμη σπορά μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, όπου το έδαφος θα βρίσκεται από πλευράς υγρασίας στο ρώγο και εφόσον το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες. Αργοπορημένες σπορές στα τέλη Νοεμβρίου έως τα τέλη Δεκεμβρίου είναι καταδικασμένες να έχουν μικρότερες αποδόσεις (Δαναλάτος, 2005).

### 2.4.3 Αποστάσεις γραμμών

Σήμερα εφαρμόζεται γραμμική σπορά με ελαφριά κάλυψη του σπόρου με σβάρνισμα. Οι αποστάσεις είναι 14-20cm μεταξύ των γραμμών και 2.5-5cm επί της γραμμής (περίπου 150 φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο).

### 2.4.4 Βάθος σποράς

Το κατάλληλο βάθος σποράς του σιταριού είναι περί τα 2.5-5cm. (Δαναλάτος, 2005)

## 2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

### 2.5.1. Αμειψισπορά

Το σιτάρι μπορεί να παίρνει μέρος σε συστήματα αμειψισποράς στα οποία περιλαμβάνονται τόσο τα άλλα χειμερινά σιτηρά, όσο και άλλα φυτά (σκαλιστικά, ψυχανθή). Σε γόνιμα χωράφια, που δεν έχουν ιδιαίτερα προβλήματα ζιζανίων, εντόμων ή ασθενειών, το σιτάρι μπορεί να σπέρνεται συνεχώς για πολλά έτη.

Γενικά το σιτάρι προτιμάται, μεταξύ των άλλων χειμερινών σιτηρών όπου οι συνθήκες ευνοούν την καλλιέργεια του, επειδή δίνει μεγαλύτερη πρόσοδο. Το σιτάρι εναλλάσσεται με τα άλλα χειμερινά σιτηρά σε ειδικές περιπτώσεις. Έτσι π.χ. αν υπάρχει μεγάλη προσβολή από το ζάβρο ή από το ελμινθοσπόριο μπορεί να παρεμβληθεί η καλλιέργεια της βρώμης, η οποία δεν προσβάλλεται.

Αμειψισπορά με κριθάρι δεν ωφελεί καμιά από τις δύο καλλιέργειες, και λιγότερο το σιτάρι, επιπλέον δε στον καρπό της κάθε σοδιάς υπάρχουν σπόροι της προηγούμενης καλλιέργειας. Το εκτατικό σύστημα, αγρανάπαυση – σιτάρι, μπορεί να εφαρμοσθεί σε πολύ «φτωχά» χωράφια. Το επωφελέστερο για το σιτάρι σύστημα είναι ψυχανθές - σκαλιστικό – σιτάρι (Σφήκας, 1991).

### 2.5.2 Κατεργασία του αγρού

Ο αριθμός, το είδος και η εποχή εκτελέσεως των εργασιών για να προετοιμασθεί το χωράφι για σπορά, εξαρτάται κατά βάση από το προηγούμενο φυτό, τα ζιζάνια και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους. Συγκριτικά με τα άλλα

σιτηρά, στο σιτάρι εφαρμόζεται συνήθως πιο επιμελημένη κατεργασία, όχι μόνο λόγω απαιτήσεων αλλά και επειδή είναι και πιο προσοδοφόρα καλλιέργεια.

Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές και είναι ελαφρύ αν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό και βαθύτερο μετά από καλαμπόκι (ακόμη βαθύτερο μετά από βαμβάκι) για πληρέστερο παράχωμα των στελεχών. Θερινό όργωμα μετά από σιτηρό γίνεται μόνο αν υπάρξει υγρασία.

Μπορεί στη συνέχεια να γίνει ένα ενδιάμεσο όργωμα ή μόνο το όργωμα της σποράς, επίσης δισκοσβάρνισμα αν χρειάζεται, σπανίως κυλίνδρισμα (μόνο σε πολύ αφράτο έδαφος) και ακολουθεί η σπορά. Ψιλοχωμάτισμα μεγάλο δεν χρειάζεται. Οι μικροί βώλοι είναι χρήσιμοι γιατί προστατεύουν τα μικρά φυτά ενώ αργότερα λιώνουν (με τη βροχή και τον πάγο) και τα παραχώνουν, πράγμα που τα βοηθά στο αδέλφωμα (Σφήκας, 1991).

### 2.5.3 Λίπανση

Ως προς τη φωσφορική λίπανση γενικά συνιστάται η δόση των 2-2,5 kg P το στρέμμα κάθε χρόνο μέχρι να διαπιστωθεί ότι η καλλιέργεια δεν αντιδρά. Αυτό σε περίπτωση που δεν έχουμε άλλες πληροφορίες και για το λόγο ότι σχετική περίσσεια δεν βλάπτει, ενώ παράλληλα αποθηκεύεται στο έδαφος (ελάχιστη έκλυση ανάλογα και με το έδαφος) και το κόστος του φωσφόρου δεν είναι υπερβολικό.

Για το κάλιο γενικά πιστεύεται ότι τα ελληνικά εδάφη είναι πλούσια σ' αυτό. Επειδή δεν βλάπτει η περίσσεια και ενδέχεται να μην επαρκεί το αφομοιώσιμο ποσό στην περίοδο εντατικής αναπτύξεως των φυτών, συνιστάται η εφαρμογή του σε ποσότητα 2-3kg K ανά στρέμμα.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται η λίπανση με άζωτο, που αρκετές φορές αντί να ωφελήσει προκαλεί ζημιά στην καλλιέργεια. Για το σιτάρι συνιστάται η δόση των 3-4 kg N το φθινόπωρο σε βασική λίπανση πριν ή κατά τη σπορά και με τη μορφή θειικής αμμωνίας. Σε υγρές ή αρδευόμενες περιοχές λιπαίνουν από 3-14 kg N ανά στρέμμα αν δεν προηγήθηκε ψυχανθές, ενώ σε αμμώδη εδάφη ημίξηρων περιοχών μόνο 1,5-4 kg N. Αν υπάρχουν ενδείξεις ελλείψεως προστίθενται επιφανειακά αλλά 2 kg N την άνοιξη σε νιτρική μορφή. Τέτοια έλλειψη μπορεί να παρουσιασθεί όταν οι συνθήκες του χειμώνα είναι δυσμενείς (ψύχος, υγρασία για νιτροποίηση), ενώ με τις πρώτες ζέστες τα νεαρά φυτά χρειάζονται άζωτο. Για να χρησιμοποιηθεί (και να μη βλάψει) η



επιφανειακή λίπανση πρέπει να υπάρχει νερό (βροχή ή άρδευση μετά την εφαρμογή).

Η αποτελεσματικότητα της λιπάνσεως με κάποιο θρεπτικό στοιχείο δεν εξαρτάται μόνο από τις ανάγκες του φυτού σ' αυτό, ή την ύπαρξη νερού για την αξιοποίησή του, αλλά και από την ύπαρξη και των άλλων θρεπτικών στοιχείων σε ορισμένες (ισόρροπες) αναλογίες. Έτσι συνδυασμένη λίπανση με κάλιο και άζωτο και καθόλου λίπανση έδωσε καλύτερη απόδοση από μονομερή λίπανση (μόνο Κ ή μόνο Ν). Παρόμοια συσχέτιση υπάρχει και μεταξύ φωσφόρου και αζώτου. Γι' αυτό για σωστή λίπανση θα πρέπει να παίρνονται υπόψη τα πρόσφατα πειραματικά δεδομένα των υπεύθυνων ιδρυμάτων έρευνας για κάθε ποικιλία και περιοχή χωριστά. Σημειώνεται με την ευκαιρία ότι οι καινούργιες κοντόσωμες και παραγωγικές ποικιλίες έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε λίπανση (Σφήκας, 1991).

#### 2.5.4 Άρδευση

Κατά κανόνα το σιτάρι καλλιεργείται σε ξηρικές περιοχές που δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης. Σε περίπτωση εφαρμογής αρδευτικού νερού αυξάνεται κατά πολύ η απόδοση ιδιαίτερα σε ξηρές χρονιές. Στην περίπτωση αυτή δεν πρέπει να λησμονηθούν και οι υψηλότερες ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά και κυρίως στο άζωτο. Προφανές είναι ότι η άρδευση θα πρέπει να εφαρμοστεί πριν διψάσουν πολύ τα φυτά τον Απρίλιο και τον Μάιο. Σε πλήρως αρδευόμενες καλλιέργεια σιτηρών μπορούν να επιτευχθούν αποδόσεις έως 800kg/στρ. να σημειωθεί ότι το δυναμικό παραγωγής (μαλακού) σίτου σε χώρες της Κ. Ευρώπης φθάνει τα 1200kg/στρ.(Δαναλάτος, 2005)

#### 2.5.5 Περιποιήσεις

Κυλίνδρισμα σε φουσκωμένο από τις παγωνιές χωράφι ή σβάρνισμα σε πατημένο από τις βροχές του χειμώνα, και ενδεχομένως σκάλισμα με περιστροφικό σκαλιστήρι, αποτελούν τις φροντίδες ως τις αρχές της ανοίξεως. Επιπλέον μετά τη σπορά συνίσταται αυλάκωμα για αποστράγγιση επιφανειακών υδάτων σε βαριά πεδινά εδάφη.

Σε καλλιέργεια που παρουσιάζει πλούσια βλάστηση (πρώιμη σπορά, γόνιμο έδαφος, ήπιος χειμώνας) μπορεί να γίνει επιβόσκηση ή κόψιμο κορυφών με χορτοκοπτική. Στην περίπτωση επιβοσκήσεως χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και μόνο

σε εξαιρετικές περιπτώσεις συνιστάται.

Για τον ίδιο λόγο έχει δοκιμασθεί η χρήση ορμονικών ενώσεων, όπως π.χ. η γλωριούχος γλωροχολίνη ή CCC. Ψεκαζομένη την κατάλληλη εποχή εμποδίζει τα φυτά να πάρουν μεγάλη ανάπτυξη κι έτσι αποφεύγεται το πλάγιασμα. Σήμερα με τις κοντόσωμες ποικιλίες το πρόβλημα έχει λυθεί ριζικά και χωρίς κόστος.

Σε καλλιέργεια που παρουσιάζει καχεκτική ανάπτυξη στην αρχή της ανοίξεως διασκορπίζονται 2-4 kg/στρ άζωτο σε νιτρική μορφή. Αν δεν βρέξει (ή δεν γίνει πότισμα) πρέπει να ακολουθήσει σβάρνισμα (ή ελαφρό σκάλισμα με περιστροφικό σκαλιστήρι) για να ενσωματωθεί και στη συνέχεια να αξιοποιηθεί το λίπασμα.

Παρ' όλο που το σιτάρι δεν υπάγεται στις αρδευόμενες καλλιέργειες, μια έγκαιρη άρδευση του σε ξηρές χρονιές, όπου υπάρχει διαθέσιμο νερό, είναι πολύ ευεργετική. Ανάγκη για άρδευση μπορεί να παρουσιασθεί στη χώρα μας συνήθως τον Απρίλιο. Η άρδευση γίνεται με καταιονισμό τόσο για τεχνικούς λόγους εφαρμογής όσο και για να μη δοθεί υπερβολική ποσότητα νερού (Σφήκας, 1991).

#### 2.5.6. Ζιζανιοκτονία

Τα ζιζάνια αποτελούν συχνά πρόβλημα για το σιτάρι, ιδίως σε χρονιές με ήπιο χειμώνα. Τα κυριότερα ζιζάνια που αντιμετωπίζει ο καλλιεργητής του σιταριού είναι η αγριοβρώμη, η κύπερη, η αγριάδα και ο βέλιουρας από τα αγροστώδη, ενώ από τα πλατύφυλλα αντιμετωπίζει την παπαρούνα, την κολλιτσίδα, το γαϊδουράγκαθο, την αγριομαργαρίτα και το χαμομήλι (Δαναλάτος, 2005). Αυτά που φυτρώνουν την άνοιξη γίνονται ενοχλητικά στο τέλος της περιόδου αναπτύξεως. Η καταπολέμηση των ζιζανίων με βοτάνισμα ή σκάλισμα, όπως γινόταν παλαιότερα, είναι δύσκολη και ασύμφορη. Για αυτό σήμερα χρησιμοποιούνται ευρύτατα και αποτελεσματικά στη σιτοκαλλιέργεια σύγχρονα ζιζανιοκτόνα. Τέλος τα πολυετή ζιζάνια καταπολεμώνται με θερινά οργώματα και σε δύσκολες περιπτώσεις με επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα (Σφήκας, 1991).

#### 2.5.7 Συγκομιδή – Αποθήκευση

Το σιτάρι πρέπει να θερίζεται όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και όταν η υγρασία του μειωθεί στο 14%, κάτι που συμβαίνει συνήθως τον Ιούνιο. Σύγχρονος θεριζοαλωνισμός (με κομπίνες) γίνεται 6-10 ημέρες αργότερα, ώστε να περιορισθεί



το ποσοστό της υγρασίας, που δυσκολεύει τον αλωνισμό.

Η αποθήκευση γίνεται με υγρασία καρπού κάτω του 13%, σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκους ή χύμα, καθώς και σε μεγάλα σιλό. Ο ρυθμός αναπνοής του σπόρου με υγρασία κάτω του 13% και θερμοκρασία κάτω των 20°C είναι βραδύς ώστε να μη διατρέχει κίνδυνο να ανάψει. Στην υγρασία των 8-10% και θερμοκρασία 4°C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων στην αποθήκη (Σφήκας, 1991).

## 2.6 Φαινολογικά στάδια

Στην παράγραφο αυτή αναλύονται τα στάδια του βιολογικού κύκλου του σιταριού για τις χειμερινές ποικιλίες. Στον πίνακα στο τέλος του κεφαλαίου 2.6 αναγράφονται τα στάδια αυτά καθώς και τα δεκαήμερα του έτους που αντιστοιχούν στο καθένα για βλαστική περίοδο 230 ημερών, από 11 Νοεμβρίου ως 30 Ιουνίου.

### Στάδιο Ο - Εγκατάσταση - Από τη σπορά μέχρι το φύτευμα 32ο δεκαήμερο - 11-20 Νοεμβρίου

Το σιτάρι σπέρνεται στην Ελλάδα το μήνα Νοέμβριο . Η ακριβής ημερομηνία εξαρτάται από την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και βροχόπτωση). Βασική προϋπόθεση για τη βλάστηση του σπόρου είναι η απορρόφηση νερού για το σπάσιμο του λήθαργου ο οποίος διαρκεί 1-2,5 μήνες ή περισσότερο αν ο σπόρος δεν συλλέγει στον κατάλληλο βαθμό ωρίμανσης ή αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία. Ο λήθαργος του σπόρου αποτρέπει τη βλάστηση του στο χωράφι αν επικρατήσουν συνθήκες αυξημένης υγρασίας. Ο σπόρος μπορεί να φυτρώσει σε εύρος θερμοκρασιών από 4°C έως 30°C με άριστο στους 20-25°C. Αφού ο σπόρος απορροφήσει νερό κατά 30-40% του βάρους του, γίνεται η διάρρηξη του περιβλήματος και προβάλλουν το βλαστίδιο και το ριζίδιο. Η αρχική ανάπτυξη του βλαστιδίου εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία η οποία ελέγχει το ρυθμό μετατροπής των αποθηκευμένων στο σπόρο θρεπτικών ουσιών σε αμέσως διαθέσιμα σάκχαρα και άλλες ουσίες που είναι απαραίτητες στο αναπτυσσόμενο βλαστίδιο μέχρι να αρχίσει να φωτοσυνθέτει. Το φύτευμα του σπόρου γίνεται σε διάστημα 5-10 ημερών ανάλογα με τη θερμοκρασία.

## Στάδιο 1 – Βλαστικό

### 1α - Από το φύτρωμα μέχρι το αδέλφωμα 33ο-34ο δεκαήμερο - 21 Νοεμβρίου-10 Δεκεμβρίου

Το αδέλφωμα είναι ένα σημαντικό στάδιο ανάπτυξης κατά το οποίο ο παραγωγός μπορεί να αντισταθμίσει το αραιό φύτρωμα ή να εκμεταλλευτεί παραπάνω της καλής συνθήκης ανάπτυξης.

Κατά τη διάρκεια της βλαστήσεως του σπόρου, καθώς αναπτύσσεται το βλαστίδιο, όταν ο ακραίος οφθαλμός φθάνει σε βάθος 1-2 cm κάτω από το έδαφος σχηματίζονται πολλοί πλευρικοί οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων που είναι κάτω από τον ακραίο οφθαλμό. Το σημείο αυτό του φυτού ονομάζεται σταυρός. Έτσι, κατά την ανάπτυξη του φυτού εκτός από το κεντρικό στέλεχος αναπτύσσονται και πολλά πλευρικά στελέχη, τα οποία με τη σειρά τους μπορεί να δώσουν δευτερογενείς πλευρικούς βλαστούς κατά το στάδιο του καλαμώματος. Η εμφάνιση των αδελφών γίνεται σχεδόν ταυτόχρονα με την εμφάνιση των φύλλων στο κύριο βλαστό. Τα αδέρφια μπορούν να σχηματιστούν από της μασχάλες των φύλλων (εικόνα 2.2). Ο αριθμός των αδελφιών ευνοείται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο έντονος φωτισμός, η αραιή σπορά, η γονιμότητα του εδάφους και η πρώιμη σπορά. Κάτω από κανονικές κλιματικές συνθήκες ένα φυτό παράγει συνήθως τρία αδέρφια τα οποία μπορεί να μην φέρουν όλα στάχυ. Αν η σπορά δεν είναι πυκνή και τα επίπεδα λίπανσης χαμηλά μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο τα αδέρφια ενός φυτού να δώσουν αδέρφια (δευτερεύοντα αδέρφια). Τα αδέρφια που δημιουργούνται την περίοδο εμφάνισης του 4<sup>ου</sup>, 5<sup>ου</sup> και 6<sup>ου</sup>, φύλλου ολοκληρώνουν συνήθως το βιολογικό τους κύκλο και δίνουν καρπό. Επίσης τα αδέρφια που έχουν πάνω από τρία και φύλλα και το δικό τους ριζικό σύστημα συνήθως επιβιώνουν. Το ποσοστό των αδελφών που δεν ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο, ποικίλει ανάλογα με τη ποικιλία και την ύπαρξη συνθηκών στρες στον αγρό.



**Εικόνα 2.2:** Φυτό σιταριού κατά το στάδιο του αδελφώματος

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι ο μεγάλος αριθμός αδελφιών αυξάνει την απόδοση αλλά έχει το μειονέκτημα της μη σύγχρονης ωρίμανσης .

1β - Περίοδος εαρινοποίησης

35ο-36ο, 1ο-7ο δεκαήμερο - 11 Δεκεμβρίου-10 Μαρτίου

Οι νέοι βλαστοί αναπτύσσονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα φύλλα σχηματίζουν τούφα κοντά στο έδαφος προστατεύοντας έτσι το αρχέφυτρο .Η σημασία του σταδίου αυτού που διαρκεί μέχρι 90 ημέρες έχει αναπτυχθεί στην προηγούμενη παράγραφο.

1γ - Καλάωμα

8ο-12ο δεκαήμερο - 11 Μαρτίου -30 Απριλίου

Η ανάπτυξη των στελεχών επιταχύνεται την άνοιξη με την άνοδο της θερμοκρασίας. Η επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων γίνεται γρήγορα και στο ύψος των 20-30 cm, (εικόνα 2.3) ανάλογα με την ποικιλία, εμφανίζεται ο πρώτος κόμβος. Το στάδιο αυτό διαρκεί 40-50 ημέρες.



**Εικόνα 2.3:** Φυτό σιταριού κατά το στάδιο του καλαμώματος .

Στάδιο 2 - Ανθικό

13ο-14ο δεκαήμερο - 1-20 Μαΐου

Ονομάζεται ξεστάχιασμα γιατί ο στάχυς, ακολουθώντας την ανάπτυξη του στελέχους μεγαλώνει και προωθείται διαρκώς προς την κορυφή για να εμφανιστεί από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Κατά το στάδιο αυτό (εικόνα 2.4), που αποτελεί και την κριτική περίοδο του φυτού, ο ρυθμός αύξησης γίνεται πολύ έντονος και το φυτό παρουσιάζει τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό κυρίως και θρεπτικές ουσίες . Αν οι ανθήρες είναι κίτρινοι ή γκρι και όχι τόσο πράσινοι αυτό είναι ένα σημάδι ότι η άνθηση έχει ολοκληρωθεί (Τζανετοπούλου, 1998). Οι σπόροι του στάχου μπορεί να διαφέρουν σε μέγεθος από την άνθηση και διατηρούν αυτή τη διαφορά μέχρι την ωρίμανση. Το στάδιο αυτό διαρκεί 15-20 ημέρες.



**Εικόνα 2.4:** Φυτό σιταριού κατά το ανθικό στάδιο

### Στάδιο 3 - Ωρίμανση

15ο-17ο δεκαήμερο - 21 Μαΐου - 20 Ιουνίου

Διαρκεί 30-35 ημέρες (εικόνα 2.5). Κατά το στάδιο αυτό παρατηρείται μεταφορά οργανικών ουσιών από τα άλλα μέρη του φυτού στους στάχεις. Ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης διακρίνουμε τα εξής υποστάδια: γάλατος (μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό), κηρού (δεν υπάρχει καθόλου χλωροφύλλη), σκληρού σπόρου (πεθαίνουν και γίνονται εύθραυστα τα άλλα φυτικά μέρη), υπερώριμου σπόρου (εύθραυστος σπόρος) (Τζανετοπούλου, 1998). Οι κακές κλιματικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης του σπόρου μπορούν να μειώσουν το βάρος του και συνεπώς και τη παραγωγή. Κατά κανόνα όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα των κακών καιρικών συνθηκών και όσο νωρίτερα συμβούν τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η απώλεια στη παραγωγή. Οι σπόροι πριν στεγνώσουν είναι ώριμοι αλλά δεν είναι έτοιμοι για αποθήκευση. Στο τέλος του σταδίου ωρίμανσης το σιτάρι είναι έτοιμο για θερισμό (Δαναλάτος, 2005).





**Εικόνα 2.5:** Φυτό σιταριού κατά το στάδιο της ωρίμανσης.

Στάδιο 4 - Συγκομιδή

18ο δεκαήμερο - 21-30 Ιουνίου

Η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο του κηρού (εικόνα 2.6). Πρέπει το ποσοστό υγρασίας του σπόρου να έχει πέσει κάτω από 25-30%.

Πρέπει εδώ να επισημανθεί, όσο αφορά τον παραπάνω χρονολογικό προσδιορισμό των φαινολογικών σταδίων του σιταριού, ότι αποτελεί μόνο ένα πολύ γενικό και όχι ακριβές περίγραμμα. Η εμφάνιση ενός συγκεκριμένου φαινολογικού σταδίου είναι ένα γεγονός που παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα, όσον αφορά το χρόνο εμφάνισης του και τη διάρκεια του, όχι μόνο σε σχέση με την καλλιεργητική περίοδο αλλά και σε στενά τοπικά πλαίσια.



**Εικόνα 2.6:** Σύγχρονη συγκομιδή σιταριού με κομπίνα

Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο εμφάνισης ενός φαινολογικού σταδίου αναφέρονται παρακάτω:

- η ποικιλία του φυτού ,
  - το γεωγραφικό πλάτος ,
  - το μικροκλίμα κάθε περιοχής ,
  - το έδαφος ,
  - οι καλλιεργητικές φροντίδες (εποχή σποράς, αποστάσεις σποράς, λίπανση, άρδευση)
- ακραία και μη προβλέψιμα καιρικά φαινόμενα (ασυνήθιστα μεγάλη διάρκεια χαμηλότερων ή υψηλότερων από το μέσο όρο θερμοκρασιών, παγετός, χαλαζόπτωση, ξηρασία κλπ).

Οι εικόνες 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 και 2.6 προήλθαν από την παρακάτω διεύθυνση του διαδικτίου ([http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/growth\\_wheat.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/growth_wheat.htm), 2009).

## ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΕΚΑΗΜΕΡΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ
0° ΣΤΑΔΙΟ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΠΟΡΑ -> ΦΥΤΡΩΜΑ	32ο : 11-20 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ
1° ΣΤΑΔΙΟ-ΒΛΑΣΤΙΚΟ	1α ΦΥΤΡΩΜΑ->ΑΔΕΛΦΩΜΑ	33ο-34ο : 21 ΝΟΕΜ-10 ΔΕΚΕΜ
	1β ΛΗΘΑΡΓΟΣ-ΕΑΡΙΝΟΠΟΙΗΣΗ	35ο- 7ο : 11 ΔΕΚΕΜ-10 ΜΑΡΤ
	1γ ΚΑΛΑΜΩΜΑ->ΞΕΣΤΑΧΥΑΣΜΑ	8ο-12ο : 11 ΜΑΡΤ-30 ΑΠΡΙΛ
2° ΣΤΑΔΙΟ - ΑΝΘΗΣΗ		13ο-14ο : 1-20 ΜΑΙΟΥ
3° ΣΤΑΔΙΟ - ΩΡΙΜΑΝΣΗ		15ο-17ο : 21 ΜΑΙΟΥ- 20 ΙΟΥΝ
4° ΣΤΑΔΙΟ -ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ		18ο : 21-30 ΙΟΥΝΙΟΥ

Στον παραπάνω πίνακα αναγράφονται τα στάδια καθώς και τα δεκαήμερα του έτους που αντιστοιχούν στο καθένα για βλαστική περίοδο 230 ημερών, από 11 Νοεμβρίου ως 30 Ιουνίου.

### 2.7 Εχθροί και ασθένειες

#### 2.7.1 Έντομα εδάφους

Τα σπουδαιότερα έντομα εδάφους είναι οι σιδηροσκώληκες, ο ζάβρος και οι αγρότιδες. Μερικές φορές προκαλούν ζημιές οι προνύμφες και ορισμένα ακμαία κολεόπτερα της οικ. *Scarabaeidae*, καθώς και οι προνύμφες του δίπτερου *Tipula oleracea*. Τα έντομα αυτά μπορούν να προσβάλλουν τους σπόρους κατά το φύτεμα καθώς και τα νεαρά φυτά (συνήθως στο λαιμό) ή τις ρίζες και ορισμένα από αυτά τα στελέχη και τα φύλλα. Τα ακμαία του ζάβρου προσβάλλουν τους σπόρους ακόμα και μετά το θερισμό.

Η αμειψισπορά με βίκο, τριφύλλι, αραχίδα, βρώμη κ.α. περιορίζει τον πληθυσμό των σιδηροσκωλήκων. Η βρώμη παρεμβάλλεται και στις περιπτώσεις προσβολής από Ζάβρο. Για το δίπτερο *Tipula oleracea* συνιστάται αποστράγγιση και καλή κατεργασία του χωραφιού.



Επίσης χρησιμοποιούνται διάφορα εντομοκτόνα. Αυτά σε σκόνη ή υδατικό διάλυμα ανακατεύονται με το σπόρο ή το έδαφος πριν από τη σπορά. Για τις αγρότιδες χρησιμοποιούνται επίσης πιτυρούχα δολώματα εμποτισμένα με εντομοκτόνα (Σφήκας, 1991).

### 2.7.2 Έντομα υπέργειου τμήματος

Τα δίπτερα χλώροπας (*Chlorops taeniopus*) και κηκιδόμυγα (*Phytophaga destructor*), το υμενόπτερο *Cephus pygmaeus* και το κολεόπτερο *Calamobious filum* προσβάλλουν το στέλεχος και μερικές φορές και τα σταχύδια των σιτηρών.

Τα μέτρα αντιμετώπισης του χλώροπα είναι το κάψιμο της καλαμιάς, η πρώιμη σπορά, πρώιμες ή ανθεκτικές ποικιλίες και φωσφορική λίπανση. Η κηκιδόμυγα περιορίζεται με όψιμη σπορά, παράχωμα της καλαμιάς μετά τη συγκομιδή και καταστροφή των αυτοφυών αγροστωδών φυτών που αναπτύσσονται στα σιταροχώραφα από τη συγκομιδή του σιταριού ως τη σπορά της επόμενης φυτείας. Για τον *Cephus* συνιστάται η αμειψισπορά με αραβόσιτο, βρώμη, λινάρι κ.ά., το παράχωμα της καλαμιάς και η πρώιμη σπορά. Επίσης μπορεί να περιορισθεί με τη διάδοση της αλωνιστικής, η οποία συνθλίβει τις προνύμφες που βρίσκονται στο καλάμι των σιτηρών.

Οι αφίδες, οι θρίπες και διάφορα ημίπτερα (βρωμούσες) της οικ. *Pentatomidae* προκαλούν ποσοτικές και ποιοτικές ζημιές. Ανθεκτικές ποικιλίες αναφέρονται μόνο για τους θρίπες. Τα σύγχρονα εντομοκτόνα είναι αποτελεσματικά αρκεί να συμφέρει η χρήση τους (σύγκριση ζημιών και κόστους εφαρμογής). Το ίδιο ισχύει και για τα διάφορα ορθόπτερα (ακρίδες), που συχνά προσβάλλουν τα σιτηρά.

Ο νηματώδης *Anguina tritici* προσβάλλει φύλλα και σπόρους του σιταριού. Καταπολεμάται με χρήση υγιούς σιτοσπόρου και αμειψισπορά με κριθάρι, βρώμη, αραβόσιτο κ.ά.

Ζημιές στο χωράφι κάνουν πολλές φορές τα πτηνά καθώς και διάφορα τρωκτικά, η αντιμετώπιση των οποίων είναι στην πράξη πολύ δύσκολη (Σφήκας, 1991).

### 2.7.3 Εχθροί των αποθηκευμένων σιτηρών

Τον καρπό των σιτηρών προσβάλλουν κυρίως το κολεόπτερο *Calandra granaria* και τα λεπιδόπτερα *Sitotroga cerealel*, *Plodia interpunctella* και *Tinea granella*, καθώς και μερικά άλλα έντομα (κολεόπτερα κυρίως). Για το περιορισμό τους συνιστώνται οι καθαρές αποθήκες και υποκαπνισμοί με διάφορα απολυμαντικά που δεν αφήνουν κατάλοιπα στον καρπό. Για τα μη φαγώσιμα (π.χ. σπόρος) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σκόνες με εντομοκτόνο δράση.

Στα αποθηκευμένα σιτηρά κάνουν συχνά ζημιές διάφορα τρωκτικά (ποντίκια) τα οποία αντιμετωπίζονται με παγίδες, δολώματα κλπ.

### 2.7.4 Μυκητολογικές ασθένειες

Τις μεγαλύτερες ζημιές προκαλούν οι σκωριάσεις και κατόπιν οι δαυλίτες και οι άνθρακες. Μικρότερη σημασία έχουν ορισμένοι άλλοι μύκητες.

Σκωριάσεις. Είναι μύκητες της τάξεως *Uredinales*, της κλάσεως των βασιδιομυκήτων. Οι σπουδαιότερες σκωριάσεις είναι οι ακόλουθες :

1) Ερυθρά ή μαύρη σκωρίαση ή σκωρίαση του στελέχους (stemrust). Οφείλεται στο μύκητα *Puccinia graminis*. Η ασθένεια ευνοείται με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία και μειωμένη ηλιοφάνεια. Καταπολεμάται με την καταστροφή των ξενιστών (βερβερίδες), τη χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών, καθώς και με ορισμένες καλλιεργητικές φροντίδες (αποστράγγιση, αραιά σπορά, πρώιμες ποικιλίες, φωσφορική λίπανση).

2) Κίτρινη σκωρίαση ή σκωρίαση των λεπύρων. Οφείλεται στο μύκητα *Puccinia glumarum*, που προσβάλλει όλα τα χειμερινά σιτηρά πλην της βρώμης. Διαχειμάζει σε αγροστώδη φυτά και ευνοείται από δροσερό θέρος και υγρό χειμώνα. Επειδή στις θερμοκρασίες άνω των 20°C δυσχεραίνεται η εξάπλωση της, δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα για την Ελλάδα. Ενώ αντιμετωπίζεται με ανθεκτικές ποικιλίες.

3) Καστανή σκωρίαση ή σκωρίαση των φύλλων. Ο μύκητας της σκωριάσεως αυτής είναι ο *Puccinia triticina*. Η δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών για το μύκητα αυτόν παρουσιάζει ακόμα καθυστέρηση.

Δαυλίτες και άνθρακες. Ανήκουν στα γένη *Tilletia* και *Ustilago* της τάξεως *Ustilaginales* της κλάσεως των βασιδιομυκήτων.

1) *Tilletia*. Κυρίως τα είδη *Tilletia tritici* και *Tilletia levis* προκαλούν το δαυλίτη ή τερηδόνα, ιδίως στο σιτάρι. Η μόλυνση γίνεται από το φύτρωμα, ενώ ασθένεια εκδηλώνεται μετά το ξεστάχασμα με ζημιές στους στάχεις και πλήρη καταστροφή των σπόρων. Για την αντιμετώπιση του δαυλίτη γίνεται πάντοτε απολύμανση του σπόρου με μυκητοκτόνα. Βοηθητικά μέτρα είναι η αμειψισπορά, η καταστροφή των αυτοφυών σιτηρών πριν τη σπορά και ανθεκτικές ποικιλίες.

2) *Ustilago*. Σπουδαιότερος είναι ο *Ustilago tritici*, που εκτός από το σιτάρι προσβάλλει τη σίκαλη και το κριθάρι, και ονομάζεται άνθρακας ή γυμνός δαυλίτης. Με την εξουδετέρωση του κοινού δαυλίτη (με απολύμανση του σπόρου) άρχισε να γίνεται επικίνδυνος. Ο άνθρακας καταστρέφει ολόκληρο το στάχυ, ώστε τελικά απομένει η ράχη γυμνή.

Επειδή ο μύκητας βρίσκεται μέσα στο σπόρο (όχι στην επιφάνεια όπως στους δαυλίτες) η απολύμανση δεν είναι αποτελεσματική. Ο μύκητας σκοτώνεται με υδρόλουτρο του σπόρου σε θερμοκρασία 52-54°C επί 10', αλλά είναι δύσκολο στην εφαρμογή και παρουσιάζει ορισμένους κινδύνους. Γι' αυτό το πιο αποτελεσματικό και πρακτικό μέσο που απομένει είναι η αντοχή των ποικιλιών.

Άλλοι μύκητες με μικρότερη σημασία είναι οι ακόλουθοι:

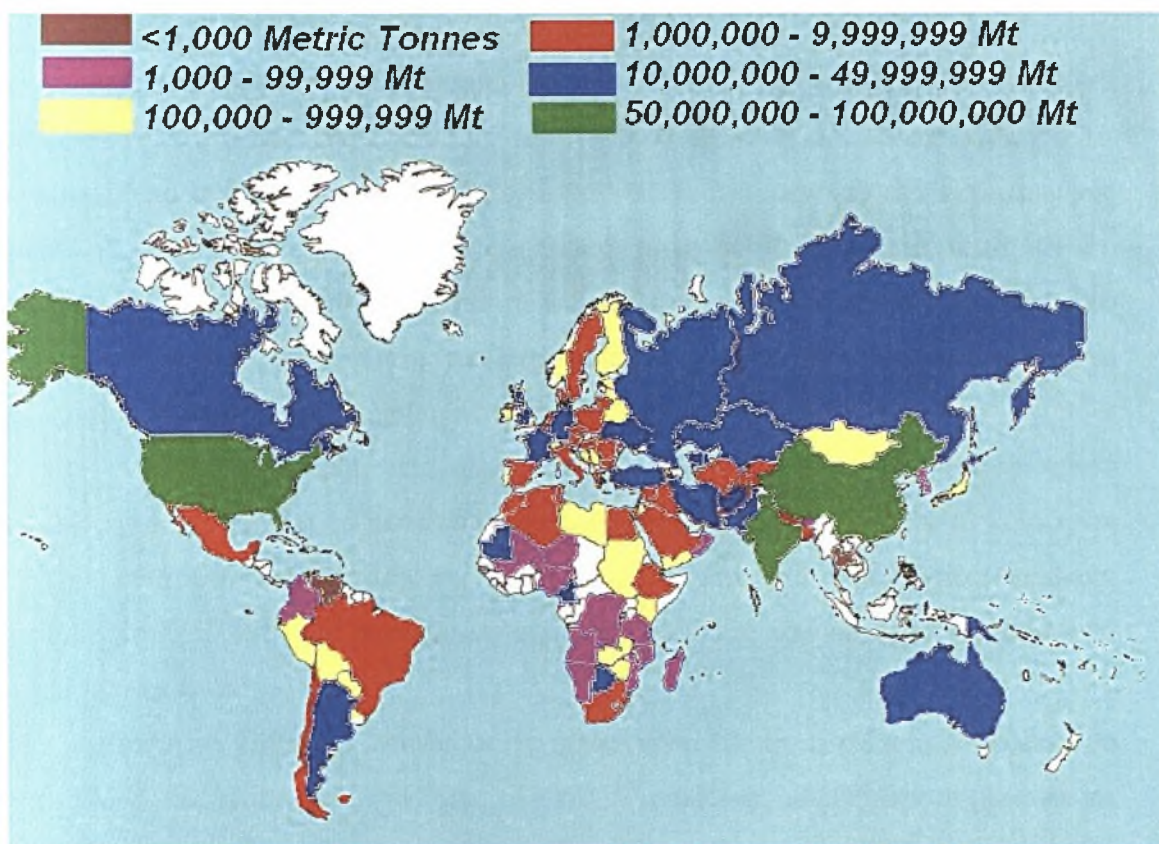
1) *Ophiobolus graminis*. Είναι ασκομύκητας της οικογένειας *Mycosphaerellaceae* και προσβάλλει το σιτάρι, κριθάρι και σίκαλη. Είναι μύκητας του εδάφους και προκαλεί ζημιές στη βάση του φυτού, ιδίως με συνθήκες υψηλής υγρασίας και σε εδάφη αλκαλικά, πτωχά σε P και K. Συνιστάται η αμειψισπορά (με ψυχανθή, βρώμη, καλαμπόκι κ.α.), λίπανση με P και K, κάψιμο της καλαμιάς και ανθεκτικές ποικιλίες.

2) Ωίδιο. Προκαλείται από τον ασκομύκητα *Erysiphe graminis*, ο οποίος έχει ιδιαίτερες φυλές για το κάθε γένος των χειμερινών σιτηρών. Συνιστώμενα μέτρα αντιμετώπισης είναι η αμειψισπορά, η αποστράγγιση των χωραφιών (περιορισμός υγρασίας), κάψιμο της καλαμιάς και οι ανθεκτικές ποικιλίες. Τα θειούχα σκευάσματα είναι αποτελεσματικά αλλά δεν συμφέρει η χρήση τους.

3) Ελμινθοσπόριο. Μύκητες της οικογένειας *Dematiaceae* (ατελείς μύκητες), όπως ο *Helmionthosporium sativum* που προσβάλλει το σιτάρι και το κριθάρι και προκαλεί σηψιριζίες στα νεαρά φυτά ή καστανές κηλίδες στα φύλλα. Ο παραπάνω μύκητας αντιμετωπίζεται με αμειψισπορά, κατεργασία του εδάφους για αποικοδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων, απολύμανση του σπόρου και ανθεκτικές ποικιλίες (Σφήκας, 1991).

## 2.8 Παγκόσμια παραγωγή σιταριού

Τα χειμερινά σιτηρά καλλιεργούνται κάθε χρόνο παγκοσμίως σε έκταση μεγαλύτερη από 2.900 εκατομμύρια στρέμματα σε πάνω από 120 χώρες. Το σιτάρι και το κριθάρι κυριαρχούν τόσο στο ύψος της παραγωγής όσο και στη καλλιεργούμενη έκταση. Τα σιτηρά καλλιεργούνται σε περιοχές με ποικίλα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά. Η πλειονηφία των σιτηρών βρίσκεται στις πεδιάδες ή σε λοφώδεις περιοχές με κλίσεις που κυμαίνονται από ήπιες (κλίση 2-6%) έως πολύ απότομες (κλίση 35%). Το σιτάρι είναι μια από τις κυριότερες δυναμικές καλλιέργειες στον κόσμο και βρίσκει ευρεία εφαρμογή παγκοσμίως, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες (Δαναλάτος, 2005).



Εικόνα 2.7: Χάρτης που δείχνει την παγκόσμια παραγωγή του σκληρού σιταριού ανά χώρα το 2005. (<http://www.gramene.org>, 2009)

Συγκεκριμένα για το σιτάρι, την περίοδο 2004-2005 (εικόνα 2.7) καλλιεργήθηκαν συνολικά 2.158 εκατομμύρια στρέμματα και η παραγωγή ξεπέρασε τους 627.131.000 τόνους, καλύπτοντας το 75% της παγκόσμιας παραγωγής των



χειμερινών σιτηρών. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής σιταριού προήρθε κυρίως από Ασιατικά και Ευρωπαϊκά κράτη. Η Κίνα αποδείχτηκε η πλέον παραγωγική χώρα με 91.330.000 τόνους και ακολούθησαν η Ινδία με 72.060.000 και οι Η.Π.Α. με 58.738.000 τόνους. Τα περισσότερα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μολονότι καλλιέργησαν περιορισμένες εκτάσεις, παρουσίασαν τις υψηλότερες στρεμματικές αποδόσεις που έφτασαν τα 817 κιλά ανά στρέμμα στην Γερμανία και τα 758 κιλά ανά στρέμμα στη Γαλλία.

Σε παγκόσμια κλίμακα την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 παρήχθησαν 627.131 χιλιάδες τόνοι σιταριού που προήλθαν από 2.158 εκατομμύρια στρέμματα. ενώ η μέση απόδοση ήταν 291 κιλά/στρέμμα. (<http://www.gramene.org>)

## **2.9 Παραγωγή και σημασία σιταριού στην Ελλάδα**

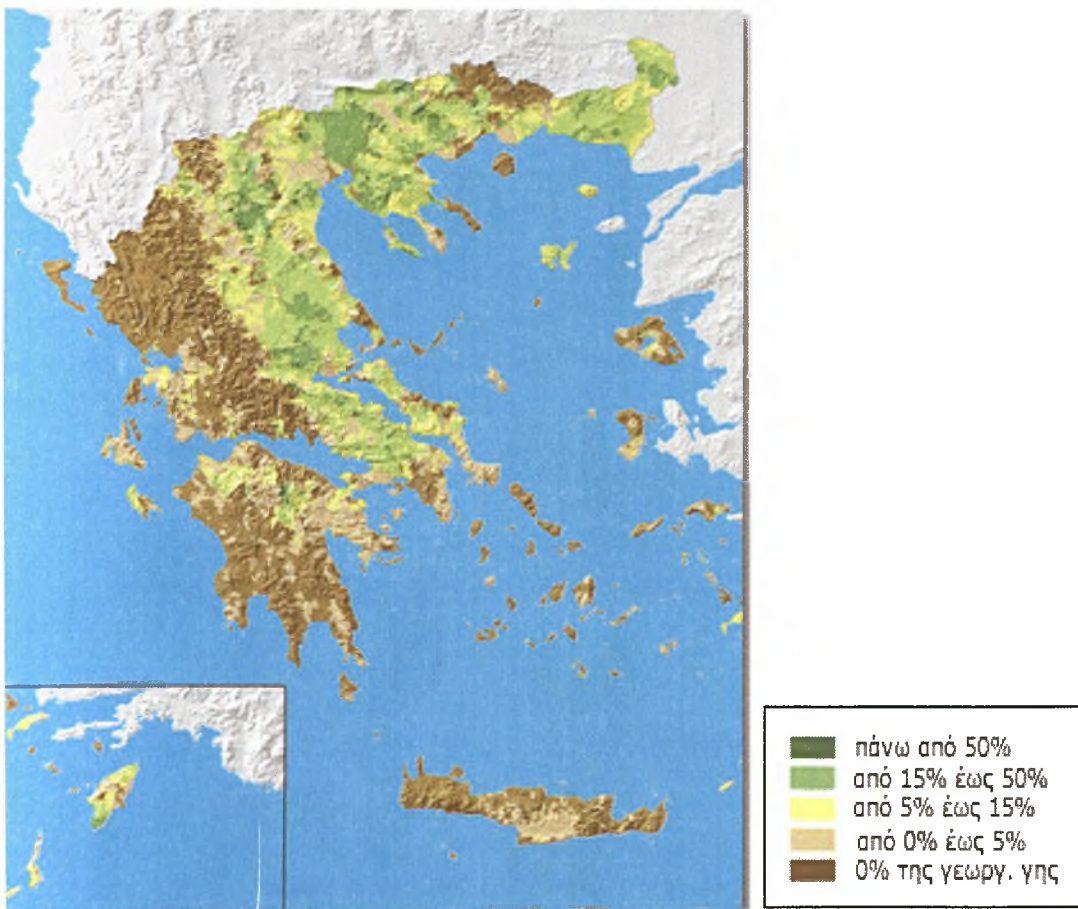
Το σιτάρι αποτελούσε πάντα την κυριότερη μεγάλη καλλιέργεια στη χώρα μας. Κατά τις αρχές της δεκαετίας του 1960 η σιτοκαλλιέργεια απασχόλησε 12 εκατομμύρια στρέμματα, που αντιστοιχεί στο 43,7% τού συνόλου των εκτάσεων της μεγάλης καλλιέργειας. Όμως αφότου επιτεύχθηκε η πολυπόθητη σιτάρκεια (1957), στόχος της αγροτικής πολιτικής ήταν η μείωση των εκτάσεων που καταλαμβάνει το σιτάρι με παράλληλη αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων και προπαντός τη βελτίωση ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

Μέχρι την ένταξη της χώρας στην Ε.Ε. (1981) η έκταση του σιταριού μειώθηκε σε κάτω από 10 εκατομμύρια στρέμματα από τα οποία μόνο το 20% ήταν σκληρό σιτάρι. Από την ένταξη της χώρας στην Ε.Ε. και μετά παρατηρείται δραστική μείωση του μαλακού με παράλληλη σημαντική αύξηση του σκληρού σταριού στα σημερινά επίπεδα.

Θα ήταν λάθος να ειπωθεί ότι το σιτάρι είναι ένα φυτό καλά προσαρμοσμένο στις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες. Αν και οι αποδόσεις αυξήθηκαν σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, η μέση στρεμματική απόδοση σήμερα υπολείπεται κατά πολύ των αντιστοίχων στην Κ. Ευρώπη. Στην Ολλανδία και Γερμανία για παράδειγμα, αποδόσεις πάνω από 800 κιλά/στρ είναι εφικτές ενώ στη χώρα μας, παρόλο που το δυναμικό παραγωγής αναφέρεται να φθάνει τα 950 κιλά/στρ.(Danalatos, 1993), αποδόσεις πάνω από 500 κιλά είναι αναμενόμενες μόνο σε ιδιαίτερα βροχερές χρονιές με δροσερή άνοιξη και σε βαθειά γόνιμα εδάφη. Όμως επειδή τα χειμερινά σιτηρά καλύπτουν κατά κανόνα κεκλιμένες εκτάσεις με αβαθή και μέτριας γονιμότητας

εδάφη, η μέση στρεμματική απόδοση είναι κάτω και από 300 κιλά/στρ., με μεγάλες διακυμάνσεις ανά χρονιά.

Ο κύριος όγκος της καλλιέργειας των σιτηρών συγκεντρώνεται στη Βορειοανατολική Ελλάδα (εικόνα 2.8). Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει τη Θράκη, τη Μακεδονία και τη Θεσσαλία και από γεωργική άποψη κατέχει ιδιαίτερη θέση ανάμεσα στις κλιματικές περιοχές της χώρας. Εδώ βρίσκονται οι μεγαλύτερες και ευφορότερες πεδιάδες, με καλές προϋποθέσεις άρδευσης και εντατικοποίησης των καλλιεργειών, ενώ το κλίμα διαφοροποιείται και από καθαρά Μεσογειακό τείνει προς το Ηπειρωτικό. Ιδιαίτερα στο εσωτερικό της Μακεδονίας και της Θράκης, παρόλο που και εδώ η ξηρή εποχή του έτους συμπίπτει με τη θερμή, οι βροχοπτώσεις τείνουν να κατανεμηθούν ομαλότερα κατά τη διάρκεια του έτους, οι βροχές δεν είναι ραγδαίες και μπορούν να διαρκέσουν επί μέρες, πράγμα πολύ σπάνιο για τη Νότια Ελλάδα (Υπουργείο Γεωργίας & Ινστιτούτο Σιτηρών, 1991).



**Εικόνα 2.8:** Χάρτης κλιμάκωσης της καλλιέργειας του σιταριού στην Ελλάδα (<http://minagric.gr>, 2009)

Η σημαντική αύξηση των αποδόσεων οφείλεται στην πλήρη μηχανοποίηση της κυρίως σε κάποιες άνομβρες ημέρες περί τα μέσα Νοεμβρίου όταν η θερμοκρασία αέρα είναι περί τους 10-12°C. Χρησιμοποιούνται περί τα 20-25 κιλά σπόρου, (8 κιλά πιστοποιημένου αξίας περί τις 0,38 ευρώ/κιλό και τα υπόλοιπα απλός σπόρος αξίας περί τις 0,17 ευρώ/κιλό το 2005). Η μέση στρεμματική απόδοση στη Θεσσαλία είναι περί τα 300-400 κιλά. Τόσο η σπορά όσο και η συγκομιδή είναι πλήρως μηχανοποιημένες. Στη Θεσσαλία υπάρχουν περί τις 1500 θεριζοαλωνιστικές μηχανές (Δαναλάτος, 2005).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία. Αναλυτικά, η παράγραφος 3.1 αναφέρεται στο ρόλο της Αγρομετεωρολογίας, στη μελέτη των φαινολογικών σταδίων των καλλιεργειών, γεωγραφικά και κλιματικά στοιχεία για τις υπό μελέτη περιοχές της Λάρισας, της Κοζάνης και της Αλεξανδρούπολης. Στην παράγραφο 3.2 αναλύονται οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες καθώς και ο τρόπος υπολογισμού τους, ενώ αναφέρονται και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης, στην παράγραφο 3.3 αναφέρονται οι δείκτες ανωμαλίας βροχόπτωσης, ενώ στην παράγραφο 3.4 αποτυπώνεται η βάση δεδομένων και στην 3.5 η μεθοδολογία αυτής της εργασίας.

#### 3.1 Ο ρόλος της αγρομετεωρολογίας

Η Μετεωρολογία είναι η επιστήμη που εξετάζει την ατμόσφαιρα και τα φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα σε αυτή. Η Αγρομετεωρολογία (Seeman et al, 1979; Todorov, 1982) και η Αγροκλιματολογία, ως επιμέρους κλάδος της, ασχολούνται με την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων της ατμόσφαιρας στους ζωντανούς οργανισμούς και ειδικότερα στις γεωργικές καλλιέργειες, στην κτηνοτροφία και στη δασική παραγωγή.

Σύμφωνα με την εναρκτήρια παράγραφο του WMO οδηγού της πρακτικής Αγρομετεωρολογίας: «η Αγρομετεωρολογία ενδιαφέρεται για την αλληλεπίδραση των μετεωρολογικών και υδρολογικών παραγόντων από τη μια και της γεωργίας με την ευρύτερη έννοια από την άλλη, συμπεριλαμβάνοντας την κηπουρική, κτηνοτροφία και δασοκομία. Το πεδίο δράσης της εκτείνεται από το στρώμα εδάφους του βαθύτερου φυτού και των ριζών του, μέσω του στρώματος αέρα κοντά στο έδαφος, όπου αναπτύσσονται οι σπόροι και τα δέντρα και ζούνε τα ζώα, μέχρι τα ανώτερα επίπεδα ενδιαφέροντος της αεροβιολογίας, με ιδιαίτερη έμφαση στη μεταφορά των σπόρων, της γύρης και των εντόμων»(Δαλέζιος, 2003; Φλώκας, 1982).

Εκτός από το κλίμα και τις τοπικές του διακυμάνσεις, η Αγρομετεωρολογία ασχολείται επίσης και με τις τεχνητές μεταβολές στο περιβάλλον (π.χ. ανεμοφράκτες,



άρδευση, θερμοκήπια κλπ), τις κλιματικές συνθήκες κατά την αποθήκευση είτε σε κλειστό χώρο είτε στον αγρό, τις περιβαλλοντικές συνθήκες στα καταφύγια των ζώων και στις φάρμες καθώς και με τις συνθήκες μεταφοράς γεωργικών προϊόντων μέσω ξηράς, θάλασσας και αέρα.

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της Αγρομετεωρολογίας όσον αφορά στη γεωργία, όπως είναι βέβαια προφανές, είναι η βελτιστοποίηση της παραγωγής. Προς την κατεύθυνση αυτή υπάρχουν δύο κυρίως προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Πρώτον, η προστασία από δυσμενείς παράγοντες ή η αποφυγή αυτών των παραγόντων παραγωγής όπως είναι τα ζιζάνια, οι ασθένειες, η μόλυνση του αέρα, του εδάφους, των φυτών και ζώων, καθώς και η διάβρωση του εδάφους, ο παγετός, οι πυρκαγιές κλπ.

Δεύτερον, η βελτίωση των τεχνικών που βασίζονται στη χρήση των μετεωρολογικών γνώσεων. Σε αυτές περιλαμβάνονται η άρδευση, προστασία από τον άνεμο και το κρύο, κάλυψη από τον υπερβολικό ήλιο, μέτρα εναντίον του παγετού συμπεριλαμβανομένης και της επιλογής της περιοχής, αντιδιαβρωτικά μέτρα, κάλυψη εδάφους, κάλυψη φυτών με χρήση πλαστικού, τεχνητά κλίματα σε δωμάτια αύξησης ή θερμαινόμενες κατασκευές, κλιματικός έλεγχος κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, ψεκασμοί φυτών, χρήση λιπασμάτων, αμειψισπορά και συστήματα διαχείρισης γης (Δαλέζιος, 2003).

Ένα ειδικότερο ενδιαφέρον της Αγρομετεωρολογίας είναι η μελέτη της επίδρασης των μετεωρολογικών φαινομένων στην εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων των φυτών (Hatfield and Thomson, 1992). Η φαινολογία σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε από το Διεθνές Οικολογικό Πρόγραμμα της UNESCO είναι: «η μελέτη της χρονικής εμφανίσεως των επαναλαμβανόμενων κάθε έτος βιολογικών γεγονότων, των αιτίων αυτής της εμφανίσεως αναφορικά με βιοτικές και αβιοτικές δυνάμεις και των αλληλένδετων σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στις φάσεις του ίδιου ή διαφορετικών ειδών». Η ευρύτερη χρησιμότητα των φαινολογικών μελετών έγκειται στην πληρέστερη κατανόηση των φαινομένων της ζωής, όπως αυτά εκδηλώνονται εποχιακά σε επίπεδο οργανισμού, πληθυσμού και οικοσυστήματος.

Στον όρο «αβιοτικές δυνάμεις» που αναφέρεται παραπάνω περιλαμβάνονται οι παράγοντες που αφορούν στην Αγρομετεωρολογία, όπως είναι (για τα χερσαία οικοσυστήματα) η θερμοκρασία και η βροχόπτωση καθώς και η εδαφική υγρασία και η φωτοπερίοδος. Οι παράγοντες αυτοί ελέγχουν κατά μεγάλο ποσοστό, όπως

αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.3, τις ορμόνες που επιδρούν ρυθμιστικά στην ανάπτυξη του φυτού. Είναι λοιπόν δυνατή και ζητούμενη από την Αγρομετεωρολογία η δημιουργία προτύπων που συσχετίζουν την εξέλιξη της ανάπτυξης του φυτού με τους παραπάνω παράγοντες .

Πολλά μοντέλα (Bussay, 1996; Dalezios et al, 1996; Kapetanaki, 1996; Maracchi, 1969; Montheith, 1977; Singh et al, 1991; Zorba, 1996) έχουν αναπτυχθεί για την εκτίμηση της επίδρασης του καιρού στην ανάπτυξη του φυτού και στο χρόνο ωρίμανσης του. Αυτά που έχουν ευρύτερη εφαρμογή περιλαμβάνουν την αλληλεπίδραση θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου και υποθέτουν μη γραμμική σχέση. Έχει αποδειχτεί ότι διαφορετικά είδη και ποικιλίες και διαφορετικά φαινολογικά στάδια κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού αντιδρούν διαφορετικά στη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο. Ένα μόνο μοντέλο με παραλλαγές σε ορισμένους χαρακτηριστικούς συντελεστές μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα φαινολογικά στάδια σε όλες τις ποικιλίες και είδη. Απαιτείται βεβαίως η βαθμονόμηση ενός τέτοιου μοντέλου.

Τα μοντέλα ανάπτυξης του φυτού - πρόβλεψης παραγωγής έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών στις γεωργικές δραστηριότητες. Μια από αυτές είναι η δυνατότητα πρόβλεψης ενός συγκεκριμένου βιολογικού φαινομένου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ή η εκτίμηση της παραγωγή των καλλιεργειών. Αυτό είναι πολύ σημαντικό διότι κάποιες γεωργικές δραστηριότητες συχνά απαιτούν αξιόπιστες πληροφορίες για τις ημερομηνίες συγκεκριμένων σταδίων στην ανάπτυξη του φυτού. Μια έγκαιρη πρόγνωση για το χρόνο ωρίμανσης πολλών καρπών έχει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα. Παρέχει το χρονικό περιθώριο για την οργάνωση της συγκομιδής, συσκευασίας και μεταφοράς του προϊόντος όπως και για ρύθμιση της συγκομιδής ώστε να συμπίπτει με τις ανάγκες της αγοράς. Σε πειραματικές εργασίες είναι απαραίτητη η καλή γνώση και κατανόηση της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων στην αύξηση και ανάπτυξη του φυτού. Πληροφορίες για το ρυθμό ανάπτυξης και τις ημερομηνίες διαφόρων φαινολογικών σταδίων είναι χρήσιμες ως αρχικά δεδομένα για μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε συστήματα παρατήρησης και ελέγχου της παραγωγής (Robertson, 1983).

Οι περιοχές που επιλέχθηκαν για να μελετηθούν είναι η περιοχή της Λάρισας, της Κοζάνης και της Αλεξανδρούπολης. Αρχικά, έγινε επιλογή περιοχών της Ελλάδας όπου καλλιεργείται συστηματικά σκληρό σιτάρι. Στην συνέχεια ωστόσο από αυτές τις περιοχές επιλέχθηκαν οι τρεις παραπάνω, γιατί ήταν οι μόνες για τις οποίες υπήρχαν

ασφαλή και έγκυρα στοιχεία βροχόπτωσης και παραγωγής της καλλιέργειας σιταριού. Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης αναφέρονται παρακάτω.

Νομός Λάρισας (Λάρισα): Η έκταση του νομού ανέρχεται σε 5.390 τ.χιλ. Η έκταση αυτή αντιπροσωπεύει το 38,3% της Θεσσαλίας και το 4 % της χώρας, η δε μορφολογική κατανομή της είναι: πεδινή 47,1 %, ημιορεινή 25,4 % και ορεινή 27,5 %.

Ο πρωτογενής τομέας αποτελεί βασική παραγωγική δραστηριότητα και χαρακτηρίζεται από το χαμηλό ποσοστό αγρανάπαυσης και την κυριαρχία των αροτριάων καλλιεργειών, κυρίως σιτηρά, καπνό και βαμβάκι. Συγκεκριμένα οι τρεις αυτές καλλιέργειες καλύπτουν το 80% των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Ο νομός Λάρισας διαθέτει πλούσιους φυσικούς πόρους, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι: το πεδινό έδαφος, η μορφολογία του οποίου χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μεγάλων πεδινών τμημάτων και κατά δεύτερον το υδάτινο δυναμικό το οποίο περιλαμβάνει τόσο τα υπόγεια όσο και τα επιφανειακά νερά. Ωστόσο το υδάτινο δυναμικό του νομού τα τελευταία χρόνια αποδεικνύεται πλέον ανεπαρκές για την κάλυψη των αναγκών, κυρίως του αγροτικού τομέα. Το υδάτινο έλλειμμα οφείλεται στην κακή διαχείριση των πόρων για άρδευση κυρίως με άντληση των υπογείων υδάτων. Επιπλέον τα υδάτινα οικοσυστήματα (ιδίως οι ποταμοί) αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων, αλλά και ανεξέλεγκτης ρίψης αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. (<http://www.larissa.gr>)

Νομός Κοζάνης (Κοζάνη): Ο νομός Κοζάνης αποτελεί τμήμα της Δυτικής Μακεδονίας. Οι βασικότερες καλλιέργειες στο νομό Κοζάνης είναι σιτηρά, ζαχαρότευτλα, πατάτα, καπνός, κρόκος, μήλα και ροδάκινα. Το υπέδαφος του νομού Κοζάνης είναι αρκετά πλούσιο καθώς περιέχει λιγνίτη σε τεράστιες ποσότητες, ξυλίτη, αμίαντο, χρωμίτη και ποικιλία κοιτασμάτων μαρμάρου.

Νομός Έβρου (Αλεξανδρούπολη): Ο Νομός Έβρου, το πιο ακριτικό σημείο της Ελληνικής Επικράτειας, είναι ο μεγαλύτερος σε έκταση νομός της Θράκης. Το έδαφος του νομού είναι στη μεγαλύτερή του έκταση πεδινό. Στο σύνολο της έκτασής του τα 2.578 τετραγωνικά χιλιόμετρα είναι πεδινή έκταση, τα 1.240 ημιορεινή και τα 424 ορεινή. Το βόρειο τμήμα του νομού είναι μια μεγάλη πεδιάδα της Ορεστιάδας και του Διδυμοτείχου. Μεγάλη πεδιάδα σχηματίζεται επίσης κατά μήκος του Έβρου, που όσο πλησιάζουμε προς το Δέλτα πλαταίνει. Η πεδιάδα αυτή συνεχίζεται και μετά την Αλεξανδρούπολη. Οι πεδιάδες αυτές είναι πολύ εύφορες.

Το κλίμα του νομού είναι μικτό. Το νότιο τμήμα, που δέχεται την ευεργετική επίδραση της θάλασσας, έχει ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια. Το βόρειο έχει ηπειρωτικό, με κρύους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. (<http://gym-metalax.evr.sch.gr/evros>)

### 3.2 Αγρομετεωρολογικοί δείκτες

Μέσα από πειραματικά δεδομένα έχει πολλές φορές προκύψει το συμπέρασμα ότι οι βασικές αγρομετεωρολογικές παράμετροι σχετίζονται άμεσα με τα επιμέρους φαινολογικά στάδια διαφόρων καλλιεργειών. Οι παράμετροι αυτές εκτιμούνται από βασικά μετεωρολογικά στοιχεία, όπως θερμοκρασία και σχετική υγρασία ή βροχόπτωση. Παρακάτω αναλύονται τα κύρια χαρακτηριστικά των αγρομετεωρολογικών δεικτών που συσχετίζονται με την καλλιέργεια του σιταριού, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού τους (Glenday, 1995; Nuttonson, 1955; Wang, 1973).

#### 1. Αθροιστική βροχόπτωση (IT).

Ο δείκτης αυτός είναι πολύ κοινός στις αγρομετεωρολογικές εφαρμογές, διότι εκτιμά τα αποθέματα της εδαφικής υγρασίας και κρίνει την πορεία των καλλιεργειών και τα επιμέρους φαινολογικά στάδια τους. Αυτό συμβαίνει, διότι η βροχόπτωση αποτελεί μία από τις κρίσιμότερες παραμέτρους για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Υπολογίζεται, συνήθως, σε συσσωρευτικές τιμές ημέρας, δεκαημέρων, μηνών ή και ολοκλήρων υδρολογικών ετών για συγκεκριμένες περιοχές. Στην παρούσα εργασία υπολογίζεται από ωριαίες τιμές και συσσωρευτικά για κάθε μήνα και για τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

#### 2. Άθροισμα αριθμού ξηρών ημερών (Crop-dying day, c).

Ως άθροισμα αριθμού ξηρών ημερών ορίζεται ο αριθμός των ημερών κατά τις οποίες η ημερήσια βροχόπτωση είναι ίση ή κάτω από μια κρίσιμη τιμή κατωφλίου. Η τιμή του c ποικίλει, ωστόσο οι συνήθεις τιμές που ορίζονται από τους ερευνητές είναι 5mm ή 10mm.

### 3. Κοροπλήρωμα (Vapor Pressure Deficited).

Ως κοροπλήρωμα ορίζεται η διαφορά της πίεσης υδρατμών κορεσμού ( $e_s$ ) από την πραγματική πίεση υδρατμών ( $e$ ) και εκτιμάται από την πιο κάτω μαθηματική εξίσωση:

$$d = e - e_s = e_s (100 - RH) \quad (3.1)$$

όπου  $KH$  είναι η σχετική υγρασία του αέρα. Η παράμετρος  $e_s$  εκτιμάται από τη μέση ημερήσια θερμοκρασία ( $T$ ) και από την παρακάτω εμπειρική εξίσωση των Magnus-Tetens (όπου η πίεση εκφράζεται σε mb και η θερμοκρασία σε °C

$$e_s = 6,11 * 10^{(7,5 * T / 237,3 + T)} \quad (3.2)$$

Όπως είναι φανερό, η παράμετρος αυτή σχετίζεται άμεσα με τη σχετική υγρασία, 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 παράγων δύγρανση φύλλου είναι δυνατό να συσχετισθεί με εξάρσεις ασθενειών, οι οποίες είναι σαφές, ότι είναι δυνατό να επιδράσουν δυσμενώς στη φαινολογία και στην τελική παραγωγή Βιομάζας.

### 4. Φωτοθερμική μονάδα (Photothermal Unit, PTU).

Ως φωτοθερμική μονάδα ορίζεται το άθροισμα των γινομένων των ωρών της ημέρας επί τις θερμοκρασίες επάνω από μία τιμή κατωφλίου και περιγράφεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$PTU = \sum_{1}^{10} (T - T_c) * D \quad (3.3)$$

όπου  $T$  και  $T_c$  είναι η μέση και κρίσιμη θερμοκρασία, αντίστοιχα ενώ  $D$  είναι η διάρκεια της ημέρας σε ώρες. Στο άθροισμα λαμβάνονται υπόψη μόνο οι θετικές διαφορές  $T - T_c$ . Ο ρόλος της φωτοθερμικής μονάδας είναι σημαντικός για διάφορα φαινολογικά στάδια (φύτρωμα, ανθοφορία, καρποφορία) καθώς και για τη

γενικότερη ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου κάθε φυτού. Συνήθως η τιμή του  $T_c$  που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι  $10^{\circ}\text{C}$ .

5. Αποτελεσματική νυκτοθερμοκρασία (Nyctotemperature,  $T_n$ )

Η αποτελεσματική νυκτοθερμοκρασία δίδεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$T_n = T_{\min} + 1/4 (T_{\max} - T_{\min}) \quad (3.4)$$

Όπου  $T_{\max}$  είναι η μέγιστη ημερήσια και  $T_{\min}$  η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία σε  $^{\circ}\text{C}$ . Ο δείκτης υπολογίζεται ως μέσος όρος για κάθε δεκαήμερο και σταθμό. Όπως και στην πιο πάνω περίπτωση, μπορεί να ειπωθεί, ότι η παράμετρος αυτή αντικατοπτρίζει έμμεσα μία μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, όπου επικρατούν συνθήκες έλλειψης ή μειωμένης ηλιακής ακτινοβολίας.

6. Αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία (Phototemperature,  $T_p$ ).

Η αποτελεσματική φωτοθερμοκρασία δίδεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$T_p = T_{\max} - 1/4 (T_{\max} - T_{\min}) \quad (3.5)$$

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

7. Θερμική μονάδα ή ημερόβαθμοι (Heat Unit, Growing Degree Days, TT, HU)

Ως θερμική μονάδα ορίζεται η συσσωρευτική μέση θερμοκρασία εκείνων των ημερών, που έχουν μέση ημερήσια θερμοκρασία πάνω από μία κρίσιμη τιμή κατωφλίου ειδική για κάθε καλλιέργεια και περιγράφεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:



$$TT = \sum_{1}^{10} (T - T_c) \quad (3.6)$$

όπου T είναι η μέση ημερήσια θερμοκρασία σε °C και T<sub>c</sub> η κρίσιμη θερμοκρασία με συνήθεις τιμές 0, 5 και 10 °C. Εκτιμάται συνήθως για κάθε δεκαήμερο ξεχωριστά.

Επισημαίνεται, ότι η συγκεκριμένη παράμετρος είναι πολύ διαδεδομένη σε μελέτες συσχέτισης με φαινολογικά στοιχεία πολλών καλλιεργειών.

Ωστόσο, αποδείχθηκε με τη χρήση παραγόντων ανάλυσης ότι η αθροιστική βροχόπτωση είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην επίδραση της καλλιέργειας του σιταριού (Τζανετοπούλου, 1998; Wang, 1962). Γι' αυτό το λόγο η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη της επίδρασης της αθροιστικής βροχόπτωσης στην τελική απόδοση του σιταριού.

### 3.3. Δείκτες ανωμαλιών βροχόπτωσης

Ένας από τους πιο γνωστούς δείκτες τέτοιου τύπου είναι ο δείκτης υγρασίας του Foley (Foley Drought Index), του οποίου μια παραλλαγή χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία. Ο συγκεκριμένος δείκτης, συγκρίνει την επάρκεια της μηνιαίας βροχόπτωσης με τον μακροπρόθεσμο μέσο, ώστε σε περίπτωση ανεπάρκειας ύδατος να παράγει ένα γράφημα των αθροιστικών απωλειών. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται μόνο ως διαφορά των μηνιαίων τιμών από το μακροπρόθεσμο μέσο (ανωμαλία βροχόπτωσης). 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%.

Ένας άλλος πολύ σημαντικός δείκτης είναι ο RAI (Rainfall Anomaly Index), 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.

Τέλος ένας 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.

### 3.4 Βάση δεδομένων

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας, επιλέχθηκε ο μήνας ως χρονικό βήμα για την εκτίμηση της συσσωρευτικής επίδρασης της βροχόπτωσης στην απόδοση του σιταριού. Επίσης, έγινε έλεγχος και της επίδρασης της αθροιστικής βροχόπτωσης της βλαστικής περιόδου. Προτού αναπτυχθεί η ανάλυση των σταδίων, πρέπει να σημειωθεί ότι τα δεδομένα της βροχόπτωσης προήλθαν από μετεωρολογικούς σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) για τις περιοχές που προαναφέρθηκαν. Η βάση δεδομένων απαρτίζεται από ωριαίες τιμές βροχόπτωσης (mm) για τις τρεις περιοχές ενδιαφέροντος, ενώ η χρονική περίοδος που εξετάζεται είναι από το 1980 έως το 2006. Ωστόσο, για ευκολότερη και αποτελεσματικότερη ανάλυση πραγματοποιήθηκε μετατροπή αυτών σε μηνιαίες αθροιστικές. Έτσι ως χρονική μονάδα για τους υπολογισμούς επιλέχθηκε ο μήνας (30 ημέρες). Η αθροιστική βροχόπτωση προέκυψε από την πρόσθεση κάθε ημερήσιας τιμής βροχόπτωσης στην αμέσως επόμενη για όλη τη βλαστική περίοδο και για κάθε μήνα ξεχωριστά.

Τα στοιχεία της ετήσιας παραγωγής των παραπάνω περιοχών προήλθαν από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία και αφορούν την καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Η απόδοση της καλλιέργειας (Y) προήλθε από τη διαίρεση της παραγωγής του εκάστοτε νομού προς την εδαφική έκταση της καλλιέργειας σκληρού σιταριού κατά την ίδια βλαστική περίοδο. Η παραγωγή μετριέται σε τόνους (tn), ενώ η έκταση της καλλιεργήσιμης γης σε στρέμματα (strm). Τέλος, η απόδοση εκφράζεται σε κιλά ανά στρέμμα (kg/strm).

Η καλλιεργητική περίοδος του σιταριού, όπως αναφέρεται στην ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, τοποθετείται από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα τέλη Ιουνίου. Για τις ανάγκες της παρούσας πτυχιακής εργασίας, ορίστηκε πως η καλλιεργητική περίοδος ξεκινά με τη σπορά την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου και ολοκληρώνεται την 30<sup>η</sup> Ιουνίου με το θερισμό. Αξίζει να επισημανθεί ότι οι συγκεκριμένες ημερομηνίες δεν είναι απόλυτες και σταθερές για κάθε χρονιά για την συγκεκριμένη περιοχή καθώς αρκετοί παράγοντες, όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες, επηρεάζουν την έναρξη και τα διάφορα στάδια της καλλιεργητικής περιόδου.

### 3.5 Μεθοδολογία

Με το πέρασμα των χρόνων αναγνωρίζεται πως η διακύμανση στην απόδοση και το κέρδος από την γεωργική εκμετάλλευση της γης σχετίζεται με τη μεταβολή του κλίματος. Έχουν γίνει προσπάθειες ώστε να περιγραφεί με κάποια σχέση μέσω στατιστικής ανάλυσης, η συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της μηνιαίας βροχόπτωσης. Αρχικά αυτές οι αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν για να περιγράψουν τη σχέση μεταξύ της μεταβλητής απόδοσης, της παραγωγής και του κλίματος. Στη συνέχεια, μελετήθηκε η σχέση μεταξύ απόδοσης και βροχόπτωσης με χρήση πολλαπλών μεθόδων συσχέτισης. Ωστόσο, από το 1920 η ανάλυση της συσχέτισης και της παλινδρόμησης έχουν αναδειχθεί ως τα αποτελεσματικότερα εργαλεία στην έκφραση της σχέσης μεταξύ κλίματος και απόδοσης της καλλιέργειας. (Mavi and Tupper, 2004)

Στην παλινδρόμηση σε μια ορισμένη τιμή της μεταβλητής αντιστοιχεί μια κατανομή τιμών. Όταν δηλαδή υπάρχει στατιστική εξάρτηση ανάμεσα στις μεταβλητές γίνεται προσδιορισμός αυτής της εξάρτησης μιας τυχαίας μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή που μπορεί να είναι είτε καθοριστική είτε τυχαία. Αυτός ο προσδιορισμός γίνεται μέσω της παλινδρόμησης (Τζώρτζιος, 2002)

Η ανάλυση συσχέτισης χρησιμοποιείται κάθε φορά που ερευνάται το κατά πόσο υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες τυχαίες μεταβλητές και όχι για να μελετηθεί ο τρόπος εξάρτησης της μίας μεταβλητής από την άλλη. (Ψωινός 1989; Τζώρτζιος 2005)

Πριν αναπτυχθεί η μεθοδολογία της πτυχιακής εργασίας είναι σκόπιμο να αναφερθούν οι περιπτώσεις εκείνες στις οποίες συμβαίνει να υπάρχει ανάμεσα σε δύο ή περισσότερους παράγοντες ένα είδος συμμεταβολής ή συσχέτισης. Η έκφραση αυτής της σχέσης πραγματοποιείται με μαθηματικό τρόπο, δηλαδή με προσδιορισμό μιας εξίσωσης που δίνει το είδος της συμμεταβολής.

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

Η προτεινόμενη μεθοδολογία συνίσταται στα παρακάτω στάδια:

1. Έλεγχος της εξέλιξης της βροχόπτωσης σε σχέση με την απόδοση (Y) ανά μήνα και βλαστικής περιόδου για τη χρονοσειρά 1980-2006.

Σε αυτό το στάδιο δημιουργούνται γραφήματα τα οποία αποτυπώνουν την εξέλιξη των αποκλίσεων από το μακροπρόθεσμο μέσο όρο της αθροιστικής βροχόπτωσης βροχόπτωσης για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο και ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και την εξέλιξη των αποδόσεων. Με αυτή την ενέργεια αποτυπώνεται η θετική ή η αρνητική απόκλιση των τιμών από τη μέση κατάσταση και μπορεί να διαφανεί εάν υπάρχει ταύτιση σχετικά με τις αποκλίσεις της βροχόπτωσης και των αποδόσεων της καλλιέργειας. Η δημιουργία των γραφημάτων αποσκοπεί μόνο στην απεικόνιση κάποιας συμφωνίας μεταξύ της εξέλιξης της βροχόπτωσης και απόδοσης. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποκλίσεις από τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο στην ουσία ορίζουν την «ανωμαλία» βροχόπτωσης και τη «ανωμαλία» απόδοσης. Τέλος η χρήση των αποκλίσεων ή «ανωμαλιών» της αθροιστικής βροχόπτωσης και της απόδοσης συντελεί ώστε να εκτιμηθεί καλύτερα η σχέση βροχοπτώσεων και αποδόσεων.

2. Ανάλυση της συσχέτισης της αθροιστικής βροχόπτωσης των «κρίσιμων μηνών» καθώς και της βλαστικής περιόδου με την απόδοση.

Μετά την απεικόνιση της εξέλιξης της ανωμαλίας βροχόπτωσης και απόδοσης για τους μήνες που αναφέρθηκαν παρατηρούνται τα γραφήματα που δημιουργήθηκαν και αναλύεται η εξέλιξή τους. Με αυτό τον τρόπο εξάγονται τα πρώτα συμπεράσματα που βοηθούν στην πορεία αυτής της πτυχιακής εργασίας. Σε αυτό το στάδιο δηλαδή, απλά εκτιμάται η βροχόπτωση ποιου μήνα σχετίζεται περισσότερο με την απόδοση.

3. Εύρεση της κρίσιμης περιόδου, δηλαδή της περιόδου όπου η αθροιστική βροχόπτωση παρουσιάζει τον υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης με την απόδοση της καλλιέργειας.

Για την ανάλυση επιλέχθηκαν για τη χρονική περίοδο 1980-2006 η μηνιαία αθροιστική βροχόπτωση του Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου, η αθροιστική βροχόπτωση της βλαστικής περιόδου και οι αντίστοιχες αποδόσεις αυτών των ετών. Στη συνέχεια, από τα δεδομένα «εισήχθησαν» στο στατιστικό πρόγραμμα Statistica για να ελεγχθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης και των αποδόσεων της καλλιέργειας. Δηλαδή σε αυτό το στάδιο διαπιστώνεται, μέσω πινάκων που δημιουργήθηκαν από το στατιστικό

πρόγραμμα Statistica, η βροχόπτωση ποιου μηνός έχει το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης (R) με την απόδοση. Το διάστημα εμπιστοσύνης που επιλέχθηκε είναι 0,95 ή 95%, το οποίο σημαίνει ότι η σημαντικότητα πρέπει να είναι μικρότερη του 0,05, ενώ για την εύρεση του κατωφλίου πάνω από το οποίο ο R είναι στατιστικώς σημαντικός χρησιμοποιείται το κριτήριο του Pearson.

#### 4. Δημιουργία μοντέλου για εκτίμηση της παραγωγής.

Όπως προαναφέρθηκε ο στόχος δεν είναι απλά να βρεθεί ποιος μήνας σχετίζεται περισσότερο με την απόδοση, αλλά η περιγραφή αυτής της συσχέτισης με κάποια μαθηματική σχέση, σύμφωνα με την οποία θα μπορεί να εκτιμηθεί μια μελλοντική απόδοση. Αφού λοιπόν βρεθεί ο «κρίσιμος» μήνας που παρουσιάζει τον υψηλότερο R σε σχέση με την απόδοση του σιταριού με τη χρήση ανάλυσης παλινδρόμησης, υπολογίζεται η γραμμική εξίσωση που χρησιμοποιείται για πρόγνωση. Για την ανάπτυξη του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την περίοδο 1980-2003, ενώ η περίοδος 2004-2006 χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της ακρίβειας εκτίμησης του γραμμικού μοντέλου.

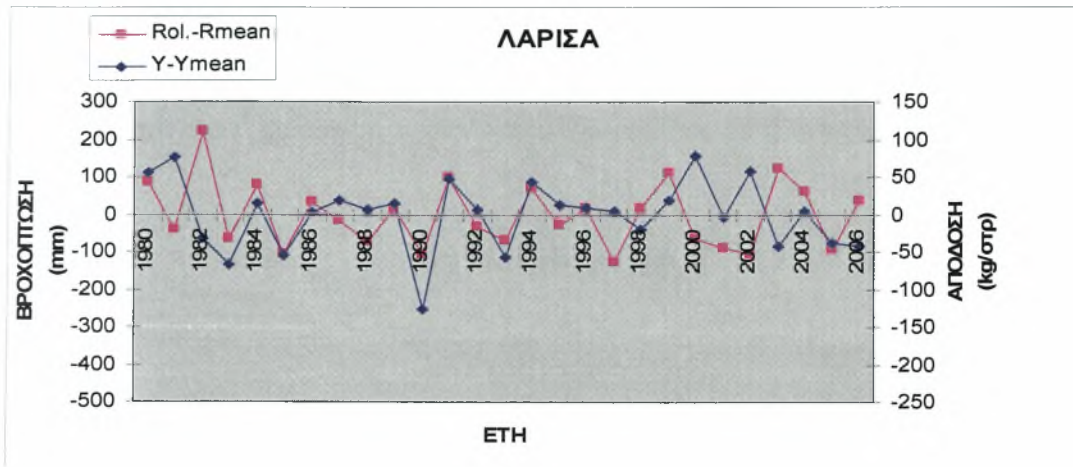
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

#### 4.1 Ανάλυση

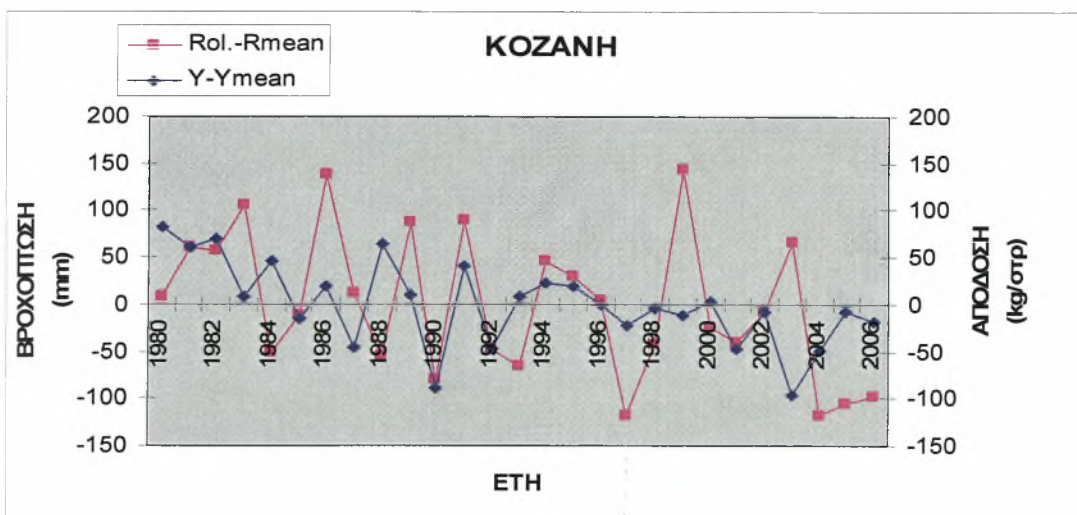
Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο τα μεθοδολογικά βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τέσσερα. Αρχικά, ελέγχθηκε η εξέλιξη της βροχόπτωσης ( $R$ ) σε σχέση με την απόδοση ( $Y$ ) ανά μήνα και βλαστική περίοδο για το χρονικό εύρος από το 1980 έως το 2006, στις περιοχές της Λάρισας, της Κοζάνης και της Αλεξανδρούπολης. Στη συνέχεια, αναλύθηκε η εξέλιξη της ανωμαλίας βροχόπτωσης ( $R_{oi}-R_{mean}$ ), εκφρασμένη σε mm και των αποκλίσεων των ετησίων αποδόσεων από τη μέση απόδοση ( $Y_{oi}-Y_{mean}$ ), εκφρασμένη σε kg/στρ., για την υπό εξέταση χρονοσειρά. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η πιθανότητα σφάλματος, καθώς εκτιμάται καλύτερα η συμφωνία μεταξύ βροχόπτωσης και απόδοσης της καλλιέργειας σε σχέση με την απόκλιση από το μέσο όρο των τιμών των δύο μεταβλητών. Έτσι ελέγχεται η συμπεριφορά και η εξέλιξη των αποκλίσεων της βροχόπτωσης και της απόδοσης για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο και την αθροιστική βροχόπτωση της βλαστικής περιόδου. Μια πρώτη παρατήρηση έγινε μέσω γραφημάτων που δημιουργήθηκαν μέσω του προγράμματος Excel. Από τα γραφήματα αυτά παρατηρείται η εξέλιξη της απόδοσης και της αθροιστικής βροχόπτωσης των «κρίσιμων» μηνών αλλά και της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου. Παρακάτω παρατίθενται γραφήματα που δείχνουν την εξέλιξη της απόδοσης του σκληρού σιταριού σε σχέση με την αθροιστική βροχόπτωση των περιόδων που προαναφέρθηκαν για την περιοχή της Λάρισας, της Κοζάνης και της Αλεξανδρούπολης για το χρονικό εύρος 1980-2006.





**Σχήμα 4.1:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.

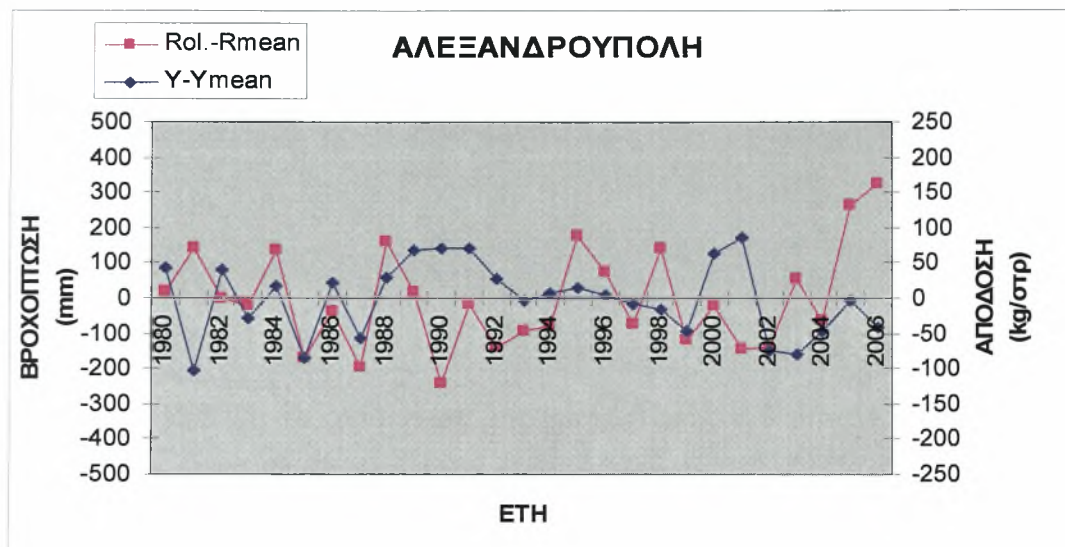
Στο γράφημα για την περιοχή της Λάρισας (σχήμα 4.1), παρατηρείται συμφωνία μεταξύ των αποκλίσεων από το μακροπρόθεσμο μέσο όρο της ολικής βροχόπτωσης και της απόδοσης για την περίοδο 1983-1987 και 1990-1997. Ωστόσο υπάρχουν και πολλά έτη όπου η εξέλιξη της απόδοσης είναι αντίθετη με αυτή της αθροιστικής βροχόπτωσης. Τέτοιες περιόδους είναι τα έτη 1980-1983 και 2000-2003. Σε αυτές τις περιόδους η βροχόπτωση μπορεί να είναι αρκετά υψηλή ενώ η απόδοση αρκετά χαμηλή ή και το αντίστροφο.



**Σχήμα 4.2:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.

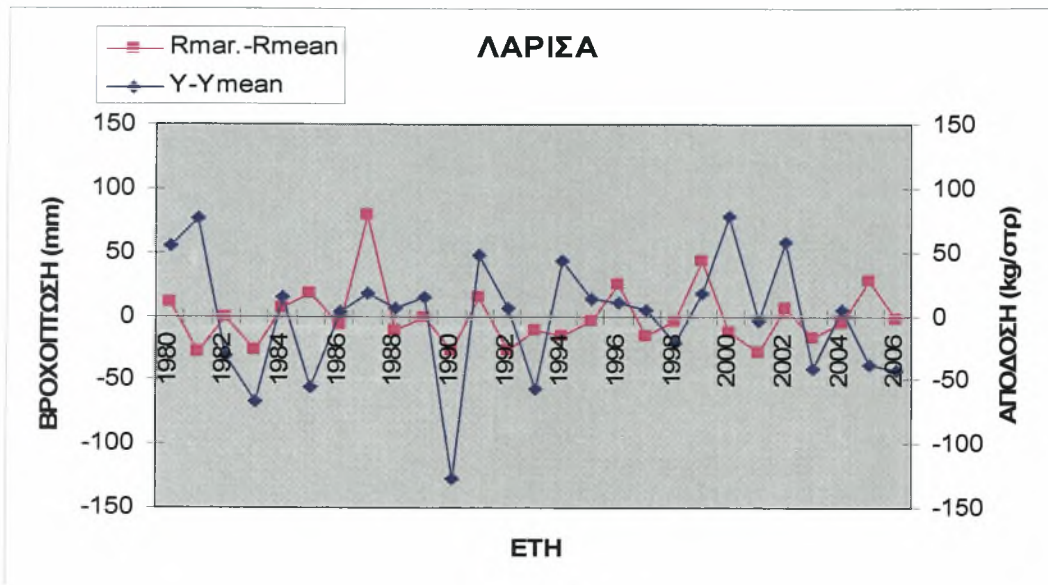


Από το σχήμα 4.2 για την περιοχή της Κοζάνης, φαίνεται πως δεν υπάρχει κάποια συμφωνία μεταξύ της απόκλισης της απόδοσης και της απόκλισης της ολικής βροχόπτωσης, με εξαίρεση τις περιόδους 1985-1987 και 1989-1992.

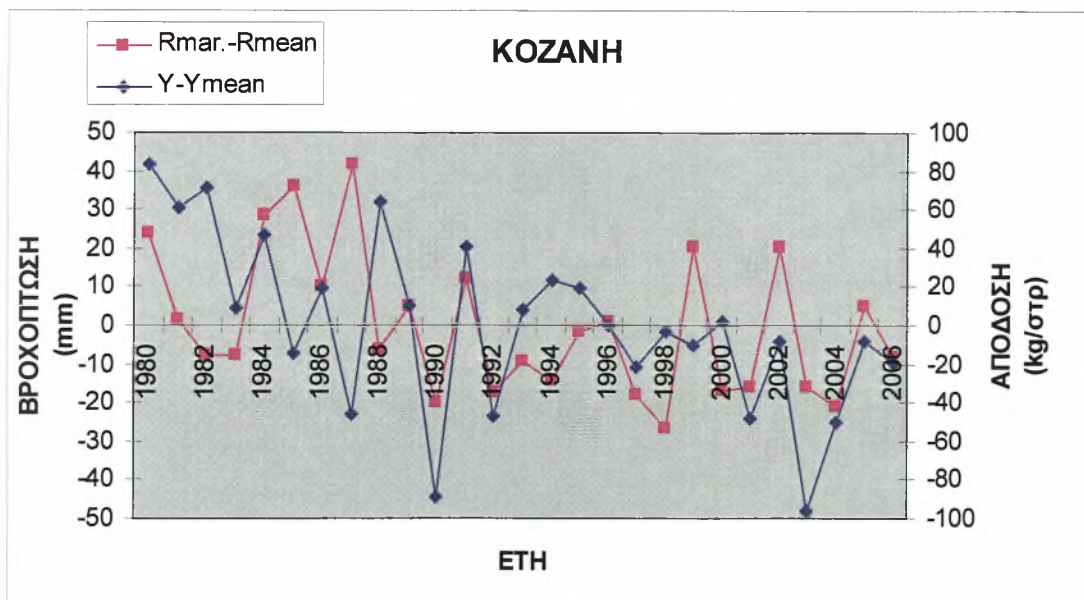


**Σχήμα 4.3:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης ολόκληρης της βλαστικής περιόδου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

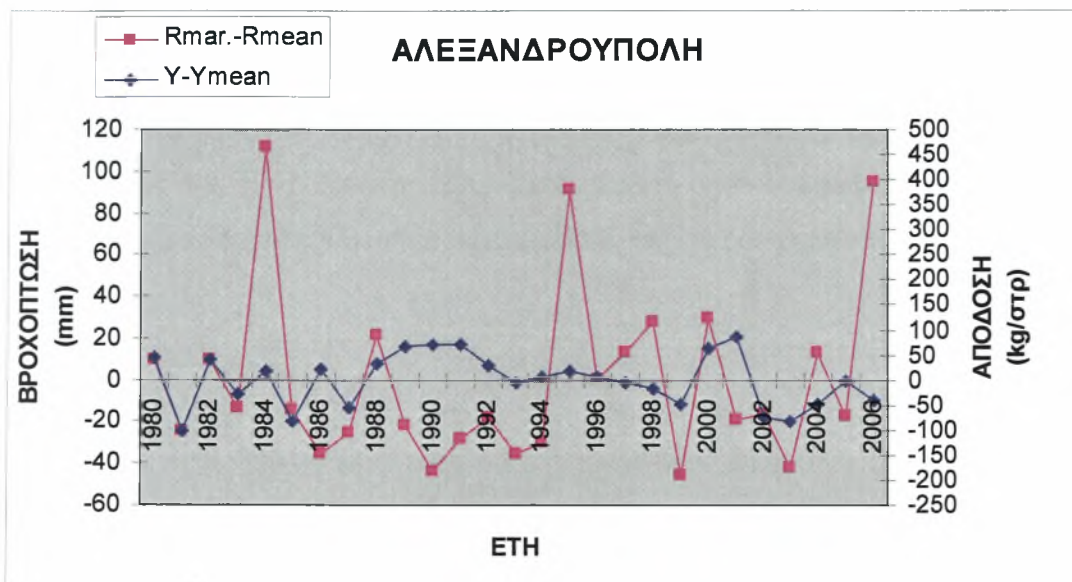
Από σχήμα 4.3 για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης, φαίνεται πως μόνο για την περίοδο 1983-1988 υπάρχει συμφωνία μεταξύ της απόκλισης της ολικής βροχόπτωσης και της απόκλισης της απόδοσης. Για τα υπόλοιπα χρόνια δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συμφωνία, καθώς από το 1990 έως το 1999 η απόδοση έχει πτωτική πορεία σε αντίθεση με την ολική βροχόπτωση που αυξομειώνεται στην περίοδο αυτή.



Σχήμα 4.4: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.

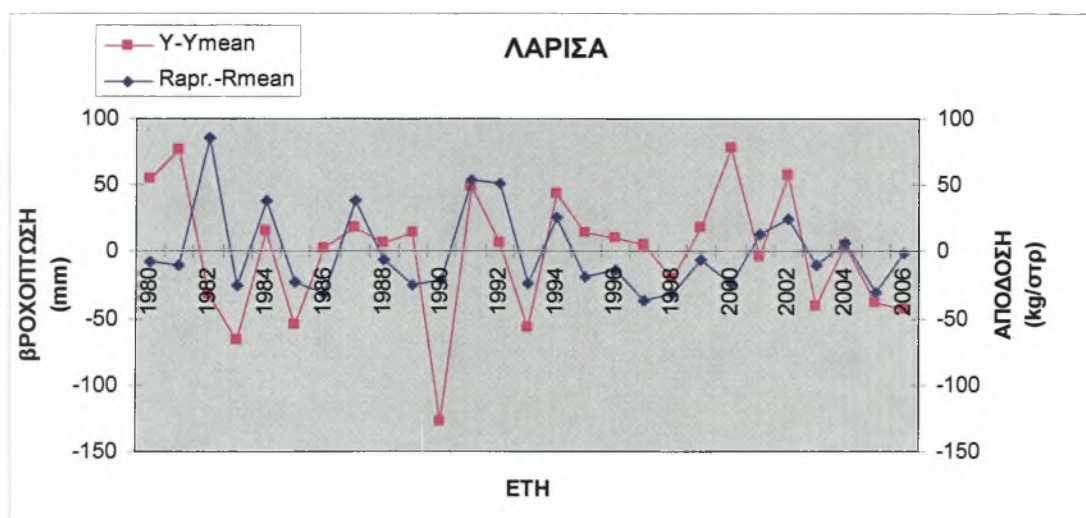


Σχήμα 4.5: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.



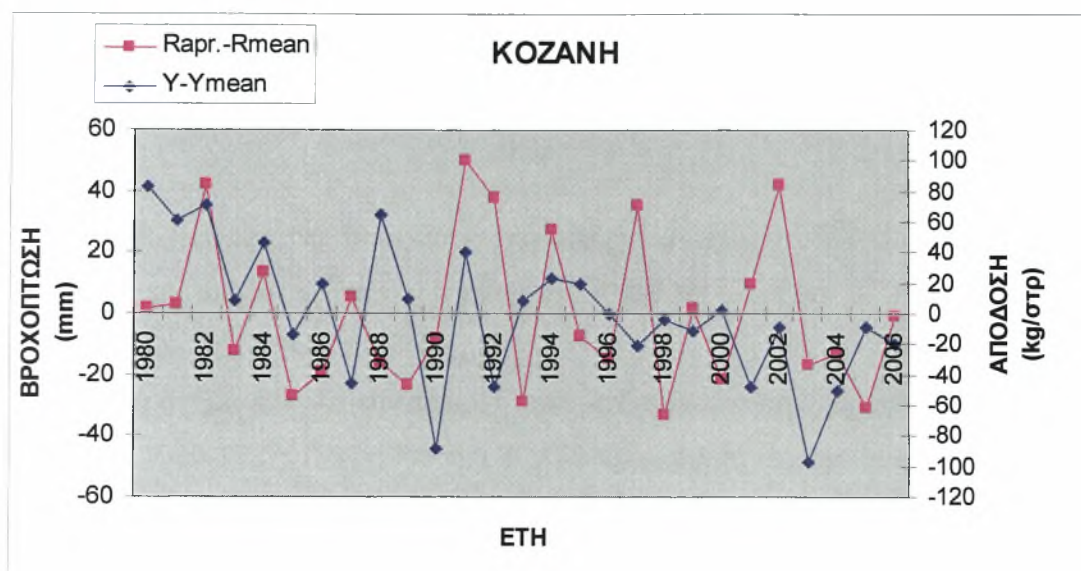
Σχήμα 4.6: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

Από τα σχήματα 4.4, 4.5 και 4.6 που απεικονίζουν την εξέλιξη της απόκλιση της βροχόπτωσης του μήνα Μαρτίου και της απόκλισης των αποδόσεων της καλλιέργειας, με εξαίρεση τις χρονικές περιόδους 1989-1993 και 2001-2006 για την περιοχή της Κοζάνης, δεν προκύπτει καμία συμφωνία μεταξύ τους για τις υπόλοιπες δύο υπό εξέταση περιοχές.



Σχήμα 4.7: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.

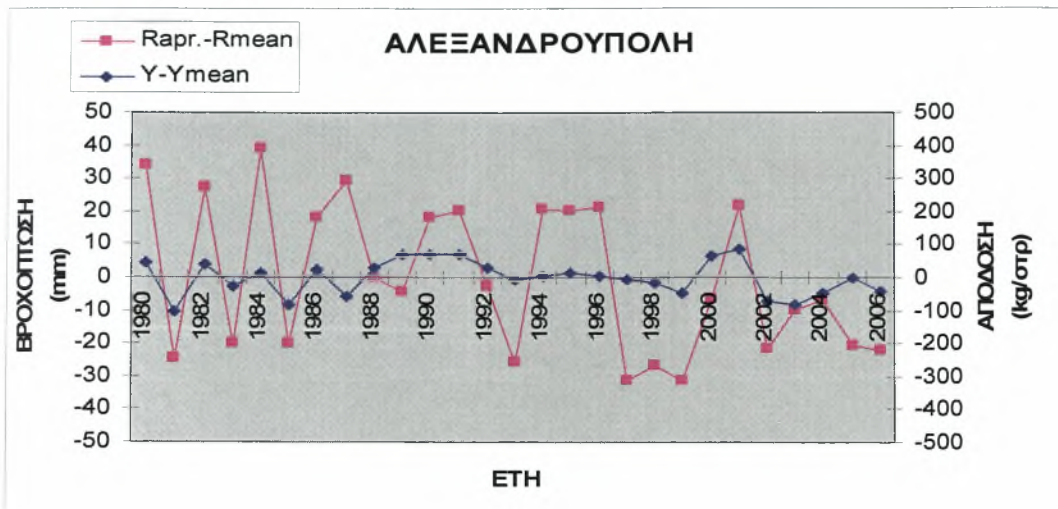
Στο σχήμα 4.7 παρουσιάζεται αρκετά μεγάλη συμφωνία μεταξύ των αποκλίσεων της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και των αποκλίσεων της απόδοσης, για την περιοχή της Λάρισας. Αυτή η συμφωνία διαφαίνεται για τις περιόδους 1983-1986, 1987-1989, 1991-2000 και 2003-2006. Τα έτη όπου συμφωνούν οι αποκλίσεις της βροχόπτωσης του Απριλίου με τις αποκλίσεις της απόδοσης είναι αρκετά.



**Σχήμα 4.8:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.

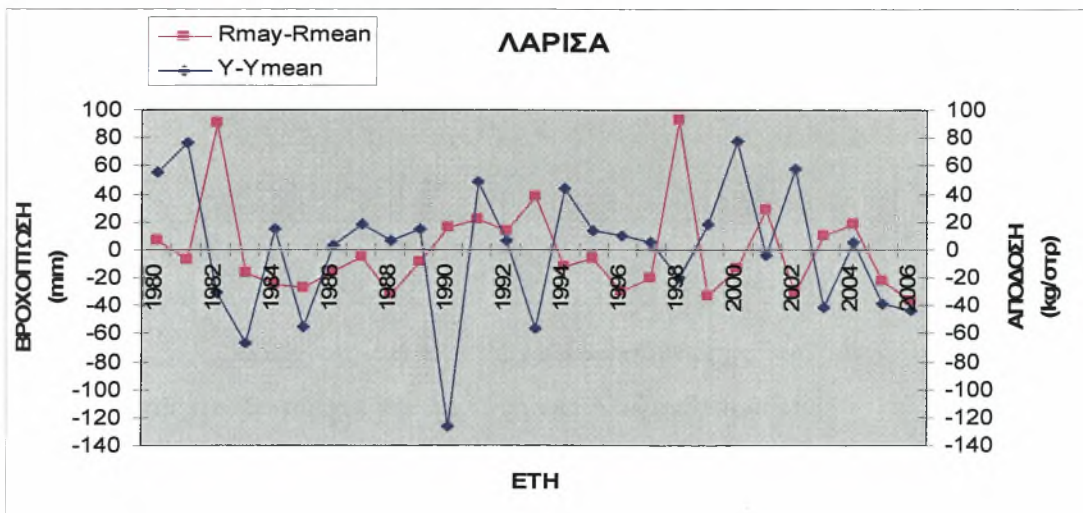
Όπως και στη Λάρισα έτσι και στην Κοζάνη (σχήμα 4.8) υπάρχουν αρκετές χρονικές περιόδους, όπου υπάρχει ταύτιση των αποκλίσεων της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και των αποκλίσεων της απόδοσης δηλαδή στα έτη 1982-1985, 1990-1992 και 2001-2004.



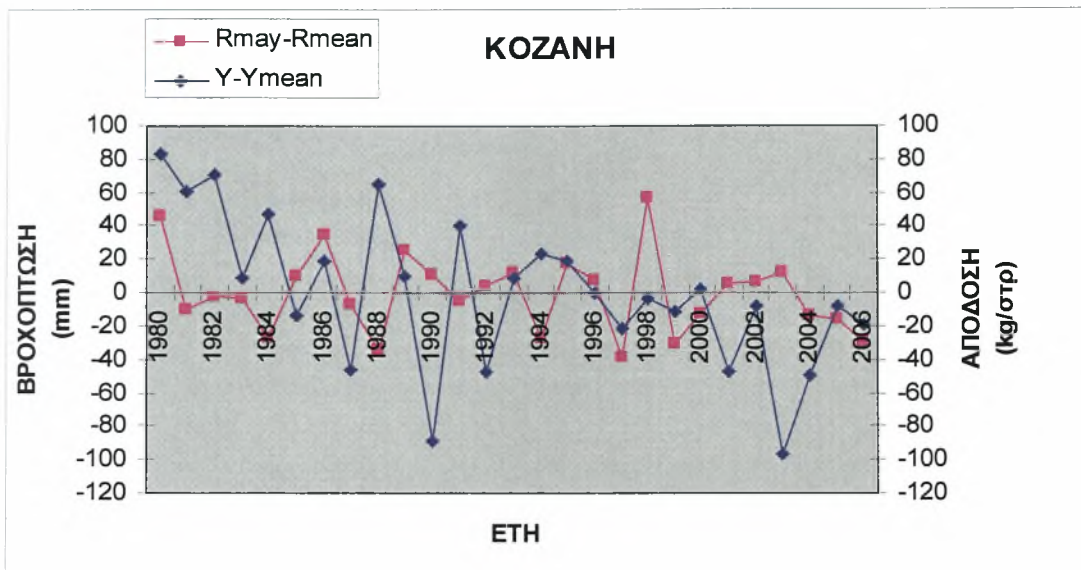


**Σχήμα 4.9:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Απριλίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

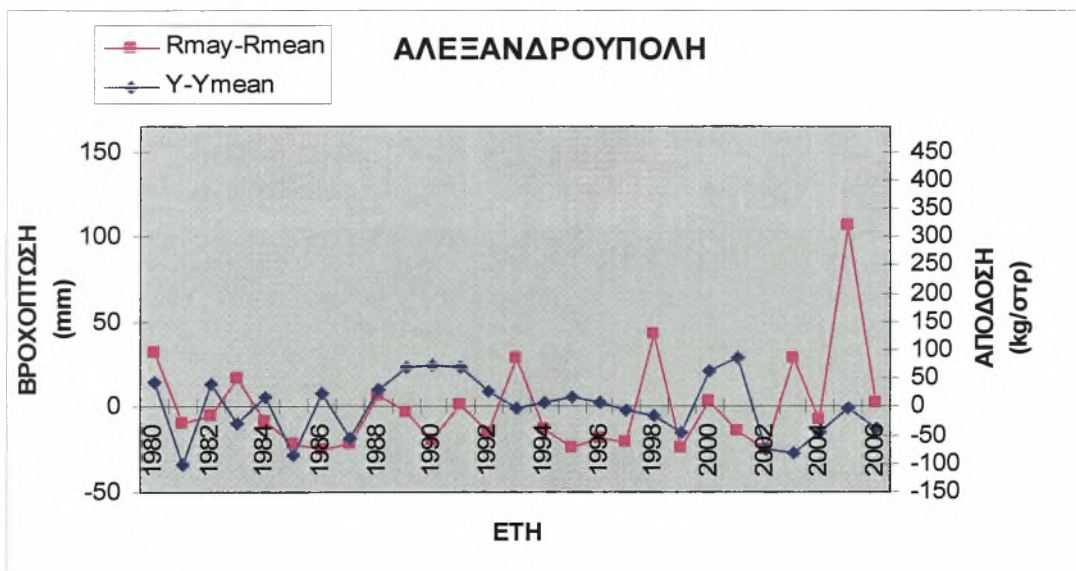
Από το σχήμα 4.9 για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης, προκύπτει πως για τις περιόδους 1980-1987, 1990-1995 και 2000-2004 υπάρχει συμφωνία των αποκλίσεων της βροχόπτωσης και των αποκλίσεων της απόδοσης. Δηλαδή ισχύει πως μια αύξηση της βροχόπτωσης του μηνός Απριλίου δίνει αυξημένη απόδοση, αλλά και ότι μια μείωση στην βροχόπτωση δίνει μειωμένη απόδοση.



**Σχήμα 4.10:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.



Σχήμα 4.11: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.

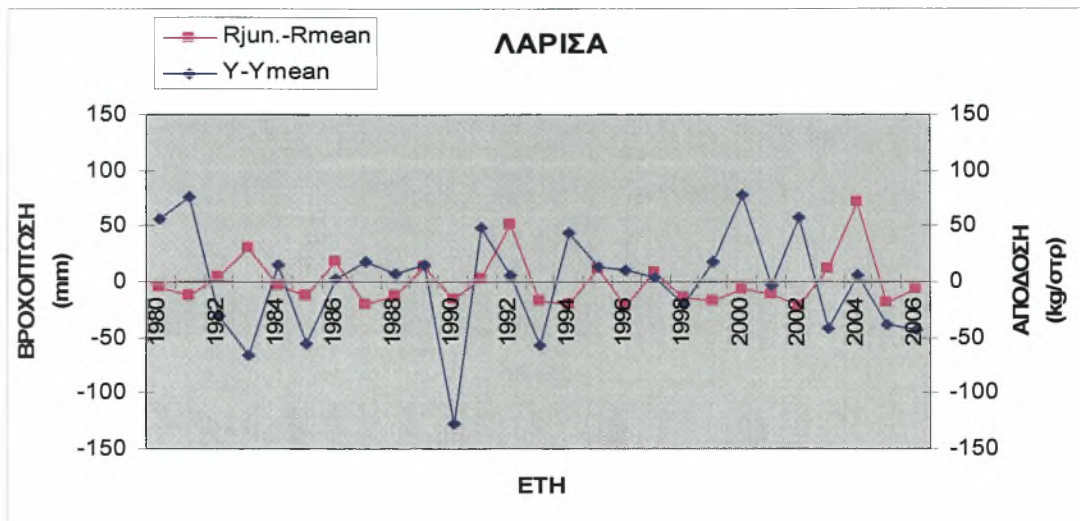


Σχήμα 4.12: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

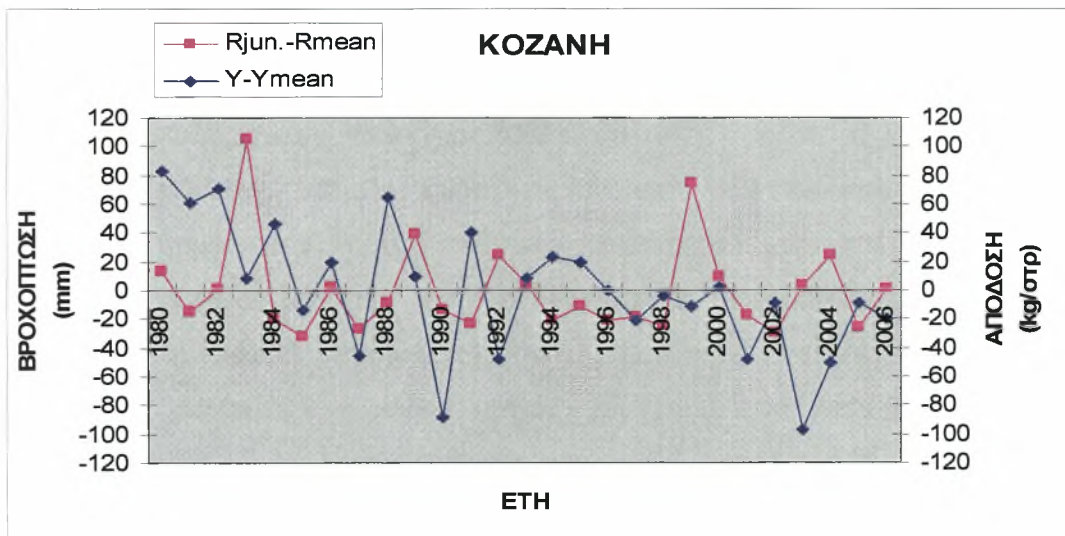
Από τα παραπάνω σχήματα που απεικονίζουν την εξέλιξη των αποκλίσεων της βροχόπτωσης του μήνα Μαΐου σε σχέση με τις αποκλίσεις της απόδοσης φαίνεται πως για την περιοχή της Λάρισας (σχήμα 4.10) υπάρχει μια ταύτιση για τις περιόδους 1985-1989 και 2004-2006. Ενώ για την περιοχή της Κοζάνης (σχήμα 4.11) υπάρχει συμφωνία για τις περιόδους 1980-1982, 1985-1987 και 1995-2000. Τέλος για την



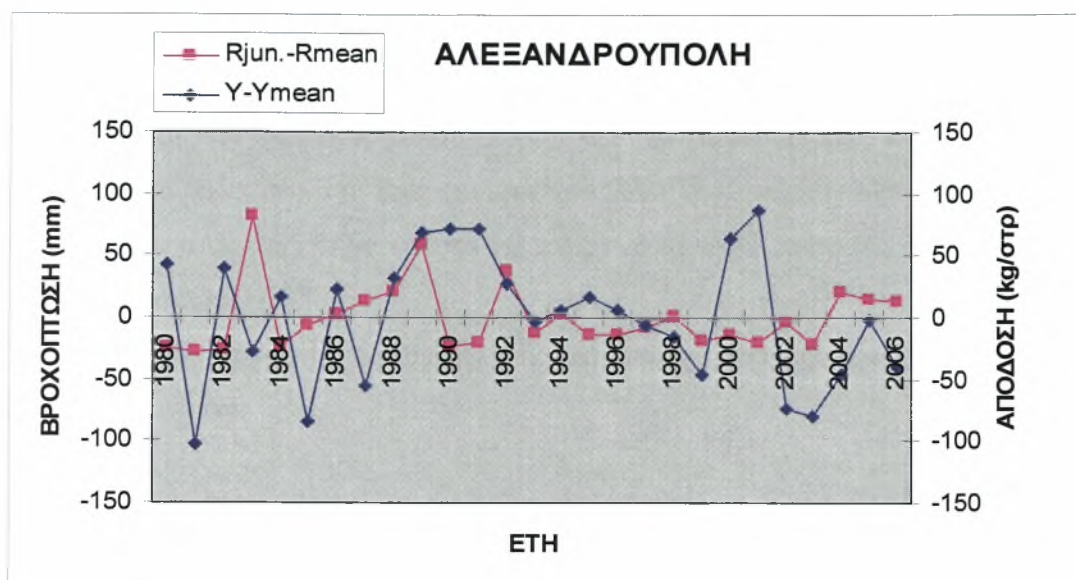
περιοχή της Αλεξανδρούπολης (σχήμα 4.12) διαφαίνεται μια συμφωνία για τις περιόδους 1980-1986 και 2004-2006.



Σχήμα 4.13: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.



Σχήμα 4.14: Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.



**Σχήμα 4.15:** Εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου και της απόκλισης της απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης .

Από τα σχήματα 4.13, 4.14 και 4.15, που απεικονίζουν την εξέλιξη της απόκλισης της βροχόπτωσης του μήνα Ιουνίου σε σχέση με την απόκλιση της απόδοσης για τις τρεις υπό εξέταση περιοχές παρατηρείται μια τάση συμφωνίας μόνο για την περίοδο της Κοζάνης την περίοδο 1985-1988 και για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης στο χρονικό εύρος 2002-2006.

Συνοψίζοντας, με μια πρώτη παρατήρηση φαίνεται πως παρουσιάζεται μεγαλύτερη συμφωνία ταύτισης μεταξύ της απόκλισης της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου (Rapr-Rmean) και της αθροιστικής βροχόπτωσης της βλαστικής περιόδου (Rol-Rmean) με την απόκλιση της απόδοσης (Yol-Ymean). Ωστόσο, η εύρεση της «κρίσιμης» περιόδου (μήνας) δεν μπορεί να βασισθεί σε αυτή τη φαινομενική συμφωνία. Για την εύρεση του μήνα ή περιόδου όπου παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχέση με την τελική απόδοση, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ανάλυσης συσχετίσεων. Έτσι μέσω αυτού του στατιστικού προγράμματος, Statistica, ελέγχθηκε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης κάποιας από τις περιόδους που εξετάστηκαν με την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού.

Στο τρίτο μεθοδολογικό βήμα, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Αρχικά επιλέχθηκαν για τη χρονική περίοδο 1980-2006 η βροχόπτωση των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και της ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης καθώς και οι

αντίστοιχες αποδόσεις αυτών των ετών. Στη συνέχεια «εισήχθησαν» στο στατιστικό πρόγραμμα Statistica για να ελεγχθεί εάν υπάρχει κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση της αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας. Οι πίνακες με τα δεδομένα από τους οποίους προήλθαν οι παρακάτω πίνακες συσχέτισης παρατίθενται στο παράρτημα και για τις τρεις υπό εξέταση περιοχές. (Π.Π. 1, Π.Π. 3 και Π.Π 5, αντίστοιχα)

Υστερα από την εφαρμογή της ανάλυσης συσχετίσεων, προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες:

**Πίνακας 4.1:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Λάρισας.

Correlations (Iarisa80-06)								
Marked correlations are significant at $p < ,05000$								
N=43 (Casewise deletion of missing data)								
Variable	Means	Std.Dev.	Mar.	Apr.	May	Jun.	R ολ.	Yield
Mar.	36,1535	22,53167	1,000000	0,063551	-0,220808	-0,224110	0,239940	0,054972
Apr.	35,0860	28,50852	0,063551	1,000000	0,278869	0,031114	0,488194	0,371611
May	38,6930	30,82839	-0,220808	0,278869	1,000000	0,020828	0,349342	-0,106088
Jun.	22,9674	24,64365	-0,224110	0,031114	0,020828	1,000000	0,173362	-0,146080
R ολ.	312,8977	79,94753	0,239940	0,488194	0,349342	0,173362	1,000000	0,233804
Yield	285,0744	70,11809	0,054972	0,371611	-0,106088	-0,146080	0,233804	1,000000

**Πίνακας 4.2:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Λάρισας

Correlations (Iarisa80-06)						
Marked correlations are significant at $p < ,05000$						
N=43 (Casewise deletion of missing data)						
Variable	Mar.	Apr.	May	Jun.	R ολ.	Yield
Mar.	1,0000	,0636	-,2208	-,2241	,2399	,0550
	p=---	p=,686	p=,155	p=,149	p=,121	p=,726
Apr.	,0636	1,0000	,2789	,0311	,4882	,3716
	p=,686	p=---	p=,070	p=,843	p=,001	p=,014
May	-,2208	,2789	1,0000	,0208	,3493	-,1061
	p=,155	p=,070	p=---	p=,895	p=,022	p=,498
Jun.	-,2241	,0311	,0208	1,0000	,1734	-,1461
	p=,149	p=,843	p=,895	p=---	p=,266	p=,350
R ολ.	,2399	,4882	,3493	,1734	1,0000	,2338
	p=,121	p=,001	p=,022	p=,266	p=---	p=,131
Yield	,0550	,3716	-,1061	-,1461	,2338	1,0000
	p=,726	p=,014	p=,498	p=,350	p=,131	p=---

**Πίνακας 4.3:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για την περιοχή της Κοζάνης.

Correlations (kozani 80-06)								
Marked correlations are significant at $p < ,05000$								
N=44 (Casewise deletion of missing data)								
Variable	Means	Std.Dev.	Mar.	Apr.	May	Jun.	R ολ.	Yield
Mar.	35,7636	25,66478	1,000000	0,007894	-0,129136	-0,146729	<b>0,311957</b>	0,114368
Apr.	41,6295	25,36783	0,007894	1,000000	-0,112245	-0,130305	0,191771	<b>0,319240</b>
May	53,2750	38,87749	-0,129136	-0,112245	1,000000	0,032591	<b>0,519623</b>	-0,269666
Jun.	36,4409	28,72455	-0,146729	-0,130305	0,032591	1,000000	<b>0,299606</b>	-0,051011
R ολ.	328,9955	98,53600	<b>0,311957</b>	0,191771	<b>0,519623</b>	<b>0,299606</b>	1,000000	-0,039898
Yield	200,9477	48,68944	0,114368	<b>0,319240</b>	-0,269666	-0,051011	-0,039898	1,000000

**Πίνακας 4.4:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Κοζάνης.

Correlations (kozani 80-06)						
Marked correlations are significant at $p < ,05000$						
N=44 (Casewise deletion of missing data)						
Variable	Mar.	Apr.	May	Jun.	R ολ.	Yield
Mar.	1,0000	,0079	-,1291	-,1467	<b>,3120</b>	,1144
	$p=---$	$p=,959$	$p=,403$	$p=,342$	$p=,039$	$p=,460$
Apr.	,0079	1,0000	-,1122	-,1303	,1918	<b>,3192</b>
	$p=,959$	$p=---$	$p=,468$	$p=,399$	$p=,212$	$p=,035$
May	-,1291	-,1122	1,0000	,0326	<b>,5196</b>	-,2697
	$p=,403$	$p=,468$	$p=---$	$p=,834$	$p=,000$	$p=,077$
Jun.	-,1467	-,1303	,0326	1,0000	<b>,2996</b>	-,0510
	$p=,342$	$p=,399$	$p=,834$	$p=---$	$p=,048$	$p=,742$
R ολ.	<b>,3120</b>	,1918	<b>,5196</b>	<b>,2996</b>	1,0000	-,0399
	$p=,039$	$p=,212$	$p=,000$	$p=,048$	$p=---$	$p=,797$
Yield	,1144	<b>,3192</b>	-,2697	-,0510	-,0399	1,0000
	$p=,460$	$p=,035$	$p=,077$	$p=,742$	$p=,797$	$p=---$

**Πίνακας 4.5:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

Correlations (alexandroupoli 80-06)								
Marked correlations are significant at $p < ,05000$								
N=44 (Casewise deletion of missing data)								
Variable	Means	Std.Dev.	mar.	apr.	may	jun.	Rol.	Yield
mar.	45,8182	38,7603	1,000000	0,147735	-0,063400	-0,015691	<b>0,540021</b>	0,027248
apr.	33,4023	22,7601	0,147735	1,000000	-0,189068	-0,181474	0,047033	<b>0,314313</b>
may	35,7068	27,5919	-0,063400	-0,189068	1,000000	0,180770	<b>0,370725</b>	-0,057098
jun.	26,2477	23,1887	-0,015691	-0,181474	0,180770	1,000000	0,053887	0,039430
Rol.	422,4023	131,1591	<b>0,540021</b>	0,047033	<b>0,370725</b>	0,053887	1,000000	-0,243311
Yield	213,9136	57,5195	0,027248	<b>0,314313</b>	-0,057098	0,039430	-0,243311	1,000000



**Πίνακας 4.6:** Πίνακας συσχετίσεων της αθροιστικής βροχόπτωσης των μηνών Μαρτίου, Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και ολικής αθροιστικής βροχόπτωσης με την απόδοση της καλλιέργειας για τη περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

Correlations (alexandroupoli 80-06)						
Marked correlations are significant at $p < ,05000$						
N=44 (Casewise deletion of missing data)						
Variable	mar.	apr.	may	jun.	Rol.	Yield
mar.	1,0000	,1477	-,0634	-,0157	,5400	,0272
	p=---	p=,339	p=,683	p=,919	p=,000	p=,861
apr.	,1477	1,0000	-,1891	-,1815	,0470	,3143
	p=,339	p=---	p=,219	p=,238	p=,762	p=,038
may	-,0634	-,1891	1,0000	,1808	,3707	-,0571
	p=,683	p=,219	p=---	p=,240	p=,013	p=,713
jun.	-,0157	-,1815	,1808	1,0000	,0539	,0394
	p=,919	p=,238	p=,240	p=---	p=,728	p=,799
Rol.	,5400	,0470	,3707	,0539	1,0000	-,2433
	p=,000	p=,762	p=,013	p=,728	p=---	p=,111
Yield	,0272	,3143	-,0571	,0394	-,2433	1,0000
	p=,861	p=,038	p=,713	p=,799	p=,111	p=---

Για να υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση ενός παράγοντα αθροιστικής βροχόπτωσης σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή (απόδοση) πρέπει το στατιστικό p να είναι μικρότερο του 0,05 (Τζώρτζιος, 1998).

Από τους παραπάνω πίνακες αποδεικνύεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της βροχόπτωσης του μηνός Απριλίου (σημειωμένο με κόκκινη τιμή) με την τελική απόδοση. Αυτό αποδεικνύεται και από τη σημαντικότητα p, η οποία είναι μικρότερη του 0,05 και για τις τρεις περιοχές. Συγκεκριμένα είναι 0,014 για την βροχόπτωση του μηνός Απριλίου για την περιοχή της Λάρισας, 0,035 για την περιοχή της Κοζάνης και για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης είναι 0,038.

Ωστόσο, παρατηρείται ότι υπάρχουν τιμές οι οποίες για ελάχιστο δεν κρίνονται στατιστικώς σημαντικές και πιθανόν να χρειάζονται περισσότερη έρευνα. Για παράδειγμα για την περιοχή της Κοζάνης η βροχόπτωση του μήνα Μαΐου φαίνεται πως πλησιάζει αρκετά το όριο σημαντικότητας που έχει ορισθεί ( $p < 0,005$ ), καθώς ισούται με 0,077.

Έτσι κατά το στάδιο αυτό συμπεραίνεται ότι η απόδοση σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την αθροιστική βροχόπτωση του μηνός Απριλίου, όπως ακριβώς είχε υποτεθεί με την παρατήρηση των γραφημάτων. Αρχικά είχε υποτεθεί ότι πιθανόν να υπάρχει κάποια συσχέτιση και με την αθροιστική βροχόπτωση της βλαστικής περιόδου, ωστόσο δεν αποδείχθηκε κάτι τέτοιο από την ανάλυση συσχετίσεων.

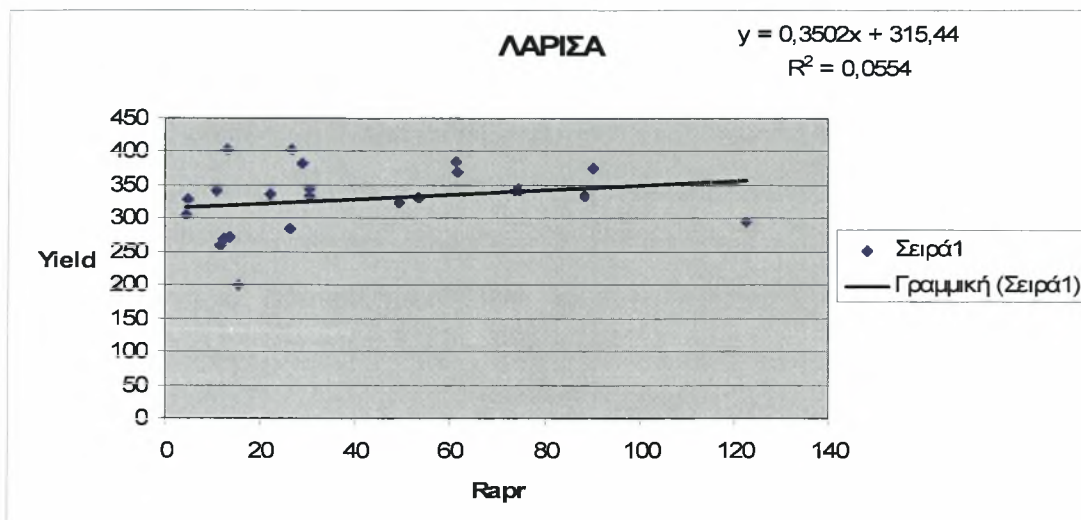
Επόμενο βήμα της μεθοδολογίας είναι η δημιουργία μοντέλου με το οποίο θα μπορεί να γίνει πρόγνωση της απόδοσης της καλλιέργειας.

Όπως αποδείχθηκε, στο τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας ανάμεσα στην βροχόπτωση του μηνός Απριλίου και της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Για αυτό το λόγο είναι επιθυμητό να εκφραστεί, με ένα μαθηματικό τρόπο, η ύπαρξη μιας σχέσης ή μιας εξίσωσης που να δίνει το είδος της συμμεταβολής. Εξαιτίας, λοιπόν, της συσχέτισης μεταξύ της βροχόπτωσης του μηνός Απριλίου με την απόδοση της καλλιέργειας και για τις τρεις υπό εξέταση περιοχές κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία μιας εμπειρικής σχέσης με δεδομένα από την αθροιστική βροχόπτωση Απριλίου (Rapr) και την απόδοση (Y) με σκοπό την πρόγνωση της απόδοσης της καλλιέργειας του σιταριού. Η δημιουργία του μοντέλου πρόγνωσης κατέχει σημαντικό ρόλο στην πορεία της εργασίας, καθώς με αυτόν τον τρόπο μπορεί να προβλεφθεί από τον οποιοδήποτε ενδιαφερόμενο με μια απλή εφαρμογή ενός μαθηματικού τύπου η απόδοση και κατ' επέκταση το εισόδημα του καλλιεργητή, με κάποια σχετική ακρίβεια.

Η χρονοσειρά που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του μοντέλου πρόγνωσης είναι 1980-2003. Ο πίνακας που περιέχει τα στοιχεία από τα οποία θα δημιουργηθεί το μοντέλο πρόγνωσης παρατίθεται στο παράρτημα και για τις τρεις περιοχές (Π.Π. 1, Π.Π. 3, Π.Π. 5). Ο πίνακας αυτός περιέχει στοιχεία βροχόπτωσης για το μήνα Απρίλιο καθώς και της απόδοσης της καλλιέργειας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα αυτού κατασκευάστηκε η γραμμική εξίσωση που απεικονίζει την συμμεταβολή μεταξύ απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού και συνολικής βροχόπτωσης του Απριλίου. Τα διαγράμματα και οι παραγοντικές εξισώσεις για τις τρεις περιοχές έχουν την ακόλουθη μορφή:





**Σχήμα 4.16:** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωση του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Λάρισας.

Στο διάγραμμα (σχήμα 4.16) επίσης προβάλλονται, η γραμμή τάσης που προκύπτει από τις τιμές των δύο μεταβλητών, ο τύπος της γραμμικής εξίσωσης καθώς επίσης και η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ), η οποία ισούται με 0,0554.

Σύμφωνα με την εξίσωση που προέκυψε για τη Λάρισα :

$$y=0,3502x+ 315,44 \quad (4.1)$$

υπολογίζονται οι νέες τιμές απόδοσης  $y$  της καλλιέργειας, με απλή αντικατάσταση των αντίστοιχων αρχικών τιμών της βροχόπτωσης του Απριλίου στη θέση της μεταβλητής  $x$  στην εξίσωση. Έτσι δημιουργείται μια νέα στήλη με την εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας (Yield est.).

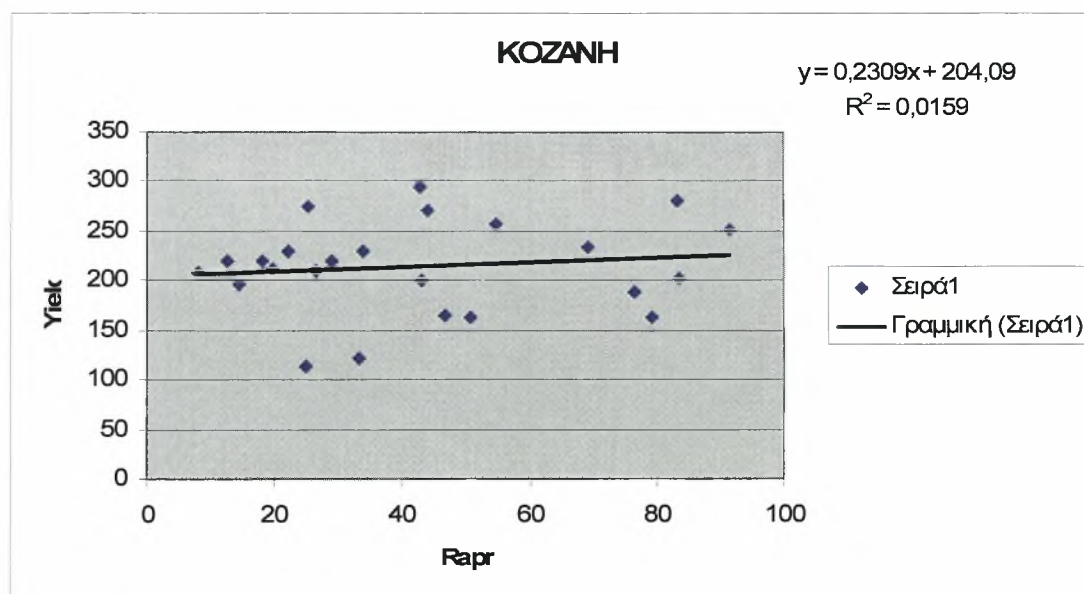
Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαφορά μεταξύ των πραγματικών τιμών των αποδόσεων της καλλιέργειας με τις εκτιμώμενες τιμές (Yield dep.), καθώς επίσης και την ποσοστιαία διαφορά (% Yield dep.) μεταξύ της πραγματικής και της υπολογισμένης απόδοσης.

Η χρονική περίοδος από το 1980 έως 2003, χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του μοντέλου (development), ενώ τα έτη από το 2004 έως το 2006 για τον έλεγχο της πρόγνωσης (validation). Δηλαδή με βάση τα στοιχεία της χρονοσειράς 1980-2003 γίνεται σύγκριση της πραγματικής απόδοσης της καλλιέργειας με την υποθετική πρόγνωση του συγκεκριμένου μοντέλου. Οι τρεις τελευταίες χρονιές είναι αυτές που

έχουν επιλεγθεί για να πραγματοποιηθεί η πρόγνωση της τελικής απόδοσης της καλλιέργειας με τα υπόλοιπα δεδομένα της χρονοσειράς.

Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι υπολογισμένες τιμές με τη χρήση της γραμμικής εξίσωσης. Συμπεραίνεται από τον σχετικό πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα (Π.Π. 2) ότι η πρόγνωση για την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού για την περιοχή της Λάρισας για το 2004 κατά 0,57 % από την πραγματική τιμή της τελικής απόδοσης, κατά 9,99% από την πραγματική τιμή για το 2005 και τέλος για το 2006 κατά 15,3%.

Η ίδια μεθοδολογία εφαρμόστηκε για την Κοζάνη (σχήμα 4.17) και για την Αλεξανδρούπολη (σχήμα 4.18).



**Σχήμα 4.17:** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Κοζάνης.

Για την περιοχή της Κοζάνης προέκυψε πως ο  $R^2$  ισούται με 0,0159 , ενώ η γραμμική εξίσωση είναι η εξής:

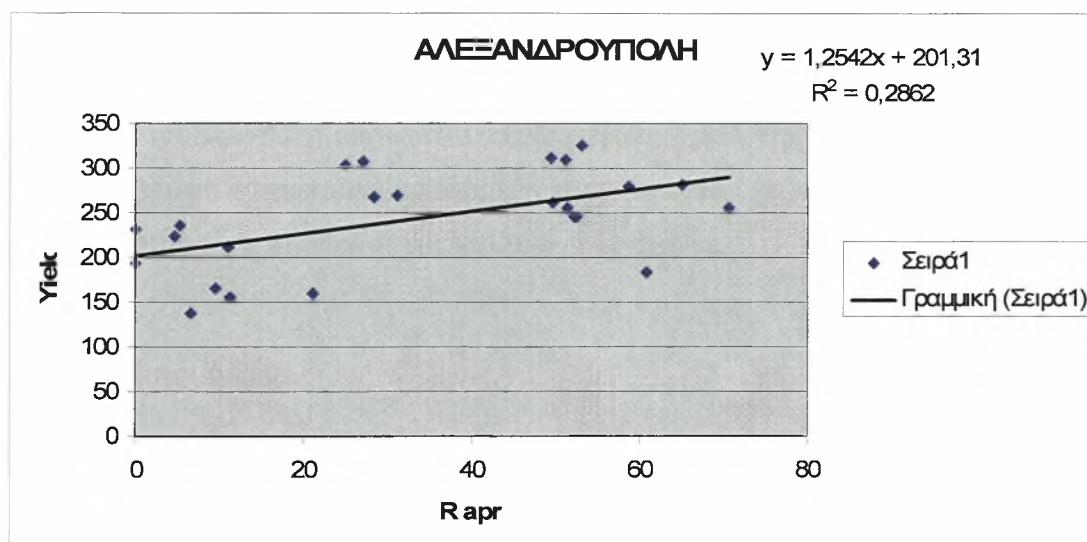
$$y = 0,2309x + 204,09 \quad (4.2)$$

Με αντικατάσταση στην μεταβλητή x της αντίστοιχης τιμής της βροχόπτωσης του μηνός Απριλίου προκύπτει η εκτίμηση y της απόδοσης (Yield est.)

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαφορά μεταξύ των πραγματικών τιμών των αποδόσεων της καλλιέργειας με τις εκτιμώμενες τιμές (Yield dep.), καθώς επίσης και

την ποσοστιαία διαφορά (% Yield dep.) μεταξύ της πραγματικής και της υπολογισμένης απόδοσης.

Οι τρεις τελευταίες χρονιές είναι αυτές που έχουν πάλι επιλεγεί για την εκτίμηση της πρόγνωση της απόδοσης της καλλιέργειας. Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι υπολογισμένες τιμές με τη χρήση της γραμμικής εξίσωσης. Συμπεραίνεται από τον σχετικό πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα (Π.Π. 4) ότι η πρόγνωση για την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού για την περιοχή της Κοζάνης για το 2004 κατά 30,77% από την πραγματική τιμή της τελικής απόδοσης, κατά 1,99% από την πραγματική τιμή για το 2005 και τέλος για το 2006 κατά 11,3%. Παρότι οι δύο τελευταίες ποσοστιαίες διαφορές είναι αποδεκτές, η μεγάλη απόκλιση το έτος 2004 υποδεικνύει ότι οι εκτιμήσεις με τη χρήση της γραμμικής εξίσωσης δεν παρουσιάζουν σταθερότητα όσον αφορά στην ακρίβεια, γεγονός που ήταν αναμενόμενο εξαιτίας του πολύ χαμηλού  $R^2$ .



**Σχήμα 4.18:** Εξαγωγή της γραμμικής σχέσης μεταξύ της αθροιστικής βροχόπτωσης του Απριλίου και της τελικής απόδοσης για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

Για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης προέκυψε πως ο  $R^2$  ισούται με 0,2862, ενώ η γραμμική εξίσωση είναι η εξής:

$$y = 1,2542x + 201,31 \quad (4.3)$$

Με αντικατάσταση στην μεταβλητή  $x$  της αντίστοιχης τιμής της βροχόπτωσης του μηνός Απριλίου προκύπτει η εκτίμηση  $y$  της απόδοσης (Yield est.)

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαφορά μεταξύ των πραγματικών τιμών των

αποδόσεων της καλλιέργειας με τις εκτιμώμενες τιμές (Yield dep.), καθώς επίσης και την ποσοστιαία διαφορά (% Yield dep.) μεταξύ της πραγματικής και της υπολογισμένης απόδοσης.

Οι τρεις τελευταίες χρονιές είναι αυτές που έχουν πάλι επιλεγεί για την εκτίμηση της πρόγνωση της απόδοσης της καλλιέργειας. Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι υπολογισμένες τιμές με τη χρήση της γραμμικής εξίσωσης. Συμπεραίνεται από τον σχετικό πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα (Π.Π. 6) ότι η πρόγνωση για την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης για το 2004 κατά 19,85% από την πραγματική τιμή της τελικής απόδοσης, κατά 9,52% από την πραγματική τιμή για το 2005 και τέλος για το 2006 κατά 6,7%.

Συνοψίζοντας, για τις τρεις υπό εξέταση περιοχές συμπεραίνεται πως με εξαίρεση το 2004 στην περιοχή της Κοζάνης, οι γραμμικές εξισώσεις παρέχουν αρκετά αξιόπιστες εκτιμήσεις (ακρίβεια εκτίμησης μεγαλύτερη από 85%) της απόδοσης του σιταριού. Σύμφωνα με τις εξισώσεις εκτίμησης [(4.1), (4.2), (4.3)] μπορεί να προβλεφθεί η απόδοση της καλλιέργειας από την βροχόπτωση του μήνα Απριλίου. Με αυτό τον τρόπο ο καλλιεργητής μπορεί να έχει από τις αρχές Μαΐου μια πρώτη εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας του.

## 4.2 Επιστημάνσεις

Σε αυτό το κεφάλαιο καταγράφονται προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην πορεία αυτής της πτυχιακής εργασίας, καθώς επίσης και κάποιες βασικές επιστημάνσεις.

Η βροχόπτωση δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα ο οποίος επηρεάζει την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού. Επιδρούν σημαντικά και άλλοι κλιματικοί παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού όπως είναι για παράδειγμα, η θερμοκρασία και η ξηρασία. Η θερμοκρασία και επομένως οι αγρομετεωρολογικοί δείκτες που εξαρτώνται από αυτή επιδρούν στην ανάπτυξη και ωρίμανση του φυτού και κατ' επέκταση την τελική απόδοσή του.

Η απόδοση της καλλιέργειας επηρεάζεται και από άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το έδαφος (είδος εδάφους με βάση τη μηχανική σύσταση και βάθος). Άλλοι παράγοντες που εμπλέκονται είναι οι καλλιεργητικές φροντίδες, το

είδος της ποικιλίας ,οι ασθένειες καθώς και η ανθρώπινη παρέμβαση.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι συσχέτιση που γίνεται μεταξύ αθροιστικής βροχόπτωσης και απόδοσης μπορεί να θεωρηθεί ότι ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες, αφού η απόδοση της καλλιέργειας προέρχεται από συγκεντρωτικά στοιχεία σε επίπεδο νομού, ενώ η βροχόπτωση προέρχεται από ένα τοπικό σταθμό του ίδιου νομού. Εξαιτίας της μεγάλης χωρικής μεταβλητότητας δεν προτείνονται μέθοδοι ή προτάσεις για την καλλιέργεια. Υψηλότερη ακρίβεια για την πρόγνωση της παραγωγής θα γινόταν με την εύρεση μιας εμπειρικής σχέσης η οποία θα σύνδεε και άλλους δείκτες με την τελική απόδοση της καλλιέργειας. Σημειώνεται πως τα στοιχεία της βροχόπτωσης αλλά και της παραγωγής θεωρούνται έγκυρα και αληθή



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε μια προσπάθεια να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ της βροχόπτωσης και της τελικής απόδοσης, καθώς και να ελεγχθεί κάποια μαθηματική σχέση έτσι ώστε να μπορεί να γίνει εκτίμηση της απόδοσης. Μετά την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας καταγράφονται τα συμπεράσματα από τα οποία απορρέουν και κάποιες γόνιμες προτάσεις για την βελτίωση ή τη συνέχιση της συγκεκριμένης έρευνας.

#### 5.1 Συμπεράσματα

1. Με τα δεδομένα και τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας με την χρήση μιας εμπειρικής σχέσης η οποία προέκυψε από τους μηνιαία βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την γραμμική έκφραση της απόδοσης της καλλιέργειας.
2. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι ο μήνας ο οποίος παρουσιάζει την υψηλότερη συσχέτιση με την τελική απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού, είναι ο Απρίλιος. Ο Απρίλιος είναι ο μήνας ο οποίος συνδέεται με ένα πολύ σημαντικό φαινολογικό στάδιο, το στάδιο του καλαμώματος μέχρι το ξεστάχασμα . Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει και την βιβλιογραφία σύμφωνα με την οποία οι επιδράσεις που θα δεχθεί το φυτό του σιταριού σε αυτό το στάδιο έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο και τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την τελική απόδοση.
3. Παρόλο που υπάρχει μεγάλη χωροχρονική διακύμανση, καθώς η βροχόπτωση είναι φαινόμενο τοπικό και επομένως μια περιοχική εκτίμηση, είναι πάντα επισφαλής, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα από προγενέστερες έρευνες και από άλλες βιβλιογραφικές αναφορές.
4. Ο καλλιεργητής μπορεί να έχει από τις αρχές Μαΐου μια πρώτη εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας του και επομένως του εισοδήματος του, με βάση την αθροιστική βροχόπτωση του μήνα Απριλίου.

## 5.2 Προτάσεις

1. Η έρευνα μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες περιοχές ώστε να εξεταστεί η διακύμανση της βροχόπτωσης και η επίδρασή της στην καλλιέργεια του σιταριού και σε άλλες κλιματικές ζώνες.
2. Βελτίωση στην παρούσα μεθοδολογία μπορεί να επέλθει με την αναγωγή των τιμών της βροχόπτωσης των αντιπροσωπευτικών σταθμών του κάθε νομού στο μέσο υψόμετρο των ζωνών παραγωγής της καλλιέργειας σιταριού. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι αυτής της βροχοβαθμίδας. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να προσομοιωθεί η διακύμανση της βροχόπτωσης εντός του νομού, οδηγώντας έτσι στην εξαγωγή μιας νέας εξίσωσης εκτίμησης η οποία μπορεί να παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων.
3. Όπως είναι γνωστό σε μια καλλιέργεια επιδρούν διάφοροι παράγοντες κι όχι μόνο η βροχόπτωση. Επομένως μπορεί να επεκταθεί η παρούσα έρευνα ενσωματώνοντας κι άλλους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ξηρασία κ.ά..
4. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην απόδοση της καλλιέργειας δεν εμπλέκονται μόνο περιβαλλοντικοί παράγοντες, αλλά και οι καλλιεργητικές φροντίδες, το είδος της ποικιλίας, η ανθρώπινη παρέμβαση κ.ά.. Στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε ότι οι παραπάνω παράγοντες είναι ίδιοι και επομένως έχουν την ίδια επίδραση πάνω στην καλλιέργεια. Επειδή αυτό όμως δεν είναι απόλυτα σωστό, η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί και να συμπεριλάβει κι άλλους από τους παραπάνω παράγοντες.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bussay A. and Snizell C., 1996. "A simple model for estimating the yield of potato", International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology 24-26 April, Volos, Greece, pp.383-388.
2. Dalezios N.R. et al, 1996. "Meteorological indices in crop monitoring", International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece.
3. Danalatos N.G., 1993. Quantified evaluation for selected land use systems in the Larissa region, Greece. Agricultural University of Wageningen, ISBN 90-5485-0639.370p.
4. Glenday A.C., 1995. "The mathematical separation of plant and weather effects in field growth studies", Australian J. Agr. Research 6.
5. Hatfield J.L. and Thomson I.J., 1992. "Biometeorology in Integrated Pest Management".
6. Kapetanaki G., 1996. "Statistical agrometeorological modeling", International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology 24-26 April, Volos, Greece.
7. Maracchi C., 1996. "Agrometeorological Model for yield forecasting in Italy", International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology 24-26 April, Volos, Greece.
8. Mavi H.S. and Tupper G.J., 2004. "Agrometeorology principles and applications of climate studies in agriculture", Food Products Press, New York.
9. Monteith J.L., 1977. "Climate and the efficiency of crop production in Britain", Phil.Trans.R.Soc.Lond.B.281.
10. Nuttonson M.Y., 1955. "Wheat-climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photo-thermal requirements of wheat", Am.Inst. Crop.Ecol.
11. Robertson G.W., 1983. "Weather – Based Mathematical Models for estimating Development and Ripening of Crops", Technical Note No.180, WMO – No 620, Geneva Switzerland.
12. Seeman J.; Chirkov Y.I.; Lomas J.; Primault B., 1979. "Agrometeorology"
13. Singh U.; Richie J.T.; Thornton P.K., 1991. "CERES – CEREAL model for wheat, maize, sorghum, barley and pearl millet", Agronomy Abstract.

14. Todorov A.V., 1982. Lecture notes for training Class IV agricultural meteorological personell, World Meteorological Organisation No 593, Geneva.
15. Wang J.Y., 1973. "Methods of Agrometeorology" .
16. Wang J.Y., 1962. "Methods of crop-response studies" (emphasis on thermal effects ), Agron.J. 54(5).
17. Zorba P., 1996. "Agrometeorological forecasting of heat produvtivity", International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology, Volos, Greece.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δαλέζιος Ν.Ρ., Οκτώβριος 2003. “Αγρομετεωρολογία”, Βόλος, σελ.412.
2. Δαναλάτος Ν.Γ. Οκτώβριος 2005. “Σημειώσεις ειδικής γεωργίας Γ” (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή), Βόλος.
3. Σταματοπούλου Ι., 1996. “Η σημασία των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην εξέλιξη της καλλιέργειας του αραβόσιτου”, Πτυχιακή διατριβή, Βόλος.
4. Σφήκας Α.Γ.,1991. “Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά”, Θεσσαλονίκη.
5. Τζανετοπούλου Ι. ΣΠ., Ιανουάριος 1998. “Η σημασία των αγρομετεωρολογικών δεικτών στην εξέλιξη της καλλιέργειας του σιταριού”, Βόλος.
6. Τζώρτζιος Σ.Ι.,2002. “Βιομετρία με χρήση Η/Υ”, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Βόλος.
7. Τζώρτζιος Σ.Ι., 1998. “Εισαγωγή στη Γεωργική Στατιστική”, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Βόλος.
8. Τζώρτζιος Σ.Ι., 2005. “Εισαγωγή στο Γεωργικό Πειραματισμό”, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Βόλος.
9. Φλώκας Α.Α.,1982. Μαθήματα “Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας”, ΑΠΘ.
10. Χα Ι.Α., 2007. “Σποροπαραγωγή – Φυσιολογία και τεχνολογία σπόρου”, Βόλος
11. Ψωινός Δ.Π.,1989. “Εφαρμοσμένη Στατιστική” (τρίτη έκδοση), Θεσσαλονίκη

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://el.wikipedia.org/wiki/Σιτάρι>
2. <http://gym-metolox.evr.sch.gr/evros>
3. <http://www.cereals.gr>
4. <http://www.gramene.org>
5. <http://www.larissa.gr>
6. <http://www.livepedia.gr>
7. <http://www.minagric.gr>
8. [http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/growth\\_wheat.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/growth_wheat.htm)
9. [http://www.unibas.it/desernet/dis4me/images/photos/land\\_use/cereals\\_1.jpg](http://www.unibas.it/desernet/dis4me/images/photos/land_use/cereals_1.jpg)



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ (Π.Π.)

- Π.Π. 1 Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας για την περιοχή της Λάρισας
- Π.Π. 2 Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development) για την περιοχή της Λάρισας
- Π.Π. 3 Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας για την περιοχή της Κοζάνης
- Π.Π. 4 Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development) για την περιοχή της Κοζάνης
- Π.Π. 5 Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης
- Π.Π. 6 Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development) για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης

**Π.Π. 1:** Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας

YEARS	Rapr.	Yield
1980	29,1	382,8
1981	26,8	404,1
1982	122,8	296
1983	11,8	260,5
1984	74,9	342,1
1985	13,6	272,2
1986	4,8	330,2
1987	74,7	345,5
1988	30,4	333,9
1989	11	341,7
1990	15,4	200,4
1991	90,5	375,3
1992	88,3	333,3
1993	12,4	270,3
1994	61,9	370,8
1995	73,6	341,2
1996	22,3	337
1997	53,4	332
1998	4,5	306,7
1999	30,3	345,5
2000	13	404,8
2001	49,2	323,8
2002	61,2	385,3
2003	26,4	286,1
2004	43,5	332,6
2005	5,7	288,6
2006	35,4	284,1

**Π.Π. 2:** Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development).

YEARS	Rmar.	Rapr.	Rmay	Rjun.	R ολ.	Yield	Yield est	Yield dep	%Yield dep
1980	46,9	29,1	44,5	17,2	408,1	382,8	325,6308	-57,1692	-14,9345
1981	8,9	26,8	30,6	9,5	281,3	404,1	324,8254	-79,2746	-19,6176
1982	36	122,8	128,8	26,4	542,2	296	358,4446	62,44456	21,09614
1983	9,9	11,8	22,1	51,5	253,7	260,5	319,5724	59,07236	22,67653
1984	42,8	74,9	13,1	17,8	398,9	342,1	341,67	-0,43002	-0,1257
1985	54,8	13,6	11,4	9,6	214,9	272,2	320,2027	48,00272	17,63509
1986	29,7	4,8	23,2	40,2	352,7	330,2	317,121	-13,079	-3,96094
1987	116,4	74,7	33,4	1,9	367,9	345,5	341,5999	-3,90006	-1,12882
1988	25,9	30,4	6,9	9	248,2	333,9	326,0861	-7,81392	-2,3402
1989	34,9	11	29,4	35	337	341,7	319,2922	-22,4078	-6,55774
1990	10,2	15,4	53,9	6	212,8	200,4	320,8331	120,4331	60,09635
1991	51,4	90,5	60	24,6	419,4	375,3	347,1331	-28,1669	-7,50517
1992	10,4	88,3	54,8	74,2	293,2	333,3	346,3627	13,06266	3,91919
1993	25,3	12,4	76	3,9	250,2	270,3	319,7825	49,48248	18,3065
1994	21,5	61,9	26,7	1,3	388,4	370,8	337,1174	-33,6826	-9,08377
1995	32,7	73,6	32,3	34,4	347,1	341,2	341,2147	0,01472	0,004314
1996	61,9	22,3	9	0,3	338,3	337	323,2495	-13,7505	-4,08028
1997	20,8	53,4	17,6	30,7	249,3	332	334,1407	2,14068	0,644783
1998	32,6	4,5	131,5	7	335,6	306,7	317,0159	10,3159	3,363515
1999	80,5	30,3	5,4	5	430,3	345,5	326,0511	-19,4489	-5,62922
2000	24,7	13	25,7	16	256,7	404,8	319,9926	-84,8074	-20,9504
2001	8,9	49,2	66,8	11,4	231,5	323,8	332,6698	8,86984	2,739296
2002	42,1	61,2	7,4	0,5	213,1	385,3	336,8722	-48,4278	-12,5688
2003	20,1	26,4	47,9	33,2	444,9	286,1	324,6853	38,58528	13,48664
2004	31,9	43,5	57,1	93,2	383	332,6	330,6737	-1,9263	-0,57916
2005	64,1	5,7	16,4	3,6	228,2	288,6	317,4361	28,83614	9,991733
2006	34,1	35,4	1,9	15,3	356,5	284,1	327,8371	43,73708	15,39496

**Π.Π. 3:** Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχόπτωση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας

YEARS	Rapr.	Yield
1980	42,7	294
1981	43,9	271,8
1982	83,2	281,8
1983	28,9	219,9
1984	54,5	257,7
1985	14,3	197
1986	22	229,9
1987	46,5	165,3
1988	25	275,5
1989	18,1	220,7
1990	33,2	122,3
1991	91,3	251,2
1992	79,2	163,4
1993	12,5	219,4
1994	68,9	234,5
1995	33,6	230,5
1996	26,3	210,4
1997	76,5	189,5
1998	8	207,5
1999	42,8	200,1
2000	19,7	213,3
2001	50,7	163,3
2002	83,5	202,7
2003	24,7	114,4
2004	28,5	161,1
2005	10,6	202,5
2006	40,7	191,8

**Π.Π. 4:** Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development).

YEARS	Rmar.	Rapr.	Rmay	Rjun.	R ολ.	Yield	Yield est	Yield dep	%Yield dep
1980	54,1	42,7	75,5	47,1	296,9	294	213,9494	-80,0506	-27,22809
1981	61,4	43,9	35,9	18,7	394,8	271,8	214,2265	-57,5735	-21,1823
1982	22,5	83,2	43,6	35	361,7	281,8	223,3009	-58,4991	-20,75909
1983	22,7	28,9	42,9	139	410,2	219,9	210,763	-9,13699	-4,155066
1984	59	54,5	18,7	13,7	252,5	257,7	216,6741	-41,026	-15,92004
1985	66,6	14,3	56,5	1,6	292,7	197	207,3919	10,39187	5,2750609
1986	40,8	22	80,7	35,6	442,7	229,9	209,1698	-20,7302	-9,017051
1987	72	46,5	39,6	6,6	316,6	165,3	214,8269	49,52685	29,961797
1988	24,5	25	12,9	24,9	248,3	275,5	209,8625	-65,6375	-23,82486
1989	35,4	18,1	71,7	72,1	390,7	220,7	208,2693	-12,4307	-5,632401
1990	10,4	33,2	57,8	20,2	224,4	122,3	211,7559	89,45588	73,144628
1991	42,5	91,3	41,4	10,3	394,2	251,2	225,1712	-26,0288	-10,3618
1992	12,8	79,2	51	57,5	256	163,4	222,3773	58,97728	36,093807
1993	21	12,5	59	38,3	238,6	219,4	206,9763	-12,4238	-5,662603
1994	15,9	68,9	18,7	13,2	350,2	234,5	219,999	-14,501	-6,183791
1995	28,8	33,6	64,1	22,3	334	230,5	211,8482	-18,6518	-8,09187
1996	31,5	26,3	53,7	12,7	308,6	210,4	210,1627	-0,23733	-0,112799
1997	12,4	76,5	7,6	15,1	185,1	189,5	221,7539	32,25385	17,020501
1998	3,9	8	102,9	9,3	261	207,5	205,9372	-1,5628	-0,753157
1999	50,8	42,8	16,1	108,6	446,6	200,1	213,9725	13,87252	6,9327936
2000	13,4	19,7	33,4	43,7	280,1	213,3	208,6387	-4,66127	-2,185312
2001	14,6	50,7	51,7	15,9	262,9	163,3	215,7966	52,49663	32,147355
2002	51	83,5	52,5	3,6	295,3	202,7	223,3702	20,67015	10,19741
2003	14,8	24,7	58,8	37,4	370,7	114,4	209,7932	95,39323	83,385691
2004	9,5	28,5	32,2	58,5	185,6	161,1	210,6707	49,57065	30,770112
2005	35,3	10,6	30,8	7,9	197,7	202,5	206,5375	4,03754	1,9938469
2006	22	40,7	17	35	206,6	191,8	213,4876	21,68763	11,307419

**Π.Π. 5:** Στοιχεία από τα οποία προήλθε τα μοντέλο πρόγνωσης. Περιέχει τη χρονοσειρά, τη βροχοπτώση του μήνα Απριλίου και την απόδοση της καλλιέργειας

YEARS	Rapr.	Yield
1980	65,1	282,7
1981	6,6	137,4
1982	58,6	279,7
1983	11	211,6
1984	70,6	256,8
1985	11,4	155,8
1986	49,6	262,5
1987	60,7	183,9
1988	31,1	271
1989	27	308,2
1990	49,5	311,8
1991	51,3	310,7
1992	28,4	267,5
1993	5,4	235,8
1994	52,2	246
1995	51,4	255,5
1996	52,5	245,6
1997	0	232,5
1998	4,7	224,1
1999	0	193,9
2000	24,9	304,3
2001	53,1	326,6
2002	9,5	166,3
2003	21,2	159,4
2004	24,4	193,5
2005	10,6	237,2
2006	9,4	199,7



**Π.Π. 6:** Συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει τις τιμές των βροχοπτώσεων των «κρίσιμων μηνών» και της ολικής βροχόπτωσης. Ενώ συμπεριλαμβάνει την πραγματική απόδοση, την υποθετική απόδοση που προκύπτει από το μοντέλο πρόγνωσης (Yield estate), την απόκλιση της πραγματικής με την υποθετική απόδοση (Yield development) και τέλος το ποσοστό επί της % της απόκλισης της απόδοσης πρόγνωσης από την πραγματική (% Yield development).

YEARS	Rmar.	Rapr.	Rmay	Rjun.	Rol.	Yield	Yield est	Yield dep	%Yield dep
1980	55,4	65,1	65,5	3,3	423,3	282,7	282,9584	0,25842	0,0914114
1981	3,4	6,6	23,6	0,5	546,1	137,4	209,5877	72,18772	52,53837
1982	55,2	58,6	27,9	1,4	403,6	279,7	274,8061	-4,89388	-1,749689
1983	32,5	11	50,1	109,7	380,9	211,6	215,1062	3,5062	1,6569943
1984	157	70,6	24,8	4,5	539	256,8	289,8565	33,05652	12,872477
1985	31,6	11,4	10,9	21	234,8	155,8	215,6079	59,80788	38,387599
1986	10	49,6	7,7	30,3	366,1	262,5	263,5183	1,01832	0,3879314
1987	20,2	60,7	11,1	41,1	206,4	183,9	277,4399	93,53994	50,864568
1988	67	31,1	40,4	48,4	567,4	271	240,3156	-30,6844	-11,32265
1989	24,1	27	30,3	86,8	423,6	308,2	235,1734	-73,0266	-23,69455
1990	1,6	49,5	13	5	161,6	311,8	263,3929	-48,4071	-15,52505
1991	17,1	51,3	34	7,4	384,6	310,7	265,6505	-45,0495	-14,49937
1992	27,5	28,4	17,5	65,9	267,2	267,5	236,9293	-30,5707	-11,42831
1993	9,9	5,4	62	15,5	310,8	235,8	208,0827	-27,7173	-11,75459
1994	15,8	52,2	19,7	30,6	324,6	246	266,7792	20,77924	8,4468455
1995	137,2	51,4	8,8	13,9	582,6	255,5	265,7759	10,27588	4,0218708
1996	46	52,5	14,5	13,1	477,2	245,6	267,1555	21,5555	8,7766694
1997	59	0	12,1	20,4	329,9	232,5	201,31	-31,19	-13,41505
1998	73,7	4,7	76,5	29,3	547,2	224,1	207,2047	-16,8953	-7,539161
1999	0	0	9,5	9,6	285,5	193,9	201,31	7,41	3,8215575
2000	75,8	24,9	36,9	13,4	379,9	304,3	232,5396	-71,7604	-23,58213
2001	26,5	53,1	19,1	6,9	259,2	326,6	267,908	-58,692	-17,9706
2002	29,2	9,5	8,2	24,9	266,3	166,3	213,2249	46,9249	28,217017
2003	3,4	21,2	61,5	6,7	460	159,4	227,899	68,49904	42,973049
2004	59,1	24,4	25,2	49,5	340,9	193,5	231,9125	38,41248	19,851411
2005	28,5	10,6	139,8	42,3	669,6	237,2	214,6045	-22,5955	-9,525919
2006	141	9,4	35,3	41,9	727,9	199,7	213,0995	13,39948	6,7098047



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091997