

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Παρακολούθηση υδατικού ισοζυγίου με μεθόδους Γεωγραφικών  
Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.)»**



**ΜΠΛΑΝΤΑ ANNA**

**Βόλος 2007**

«Παρακολούθηση υδατικού ισοζυγίου με μεθόδους Γεωγραφικών  
Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.)»

**Μέλη εξεταστικής τριμελούς επιτροπής**

1. Νικόλαος Ρ. Δαλέζιος, Καθηγητής, Αγρομετεωρολογία - Δορυφορική Μετεωρολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων.
2. Μάριος Σαπουντζής, Λέκτορας, Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.
3. Άρης Ψιλοβίκος, Λέκτορας, Διαχείριση Ποιότητας Υδάτων και Προσομοίωσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Νικόλαο Δαλέζιο για την ευκαιρία που μου έδωσε να αναλάβω την παρούσα εργασία και να συνεργαστώ με το Εργαστήριο Αγρομετεωρολογίας, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Ευχαριστώ θερμά τον κ. Χρήστο Δομενικιώτη για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια και συμπαράσταση του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Ευχαριστώ τα άλλα δυο μέλη της τριμελούς επιτροπής μου, τους Λέκτορες Μάριο Σαπουντζή και Άρη Ψιλοβίκο, για τις παρατηρήσεις τους και την υποστήριξη τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ τους Γεώργιο Γεροβασίλη, Δημήτρη Καζά και Νικόλαο Υφαντή για την παραχώρηση των χωραφιών για τις πειραματικές μετρήσεις και τις πληροφορίες που μας παρείχαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, καθώς και τη Ζωή Μπομπότη, γεωπόνο στο Δήμο Φερών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Νίκη Ματζαφλέρη, Μαρία Κούτα, Χρύσα Νταρή, Ελισάβετ Αραμαδανίδου και Μαρία Δημητριάδου για την βοήθεια τους καθώς και τους συναδέλφους μου στο εργαστήριο Αγρομετεωρολογίας.



## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 2.1     Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Φερών.
- Πίνακας 2.2     Καλλιέργειες στο Δήμο Φερών (2005).
- Πίνακας 2.3     Καλλιέργειες στο Δήμο Φερών (ποτιστικές, ξηρικές 2005).
- Πίνακας 2.4     Εντοπισμός θέσης των πειραματικών πεδίων.
- Πίνακας 2.5     Σταθμοί πειραματισμού.
- Πίνακας 2.6     Συλλογή Δεδομένων.
- Πίνακας 2.7     Δεδομένα Άρδευσης.
- Πίνακας 2.8     Μετατροπή συντεταγμένων.
- Πίνακας 2.9     Συλλογή δεδομένων.
- Πίνακας 2.10    Δεδομένα άρδευσης.
- Πίνακας 2.11   Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού για την περιοχή μελέτης.
- Πίνακας Α.1     Χαρακτηριστικά του βαμβακιού.
- Πίνακας Α.2     Κόστος παραγωγής ανά στρέμμα.
- Πίνακας Β.1     Κατανάλωση νερού σε εθνικό επίπεδο (εκατομμύρια m<sup>3</sup>).
- Πίνακας Β.2     Έκταση καλλιεργειών και αρδεύσεων στην Ελλάδα για το 1993.
- Πίνακας 3.1     Φαινολογικά στάδια.
- Πίνακας 3.2     Ποσοστό φυτοκάλυψης για το πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Πίνακας 3.3     Ποσοστό φυτοκάλυψης για το δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Πίνακας 3.4     Ποσοστό φυτοκάλυψης για το τρίτο πειραματικό πεδίο.
- Πίνακας 3.5     Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού όπως ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων πειραματικών πεδίων.

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1.1 Εξέλιξη των μεθόδων άρδευσης.
- Εικόνα 1.2 Αγροτική ζήτηση νερού στην Ελλάδα.
- Εικόνα 2.1 Περιοχή μελέτης – αγροτικά στοιχεία για την περιοχή της Μαγνησίας.
- Εικόνα 2.2 Εντοπισμός θέσης των τριών πειραματικών πεδίων.
- Εικόνα 2.3 Σχηματική αναπαράσταση του πειραματικού σταθμού.
- Εικόνα 2.4 Μέτρηση υγρασίας εδάφους.
- Εικόνα 2.5 Η επεξεργασία που εφαρμόστηκε στην περιοχή του Βελεστίνου.
- Εικόνα 2.6 Τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων.
- Εικόνα 2.7 Στάδια αύξησης καλλιεργειών για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών.
- Εικόνα 2.8 Τιμές  $K_c$  για διαφορετικές καλλιέργειες κατά τη διάρκεια της μέσης περιόδου.
- Εικόνα 2.9 Καμπύλη του ενιαίου φυτικού συντελεστή.
- Εικόνα 2.10  $K_{cini}$ , σχετιζόμενο με την  $ET_o$  και το διάστημα μεταξύ των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του αρχικού σταδίου όταν τα γεγονότα βρεξίματος είναι από ελαφριά ως μεσαία (3-10 mm ανά γεγονός).
- Εικόνα A.1 Συνολική έκταση καλλιέργειας και αξία βαμβακιού.
- Εικόνα A.2 Παραγωγή βαμβακιού ανά νομό.
- Εικόνα B.1 Εξέλιξη αρδευόμενης έκτασης.
- Εικόνα B.2 Μέθοδοι άρδευσης που χρησιμοποιούνται από τους αγρότες στην περιοχή μελέτης του Βελεστίνου.
- Εικόνα 3.1 Φαινολογικά στάδια
- Εικόνα 3.2 Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.3 Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.4 Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο τρίτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.5 Διάγραμμα ύψους φυτού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του και στα τρία πειραματικά πεδία.
- Εικόνα 3.6 Διάγραμμα μεταβολής ύψους μέσα στο ίδιο πειραματικό πεδίο (τρίτο

πειραματικό πεδίο).

- Εικόνα 3.7 Διάγραμμα ύψους φυτού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του και στα τρία πειραματικά πεδία.
- Εικόνα 3.8 Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.9 Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.10 Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο τρίτο πειραματικό πεδίο (1<sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια).
- Εικόνα 3.11 Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο τρίτο πειραματικό πεδίο (3<sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια).
- Εικόνα 3.12 Διάγραμμα άρδευσης και στα τρία πειραματικά πεδία.
- Εικόνα 3.13 Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.
- Εικόνα 3.14 Διάγραμμα ύψους φυτού στο πρώτο πειραματικό πεδίο (2006).
- Εικόνα 3.15 Διάγραμμα ύψους φυτού στο δεύτερο πειραματικό πεδίο (2006).
- Εικόνα 3.16 Διάγραμμα άρδευσης στα δυο πειραματικά πεδία (2006).
- Εικόνα 3.17 Διάγραμμα ύψους φυτού για το πρώτο πειραματικό πεδίο για τα έτη 2005 και 2006.
- Εικόνα 3.18 Διάγραμμα ύψους φυτού για το δεύτερο πειραματικό πεδίο για τα έτη 2005 και 2006.
- Εικόνα 3.19 Διάγραμμα ωριαίας εξατμισοδιαπνοής  $ET_0$  της περιοχής μελέτης για το έτος 2005.
- Εικόνα 3.20 Διάγραμμα ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής  $ET_0$  της περιοχής μελέτης για το έτος 2005.
- Εικόνα 3.21 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.22 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.23 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο τρίτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.24 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο τρίτο πειραματικό πεδίο (δειγματοληπτική επιφάνεια 3, επανασπορά).
- Εικόνα 3.25 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  των τριών πειραματικών πεδίων.

- Εικόνα 3.26 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του πρώτου πειραματικού πεδίου.
- Εικόνα 3.27 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του δεύτερου πειραματικού πεδίου.
- Εικόνα 3.28 Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του τρίτου πειραματικού πεδίου.
- Εικόνα 3.29 Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.30 Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.31 Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο τρίτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.32 Διάγραμμα ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών  $ET_c$  για τα τρία πειραματικά πεδία.
- Εικόνα 3.33 Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.34 Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.35 Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο τρίτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.36 Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το πρώτο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.37 Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το δεύτερο πειραματικό πεδίο.
- Εικόνα 3.38 Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το τρίτο πειραματικό πεδίο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών αποτελεί ένα βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη τους. Εκτιμάται ότι αν και μόνο το 20% της παγκόσμιας αγροτικής γης αρδεύεται προς το παρόν, αυτό αντιστοιχεί στο 40% της παγκόσμιας αγροτικής παραγωγής. Στην Ελλάδα, που ο κύριος όγκος της γεωργικής παραγωγής προέρχεται από θερινές καλλιέργειες, μια εποχή όπου επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες, οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό είναι αυξημένες έτσι ώστε να έχουμε υψηλές αποδόσεις στη γεωργική παραγωγή. Επιπλέον, η ανεπάρκεια του νερού και ο ανταγωνισμός των απαιτήσεων σε νερό για οικιακή, βιομηχανική και ψυχαγωγική χρήση αυξάνεται διαρκώς, έτσι, η μερίδα του νερού στον τομέα της άρδευσης εμφανίζει φθίνουσα πορεία.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου σε μια αγροτική περιοχή όπου καλλιεργούνται και αρδεύονται μεγάλες εκτάσεις. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο Δήμο Φερών, του Νομού Μαγνησίας. Το γεωργικό προϊόν που επιλέχθηκε είναι βαμβάκι που είναι ένα από τα σημαντικότερα γεωργικά προϊόντα στην Ελλάδα. Τρία αγροτεμάχια επιλέχθηκαν και για κάθε πειραματικό πεδίο τα στοιχεία που συλλέχθηκαν ήταν ψηφιακές φωτογραφίες, εδαφική υγρασία και ύψος φυτών της καλλιέργειας από το Μάιο μέχρι και τον Αύγουστο. Όσον αφορά τα δεδομένα άρδευσης, συλλέχθηκαν η ημερομηνία άρδευσης, οι ώρες και η ποσότητα του νερού. Τα δεδομένα μετά από επεξεργασία με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε συνδυασμό με τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, καθώς επίσης και τον προσδιορισμό μιας σειράς εξισώσεων για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς, φυτικού συντελεστή και

εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών, καταλήγουν στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής.

Τα αποτελέσματα επαληθεύουν την ήδη υπάρχουσα κατάσταση, ότι δηλαδή η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση της καλλιέργειας του βαμβακιού στην περιοχή μελέτης, είναι πολύ μεγαλύτερη από την ωφέλιμη. Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου με τη χρήση της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε συνδυασμό με τη συνεχή παρακολούθηση των πειραματικών πεδίων έδωσε ασφαλή αποτελέσματα προσφέροντας τη δυνατότητα γενίκευσης και εφαρμογής της μεθοδολογίας, σε άλλες περιοχές.

*Λέξεις Κλειδιά:* Υδατικό ισοζύγιο, Βαμβάκι, ΓΣΠ, Θεσσαλία

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1. Περιοχή μελέτης	15
2.2. Συλλογή δεδομένων	18
2.3. Μεθοδολογική προσέγγιση	21
2.3.1. Σταθμοί πειραματισμού	21
2.3.2. Πειραματικές μετρήσεις	23
2.4. Επεξεργασία δεδομένων	28
A: ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	47
A.1. Γεωγραφική κατανομή	48
A.1.1. Ποικιλίες	49
A.1.2. Τρόποι καλλιέργειας	49
A.1.3. Κόστος καλλιέργειας	50
B: ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ	52
B.1. Μέθοδοι άρδευσης	53
Γ: ΦΥΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	56
3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	57
3.1. Διαγράμματα συντελεστή φυτοκάλυψης	66

3.2. Διαγράμματα ύψους φυτού από δεδομένα πεδίου	68
3.3. Διαγράμματα υγρασίας εδάφους, άρδευσης	70
3.4. Μετεωρολογικά Δεδομένα	73
3.5. Αποτελέσματα για το έτος 2006	73
3.6 Διαγράμματα εξατμισοδιαπνοής και φυτικού συντελεστή	76
3.7 Διαγράμματα υδατικού ισοζυγίου	83
 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ	 87
 5: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 94
 6: ABSTRACT	 100
 7: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	 103



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος και το νερό είναι οι δύο κρίσιμοι πόροι για τη γεωργική παραγωγή και έτσι υπάρχει μια επείγουσα και τρέχουσα ανάγκη να επινοηθούν τρόποι διαχείρισης του εδάφους και των υδάτινων πόρων κατά τρόπο πιο βιώσιμο (National Research Council, 1991). Το νερό που διανέμεται για την άρδευση παγκοσμίως ανέρχεται σε 80% περίπου των συνολικών παροχών νερού (Seckler *et al.*, 1997). Οι συνέπειες της άρδευσης στο υδατικό ισοζύγιο, τη βλάστηση και τον υδροφόρο ορίζοντα στην αρδευόμενη έκταση είναι σημαντικές. Η γενικά χαμηλή αποδοτικότητα των καλλιεργειών υπονοεί ότι το μεγαλύτερο μέρος αυτού του νερού δεν δεσμεύεται από τα φυτά αλλά ρέει πίσω στους ποταμούς (Wang *et al.*, 1993). Επιπλέον, η ανεπάρκεια του νερού και ο συναγωνισμός των απαιτήσεων σε νερό για οικιακή, βιομηχανική και ψυχαγωγική χρήση αυξάνεται διαρκώς, έτσι, η μερίδα του νερού στον τομέα της άρδευσης κατευθύνεται σε δραματική μείωση.

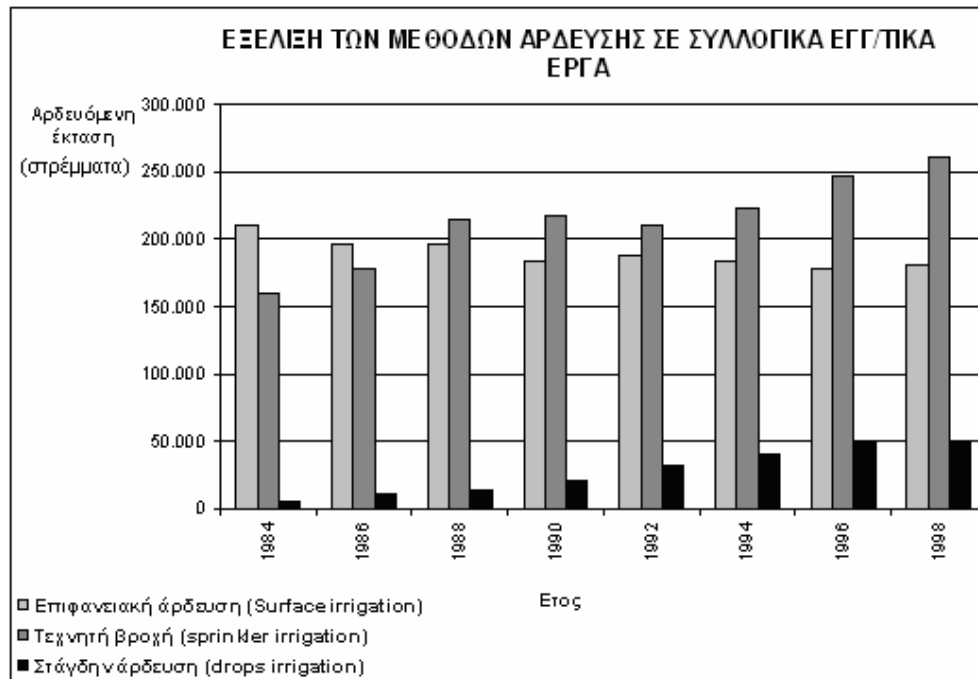
Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών αποτελεί ένα ουσιαστικό μέσο για την ενίσχυση των αποδόσεων της γεωργικής παραγωγής. Κατά την διάρκεια του περασμένου αιώνα οι αυξημένες ανάγκες για παραγωγή τροφίμων είχε σαν αποτέλεσμα την επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και κατ' επέκταση των αρδευόμενων περιοχών. Εκτιμάται ότι αν και μόνο το 20% της παγκόσμιας αγροτικής γης αρδεύεται προς το παρόν, αυτό αντιστοιχεί στο 40% της παγκόσμιας αγροτικής παραγωγής. Η άρδευση παρέχει τη βάση για ένα βελτιωμένο σύστημα καλλιεργειών και την αύξηση των συγκομιδών καλλιεργούμενων φυτών με υψηλή διαθρεπτική αξία και γι' αυτό προωθούνται οι βελτιώσεις των συστημάτων άρδευσης των καλλιεργειών (Gore, 1993).

Έρευνες έχουν γίνει στον τομέα της άρδευσης παγκοσμίως, ώστε να αξιοποιείται το αρδευόμενο νερό από τις καλλιέργειες, ωστόσο το κενό μεταξύ της δυνητικής και της αξιοποιήσιμης άρδευσης είναι σημαντικά μεγάλο. Η αξιοποίηση των φυσικών πόρων όπως η ορθολογική χρήση του νερού στη γεωργία, η κατάλληλη χρήση των εδαφών και η βελτίωσή τους, ο προσδιορισμός και η πλήρης γνώση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων νερών και εδαφών καθώς και της σχέσης του συστήματος "έδαφος - φυτό - ατμόσφαιρα" είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη χαμηλού κόστους ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών καθώς και για την καλύτερη και αειφόρο αξιοποίηση γενικότερα του συστήματος της παραγωγής τροφίμων.

Η βιβλιογραφία που αναφέρεται διεθνώς στις δυο τελευταίες δεκαετίες, υποδεικνύει ότι η απόδοση των αρδευτικών συστημάτων, κυρίως στις μεγάλες καλλιεργούμενες εκτάσεις, είναι πολύ χαμηλότερη από τις προσδοκώμενες. Παρόλη την όλο και πιο αυξανόμενη ενημέρωση σε θέματα διαχείρισης αρδευτικών συστημάτων ως προς τη βελτίωση της απόδοσης τους (εικόνα 1.1), είναι δύσκολο να εφαρμοστεί ένα καινοτόμο πρόγραμμα άρδευσης, του οποίου τα αποτελέσματα να έχουν αξιολογηθεί ως προς τη βελτίωση της διαχείρισης των προγραμμάτων άρδευσης (Biswas, 1990).

Στην Ελλάδα το 82% της χρήσης του νερού χρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς και περίπου το 35% των καλλιεργούμενων περιοχών αρδεύεται (εικόνα 1.2). Όμως η διαφορά ανάμεσα στο αρδευόμενο νερό και σε εκείνο που δεσμεύεται τελικά από τις καλλιέργειες για παραγωγή βιομάζας (water use efficiency) είναι συνήθως μεγάλη. Χρήζει διερεύνηση το μέγεθος των απωλειών που προκύπτουν κατά την περίοδο άρδευσης της καλλιέργειας. Οι νέες τεχνολογίες των δορυφορικών δεδομένων

και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) παρέχουν τα εργαλεία για μια πιο ουσιαστική διαχείριση της άρδευσης (Bastiaanssen, 1998).



Εικόνα 1.1: Εξέλιξη των μεθόδων άρδευσης ([www.ellinikietairia.gr](http://www.ellinikietairia.gr)).



Εικόνα 1.2: Αγροτική ζήτηση νερού στην Ελλάδα (Μ.Α. Μιμίκου).

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Περιοχή μελέτης

Στη Θεσσαλία το βαμβάκι αποτελεί βασικό προϊόν και καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις. Κατά τη διάρκεια της Άνοιξης και του Φθινοπώρου, το κλίμα συνήθως δεν είναι σταθερό και το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά την καλλιέργεια του βαμβακιού, καθώς οι δυο εποχές συμπίπτουν με την περίοδο φυτέματος και συγκομιδής αντίστοιχα. Η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού (Απρίλιος-Σεπτέμβριος) γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη για συστηματική άρδευση.

Το νερό που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις προέρχεται κυρίως από ποταμούς και γεωτρήσεις. Το βαμβάκι στη Θεσσαλία αποτελεί μια από τις πιο σπουδαίες καλλιέργειες. Καταλαμβάνει έκταση 1.733.387 στρέμματα (1999) που αντιστοιχεί στο 40% της συνολικής έκτασης της καλλιέργειας στην Ελλάδα και η παραγωγή σε σύσπορο βαμβάκι, σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Βάμβακος για το 1999 - 2000, είναι 607.000 τόνοι ή το 46,5% της χώρας.

Το εργατικό δυναμικό της Θεσσαλίας ανέρχεται σε 299.300 άτομα ενώ οι απασχολούμενοι είναι 273.900 (1997). Η διαχρονική εξέλιξη του ενεργού πληθυσμού και της απασχόλησης τα τελευταία χρόνια (1993-97) παρουσιάζεται αύξουσα. Το 38,7% των απασχολούμενων εργάζεται στον πρωτογενή τομέα, το 17,4% στον δευτερογενή τομέα και το 43,9% στον τριτογενή τομέα, ενώ τα αντίστοιχα εθνικά ποσοστά είναι 19,8%, 22,5% και 57,7% (1997). Η τόσο υψηλή συγκέντρωση εργατικού δυναμικού στον πρωτογενή τομέα παραπέμπει σε παραγωγικά πρότυπα που υποδηλώνουν διαρθρωτική υστέρηση.

Για τον πειραματικό σχεδιασμό της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής επιλέχθηκε η περιοχή του Δήμου Φερών Μαγνησίας και πιο συγκεκριμένα τα δημοτικά διαμερίσματα Βελεστίνου, Χλόης και Αγίου Γεωργίου (εικόνα 2.1, πίνακας 2.1) λόγω της εντατικής καλλιέργειας του βαμβακιού στην περιοχή, μια καλλιέργεια που είναι υδρόφιλη.

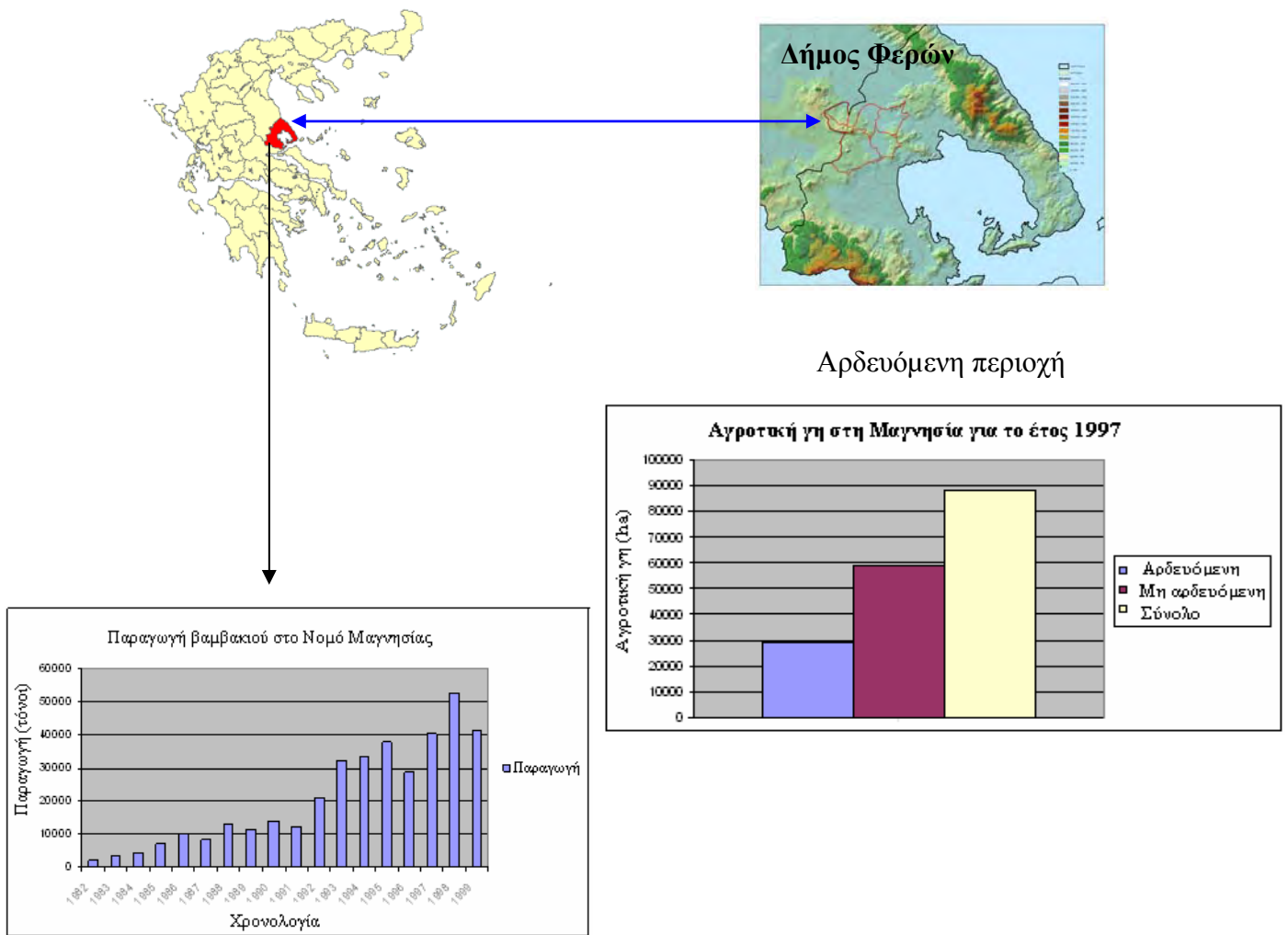
Πίνακας 2.1: Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Φερών.

Δήμος Φερών	
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Θεσσαλίας
ΝΟΜΟΣ	Μαγνησίας
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	6.855
ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	215.513
ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	5

Η περιοχή μελέτης είναι αγροτική και παράγει βαμβάκι, σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι και οπωροκηπευτικά (πίνακες 2.2, 2.3). Τα προϊόντα που παράγονται δεν είναι για προσωπική χρήση. Οι άνθρωποι που ασχολούνται με τη γεωργία είναι κυρίως μεγάλης ηλικίας και οι νέοι δεν συνεχίζουν την δουλειά των γονιών τους.

Πίνακας 2.2: Καλλιέργειες στο Δήμο Φερών (2005).

Καλλιέργειες	Στρέμματα
Κριθάρι	2600
Αραβόσιτος	3350
Τεύτλα	5000
<b>Βαμβάκι</b>	<b>36000</b>
Αχλαδιές	250
Σκληρό σιτάρι	58000
Αγρανάπαυση	2600



Εικόνα 2.1: Περιοχή μελέτης – αγροτικά στοιχεία για την περιοχή της Μαγνησίας.

Πίνακας 2.3: Καλλιέργειες στο Δήμο Φερών (ποτιστικές, ξηρικές 2005).

Καλλιέργειες στο Δήμο Φερών		
	Ποτιστικά (στρέμματα)	Ξηρικά(στρέμματα)
Αμυγδαλιές	650	900
Καρυδιές	72	
Φιστικιές Αιγίνης	80	
Αμπέλια	19	70
Ελιές	740	1750
Κηπευτικά	170	

## 2.2. Συλλογή Δεδομένων

Οι παράγοντες που εξετάζονται για την επιλογή των πειραματικών πεδίων περιλαμβάνουν:

α) Συνεργασία με τους αγρότες

β) Ποικιλία συγκομιδής

γ) Πειραματικά σημεία στο χωράφι

δ) Δειγματοληπτική περίοδο (περίπου δυο φορές την εβδομάδα)

ε) Ώρα της ημέρας

στ) Μετρήσεις στο πεδίο

- ψηφιακή φωτογραφική μηχανή (2 m από το έδαφος)
- ύψος συγκομιδής
- υγρασία εδάφους
- καθορισμός θέσεων χωραφιών με τη χρήση του GPS eTrex

ζ) Πληροφορίες από τους αγρότες (φύτεμα, ημερομηνίες άρδευσης, κόστος άρδευσης, παραγωγή)

η) Διαθεσιμότητα μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής

α) Όσον αφορά την συνεργασία με τους αγρότες αναφέρεται η συνάντηση μαζί τους για την επιλογή των χωραφιών που μας παραχώρησαν για τις πειραματικές μετρήσεις.

β) Η ποικιλία της συγκομιδής είναι διαφορετική για τα τρία χωράφια και χρησιμοποιείται χρόνια από τους αγρότες. Η κάθε ποικιλία δίνει διαφορετική παραγωγή.

Η ποικιλία βαμβακιού Etna παρουσιάζει τα παρακάτω ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Micronaire (λεπτότητα ίνας): 3.6-3.9
- Ποικιλία πρώιμη
- Αντοχή: 30-32 gr/tex
- Μήκος : 1.33 (inch)

Η ποικιλία βαμβακιού Campo παρουσιάζει τα παρακάτω ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Βαθύρριζη ποικιλία που συμβάλλει στην εξοικονόμηση πολύτιμων υδάτινων πόρων.
- Ανθεκτική στην αδρομύκωση που δίνει την δυνατότητα για καλλιέργεια σε επιβαρημένα από τον μύκητα εδάφη.
- Ποικιλία ιδιαίτερα υψηλής παραγωγικότητας, που αξιοποιεί τα γόνιμα εδάφη.

Η ποικιλία Carmen έχει συμπαγή φυτά με σκούρο πράσινο χρώμα και μεγάλα καρύδια πάνω σε κοντούς καρποφόρους βραχίονες. Μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικιλία εδαφο-κλιματικών συνθηκών. Έχει καλή συμπεριφορά σε συνθήκες έλλειψης νερού. Είναι πολύ παραγωγική ιδιαίτερα σε περιοχές με σημαντική προσβολή από αδρομυκώσεις λόγω της υψηλής ανεκτικότητας που παρουσιάζει σε αυτές. Παρουσιάζει τα παρακάτω ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Micronaire: 4.1
- Ωριμότητα: 0,9
- Απόδοση σε ίνα:  $\approx 38\%$
- Μήκος 2,5%: 28.9 (mm)
- Αντοχή: 30 gr/tex



γ) Τα πειραματικά σημεία αφορούσαν και στα τρία χωράφια τη δημιουργία δειγματοληπτικών επιφανειών διάστασης 93x93 εκατοστά για την εξαγωγή των δεδομένων.

δ) Η δειγματοληπτική περίοδος ξεκίνησε 31-05-2005 και για τα τρία πειραματικά πεδία, η διαδικασία επαναλαμβανόταν δυο φορές την εβδομάδα. Η τελευταία μέτρηση έγινε 26-09-2005.

ε) Οι μετρήσεις έγιναν όλες κατά τη διάρκεια του μεσημεριού για να αποφευχθεί η σκίαση στις φωτογραφίες.

στ) Οι μετρήσεις στο πεδίο πραγματοποιήθηκαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, υγρόμετρο, μετροταινία και GPS.

ζ) Η παροχή πληροφοριών από τους αγρότες αφορούσε σε θέματα όπως η ημερομηνία σποράς, οι ημερομηνίες άρδευσης, η χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

η) Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω μηνιαία, ωριαία και εβδομαδιαία μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής για τον υπολογισμό του φυτικού συντελεστή:

- Θερμοκρασία αέρα
- Ταχύτητα ανέμου
- Σχετική υγρασία
- Βροχόπτωση
- Ηλιακή ακτινοβολία

Πίνακας 2.4: Εντοπισμός θέσης των πειραματικών πεδίων

Δεδομένα	Πειραματικό πεδίο 1		Πειραματικό πεδίο 2		Πειραματικό πεδίο 3	
	φ	λ	φ	λ	φ	λ
Δειγματοληπτική επιφάνεια 1	39 <sup>0</sup> 24'07"	22 <sup>0</sup> 45'48"	39 <sup>0</sup> 23'48"	22 <sup>0</sup> 44'25"	39 <sup>0</sup> 22'49 "	22 <sup>0</sup> 45'59"
Δειγματοληπτική επιφάνεια 2	39 <sup>0</sup> 24'42"	22 <sup>0</sup> 45'39"	39 <sup>0</sup> 23'45"	22 <sup>0</sup> 44'55"	39 <sup>0</sup> 22'50"	22 <sup>0</sup> 46'00"
Δειγματοληπτική επιφάνεια 3					39 <sup>0</sup> 22'51"	22 <sup>0</sup> 44'25"

## 2.3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

### 2.3.1. Σταθμοί πειραματισμού

Επιλέχθηκαν τρία διαφορετικά αγροτεμάχια (εικόνα 2.2):

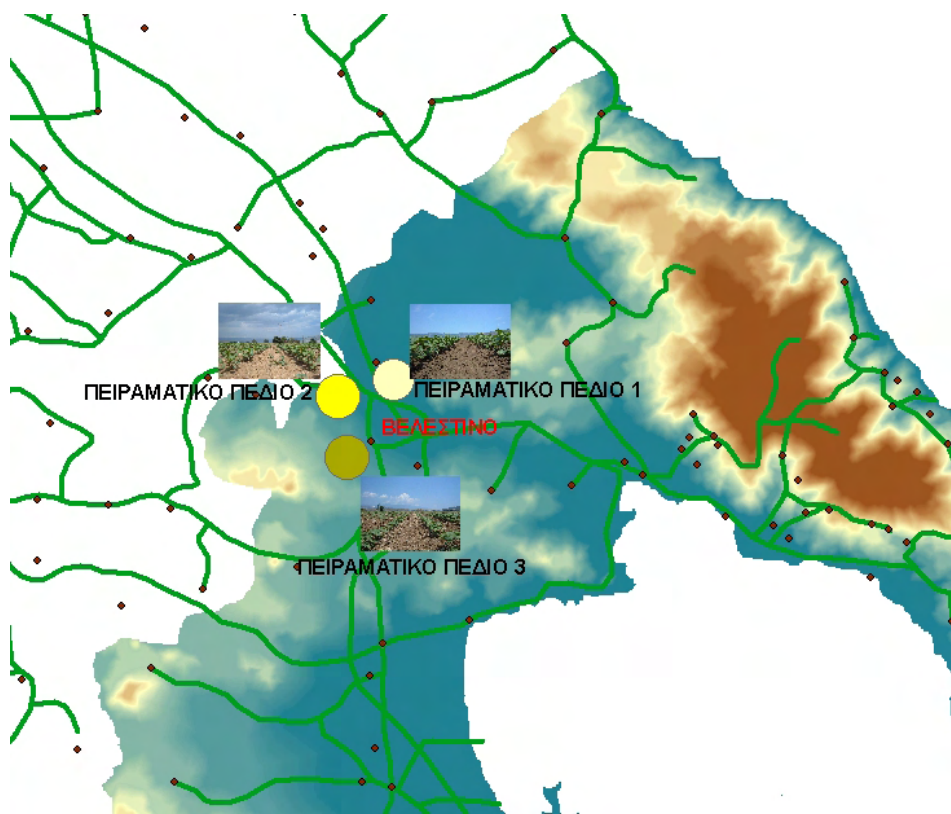
1. **Περιοχή:** Άγιος Γεώργιος (Μαυρόγιες), **Καλλιεργητής:** Γεροβασίλης Γεώργιος.

**Έκταση:** 38-40 στρέμματα. Η σπορά του χωραφιού έγινε στις 20/04/05 και η ποικιλία του βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκε ήταν το υβρίδιο Etna. Η άρδευση ξεκίνησε όταν το βαμβάκι έφτασε τα 30-40 εκατοστά. Επιπλέον η άρδευση γινόταν κάθε επτά ημέρες για δώδεκα ώρες για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Το χωράφι παρήγαγε 500 κιλά βαμβάκι / στρέμμα.

2. **Περιοχή:** Χλόη, **Καλλιεργητής:** Καζάς Δημήτριος **Έκταση:** 90 στρέμματα. Η σπορά του χωραφιού έγινε στις 22/04/05 και η ποικιλία του βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκε ήταν Campo. Η άρδευση ξεκίνησε 30 ημέρες μετά την σπορά και επαναλαμβανόταν κάθε οκτώ ημέρες, η ποσότητα του νερού ήταν 4 λίτρα/ώρα για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Το χωράφι παρήγαγε 400 κιλά βαμβάκι / στρέμμα.

3. **Περιοχή:** Άγιος Γεώργιος, **Καλλιεργητής:** Υφαντής Νίκος **Έκταση:** 46 στρέμματα. Η σπορά του χωραφιού έγινε στις 23/04/05 και έγινε επανασπορά στις 25/5/05. Η ποικιλία του βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκε ήταν Carmen. Η

άρδευση ξεκίνησε στις 20/06/05, επαναλαμβανόταν κάθε οχτώ ημέρες και η ποσότητα του νερού ήταν 2,2 λίτρα/ ώρα για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Το χωράφι παρήγαγε 495 κιλά βαμβάκι / στρέμμα.



Εικόνα 2.2: Εντοπισμός θέσης των τριών πειραματικών πεδίων.

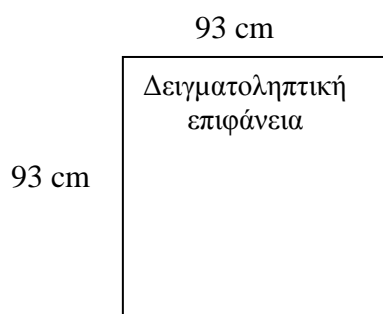
Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα τρία αγροτεμάχια, σε κάθε πειραματικό πεδίο εγκαταστάθηκαν δυο πειραματικοί σταθμοί για τα δυο πρώτα χωράφια (Άγιος Γεώργιος, Χλόη) και τρεις πειραματικοί σταθμοί στο τρίτο χωράφι (λόγω επανασποράς) (πίνακας 2.5).

Πίνακας 2.5: Σταθμοί πειραματισμού.

Πειραματικό πεδίο	Αριθμός πειραματικών σταθμών
Άγιος Γεώργιος (Μαυρόγιες)	2
Χλόη	2
Άγιος Γεώργιος	3

### 2.3.2. Πειραματικές μετρήσεις

Για την κάθε πειραματική μέτρηση επιλέχθηκαν δυο δειγματοληπτικές επιφάνειες για τα δυο πρώτα πειραματικά πεδία και τρεις δειγματοληπτικές επιφάνειες για το τρίτο πειραματικό πεδίο. Σε κάθε πειραματικό σταθμό δημιουργήθηκε ένα πολύγωνο 93x93 cm (εικόνα 2.3). Η δειγματοληψία ξεκίνησε στις 31/05/05 και επαναλαμβανόταν δυο φορές την εβδομάδα για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.



*Εικόνα 2.3: Σχηματική αναπαράσταση του πειραματικού σταθμού.*

Σε όλες τις πειραματικές επιφάνειες καταγράφηκαν και μετρήθηκαν τα εξής:

- Φωτογραφίες
- Υγρασία εδάφους (πίνακας 2.6)
- Εντοπισμός θέσης των τριών πειραματικών πεδίων (πίνακας 2.4)
- Ύψος συγκομιδής (πίνακας 2.6)
- Δεδομένα άρδευσης (πίνακας 2.7)
- Χρήση λιπασμάτων

Όλες οι φωτογραφίες ελήφθησαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή και σε απόσταση 2 μέτρα από το έδαφος. Η συλλογή των φωτογραφιών επαναλαμβανόταν δυο φορές την εβδομάδα κατά τη διάρκεια των μηνών Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και έγιναν κάποιες μετρήσεις το μήνα Σεπτέμβριο. Το ύψος της συγκομιδής μετρήθηκε με

μετροταινία, η βάση ήταν η επιφάνεια του εδάφους και το ανώτατο σημείο ήταν η κορυφή του φυτού. Τα δεδομένα άρδευσης που αφορούσαν τις ημερομηνίες άρδευσης, την ποσότητα του νερού και τις ώρες άρδευσης εξήχθησαν από τις πληροφορίες των αγροτών. Όσον αφορά τα έξοδα άρδευσης οι αγρότες πληρώνουν μόνο το ηλεκτρικό, το συνολικό κόστος της παραγωγής διαφέρει σε κάθε αγρότη:

- Πειραματικό πεδίο 1: 3500-3700 ευρώ, συνολικό ποσό για όλες τις καλλιέργειες.
- Πειραματικό πεδίο 2: 8000 ευρώ, συνολικό ποσό για όλες τις καλλιέργειες (ποτίζει περισσότερες ώρες και χρησιμοποιεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού).
- Πειραματικό πεδίο 3: 2400 ευρώ, συνολικό ποσό για όλη την περίοδο παραγωγής.

Η χρήση λιπασμάτων σύμφωνα με τις πληροφορίες των αγροτών έχουν ως εξής:

1. Πειραματικό πεδίο 1: νιτρικά 4 κιλά /στρέμμα, ουρία 50 κιλά σε 18-19 στρέμματα.
2. Πειραματικό πεδίο 2: νιτρικά 20 κιλά/στρέμμα, ουρία 10 κιλά/στρέμμα, φώσφορος 5 κιλά σε όλο το χωράφι.
3. Πειραματικό πεδίο 3: νιτρικά 50 κιλά/στρέμμα, όχι ουρία, χρήση αζώτου και θείου 3 φορές και φωσφορικό κάλιο 2 κιλά.

Για την μέτρηση της υγρασίας εδάφους χρησιμοποιήθηκε υγρόμετρο. Μετρήθηκε η υγρασία κάτω από το φυτό, αριστερά όπου δεν υπήρχε σωλήνας άρδευσης και δεξιά του φυτού όπου υπήρχε (εικόνα 2.4).



*Εικόνα 2.4: Μέτρηση υγρασίας εδάφους.*

Πίνακας 2.6: Συλλογή Δεδομένων

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Πειραματικό πεδίο 1			Πειραματικό πεδίο 2			Πειραματικό πεδίο 3		
	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΨΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΨΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΨΟΣ ΣΥΓΚ/ΔΗΣ
31/05/2005	√		√	√		√	√		√
03/06/2005	√		√	√		√	√		√
07/06/2005	√		√	√		√	√		√
09/06/2005	√		√	√		√	√		√
14/06/2005	√		√	√		√	√		√
17/06/2005	√		√	√		√	√		√
22/06/2005	√		√				√		√
24/06/2005	√		√	√		√	√		√
29/06/2005	√			√		√	√		√
01/07/2005	√		√	√		√	√		√
08/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
12/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
15/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
19/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
22/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
26/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
29/07/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
02/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
10/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
13/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
16/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
19/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
26/08/2005	√	√	√	√	√	√	√	√	√
26/09/2005	√	√	√				√	√	√

Πίνακας 2.7: Δεδομένα Άρδευσης

ΑΡΔΕΥΣΗ								
Πειραματικό πεδίο 1			Πειραματικό πεδίο 2			Πειραματικό πεδίο 3		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (lt/h)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (lt/h)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (lt/h)
29/06/06	12	4	14/06/05	24	4	22/06/05	24	2.2
13/07/05	12		12/07/05	24		10/07/05	24	
26/07/05	12		15/07/05	24		22/07/05	24	
02/08/05	12		17/07/05	24		29/07/05	24	
08/08/05	12		26/07/05	24		13/08/05	24	
13/08/05	12		02/08/05	24		17/08/05	24	
17/08/05	6		13/08/05	24		19/08/05	24	
23/08/05	6		19/08/05	24				

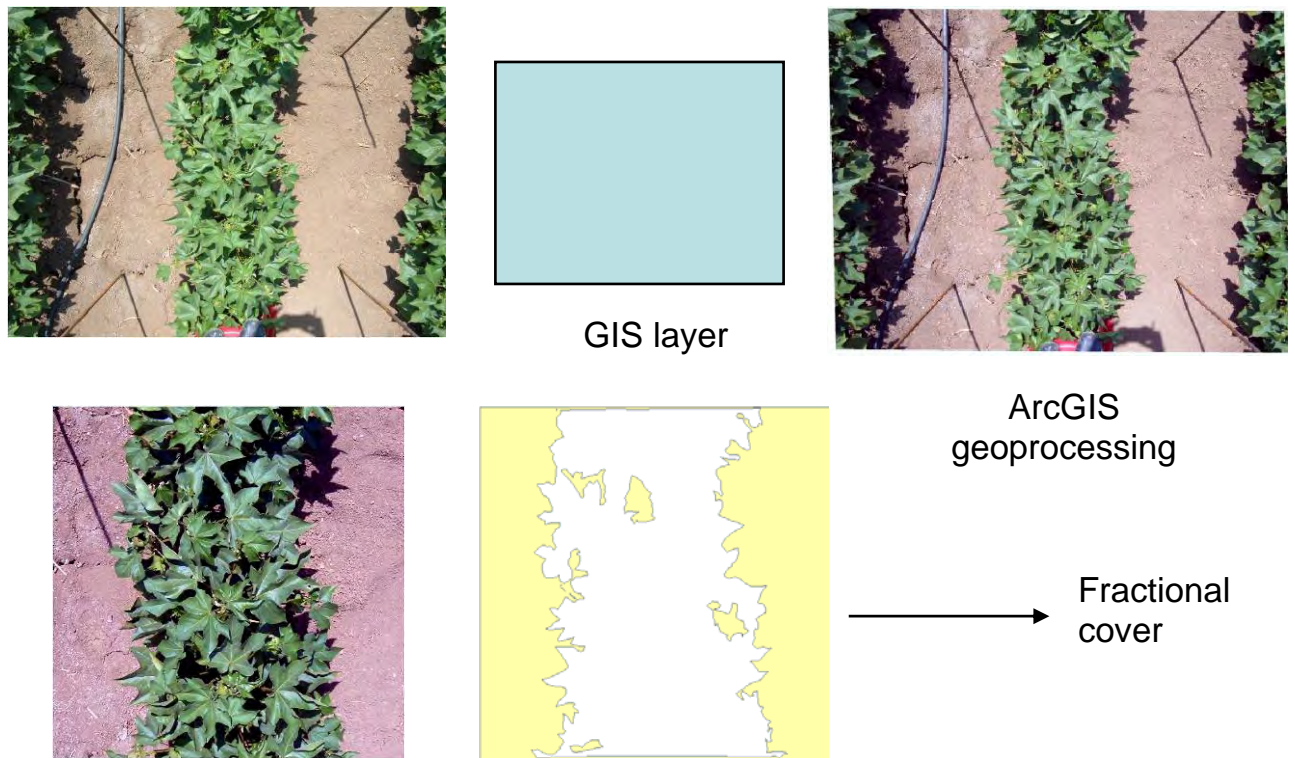


## 2.4. Επεξεργασία Δεδομένων

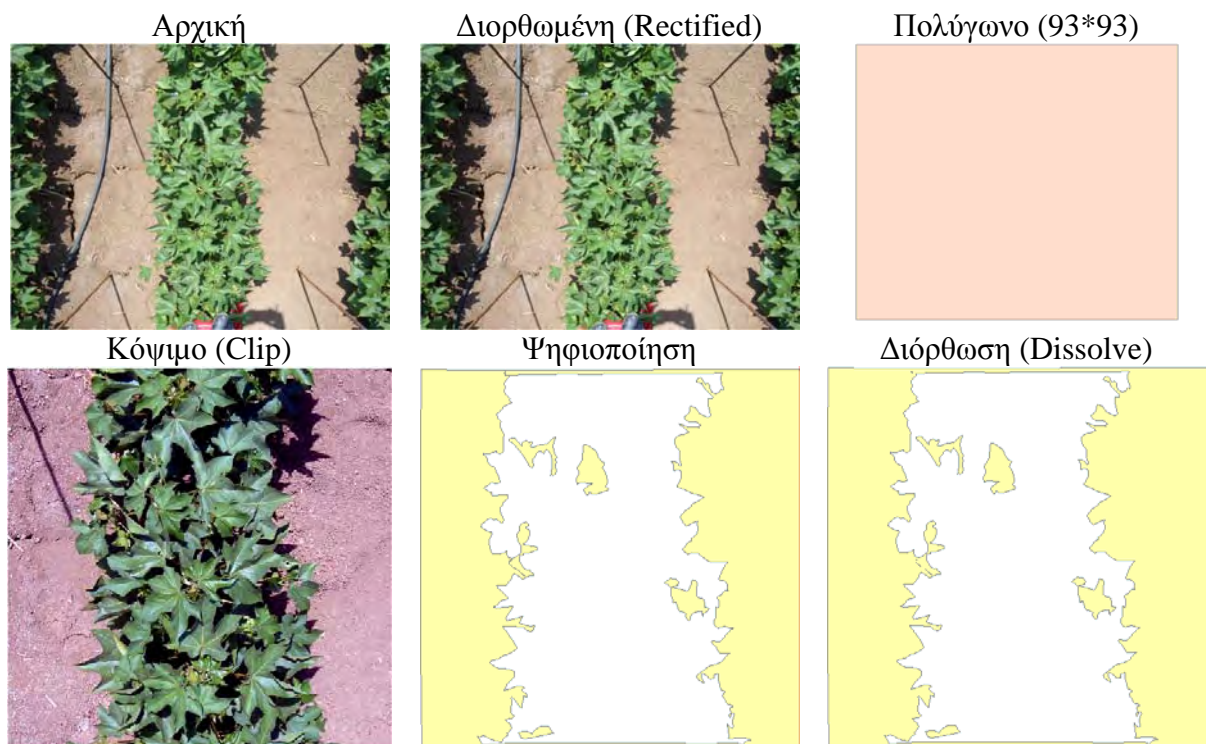
Η πρώτη φάση της επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, έγινε με την επιλογή των ψηφιακών φωτογραφιών που θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή αποτελεσμάτων, μία φωτογραφία για κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια και για τα τρία πειραματικά πεδία για κάθε μέτρηση. Στη συνέχεια με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS εισήχθησαν στο πρόγραμμα οι ψηφιακές φωτογραφίες που επιλέχθηκαν τελικά για την επεξεργασία και πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες:

- Δημιουργία πολυγώνου
- Γεωαναφορά
- Καθορισμός μεγέθους της ψηφιακής φωτογραφίας
- Ψηφιοποίηση
- Διόρθωση ψηφιοποίησης
- Υπολογισμός του ποσοστού φυτοκάλυψης

Με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS δημιουργήθηκε ένα shapefile πολύγωνο διαστάσεων 93x93cm, για να είναι συμβατό με τη δειγματοληπτική επιφάνεια. Στη συνέχεια έγινε γεωαναφορά σε όλες τις φωτογραφίες, σ' ένα αυθαίρετο σύστημα συντεταγμένων, για τυχόν σφάλματα παραμόρφωσης κατά τη λήψη των φωτογραφιών. Όλες οι διορθωμένες φωτογραφίες «κόπηκαν» σύμφωνα με το shapefile πολύγωνο διάστασης 93x93. Έγινε ψηφιοποίηση της φυτοκάλυψης της κάθε φωτογραφίας και διορθώθηκαν τυχόν λάθη ψηφιοποίησης (εικόνες 2.5, 2.6). Με τη χρήση του λογισμικού υπολογίστηκε το ποσοστό φυτοκάλυψης %. Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε για 166 ψηφιακές φωτογραφίες που είναι και το σύνολο των πειραματικών μετρήσεων.



Εικόνα 2.5: Η επεξεργασία που εφαρμόστηκε στην περιοχή του Βελεστίνου.



Εικόνα 2.6: Τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων.

Η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχτηκαν με το GPS eTrex, όπου μετρήθηκε η θέση και των τριών πειραματικών πεδίων, έγινε με την μετατροπή των αρχικών συντεταγμένων σε δεκαδικές μοίρες (πίνακας 2.8), σύμφωνα με τον τύπο:

$$DD = \text{μοίρες} + \text{πρώτα}/60 + \text{δεύτερα}/3600 \quad (2.1)$$

Πίνακας 2.8: Μετατροπή συντεταγμένων.

Δεδομένα	Πειραματικό πεδίο 1		Πειραματικό πεδίο 2		Πειραματικό πεδίο 3	
	φ	λ	φ	λ	φ	λ
Δειγματοληπτική επιφάνεια 1	22.763	39.401	22.739	39.396	22.766	39.373
Δειγματοληπτική επιφάνεια 2	22.760	39.411	22.748	39.395	22.766	39.373
Δειγματοληπτική επιφάνεια 3					22.766	39.374

Όσον αφορά τα δεδομένα από τις μετρήσεις του πεδίου, μετά την επεξεργασία τους εξήχθησαν τα παρακάτω:

- Γράφημα ύψους φυτού
- Γράφημα μεταβολής ύψους μέσα στο ίδιο πειραματικό πεδίο (τρίτο πειραματικό πεδίο)
- Γράφημα υγρασίας εδάφους
- Γράφημα αρδεύσεων

Το πείραμα επαναλήφθηκε για το έτος 2006, όπου επιλέχθηκαν τα δυο πρώτα πειραματικά πεδία για τη συλλογή δεδομένων:

- **Περιοχή:** Άγιος Γεώργιος (Μαυρόγιες), **Καλλιεργητής:** Γεροβασίλης Γεώργιος, **Έκταση:** 38-40 στρέμματα. Η σπορά του χωραφιού έγινε στις 18/04/06.
- **Περιοχή:** Χλόη, **Καλλιεργητής:** Καζάς Δημήτριος, **Έκταση:** 90 στρέμματα. Η σπορά του χωραφιού έγινε στις 17/04/06.

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης πειραματικής χρονιάς (2006) συλλέχθηκαν επιλεκτικά κάποια δεδομένα (πίνακες 2.9, 2.10 ) για να συγκριθούν με τα δεδομένα του προηγούμενου έτους.

Πίνακας 2.9: Συλλογή δεδομένων.

ΗΜ/ΝΙΑ	Πειραματικό πεδίο 1		Πειραματικό πεδίο 2	
	Φωτογραφίες	Ύψος συγκομιδής	Φωτογραφίες	Ύψος συγκομιδής
18/07/06	✓	✓	✓	✓
27/07/06	✓	✓	✓	✓
09/08/06	✓	✓	✓	✓
23/08/06	✓	✓	✓	✓

Πίνακας 2.10: Δεδομένα άρδευσης.

Πειραματικό πεδίο 1		Πειραματικό πεδίο 2	
Ημερομηνία	Ωρες	Ημερομηνία	Ωρες
01/06/06	12	29/05/06	24
10/06/06	12	08/06/06	24
20/06/06	12	17/06/06	24
01/07/06	12	24/06/06	24
13/07/06	12	02/07/06	24
24/07/06	12	09/07/06	24
02/08/06	12	17/07/06	24
09/08/06	10	26/07/06	24
13/08/06	10	02/08/06	24
23/08/06	10	10/08/06	24
		18/08/06	24
		26/08/06	12

Με τη χρήση του Microsoft Office Excel 2003 εισήχθησαν στο πρόγραμμα οι μετρήσεις του πεδίου και εξήχθησαν τα παρακάτω:

- Γράφημα ύψους φυτού
- Γράφημα αρδεύσεων

Όσον αφορά στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου ήταν απαραίτητος ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών ET<sub>c</sub>. Για την επίλυση της εξίσωσης της εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών ήταν απαραίτητοι και οι υπολογισμοί του φυτικού

συντελεστή και της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με τη χρήση των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής σε συνδυασμό με τις πειραματικές μετρήσεις.

*Υπολογισμός υδατικού ισοζυγίου*

Η εξίσωση για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου είναι η ακόλουθη:

$$ds/dt=I-O \quad (2.2)$$

όπου στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου εφαρμόζεται ως εξής:

$$\text{Υδατικό ισοζύγιο} = R - ET_c \quad (2.3)$$

όπου

R: διαθέσιμο νερό στη μονάδα του χρόνου (mm)

ET<sub>c</sub>: εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών (mm)

*Υπολογισμός ET<sub>c</sub>*

Η εξίσωση για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών είναι η ακόλουθη:

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (2.4)$$

όπου

ET<sub>c</sub>: εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών

K<sub>c</sub>: φυτικός συντελεστής

ET<sub>o</sub>: εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό της ET<sub>o</sub> με το K<sub>c</sub>, ένας συντελεστής που εκφράζει τη διαφορά της εξατμισοδιαπνοής μεταξύ της καλλιεργημένης επιφάνειας και επιφάνειας αναφοράς χλόης. Η διαφορά μπορεί να συνδυαστεί σε έναν ενιαίο συντελεστή, ή μπορεί να χωριστεί σε δύο παράγοντες περιγράφοντας χωριστά τις διαφορές στην εξάτμιση και την διαπνοή μεταξύ των δύο επιφανειών. Η επιλογή της προσέγγισης εξαρτάται από το σκοπό του υπολογισμού, της

ακρίβειας που απαιτείται, των διαθέσιμων κλιματολογικών στοιχείων και του χρονικού βήματος με το οποίο οι υπολογισμοί εκτελούνται.

*Υπολογισμός  $ET_o$*

Η εξίσωση για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς είναι η ακόλουθη:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{37}{T_{hr} + 273} u_2 (e^o(T_{hr}) - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2.5)$$

όπου

$ET_o$ : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς [ $\text{mm hour}^{-1}$ ],

$R_n$ : καθαρή ακτινοβολία [ $\text{MJ m}^{-2} \text{hour}^{-1}$ ]

$G$ : πυκνότητας ροής εδαφολογικής θερμότητας [ $\text{MJ m}^{-2} \text{hour}^{-1}$ ]

$T_{hr}$ : μέση ωριαία θερμοκρασία αέρα [ $^{\circ}\text{C}$ ],

$\Delta$ : καμπύλη κορεσμού κλίσεων πίεσης ατμού σε  $T_{hr}$  [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

$\gamma$ : ψυχομετρική σταθερά [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

$e^o(T_{hr})$ : πίεση κορεσμού των υδρατμών στη θερμοκρασία αέρα  $T_{hr}$  [ $\text{kPa}$ ]

(Αντωνόπουλος, B.Z., 2003)

$e_a$ : μέση ωριαία πραγματική πίεση ατμού [ $\text{kPa}$ ]

$u_2$ : μέση ωριαία ταχύτητα αέρα [ $\text{m s}^{-1}$ ].

Υπολογίστηκαν τα ενδιάμεσα βήματα για την επίλυση της εξίσωσης της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και είναι τα ακόλουθα:

$$\Delta = \frac{4098 \left[ 0.6108 \exp \left( \frac{17.27T}{T+273.3} \right) \right]}{(T+273.3)^2} \quad (2.6)$$

$$\gamma = \frac{c_p P}{\epsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} P \quad (2.7)$$

όπου

$\gamma$ : ψυχομετρική σταθερά [kPa °C<sup>-1</sup>]

P: ατμοσφαιρική πίεση [kPa]

$\lambda$ : λανθάνουσα θερμότητα της εξάτμισης, 2.45 [MJ kg<sup>-1</sup>]

$c_p$ : συγκεκριμένη θερμότητα σε σταθερή πίεση,  $1.013 \cdot 10^{-3}$  [MJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>]

$\epsilon$ : αναλογία μοριακού βάρους του νερού ατμού/ξηρού αέρα = 0.622.

$$P = 101.3 \left( \frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26} \quad (2.8)$$

όπου

P: ατμοσφαιρική πίεση [kPa]

z: υψόμετρο πάνω από το επίπεδο της θάλασσας [m]

$$e^{\circ}(T) = 0.6108 \exp \left[ \frac{17.27T}{T + 237.3} \right] \quad (2.9)$$

όπου

$e^{\circ}(T)$ : πίεση κορεσμού της εξάτμισης σε θερμοκρασία αέρα T [kPa]

T: θερμοκρασία αέρα [°C]

$\exp[...]$  2.7183 (βάσει των νεπεριων λογαρίθμων) υψωμένο στη δύναμη.

$$e_a = \frac{e^{\circ}(T_{\min}) \frac{RH_{\max}}{100} + e^{\circ}(T_{\max}) \frac{RH_{\min}}{100}}{2} \quad (2.10)$$

όπου

$e_a$ : πραγματική πίεση εξάτμισης [kPa],

$e^\circ(T_{\min})$ : πίεση κορεσμού της εξάτμισης στην ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία [kPa]

$e^\circ(T_{\max})$ : πίεση κορεσμού της εξάτμισης στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία [kPa]

$RH_{\max}$ : μέγιστη σχετική υγρασία [%],

$RH_{\min}$ : ελάχιστη σχετική υγρασία [%].

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (2.11)$$

όπου

$R_n$ : καθαρή ακτινοβολία

$R_{ns}$ : καθαρή ηλιακή ή μικρών κυμάτων ακτινοβολία [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ]

$R_{nl}$ : καθαρή εξωγήινη μεγάλων κυμάτων ακτινοβολία [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ]

$$G = c_s \frac{T_i - T_{i-1}}{\Delta t} \Delta z \quad (2.12)$$

όπου

$G$ : ροή εδαφολογικής θερμότητας [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ]

$c_s$ : ικανότητα εδαφικής θερμότητας [ $\text{MJ m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ]

$T_i$ : θερμοκρασία αέρα σε χρόνο  $i$  [ $^\circ\text{C}$ ]

$T_{i-1}$ : θερμοκρασία αέρα σε χρόνο  $i-1$  [ $^\circ\text{C}$ ]

$\Delta t$ : μήκος του χρονικού διαστήματος [day]

$\Delta z$ : αποδοτικό βάθος εδάφους [m].

$$G_{\text{day}} \approx 0 \quad (2.13)$$



$$G_{\text{month}, i} = 0.14 (T_{\text{month}, i} - T_{\text{month}, i-1}) \quad (2.14)$$

όπου

$T_{\text{month}, i}$ : μέση θερμοκρασία αέρα το μήνα  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{\text{month}, i-1}$ : μέση θερμοκρασία αέρα του προηγούμενου μήνα [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{\text{month}, i+1}$ : μέση θερμοκρασία αέρα του επόμενου μήνα [ $^{\circ}\text{C}$ ].

$$u_z = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)} \quad (2.15)$$

όπου

$u_z$ : ταχύτητα ανέμου στα 2 m πάνω από την επιφάνεια εδάφους [ $\text{m s}^{-1}$ ]

$u_z$ : ταχύτητα ανέμου πάνω από την επιφάνεια εδάφους [ $\text{m s}^{-1}$ ]

$z$ : υψόμετρο πάνω από την επιφάνεια εδάφους [m].

Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ( $ET_o$ ) καθορίζεται με μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης για το έτος 2005. Υπολογίστηκε για διαφορετικά χρονικά στάδια, ωριαία, ημερήσια, μηνιαία.

Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος FAO Penman-Monteith, η οποία διατηρείται ως η τυποποιημένη μέθοδος για τον υπολογισμό της  $ET_o$  από μετεωρολογικά δεδομένα. Η διαδικασία υπολογισμού αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

1. Παραγωγή μερικών κλιματολογικών παραμέτρων από την ημερήσια μέγιστη ( $T_{\text{max}}$ ) και την ελάχιστη θερμοκρασία αέρα ( $T_{\text{min}}$ ), υψόμετρο ( $z$ ) και τη μέση ταχύτητα αέρα ( $u_2$ ).
2. Υπολογισμός του ελλείμματος πίεσης υδρατμού ( $e_s - e_a$ ). Ο κορεσμός της πίεσης υδρατμού ( $e_s$ ) προέρχεται από  $T_{\text{max}}$  και  $T_{\text{min}}$ , ενώ η πραγματική πίεση υδρατμού

- ( $e_a$ ) μπορεί να προέλθει από τη θερμοκρασία σημείου δρόσου ( $T_{dew}$ ), από τη μέγιστη ( $RH_{max}$ ) και την ελάχιστη ( $RH_{min}$ ) σχετική υγρασία, από τη μέγιστη ( $RH_{max}$ ), ή από τη μέση σχετική υγρασία ( $RH_{mean}$ ).
3. Προσδιορισμός της καθαρής ακτινοβολίας ( $R_n$ ) ως διαφορά μεταξύ της καθαρής ακτινοβολίας μικροκύματος ( $R_{ns}$ ) και της καθαρής μακρών κυμάτων ακτινοβολίας ( $R_{nl}$ ). Η επίδραση της ροής εδαφολογικής θερμότητας ( $G$ ) αγνοείται για τους ημερήσιους υπολογισμούς, δεδομένου ότι το μέγεθος της ροής είναι σε αυτήν την περίπτωση σχετικά μικρό. Η καθαρή ακτινοβολία, που εκφράζεται σε  $MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$ , μετατρέπεται σε mm/day (ισοδύναμη εξάτμιση) στην εξίσωση FAO Penman -Monteith με τη χρησιμοποίηση του 0.408 ως παράγοντα μετατροπής μέσα στην εξίσωση.
  4. Η  $ET_o$  λαμβάνεται με το συνδυασμό των αποτελεσμάτων των προηγούμενων βημάτων.

#### *Μηνιαίο χρονικό βήμα*

Η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς που υπολογίζεται με τα μέσα μηνιαία καιρικά δεδομένα είναι παρόμοια με το μέσο όρο των ημερήσιων τιμών  $ET_o$  που υπολογίζονται με τα καιρικά δεδομένα ημερήσιου μέσου όρου για τον συγκεκριμένο μήνα.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα αποτελούνται από:

- Θερμοκρασία αέρα: μηνιαία από την μέση ημερήσια μέγιστη ( $T_{max}$ ) και μέση ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία ( $T_{min}$ ).
- Υγρασία αέρα: μηνιαίος μέσος όρος της ημερήσιας πραγματικής πίεσης υδρατμού ( $e_a$ ) που προέρχεται από τα ψυχομετρικά, στοιχεία σημείου δρόσου ή σχετικής υγρασίας.

- Ταχύτητα αέρα: μηνιαίος μέσος όρος των καθημερινών δεδομένων ταχύτητας αέρα που μετριοούνται σε ύψος 2 μ ( $u_2$ ).
- Ακτινοβολία: μηνιαίος μέσος όρος της καθημερινής καθαρής ακτινοβολίας ( $R_n$ ) που υπολογίζεται από τη μηνιαία μετρημένη ακτινοβολία μικροκύματος ή από την πραγματική διάρκεια των καθημερινών ωρών ηλιοφάνειας ( $n$ ). Όταν το χώμα θερμαίνεται (άνοιξη) ή δροσίζει (φθινόπωρο), η ροή εδαφολογικής θερμότητας ( $G$ ) για τις μηνιαίες περιόδους μπορεί να γίνει σημαντική σχετικά με το μέσο μηνιαίο  $R_n$ .

#### *Ημερήσιο χρονικό βήμα*

Ο υπολογισμός του  $ET_o$  με την εξίσωση Penman -Monteith σε εικοσιτετράωρα χρονικά διαστήματα θα παράσχει γενικά ακριβή αποτελέσματα. Τα απαιτούμενα μετεωρολογικά δεδομένα αποτελούνται από:

- Θερμοκρασία αέρα: μέγιστες ( $T_{max}$ ) και ελάχιστες ( $T_{min}$ ) ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα.
- Υγρασία αέρα: μέση ημερήσια πραγματική πίεση υδρατμού ( $e_a$ ) που προέρχεται από την ψυχομετρική, θερμοκρασία σημείου δρόσου ή τα στοιχεία σχετικής υγρασίας.
- Ταχύτητα αέρα: καθημερινός μέσος όρος για 24 ώρες της ταχύτητας αέρα που μετριέται σε ύψος 2 μ ( $u_2$ ).
- Ακτινοβολία: καθαρή ακτινοβολία ( $R_n$ ) που μετριέται ή που υπολογίζεται από την ηλιακή και μακρών κυμάτων ακτινοβολία ή από την πραγματική διάρκεια της ηλιοφάνειας ( $n$ ).

### *Ωριαίο χρονικό βήμα*

Στις περιοχές όπου κατά τη διάρκεια της ημέρας εμφανίζονται ουσιαστικές αλλαγές στην ταχύτητα αέρα, το σημείο δρόσου ή τη συννεφιά, ο υπολογισμός της εξίσωσης  $ET_o$  που χρησιμοποιεί τα ωριαία χρονικά βήματα είναι γενικά καλύτερος από τη χρησιμοποίηση του υπολογισμού εικοσιτετράωρου χρονικού βήματος.

### *Υπολογισμός $K_c$*

Η προσέγγιση του συντελεστή καλλιεργειών χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών ( $ET_c$ ). Η εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών διαφέρει ευδιάκριτα από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ( $ET_o$ ) ως επίγεια κάλυψη, οι ιδιότητες κάλυψης και η αεροδυναμική αντίσταση επίσης διαφέρουν. Οι επιρροές των χαρακτηριστικών που διακρίνουν τις καλλιέργειες χωραφιών από τη χλόη είναι ενσωματωμένα στο συντελεστή καλλιέργειας ( $K_c$ ).

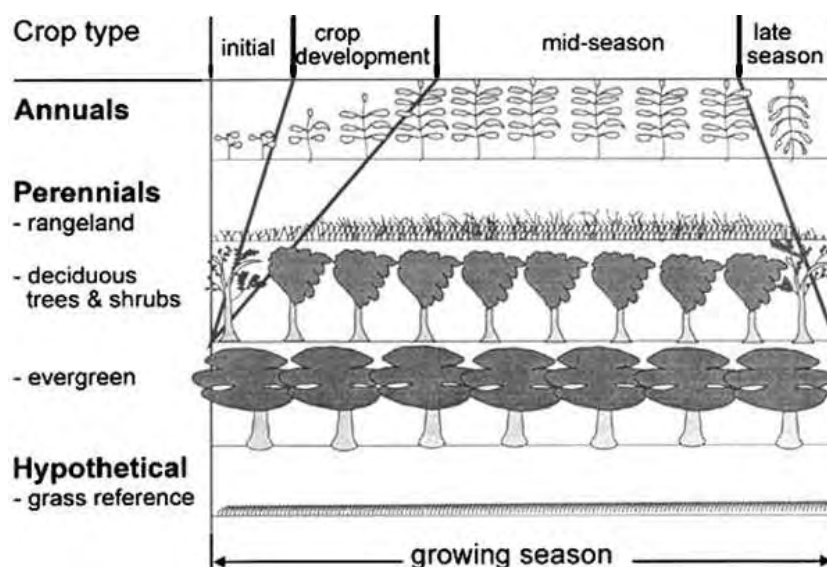
Ο συντελεστής καλλιεργειών,  $K_c$ , είναι βασικά η αναλογία της καλλιέργειας  $ET_c$  στην αναφορά  $ET_o$ , και αντιπροσωπεύει μια ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων τεσσάρων αρχικών χαρακτηριστικών που διακρίνουν τη καλλιέργεια από τη αναφορά χλόης. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- Ύψος καλλιέργειας. Το ύψος καλλιεργειών επηρεάζει τον αεροδυναμικό όρο αντίστασης,  $r_a$ , της εξίσωσης FAO Penman-Monteith και της μεταφοράς της εξάτμισης από τη καλλιέργεια στην ατμόσφαιρα.
- Το albedo (συντελεστής ανάκλασης) της καλλιέργειας-εδαφολογικής επιφάνειας. Το albedo επηρεάζεται από το μέρος του εδάφους που καλύπτεται από τη βλάστηση και από την υγρασία της επιφάνειας εδάφους. Το albedo της καλλιέργειας-εδαφολογικής επιφάνειας επηρεάζει την καθαρή ακτινοβολία της

επιφάνειας,  $R_n$ , το οποίο είναι η αρχική πηγή της ενεργειακής ανταλλαγής για τη διαδικασία της εξάτμισης.

- Αντίσταση κάλυψης. Η αντίσταση της καλλιέργειας στη μεταφορά ατμού επηρεάζεται από την περιοχή φύλλων (αριθμός στομάτων), ηλικία φύλλων και το βαθμό ελέγχου των στομάτων. Η αντίσταση κάλυψης επηρεάζει την αντίσταση επιφάνειας,  $r_s$ .
- Εξάτμιση από το έδαφος, ειδικά το εκτεθειμένο έδαφος.

Ο συντελεστής καλλιεργειών ενσωματώνει την επίδραση των χαρακτηριστικών που διακρίνουν μια καλλιέργεια χωραφιού από την αναφορά χλόης, η οποία έχει μια σταθερή εμφάνιση και μια πλήρη επίγεια κάλυψη. Συνεπώς, οι διαφορετικές καλλιέργειες έχουν διαφορετικούς  $K_c$  συντελεστές. Τα μεταβαλλόμενα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια της εποχής ανάπτυξης έχουν επιπτώσεις επίσης στον συντελεστή  $K_c$ . Τέλος, δεδομένου ότι η εξάτμιση είναι ένα ενσωματωμένο μέρος της εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών, οι συνθήκες που επηρεάζουν την εδαφολογική εξάτμιση έχουν επίσης μια επίδραση στο  $K_c$ .

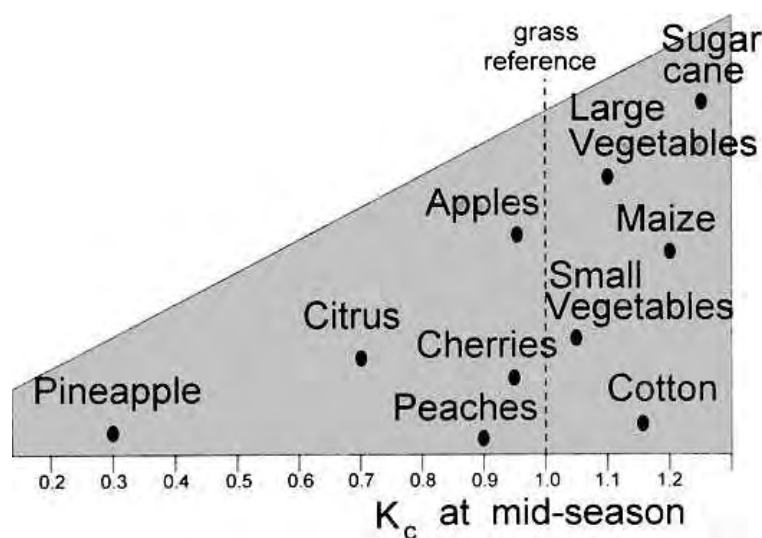


Εικόνα 2.7: Στάδια αύξησης καλλιεργειών για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών (FAO Irrigation and Drainage, 1998).

Οι ετήσιες καλλιέργειες παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση, κυρίως σε ότι αφορά το ποσοστό κάλυψης του εδάφους κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (πίνακας 2.11, εικόνα 2.7). Αυτό έχει άμεση επίπτωση στη διαμόρφωση της  $ET_c$  και, κατά συνέπεια, στις τιμές των φυτικών συντελεστών. Για τη διευκόλυνση του προσδιορισμού των τιμών των συντελεστών αυτών, η βλαστική περίοδος χωρίζεται σε τέσσερα κύρια στάδια ανάπτυξης:

1. **Αρχικό στάδιο ή στάδιο εγκατάστασης.** Το στάδιο αυτό αρχίζει με τη σπορά ή φύτευση και φτάνει μέχρι την οριστική εγκατάσταση της καλλιέργειας. Κατά το στάδιο αυτό το ποσοστό κάλυψης του εδάφους είναι από μηδενικό μέχρι το πολύ ίσο με 10%, οπότε η  $ET_c$  κυριαρχείται από την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους, λόγω του πολύ μικρού ποσοστού φυτοκάλυψης, το μέγεθος της οποίας διαμορφώνεται από την υγρότητα της επιφάνειας, η οποία εξαρτάται από τη συχνότητα των βροχών ή / και των αρδεύσεων.
2. **Στάδιο ταχείας ανάπτυξης ή στάδιο κύριας βλάστησης.** Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από την έντονη ανάπτυξη των φυτών, αρχίζει μετά το τέλος του προηγούμενου σταδίου και τελειώνει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους από την καλλιέργεια. Το έδαφος θεωρείται πλήρως καλυμμένο όταν το ποσοστό φυτοκάλυψης είναι  $\geq 70\%$ . Η σταδιακή αύξηση του ποσοστού κάλυψης συνεπάγεται μια συνεχή μεταβολή του φυτικού συντελεστή, που αρχίζει από μια ελάχιστη τιμή που είναι ίση με αυτή του αρχικού σταδίου και φτάνει μέχρι μια μέγιστη τιμή, όταν το φύλλωμα καλύψει πλήρως την επιφάνεια του χωραφιού, η οποία είναι ίση με τον φυτικό συντελεστή του επόμενου σταδίου.
3. **Στάδιο μέσης περιόδου ή στάδιο διαμόρφωσης της παραγωγής.** Κατά το στάδιο αυτό η κάλυψη του εδάφους από τα φυτά είναι πλήρης και περιλαμβάνει

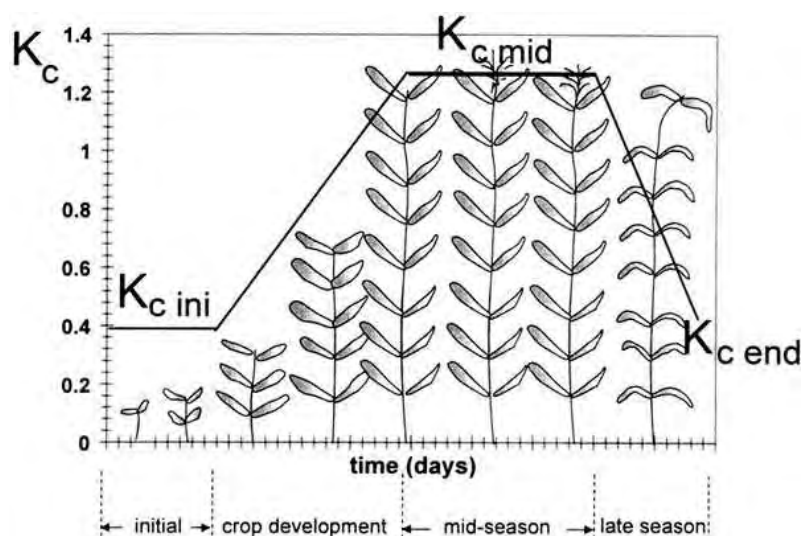
την περίοδο ανθοφορίας και σχηματισμού των καρπών. Λόγω της πλήρους φυτοκάλυψης, η τιμή του  $K_c$  παραμένει σταθερή για όλη την περίοδο και διαμορφώνεται στο υψηλότερο επίπεδο όλης της βλαστικής περιόδου. Προσδιορίζεται πειραματικά για κάθε καλλιέργεια και τόπο, αφού στη διαμόρφωσή της ασκούν σημαντική επίδραση οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες (εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Τιμές  $K_c$  για διαφορετικές καλλιέργειες κατά τη διάρκεια της μέσης περιόδου (FAO Irrigation and Drainage, 1998).

4. **Τελικό στάδιο ή στάδιο ωρίμανσης.** Κατά το στάδιο αυτό συντελείται η ωρίμανση των καρπών και τερματίζεται με τη συγκομιδή. Το στάδιο αυτό έχει ορισμένες ιδιαιτερότητες, αφού η ποιότητα και ποσότητα των συγκομισμένων προϊόντων έχει άμεση σχέση με το επίπεδο της εδαφικής υγρασίας και τις φυσιολογικές διαφοροποιήσεις των φυτών που γίνονται κατά τη διάρκειά του. Λογικά, η τιμή του σταδίου αυτού πρέπει να μειώνεται όσο προχωρούμε προς το χρόνο συγκομιδής.

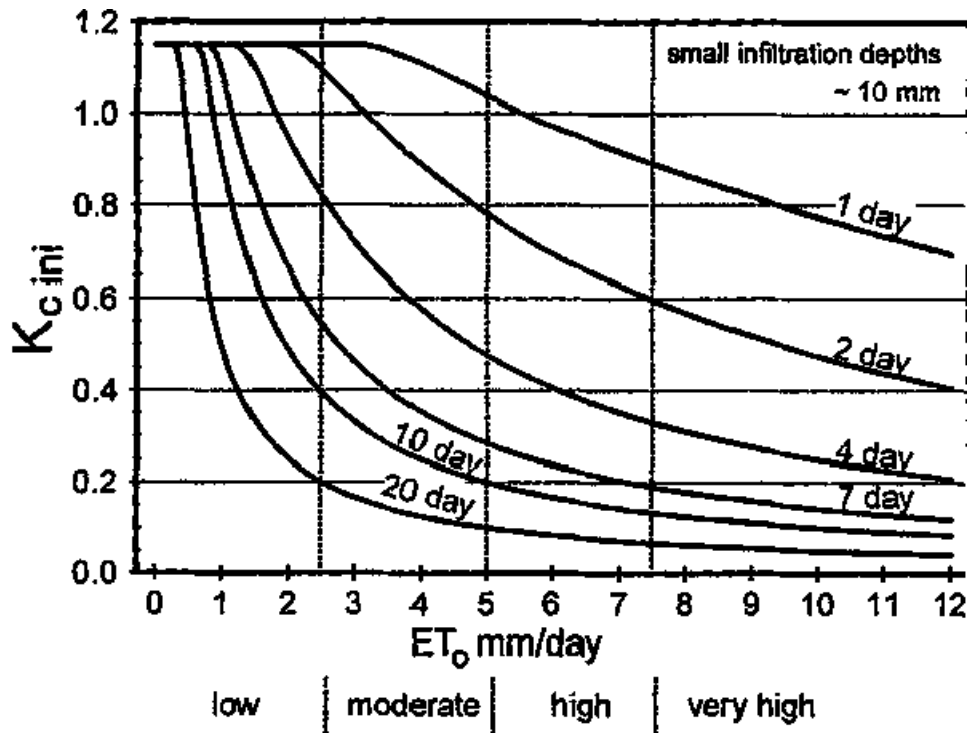
Η διάρκεια της βλαστικής περιόδου και των επί μέρους σταδίων ανάπτυξης διαφέρει από καλλιέργεια σε καλλιέργεια και επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε τόπο (εικόνα 2.9). Για το λόγο αυτό, πρώτο μέλημα στη διαδικασία προσδιορισμού των φυτικών συντελεστών είναι ο καθορισμός της βλαστικής περιόδου και των επί μέρους σταδίων ανάπτυξης για κάθε εδαφικό διαμέρισμα.



Εικόνα 2.9: Καμπύλη του ενιαίου φυτικού συντελεστή (FAO Irrigation and Drainage).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι καμία άρδευση δεν πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του αρχικού σταδίου και υπολογίζοντας μόνο τις βροχοπτώσεις καθώς και το ύψος της βροχής που δεν ξεπερνά τα 10 mm σε συνδυασμό με τον μέσο όρο της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς  $ET_0$  για την συγκεκριμένη περίοδο, το αρχικό στάδιο  $K_{c\text{ini}}$  υπολογίστηκε από το γράφημα της εικόνας 2.10.





Εικόνα 2.10:  $K_{c\ ini}$ , σχετιζόμενο με την  $ET_0$  και το διάστημα μεταξύ των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του αρχικού σταδίου όταν τα γεγονότα βρεξίματος είναι από ελαφριά ως μεσαία, 3-10 mm ανά γεγονός (FAO Irrigation and Drainage, 1998).

Για τον υπολογισμό του σταδίου ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκαν η τελευταία τιμή του αρχικού σταδίου και η πρώτη τιμή του τελικού σταδίου, δημιουργήθηκε στο Microsoft Office Excel 2003 η γραμμή τάσης και στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι τιμές για το στάδιο ανάπτυξης.

Όσον αφορά τον στάδιο της μέσης περιόδου υπολογίστηκε σύμφωνα με την ακόλουθο εξίσωση:

$$K_{c\ mid} = K_{c\ mid(Tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left( \frac{h}{3} \right)^{0.3} \quad (2.16)$$

όπου

$K_{c\ mid(Tab)}$ : τιμή για το  $K_{c\ mid}$  που δίνεται από συγκεκριμένο πίνακα

$u_2$ : μέση τιμή για την ημερήσια ταχύτητα ανέμου στα 2 m ύψος κατά τη διάρκεια του σταδίου της μέσης περιόδου

$RH_{min}$ : μέση τιμή για την ημερήσια ελάχιστη σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια του σταδίου της μέσης περιόδου [%]

$h$ : μέσο ύψος φυτού κατά τη διάρκεια του σταδίου της μέσης περιόδου [m].

Όσον αφορά τον στάδιο της τελευταίας περιόδου υπολογίστηκε σύμφωνα με την ακόλουθο εξίσωση:

$$K_{c\text{end}} = K_{c\text{end(Tab)}} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (2.17)$$

όπου

$K_{c\text{end(Tab)}}$ : τιμή για το  $K_{c\text{end}}$  που δίνεται από συγκεκριμένο πίνακα

$u_2$ : μέση τιμή για την ημερήσια ταχύτητα ανέμου στα 2 m ύψος κατά τη διάρκεια του σταδίου της τελευταίας περιόδου

$RH_{min}$ : μέση τιμή για την ημερήσια ελάχιστη σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια του σταδίου της τελευταίας περιόδου [%]

$h$ : μέσο ύψος φυτού κατά τη διάρκεια του σταδίου της τελευταίας περιόδου [m].

Σκοποί του υπολογισμού του ενιαίου συντελεστή καλλιεργειών  $K_c$  είναι οι παρακάτω:

- προγραμματισμός και σχέδιο άρδευσης
- διαχείριση άρδευσης
- βασικά προγράμματα άρδευσης
- σχεδιασμός πραγματικού χρόνου άρδευσης για μη συχνές εφαρμογές άρδευσης (επιφάνεια και άρδευση ψεκαστήρων)

Πίνακας 2.11: Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού για την περιοχή μελέτης.

Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού για την περιοχή μελέτης (FAO).				
	Αρχικό στάδιο	Στάδιο ανάπτυξης	Στάδιο μέσης περιόδου	Τελικό στάδιο
1 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	20/04/05- 19/05/05	20/05/05- 08/07/05	09/07/05- 01/09/05	02/09/05- 12/10/05
2 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	22/04/05- 21/05/05	22/05/05- 10/07/05	11/07/05- 03/09/05	04/09/05- 13/10/05
3 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	23/04/05- 22/05/05	23/05/05- 11/07/05	12/07/05- 04/09/05	05/09/05- 14/10/05
3 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο (3 <sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια)	25/05/05- 23/06/05	24/06/05- 12/08/05	13/08/05- 06/10/05	07/10/05- 21/11/05
Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού όπως ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων πειραματικών πεδίων.				
1 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	20/04/05- 19/05/05	20/05/05- 11/07/05	12/07/05- 18/08/05	19/08/05- 10/10/05
2 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	22/04/05- 03/06/05	04/06/05- 08/07/05	09/07/05- 15/08/05	16/08/05- 15/10/05
3 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο	23/04/05- 07/06/05	08/06/05- 15/07/05	16/07/05- 20/08/05	21/08/05- 18/10/05
3 <sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο (3 <sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια)	25/05/05- 24/06/05	25/06/05- 26/07/05	27/07/05- 19/08/05	20/08/05- 20/10/05

## Α. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

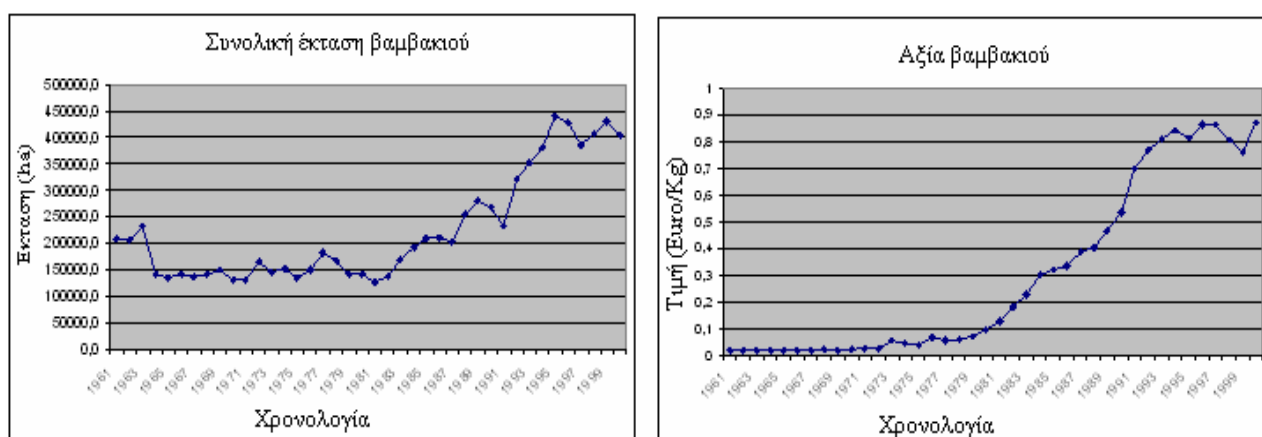
Η καλλιέργεια που επιλέχτηκε ήταν το βαμβάκι λόγω της εντατικής καλλιέργειας του φυτού στην περιοχή μελέτης καθώς και της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνουν οι βαμβακοκαλλιέργειες στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Το βαμβάκι είναι κλωστικό φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως (πίνακας Α.1). Αποτελεί αγροτικό προϊόν, το οποίο όμως απασχολεί και μεγάλο μέρος της μεταποιητικής βιομηχανίας. Το βαμβάκι παρά το υψηλό κόστος παραγωγής του, αποτελεί το δυναμικότερο γεωργικό προϊόν μεγάλης καλλιέργειας (εικόνα Α.1). Η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ικανοποιητικές τιμές που απολαμβάνουν οι παραγωγοί συγκριτικά με άλλα προϊόντα.

Πίνακας Α.1: Χαρακτηριστικά του βαμβακιού

<b>ΒΑΜΒΑΚΙ</b>	
ΓΕΝΟΣ	ΓΚΟΣΥΠΠΙΟ
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΜΑΛΒΙΔΕΣ ή ΜΑΛΑΧΙΔΕΣ
ΤΑΞΗ	ΣΤΥΛΟΦΟΡΑ
ΥΠΟΚΛΑΣΗ	ΔΙΑΛΥΠΕΤΑΛΑ
ΚΛΑΣΗ	ΔΙΚΟΤΥΛΗΔΟΝΑ
ΦΥΛΟ	ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΦΑΝΕΡΟΓΑΜΑ
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ	ΜΕ ΣΠΕΡΜΑΤΑ
ΥΨΟΣ	1 –3 ΜΕΤΡΑ
ΦΥΛΛΑ	ΜΕΓΑΛΑ, ΜΑΚΡΟΜΙΣΧΑ, ΕΛΟΛΒΑ
ΚΑΡΠΟΣ	ΚΑΨΑ
ΑΝΘΗ	ΣΤΑΧΤΟΚΙΤΡΙΝΑ
ΓΕΝΙΚΑ	ΕΤΗΣΙΟ, ΠΟΛΥ ΧΡΗΣΙΜΟ ΦΥΤΟ

Το 1931 ιδρύθηκε ο Οργανισμός Βάμβακος και το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών με σκοπό τη μεθοδική και επιστημονική μελέτη και αντιμετώπιση των προβλημάτων επέκτασης και εκσυγχρονισμού της

βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα. Η εξέλιξη της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα είναι εντυπωσιακή. Η καλλιεργούμενη έκταση από 200.000 στρ. το 1930 έφθασε τα 2.000.000 στρ. το 1963 και ξεπέρασε τα 4.000.000 στρ. το 1998, εκ των οποίων το 95% είναι αρδευόμενη έκταση. Σήμερα βρίσκεται μεταξύ των δέκα μεγαλύτερων βαμβako-παραγωγικών χωρών του κόσμου. Η συνεχής άνοδος των καλλιεργούμενων εκτάσεων τα τελευταία χρόνια είναι αποτέλεσμα των ικανοποιητικών στρεμματικών αποδόσεων και της τιμής του προϊόντος, λόγω ενίσχυσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση, που έκαναν την καλλιέργεια του βαμβακιού ανταγωνιστική έναντι των άλλων αρδευόμενων καλλιεργειών.

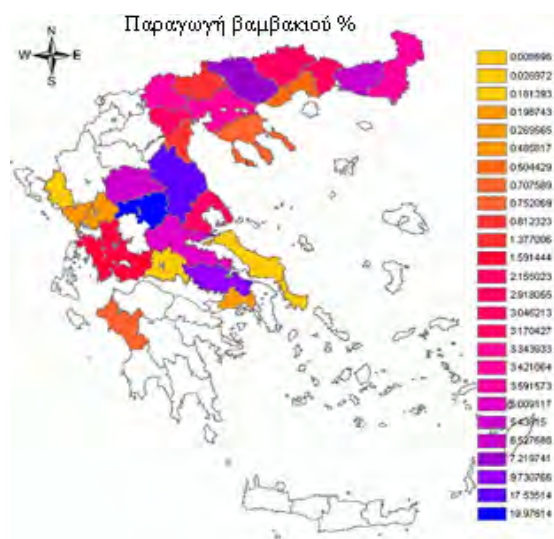


Εικόνα Α.1: Συνολική έκταση καλλιέργειας και αξία βαμβακιού ([www.agriculture.gr](http://www.agriculture.gr)).

### Α.1. Γεωγραφική κατανομή

Το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στη Θεσσαλία (νομοί Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Μαγνησίας), στη Μακεδονία (νομοί Θεσ/νίκης, Σερρών, Δράμας, Πέλλης, Κιλκίς, Ημαθίας), στη Θράκη (νομοί Έβρου, Ροδόπης, Ξάνθης) και λιγότερο στα υπόλοιπα διαμερίσματα κυρίως στους νομούς Φθιώτιδος, Βοιωτίας και Αιτωλοακαρνανίας (εικόνα Α.2). Η μέση στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού στο σύνολο της χώρας ήταν 55 kg το 1931, 110 kg το 1960, 251kg το 1980 και 300 kg το 1995. Η αύξηση των αποδόσεων δεν οφείλεται μόνο στη βελτίωση των

καλλιεργούμενων ποικιλιών αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως είναι η κατασκευή αρδευτικών δικτύων και η βελτίωση στην τεχνική καλλιέργειας.



Εικόνα Α.2: Παραγωγή βαμβακιού ανά νομό ([www.agriculture.gr](http://www.agriculture.gr)).

#### A.1.1. Ποικιλίες

Η χώρα μας από άποψη κλιματολογικών συνθηκών βρίσκεται στα βορειότερα όρια της ζώνης καλλιέργειας του βαμβακιού ώστε η απόδοση και η ποιότητα του προϊόντος να εξαρτώνται πάρα πολύ από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες (κυρίως τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου) κάθε περιοχής. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού ανήκουν αποκλειστικά στο είδος *G. Hirsutum*. Από τα πρώτα χρόνια της επέκτασης της καλλιέργειας του βαμβακιού στη Ελλάδα διαπιστώθηκε ότι οι εισαγόμενες ποικιλίες, οι οποίες δημιουργήθηκαν για πιο ευνοϊκά περιβάλλοντα, δεν προσαρμόζονταν καλά.

#### A.1.2. Τρόποι καλλιέργειας

Η χώρα μας βρίσκεται στην οριακή ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού όπως προαναφέρθηκε και γι' αυτό εμφανίζονται δύο περιοριστικοί παράγοντες στην επιτυχία της καλλιέργειας. Αυτοί είναι ο μεγάλος βιολογικός κύκλος του φυτού και η

περιορισμένη, λόγω κλίματος βλαστική περίοδος. Η σπορά επομένως την κατάλληλη εποχή αυξάνει σημαντικά τα ποσοστά επιτυχίας της καλλιέργειας. Το πρώιμο, γρήγορο και ομοιόμορφο φύτρωμα, καθώς και η εξασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυταρίων είναι βασικοί παράγοντες για την επιτυχία της καλλιέργειας. Η θερμοκρασία του εδάφους πρέπει να είναι ανώτερη των 15 °C για να επιτευχθεί καλό φύτρωμα. Το όριο μπορεί να κατέβει και στους 12 °C ίσως και λίγο χαμηλότερα, αλλά μόνον όταν παρατηρείται σταδιακή βελτίωση του καιρού. Η θερμοκρασία του αέρα θα πρέπει να αναμένεται γύρω στους 18 – 20 °C για το δεκαήμερο μετά τη σπορά. Η σπορά γίνεται νωρίτερα στα ελαφρά εδάφη που θερμαίνονται ευκολότερα. Η υγρασία του εδάφους πρέπει να είναι αρκετή αλλά όχι υπερβολική. Στην Ελλάδα, σε χρονιές που δεν επικρατούν ακραίες καιρικές συνθήκες, η έναρξη της σποράς γίνεται το δεύτερο δεκαήμερο του Απριλίου στις νοτιότερες περιοχές της χώρας, μέχρι το τέλος Απριλίου έχει σπαρθεί το μεγαλύτερο μέρος των αγρών και ολοκληρώνεται στο πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου με σπορά στις βορειότερες περιοχές.

Τρόποι σποράς:

- 1) Παραδοσιακή (συμβατική) σπορά.
- 2) Σπορά σε δίδυμες γραμμές.
- 3) Σπορά σε αναχώματα.
- 4) Πρώιμη σπορά υπό κάλυψη.

### **A.1.3. Κόστος καλλιέργειας**

Τα τελευταία χρόνια το κόστος παραγωγής έχει ανέβει σε τέτοια επίπεδα που δύσκολα πλέον είναι αντιμετωπίσιμο. Μια ενδεικτική ανάλυση του κόστους παραγωγής

ανά στρέμμα για μια μέση εκμετάλλευση και εξοπλισμό για το έτος 1999 είναι η ακόλουθη (πίνακας Α.2):

Πίνακας Α.2: Κόστος παραγωγής ανά στρέμμα.

Προετοιμασία χωραφιού	12 Euro
Σπορά	13 Euro
Εργατικά	9 Euro
Ζιζανιοκτόνα	7,5 Euro
Λιπάσματα	21 Euro
Ρεύμα για πότισμα	18 Euro
ή πετρέλαιο	45 Euro
Φυτοπροστασία	12 Euro
Συγκομιδή	18 Euro
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>109 Euro</b>

Στην παραπάνω ανάλυση δεν έχει ληφθεί υπόψη το ενοίκιο του εδάφους που οι πλειοψηφία των παραγωγών αναγκάζεται να πληρώνει, προκειμένου να εξασφαλίσει καλλιεργήσιμη γη, ούτε η απόσβεση του χρησιμοποιούμενου κινητού και ακίνητου εξοπλισμού καθώς και το επιχειρηματικό κέρδος που έπρεπε να προκύπτει από την παραπάνω δραστηριότητα.



## B. ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ

Η εκτενής άρδευση ασκεί σημαντική επίδραση στις περιφερειακές υδρολογικές διαδικασίες. Λαμβάνοντας υπόψη την προφανή σύνδεση της άρδευσης με την ξηρασία, τα εκτενή αρδευόμενα εδάφη γίνονται ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της περιφερειακής υδρολογίας και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Επιπλέον τα εκτενώς αρδευόμενα εδάφη στις ξηρές ζώνες αυξάνουν την εδαφολογική υγρασία και την εξάτμιση σημαντικά και οδηγούν σε μεγάλες επιδράσεις στο ατμοσφαιρικό στρώμα και την αυξανόμενη εκ μεταφοράς δραστηριότητα τοπικά (Wang et al., 1993).

Στα ξηρά περιβάλλοντα η αρδευομένη γεωργία μπορεί να είναι είτε φίλος είτε εχθρός της βιώσιμης ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής ισορροπίας, ανάλογα με το πόσο ακριβώς ο αγροτικός προγραμματισμός και η διαχείριση νερού λαμβάνουν υπόψη τους υδρολογικούς περιορισμούς στην ανάπτυξη. Όλα τα ανωτέρω οδηγούν σε μια ανάγκη για την βελτίωση της παρακολούθησης της κατανόησης και της μοντελοποίησης των χωρικών διαδικασιών που σχετίζονται με την άρδευση και την αποστράγγιση (Small and Svendsen, 1990).

Η άρδευση περιλαμβάνει επίσης τις συγκεκριμένες διοικητικές διαδικασίες που απαιτούν μια ευρεία σειρά δεξιοτήτων από την αγρομετεωρολογία στη διοίκηση και τη διαχείριση. Μια πρώτη και προφανής ανάγκη είναι η ικανότητα της αξιολόγησης, της παρακολούθησης, της κατανόησης και του ελέγχου της χρήσης νερού.

Για τα μικρά σχέδια άρδευσης αυτό μπορεί να ολοκληρωθεί εύκολα μέσω της άμεσης επαφής με τους αγρότες. Για τα μεγάλα σχέδια που περιλαμβάνουν τις πόλεις, τα χωριά και τους διαφορετικούς παραγωγικούς τομείς, η εμπειρία αποδεικνύει πόσο δύσκολο είναι να συλλεχθούν τα ακριβή στοιχεία όσον αφορά την πραγματική χρήση νερού με τις παραδοσιακές μεθόδους. Λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη διαφορά στις

απαιτήσεις ύδατος του καλλιεργημένου και γυμνού εδάφους, η αρχική ανάγκη είναι ο προσδιορισμός της αρδευόμενης περιοχής, δεν είναι έτσι έκπληξη ότι ένα κυρίαρχο μερίδιο των λειτουργικών εφαρμογών αφορά αυτό το ζήτημα.

### B.1. Μέθοδοι άρδευσης

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει εθνική πολιτική σε θέματα εγγείων βελτιώσεων και κατ' επέκταση στην διαχείριση του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση. Γενικά τα υπηρεσιακά τμήματα της κυβέρνησης και οι οργανισμοί είναι υπεύθυνοι για την διαχείριση των υπαρχόντων υποδομών και συστημάτων (κανάλια κ.α.) παρά για την διαχείριση νερού, παρόλο που υπάρχει μια αύξηση στις συνολικές αρδευόμενες εκτάσεις τις τελευταίες δεκαετίες (Εικόνα B.1). Πρέπει να αναφερθεί ότι το 82% της χρήσης νερού είναι για γεωργικούς σκοπούς (Πίνακας B.1) και περίπου το 35% των καλλιεργούμενων εκτάσεων αρδεύεται (Πίνακας B.2).

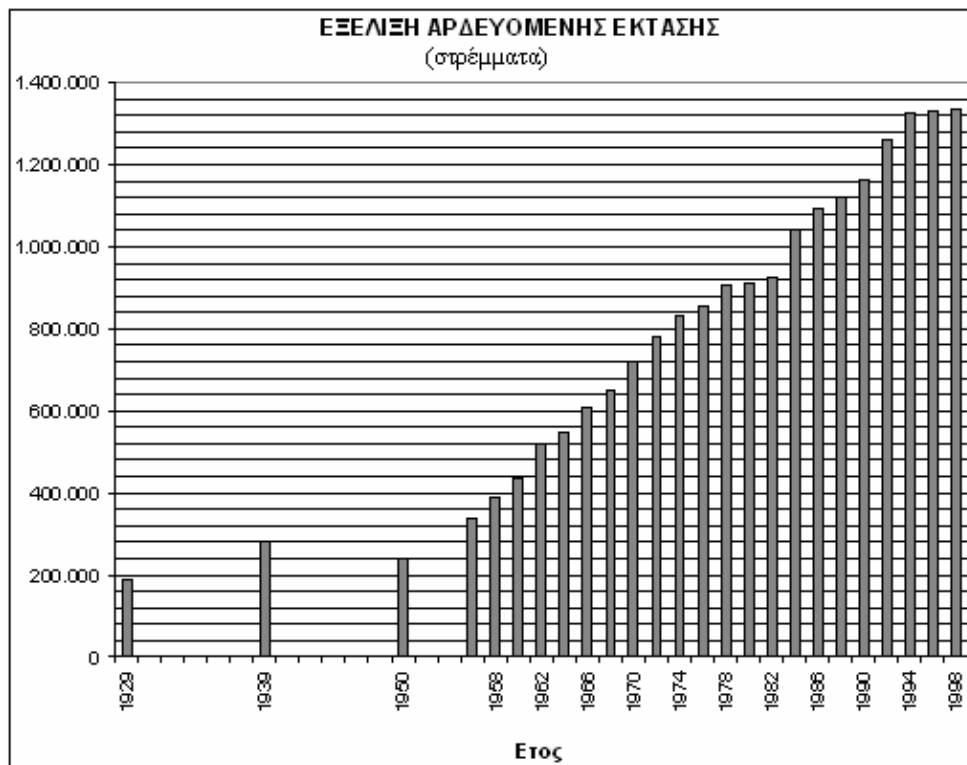
Πίνακας B.1: Κατανάλωση νερού σε εθνικό επίπεδο (εκατομμύρια m<sup>3</sup>).

Χρήση νερού	1980	1991
Αγροτική	4220	5355
Αστική	696	975
Βιομηχανική	121	175
Άλλη	50	
<b>Συνολική</b>	<b>5037</b>	<b>6555</b>

Πίνακας B.2: Έκταση καλλιεργειών και αρδεύσεων στην Ελλάδα για το 1993.

Κατηγορία καλλιεργειών	Συνολική έκταση (στρέμματα)	Αρδευόμενη έκταση (στρέμματα)	Ποσοστό %
Συγκομιδές σε αρόσιμη γη	2292900	891900	38,9
Οπωροκηπευτικά	127100	113400	89,22
Αμπελοκαλλιέργειες	144400	32700	22,65
Δενδροκαλλιέργειες	937000	292000	31,16
<b>Σύνολο</b>	<b>3501400</b>	<b>1330000</b>	<b>37,98</b>

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του εβδομήντα αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα για τα επιφανειακά ύδατα στην περιοχή της Θεσσαλίας. Σύμφωνα μ' αυτό ένα πρόγραμμα με γεωτρήσεις αναπτύχθηκε και εγκαταστάθηκαν σταθμοί γεωτρήσεων. Η λειτουργία, η διατήρηση και η διαχείριση αυτών των σταθμών ανατέθηκε σε Τοπικούς Οργανισμούς Άρδευσης. Η πλειοψηφία αυτών των σταθμών άντλησης νερού είναι ακόμα σε λειτουργία αλλά χωρίς αξιόλογο έλεγχο της κατάστασης του υδροφόρου ορίζοντα.



Εικόνα Β.1: Εξέλιξη αρδευόμενης έκτασης (Υπουργείο Γεωργίας).

Οι αγρότες πληρώνουν ένα ποσό για το νερό που χρησιμοποιούν από τις γεωτρήσεις, το οποίο ποικίλει ανάλογα με την περιοχή. Γενικά η πρακτική είναι να χρεώνονται ανάλογα με την έκταση και τη συγκομιδή που καλλιεργούν και όχι για την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούν.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ιδιωτικών γεωτρήσεων. Η τοπική δημοτική αρχή εκδίδει τις άδειες για την άντληση νερού. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία υποχρέωση από τον αγρότη ούτε για την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιεί ούτε για την επιφάνεια και τον τύπο καλλιέργειας που αρδεύεται. Δεν υπάρχει χρέωση για την κατανάλωση νερού και τα μόνα έξοδα που πληρώνονται είναι για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περιοχή μελέτης του Βελεστίνου, οι αγρότες πληρώνουν για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 200 €/ στρέμμα για όλη την καλλιεργητική περίοδο.

Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει κάποιο ίδρυμα ή οργανισμός για να πληροφορεί τους αγρότες πότε πρέπει να ποτίσουν και πόση ποσότητα να χρησιμοποιήσουν (εικόνα Β.2). Οι αγρότες εμπειρικά κρίνουν κάθε πότε και πόσο πρέπει να αρδεύσουν.



*Εικόνα Β.2: Μέθοδοι άρδευσης που χρησιμοποιούνται από τους αγρότες στην περιοχή μελέτης του Βελεστίνου.*

## Γ. ΦΥΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Οι φυτικοί συντελεστές,  $K_c$  χρησιμοποιούνται μαζί με την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς,  $ET_o$  για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό των διαφόρων καλλιεργειών (Consoli, *et al.*, 1990). Οι ανάγκες αυτές εκφράζονται από την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας,  $ET_c$ . Οι φυτικοί συντελεστές προσδιορίζονται από πειραματικά δεδομένα και εκφράζονται από τη σχέση:

$$K_c = ET_c / ET_o \quad (\Gamma.1.)$$

όπου  $K_c$  είναι ο αδιάστατος φυτικός συντελεστής μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας που βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εδαφικής υγρασίας,

$ET_c$  είναι η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας και

$ET_o$  είναι η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς.

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή των φυτικών συντελεστών είναι τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, η εποχή σποράς ή φύτευσης, ο ρυθμός ανάπτυξης της καλλιέργειας, η διάρκεια της βλαστικής περιόδου, οι εδαφικές και κλιματικές συνθήκες. Η ημερομηνία σποράς ή φύτευσης επηρεάζει το μήκος της βλαστικής περιόδου, το ρυθμό ανάπτυξης μέχρι την πλήρη κάλυψη του εδάφους από την καλλιέργεια και το χρόνο προς την ωριμότητα (Παπαζαφειρίου, 1999).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αναλύοντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις πειραματικές μετρήσεις εξήχθησαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Τα φαινολογικά στάδια για κάθε πειραματικό πεδίο εμφανίζονται σε διαφορετικές ημερομηνίες (πίνακας 3.1, εικόνα 3.1).
- Όσον αφορά τον συντελεστή φυτοκάλυψης τα αποτελέσματα εξήχθησαν με τη χρήση του προγράμματος ArcGIS και τα αποτελέσματα φαίνονται στους πίνακες 3.2, 3.3, 3.4.
- Στο πρώτο πειραματικό πεδίο ο συντελεστής φυτοκάλυψης ήταν σχεδόν ίδιος και για τις δυο δειγματοληπτικές επιφάνειες και δεν έφτασε το 100% (εικόνα 3.2).
- Στο δεύτερο πειραματικό πεδίο ο συντελεστής φυτοκάλυψης μεταξύ των δυο δειγματοληπτικών επιφανειών δεν ήταν ίδιος μέχρι το τέλος του Ιουλίου, όπου έφτασε και το 100% (εικόνα 3.3).
- Στο τρίτο πειραματικό πεδίο ο συντελεστής φυτοκάλυψης μεταξύ των δυο δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν περίπου ο ίδιος με μια διαφορά στην τρίτη. Ο συντελεστής φυτοκάλυψης έφτασε το 100% στις δυο πρώτες δειγματοληπτικές επιφάνειες στα τέλη Ιουλίου ενώ στην τρίτη δειγματοληπτική επιφάνεια δεν έφτασε το 100% λόγω της επανασποράς (εικόνα 3.4).
- Υπήρχαν διαφορές μεταξύ της τρίτης δειγματοληπτικής επιφάνειας με την πρώτη και τη δεύτερη λόγω της επανασποράς της τρίτης δειγματοληπτικής επιφάνειας.
- Υπήρχαν διαφορές στο ύψος μεταξύ των τριών πειραματικών πεδίων (εικόνες 3.5, 3.7).

- Η υγρασία εδάφους είναι διαφορετική και στα τρία πειραματικά πεδία. Η μέγιστη υγρασία μετρήθηκε δίπλα στο σωλήνα άρδευσης και στα τρία πειραματικά πεδία (εικόνες 3.8, 3.9, 3.10, 3.11)
- Όσον αφορά στην άρδευση, η ποσότητα, οι ώρες καθώς και ο αριθμός των αρδεύσεων ποικίλει σε κάθε πειραματικό πεδίο. Το τρίτο πειραματικό πεδίο είχε τον μικρότερο αριθμό ποτισμάτων, εν αντιθέσει με το πρώτο πειραματικό πεδίο που είχε τη μικρότερη ποσότητα άρδευσης (εικόνα 3.12).
- Τα αποτελέσματα για το έτος 2006 απεικονίζονται στις εικόνες 3.14, 3.15. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δυο ετών παρατηρούμε ότι η ανάπτυξη του φυτού είναι περίπου ίδια για τα δυο έτη (εικόνες 3.17, 3.18). Όσον αφορά την άρδευση παραμένουν ίδιες οι ώρες, η ποσότητα καθώς και ο αριθμός των αρδεύσεων με τη μόνη διαφορά ότι στο πρώτο πειραματικό πεδίο έγινε ένα επιπλέον πότισμα το 2006, λόγω των καιρικών συνθηκών που επικράτησαν (3.16).

Τα τρία πειραματικά πεδία είχαν την ίδια περίπου ημερομηνία σποράς, ο τρόπος καλλιέργειας είναι ο ίδιος, ωστόσο υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, γεγονός που οφείλεται στην χρήση διαφορετικής ποικιλίας βαμβακιού και ποιότητας εδάφους.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του φυτικού συντελεστή παρατηρούνται τα εξής:

- Το κάθε πειραματικό πεδίο έχει διαφορετικά στάδια βλαστικής περιόδου γεγονός που οφείλεται στη χρήση διαφορετικής ποικιλίας βαμβακιού (πίνακας 3.5, εικόνες 3.21, 3.22, 3.23).
- Στο τρίτο πειραματικό πεδίο παρατηρήθηκε μεγάλη διαφορά στην τρίτη δειγματοληπτική επιφάνεια, όπου τα στάδια έχουν μεγάλη απόκλιση από τα

άλλα δυο πειραματικά πεδία, λόγω επανασποράς και ουσιαστικά απουσιάζει το τελευταίο στάδιο (εικόνα 3.24).

- Τα στάδια βλαστικής περιόδου των τριών πειραματικών πεδίων διαφέρουν με αυτά που αναφέρονται από το FAO, γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι στον καθορισμό των σταδίων σημαντικό ρόλο παίζουν οι τοπικές, κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή (εικόνες 3.26, 3.27, 3.28).
- Διαφορές παρατηρήθηκαν και στα τρία πειραματικά πεδία όσον αφορά τον φυτικό συντελεστή που υπολογίστηκε από τα μετεωρολογικά δεδομένα και τα δεδομένα πεδίου της περιοχής μελέτης και τον φυτικό συντελεστή που υπολογίστηκε από τυποποιημένες τιμές που δίνονται από πίνακες του FAO (εικόνες 3.29, 3.30, 3.31).

Όσον αφορά στα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου παρατηρείται πλεόνασμα νερού κατά τη διάρκεια των αρδεύσεων. Μόνο στο πρώτο πειραματικό πεδίο το νερό πλησιάζει την αποδεκτή ποσότητα νερού 300 mm που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (εικόνα 3.36). Γεγονός που οφείλεται στην καλή ποιότητα εδάφους του συγκεκριμένου χωραφιού και στην ποικιλία του βαμβακιού. Αντίθετα στα άλλα δυο πειραματικά πεδία η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις είναι διπλάσια της ποσότητας του νερού που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (εικόνες 3.37, 3.38). Επισημαίνεται ότι και τα τρία πειραματικά πεδία δεν είχαν την ίδια απόδοση στην παραγωγή. Οι αγρότες κάνουν κακή διαχείριση του αρδευτικού νερού τόσο ως προς τις ώρες ποτίσματος όσο και στην ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούν με αποτέλεσμα μικρή ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούν να είναι ωφέλιμο για τις καλλιέργειές τους.



Πίνακας 3.1: Φαινολογικά στάδια

Στάδια Ανάπτυξης	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
	Πειραματικό πεδίο 1	Πειραματικό πεδίο 2	Πειραματικό πεδίο 3
Σπορά	20/04/05	21/04/05	23/4/05 (24/05/05)*
Ανάδυση βλαστού από το έδαφος	10-15/05/05**	10-15/05/05**	10-15/05/05**
Πρώτο φύλλο	31/05/05	31/05/05	31/05/05
Δεύτερο φύλλο	03/06/05	03/06/05	030/6/05
Τρίτο φύλλο	07/06/05	07/06/05	07/06/05
4 <sup>ο</sup> φύλλο	14/06/50	14/06/05	09/06/05
5 <sup>ο</sup> φύλλο	17/06/05	17/06/05	22/06/05
6 <sup>ο</sup> φύλλο			24/06/05
7 <sup>ο</sup> φύλλο			29/06/05
Χτένι	22/06/05	24/06/05	22/07/05
Ανθοφορία	01/07/05	19/07/05	02/08/05
Πρώτα καρύδια	15/07/05	29/07/05	
Άνοιγμα καρυδιών	19/08/2005	26/08/2005	26/08/2005
Πρώτο μάζεμα	06/10/05	12/10/05	08/10/05
Δεύτερο μάζεμα	13/10/05	9/11/2005	06/11/05
* επανασπορά μέρους του χωραφίου			
** εκτιμώμενη τιμή			

**Αρχικό Στάδιο Σποράς  
Στάδιο Ανάπτυξης Φυτού (φύλλωμα)**



1<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων



2<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων



3<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων



4<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων



5<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων

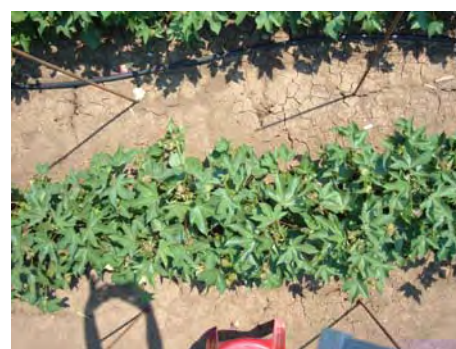


6<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων

**Στάδιο Ανθοφορίας**



7<sup>ο</sup> ζεύγος μόνιμων φύλλων



Πρώτα χτένια (στάδιο DVS αρχίζει η ανθοφορία)

1<sup>ο</sup> Ανθος

Μιας ημέρας λουλούδια

### Στάδιο ωρίμανσης



Πρώτα Καρύδια



Ανοιχτά καρύδια

*Εικόνα 3.1: Φαινολογικά Στάδια*

Πίνακας 3.2: Ποσοστό φυτοκάλυψης για το πρώτο πειραματικό πεδίο.

Πειραματικό πεδίο 1							
Δειγματοληπτική επιφάνεια 1				Δειγματοληπτική επιφάνεια 2			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %
31/05/05	0,75	0,86	0,12	31/05/05	0,69	0,86	0,19
03/06/05	0,65	0,86	0,24	03/06/05	0,73	0,86	0,15
07/06/05	0,69	0,86	0,19	70/06/05	0,65	0,86	0,23
09/06/05	0,67	0,86	0,21	09/06/05	0,64	0,86	0,25
14/06/05	0,60	0,86	0,30	14/06/05	0,59	0,86	0,31
17/06/05	0,58	0,86	0,32	17/06/05	0,56	0,86	0,34
22/06/05	0,54	0,86	0,36	22/06/05	0,55	0,86	0,35
24/06/05	0,56	0,86	0,34	24/06/05	0,58	0,86	0,32
29/06/05	0,45	0,86	0,46	29/06/05	0,45	0,86	0,46
01/07/05	0,42	0,86	0,51	01/07/05	0,42	0,86	0,51
08/07/05	0,30	0,86	0,64	08/07/05	0,32	0,86	0,62
12/07/05	0,34	0,86	0,60	12/07/05	0,34	0,86	0,59
15/07/05	0,26	0,86	0,69	15/70/05	0,31	0,86	0,63
19/07/05	0,26	0,86	0,69	19/07/05	0,34	0,86	0,59
22/07/05	0,22	0,86	0,74	22/07/05	0,36	0,86	0,57
26/07/05	0,22	0,86	0,74	26/07/05	0,26	0,86	0,68
29/07/05	0,31	0,86	0,63	29/07/05	0,35	0,86	0,59
02/08/05	0,31	0,86	0,63	02/08/05	0,27	0,86	0,67
10/08/05	0,29	0,86	0,66	10/08/05	0,28	0,86	0,67
13/08/05	0,27	0,86	0,67	13/08/05	0,24	0,86	0,71
16/08/05	0,31	0,86	0,63	16/08/05	0,30	0,86	0,64
19/08/05	0,32	0,86	0,62	19/08/05	0,31	0,86	0,63
26/08/05	0,34	0,86	0,59	26/08/05	0,39	0,86	0,53
26/09/05	0,47	0,86	0,45	26/09/05	0,40	0,86	0,53

Πίνακας 3.3: Ποσοστό φυτοκάλυψης για το δεύτερο πειραματικό πεδίο.

Πειραματικό πεδίο 2							
Δειγματοληπτική επιφάνεια 1				Δειγματοληπτική επιφάνεια 2			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %
31/05/05	0,78	0,86	0,00	31/05/05	0,73	0,86	0,14
03/06/05	0,77	0,86	0,10	03/06/05	0,78	0,86	0,90
07/06/05	0,74	0,86	0,13	07/06/05	0,77	0,86	0,10
09/06/05	0,72	0,86	0,15	09/06/05	0,81	0,86	0,05
14/06/05	0,66	0,86	0,23	14/06/05	0,79	0,86	0,08
17/06/05	0,62	0,86	0,28	17/06/05	0,76	0,86	0,11
24/06/05	0,40	0,86	0,53	24/06/05	0,65	0,86	0,23
29/06/05	0,28	0,86	0,66	29/06/05	0,63	0,86	0,27
01/07/05	0,23	0,86	0,27	01/07/05	0,61	0,86	0,28
08/07/05	0,05	0,86	0,93	08/07/05	0,42	0,86	0,50
12/07/05	0,04	0,86	0,95	12/07/05	0,34	0,86	0,59
15/07/05	0,02	0,86	0,96	15/07/05	0,25	0,86	0,70
19/07/05	0,10	0,86	0,87	19/07/05	0,25	0,86	0,69
22/07/05	0,03	0,86	0,95	22/07/05	0,17	0,86	0,79
26/07/05	0,03	0,86	0,96	26/07/05	0,15	0,86	0,81
29/07/05	0,02	0,86	0,96	29/07/05	0,06	0,86	0,92
02/08/05	0,04	0,86	0,94	02/08/05	0,01	0,86	0,98
10/08/05	0,01	0,86	0,98	10/08/05	0,02	0,86	0,96
13/08/05	0,08	0,86	0,90	13/08/05	0,03	0,86	0,96
16/08/05	0,09	0,86	0,88	16/08/05	0,00	0,86	1,00
19/08/05	0,09	0,86	0,88	19/08/05	0,01	0,86	0,97
26/08/05	0,07	0,86	0,91	26/08/05	0,01	0,86	0,97



Πίνακας 3.4: Ποσοστό φυτοκάλυψης για το τρίτο πειραματικό πεδίο.

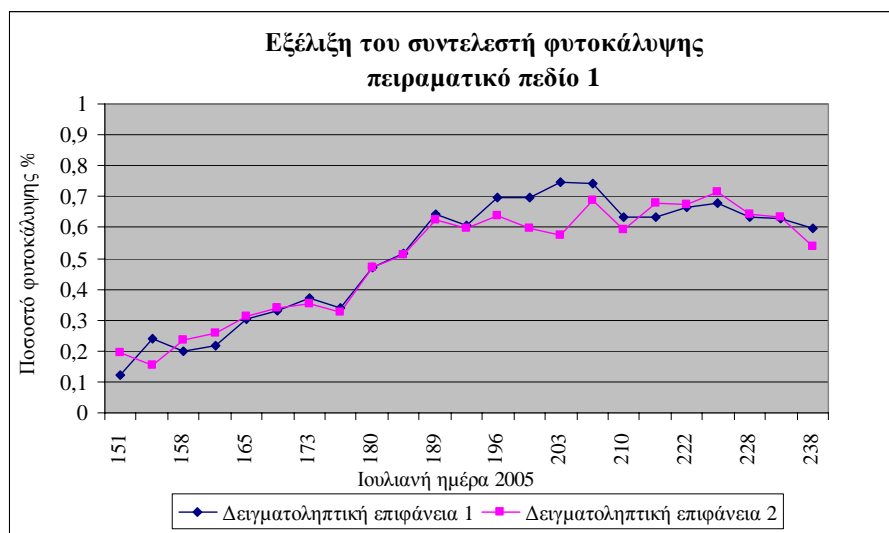
Πειραματικό πεδίο 3									
Δειγματοληπτική επιφάνεια 1				Δειγματοληπτική επιφάνεια 2			Δειγματοληπτική επιφάνεια 3		
ΗΜ/ΝΙΑ	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %	ΕΛΑΦΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ	ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ %
31/05/05	0,82	0,86	0,05	0,79	0,86	0,08			
03/06/05	0,74	0,86	0,13	0,85	0,86	0,01	0,85	0,86	0,01
07/06/05	0,69	0,86	0,19	0,81	0,86	0,05	0,84	0,86	0,01
09/06/05	0,67	0,86	0,21	0,81	0,86	0,06	0,84	0,86	0,02
14/06/05	0,64	0,86	0,25	0,75	0,86	0,12	0,82	0,86	0,04
17/06/05	0,59	0,86	0,31	0,77	0,86	0,10	0,81	0,86	0,06
22/06/05	0,55	0,86	0,35	0,72	0,86	0,16	0,78	0,86	0,09
24/06/05	0,54	0,86	0,36	0,69	0,86	0,19	0,77	0,86	0,10
29/06/05	0,47	0,86	0,45	0,61	0,86	0,28	0,72	0,86	0,16
01/07/05	0,45	0,86	0,47	0,51	0,86	0,40	0,66	0,86	0,23
08/07/05	0,23	0,86	0,72	0,23	0,86	0,72	0,45	0,86	0,47
12/07/05	0,25	0,86	0,70	0,14	0,86	0,83	0,35	0,86	0,58
15/07/05	0,11	0,86	0,87	0,13	0,86	0,84	0,24	0,86	0,71
19/07/05	0,05	0,86	0,93	0,04	0,86	0,95	0,38	0,86	0,55
22/07/05	0,00	0,86	0,99	0,02	0,86	0,97	0,28	0,86	0,66
26/07/05	0,03	0,86	0,95	0,00	0,86	0,99	0,27	0,86	0,67
29/07/05	0,08	0,86	0,90	0,00	0,86	0,99	0,23	0,86	0,73
02/08/05	0,00	0,86	0,98		0,86	1,00	0,22	0,86	0,74
10/08/05	0,00	0,86	0,99	0,01	0,86	0,98	0,24	0,86	0,72
13/08/05	0,04	0,86	0,94	0,06	0,86	0,92	0,08	0,86	0,90
16/08/05	0,00	0,86	0,99	0,02	0,86	0,97	0,11	0,86	0,86
19/08/05	0,01	0,86	0,97	0,11	0,86	0,87	0,12	0,86	0,85
26/08/05	0,03	0,86	0,96	0,19	0,86	0,77	0,14	0,86	0,83
26/09/05	0,05	0,86	0,93				0,06	0,86	0,92

Πίνακας 3.5: Βλαστική περίοδος και στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού όπως ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων πειραματικών πεδίων.

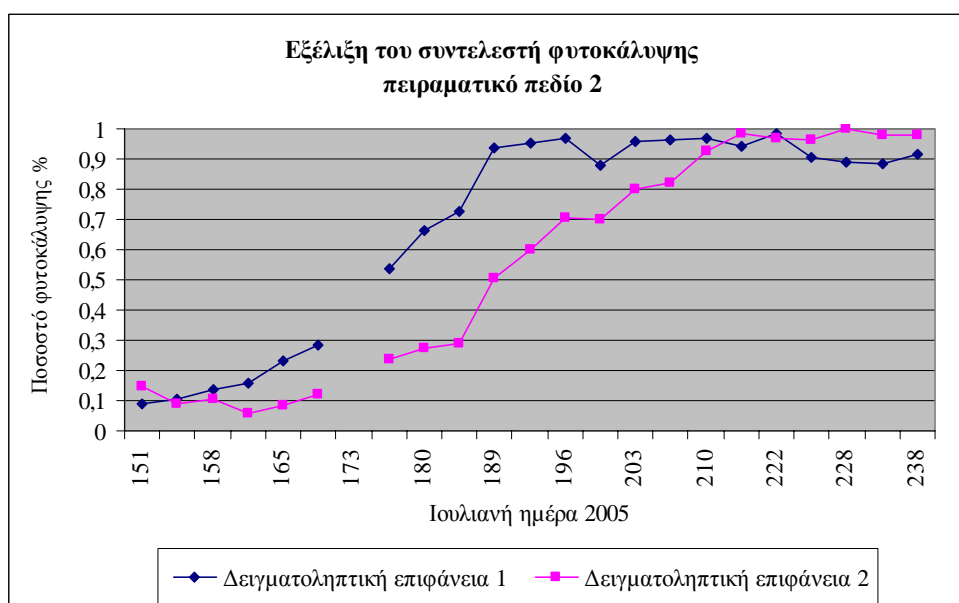
<b>1<sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο</b>	20/04/05- 19/05/05	20/05/05- 11/07/05	12/07/05- 18/08/05	19/08/05- 10/10/05
<b>2<sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο</b>	22/04/05- 03/06/05	04/06/05- 08/07/05	09/07/05- 15/08/05	16/08/05- 15/10/05
<b>3<sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο</b>	23/04/05- 07/06/05	08/06/05- 15/07/05	16/07/05- 20/08/05	21/08/05- 18/10/05
<b>3<sup>ο</sup> πειραματικό πεδίο (3<sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια)</b>	25/05/05- 24/06/05	25/06/05- 26/07/05	27/07/05- 19/08/05	20/08/05- 20/10/05

### 3.1 Διαγράμματα συντελεστή φυτοκάλυψης

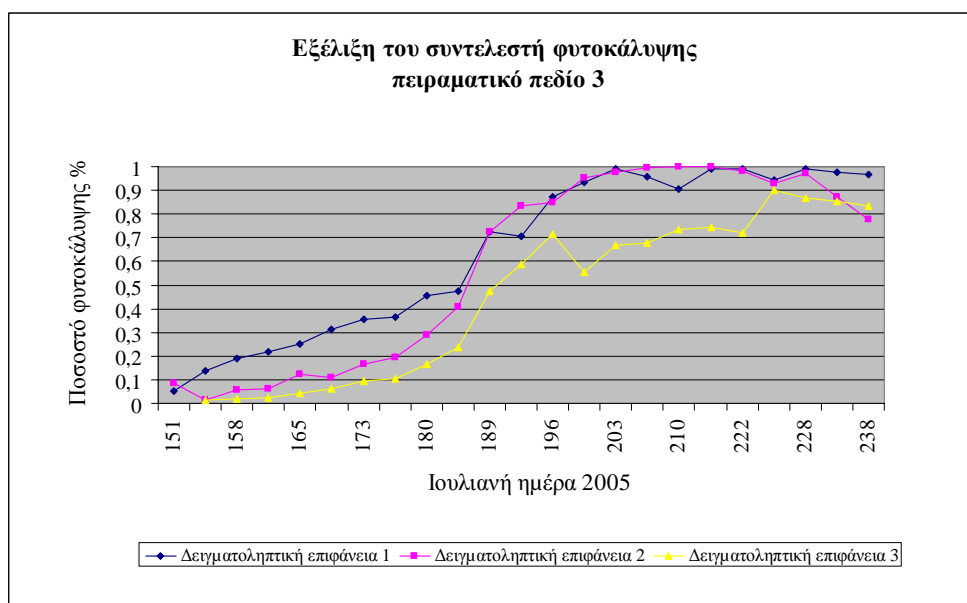
Ο υπολογισμός του συντελεστή φυτοκάλυψης έγινε με την επεξεργασία των δεδομένων πεδίου στο πρόγραμμα ArcGIS (Παράρτημα Ι). Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 3.2: Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο πρώτο πειραματικό πεδίο.



*Εικόνα 3.3: Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.*

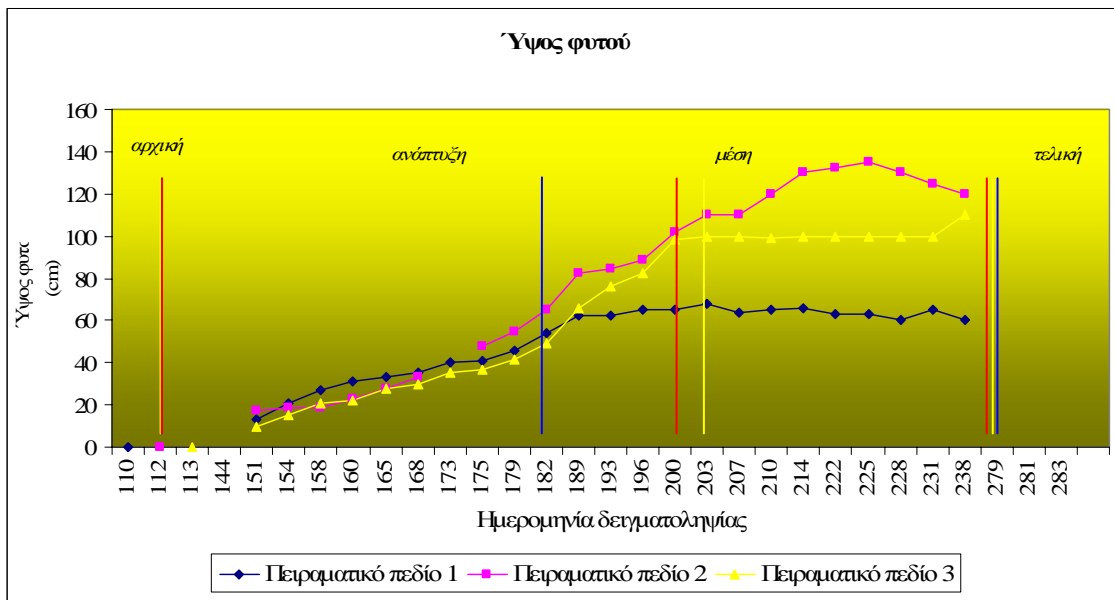


*Εικόνα 3.4: Διάγραμμα συντελεστή φυτοκάλυψης στο τρίτο πειραματικό πεδίο.*

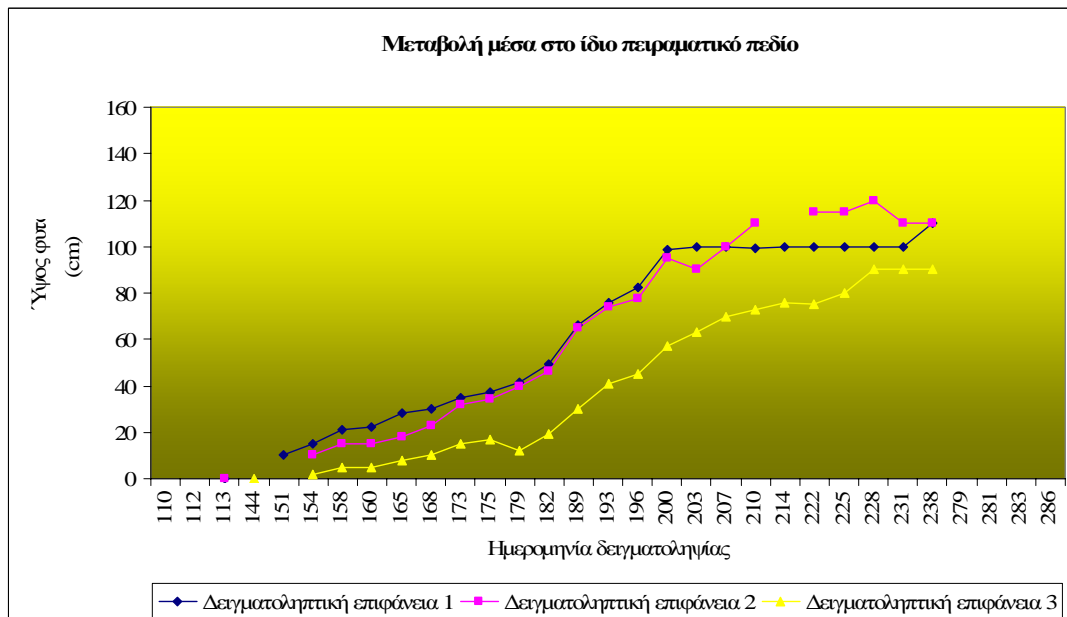


### 3.2 Διαγράμματα ύψους φυτού από δεδομένα πεδίου

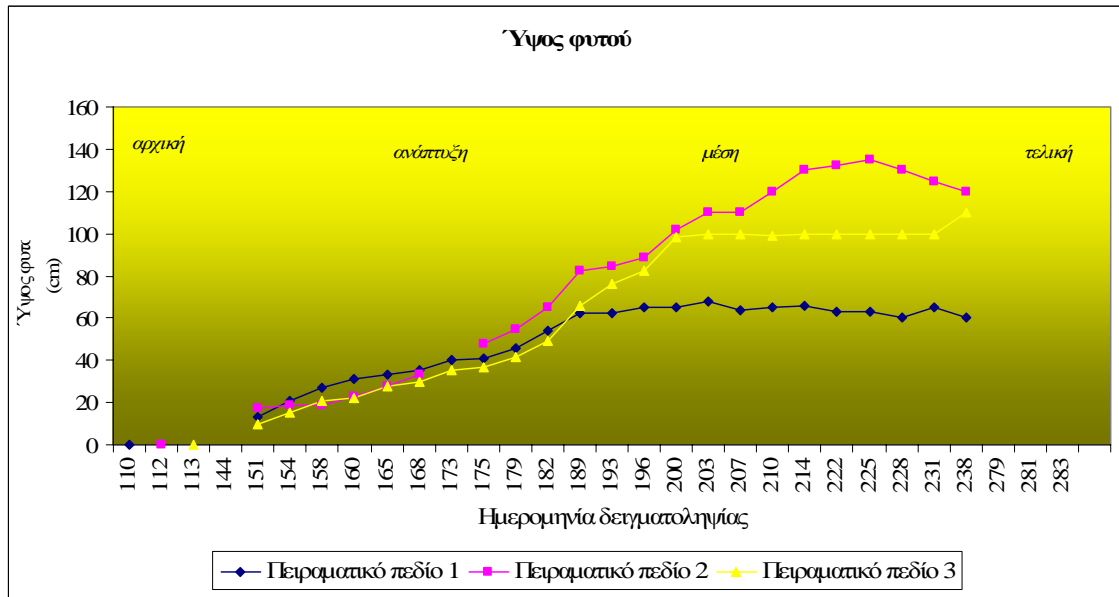
Ο υπολογισμός των διαγραμμάτων που ακολουθούν προέκυψε από την μέτρηση του ύψους του φυτού για όλα τα πειραματικά πεδία για όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες.



Εικόνα 3.5: Διάγραμμα ύψους φυτού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του και στα τρία πειραματικά πεδία.



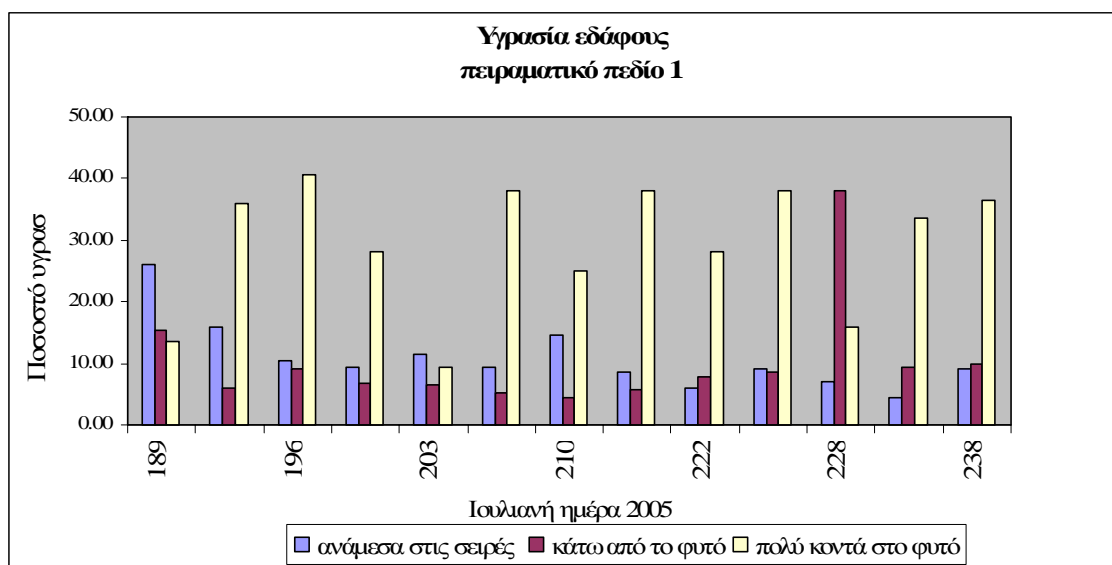
Εικόνα 3.6: Διάγραμμα μεταβολής ύψους μέσα στο ίδιο πειραματικό πεδίο (τρίτο πειραματικό πεδίο).



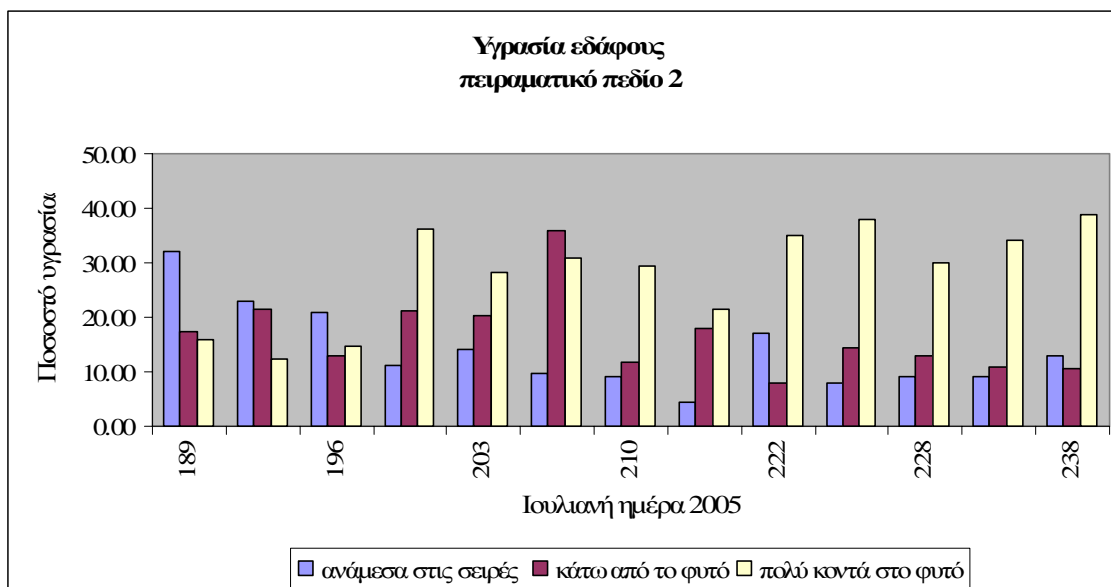
Εικόνα 3.7: Διάγραμμα ύψους φυτού κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του και στα τρία πειραματικά πεδία.

### 3.3 Διαγράμματα υγρασίας εδάφους, άρδευσης

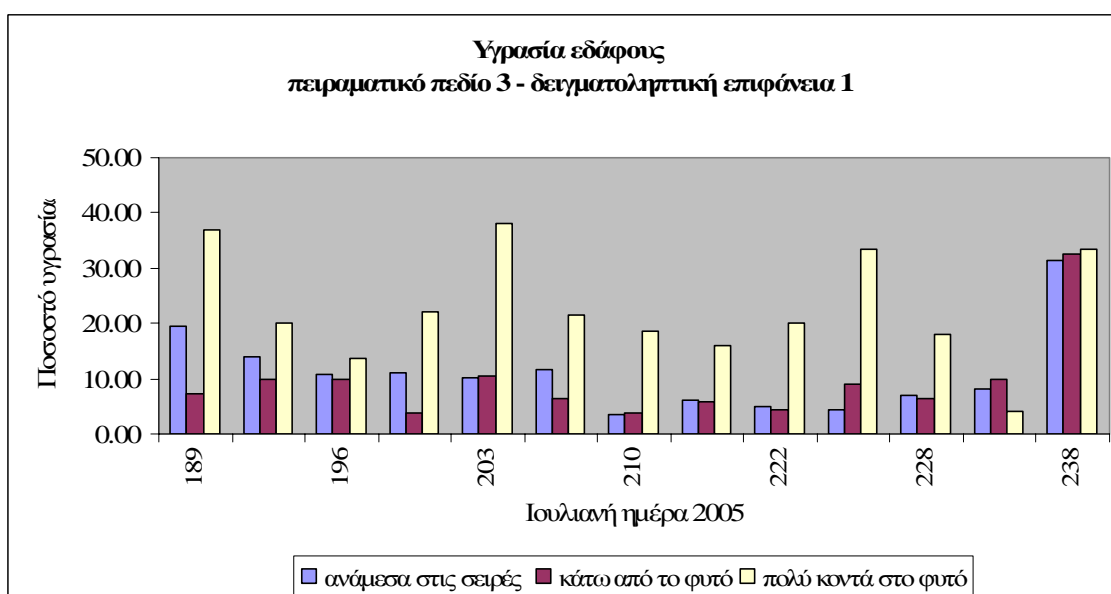
Ο υπολογισμός των διαγραμμάτων που ακολουθούν προέκυψε από τη συλλογή των δεδομένων πεδίου και συγκεκριμένα με την μέτρηση της υγρασίας εδάφους με υγρόμετρο για όλα τα πειραματικά πεδία για όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες. Η υγρασία εδάφους μετρήθηκε κάτω από το φυτό, ανάμεσα στις σειρές και πολύ κοντά στο φυτό. Όσον αφορά τα δεδομένα άρδευσης συλλέχθηκαν από πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν από τους αγρότες.



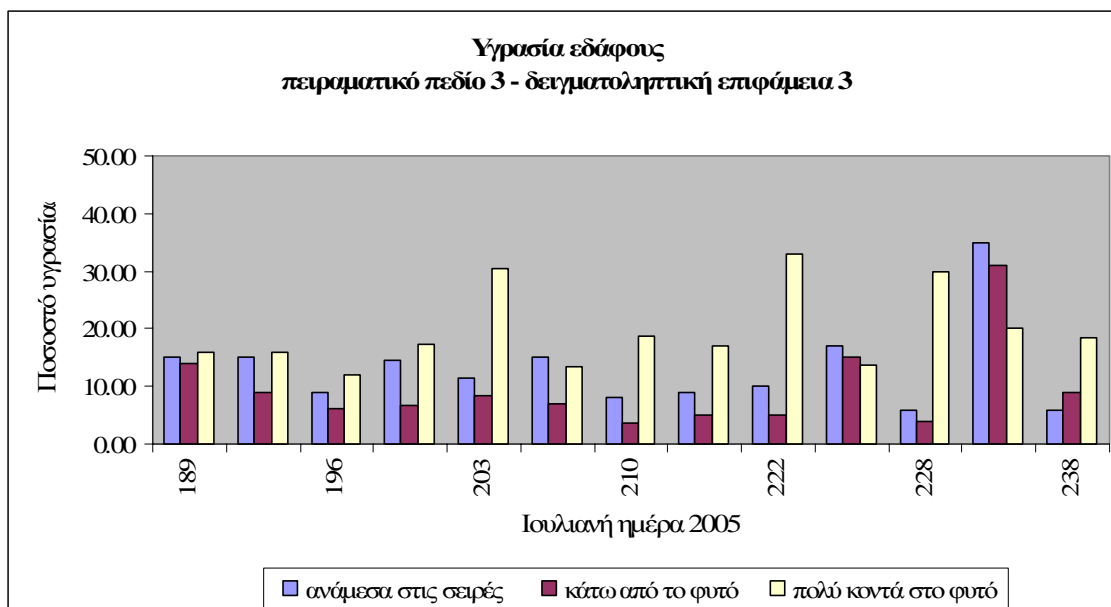
Εικόνα 3.8: Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο πρώτο πειραματικό πεδίο.



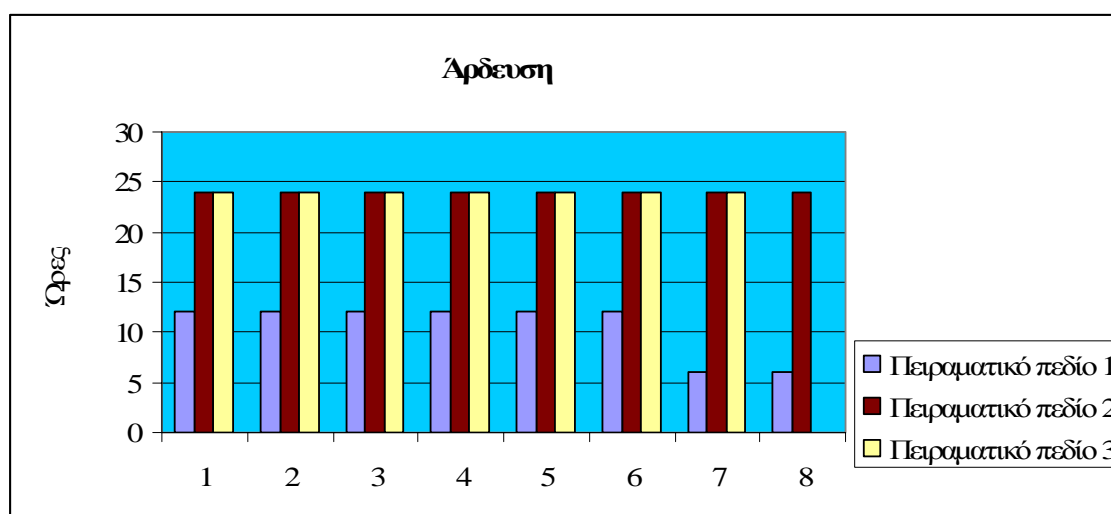
Εικόνα 3.9: Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.



Εικόνα 3.10: Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο τρίτο πειραματικό πεδίο (1<sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια).



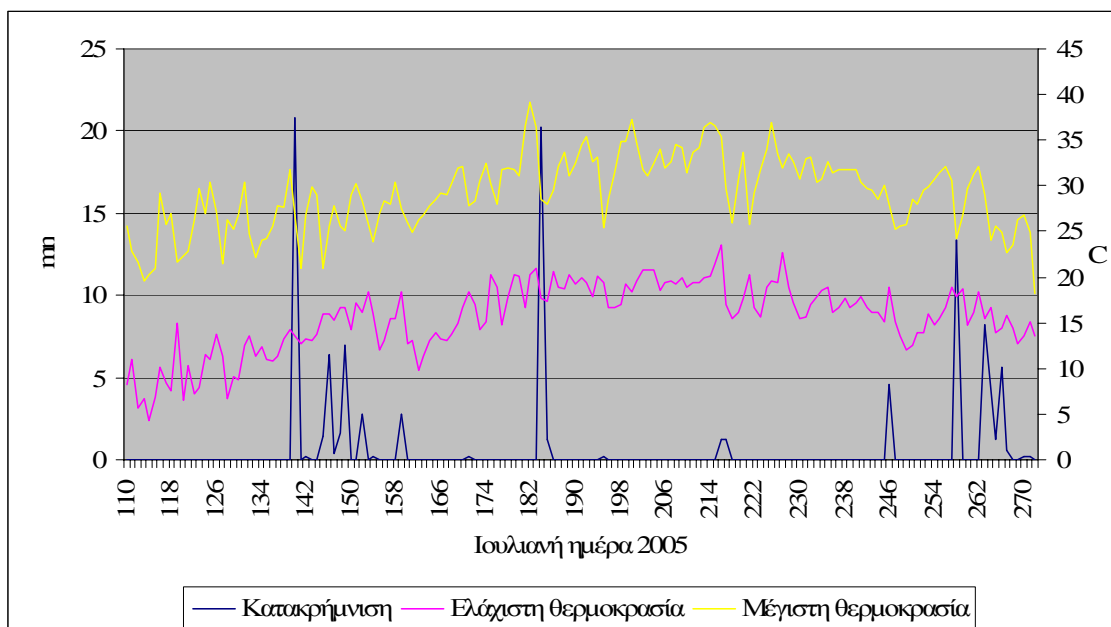
Εικόνα 3.11: Διάγραμμα υγρασίας εδάφους στο τρίτο πειραματικό πεδίο (3<sup>η</sup> δειγματοληπτική επιφάνεια).



Εικόνα 3.12: Διάγραμμα άρδευσης και στα τρία πειραματικά πεδία.

### 3.4. Μετεωρολογικά Δεδομένα

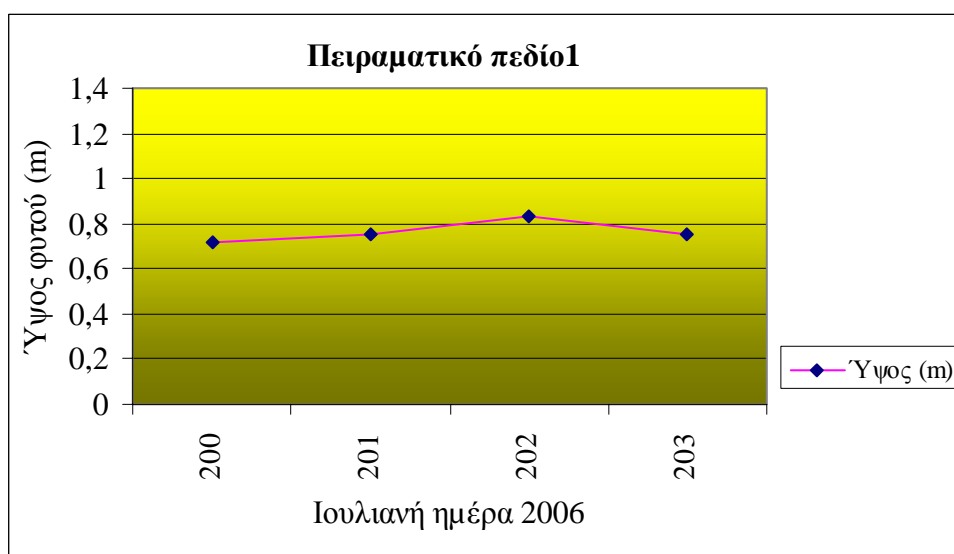
Το διάγραμμα των μετεωρολογικών δεδομένων εξήχθη από τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης για το έτος 2005.



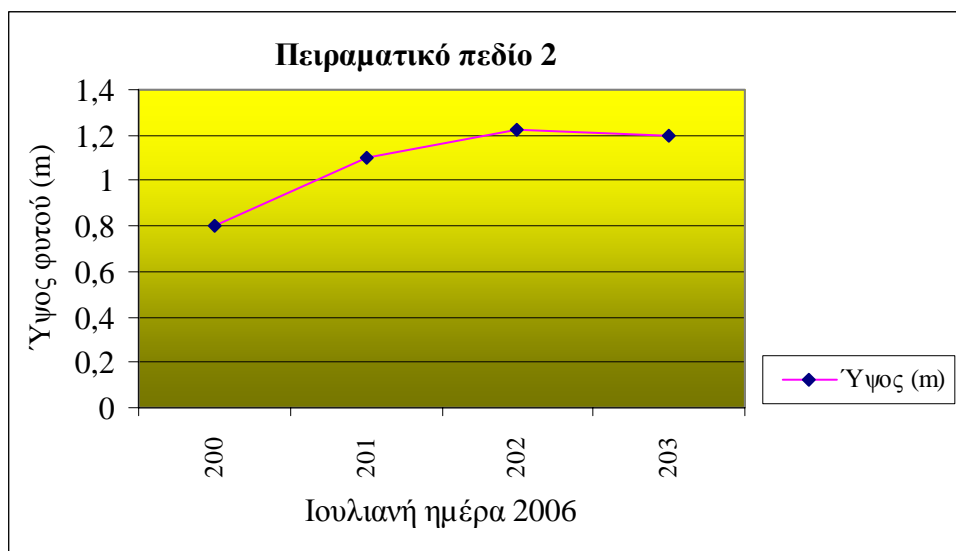
Εικόνα 3.13: Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.

### 3.5. Αποτελέσματα για το έτος 2006

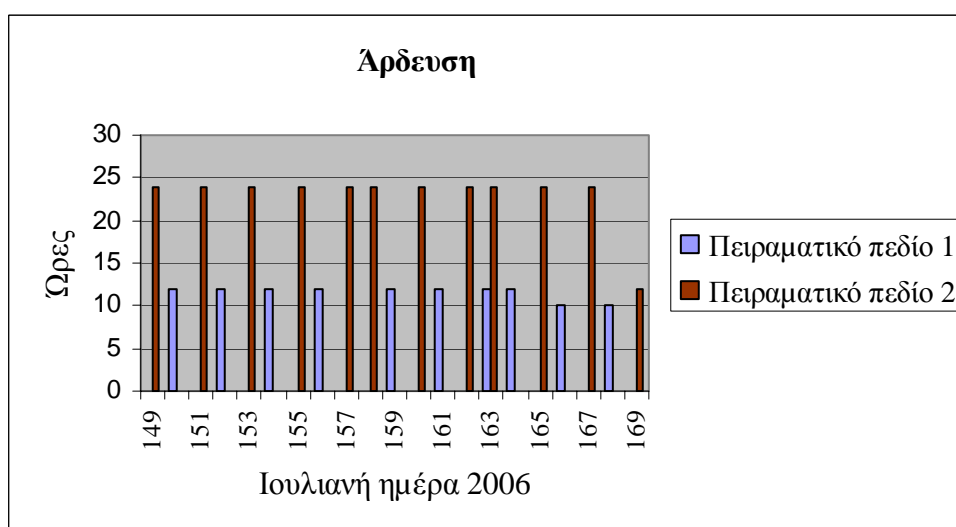
Αναλύοντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις πειραματικές μετρήσεις για το έτος 2006 εξήχθησαν τα παρακάτω αποτελέσματα:



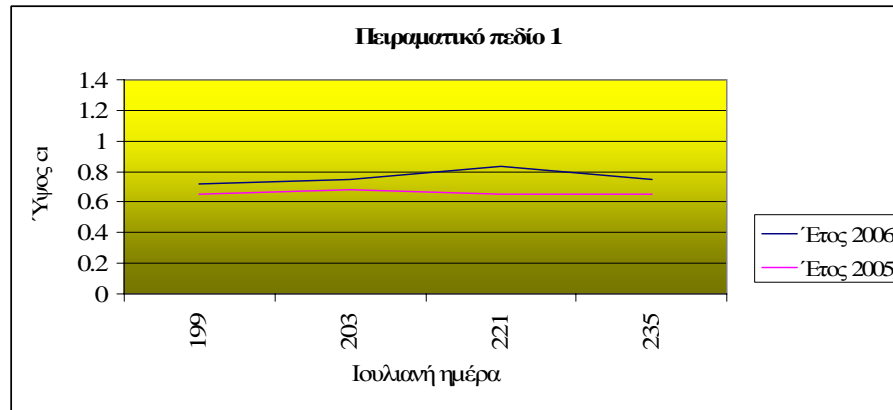
Εικόνα 3.14: Διάγραμμα ύψους φυτού στο πρώτο πειραματικό πεδίο (2006).



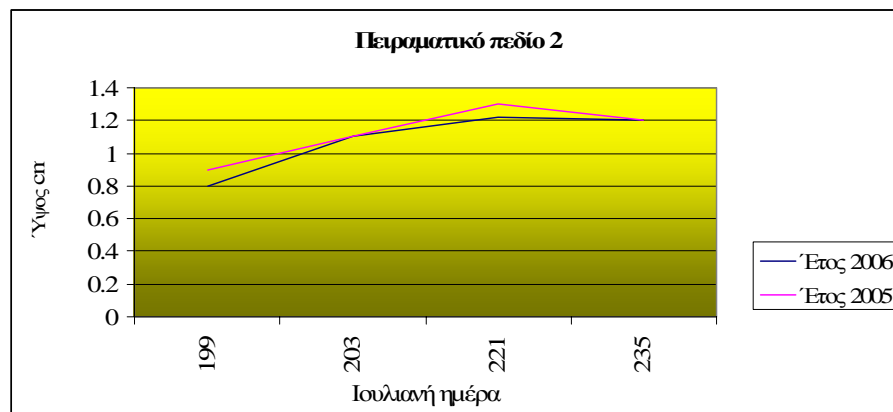
Εικόνα 3.15: Διάγραμμα ύψους φυτού στο δεύτερο πειραματικό πεδίο (2006)



Εικόνα 3.16: Διάγραμμα άρδευσης στα δυο πειραματικά πεδία (2006)



Εικόνα 3.17: Διάγραμμα ύψους φυτού για το πρώτο πειραματικό πεδίο για τα έτη 2005 και 2006.

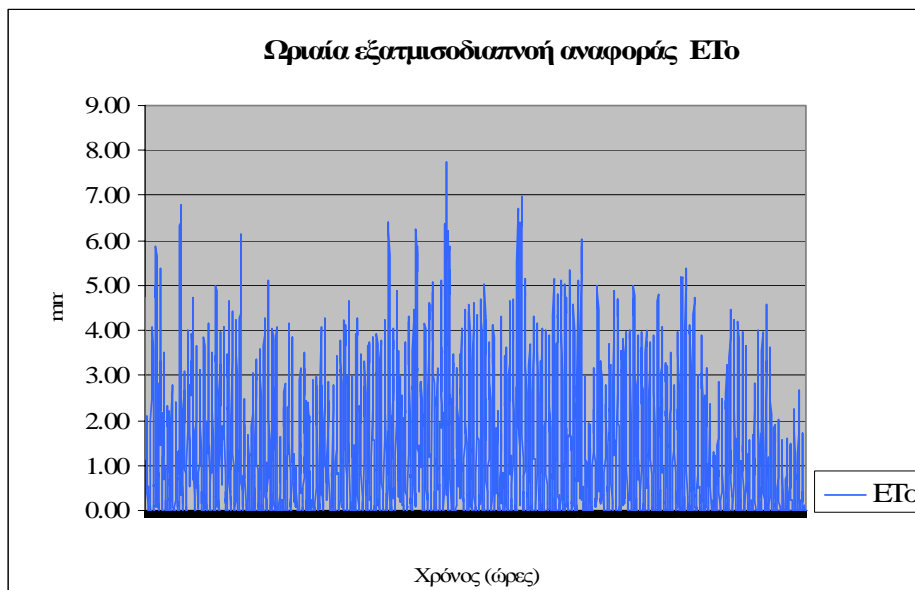


Εικόνα 3.18: Διάγραμμα ύψους φυτού για το δεύτερο πειραματικό πεδίο για τα έτη 2005 και 2006.

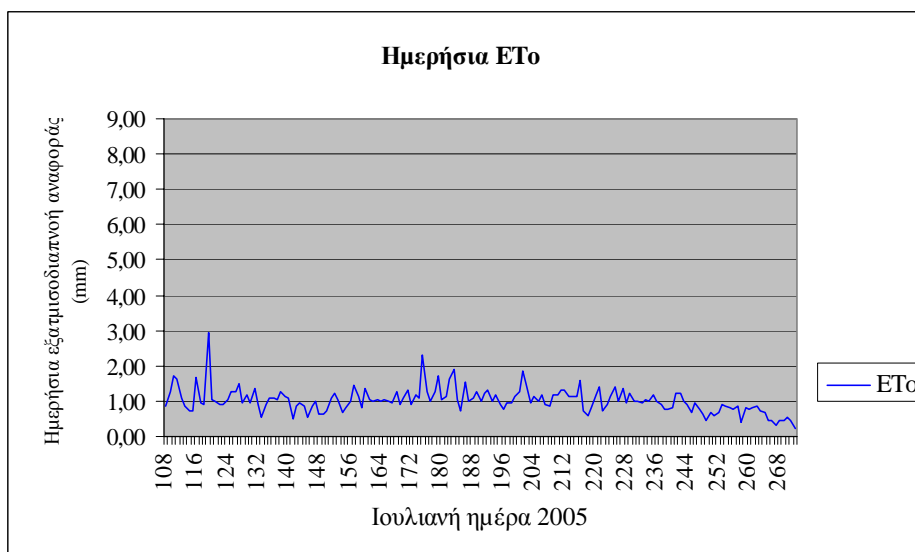


### 3.6. Διαγράμματα εξατμισοδιαπνοής και φυτικού συντελεστή

Τα αποτελέσματα για την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς προέκυψαν από τα μετεωρολογικά δεδομένα και τις μετρήσεις πεδίου σύμφωνα με την εξίσωση Penman-Monteith. Υπολογίστηκε μια σειρά εξισώσεων για την ωριαία και ημερήσια εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (Παράρτημα II).

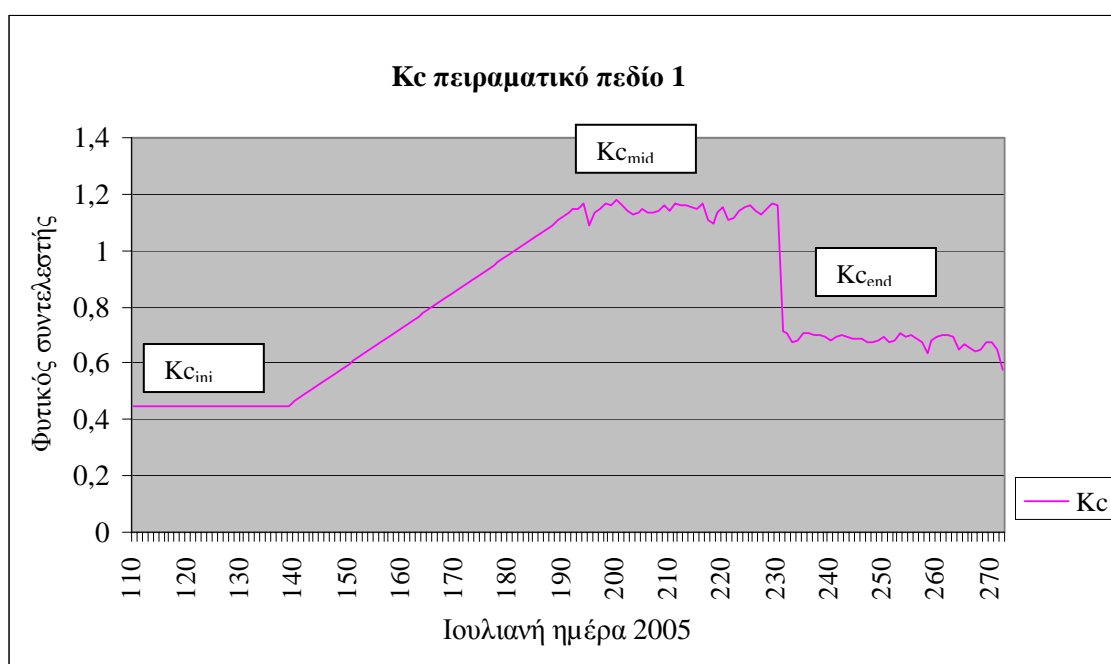


Εικόνα 3.19: Διάγραμμα ωριαίας εξατμισοδιαπνοής  $ET_0$  της περιοχής μελέτης για το έτος 2005.

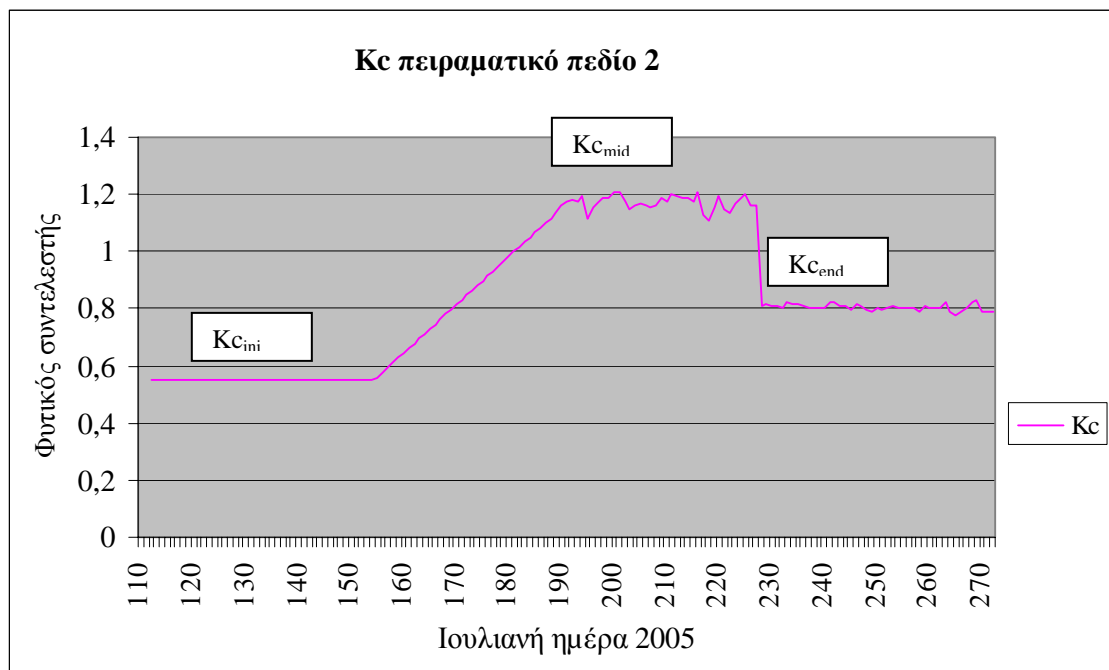


Εικόνα 3.20: Διάγραμμα ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής  $ET_0$  της περιοχής μελέτης για το έτος 2005.

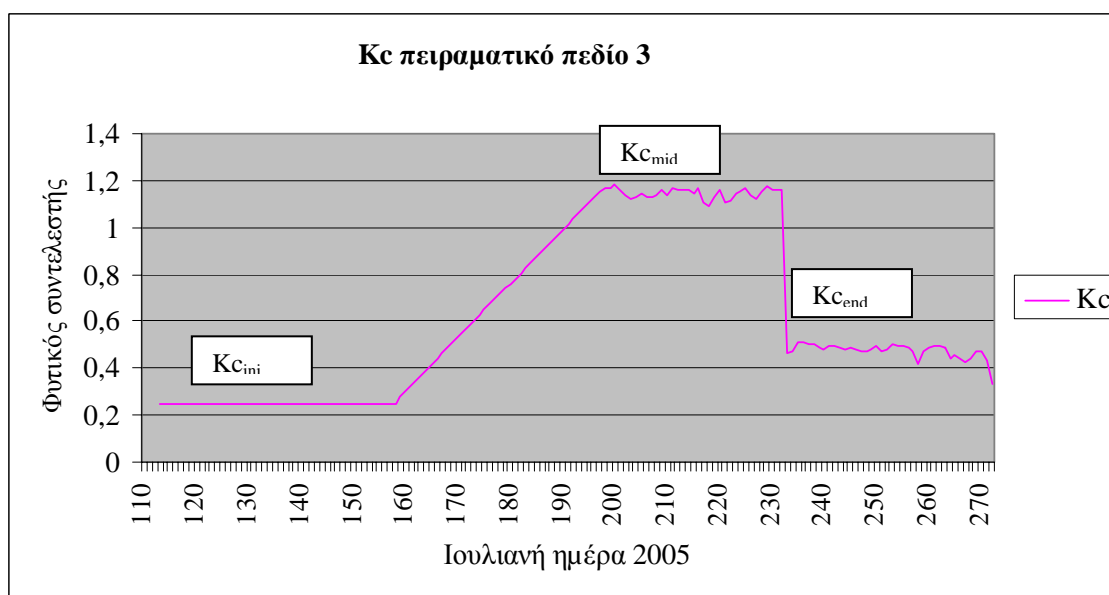
Όσον αφορά τον υπολογισμό του φυτικού συντελεστή αρχικά υπολογίστηκαν τα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου για κάθε πειραματικό πεδίο, το αρχικό στάδιο υπολογίστηκε από διάγραμμα, το στάδιο μέσης περιόδου και το στάδιο της τελευταίας περιόδου υπολογίστηκαν με μια σειρά εξισώσεων από τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής καθώς και από τα δεδομένα πεδίου. Το στάδιο ανάπτυξης υπολογίστηκε με γραμμική εξίσωση.



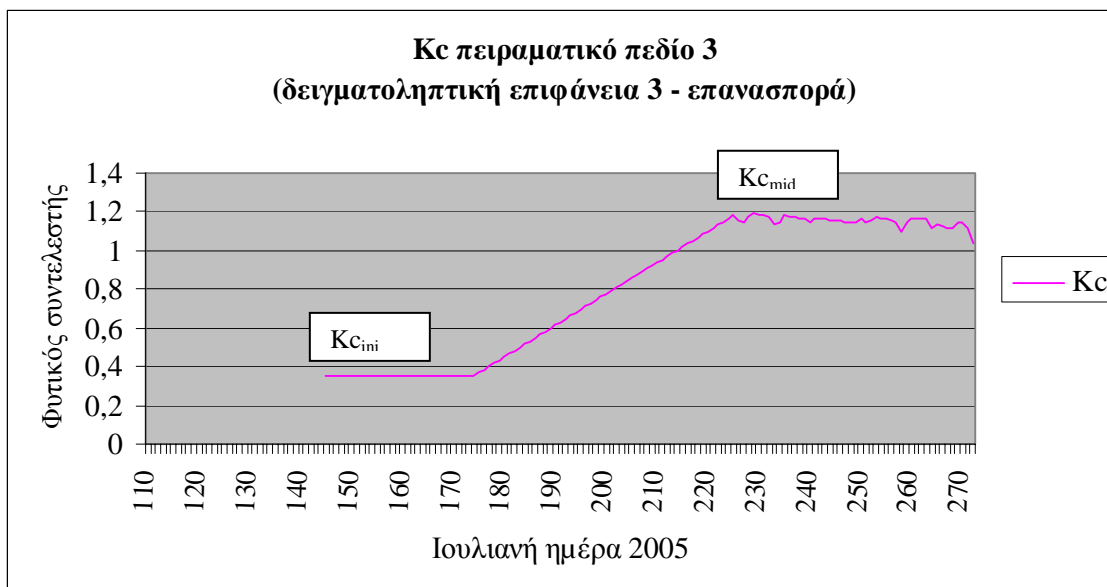
Εικόνα 3.21: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο πρώτο πειραματικό πεδίο.



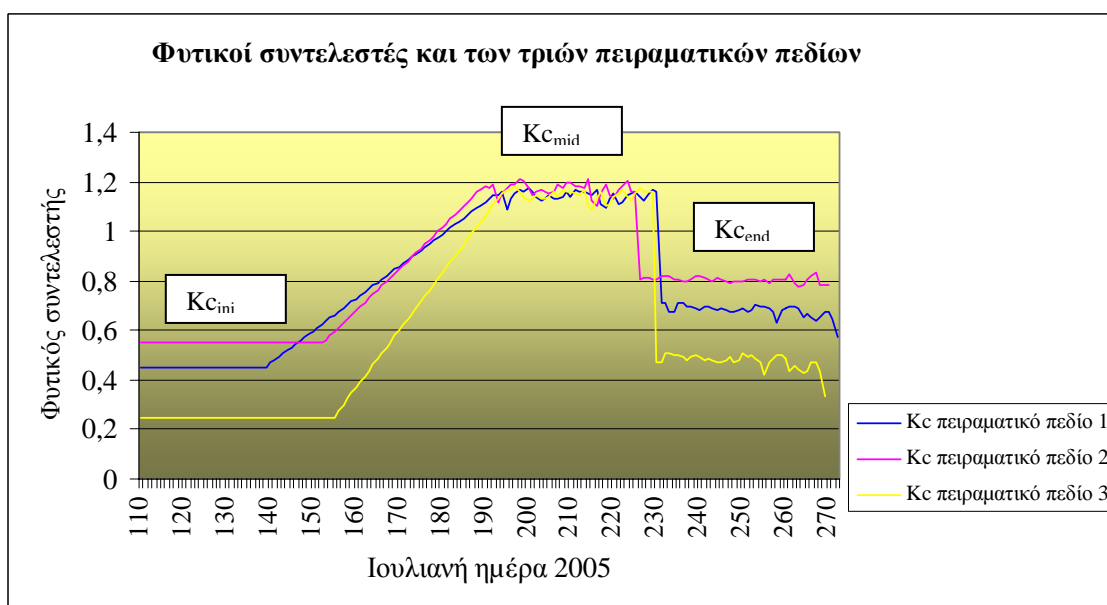
Εικόνα 3.22: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.



Εικόνα 3.23: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο τρίτο πειραματικό πεδίο.

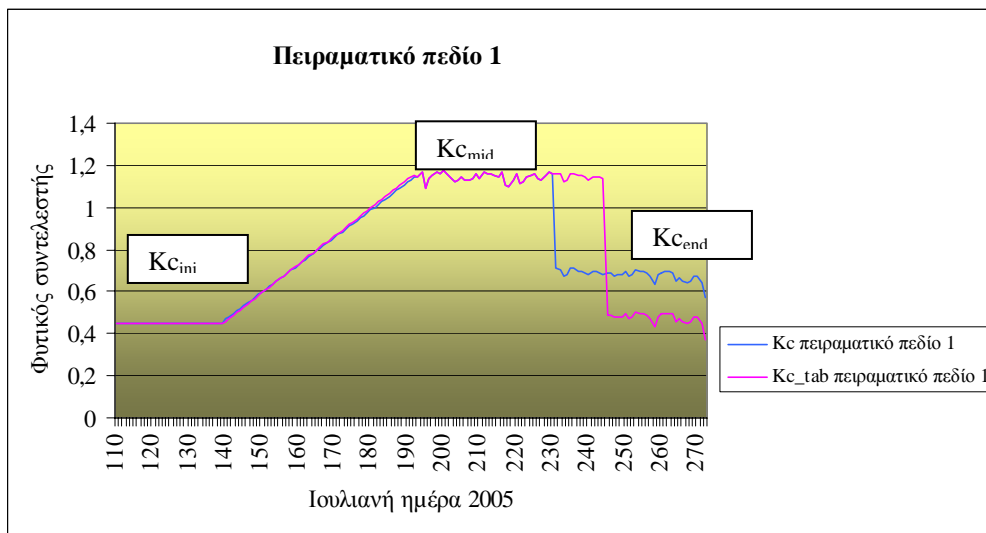


Εικόνα 3.24: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  στο τρίτο πειραματικό πεδίο (δειγματοληπτική επιφάνεια 3, επανασπορά).

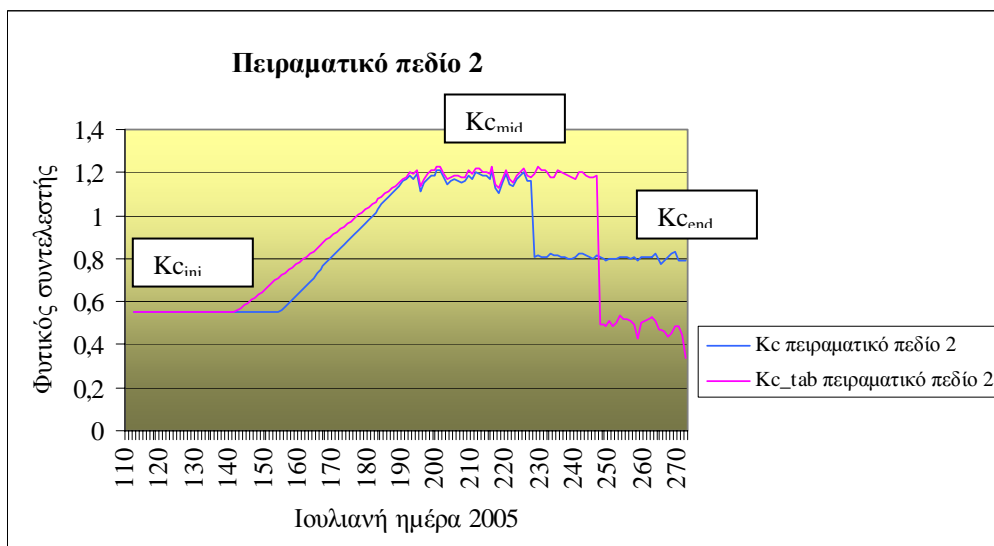


Εικόνα 3.25: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  των τριών πειραματικών πεδίων.

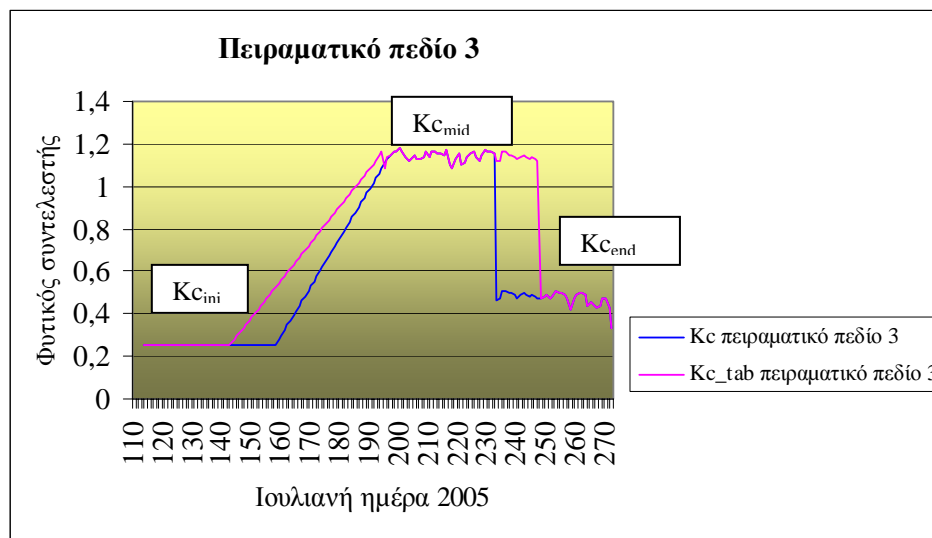
Στα διαγράμματα που ακολουθούν συγκρίνεται ο φυτικός συντελεστής όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου από δεδομένα πεδίου, με το φυτικό συντελεστή στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου όπως διαμορφώνονται βάσει των τιμών που δίνονται από πίνακα του FAO.



Εικόνα 3.26: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του πρώτου πειραματικού πεδίου.

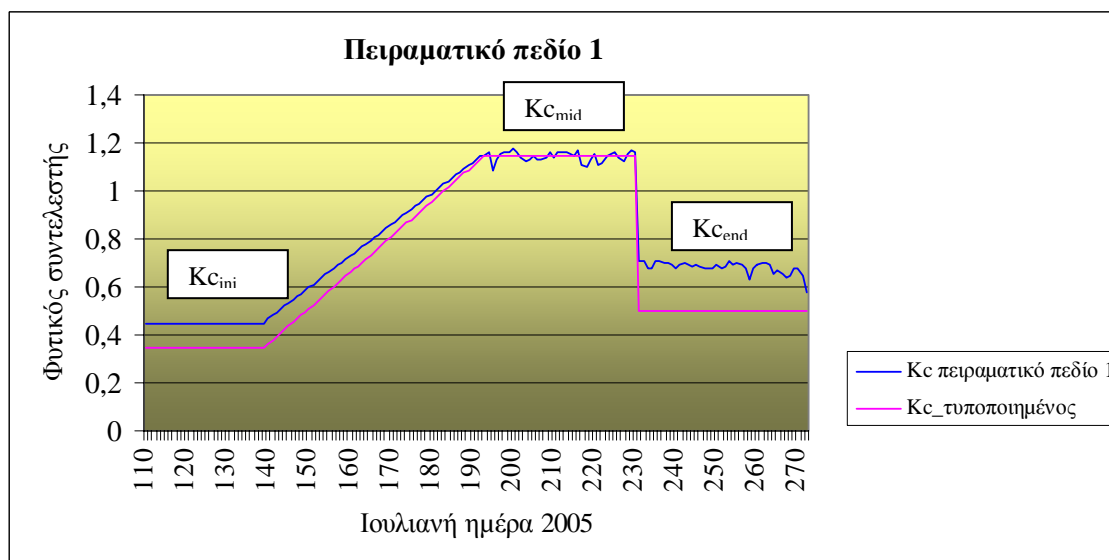


Εικόνα 3.27: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του δεύτερου πειραματικού πεδίου.

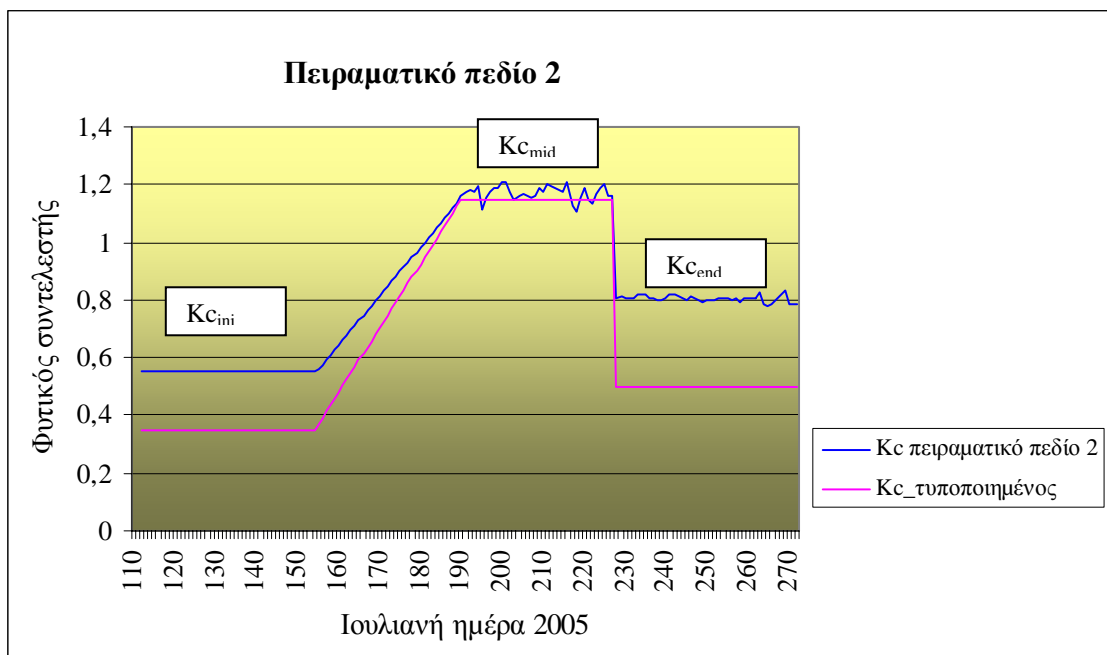


Εικόνα 3.28: Διάγραμμα ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  όπως διαμορφώνεται στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με το FAO και σύμφωνα με τις συνθήκες του τρίτου πειραματικού πεδίου.

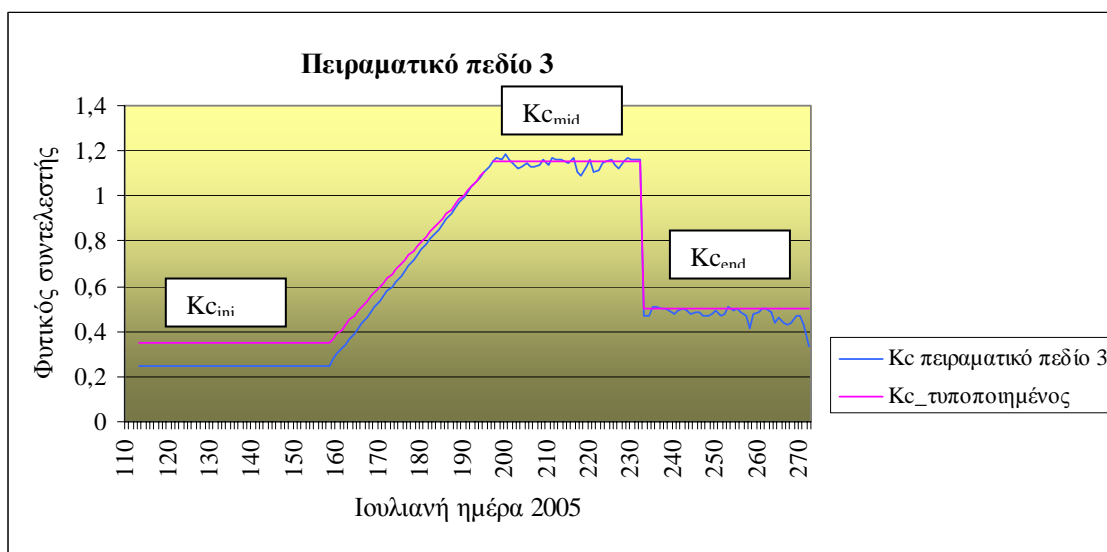
Στα διαγράμματα που ακολουθούν γίνεται σύγκριση του φυτικού συντελεστή όπως υπολογίστηκε από τα δεδομένα πεδίου και του φυτικού συντελεστή με τιμές που δίνονται από πίνακα του FAO.



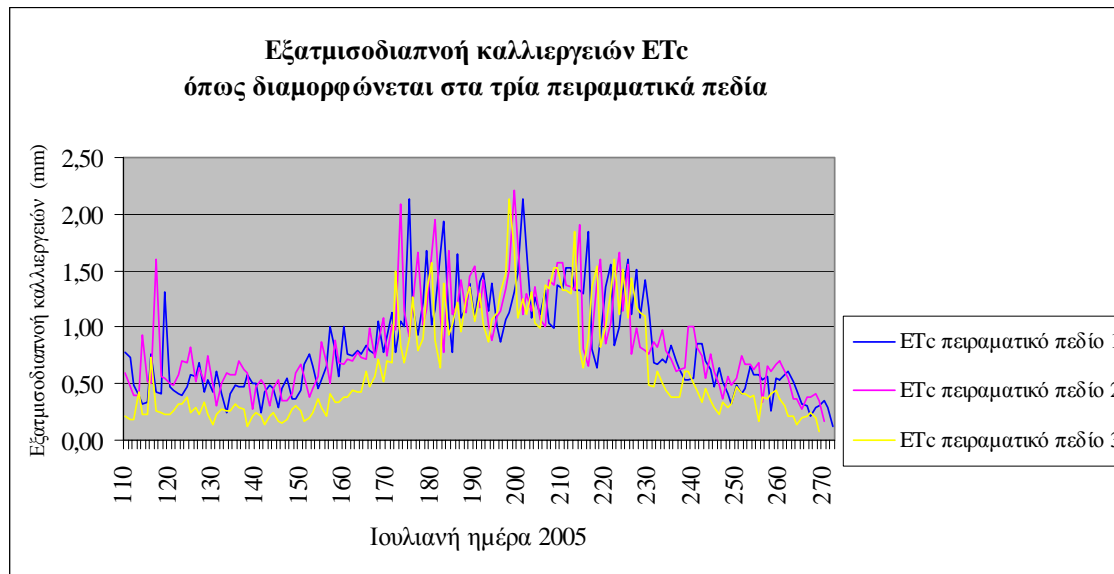
Εικόνα 3.29: Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο πρώτο πειραματικό πεδίο.



Εικόνα 3.30: Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.



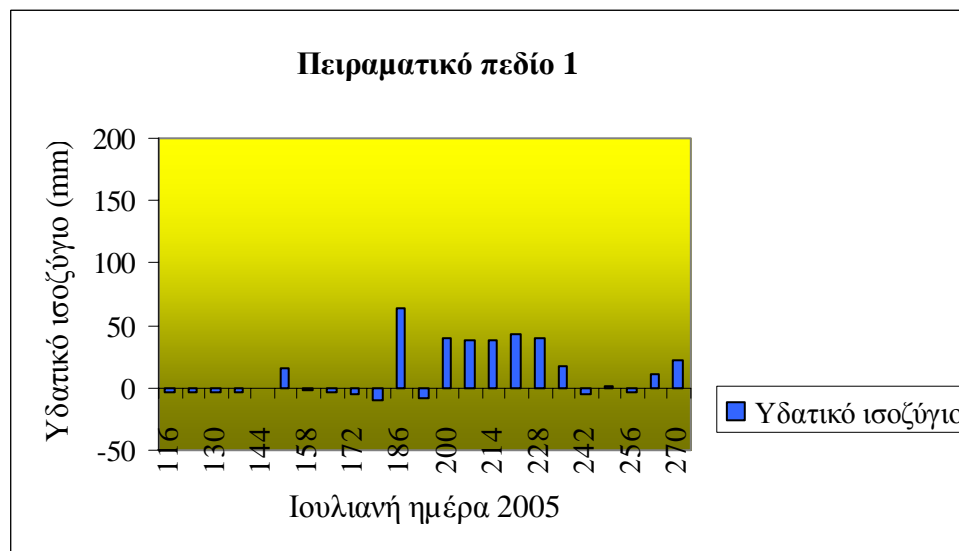
Εικόνα 3.31: Διάγραμμα ημερήσιου τυποποιημένου και υπολογισμένου φυτικού συντελεστή στο τρίτο πειραματικό πεδίο.



Εικόνα 3.32: Διάγραμμα ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών  $ET_c$  για τα τρία πειραματικά πεδία.

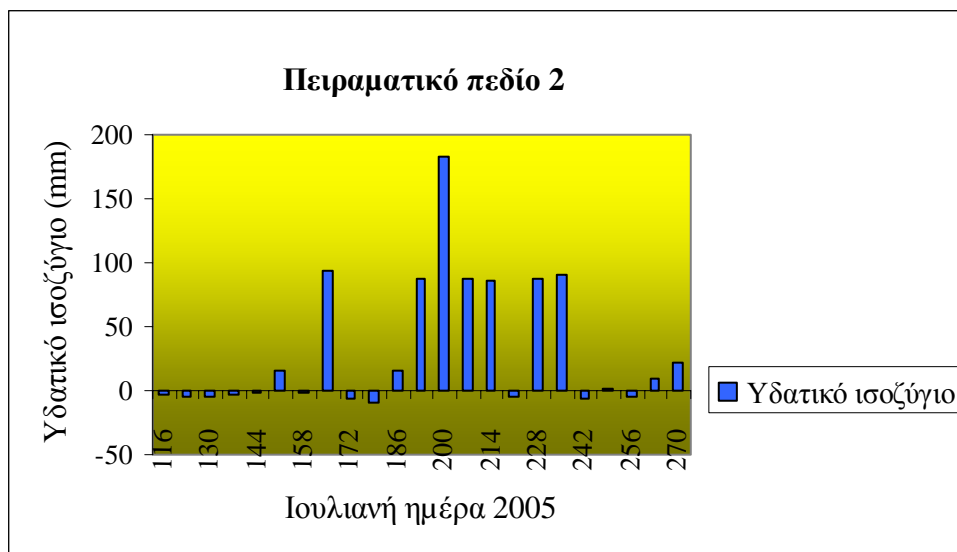
### 3.7. Διαγράμματα υδατικού ισοζυγίου

Τα διαγράμματα υδατικού ισοζυγίου υπολογίστηκαν από την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών και τα ημερήσια δεδομένα άρδευσης και βροχοπτώσεων για την περιοχή μελέτης.

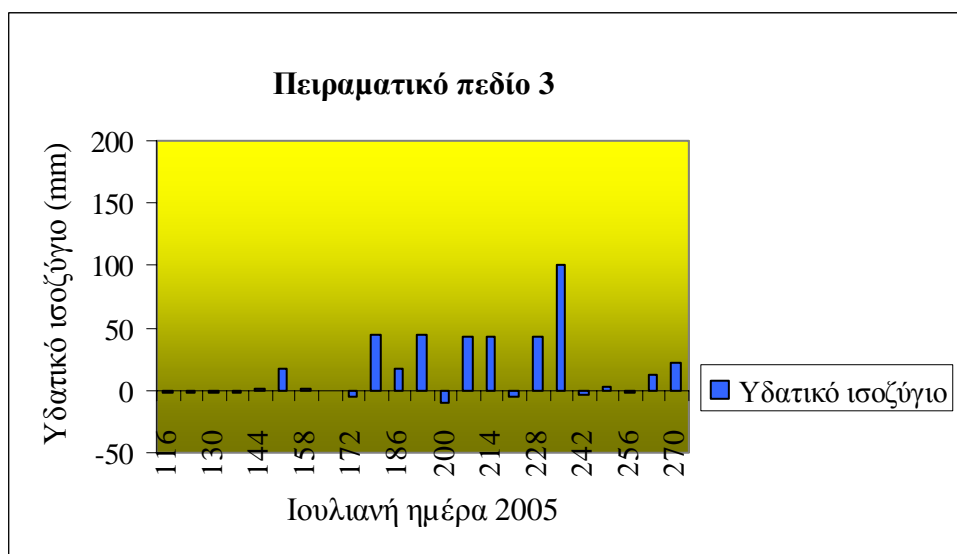


Εικόνα 3.33: Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο πρώτο πειραματικό πεδίο.



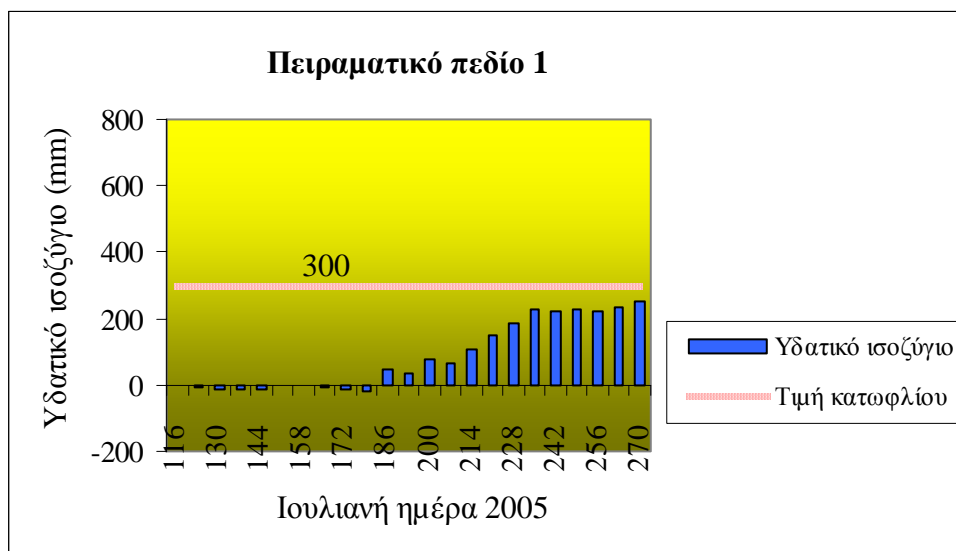


Εικόνα 3.34: Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο δεύτερο πειραματικό πεδίο.

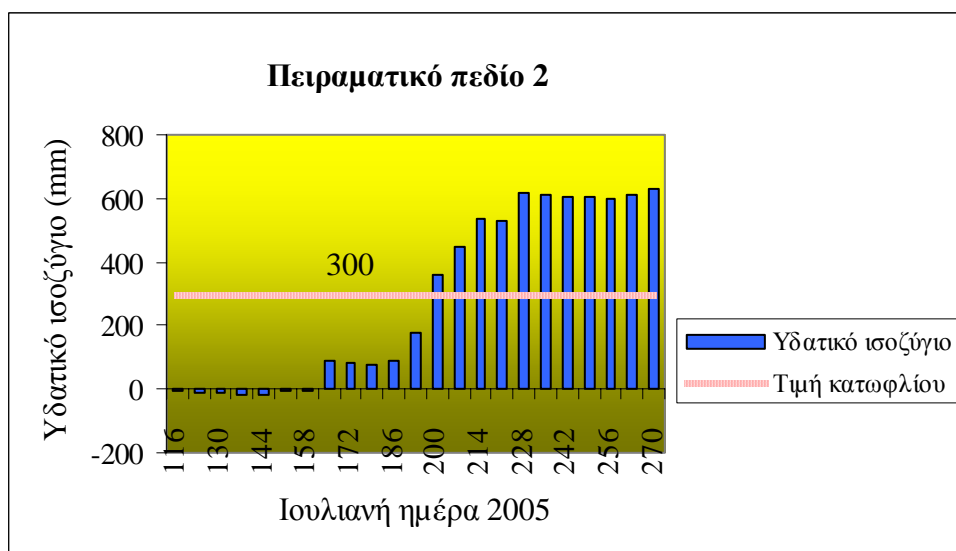


Εικόνα 3.35: Διάγραμμα εβδομαδιαίου υδατικού ισοζυγίου στο τρίτο πειραματικό πεδίο.

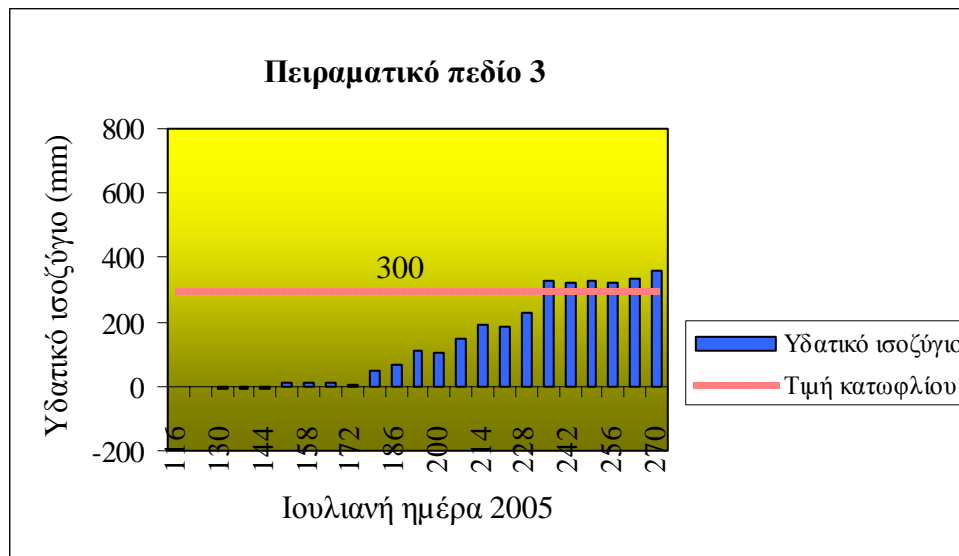
Τα διαγράμματα που ακολουθούν προέκυψαν από το εβδομαδιαίο άθροισμα της εξατμισοδιαπνοής καλλιιεργειών και το εβδομαδιαίο άθροισμα των βροχοπτώσεων και των αρδεύσεων.



Εικόνα 3.36: Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το πρώτο πειραματικό πεδίο.



Εικόνα 3.37: Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το δεύτερο πειραματικό πεδίο.



*Εικόνα 3.38: Διάγραμμα αθροιστικού υδατικού ισοζυγίου σχετιζόμενο με την τιμή κατωφλίου για το τρίτο πειραματικό πεδίο.*

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, παρατηρείται ότι τα χαρακτηριστικά του κάθε πειραματικού πεδίου (έδαφος, ποικιλία καλλιέργειας, άρδευση) έχουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά τα φαινολογικά στάδια για κάθε πειραματικό πεδίο εμφανίζονται σε διαφορετικές ημερομηνίες. Ο συντελεστής φυτοκάλυψης και το ύψος φυτού είναι διαφορετικά για τα τρία πειραματικά πεδία, πιθανόν λόγω της διαφορετικής ποικιλίας του βαμβακιού και της χρήσης διαφορετικής ποσότητας λιπασμάτων.

Όσον αφορά στην άρδευση, η ποσότητα, οι ώρες καθώς και ο αριθμός των αρδεύσεων ποικίλει σε κάθε πειραματικό πεδίο. Γεγονός που οφείλεται στην χρήση διαφορετικής ποικιλίας βαμβακιού καθώς και τη διαφορετική ποιότητα εδάφους του κάθε πειραματικού πεδίου. Το τρίτο πειραματικό πεδίο είχε τον μικρότερο αριθμό ποτισμάτων λόγω του γεγονότος ότι το έδαφος είχε χαμηλή υδατοπερατότητα, εν αντιθέσει με το πρώτο πειραματικό πεδίο που είχε τη μικρότερη ποσότητα άρδευσης, ωστόσο το έδαφος είχε την υψηλότερη υδατοπερατότητα.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του φυτικού συντελεστή παρατηρείται ότι το κάθε πειραματικό πεδίο έχει διαφορετικά στάδια βλαστικής περιόδου γεγονός που οφείλεται στη χρήση διαφορετικής ποικιλίας βαμβακιού και ποιότητας εδάφους.

Τα στάδια βλαστικής περιόδου των τριών πειραματικών πεδίων διαφέρουν με αυτά που προτείνονται από τη βιβλιογραφία, γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι στον καθορισμό των σταδίων σημαντικό ρόλο παίζουν οι τοπικές, κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου παρατηρείται πλεόνασμα νερού κατά τη διάρκεια των αρδεύσεων. Μόνο στο πρώτο πειραματικό πεδίο το νερό που χρησιμοποιήθηκε στις αρδεύσεις πλησιάζει την αποδεκτή ποσότητα νερού που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (300 mm). Γεγονός που οφείλεται στην καλή ποιότητα εδάφους του συγκεκριμένου χωραφιού και στην ποικιλία του βαμβακιού. Αντίθετα στα άλλα δυο πειραματικά πεδία η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις είναι διπλάσια της ποσότητας του νερού που αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Επισημαίνεται ότι και τα τρία πειραματικά πεδία δεν είχαν την ίδια απόδοση στην παραγωγή. Οι αγρότες κάνουν κακή διαχείριση του αρδευτικού νερού τόσο ως προς τις ώρες ποτίσματος όσο και στην ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούν με αποτέλεσμα μικρή ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούν να είναι ωφέλιμο για τις καλλιέργειές τους.

Επισημαίνεται ότι και τα τρία πειραματικά πεδία είχαν την ίδια περίπου ημερομηνία σποράς, ο τρόπος καλλιέργειας είναι ο ίδιος, ωστόσο υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, γεγονός που οφείλεται στην χρήση διαφορετικής ποικιλίας βαμβακιού και ποιότητας εδάφους.

Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει ένας φορέας για να συμβουλεύονται οι αγρότες σε θέματα άρδευσης και διαχείρισης του νερού. Ο ρόλος των τοπικών φορέων που υπάρχουν στην περιοχή, είναι περισσότερο διαχειριστικός παρά συμβουλευτικός. Ο κάθε αγρότης εμπειρικά αποφασίζει την ποσότητα και τον αριθμό των αρδεύσεων, σε συνάρτηση με τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες. Γεγονός που αποδεικνύεται και από τα δεδομένα της χρονιάς 2006, όπου οι αγρότες λόγω των καιρικών συνθηκών έκαναν ένα επιπλέον πότισμα. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων των δυο ετών παρατηρούμε ότι οι αγρότες ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδικασία όσον

αφορά την ποικιλία του φυτού, την σπορά, την χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων καθώς επίσης και την άρδευση. Μια διαδικασία εμπειρική η οποία δεν αλλάζει με τα χρόνια και τις εκάστοτε ανάγκες της καλλιέργειας, αλλά παραμένει η ίδια. Αυτό αποδεικνύει και μια συντηρητική στάση των αγροτών απέναντι σε πληροφορίες και νέα δεδομένα που αφορούν καινούργιους τρόπους διαχείρισης των καλλιεργειών τους.

Φαίνεται ότι η επείγουσα ανάγκη να αυξηθεί η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού, μπορεί να ικανοποιηθεί με ποικίλους τρόπους, παρά μέσω μιας ενιαίας λύσης «σχεδιαγραμμάτων». Μία ενδεικνύομενη λύση πρέπει να βασίζεται σε συγκεκριμένα πλαίσια και τύπους συστημάτων άρδευσης, κυρίως στις περιοχές που πληρούν τα εξής:

- έναν αυξανόμενο αγροτικό τομέα, με μεγάλης κλίμακας αγροτεμάχια με καθεστώς μονοκαλλιέργειας ή με μόνο δυο ή τρεις κύριες καλλιέργειες καθορισμένες από την αγορά με μεγάλη αγοραστική αξία.
- όπου το νερό είναι ελάχιστο και σχετικά ακριβό.
- όπου οι καταναλωτές πληρώνουν για το νερό που χρησιμοποιούν αλλά είναι οργανωμένοι σ' ένα δυναμικό καλά εξοπλισμένο, καλά επανδρωμένο, οικονομικά υγιή εξουσιοδοτημένο σωματείο χρηστών νερού.

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει ένας ενιαίος οργανισμός άρδευσης για να ενημερώνει τους αγρότες πότε και αν πρέπει να αρδεύουν τα χωράφια τους. Οι αγρότες δεν έχουν επιστημονική κατάρτιση και έχουν αρνητική στάση απέναντι σε νέα δεδομένα και πληροφορίες και στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Επιπρόσθετα από την έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκε σημειώνεται ότι:

- *Συνεργασία αγροτών*: είναι ουσιαστική για την επιτυχία της εφαρμογής οποιασδήποτε νέας μεθοδολογίας.

- *Ποικιλομορφία αγροκτήματος*: κάθε αγρόκτημα έχει τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (εδαφολογικός τύπος, μορφολογία, κ.α.) ακόμα και σε περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά.
- *Ποικιλομορφία συγκομιδών*: διαφορετικού τύπου καλλιεργειών έδειξαν διαφορετικά φαινολογικά χαρακτηριστικά (φαινολογικά στάδια, συντελεστής φυτοκάλυψης, κ.α.)
- *Μεταβλητότητα μέσα στο ίδιο χωράφι*: υπάρχει μια μεταβλητότητα ακόμα και μέσα στο ίδιο χωράφι (π.χ. πρέπει να γίνει επανασπορά)

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και στον τομέα της γεωργίας, η χρήση δορυφορικών εικόνων και του λογισμικού ArcGIS κρίνεται απαραίτητη για την απόκτηση δεδομένων και σε συνδυασμό με τις επίγειες πειραματικές μετρήσεις να προκύψει μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων ώστε να μπορεί να προταθεί μια συγκεκριμένη, εξειδικευμένη πρόταση διαχείρισης της χρήσης του νερού στη γεωργία για την εκάστοτε περιοχή μελέτης (Calera, *et al.*, 2001, Dalezios, N.R., *et al.*, 1995).

Με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS και της τηλεπισκόπησης μπορούν να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εφαρμογές (Menenti, 1990):

- Χαρτογράφηση της αρδευόμενης περιοχής για τις διαφορετικές μονάδες εδάφους (από τα αγροκτήματα στα μεγάλα σχέδια άρδευσης)
- Ολοκλήρωση των πληροφοριών για τα αρδευόμενα εδάφη με το GIS για τις αξιολογήσεις των δικαιωμάτων νερού
- Αξιολόγηση της απόδοσης άρδευσης
- Ανίχνευση και έλεγχος των κακώς αποστραγγισμένων περιοχών
- Αξιολόγηση της καταλληλότητας εδάφους για άρδευση
- Πρόγνωση παραγωγής (Domenikiotis, C., *et al.*, 2004)

Η πιο πρόσφατη επισκόπηση από τους Vidal και Sagardoy (1995) περιγράφει ένα ευρύτερο φάσμα των εφαρμογών:

- Ανίχνευση για τις πιθανές πλούσιες σε υπόγειο νερό περιοχές
- Αξιολόγηση και προγραμματισμός των επιφανειακών υδάτινων πόρων
- Αξιολόγηση της δυνατότητας άρδευσης και αξιολόγηση του οικονομικού αντίκτυπου της άρδευσης
- Προσδιορισμός και χαρτογράφηση των αρδευόμενων περιοχών (Ambast, Ashok, Keshari and Gosain)
- Έλεγχος της άρδευσης και της υποδομής αποξηράνσεων
- Χρήση εδάφους και προσδιορισμός καλλιεργειών (José, *et al.*)
- Διαχείριση των συστημάτων άρδευσης
- Διαχείριση αγροτικής άρδευσης
- Χρήση τηλεπισκόπησης στα υδρολογικά μοντέλα (Dalezios, N.R., *et al.*, 1996)
- Χαρτογράφηση κάλυψης εδάφους (Sherwood, *et al.*, 1978)
- Αξιολόγηση της ζημίας πλημμυρών και της διαμόρφωσης πλημμυρών

Όσον αφορά στον προσδιορισμό και τη χαρτογράφηση των απαιτήσεων σε νερό των καλλιεργειών προβλέπονται τα εξής:

- Ο ακριβής προσδιορισμός της καλλιεργημένης περιοχής μειώνει σημαντικά την αβεβαιότητα στις απαιτήσεις νερού των συγκομιδών μέσα σε ένα σχέδιο άρδευσης.
- Η χαρτογράφηση των συγκεκριμένων καλλιεργειών σε συνδυασμό με την ακριβή γνώση της φαινολογίας των καλλιεργειών μειώνει περαιτέρω την αβεβαιότητα στη χωρική και χρονική μεταβλητότητα των απαιτήσεων σε νερό.



- Οι συστάδες των καλλιεργειών που έχουν παρόμοιους συντελεστές μπορούν να χαρτογραφηθούν χρησιμοποιώντας τις προηγμένες αριθμητικές διαδικασίες ταξινόμησης
- Οι εκτιμήσεις της ανάκλασης εδάφους, leaf area index, θερμοκρασίας επιφάνειας μπορούν να προέλθουν από τις φασματικές και directional ακτινοβολίες και να εφαρμοστούν για να υπολογίσουν τους χάρτες των απαιτήσεων νερού των συγκομιδών.
- Οι εκτιμήσεις της καθαρής (net) ακτινοβολίας,  $R_n$  και της ροής εδαφολογικής θερμότητας  $G$ , μπορούν να ληφθούν από τις φασματικές ακτινοβολίες, το  $(R_n - G)$  είναι ένα χρήσιμο ανώτερο όριο της μέγιστης εξατμισοδιαπνοής που δεσμεύεται και επομένως των απαιτήσεων σε νερό των καλλιεργειών.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EC της Ευρωπαϊκής Βουλής και του Συμβουλίου πρέπει να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο εργασίας για την πολιτική του νερού σε επίπεδο χωραφίου, Οδηγία η οποία θα νομιμοποιηθεί και από την Ελληνική Βουλή. Φαίνεται ότι μια πιλοτική ζώνη στη Θεσσαλία πρόκειται να επιλεγεί από τις Αρχές για την αρχική εφαρμογή.

Μια μεθοδολογία που προτείνεται για την περιοχή της Θεσσαλίας είναι η μεθοδολογία του προγράμματος DEMETER (Calera, A., *et al.*, 2003, Domenikiotis, *et al.*, 2006, Jochum, A.M., *et al.*, 2006.). Με την εφαρμογή του DEMETER στην Ελλάδα είναι πιθανό να γνωρίζουμε τις ανάγκες για την χρήση του νερού ανά καλλιέργεια (ποσότητα) χρησιμοποιώντας ένα σύστημα βασισμένο σε νέες τεχνολογίες (GIS, δορυφορικά δεδομένα) για τη διαχείριση του νερού, δεδομένου ότι οι επίγειες

μετρήσεις αποτελούν μια χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία και μπορούν να πραγματοποιηθούν για μια μικρή περιοχή μελέτης.

Η εμπειρία που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος έδειξε ότι οι συγκεκριμένες πληροφορίες της περιοχής είναι σημαντικές και η ίδρυση ενός φορέα διαχείρισης άρδευσης πρέπει να δρομολογηθεί, καθώς επίσης κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωση της μεθοδολογίας για την διαχείριση του υδατικού ισοζυγίου.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη βιβλιογραφία

1. Ambast S.K., Ashok K. Keshari and A.K. Gosain. Satellite Remote sensing to support management of irrigation systems: concepts and approaches.
2. Bastiaanssen, W.G.M., 1998: *Remote Sensing in water resources management: The state of the art*. International Water Management Institute, Colombo, 118pp.
3. Biswas AK. 1990. Monitoring and evaluation of irrigation project. *Journal of irrigation and drainage Engineering (ASCE)* 116(2):227-242.
4. Calera, A., J. Medrano, A. Vela, and S. Castaño, 1999. *GIS tools applied to the sustainable management of water resources. Application to aquifer system* 08-29, *Agricultural Water Management*, 40, 207-220.
5. Calera, A; Martinez, C. and Meliá, J.; 2001. A procedure for obtaining green plant cover. Its relation with NDVI in a case study for barley. *International Journal of Remote Sensing*.
6. Calera, A., Jochum. A.M. and Cuesta, A., 2003. *Space-assisted irrigation management: Towards user-friendly products*. ICID Workshop on Remote Sensing of Crop Evapotranspiration, Montpellier, 17 Sep 2003, 12pp.
7. Calera, A., A.M. Jochum, A.Cuesta, A. Montoro, and P. López Fuster, 2005: Irrigation management from space: Towards user-friendly products. *Irrig. Drain. Systems*, 19, 337-353.
8. Dalezios, N.R., and L Toullos, 1995: Agrometeorological Remote Sensing in Greece. Proc., COST European Workshop, 19-20 Sept., Budapest Hungary, 227-232.

9. Dalezios, N.R., C.D. Zarpas, 1996: The Role of NDVI and Meteorological indices in the phenology of Cotton, Vineyards and Apples in Greece. Proceedings, Intern. Symp. on Applied Agrometeorology-Agroclimatology, European Commission, edited by R.Dalezios, 24-26 April, Volos, Greece, 185-190.
10. Dalezios, N.R., A. Loukas, and D. Bampzelis, (2002). "Spatial Variability of Reference Evapotranspiration in Greece". *Physics and Chemistry of the Earth*, 27 (23-24), 1031-1038.
11. Domenikiotis, C., Spiliotopoulos, M., Tsiros, E., and Dalezios, N.R., (2004). Early Cotton Yield Assessment by The Use Of The NOAA/AVHRR Derived Drought Vegetation Condition Index In Greece, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, 2807-2819
12. Domenikiotis, C., Spiliotopoulos, M., Tsiros, E., and N.R. Dalezios, (2004). Early cotton production assessment in Greece based on the combination of the drought vegetation condition index (VCI) and Bhalme and Mooley drought index (BMDI), *International Journal of Remote Sensing*, Volume 25, No 23, pp 5373 – 5388.
13. Domenikiotis, C., M. Spiliotopoulos, E. Tsiros and N.R. Dalezios (2005): Remotely Sensed Estimation of Annual Cotton Production Under Different Environmental Conditions in Central Greece, *Physics and Chemistry of the Earth* 30, pp 45-52.
14. Domenikiotis, C., Blanta, A., Dalezios, N., (2006). Transferability of the DEMETER Methodology, Proceedings of International Conference on:

- Information systems in sustainable agriculture, agroenvironment and food technology, 20-23 September 2006, Volos, Greece, pp.963-972.
15. D'Urso, G., E.P. Querner and J.A. Morabito, 1992. Integration of hydrological simulation models with remotely sensed data: An application to irrigation management. *Proe. Intern. Conf. Advances in Planning, Design and Management of Irrigation Systems as related to sustainable land use*. Catholic University; Leuven; Belgium: 463-472.
  16. D'Urso, G. and M.Menenti, 1996 a. Mapping crop coefficients in irrigated areas *from* Landsat TM images. *Proc. European Symposium on Satellite Remote Remote Sensing. Optical Engineering, Bellingham USA*, vol. 2585: 41-47.
  17. D'Urso and M.Menenti, 1996 b. Performance indicators *for* the statistical evaluation of digital image classifications.
  18. Gore, A., 1993: *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit*. Plume, New York, 407 pp.
  19. Jochum, A.M., Calera, A., and co-authors, 2006. Operational Space-assisted Irrigation Advisory Services: Overview and lessons learned from the DEMETER project. In *Proceedings International Conference on Earth Observation for vegetation monitoring and water management*. Napoli, 9-11 November 2005. American Institute of Physics, 3-13.
  20. José A. Martínez-Casasnovas, Almudena Martín-Montero and M. Auxiliadora Casterad. Mapping multi-year cropping patterns in small irrigation districts from time-series analysis of Landsat TM images.

21. Loukas, A., L. Vasiliades, C. Domenikiotis, and N.R. Dalezios, (2005). "Basin-wide Actual Evapotranspiration Estimation Using NOAA/AVHRR Satellite Data". *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 30, 1-3, pp69-79.
22. Menenti M., T.N.M. Visser, J.A. Morabito and A. Drovandi, 1989. Appraisal of irrigation performance with satellite data and georeferenced information. in:- J.R. Rydzewski and C.F. Ward (eds.). *Irrigation Theory and Practice*. Inst. of Irrigation Studies, Southampton Univ., UK: 785-801.
23. Menenti, M.(ed.), 1990. Remote sensing in evaluation and management of irrigation. INCYTH-CRA, Mendoza, Argentina. 337 pp.
24. Menenti M., Visser T. and Chambouleyron J.L., 1990. The role of remote sensing in irrigation management: a case study on allocation of irrigation water. World Bank Technical Paper. No. 128: 67-81.
25. Menenti, M., S. Azzali and G. D'Urso, 1996. Remote sensing, GIS and hydrological modelling for irrigation management. In: LS. Pereira, R.A. Feddes et al. (eds), *Sustainability of irrigated agriculture*. Kluwer, Dordrecht: 453-472.
26. Seckler, D., U. Amarasinghe, D. Molden, R. De Silva and R. Barker, 1998. *World water demand and supply 1990 to 2025: Scenarios and issues*. Research Report 19. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka
27. Sherwood B. Idso, Ray D. Jackson and Robert J. Reginato, 1978. Remote sensing crop yield prediction.
28. Simona Consoli, Guido D'Urso and Attilio Toscano, 1990. Remote sensing to estimate ET-fluxes and the performance of an irrigation district in southern Italy.

29. Small LE, Svendsen M. 1990. A framework for assessing irrigation performance. *Irrigation and Drainage Systems* 4: 283–312.
30. Vidal, A., 1995. Proceedings of ICID Special Technical Session on the Role of Advanced Technologies in Making Effective Use of Scarce Water Resources, Rome, Italy, 1995. Volume 2. 1995, hsI7.I-hsI7.1°.
31. Wang, J.M., K. Sahashi, E. Ohtaki, T. Maitani, O. Tsukamoto, Y. Mitsuta, T. Khobayashi, H. Zheng, I. Li and Z. Xie, 1993. Energy and mass transfer characteristics of soil-vegetation atmosphere system in oasis area. Outline of the biometeorological observation period (BOP). Proc.Int. Symposium on HEIFE. Natural Disaster Research Institute, Kyoto, Japan: 507-514.

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

1. Αντωνόπουλος, Β.Ζ., 200,. Υδραυλική περιβάλλοντος και ποιότητα επιφανειακών υδάτων. Εκδόσεις Γιαχούδη.
2. Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ.,1999. Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

### **Διευθύνσεις στο διαδίκτυο**

<http://www.fao.org/ag>

[http://www.fao.org/waicent/index\\_en.asp](http://www.fao.org/waicent/index_en.asp)

<http://www.fao.org/landandwater/aglw/index.stm>

[http://www.fao.org/ag/agl/swlwpnr/reports/y\\_ea/z\\_cn/en/e\\_irrdra.htm](http://www.fao.org/ag/agl/swlwpnr/reports/y_ea/z_cn/en/e_irrdra.htm)

[http://www.fao.org/ag/agl/swlwpnr/reports/y\\_ea/z\\_cn/en/e\\_wat12.htm](http://www.fao.org/ag/agl/swlwpnr/reports/y_ea/z_cn/en/e_wat12.htm)

<http://www.fao.org/docrep/W4367E/W4367E00.htm>

<http://www.fao.org/docrep/W7320B/W7320B00.htm>

<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/webpub/financin.htm>

<http://ec.europa.eu/environment/>

<http://www.oecd.org>

<http://www.cbk.waw.pl/strony/ramy/english/rep/rep21/demeter21.html>

<http://www.nationalacademies.org/nrc/>

[www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)

[www.capitallinkgreece.com](http://www.capitallinkgreece.com)

[www.bayercropscience.gr](http://www.bayercropscience.gr)

[www.agriculture.gr](http://www.agriculture.gr)

[www.thessalia.gov.gr](http://www.thessalia.gov.gr)

[www.magnesia.gr](http://www.magnesia.gr)



## Abstract

Water use for agricultural through irrigation is an effective means of enhancing agricultural production and productivity. Over the past decade, increase in food production has been attributed mainly to the expansion of irrigated areas. It is estimated that even though only about 20% of the world's agricultural land is irrigated at present, this accounts for 40% of global agricultural production. In addition, irrigation provides the basis for a better and more diversified cropping pattern and growing of high-value crops, and thus facilitates overall improvement in socio-economic conditions of the farming community. A huge investment has been made worldwide in the irrigation sector in the past. While an enormous irrigation potential has been created at huge cost, the gap between created potential and utilization is significantly large. Thus along with the thrust towards creation of higher irrigation potential, efforts should also be directed towards better utilization of already created potential. Moreover, the scarcity of water and the competition for freshwater demand from domestic, industrial, navigational and recreational uses are also increasing, and thus the share of water in the irrigation sector is bound to reduce drastically. The literature reported in the last two decades indicates that the performance of irrigation schemes, particularly large areas, is far below expectations. In spite of the increasing awareness regarding management of irrigation systems in improving irrigation system performance, one would be hard pressed to identify a single irrigation project that has been monitored and evaluated properly and regularly, and where the results of monitoring and evaluation are used to improve the management of irrigation projects.

In Greece there is no national policy regarding land reclamation and consequently irrigation water management. In general, the governmental departments

and organizations are responsible for the management of the existing infrastructure and systems (canals etc.) rather than the management of water, although there is an increase in the total irrigated areas over the last decades. The Ministry of Agriculture is responsible for the water indented for agricultural use through the Directorate General of Land Reclamation Works & Agricultural Structures. The Ministry of Agriculture is responsible for the design and policy at a national level. The main responsibilities and personnel have been transferred from the Ministry of Agriculture to the Agricultural Sectors of the Prefectures which are, among others, responsible for Land reclamation works in the whole Prefecture, complete electricity supply network and maintenance and operation of the irrigation networks. Organizations of Land Reclamation operate within the Regions supporting the actions of Prefectures. The administrative structure for Land Reclamation in Greece involves:

- General Organizations of Land Reclamation
- Local Organizations of Land Reclamation
- Others (Additionally, some Municipalities and Local Farmers Associations operate some pump stations)

In Greece 82% of the water use is for agricultural purposes and approximately 35% of the cultivated areas are irrigated. The new technologies of the remote sensing and the Geographical Information Systems (GIS) provide the tools for a more effective work management applied to irrigation. The study area is located in the Municipality of Ferres, Thessalia, Central Greece. The agricultural product selected is cotton which is one of the most important agricultural products in Greece. Cotton is cultivated in central and Northern Greece. During spring and autumn in these areas, the climate is usually

not stable and this has great influence on cotton, as both seasons are very critical for the crop (planting-harvesting periods). Precipitation is very low during the cotton growing period (April – September) so that irrigation is needed for the crop water requirements. The plains where cotton is cultivated have mostly alluvial soil, which is suitable for cotton. The irrigation water comes from rivers by about 46% and from underground water by about 54%. When rainfall during winter of the previous year is limited, shortage of irrigating water is apparent. The average size of each farm in Greece is small, approximately 3.5 ha, with a variation from 2 ha to 4.5 ha. Land fragmentation is rather extensive, as the mean number of plots per farm is 6.5. After 1981 when mechanization of agriculture started to increase rapidly, there is a tendency for an increase of cotton farm size, by renting land, and also of the irrigated cotton acreage.

Three fields were selected and for each field the data collected were photographs, soil moisture and crop height from May to August. As concern the irrigation data the date, hours and quantity were collected. The result will be connected to meteorological data in order to extract the crop coefficient,  $K_c$ , which is the milestone for the estimation of the evapotranspiration, resulting to water balance.

**Keywords:** evapotranspiration,  $K_c$  coefficient, cotton, GIS

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**

### **ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗΣ**

**Πειραματικό πεδίο 1**  
**Δειγματοληπτική επιφάνεια 1**

**31/05/05**

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



**03/06/05**

Αρχική φωτογραφία



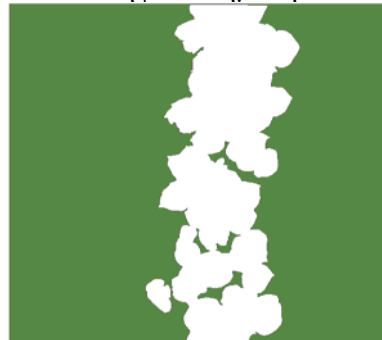
Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



29/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



26/09/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



## Δειγματοληπτική επιφάνεια 2

31/05/05

Αρχική φωτογραφία



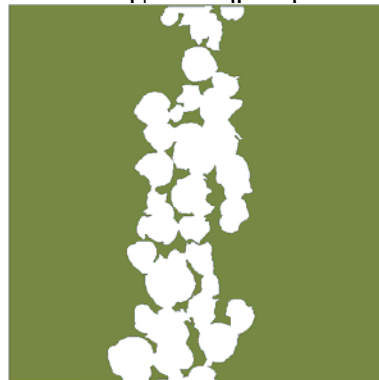
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





03/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm

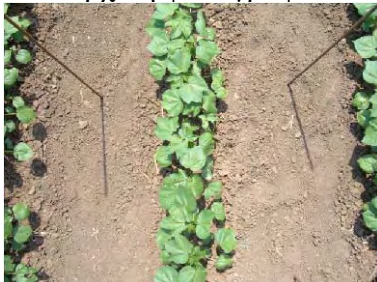


Ψηφιοποιημένη



09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/06/05

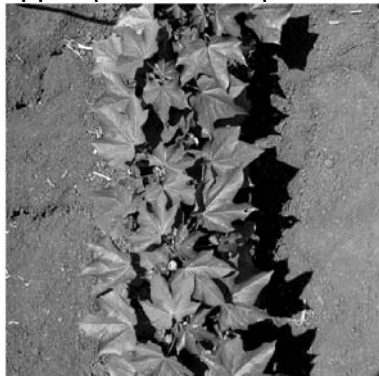
Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





29/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη

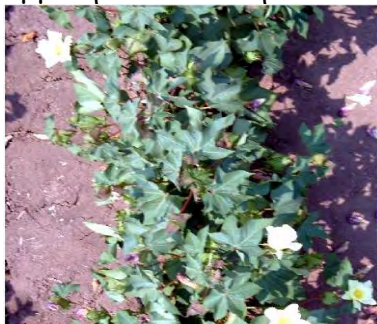


22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

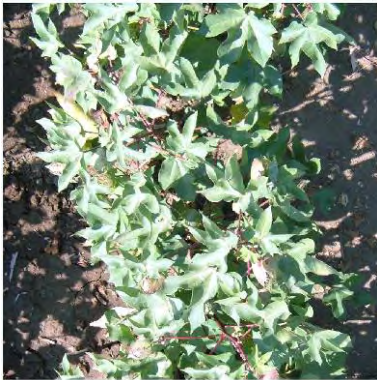
Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



26/09/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





**Πειραματικό πεδίο 2**  
**Δειγματοληπτική επιφάνεια 1**

**31/05/05**

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



**03/06/05**

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

Αρχική φωτογραφία



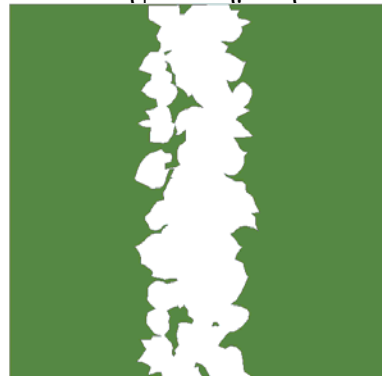
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



01/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη

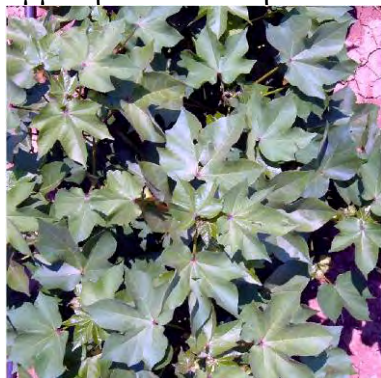


08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



10/08/05

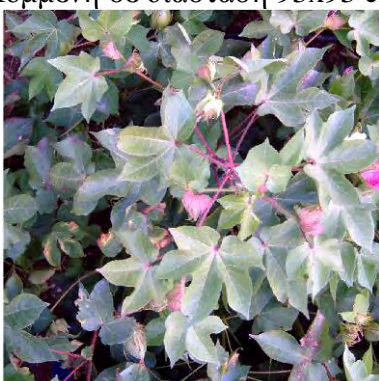
Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



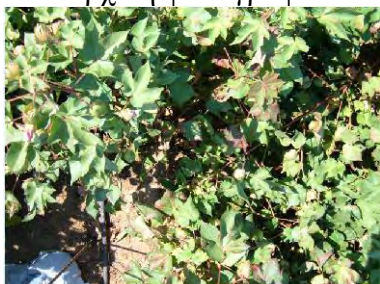
Ψηφιοποιημένη





26/08/05

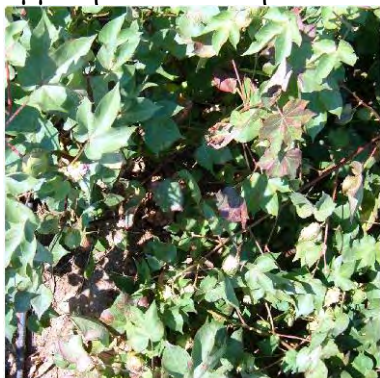
Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



## Δειγματοληπτική επιφάνεια 2

31/05/05

Αρχική φωτογραφία



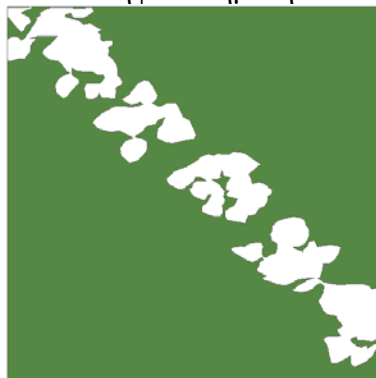
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



03/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



09/06/05

Αρχική φωτογραφία



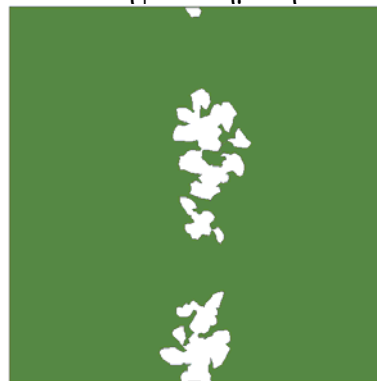
Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





14/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



01/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





15/07/05

Αρχική φωτογραφία



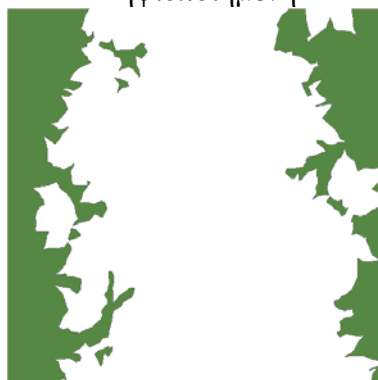
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



26/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



**Πειραματικό πεδίο 3**  
**Δειγματοληπτική επιφάνεια 1**

**31/05/05**

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη

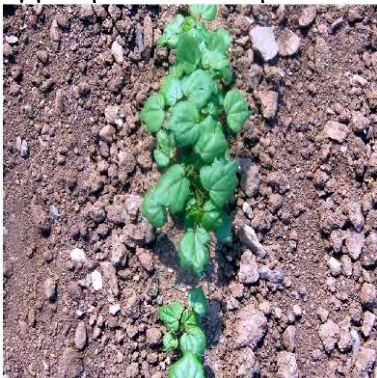


**03/06/05**

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

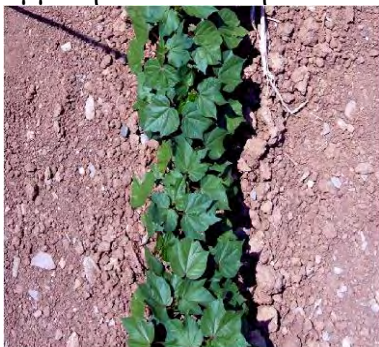
Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm

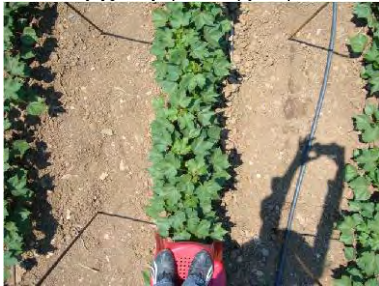


Ψηφιοποιημένη



22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



29/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



26/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



26/09/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





## Δειγματοληπτική επιφάνεια 2

31/05/05

Αρχική φωτογραφία



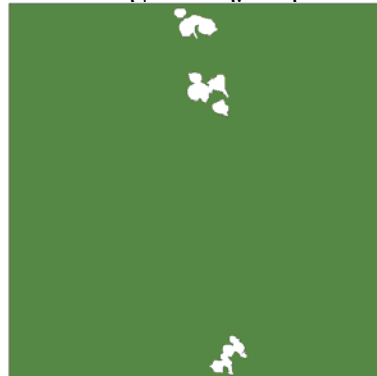
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





29/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



26/08/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



## Δειγματοληπτική επιφάνεια 3

03/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη





09/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



14/06/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



22/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



29/06/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





08/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



15/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



22/07/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



02/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη





10/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



19/08/05

Αρχική φωτογραφία



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Διορθωμένη



Ψηφιοποιημένη



26/08/05

Αρχική φωτογραφία



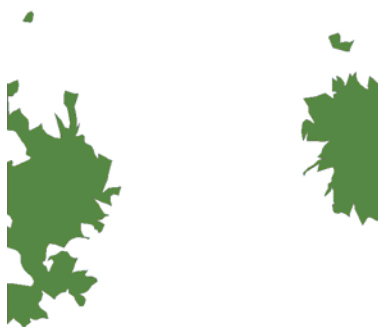
Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



26/09/05

Αρχική φωτογραφία



Διορθωμένη



Κομμένη σε διάσταση 93x93 cm



Ψηφιοποιημένη



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II**

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ-ΦΥΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**



Υπολογισμός της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ET<sub>0</sub>

CODE	DATETIME	AIRTEMP_MIN (°C)	AIRTEMP_MID (°C)	AIRTEMP_MAX (°C)	RELHUMID_MIN (%)	RELHUMID_MID (%)	RELHUMID_MAX (%)	PRECIPIT_SUM (mm)
DAY	18/04/2005	7,25	12.8	17,02	34	56	90	2,2
DAY	19/04/2005	4,96	14.5	22,11	26	54	92	0
DAY	20/04/2005	8,2	17.4	25,55	24	46	83	0
DAY	21/04/2005	11,05	16.9	22,82	23	43	70	0
DAY	22/04/2005	5,75	14.7	21,63	22	47	87	0
DAY	23/04/2005	6,7	13.0	19,63	27	50	80	0
DAY	24/04/2005	4,25	13.0	20,21	32	67	99	0
DAY	25/04/2005	6,93	14.2	20,92	30	61	96	0
DAY	26/04/2005	10,1	19.3	29,23	18	43	82	0
DAY	27/04/2005	8,44	18.3	25,78	22	39	67	0
DAY	28/04/2005	7,64	18.5	26,98	24	46	85	0
DAY	29/04/2005	15,02	18.0	21,63	22	36	51	0
DAY	30/04/2005	6,46	15.4	22,35	26	39	67	0
DAY	01/05/2005	10,33	16.3	22,82	31	50	75	0
DAY	02/05/2005	7,17	17.0	26,26	22	51	88	0
DAY	03/05/2005	7,88	19.5	29,71	20	46	84	0
DAY	04/05/2005	11,52	19.7	26,98	33	52	78	0
DAY	05/05/2005	11,05	20.6	30,42	20	53	92	0
DAY	06/05/2005	13,74	20.3	27,21	27	47	70	0
DAY	07/05/2005	11,28	17.0	21,4	34	50	79	0
DAY	08/05/2005	6,7	17.0	26,26	17	47	87	0
DAY	09/05/2005	9,15	18.5	25,31	22	41	69	0
DAY	10/05/2005	8,68	18.4	26,74	24	51	87	0
DAY	11/05/2005	12,56	22.3	30,42	20	44	82	0
DAY	12/05/2005	13,51	19.1	24,73	30	50	76	0
DAY	13/05/2005	11,28	17.3	22,11	52	73	97	0
DAY	14/05/2005	12,32	18.4	24,01	31	62	98	0
DAY	15/05/2005	11,05	18.1	24,25	27	47	70	0

DAY	16/05/2005	10,81	18.9	25,55	24	54	85	0
DAY	17/05/2005	11,28	19.9	27,8	28	51	84	0
DAY	18/05/2005	13,27	20.9	27,69	27	51	80	0
DAY	19/05/2005	14,22	22.4	31,73	18	49	83	0
DAY	20/05/2005	13,51	19.1	26,74	29	58	97	20,8
DAY	21/05/2005	12,79	16.7	20,92	50	77	99	0
DAY	22/05/2005	13,27	19.6	26,74	31	66	99	0,2
DAY	23/05/2005	13,03	21.5	29,94	22	56	96	0
DAY	24/05/2005	13,74	21.8	28,99	29	52	88	0
DAY	25/05/2005	15,97	18.4	20,92	55	79	99	1,4
DAY	26/05/2005	15,97	20.3	25,55	43	73	99	6,4
DAY	27/05/2005	15,26	21.3	27,8	32	64	97	0,4
DAY	28/05/2005	16,68	20.7	25,55	43	67	93	1,6
DAY	29/05/2005	16,68	19.8	25,07	44	80	99	7
DAY	30/05/2005	14,22	21.2	28,99	31	68	99	0
DAY	31/05/2005	17,16	23.1	30,29	30	57	90	0
DAY	01/06/2005	16,21	22.3	28,27	30	63	96	2,8
DAY	02/06/2005	18,44	21.6	25,78	38	61	90	0
DAY	03/06/2005	15,97	19.3	23,88	46	76	95	0,2
DAY	04/06/2005	11,99	19.9	26,98	28	63	99	0
DAY	05/06/2005	13,03	21.2	28,27	31	56	91	0
DAY	06/06/2005	15,4	22.2	28,04	29	48	82	0
DAY	07/06/2005	15,5	23.3	30,42	31	51	79	0
DAY	08/06/2005	18,44	22.4	27,56	42	65	89	2,8
DAY	09/06/2005	12,79	20.0	26,02	20	43	77	0
DAY	10/06/2005	13,03	19.1	24,83	19	49	83	0
DAY	11/06/2005	9,86	18.5	26,26	22	47	93	0
DAY	12/06/2005	11,28	20.2	26,74	26	46	79	0
DAY	13/06/2005	13,03	21.5	27,8	31	52	86	0
DAY	14/06/2005	13,98	22.0	28,51	27	52	83	0
DAY	15/06/2005	13,27	21.8	29,23	30	53	86	0
DAY	16/06/2005	13,03	22.2	28,99	25	45	74	0

DAY	17/06/2005	13,74	22.9	30,18	23	41	74	0
DAY	18/06/2005	14,93	24.0	31,96	25	43	73	0
DAY	19/06/2005	16,68	24.7	32,2	26	44	74	0
DAY	20/06/2005	18,44	23.2	27,8	31	51	83	0,2
DAY	21/06/2005	16,92	22.8	28,27	34	58	90	0
DAY	22/06/2005	14,22	23.1	30,53	23	52	85	0
DAY	23/06/2005	15,17	24.2	32,44	21	49	80	0
DAY	24/06/2005	20,34	25.6	30,29	23	41	64	0
DAY	25/06/2005	18,92	23.4	28,04	38	54	74	0
DAY	26/06/2005	14,69	23.9	31,73	29	51	82	0
DAY	27/06/2005	17,87	25.8	31,96	26	46	75	0
DAY	28/06/2005	20,34	26.2	31,73	24	44	62	0
DAY	29/06/2005	20,11	25.4	31,01	32	55	83	0
DAY	30/06/2005	16,68	27.4	36,5	21	42	72	0
DAY	01/07/2005	20,34	30.9	39,13	17	34	62	0
DAY	02/07/2005	20,92	29.0	36,38	19	33	56	0
DAY	03/07/2005	17,73	21.9	28,51	35	63	97	20,2
DAY	04/07/2005	17,4	22.8	28,04	36	65	99	1,2
DAY	05/07/2005	20,58	24.6	29,47	34	54	78	0
DAY	06/07/2005	18,92	25.5	32,2	33	57	91	0
DAY	07/07/2005	18,68	26.4	33,64	30	56	89	0
DAY	08/07/2005	20,34	25.7	31,01	36	61	93	0
DAY	09/07/2005	19,16	26.3	32,44	32	55	86	0
DAY	10/07/2005	19,87	27.3	34,47	30	50	75	0
DAY	11/07/2005	19,39	27.3	35,42	26	49	77	0
DAY	12/07/2005	17,87	25.8	32,68	28	57	91	0
DAY	13/07/2005	20,11	26.0	33,16	22	56	90	0
DAY	14/07/2005	19,39	22.6	25,44	53	70	90	0,2
DAY	15/07/2005	16,68	22.7	28,51	33	61	92	0
DAY	16/07/2005	16,68	24.3	31,49	27	53	86	0
DAY	17/07/2005	16,92	26.3	34,95	21	47	83	0
DAY	18/07/2005	19,16	27.2	34,95	22	45	74	0

DAY	19/07/2005	18,35	28.6	37,34	16	38	68	0
DAY	20/07/2005	19,63	28.2	34,71	25	41	68	0
DAY	21/07/2005	20,82	26.8	31,73	33	49	72	0
DAY	22/07/2005	20,82	25.6	31,01	37	61	81	0
DAY	23/07/2005	20,82	26.6	32,44	35	60	93	0
DAY	24/07/2005	18,58	26.4	33,99	29	58	89	0
DAY	25/07/2005	19,39	26.3	31,96	35	57	86	0
DAY	26/07/2005	19,63	26.1	32,68	34	62	96	0
DAY	27/07/2005	19,16	26.3	34,47	31	57	87	0
DAY	28/07/2005	19,87	26.7	34,23	24	54	78	0
DAY	29/07/2005	18,92	26.2	31,49	32	52	84	0
DAY	30/07/2005	19,39	27.3	33,75	22	46	75	0
DAY	31/07/2005	19,39	27.3	34,23	23	43	70	0
DAY	01/08/2005	19,87	27.7	36,38	24	45	67	0
DAY	02/08/2005	20,11	28.9	36,98	25	46	77	0
DAY	03/08/2005	21,4	29.3	36,62	29	48	77	0
DAY	04/08/2005	23,54	28.4	35,42	21	47	82	1,2
DAY	05/08/2005	16,92	23.1	29,71	43	73	96	1,2
DAY	06/08/2005	15,4	20.3	26,02	48	77	99	0
DAY	07/08/2005	16,21	23.6	30,77	34	65	95	0
DAY	08/08/2005	17,63	26.1	33,75	25	49	81	0
DAY	09/08/2005	20,34	23.1	25,78	44	55	71	0
DAY	10/08/2005	16,68	23.2	29,23	40	65	96	0
DAY	11/08/2005	15,64	24.2	31,73	30	57	86	0
DAY	12/08/2005	18,82	26.6	33,99	26	52	83	0
DAY	13/08/2005	19,63	28.1	36,98	23	50	83	0
DAY	14/08/2005	19,39	26.9	33,51	32	54	88	0
DAY	15/08/2005	22,59	26.9	31,96	38	57	80	0
DAY	16/08/2005	18,92	26.1	33,51	27	60	91	0
DAY	17/08/2005	17,16	25.3	32,68	20	39	69	0
DAY	18/08/2005	15,5	23.4	30,77	23	43	69	0
DAY	19/08/2005	15,64	24.2	33,03	23	49	78	0

DAY	20/08/2005	16,92	25.2	33,16	24	50	81	0
DAY	21/08/2005	17,87	25.0	30,42	39	60	90	0
DAY	22/08/2005	18,58	24.8	30,66	37	64	90	0
DAY	23/08/2005	18,92	25.8	32,68	24	48	87	0
DAY	24/08/2005	16,21	24.3	31,49	24	44	75	0
DAY	25/08/2005	16,68	23.9	31,73	27	54	78	0
DAY	26/08/2005	17,63	24.5	31,73	27	61	94	0
DAY	27/08/2005	16,68	24.3	31,73	30	56	84	0
DAY	28/08/2005	17,16	24.2	31,73	35	58	85	0
DAY	29/08/2005	17,87	24.0	30,42	31	56	80	0
DAY	30/08/2005	16,68	23.7	29,71	29	50	81	0
DAY	31/08/2005	16,21	23.0	29,47	31	52	73	0
DAY	01/09/2005	16,21	22.5	28,51	34	57	79	0
DAY	02/09/2005	15,17	22.5	30,05	31	64	90	0
DAY	03/09/2005	18,92	23.0	28,04	34	65	96	4,6
DAY	04/09/2005	15,17	19.9	25,31	37	63	91	0
DAY	05/09/2005	13,51	19.4	25,55	36	57	83	0
DAY	06/09/2005	11,99	19.0	25,78	34	62	89	0
DAY	07/09/2005	12,47	20.6	28,51	30	66	95	0
DAY	08/09/2005	13,98	21.2	28,04	37	71	97	0
DAY	09/09/2005	13,98	21.3	29,47	34	67	97	0
DAY	10/09/2005	15,97	22.7	29,94	25	52	85	0
DAY	11/09/2005	14,69	23.1	30,77	29	53	85	0
DAY	12/09/2005	15,4	23.5	31,49	28	54	85	0
DAY	13/09/2005	16,68	24.6	32,2	31	53	82	0
DAY	14/09/2005	18,92	24.4	30,53	38	61	85	0
DAY	15/09/2005	17,87	19.9	24,25	55	90	99	13,4
DAY	16/09/2005	18,68	22.1	26,74	36	64	91	0
DAY	17/09/2005	14,69	22.1	29,71	31	69	99	0
DAY	18/09/2005	16,21	23.6	31,25	28	58	87	0
DAY	19/09/2005	18,35	24.9	32,2	28	61	96	0
DAY	20/09/2005	15,4	21.9	28,99	31	61	98	8,2



DAY	21/09/2005	16,68	19.4	24,12	49	78	99	4,2
DAY	22/09/2005	13,98	19.6	25,55	41	73	98	1,2
DAY	23/09/2005	14,45	18.3	24,83	47	87	99	5,6
DAY	24/09/2005	15,73	18.4	22,59	51	81	99	0,6
DAY	25/09/2005	14,45	18.6	23,54	48	77	96	0
DAY	26/09/2005	12,79	19.0	26,26	37	78	99	0
DAY	27/09/2005	13,51	19.8	26,74	37	77	99	0,2
DAY	28/09/2005	15,17	19.7	24,83	50	82	99	0,2
DAY	29/09/2005	13,51	15.6	18,2	83	95	99	0

SOLAR_MIN (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	SOLAR_MID (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	SOLAR_MAX (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	WINDSPEED_MIN (m/s)	WINDSPEED_MID (m/s)	WINDSPEED_MAX (m/s)	Elevation (m)	T <sub>mean</sub> (°C)	e <sup>0</sup> (T <sub>max</sub> ) (kPa)	e <sup>0</sup> (T <sub>min</sub> ) (kPa)
0	87	569	0	1.66	8,1	58	4.88	1.39	0.88
0	252	819	0	2.50	6,8	58	8.57	1.74	0.79
0	213	829	0	3.02	9,1	58	8.67	2.01	0.92
0	144	879	0	2.39	7,4	58	5.89	1.79	1.05
0	262	781	0	1.85	4,7	58	7.94	1.70	0.82
0	255	844	0	1.41	3,6	58	6.47	1.56	0.86
0	235	794	0	1.32	3,6	58	7.98	1.60	0.76
0	184	745	0	1.21	3,1	58	7.00	1.65	0.87
0	226	754	0	2.45	7,3	58	9.57	2.35	1.01
0	265	760	0	1.22	3,2	58	8.67	2.03	0.93
0	260	749	0	1.33	3,1	58	9.67	2.14	0.90
0	179	936	0,2	3.49	7,2	58	3.31	1.70	1.27
0	261	769	0	1.59	4,3	58	7.95	1.76	0.85
0	243	856	0	1.47	3,6	58	6.25	1.79	1.02
0	260	749	0	1.27	3,2	58	9.55	2.07	0.88
0	262	787	0	1.11	2,9	58	10.91	2.39	0.91
0	229	765	0	1.52	3,2	58	7.73	2.14	1.08
0	176	905	0	1.78	5,1	58	9.69	2.46	1.05
0	188	892	0	1.61	4,4	58	6.73	2.16	1.20
0	113	897	0	2.62	5,7	58	5.06	1.69	1.07

0	277	776	0	1.29	3,9	58	9.78	2.07	0.86
0	279	769	0	1.61	3,9	58	8.08	1.99	0.96
0	247	816	0	1.30	3,5	58	9.03	2.12	0.94
0	259	755	0	1.78	5,5	58	8.93	2.46	1.13
0	83	428	0	1.13	4,3	58	5.61	1.94	1.18
0	126	524	0	0.91	2,6	58	5.41	1.74	1.07
0	212	749	0	1.44	3,7	58	5.85	1.89	1.12
0	208	918	0	1.45	4	58	6.60	1.91	1.05
0	251	723	0	1.50	3,4	58	7.37	2.01	1.04
0	269	747	0	1.48	3,7	58	8.26	2.21	1.07
0	205	775	0	1.73	4,4	58	7.21	2.20	1.17
0	209	802	0	1.27	3,2	58	8.76	2.60	1.22
0	212	880	0	1.59	4,5	58	6.61	2.12	1.18
0	124	856	0	0.77	2,9	58	4.07	1.65	1.14
0	270	774	0	1.24	2,8	58	6.73	2.12	1.17
0	284	776	0	1.20	3,4	58	8.46	2.41	1.16
0	219	794	0	1.09	3,1	58	7.62	2.32	1.20
0	66	267	0	0.96	3,1	58	2.48	1.65	1.32
0	191	839	0	1.38	5,9	58	4.79	2.01	1.32
0	235	839	0	1.39	5,1	58	6.27	2.21	1.28
0	175	1026	0	0.85	3,4	58	4.43	2.01	1.37
0	164	939	0	0.88	4	58	4.20	1.97	1.37
0	280	765	0	0.89	2,9	58	7.38	2.32	1.22
0	226	884	0	1.37	5,6	58	6.57	2.45	1.40
0	275	915	0	1.76	5	58	6.03	2.26	1.34
0	154	921	0	1.43	3,4	58	3.67	2.03	1.48
0	158	755	0	1.06	3,7	58	3.96	1.88	1.32
0	281	807	0	1.08	3,1	58	7.50	2.14	1.10
0	283	756	0	1.35	3	58	7.62	2.26	1.16
0	259	821	0	1.99	4	58	6.32	2.23	1.29
0	184	897	0	1.41	3,8	58	7.46	2.46	1.30
0	220	887	0	1.02	3,1	58	4.56	2.19	1.48

0	286	782	0	1.78	3,9	58	6.61	2.05	1.14
0	223	840	0	1.26	3,3	58	5.90	1.95	1.16
0	297	783	0	1.36	3,4	58	8.20	2.07	1.00
0	299	793	0	1.36	3,3	58	7.73	2.12	1.07
0	288	782	0	1.32	3,3	58	7.38	2.21	1.16
0	272	810	0	1.32	3,9	58	7.27	2.28	1.21
0	268	762	0	1.26	3	58	7.98	2.35	1.17
0	256	831	0	1.04	3,5	58	7.98	2.32	1.16
0	260	886	0	1.52	4,8	58	8.22	2.44	1.20
0	217	795	0	0.93	3,3	58	8.51	2.62	1.26
0	234	786	0	1.13	4,7	58	7.76	2.65	1.37
0	160	834	0	1.63	4,3	58	4.68	2.21	1.48
0	227	925	0	1.11	3,2	58	5.67	2.26	1.38
0	287	764	0	1.43	3,4	58	8.15	2.47	1.22
0	286	758	0	1.20	3,1	58	8.64	2.67	1.28
0	279	762	0	2.40	5,6	58	4.98	2.45	1.61
0	272	882	0,2	1.53	3,4	58	4.56	2.23	1.51
0	288	767	0	1.15	3	58	8.52	2.60	1.25
0	283	763	0	1.38	3,3	58	7.04	2.62	1.44
0	240	918	0	1.69	4,5	58	5.70	2.60	1.61
0	250	897	0	1.12	2,7	58	5.45	2.52	1.59
0	281	757	0	1.12	2,9	58	9.91	3.14	1.37
0	278	752	0	1.43	5,5	58	9.40	3.47	1.61
0	258	828	0	1.69	5,6	58	7.73	3.12	1.65
0	166	932	0	1.46	4,5	58	5.39	2.28	1.43
0	254	900	0	0.93	3,3	58	5.32	2.23	1.41
0	280	757	0,2	1.85	3,4	58	4.45	2.37	1.63
0	269	749	0	1.20	3,1	58	6.64	2.65	1.51
0	280	758	0	1.24	4	58	7.48	2.80	1.50
0	273	741	0	1.66	4	58	5.34	2.52	1.61
0	280	760	0	1.08	3,3	58	6.64	2.67	1.53
0	271	759	0	1.30	3,2	58	7.30	2.90	1.58

0	253	875	0	1.35	4,5	58	8.01	3.01	1.54
0	272	843	0	1.13	2,9	58	7.40	2.70	1.44
0	257	806	0	1.26	2,9	58	6.52	2.75	1.59
0	154	980	0	1.55	4,4	58	3.02	2.00	1.54
0	199	944	0	0.89	4,9	58	5.92	2.28	1.37
0	278	767	0	1.02	3,1	58	7.40	2.57	1.37
0	275	751	0	0.93	2,9	58	9.01	2.95	1.38
0	275	750	0	1.06	2,9	58	7.90	2.95	1.53
0	270	750	0	1.12	3,3	58	9.50	3.24	1.47
0	279	767	0	1.96	4,4	58	7.54	2.92	1.56
0	262	735	0	1.65	4	58	5.46	2.60	1.64
0	226	851	0	1.07	3,2	58	5.10	2.52	1.64
0	264	795	0	1.38	3,2	58	5.81	2.67	1.64
0	270	864	0	1.06	2,9	58	7.71	2.84	1.49
0	268	795	0	1.45	3,6	58	6.28	2.62	1.54
0	261	742	0	1.10	3	58	6.52	2.70	1.56
0	239	730	0	0.89	2,5	58	7.65	2.90	1.53
0	265	742	0	1.19	3,2	58	7.18	2.87	1.58
0	255	759	0	1.41	3,8	58	6.28	2.57	1.51
0	265	742	0	1.31	4,5	58	7.18	2.81	1.54
0	270	756	0	1.30	3	58	7.42	2.87	1.54
0	256	731	0	1.05	3	58	8.26	3.12	1.58
0	245	706	0	1.11	2,6	58	8.43	3.19	1.59
0	229	688	0	1.11	3,1	58	7.61	3.15	1.69
0	189	759	0	1.50	3,9	58	5.94	3.01	1.85
0	149	879	0	0.99	3,7	58	6.39	2.39	1.38
0	165	864	0	0.89	3,7	58	5.31	2.05	1.29
0	232	782	0	0.98	2,6	58	7.28	2.50	1.34
0	269	749	0	1.31	3,2	58	8.06	2.81	1.43
0	171	911	0	1.81	4,6	58	2.72	2.03	1.61
0	238	817	0	1.02	3	58	6.28	2.35	1.37
0	249	730	0	1.04	2,6	58	8.05	2.60	1.30

0	241	705	0	1.25	2,7	58	7.58	2.84	1.50
0	246	708	0	1.47	2,9	58	8.67	3.19	1.56
0	239	747	0	1.13	2,6	58	7.06	2.79	1.54
0	233	767	0	1.58	3,2	58	4.68	2.62	1.77
0	239	815	0	1.03	3,5	58	7.29	2.79	1.51
0	259	744	0	1.25	3	58	7.76	2.70	1.40
0	257	743	0	1.08	2,7	58	7.63	2.50	1.30
0	240	723	0	1.05	3	58	8.70	2.74	1.30
0	243	717	0	1.00	3	58	8.12	2.75	1.38
0	225	762	0	1.52	3,3	58	6.28	2.46	1.44
0	223	801	0	1.36	3,3	58	6.04	2.49	1.49
0	241	804	0	1.35	3,5	58	6.88	2.70	1.51
0	235	730	0	1.07	3,1	58	7.64	2.57	1.34
0	224	835	0	0.96	2,9	58	7.53	2.60	1.37
0	231	724	0	0.85	2,5	58	7.05	2.60	1.43
0	217	781	0	0.86	2,9	58	7.53	2.60	1.37
0	221	763	0	0.96	3,4	58	7.29	2.60	1.40
0	231	739	0	1.55	4,8	58	6.28	2.46	1.44
0	234	711	0	1.58	4,9	58	6.51	2.39	1.37
0	223	704	0	1.23	3,4	58	6.63	2.37	1.34
0	178	755	0	1.17	5,7	58	6.15	2.28	1.34
0	211	730	0	0.80	2,5	58	7.44	2.43	1.28
0	206	749	0	1.32	4,1	58	4.56	2.23	1.51
0	134	767	0	1.11	3,4	58	5.07	1.99	1.28
0	140	804	0	0.77	2,5	58	6.02	2.01	1.18
0	127	664	0	0.51	1,7	58	6.89	2.03	1.10
0	217	697	0	0.93	2,7	58	8.02	2.28	1.13
0	150	757	0	0.83	2,6	58	7.03	2.23	1.21
0	196	727	0	0.92	3	58	7.75	2.37	1.21
0	199	697	0	1.11	3,2	58	6.99	2.41	1.32
0	208	663	0	1.06	3,2	58	8.04	2.50	1.25
0	201	684	0	1.01	2,9	58	8.04	2.57	1.29



0	194	672	0	0.89	2,7	58	7.76	2.65	1.37
0	162	707	0	1.08	4,1	58	5.80	2.47	1.51
0	53	481	0	0.64	3,7	58	3.19	1.91	1.44
0	194	754	0	1.10	2,7	58	4.03	2.12	1.50
0	205	693	0	1.07	3,1	58	7.51	2.39	1.25
0	198	649	0	1.02	2,7	58	7.52	2.55	1.34
0	177	673	0	1.09	4,6	58	6.93	2.65	1.47
0	198	672	0	1.03	2,9	58	6.79	2.32	1.29
0	142	826	0	1.32	4,2	58	3.72	1.89	1.37
0	200	671	0	0.65	2,6	58	5.78	2.01	1.21
0	144	698	0	0.74	3,5	58	5.19	1.95	1.24
0	88	646	0	0.43	2,2	58	3.43	1.77	1.31
0	124	746	0	0.71	3,2	58	4.55	1.85	1.24
0	188	637	0	0.60	2,3	58	6.74	2.07	1.14
0	177	619	0	0.74	2,4	58	6.61	2.12	1.18
0	127	627	0	0.72	2,6	58	4.83	1.95	1.28
0	33	308	0	0.29	1	58	2.35	1.46	1.18

$\Delta$ (kPa/°C)	$e_s$ (kPa)	P (kPa)	$\gamma$ (kPa/°C)	$e_a$ (kPa)	$e_s-e_a$ (kPa)	j (day)	$d_r$ (rad)	$\Delta$ (rad)	$\varphi$ (rad)	$\omega_s$ (rad)	tan	b	$G_{sc}$ (MJ m <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup> )	$S_c$ (hour)	N (hour)	$R_a$ (MJ m <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup> )	$L_m$ (degrees)	$L_z$ (degrees)
0.06	1.13	100.62	0.067	0.631	0.502	108	0.99	0.18	0.69	1.72	-0.15	0.47	0.08	0.01	13.18	35.46	321	330
0.08	1.26	100.62	0.067	0.587	0.675	109	0.99	0.19	0.69	1.73	-0.16	0.48	0.08	0.01	13.22	35.66	321	330
0.08	1.47	100.62	0.067	0.623	0.843	110	0.99	0.20	0.69	1.74	-0.16	0.50	0.08	0.02	13.26	35.85	321	330
0.06	1.42	100.62	0.067	0.575	0.848	111	0.99	0.20	0.69	1.74	-0.17	0.52	0.08	0.02	13.30	36.04	321	330
0.07	1.26	100.62	0.067	0.542	0.717	112	0.99	0.21	0.69	1.75	-0.17	0.53	0.08	0.02	13.34	36.23	321	330
0.07	1.21	100.62	0.067	0.553	0.655	113	0.99	0.22	0.69	1.75	-0.18	0.55	0.08	0.03	13.38	36.42	321	330
0.07	1.18	100.62	0.067	0.631	0.548	114	0.99	0.22	0.69	1.76	-0.18	0.57	0.08	0.03	13.42	36.60	321	330
0.07	1.26	100.62	0.067	0.663	0.595	115	0.99	0.23	0.69	1.76	-0.19	0.59	0.08	0.03	13.46	36.79	321	330
0.08	1.68	100.62	0.067	0.624	1.053	116	0.99	0.23	0.69	1.77	-0.19	0.60	0.08	0.04	13.50	36.96	321	330
0.08	1.48	100.62	0.067	0.535	0.946	117	0.99	0.24	0.69	1.77	-0.20	0.62	0.08	0.04	13.54	37.14	321	330
0.08	1.52	100.62	0.067	0.637	0.879	118	0.99	0.24	0.69	1.78	-0.20	0.64	0.08	0.04	13.58	37.31	321	330
0.05	1.49	100.62	0.067	0.511	0.975	119	0.98	0.25	0.69	1.78	-0.21	0.66	0.08	0.04	13.62	37.48	321	330

0.07	1.30	100.62	0.067	0.512	0.789	120	0.98	0.26	0.69	1.79	-0.21	0.67	0.08	0.05	13.66	37.65	321	330
0.07	1.41	100.62	0.067	0.660	0.746	121	0.98	0.26	0.69	1.79	-0.22	0.69	0.08	0.05	13.69	37.81	321	330
0.08	1.47	100.62	0.067	0.613	0.861	122	0.98	0.27	0.69	1.80	-0.22	0.71	0.08	0.05	13.73	37.97	321	330
0.09	1.65	100.62	0.067	0.620	1.029	123	0.98	0.27	0.69	1.80	-0.23	0.72	0.08	0.05	13.77	38.13	321	330
0.07	1.61	100.62	0.067	0.773	0.835	124	0.98	0.28	0.69	1.81	-0.23	0.74	0.08	0.05	13.80	38.28	321	330
0.08	1.76	100.62	0.067	0.731	1.027	125	0.98	0.28	0.69	1.81	-0.24	0.76	0.08	0.06	13.84	38.44	321	330
0.07	1.68	100.62	0.067	0.710	0.967	126	0.98	0.29	0.69	1.82	-0.24	0.78	0.08	0.06	13.88	38.58	321	330
0.06	1.38	100.62	0.067	0.708	0.668	127	0.98	0.29	0.69	1.82	-0.25	0.79	0.08	0.06	13.91	38.73	321	330
0.08	1.46	100.62	0.067	0.548	0.916	128	0.98	0.30	0.69	1.82	-0.25	0.81	0.08	0.06	13.94	38.87	321	330
0.07	1.48	100.62	0.067	0.552	0.927	129	0.98	0.30	0.69	1.83	-0.26	0.83	0.08	0.06	13.98	39.01	321	330
0.08	1.53	100.62	0.067	0.664	0.865	130	0.98	0.31	0.69	1.83	-0.26	0.85	0.08	0.06	14.01	39.14	321	330
0.08	1.80	100.62	0.067	0.710	1.087	131	0.98	0.31	0.69	1.84	-0.26	0.86	0.08	0.06	14.05	39.28	321	330
0.06	1.56	100.62	0.067	0.741	0.823	132	0.98	0.32	0.69	1.84	-0.27	0.88	0.08	0.06	14.08	39.41	321	330
0.06	1.40	100.62	0.067	0.969	0.433	133	0.98	0.32	0.69	1.85	-0.27	0.90	0.08	0.06	14.11	39.53	321	330
0.06	1.50	100.62	0.067	0.841	0.662	134	0.98	0.32	0.69	1.85	-0.28	0.91	0.08	0.06	14.14	39.65	321	330
0.07	1.48	100.62	0.067	0.626	0.854	135	0.98	0.33	0.69	1.85	-0.28	0.93	0.08	0.06	14.17	39.77	321	330
0.07	1.53	100.62	0.067	0.685	0.843	136	0.98	0.33	0.69	1.86	-0.28	0.95	0.08	0.06	14.20	39.89	321	330
0.07	1.64	100.62	0.067	0.757	0.881	137	0.98	0.34	0.69	1.86	-0.29	0.97	0.08	0.06	14.23	40.00	321	330
0.07	1.69	100.62	0.067	0.765	0.921	138	0.98	0.34	0.69	1.87	-0.29	0.98	0.08	0.06	14.26	40.11	321	330
0.08	1.91	100.62	0.067	0.741	1.168	139	0.98	0.34	0.69	1.87	-0.29	1.00	0.08	0.06	14.29	40.22	321	330
0.07	1.65	100.62	0.067	0.881	0.769	140	0.98	0.35	0.69	1.87	-0.30	1.02	0.08	0.06	14.32	40.32	321	330
0.06	1.40	100.62	0.067	0.979	0.418	141	0.98	0.35	0.69	1.88	-0.30	1.04	0.08	0.06	14.34	40.42	321	330
0.07	1.64	100.62	0.067	0.907	0.736	142	0.97	0.36	0.69	1.88	-0.30	1.05	0.08	0.06	14.37	40.52	321	330
0.08	1.79	100.62	0.067	0.821	0.965	143	0.97	0.36	0.69	1.88	-0.31	1.07	0.08	0.06	14.40	40.61	321	330
0.07	1.76	100.62	0.067	0.863	0.896	144	0.97	0.36	0.69	1.89	-0.31	1.09	0.08	0.05	14.42	40.70	321	330
0.05	1.49	100.62	0.067	1.109	0.378	145	0.97	0.37	0.69	1.89	-0.31	1.10	0.08	0.05	14.45	40.79	321	330
0.06	1.67	100.62	0.067	1.088	0.580	146	0.97	0.37	0.69	1.89	-0.32	1.12	0.08	0.05	14.47	40.87	321	330
0.07	1.75	100.62	0.067	0.976	0.771	147	0.97	0.37	0.69	1.90	-0.32	1.14	0.08	0.05	14.49	40.95	321	330
0.06	1.69	100.62	0.067	1.069	0.622	148	0.97	0.37	0.69	1.90	-0.32	1.16	0.08	0.05	14.51	41.03	321	330
0.06	1.67	100.62	0.067	1.111	0.559	149	0.97	0.38	0.69	1.90	-0.32	1.17	0.08	0.05	14.54	41.10	321	330
0.07	1.77	100.62	0.067	0.965	0.808	150	0.97	0.38	0.69	1.90	-0.33	1.19	0.08	0.04	14.56	41.17	321	330
0.07	1.92	100.62	0.067	0.996	0.927	151	0.97	0.38	0.69	1.91	-0.33	1.21	0.08	0.04	14.58	41.24	321	330
0.07	1.80	100.62	0.067	0.981	0.816	152	0.97	0.38	0.69	1.91	-0.33	1.22	0.08	0.04	14.59	41.30	321	330

0.06	1.76	100.62	0.067	1.052	0.704	153	0.97	0.39	0.69	1.91	-0.33	1.24	0.08	0.04	14.61	41.36	321	330
0.06	1.60	100.62	0.067	1.060	0.539	154	0.97	0.39	0.69	1.91	-0.34	1.26	0.08	0.03	14.63	41.42	321	330
0.07	1.62	100.62	0.067	0.845	0.775	155	0.97	0.39	0.69	1.92	-0.34	1.28	0.08	0.03	14.65	41.47	321	330
0.07	1.71	100.62	0.067	0.876	0.830	156	0.97	0.39	0.69	1.92	-0.34	1.29	0.08	0.03	14.66	41.52	321	330
0.07	1.76	100.62	0.067	0.853	0.909	157	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.34	1.31	0.08	0.03	14.68	41.57	321	330
0.07	1.88	100.62	0.067	0.894	0.986	158	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.34	1.33	0.08	0.02	14.69	41.61	321	330
0.06	1.83	100.62	0.067	1.118	0.716	159	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.35	1.35	0.08	0.02	14.70	41.65	321	330
0.07	1.60	100.62	0.067	0.646	0.953	160	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.36	0.08	0.02	14.71	41.69	321	330
0.06	1.55	100.62	0.067	0.666	0.889	161	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.38	0.08	0.01	14.73	41.72	321	330
0.07	1.54	100.62	0.067	0.692	0.844	162	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.40	0.08	0.01	14.74	41.75	321	330
0.07	1.59	100.62	0.067	0.696	0.895	163	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.41	0.08	0.01	14.74	41.78	321	330
0.07	1.68	100.62	0.067	0.840	0.844	164	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.43	0.08	0.00	14.75	41.80	321	330
0.07	1.74	100.62	0.067	0.809	0.934	165	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.45	0.08	0.00	14.76	41.82	321	330
0.07	1.76	100.62	0.067	0.855	0.903	166	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.47	0.08	0.00	14.77	41.84	321	330
0.07	1.74	100.62	0.067	0.718	1.021	167	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.48	0.08	-0.01	14.77	41.85	321	330
0.07	1.82	100.62	0.067	0.723	1.094	168	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.50	0.08	-0.01	14.78	41.87	321	330
0.08	1.94	100.62	0.067	0.788	1.153	169	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.52	0.08	-0.01	14.78	41.87	321	330
0.07	2.01	100.62	0.067	0.850	1.157	170	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.54	0.08	-0.02	14.78	41.88	321	330
0.06	1.85	100.62	0.067	0.957	0.889	171	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.55	0.08	-0.02	14.78	41.88	321	330
0.06	1.82	100.62	0.067	1.005	0.813	172	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.57	0.08	-0.02	14.78	41.88	321	330
0.07	1.85	100.62	0.067	0.804	1.044	173	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.59	0.08	-0.03	14.78	41.87	321	330
0.08	1.97	100.62	0.067	0.791	1.183	174	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.60	0.08	-0.03	14.78	41.86	321	330
0.06	2.03	100.62	0.067	0.797	1.233	175	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.36	1.62	0.08	-0.04	14.78	41.85	321	330
0.06	1.87	100.62	0.067	0.984	0.889	176	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.64	0.08	-0.04	14.78	41.83	321	330
0.08	1.92	100.62	0.067	0.889	1.034	177	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.66	0.08	-0.04	14.77	41.81	321	330
0.07	2.03	100.62	0.067	0.882	1.150	178	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.67	0.08	-0.05	14.77	41.79	321	330
0.06	2.10	100.62	0.067	0.810	1.292	179	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.69	0.08	-0.05	14.76	41.77	321	330
0.06	2.06	100.62	0.067	1.065	0.993	180	0.97	0.41	0.69	1.93	-0.35	1.71	0.08	-0.05	14.75	41.74	321	330
0.08	2.25	100.62	0.067	0.821	1.430	181	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.73	0.08	-0.06	14.75	41.71	321	330
0.08	2.54	100.62	0.067	0.794	1.745	182	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.74	0.08	-0.06	14.74	41.67	321	330
0.07	2.39	100.62	0.067	0.759	1.627	183	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.76	0.08	-0.06	14.73	41.63	321	330
0.06	1.86	100.62	0.067	1.094	0.762	184	0.97	0.40	0.69	1.93	-0.35	1.78	0.08	-0.06	14.72	41.59	321	330
0.06	1.82	100.62	0.067	1.101	0.722	185	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.35	1.79	0.08	-0.07	14.70	41.55	321	330

0.06	2.00	100.62	0.067	1.037	0.961	186	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.34	1.81	0.08	-0.07	14.69	41.50	321	330
0.07	2.08	100.62	0.067	1.124	0.954	187	0.97	0.40	0.69	1.92	-0.34	1.83	0.08	-0.07	14.68	41.45	321	330
0.07	2.15	100.62	0.067	1.086	1.063	188	0.97	0.39	0.69	1.92	-0.34	1.85	0.08	-0.08	14.66	41.39	321	330
0.06	2.07	100.62	0.067	1.202	0.863	189	0.97	0.39	0.69	1.92	-0.34	1.86	0.08	-0.08	14.65	41.33	321	330
0.07	2.10	100.62	0.067	1.084	1.015	190	0.97	0.39	0.69	1.91	-0.34	1.88	0.08	-0.08	14.63	41.27	321	330
0.07	2.24	100.62	0.067	1.025	1.211	191	0.97	0.39	0.69	1.91	-0.33	1.90	0.08	-0.08	14.62	41.21	321	330
0.07	2.27	100.62	0.067	0.985	1.290	192	0.97	0.39	0.69	1.91	-0.33	1.92	0.08	-0.09	14.60	41.14	321	330
0.07	2.07	100.62	0.067	1.034	1.036	193	0.97	0.38	0.69	1.91	-0.33	1.93	0.08	-0.09	14.58	41.07	321	330
0.07	2.17	100.62	0.067	1.019	1.152	194	0.97	0.38	0.69	1.90	-0.33	1.95	0.08	-0.09	14.56	41.00	321	330
0.05	1.77	100.62	0.067	1.225	0.548	195	0.97	0.38	0.69	1.90	-0.33	1.97	0.08	-0.09	14.54	40.92	321	330
0.06	1.82	100.62	0.067	1.005	0.818	196	0.97	0.37	0.69	1.90	-0.32	1.98	0.08	-0.09	14.52	40.84	321	330
0.07	1.97	100.62	0.067	0.935	1.034	197	0.97	0.37	0.69	1.90	-0.32	2.00	0.08	-0.10	14.50	40.76	321	330
0.08	2.17	100.62	0.067	0.883	1.283	198	0.97	0.37	0.69	1.89	-0.32	2.02	0.08	-0.10	14.47	40.67	321	330
0.07	2.24	100.62	0.067	0.890	1.350	199	0.97	0.37	0.69	1.89	-0.31	2.04	0.08	-0.10	14.45	40.58	321	330
0.08	2.36	100.62	0.067	0.760	1.596	200	0.97	0.36	0.69	1.89	-0.31	2.05	0.08	-0.10	14.43	40.49	321	330
0.07	2.24	100.62	0.067	0.896	1.346	201	0.97	0.36	0.69	1.88	-0.31	2.07	0.08	-0.10	14.40	40.39	321	330
0.06	2.12	100.62	0.067	1.020	1.100	202	0.97	0.36	0.69	1.88	-0.31	2.09	0.08	-0.10	14.38	40.29	321	330
0.06	2.08	100.62	0.067	1.132	0.951	203	0.97	0.35	0.69	1.88	-0.30	2.10	0.08	-0.10	14.35	40.19	321	330
0.06	2.16	100.62	0.067	1.232	0.926	204	0.97	0.35	0.69	1.87	-0.30	2.12	0.08	-0.10	14.32	40.08	321	330
0.07	2.17	100.62	0.067	1.075	1.091	205	0.97	0.35	0.69	1.87	-0.29	2.14	0.08	-0.10	14.29	39.97	321	330
0.07	2.08	100.62	0.067	1.122	0.960	206	0.97	0.34	0.69	1.87	-0.29	2.16	0.08	-0.10	14.27	39.86	321	330
0.07	2.13	100.62	0.067	1.207	0.921	207	0.97	0.34	0.69	1.86	-0.29	2.17	0.08	-0.10	14.24	39.75	321	330
0.07	2.21	100.62	0.067	1.113	1.098	208	0.97	0.33	0.69	1.86	-0.28	2.19	0.08	-0.10	14.21	39.63	321	330
0.07	2.22	100.62	0.067	0.959	1.263	209	0.97	0.33	0.69	1.85	-0.28	2.21	0.08	-0.10	14.18	39.51	321	330
0.07	2.04	100.62	0.067	1.046	0.995	210	0.97	0.33	0.69	1.85	-0.28	2.23	0.08	-0.10	14.15	39.38	321	330
0.07	2.18	100.62	0.067	0.888	1.291	211	0.97	0.32	0.69	1.85	-0.27	2.24	0.08	-0.10	14.12	39.25	321	330
0.07	2.21	100.62	0.067	0.870	1.336	212	0.97	0.32	0.69	1.84	-0.27	2.26	0.08	-0.10	14.08	39.12	321	330
0.07	2.35	100.62	0.067	0.903	1.446	213	0.97	0.31	0.69	1.84	-0.26	2.28	0.08	-0.10	14.05	38.99	321	330
0.08	2.39	100.62	0.067	1.013	1.381	214	0.97	0.31	0.69	1.83	-0.26	2.29	0.08	-0.10	14.02	38.85	321	330
0.07	2.42	100.62	0.067	1.106	1.312	215	0.97	0.30	0.69	1.83	-0.26	2.31	0.08	-0.10	13.98	38.71	321	330
0.06	2.43	100.62	0.067	1.073	1.354	216	0.97	0.30	0.69	1.83	-0.25	2.33	0.08	-0.10	13.95	38.57	321	330
0.07	1.89	100.62	0.067	1.178	0.709	217	0.97	0.29	0.69	1.82	-0.25	2.35	0.08	-0.09	13.92	38.43	321	330
0.06	1.67	100.62	0.067	1.131	0.540	218	0.97	0.29	0.69	1.82	-0.24	2.36	0.08	-0.09	13.88	38.28	321	330

0.07	1.92	100.62	0.067	1.060	0.858	219	0.97	0.28	0.69	1.81	-0.24	2.38	0.08	-0.09	13.85	38.12	321	330
0.07	2.12	100.62	0.067	0.930	1.191	220	0.97	0.28	0.69	1.81	-0.23	2.40	0.08	-0.09	13.81	37.97	321	330
0.05	1.82	100.62	0.067	1.018	0.802	221	0.97	0.27	0.69	1.80	-0.23	2.42	0.08	-0.09	13.77	37.81	321	330
0.07	1.86	100.62	0.067	1.125	0.731	222	0.97	0.27	0.69	1.80	-0.22	2.43	0.08	-0.08	13.74	37.65	321	330
0.07	1.95	100.62	0.067	0.950	1.000	223	0.97	0.26	0.69	1.79	-0.22	2.45	0.08	-0.08	13.70	37.49	321	330
0.07	2.17	100.62	0.067	0.994	1.179	224	0.98	0.26	0.69	1.79	-0.22	2.47	0.08	-0.08	13.66	37.32	321	330
0.08	2.38	100.62	0.067	1.015	1.362	225	0.98	0.25	0.69	1.78	-0.21	2.48	0.08	-0.08	13.62	37.15	321	330
0.07	2.17	100.62	0.067	1.125	1.040	226	0.98	0.25	0.69	1.78	-0.21	2.50	0.08	-0.07	13.59	36.98	321	330
0.06	2.20	100.62	0.067	1.208	0.990	227	0.98	0.24	0.69	1.77	-0.20	2.52	0.08	-0.07	13.55	36.81	321	330
0.07	2.15	100.62	0.067	1.064	1.086	228	0.98	0.23	0.69	1.77	-0.20	2.54	0.08	-0.06	13.51	36.63	321	330
0.07	2.05	100.62	0.067	0.752	1.295	229	0.98	0.23	0.69	1.76	-0.19	2.55	0.08	-0.06	13.47	36.45	321	330
0.07	1.90	100.62	0.067	0.734	1.163	230	0.98	0.22	0.69	1.76	-0.19	2.57	0.08	-0.06	13.43	36.27	321	330
0.08	2.02	100.62	0.067	0.823	1.197	231	0.98	0.22	0.69	1.75	-0.18	2.59	0.08	-0.05	13.39	36.08	321	330
0.07	2.07	100.62	0.067	0.890	1.176	232	0.98	0.21	0.69	1.75	-0.18	2.61	0.08	-0.05	13.35	35.89	321	330
0.07	1.95	100.62	0.067	1.129	0.823	233	0.98	0.20	0.69	1.74	-0.17	2.62	0.08	-0.05	13.31	35.70	321	330
0.06	1.99	100.62	0.067	1.130	0.858	234	0.98	0.20	0.69	1.74	-0.16	2.64	0.08	-0.04	13.27	35.51	321	330
0.07	2.10	100.62	0.067	0.981	1.123	235	0.98	0.19	0.69	1.73	-0.16	2.66	0.08	-0.04	13.23	35.31	321	330
0.07	1.96	100.62	0.067	0.811	1.145	236	0.98	0.19	0.69	1.73	-0.15	2.67	0.08	-0.03	13.19	35.11	321	330
0.07	1.98	100.62	0.067	0.884	1.098	237	0.98	0.18	0.69	1.72	-0.15	2.69	0.08	-0.03	13.15	34.91	321	330
0.07	2.01	100.62	0.067	1.021	0.991	238	0.98	0.17	0.69	1.71	-0.14	2.71	0.08	-0.02	13.11	34.71	321	330
0.07	1.98	100.62	0.067	0.964	1.018	239	0.98	0.17	0.69	1.71	-0.14	2.73	0.08	-0.02	13.06	34.50	321	330
0.07	2.00	100.62	0.067	1.048	0.949	240	0.98	0.16	0.69	1.70	-0.13	2.74	0.08	-0.01	13.02	34.29	321	330
0.07	1.95	100.62	0.067	0.959	0.994	241	0.98	0.15	0.69	1.70	-0.13	2.76	0.08	-0.01	12.98	34.08	321	330
0.07	1.88	100.62	0.067	0.901	0.979	242	0.98	0.15	0.69	1.69	-0.12	2.78	0.08	0.00	12.94	33.87	321	330
0.07	1.85	100.62	0.067	0.856	0.998	243	0.98	0.14	0.69	1.69	-0.12	2.79	0.08	0.00	12.89	33.66	321	330
0.07	1.81	100.62	0.067	0.916	0.892	244	0.98	0.13	0.69	1.68	-0.11	2.81	0.08	0.01	12.85	33.44	321	330
0.07	1.85	100.62	0.067	0.951	0.901	245	0.98	0.13	0.69	1.68	-0.10	2.83	0.08	0.02	12.81	33.22	321	330
0.06	1.87	100.62	0.067	1.105	0.767	246	0.98	0.12	0.69	1.67	-0.10	2.85	0.08	0.02	12.77	33.00	321	330
0.06	1.63	100.62	0.067	0.950	0.685	247	0.99	0.11	0.69	1.66	-0.09	2.86	0.08	0.03	12.72	32.78	321	330
0.06	1.60	100.62	0.067	0.853	0.745	248	0.99	0.11	0.69	1.66	-0.09	2.88	0.08	0.03	12.68	32.55	321	330
0.07	1.57	100.62	0.067	0.836	0.731	249	0.99	0.10	0.69	1.65	-0.08	2.90	0.08	0.04	12.64	32.33	321	330
0.07	1.70	100.62	0.067	0.877	0.825	250	0.99	0.09	0.69	1.65	-0.08	2.92	0.08	0.04	12.59	32.10	321	330
0.07	1.72	100.62	0.067	1.000	0.722	251	0.99	0.09	0.69	1.64	-0.07	2.93	0.08	0.05	12.55	31.87	321	330



0.07	1.79	100.62	0.067	0.989	0.800	252	0.99	0.08	0.69	1.64	-0.07	2.95	0.08	0.06	12.51	31.63	321	330
0.07	1.87	100.62	0.067	0.865	1.005	253	0.99	0.07	0.69	1.63	-0.06	2.97	0.08	0.06	12.46	31.40	321	330
0.07	1.87	100.62	0.067	0.893	0.980	254	0.99	0.07	0.69	1.62	-0.05	2.98	0.08	0.07	12.42	31.17	321	330
0.07	1.93	100.62	0.067	0.908	1.023	255	0.99	0.06	0.69	1.62	-0.05	3.00	0.08	0.08	12.38	30.93	321	330
0.07	2.01	100.62	0.067	0.971	1.036	256	0.99	0.05	0.69	1.61	-0.04	3.02	0.08	0.08	12.33	30.69	321	330
0.06	1.99	100.62	0.067	1.112	0.880	257	0.99	0.04	0.69	1.61	-0.04	3.04	0.08	0.09	12.29	30.45	321	330
0.05	1.67	100.62	0.067	1.238	0.436	258	0.99	0.04	0.69	1.60	-0.03	3.05	0.08	0.09	12.24	30.21	321	330
0.06	1.81	100.62	0.067	1.061	0.744	259	0.99	0.03	0.69	1.60	-0.03	3.07	0.08	0.10	12.20	29.97	321	330
0.07	1.82	100.62	0.067	0.989	0.832	260	0.99	0.02	0.69	1.59	-0.02	3.09	0.08	0.11	12.16	29.73	321	330
0.07	1.94	100.62	0.067	0.939	1.004	261	0.99	0.02	0.69	1.58	-0.01	3.11	0.08	0.11	12.11	29.49	321	330
0.07	2.06	100.62	0.067	1.078	0.982	262	0.99	0.01	0.69	1.58	-0.01	3.12	0.08	0.12	12.07	29.24	321	330
0.07	1.81	100.62	0.067	0.992	0.814	263	0.99	0.00	0.69	1.57	0.00	3.14	0.08	0.12	12.02	29.00	321	330
0.06	1.63	100.62	0.067	1.141	0.490	264	0.99	0.00	0.69	1.57	0.00	3.16	0.08	0.13	11.98	28.75	321	330
0.06	1.61	100.62	0.067	1.005	0.606	265	0.99	-0.01	0.69	1.56	0.01	3.17	0.08	0.14	11.93	28.50	321	330
0.06	1.59	100.62	0.067	1.070	0.524	266	1.00	-0.02	0.69	1.56	0.02	3.19	0.08	0.14	11.89	28.26	321	330
0.06	1.54	100.62	0.067	1.101	0.441	267	1.00	-0.03	0.69	1.55	0.02	3.21	0.08	0.15	11.85	28.01	321	330
0.06	1.54	100.62	0.067	1.037	0.505	268	1.00	-0.03	0.69	1.54	0.03	3.23	0.08	0.15	11.80	27.76	321	330
0.07	1.61	100.62	0.067	0.950	0.659	269	1.00	-0.04	0.69	1.54	0.03	3.24	0.08	0.16	11.76	27.51	321	330
0.07	1.65	100.62	0.067	0.977	0.673	270	1.00	-0.05	0.69	1.53	0.04	3.26	0.08	0.17	11.71	27.26	321	330
0.06	1.61	100.62	0.067	1.120	0.495	271	1.00	-0.05	0.69	1.53	0.04	3.28	0.08	0.17	11.67	27.02	321	330
0.05	1.32	100.62	0.067	1.193	0.130	272	1.00	-0.06	0.69	1.52	0.05	3.30	0.08	0.18	11.63	26.77	321	330

$a_s$	$b_s$	$n$	$R_s$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$R_{so}$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$R_{ns}$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$\sigma$	$\sigma T_{\max K}^4$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$\sigma T_{\min K}^4$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$R_{nl}$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$R_n$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$G_{\text{daily}}$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$U_2$ (m/s <sup>-1</sup> )	$R_n - G$ (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	$ET_o$ (mm/day)
0,25	0,5	1,32	10.64	26.63	8.19	0.00	34.76	30.31	1.41	6.78	0	0.35	6.78	0,85
0,25	0,5	1,32	10.69	26.78	8.23	0.00	37.27	29.34	1.46	6.77	0	0.52	6.77	1,26
0,25	0,5	1,32	10.75	26.93	8.27	0.00	39.04	30.73	1.51	6.76	0	0.63	6.76	1,72
0,25	0,5	1,32	10.80	27.07	8.32	0.00	37.63	31.99	1.53	6.78	0	0.50	6.78	1,62
0,25	0,5	1,32	10.85	27.22	8.35	0.00	37.03	29.67	1.49	6.87	0	0.38	6.87	1,07
0,25	0,5	1,32	10.90	27.36	8.39	0.00	36.03	30.08	1.47	6.93	0	0.29	6.93	0,87
0,25	0,5	1,32	10.95	27.50	8.43	0.00	36.32	29.04	1.40	7.03	0	0.27	7.03	0,72
0,25	0,5	1,32	11.00	27.63	8.47	0.00	36.67	30.18	1.42	7.05	0	0.25	7.05	0,73
0,25	0,5	1,32	11.05	27.77	8.51	0.00	41.00	31.56	1.56	6.95	0	0.51	6.95	1,68

0,25	0,5	1,32	11.09	27.90	8.54	0.00	39.16	30.83	1.55	6.99	0	0.25	6.99	0,94
0,25	0,5	1,32	11.14	28.03	8.58	0.00	39.79	30.48	1.50	7.08	0	0.28	7.08	0,92
0,25	0,5	1,32	11.19	28.15	8.61	0.00	37.03	33.82	1.58	7.03	0	0.72	7.03	2,92
0,25	0,5	1,32	11.23	28.28	8.65	0.00	37.39	29.97	1.50	7.14	0	0.33	7.14	1,03
0,25	0,5	1,39	11.37	28.40	8.76	0.00	37.63	31.67	1.49	7.26	0	0.31	7.26	0,99
0,25	0,5	1,39	11.42	28.52	8.79	0.00	39.41	30.28	1.53	7.26	0	0.26	7.26	0,90
0,25	0,5	1,39	11.46	28.64	8.82	0.00	41.26	30.59	1.57	7.25	0	0.23	7.25	0,89
0,25	0,5	1,39	11.50	28.76	8.85	0.00	39.79	32.20	1.48	7.37	0	0.32	7.37	1,05
0,25	0,5	1,39	11.54	28.87	8.88	0.00	41.64	31.99	1.54	7.35	0	0.37	7.35	1,27
0,25	0,5	1,39	11.58	28.98	8.92	0.00	39.91	33.22	1.54	7.38	0	0.34	7.38	1,26
0,25	0,5	1,39	11.62	29.09	8.95	0.00	36.91	32.09	1.45	7.50	0	0.54	7.50	1,51
0,25	0,5	1,39	11.65	29.20	8.97	0.00	39.41	30.08	1.55	7.42	0	0.27	7.42	0,95
0,25	0,5	1,39	11.69	29.30	9.00	0.00	38.91	31.14	1.56	7.44	0	0.33	7.44	1,17
0,25	0,5	1,39	11.73	29.40	9.03	0.00	39.66	30.94	1.50	7.53	0	0.27	7.53	0,93
0,25	0,5	1,39	11.76	29.50	9.06	0.00	41.64	32.68	1.55	7.50	0	0.37	7.50	1,37
0,25	0,5	1,39	11.80	29.60	9.08	0.00	38.61	33.11	1.48	7.60	0	0.23	7.60	0,90
0,25	0,5	1,39	11.83	29.69	9.11	0.00	37.27	32.09	1.32	7.79	0	0.19	7.79	0,54
0,25	0,5	1,39	11.86	29.79	9.13	0.00	38.24	32.57	1.41	7.73	0	0.30	7.73	0,91
0,25	0,5	1,39	11.89	29.88	9.16	0.00	38.36	31.99	1.51	7.65	0	0.30	7.65	1,08
0,25	0,5	1,39	11.92	29.96	9.18	0.00	39.04	31.88	1.49	7.69	0	0.31	7.69	1,07
0,25	0,5	1,39	11.95	30.05	9.20	0.00	40.23	32.09	1.48	7.73	0	0.31	7.73	1,06
0,25	0,5	1,39	11.98	30.13	9.23	0.00	40.17	33.00	1.49	7.74	0	0.36	7.74	1,27
0,25	0,5	1,39	12.01	30.21	9.25	0.00	42.37	33.44	1.55	7.69	0	0.26	7.69	1,13
0,25	0,5	1,39	12.04	30.29	9.27	0.00	39.66	33.11	1.42	7.85	0	0.33	7.85	1,07
0,25	0,5	1,39	12.06	30.36	9.29	0.00	36.67	32.78	1.30	7.98	0	0.16	7.98	0,50
0,25	0,5	1,39	12.09	30.43	9.31	0.00	39.66	33.00	1.40	7.91	0	0.26	7.91	0,87
0,25	0,5	1,39	12.11	30.50	9.33	0.00	41.38	32.89	1.47	7.85	0	0.25	7.85	0,97
0,25	0,5	1,39	12.14	30.57	9.35	0.00	40.87	33.22	1.45	7.90	0	0.23	7.90	0,88
0,25	0,5	1,39	12.16	30.64	9.36	0.00	36.67	34.26	1.27	8.09	0	0.20	8.09	0,54
0,25	0,5	1,39	12.18	30.70	9.38	0.00	39.04	34.26	1.32	8.06	0	0.29	8.06	0,84
0,25	0,5	1,39	12.20	30.76	9.39	0.00	40.23	33.93	1.39	8.01	0	0.29	8.01	0,98
0,25	0,5	1,39	12.22	30.82	9.41	0.00	39.04	34.60	1.33	8.08	0	0.18	8.08	0,65
0,25	0,5	1,39	12.24	30.87	9.42	0.00	38.79	34.60	1.31	8.12	0	0.18	8.12	0,63

0,25	0,5	1,39	12.26	30.93	9.44	0.00	40.87	33.44	1.39	8.05	0	0.19	8.05	0,74
0,25	0,5	1,39	12.28	30.98	9.45	0.00	41.57	34.83	1.42	8.04	0	0.28	8.04	1,09
0,25	0,5	1,49	12.43	31.02	9.57	0.00	40.48	34.38	1.44	8.13	0	0.37	8.13	1,23
0,25	0,5	1,49	12.45	31.07	9.59	0.00	39.16	35.45	1.40	8.19	0	0.30	8.19	1,03
0,25	0,5	1,49	12.46	31.11	9.60	0.00	38.17	34.26	1.35	8.24	0	0.22	8.24	0,69
0,25	0,5	1,49	12.48	31.15	9.61	0.00	39.79	32.42	1.46	8.15	0	0.22	8.15	0,81
0,25	0,5	1,49	12.49	31.19	9.62	0.00	40.48	32.89	1.46	8.16	0	0.28	8.16	0,98
0,25	0,5	1,49	12.50	31.22	9.63	0.00	40.35	33.99	1.49	8.13	0	0.41	8.13	1,46
0,25	0,5	1,49	12.51	31.26	9.64	0.00	41.64	34.04	1.50	8.14	0	0.29	8.14	1,13
0,25	0,5	1,49	12.52	31.29	9.64	0.00	40.10	35.45	1.38	8.26	0	0.21	8.26	0,80
0,25	0,5	1,49	12.53	31.31	9.65	0.00	39.28	32.78	1.56	8.09	0	0.37	8.09	1,37
0,25	0,5	1,49	12.54	31.34	9.66	0.00	38.66	32.89	1.54	8.12	0	0.26	8.12	1,03
0,25	0,5	1,49	12.55	31.36	9.66	0.00	39.41	31.46	1.51	8.16	0	0.28	8.16	0,98
0,25	0,5	1,49	12.56	31.38	9.67	0.00	39.66	32.09	1.52	8.15	0	0.28	8.15	1,04
0,25	0,5	1,49	12.56	31.40	9.67	0.00	40.23	32.89	1.47	8.20	0	0.27	8.20	0,98
0,25	0,5	1,49	12.57	31.42	9.68	0.00	40.61	33.33	1.50	8.17	0	0.27	8.17	1,06
0,25	0,5	1,49	12.57	31.43	9.68	0.00	41.00	33.00	1.48	8.20	0	0.26	8.20	0,98
0,25	0,5	1,49	12.57	31.44	9.68	0.00	40.87	32.89	1.55	8.13	0	0.22	8.13	0,93
0,25	0,5	1,49	12.58	31.45	9.68	0.00	41.51	33.22	1.57	8.12	0	0.31	8.12	1,27
0,25	0,5	1,49	12.58	31.45	9.69	0.00	42.50	33.77	1.56	8.12	0	0.19	8.12	0,92
0,25	0,5	1,49	12.58	31.46	9.69	0.00	42.63	34.60	1.55	8.14	0	0.24	8.14	1,07
0,25	0,5	1,49	12.58	31.46	9.69	0.00	40.23	35.45	1.46	8.23	0	0.34	8.23	1,30
0,25	0,5	1,49	12.58	31.46	9.69	0.00	40.48	34.72	1.43	8.26	0	0.23	8.26	0,89
0,25	0,5	1,49	12.58	31.45	9.68	0.00	41.70	33.44	1.53	8.15	0	0.30	8.15	1,18
0,25	0,5	1,49	12.57	31.44	9.68	0.00	42.76	33.89	1.57	8.11	0	0.25	8.11	1,11
0,25	0,5	1,49	12.57	31.43	9.68	0.00	41.57	36.38	1.59	8.09	0	0.50	8.09	2,32
0,25	0,5	1,49	12.57	31.42	9.68	0.00	40.35	35.68	1.45	8.22	0	0.32	8.22	1,25
0,25	0,5	1,49	12.56	31.41	9.67	0.00	42.37	33.66	1.50	8.17	0	0.24	8.17	0,99
0,25	0,5	1,49	12.56	31.39	9.67	0.00	42.50	35.17	1.54	8.13	0	0.29	8.13	1,26
0,25	0,5	1,49	12.55	31.37	9.66	0.00	42.37	36.38	1.60	8.06	0	0.35	8.06	1,72
0,25	0,5	1,49	12.54	31.35	9.66	0.00	41.97	36.27	1.45	8.20	0	0.23	8.20	1,03
0,25	0,5	1,49	12.53	31.33	9.65	0.00	45.08	34.60	1.61	8.04	0	0.23	8.04	1,15
0,25	0,5	1,41	12.41	31.30	9.56	0.00	46.63	36.38	1.66	7.90	0	0.30	7.90	1,62

0,25	0,5	1,41	12.40	31.27	9.55	0.00	45.01	36.67	1.65	7.90	0	0.35	7.90	1,89
0,25	0,5	1,41	12.39	31.24	9.54	0.00	40.61	35.11	1.36	8.18	0	0.30	8.18	1,04
0,25	0,5	1,41	12.38	31.21	9.53	0.00	40.35	34.95	1.35	8.18	0	0.19	8.18	0,73
0,25	0,5	1,41	12.37	31.17	9.52	0.00	41.13	36.50	1.42	8.10	0	0.39	8.10	1,55
0,25	0,5	1,41	12.35	31.13	9.51	0.00	42.63	35.68	1.39	8.12	0	0.25	8.12	1,01
0,25	0,5	1,41	12.34	31.09	9.50	0.00	43.44	35.57	1.42	8.08	0	0.26	8.08	1,08
0,25	0,5	1,41	12.32	31.05	9.49	0.00	41.97	36.38	1.36	8.13	0	0.35	8.13	1,25
0,25	0,5	1,41	12.31	31.00	9.48	0.00	42.76	35.80	1.42	8.06	0	0.22	8.06	0,97
0,25	0,5	1,41	12.29	30.95	9.46	0.00	43.91	36.15	1.48	7.99	0	0.27	7.99	1,24
0,25	0,5	1,41	12.27	30.90	9.45	0.00	44.46	35.91	1.50	7.95	0	0.28	7.95	1,30
0,25	0,5	1,41	12.25	30.85	9.44	0.00	42.90	35.17	1.44	8.00	0	0.23	8.00	0,99
0,25	0,5	1,41	12.23	30.79	9.42	0.00	43.17	36.27	1.47	7.95	0	0.26	7.95	1,19
0,25	0,5	1,41	12.21	30.74	9.40	0.00	38.98	35.91	1.29	8.11	0	0.32	8.11	0,92
0,25	0,5	1,41	12.19	30.68	9.39	0.00	40.61	34.60	1.40	7.99	0	0.19	7.99	0,76
0,25	0,5	1,41	12.17	30.61	9.37	0.00	42.23	34.60	1.47	7.90	0	0.21	7.90	0,93
0,25	0,5	1,41	12.15	30.55	9.35	0.00	44.19	34.72	1.54	7.82	0	0.19	7.82	0,96
0,25	0,5	1,41	12.12	30.48	9.34	0.00	44.19	35.80	1.56	7.78	0	0.22	7.78	1,13
0,25	0,5	1,41	12.10	30.41	9.32	0.00	45.57	35.41	1.65	7.67	0	0.23	7.67	1,25
0,25	0,5	1,41	12.07	30.34	9.30	0.00	44.05	36.03	1.56	7.74	0	0.41	7.74	1,83
0,25	0,5	1,41	12.05	30.26	9.28	0.00	42.37	36.62	1.47	7.81	0	0.34	7.81	1,48
0,25	0,5	1,41	12.02	30.19	9.26	0.00	41.97	36.62	1.41	7.85	0	0.22	7.85	0,96
0,25	0,5	1,41	11.99	30.11	9.24	0.00	42.76	36.62	1.38	7.86	0	0.29	7.86	1,11
0,25	0,5	1,41	11.96	30.03	9.21	0.00	43.64	35.52	1.45	7.76	0	0.22	7.76	0,97
0,25	0,5	1,41	11.94	29.94	9.19	0.00	42.50	35.91	1.41	7.78	0	0.30	7.78	1,17
0,25	0,5	1,41	11.90	29.86	9.17	0.00	42.90	36.03	1.38	7.78	0	0.23	7.78	0,92
0,25	0,5	1,41	11.87	29.77	9.14	0.00	43.91	35.80	1.44	7.70	0	0.19	7.70	0,87
0,25	0,5	1,41	11.84	29.68	9.12	0.00	43.77	36.15	1.53	7.59	0	0.25	7.59	1,19
0,25	0,5	1,41	11.81	29.58	9.09	0.00	42.23	35.68	1.45	7.64	0	0.29	7.64	1,17
0,25	0,5	1,41	11.77	29.49	9.07	0.00	43.50	35.91	1.56	7.50	0	0.27	7.50	1,30
0,25	0,5	1,41	11.74	29.39	9.04	0.00	43.77	35.91	1.58	7.46	0	0.27	7.46	1,32
0,25	0,5	1,33	11.59	29.29	8.93	0.00	45.01	36.15	1.55	7.38	0	0.22	7.38	1,15
0,25	0,5	1,33	11.56	29.19	8.90	0.00	45.36	36.27	1.50	7.40	0	0.23	7.40	1,14
0,25	0,5	1,33	11.52	29.08	8.87	0.00	45.15	36.91	1.46	7.41	0	0.23	7.41	1,13

0,25	0,5	1,33	11.48	28.97	8.84	0.00	44.46	38.00	1.49	7.35	0	0.31	7.35	1,57
0,25	0,5	1,33	11.44	28.86	8.81	0.00	41.26	34.72	1.32	7.49	0	0.21	7.49	0,72
0,25	0,5	1,33	11.40	28.75	8.78	0.00	39.28	33.99	1.30	7.48	0	0.18	7.48	0,59
0,25	0,5	1,33	11.36	28.64	8.75	0.00	41.84	34.38	1.39	7.36	0	0.20	7.36	0,79
0,25	0,5	1,33	11.32	28.52	8.72	0.00	43.50	35.06	1.50	7.22	0	0.27	7.22	1,17
0,25	0,5	1,33	11.28	28.40	8.68	0.00	39.16	36.38	1.40	7.29	0	0.38	7.29	1,40
0,25	0,5	1,33	11.24	28.28	8.65	0.00	41.00	34.60	1.35	7.30	0	0.21	7.30	0,75
0,25	0,5	1,33	11.19	28.16	8.62	0.00	42.37	34.11	1.45	7.17	0	0.22	7.17	0,88
0,25	0,5	1,33	11.15	28.03	8.58	0.00	43.64	35.63	1.48	7.10	0	0.26	7.10	1,14
0,25	0,5	1,33	11.10	27.91	8.55	0.00	45.36	36.03	1.51	7.03	0	0.30	7.03	1,38
0,25	0,5	1,33	11.06	27.78	8.51	0.00	43.37	35.91	1.42	7.09	0	0.24	7.09	0,98
0,25	0,5	1,33	11.01	27.65	8.48	0.00	42.50	37.51	1.40	7.08	0	0.33	7.08	1,35
0,25	0,5	1,33	10.96	27.51	8.44	0.00	43.37	35.68	1.45	6.99	0	0.21	6.99	0,94
0,25	0,5	1,33	10.91	27.38	8.40	0.00	42.90	34.83	1.60	6.80	0	0.26	6.80	1,22
0,25	0,5	1,33	10.86	27.24	8.36	0.00	41.84	34.04	1.57	6.79	0	0.22	6.79	1,01
0,25	0,5	1,33	10.81	27.10	8.32	0.00	43.09	34.11	1.55	6.77	0	0.22	6.77	0,98
0,25	0,5	1,33	10.76	26.96	8.29	0.00	43.17	34.72	1.53	6.76	0	0.21	6.76	0,94
0,25	0,5	1,33	10.71	26.82	8.25	0.00	41.64	35.17	1.39	6.86	0	0.32	6.86	1,06
0,25	0,5	1,33	10.66	26.67	8.21	0.00	41.78	35.52	1.40	6.81	0	0.28	6.81	1,01
0,25	0,5	1,33	10.60	26.52	8.16	0.00	42.90	35.68	1.50	6.66	0	0.28	6.66	1,19
0,25	0,5	1,33	10.55	26.38	8.12	0.00	42.23	34.38	1.56	6.57	0	0.22	6.57	0,99
0,25	0,5	1,33	10.49	26.22	8.08	0.00	42.37	34.60	1.53	6.55	0	0.20	6.55	0,89
0,25	0,5	1,33	10.44	26.07	8.04	0.00	42.37	35.06	1.46	6.57	0	0.18	6.57	0,77
0,25	0,5	1,33	10.38	25.92	7.99	0.00	42.37	34.60	1.49	6.51	0	0.18	6.51	0,78
0,25	0,5	1,33	10.32	25.76	7.95	0.00	42.37	34.83	1.45	6.50	0	0.20	6.50	0,81
0,25	0,5	1,33	10.27	25.60	7.91	0.00	41.64	35.17	1.49	6.41	0	0.32	6.41	1,23
0,25	0,5	1,33	10.21	25.44	7.86	0.00	41.26	34.60	1.51	6.35	0	0.33	6.35	1,22
0,25	0,5	1,33	10.15	25.28	7.82	0.00	41.13	34.38	1.53	6.29	0	0.26	6.29	1,02
0,25	0,5	1,24	9.97	25.12	7.68	0.00	40.61	34.38	1.44	6.24	0	0.24	6.24	0,92
0,25	0,5	1,24	9.91	24.95	7.63	0.00	41.44	33.89	1.43	6.21	0	0.17	6.21	0,68
0,25	0,5	1,24	9.85	24.79	7.59	0.00	40.35	35.68	1.37	6.22	0	0.27	6.22	0,95
0,25	0,5	1,24	9.79	24.62	7.54	0.00	38.91	33.89	1.38	6.15	0	0.23	6.15	0,76
0,25	0,5	1,24	9.73	24.45	7.49	0.00	39.04	33.11	1.42	6.07	0	0.16	6.07	0,61

0,25	0,5	1,24	9.67	24.28	7.44	0.00	39.16	32.42	1.42	6.02	0	0.11	6.02	0,47
0,25	0,5	1,24	9.60	24.11	7.40	0.00	40.61	32.63	1.44	5.96	0	0.19	5.96	0,70
0,25	0,5	1,24	9.54	23.94	7.35	0.00	40.35	33.33	1.39	5.96	0	0.17	5.96	0,61
0,25	0,5	1,24	9.48	23.76	7.30	0.00	41.13	33.33	1.41	5.89	0	0.19	5.89	0,68
0,25	0,5	1,24	9.41	23.59	7.25	0.00	41.38	34.26	1.50	5.75	0	0.23	5.75	0,92
0,25	0,5	1,24	9.35	23.41	7.20	0.00	41.84	33.66	1.48	5.72	0	0.22	5.72	0,84
0,25	0,5	1,24	9.28	23.23	7.15	0.00	42.23	33.99	1.49	5.66	0	0.21	5.66	0,84
0,25	0,5	1,24	9.22	23.05	7.10	0.00	42.63	34.60	1.48	5.62	0	0.19	5.62	0,77
0,25	0,5	1,24	9.15	22.88	7.05	0.00	41.70	35.68	1.41	5.63	0	0.23	5.63	0,84
0,25	0,5	1,24	9.08	22.69	6.99	0.00	38.36	35.17	1.29	5.70	0	0.13	5.70	0,41
0,25	0,5	1,24	9.02	22.51	6.94	0.00	39.66	35.57	1.40	5.54	0	0.23	5.54	0,81
0,25	0,5	1,24	8.95	22.33	6.89	0.00	41.26	33.66	1.44	5.45	0	0.22	5.45	0,76
0,25	0,5	1,24	8.88	22.15	6.84	0.00	42.10	34.38	1.49	5.34	0	0.21	5.34	0,83
0,25	0,5	1,24	8.81	21.97	6.79	0.00	42.63	35.41	1.46	5.33	0	0.23	5.33	0,88
0,25	0,5	1,24	8.74	21.78	6.73	0.00	40.87	33.99	1.44	5.29	0	0.21	5.29	0,74
0,25	0,5	1,24	8.68	21.60	6.68	0.00	38.29	34.60	1.34	5.35	0	0.27	5.35	0,69
0,25	0,5	1,24	8.61	21.41	6.63	0.00	39.04	33.33	1.39	5.24	0	0.14	5.24	0,47
0,25	0,5	1,24	8.54	21.23	6.57	0.00	38.66	33.55	1.36	5.21	0	0.15	5.21	0,47
0,25	0,5	1,24	8.47	21.04	6.52	0.00	37.51	34.15	1.34	5.18	0	0.09	5.18	0,33
0,25	0,5	1,24	8.40	20.85	6.47	0.00	38.00	33.55	1.37	5.10	0	0.15	5.10	0,46
0,25	0,5	1,24	8.33	20.67	6.41	0.00	39.41	32.78	1.43	4.99	0	0.13	4.99	0,46
0,25	0,5	1,24	8.26	20.48	6.36	0.00	39.66	33.11	1.43	4.93	0	0.15	4.93	0,52
0,25	0,5	1,24	8.19	20.29	6.31	0.00	38.66	33.89	1.36	4.95	0	0.15	4.95	0,44
0,25	0,5	1,24	8.12	20.11	6.25	0.00	35.33	33.11	1.25	5.00	0	0.06	5.00	0,21



**Υπολογισμός του ημερήσιου φυτικού συντελεστή  $K_c$  και της εξατμισοδιαπνοής καλλιεργειών**

<b>DATETIME</b>	<b><math>ET_o</math></b>	<b><math>F_w</math></b>	<b><math>K_{c_{ini}}(tab)</math></b>	<b><math>K_{c_{ini}}</math></b>	<b><math>ET_c</math></b>
20/04/2005	1.72	0,4	0,35	0,14	0,24
21/04/2005	1.62	0,4	0,35	0,14	0,23
22/04/2005	1.07	0,4	0,35	0,14	0,15
23/04/2005	0.87	0,4	0,35	0,14	0,12
24/04/2005	0.72	0,4	0,35	0,14	0,10
25/04/2005	0.73	0,4	0,35	0,14	0,10
26/04/2005	1.68	0,4	0,35	0,14	0,23
27/04/2005	0.94	0,4	0,35	0,14	0,13
28/04/2005	0.92	0,4	0,35	0,14	0,13
29/04/2005	2.92	0,4	0,35	0,14	0,41
30/04/2005	1.03	0,4	0,35	0,14	0,14
01/05/2005	0.99	0,4	0,35	0,14	0,14
02/05/2005	0.90	0,4	0,35	0,14	0,13
03/05/2005	0.89	0,4	0,35	0,14	0,12
04/05/2005	1.05	0,4	0,35	0,14	0,15
05/05/2005	1.27	0,4	0,35	0,14	0,18
06/05/2005	1.26	0,4	0,35	0,14	0,18
07/05/2005	1.51	0,4	0,35	0,14	0,21
08/05/2005	0.95	0,4	0,35	0,14	0,13
09/05/2005	1.17	0,4	0,35	0,14	0,16
10/05/2005	0.93	0,4	0,35	0,14	0,13
11/05/2005	1.37	0,4	0,35	0,14	0,19
12/05/2005	0.90	0,4	0,35	0,14	0,13
13/05/2005	0.54	0,4	0,35	0,14	0,08
14/05/2005	0.91	0,4	0,35	0,14	0,13
15/05/2005	1.08	0,4	0,35	0,14	0,15
16/05/2005	1.07	0,4	0,35	0,14	0,15
17/05/2005	1.06	0,4	0,35	0,14	0,15
18/05/2005	1.27	0,4	0,35	0,14	0,18
19/05/2005	1.13	0,4	0,35	0,14	0,16

<b>DATETIME</b>	<b><math>ET_o</math></b>	<b><math>h</math></b>	<b><math>K_{c_{mid}}(tab)</math></b>	<b><math>K_{c_{mid}}</math></b>	<b><math>ET_c</math></b>
12/07/2005	0.99	0,62	1,15	1.15	1,14
13/07/2005	1.19	0,65	1,15	1.16	1,39
14/07/2005	0.92	0,65	1,15	1.09	1,00
15/07/2005	0.76	0,65	1,15	1.13	0,86
16/07/2005	0.93	0,65	1,15	1.15	1,07
17/07/2005	0.96	0,65	1,15	1.17	1,12
18/07/2005	1.13	0,65	1,15	1.16	1,31
19/07/2005	1.25	0,65	1,15	1.18	1,47
20/07/2005	1.83	0,65	1,15	1.16	2,13
21/07/2005	1.48	0,68	1,15	1.14	1,69
22/07/2005	0.96	0,68	1,15	1.12	1,09
23/07/2005	1.11	0,68	1,15	1.13	1,26
24/07/2005	0.97	0,68	1,15	1.15	1,12
25/07/2005	1.17	0,68	1,15	1.13	1,32

26/07/2005	0.92	0,68	1,15	1.13	1,04
27/07/2005	0.87	0,68	1,15	1.14	0,99
28/07/2005	1.19	0,68	1,15	1.16	1,38
29/07/2005	1.17	0,68	1,15	1.14	1,34
30/07/2005	1.30	0,68	1,15	1.16	1,52
31/07/2005	1.32	0,68	1,15	1.16	1,53
01/08/2005	1.15	0,65	1,15	1.16	1,33
02/08/2005	1.14	0,65	1,15	1.16	1,32
03/08/2005	1.13	0,65	1,15	1.15	1,30
04/08/2005	1.57	0,65	1,15	1.17	1,84
05/08/2005	0.72	0,65	1,15	1.11	0,80
06/08/2005	0.59	0,65	1,15	1.10	0,65
07/08/2005	0.79	0,65	1,15	1.13	0,90
08/08/2005	1.17	0,65	1,15	1.16	1,36
09/08/2005	1.40	0,65	1,15	1.11	1,55
10/08/2005	0.75	0,63	1,15	1.12	0,83
11/08/2005	0.88	0,63	1,15	1.14	1,01
12/08/2005	1.14	0,63	1,15	1.15	1,32
13/08/2005	1.38	0,63	1,15	1.16	1,60
14/08/2005	0.98	0,63	1,15	1.14	1,12
15/08/2005	1.35	0,63	1,15	1.13	1,51
16/08/2005	0.94	0,6	1,15	1.15	1,08
17/08/2005	1.22	0,6	1,15	1.17	1,42
18/08/2005	1.01	0,6	1.15	1.16	1,18

<b>DATETIME</b>	<b>ET<sub>o</sub></b>	<b>h</b>	<b>Kc<sub>end</sub>(tab)</b>	<b>Kc<sub>end</sub></b>	<b>ET<sub>c</sub></b>
19/08/2005	0.98	0,6	0,7	0.71	0,69
20/08/2005	0.94	0,6	0,7	0.71	0,67
21/08/2005	1.06	0,6	0,7	0.67	0,71
22/08/2005	1.01	0,6	0,7	0.68	0,68
23/08/2005	1.19	0,6	0,7	0.71	0,85
24/08/2005	0.99	0,6	0,7	0.71	0,70
25/08/2005	0.89	0,6	0,7	0.70	0,62
26/08/2005	0.77	0,6	0,7	0.70	0,54
27/08/2005	0.78	0,6	0,7	0.69	0,54
28/08/2005	0.81	0,6	0,7	0.68	0,55
29/08/2005	1.23	0,6	0,7	0.69	0,85
30/08/2005	1.22	0,6	0,7	0.70	0,85
31/08/2005	1.02	0,6	0,7	0.69	0,70
01/09/2005	0.92	0,6	0,7	0.68	0,63
02/09/2005	0.68	0,58	0,7	0.69	0,47
03/09/2005	0.95	0,58	0,7	0.68	0,65
04/09/2005	0.76	0,58	0,7	0.68	0,51
05/09/2005	0.61	0,58	0,7	0.68	0,41
06/09/2005	0.47	0,58	0,7	0.68	0,32
07/09/2005	0.70	0,58	0,7	0.69	0,48
08/09/2005	0.61	0,55	0,7	0.68	0,41
09/09/2005	0.68	0,55	0,7	0.68	0,46
10/09/2005	0.92	0,55	0,7	0.71	0,65

11/9/2005	0.84	0,55	0,7	0.70	0,59
12/9/2005	0.84	0,55	0,7	0.70	0,58
13/9/2005	0.77	0,55	0,7	0.69	0,53
14/9/2005	0.84	0,55	0,7	0.67	0,57
15/9/2005	0.41	0,5	0,7	0.63	0,26
16/9/2005	0.81	0,5	0,7	0.68	0,55
17/9/2005	0.76	0,5	0,7	0.69	0,53
18/9/2005	0.83	0,5	0,7	0.70	0,58
19/9/2005	0.88	0,5	0,7	0.70	0,61
20/9/2005	0.74	0,5	0,7	0.69	0,51
21/9/2005	0.69	0,5	0,7	0.65	0,45
22/9/2005	0.47	0,5	0,7	0.67	0,31
23/9/2005	0.47	0,5	0,7	0.65	0,31
24/9/2005	0.33	0,5	0,7	0.64	0,21
25/9/2005	0.46	0,5	0,7	0.65	0,30
26/9/2005	0.46	0,5	0,7	0.67	0,31
27/9/2005	0.52	0,5	0,7	0.68	0,35
28/9/2005	0.44	0,5	0,7	0.65	0,29
29/9/2005	0.20	0,4	0,7	0.57	0,12