



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT ΓΙΑ ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΑΡΤΑΣ ΚΑΙ ΠΡΕΒΕΖΑΣ**

Φοιτήτριες:

Πανταζάτου Δήμητρα

Καρδάτου Μαρία

Επιβλέπων:

Τσιρογιάννης Ιωάννης

Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

Άρτα, Ιούνιος, 2017



**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT ΓΙΑ ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΑΡΤΑΣ ΚΑΙ ΠΡΕΒΕΖΑΣ**

Φοιτήτριες:

Πανταζάτου Δήμητρα

Καρδάτου Μαρία

Επιβλέπων:

Τσιρογιάννης Ιωάννης

Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

Άρτα, Ιούνιος, 2017

**THE USE OF CROPWAT FOR THE BASIC CROPS OF THE
PLAIN OF ARTA AND PREVEZA**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Η ημερομηνία και οι υπογραφές της επιτροπής βρίσκονται στο πρωτότυπο φύλλο εξέτασης πτυχιακής το οποίο κατατέθηκε στη γραμματεία του τμήματος

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Ιωάννης Τσιρογιάννης, MSc., PhD.
Αναπληρωτής Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Γεώργιος Μάνος, PhD
Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Γρηγόριος Βάρρας, PhD
Αναπληρωτής Καθηγητής

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος

Ιωάννης Σκούφος, PhD
Καθηγητής

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Πανταζάτου Δήμητρα

Καρδάτου Μαρία

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής για την δυνατότητα που μας έδωσε να πραγματοποιήσουμε την πτυχιακή μας εργασία, δείχνοντάς μας εμπιστοσύνη, καθώς και για την υπομονή που έκανε κατά την διάρκεια αυτής και την καθοδήγησή του στην επίλυση των όποιων προβλημάτων υπήρχαν. Η βοήθειά του στάθηκε πολύτιμη.

Ευχαριστίες απευθύνουμε επίσης σε όλους τους καθηγητές μας στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Άρτας για όλες τις γνώσεις που μας μετέδωσαν κατά την διάρκεια των ακαδημαϊκών μας χρόνων.

Τέλος, ένα εγκάρδιο ευχαριστώ στους γονείς μας για την στήριξη που μας έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια και τα εφόδια για να πετύχουμε τους στόχους μας και να υπερπηδήσουμε όλα τα εμπόδια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά την εκτίμηση των υδατικών αναγκών για τις βασικές καλλιέργειες στην πεδιάδα της Άρτας και της Πρέβεζας. Ο υπολογισμός έγινε χρησιμοποιώντας το CROPWAT, το οποίο είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο που έχει αναπτυχθεί από το Land and Water Development Division του FAO με σκοπό την εφαρμογή του «FAO PaperNo. 56 – Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements».

Με το CROPWAT μπορούν να εκτιμηθούν οι υδατικές ανάγκες καλλιεργειών με βάση κλιματικά και φυτικά δεδομένα. Επιπρόσθετα το CROPWAT δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης προγραμμάτων άρδευσης υπό διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων πρακτικών άρδευσης και την εκτίμηση της συμπεριφοράς των καλλιεργειών ανεξάρτητα του εάν εφαρμόζεται ή όχι άρδευση.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το CROPWAT συγκρίθηκαν με την Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989) που περιλαμβάνει όσα ισχύουν στην Ελλάδα για τον προσδιορισμό των ορίων χρήσης νερού ανά υδατικό διαμέρισμα και ανά κατηγορία καλλιέργειας.

Τα αποτελέσματα της πτυχιακής μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο μελετών για την διαχείριση νερού άρδευσης.

SUMMARY

This paper deals with the assessment of the water needs for the basic crops in the plain of Arta and Preveza. The calculation was done by using CROPWAT, which is a computerized tool developed by FAO's Land and Water Development Division to implement its "FAO Paper No. 56 - Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements."

With CROPWAT, aquatic crop needs can be estimated based on climatic and plant data. In addition, CROPWAT enables the development of irrigation programs under different cultivation practices. Finally, it can be used to evaluate the irrigation practices applied and assess the behavior of crops irrespective of whether or not irrigation is applied.

The results obtained from CROPWAT were compared with KYA. F16 / 6631/89 (Government Gazette 428 B / 1989) which includes the provisions in force in Greece for the determination of water use limits per water compartment and per category of cultivation.

The results of the dissertation can be exploited in the context of studies on irrigation water management.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
SUMMARY	7
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	9
ΕΙΚΟΝΕΣ / ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ CROPWAT	13
ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CLIMWATΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ CROPWAT	17
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΥΓΡΑΣΙΑ, ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ, ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΤΑΧ. ΑΝΕΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ	17
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	21
ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	24
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΆΡΤΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT	27
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ (ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑΣ).....	27
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ	32
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΗΔΙΚΗΣ-ΤΡΙΦΥΛΛΙΟΥ.....	35
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΙΑΣ.....	38
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT	41
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΙΑΣ.....	41
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	43
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΗΔΙΚΗΣ-ΤΡΙΦΥΛΛΙΟΥ.....	46
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ (ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑΣ, ΛΕΜΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑΣ).....	49
ΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989)	52
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	62

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Κλιματικές ζώνες Ελλάδας	15
Πίνακας 2 Κλιματικές τιμές για θερμοκρασίες και ύψη βροχόπτωσης για την Άρτα	16
Πίνακας 3 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για εσπεριδοειδή στην Άρτα	30
Πίνακας 4 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για ακτινίδιο στην Άρτα	34
Πίνακας 5 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για μηδική στην Άρτα	37
Πίνακας 6 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για καλλιέργεια ελιάς στην Άρτα	40
Πίνακας 7 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για ελιά στην Πρέβεζα	43
Πίνακας 8 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για αραβόσιτο στην Πρέβεζα	46
Πίνακας 9 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για μηδική στην Πρέβεζα ..	48
Πίνακας 10 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για εσπεριδοειδή στην Πρέβεζα	51
Πίνακας 11 Ανάγκες σε αρδευτικό νερό ανά κατηγορία καλλιεργειών για το υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989)	52
Πίνακας 12 Ποσοστά εκτίμησης ενεργού βροχόπτωσης	53

ΕΙΚΟΝΕΣ / ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Εικόνα 1 Αγροκλιματικά δεδομένα σε παγκόσμιο επίπεδο	14
Εικόνα 2 Χάρτης με κλιματικές ζώνες Ελλάδας	15
Εικόνα 3 Αρχείο μηνιαίων τιμών.....	19
Εικόνα 4 Αρχείο μηνιαίων τιμών .PEN όπως παράγεται από τη βάση δεδομένων CLIMWAT20	
Εικόνα 5 Ανεξάρτητα κατασκευασμένο αρχείο εισαγωγής κλιματικών δεδομένων βροχόπτωσης	22
Εικόνα 6 Τα κλιματικά δεδομένα βροχόπτωσης στο CROPWAT	23
Εικόνα 7 Παράθυρο εισαγωγής εδαφικών παραμέτρων (με δεδομένα για έδαφος μέσης σύστασης).....	24
Εικόνα 8 Διαθέσιμοι τύποι εδάφους στο CROPWAT	24
Εικόνα 9 Διερεύνηση σε αρχείο FAO	25
Εικόνα 10 Διερεύνηση σε FAO paper 56 για χαρακτηριστικά καλλιέργειας	26
Εικόνα 11 Καλλιέργεια πορτοκαλιάς	27
Εικόνα 12 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (πορτοκαλιάς και μανταρινιάς)	28
Εικόνα 13 Καλλιεργητικά δεδομένα πορτοκαλιάς και μανταρινιάς για την περιοχή της Άρτας	29
Εικόνα 14 Αποτελέσματα για καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς.....	31
Εικόνα 15 Καλλιέργεια ακτινιδίου στην Άρτα.....	32
Εικόνα 16 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων για το ακτινίδιο.	32
Εικόνα 17 Καλλιεργητικά δεδομένα για την καλλιέργεια ακτινιδίου για την περιοχή της Άρτας	33
Εικόνα 18 Αποτελέσματα των αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια ακτινιδίου	34
Εικόνα 19 Άρδευση καλλιέργειας μηδικής	35
Εικόνα 20 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (μηδικής)	35
Εικόνα 21 Καλλιεργητικά δεδομένα μηδικής για την περιοχή της Άρτας	36
Εικόνα 22 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της μηδικής	37
Εικόνα 23 Υδροληψία συλλογικού δικτύου σε καλλιέργεια ελιάς στην Άρτα.....	38
Εικόνα 24 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων	38
Εικόνα 25 Καλλιεργητικά δεδομένα ελιάς για την περιοχή της Άρτας.....	39
Εικόνα 26 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την ελιά.....	40
Εικόνα 27 Πεδιάδα της Πρέβεζας	41
Εικόνα 28 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων για την περιοχή της Πρέβεζας	42
Εικόνα 29 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της ελιάς	43
Εικόνα 30 Άρδευση καλλιέργειας αραβόσιτου.....	44
Εικόνα 31 Καλλιεργητικά δεδομένα για τον αραβόσιτο.....	44
Εικόνα 32 Καλλιεργητικά δεδομένα για τον αραβόσιτο, στην περιοχή της Πρέβεζας	45
Εικόνα 33 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό, του αραβόσιτου	45
Εικόνα 34 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (μηδικής)	46
Εικόνα 35 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων μηδικής για την περιοχή της Πρέβεζας	47
Εικόνα 36 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της μηδικής	48
Εικόνα 37 Καλλιέργεια μανταρινιάς	49
Εικόνα 38 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων πορτοκαλιάς και μανταρινιάς	49

Εικόνα 39 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων για την καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς	50
Εικόνα 40 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς	50
Εικόνα 41 Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας	54
Εικόνα 42 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Άρτα (ανά μήνα)	55
Εικόνα 43 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Άρτα (σύνολο αρδευτικής περιόδου).....	57
Εικόνα 44 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Πρέβεζα (ανά μήνα)	58
Εικόνα 45 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Πρέβεζα (σύνολο αρδευτικής περιόδου).....	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι το 80% των υδατικών πόρων χρησιμοποιείται για άρδευση (Τσοτσόλης, 2008) και για το λόγο αυτό η γνώση των καλλιεργειών σε νερό και ο βέλτιστος προγραμματισμός των αρδεύσεων αποτελεί έναν-ολοένα και αυξανόμενης σημασίας-καλλιεργητικό στόχο (Οδηγία 2000/60/ΕΚ). Ο επαρκής εφοδιασμός των καλλιεργειών με νερό οδηγεί σε αποτελεσματικότερη χρήση του, βοηθά τα φυτά να αποφύγουν ή να ξεπεράσουν καταστάσεις καταπόνησης και αυξάνει την παραγωγή (Allen κ.α., 1998). Η μεγάλη πλειοψηφία των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης βασίζεται στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής με βάση ισοζύγια ενέργειας και μάζας (Allen κ.α., 1998; Donatelli κ.α., 2006) και καταλήγει σε προτάσεις σχετικά με τη συχνότητα και τη διάρκεια των αρδευτικών γεγονότων.

Για τον προσδιορισμό των ορίων χρήσης νερού ανά υδατικό διαμέρισμα και ανά κατηγορία καλλιέργειας ισχύει η Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989).

Τα τελευταία έτη υπάρχουν πολλά παραδείγματα ανάπτυξης στατικού ή δυναμικού λογισμικού με σκοπό την υποστήριξη των γεωπόνων στον υπολογισμό εξατμισοδιαπνοής και αναγκών των φυτών σε νερό στο πλαίσιο σχεδιασμού και διαχείρισης αρδευτικών συστημάτων. Τέτοιο πρόγραμμα είναι το CROPWAT (FAO, 2017).

Η αξιολόγηση των εργαλείων αυτών έχει να επιδείξει εντυπωσιακά αποτελέσματα, μιας και αναφέρεται μείωση της κατανάλωσης νερού σε επίπεδα του 20% για ελαιοκαλλιέργεια στην Κρήτη (Χαρτζουλάκης κ.α., 2007), του 15-45% για αγροτικές καλλιέργειες στην Μακεδονία (Αραμπατζής και Μαλιτσιδου, 2009) και του 44% για άρδευση χώρων πράσινου στην Καλιφόρνια (CIMIS, 2011).

Αξίζει να αναφερθεί ότι στην περιοχή της Άρτας λειτουργεί σε επιχειρησιακό επίπεδο από την αρδευτική περίοδο του 2016 το συλλογικό σύστημα υποβοήθησης λήψης αποφάσεων σχετικά με την άρδευση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ETCPGR-IT 2007-2013 IRMA.

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ CROPWAT

Το CROPWAT είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο που βοηθά στη διαχείριση της άρδευσης. Έχει αναπτυχθεί από το Land and Water Development Division του FAO και η τρέχουσα έκδοσή του είναι η 8.0. (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html). Με το πρόγραμμα μπορούν να υπολογιστούν οι υδατικές ανάγκες καλλιεργειών με βάση κλιματικά και φυτικά δεδομένα. Επιπρόσθετα το CROPWAT δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης προγραμμάτων άρδευσης υπό διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων πρακτικών άρδευσης και την εκτίμηση της συμπεριφοράς των καλλιεργειών ανεξάρτητα του εάν εφαρμόζεται ή όχι άρδευση. Το πρόγραμμα ουσιαστικά εφαρμόζει τις διαδικασίες που περιγράφονται σε δύο οδηγούς της σειράς Irrigation and Drainage του FAO και συγκεκριμένα του «No. 33 – Yield response to water» (FAO, 1979) και του «No. 56 – Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing cropwater requirements» (Allen κ.α., 1988).

Για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό το CROPWAT χρειάζεται μία σειρά από εδαφικά, φυτικά και κλιματικά δεδομένα. Το πρόγραμμα είναι εξ'αρχής εφοδιασμένο με κάποια ενδεικτικά σχετικά δεδομένα. Αυτά προτείνεται να χρησιμοποιούνται μόνο όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την περιοχή ενδιαφέροντος που να αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές συνθήκες που ισχύουν για εκεί. Μία ακόμη δυνατότητα –για την περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα κλιματικά δεδομένα για την ειδική περιοχή ενδιαφέροντος- είναι να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τη βάση κλιματικών δεδομένων CLIMWAT (τρέχουσα έκδοση 2.0) που αναπτύσσει ο FAO. Η βάση αυτή περιλαμβάνει δεδομένα για πάνω από 5.000 μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλο τον κόσμο.

Η ανάπτυξη προγραμμάτων άρδευσης στο CROPWAT βασίζεται στην κατάρτιση ισοζυγίου νερού για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου.

Η εκτίμηση των απαιτήσεων νερού μπορεί να γίνει σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης, περιοχής (υδρολογικής υπολεκάνης ή και λεκάνης). Ένας υπολογισμός περιοχής λαμβάνει υπόψη το χωρικό ποσοστό των καλλιεργειών που ορίζει ο χρήστης, ενώ μπορεί να περιλαμβάνει έως και 20 διαφορετικά είδη καλλιεργειών.

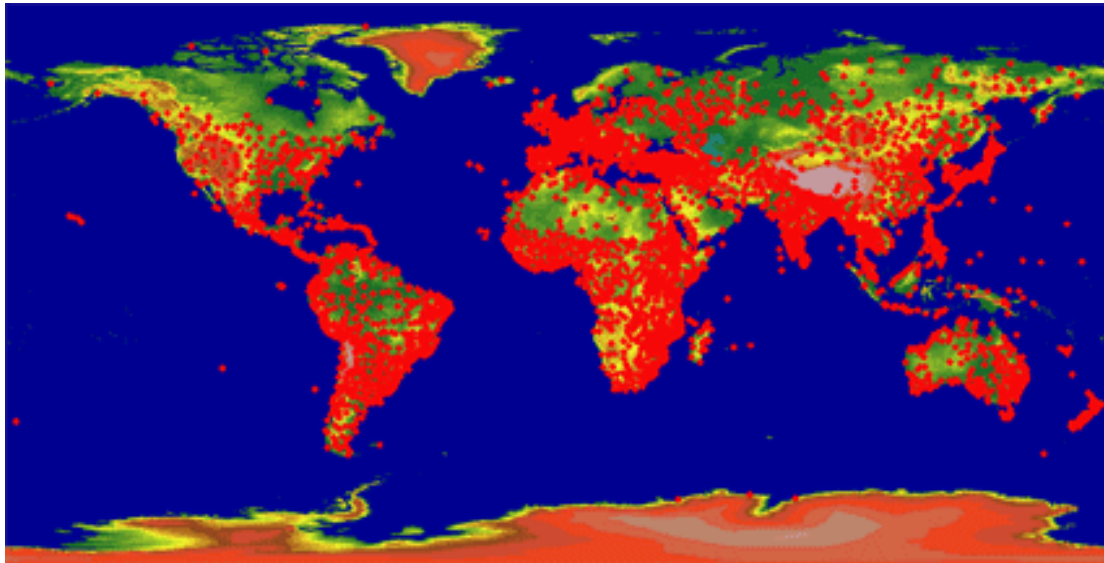
Τα κύρια χαρακτηριστικά του CROPWAT (έκδοση 8.0 για Windows) είναι τα ακόλουθα:

1. Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_0) με χρήση κλιματικών δεδομένων σε χρονικό επίπεδο μήνα, δεκαήμερου και ημέρας.
2. Δυνατότητα εκτίμησης κλιματικών πληροφοριών όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες σχετικές τιμές.
3. Κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης (μέσω υδατικών ισοζυγίων) σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης και περιοχής με εκτεταμένες δυνατότητες ρυθμίσεων από το χρήστη.
4. Πίνακες αποτελεσμάτων ημερήσιου ισοζυγίου νερού για όλη την καλλιεργητική περίοδο.
5. Γραφικές παρουσιάσεις δεδομένων και αποτελεσμάτων (ανάγκες καλλιεργειών σε νερό και προγράμματα άρδευσης).

6. Εύκολη εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων μέσω του πρόχειρου (clipboard) των Windows ή αρχείων χαρακτήρων ASCII.

ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CLIMWAT ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η CLIMWAT είναι μία βάση κλιματικών δεδομένων (τρέχουσα έκδοση 2.0, http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html) που έχει αναπτυχθεί ειδικά για χρήση στο πλαίσιο του CROPWAT. Είναι αποτέλεσμα συνεργασίας των τμημάτων Water Development and Management Unit και Climate Change and Bioenergy Unit του FAO και περιλαμβάνει αγροκλιματικά δεδομένα για πάνω από 5.000 μετεωρολογικούς σταθμούς σε παγκόσμιο επίπεδο (Εικόνα 1). Από αυτούς οι 24 βρίσκονται στην Ελλάδα.



Εικόνα 1 Αγροκλιματικά δεδομένα σε παγκόσμιο επίπεδο

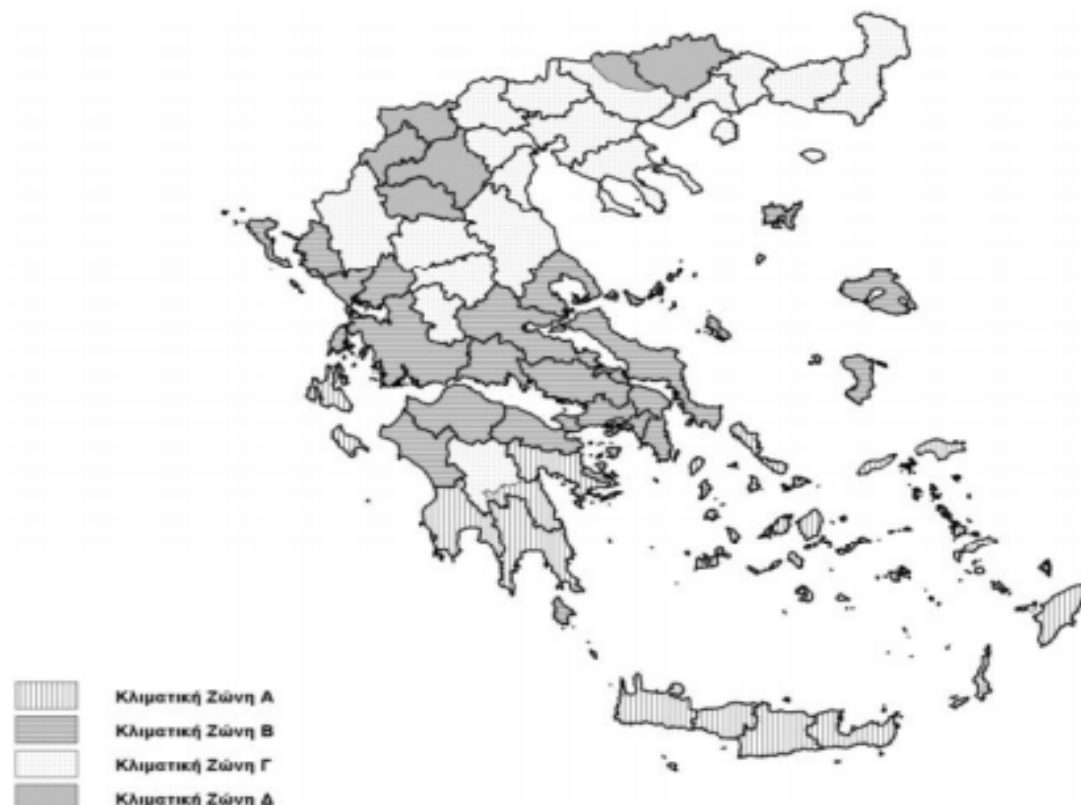
Η CLIMWAT παρέχει κλιματικά δεδομένα 15-30 ετών που αφορούν μηνιαίες τιμές των ακόλουθων παραμέτρων:

- Μέση ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία σε °C
- Μέση ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία σε °C
- Μέση σχετική υγρασία σε %
- Μέση ταχύτητα ανέμου σε km/day
- Μέσο ημερήσιο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας σε h
- Μέση ηλιακή ακτινοβολία σε MJ/m²/day
- Μηνιαία βροχόπτωση σε mm/month
- Μηνιαία ενεργή βροχόπτωση σε mm/month
- Δυνητική εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (υπολογισμένη σύμφωνα με τη μέθοδο Penman-Monteith) σε mm/day.

Όπως αναφέρθηκε, το CLIMWAT περιλαμβάνει αγροκλιματικά δεδομένα μονάχα για 24 μετεωρολογικούς σταθμούς στην Ελλάδα. Η Άρτα, καθώς και η Πρέβεζα, δεν είναι μέσα σε αυτούς. Επομένως, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε στοιχεία από κάποιον σταθμό που

υπάρχει διαθέσιμος στο CLIMWAT και τα στοιχεία του είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερα με αυτά της υπό μελέτη περιοχής.

Σύμφωνα με μία σχετική τεχνική οδηγία (ΤΕΕ - ΥΠΕΚΑ, 2012), η ελληνική επικράτεια χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Εικόνα 2, Πίνακας 1). Στον παρακάτω πίνακα προσδιορίζονται οι νομοί καταταγμένοι στις ζώνες αυτές και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση.



Εικόνα 2 Χάρτης με κλιματικές ζώνες Ελλάδας

Παρατηρούμε, ότι τόσο η Άρτα όσο και η Πρέβεζα ανήκουν στην Β κλιματική ζώνη. Οπότε, ανατρέχουμε στις υπόλοιπες πόλεις της ζώνης αυτής, ώστε να βρούμε αυτές που υπάρχουν δεδομένα τους στο CLIMWAT. Καταλήγουμε στην Πάτρα και στην Κέρκυρα. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να διαλέξουμε ανάμεσα στις δύο με βάση την μηνιαία βροχόπτωση. Συμβουλευόμαστε την ιστοσελίδα της ΕΜΥ για τα κλιματολογικά δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας(ΕΜΥ, 2017), πληκτρολογούμε στην αναζήτηση ξεχωριστά την κάθε μία πόλη (Άρτα-Πρέβεζα, Πάτρα, Κέρκυρα) και βρίσκουμε τα ύψη μηνιαίας βροχόπτωσης.

Πίνακας 1 Κλιματικές ζώνες Ελλάδας

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Για κάθε μια πόλη, προκύπτει ένας πίνακας με τα ύψη βροχής. Για παράδειγμα ο Πίνακας 2, παρουσιάζει τα μέσα ύψη βροχής ανά μήνα για την Άρτα.

Πίνακας 2Κλιματικές τιμές για θερμοκρασίες και ύψη βροχόπτωσης για την Άρτα

Μήνας	Ελάχιστη θερμοκρασία °C	Μέγιστη θερμοκρασία °C	Ύψος βροχής mm month ⁻¹
Ιαν	4,70	13,30	131,80
Φεβ	5,20	14,00	135,00
Μαρ	7,00	16,70	93,80
Απρ	9,90	20,10	81,50
Μαϊ	13,90	25,00	58,50
Ιουν	17,30	29,10	21,80
Ιουλ	19,50	31,80	12,60
Αυγ	19,90	32,00	17,20
Σεπ	17,10	29,00	43,50
Οκτ	13,40	24,10	115,40
Νοε	9,40	19,00	186,00
Δεκ	6,00	14,90	187,50

Προσθέτουμε την μέση βροχόπτωση κάθε μήνα και έχουμε το ετήσιο ύψος βροχής: 131,8 + 135 + 93,8 + 81,5 + 58,5 + 21,8 + 12,6 + 17,2 + 43,5 + 115,4 + 186 + 187,5=1084,6 mm.

Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε και για τις υπόλοιπες πόλεις. Έτσι προκύπτει ότι η μέση μηνιαία βροχόπτωση για την Κέρκυρα είναι 1097,3 mmκαι για την Πάτρα είναι 662,7mm. Είναι σαφές πλέον ότι πιο κοντά στα ποσοστά της Άρτας είναι η Κέρκυρα. Επομένως για την εργασίας μας θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Κέρκυρας.

Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κλιματικά δεδομένα από την τον Κλιματολογικό Χάρτη Ελλάδας (EMY, 2017β).

Ξεκινάμε χρησιμοποιώντας το Climwat. Επιλέγουμε ως χώρα την Ελλάδα και έπειτα από τους 24 συνολικά σταθμούς, την Κέρκυρα. Επιλέγεται Export Selected Stations από το οριζόντιο μενού και εμφανίζεται παράθυρο καθορισμού χαρακτηριστικών. Αφού γίνουν επιλογές φακέλου προορισμού, επιλέγεται: <<Export. PEN and. CLI files>> για εξαγωγή δεδομένων. Δημιουργούνται δύο αρχεία. Το CLI περιέχει κλιματικά δεδομένα βροχόπτωσης και ενεργού βροχόπτωσης σε mm/month και το PEN μηνιαίους μέσους όρους κλιματικών παραμέτρων. Αυτό περιλαμβάνει και συντεταγμένες θέσης και υψόμετρο. Έπειτα, εισάγουμε τα δεδομένα στο Cropwat.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ CROPWAT

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΥΓΡΑΣΙΑ, ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ, ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΤΑΧ. ΑΝΕΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Όσο αφορά τα βασικά κλιματικά δεδομένα (πλην της βροχής) πρέπει να τονιστεί ότι ενώ το CLIMWAT παράγει αρχεία μέσω μηνιαίων τιμών (αρχεία .PEN) στο CROPWAT μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά 3 τύποι αρχείων κλιματικών δεδομένων (Struzik, 2001):

- μέσω μηνιαίων τιμών κλιματικών δεδομένων από CLIMWAT (*.pen)
- μετρημένα κλιματικά δεδομένα για υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_o) με βάση τη μέθοδο Penman-Monteith:
 1. μετρημένων μέσω μηνιαίων τιμών (*.pem)
 2. μετρημένων μέσω τιμών δεκαημέρου (*.pec)
 3. μετρημένων μέσω ημερήσιων τιμών (*.ped)
- μετρημένων τιμών εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_o):
 1. μέσες μηνιαίες τιμές ET_o (*.pmm)
 2. μέσες τιμές δεκαημέρου ET_o (*.pmc)
 3. μέσες ημερήσιες τιμές ET_o (*.pmd)

Οι βασικές κλιματικές παράμετροι που είναι αναγκαίες για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής από το CROPWAT είναι οι:

- συντεταγμένες (WGS 1984) και υψόμετρο (m) χαρακτηριστικού σημείου της περιοχής ή του μετεωρολογικού σταθμού
- μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C),
- μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C),
- μέση σχετική υγρασία ή έλλειμμα πίεσης κορεσμού (% ή kPa),
- μέση ταχύτητα ανέμου (σε ύψος 2 m) (km/day ή m/s),
- ημερήσιες ώρες ηλιοφάνειας (hours), ή % ημέρας ή λόγος ηλιοφάνειας

Εναλλακτικά μπορεί να γίνει εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς από το πρόγραμμα μόνο με στοιχεία θέσης και θερμοκρασίας (μέσες μέγιστες και ελάχιστες τιμές, μέθοδος Hargreaves).

Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίζεται η ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς με βάση την προσέγγιση FAO Penman-Monteith (σε mm/ημέρα ή mm/period).

Όπως αναφέρθηκε ήδη, η βάση δεδομένων CLIMWAT παράγει αρχεία μηνιαίων τιμών κλιματικών παραμέτρων τύπου .PEN τα οποία στην συνέχεια μπορούν να εισαχθούν στο CROPWAT αφού επιλεγεί Climate/ETo από την κατακόρυφη γραμμή επιλογών και στην συνέχεια Open από την οριζόντια γραμμή εργαλείων.

Monthly ETo Penman-Monteith - D:\KERKYRA.pen

Country: Location 24 Station: KERKYRA

Altitude: 4 m. Latitude: 39.61 °N Longitude: 19.91 °E

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	5.1	13.9	72	233	3.1	6.4	1.42
February	5.7	14.2	71	259	3.5	8.6	1.74
March	6.8	16.2	72	233	4.4	12.1	2.19
April	9.3	19.2	72	199	6.5	17.4	2.97
May	12.9	23.8	68	164	8.5	21.8	4.05
June	16.4	27.9	61	173	10.0	24.6	5.18
July	18.3	30.9	56	164	11.6	26.4	5.92
August	18.6	31.1	57	156	10.5	23.2	5.35
September	16.5	27.8	67	156	8.0	17.3	3.81
October	13.4	23.2	72	181	5.9	11.7	2.50
November	9.8	18.8	74	233	3.4	7.0	1.77
December	6.7	15.4	77	242	2.4	5.3	1.34
Average	11.6	21.9	68	199	6.5	15.1	3.19

Εικόνα 3 Αρχείο μηνιαίων τιμών

KERKYRA.pem - Σημειωματάριο

Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια

"Location 24", "KERKYRA", "4.00", "39.61", "19.91"
 "03"

5.1	13.9	72.0	233.3	3.1	6.4	1.42
5.7	14.2	71.4	259.2	3.5	8.6	1.74
6.8	16.2	71.9	233.3	4.4	12.1	2.19
9.3	19.2	71.5	198.7	6.5	17.4	2.97
12.9	23.8	67.6	164.2	8.5	21.8	4.05
16.4	27.9	61.4	172.8	10.0	24.6	5.18
18.3	30.9	56.3	164.2	11.6	26.4	5.92
18.6	31.1	57.3	155.5	10.5	23.2	5.35
16.5	27.8	66.6	155.5	8.0	17.3	3.81
13.4	23.2	72.4	181.4	5.9	11.7	2.50
9.8	18.8	74.4	233.3	3.4	7.0	1.77
6.7	15.4	76.6	241.9	2.4	5.3	1.34

Εικόνα 4 Αρχείο μηνιαίων τιμών .PEN όπως παράγεται από τη βάση δεδομένων CLIMWAT

Δεδομένα μπορούν να πληκτρολογηθούν σε ένα νέο κατάλληλα επιλεγμένο πίνακα κλιματικών δεδομένων (New). Όταν συμπληρωθεί ο πίνακας (με τα στοιχεία που απαιτούνται από την μέθοδο και στις μονάδες που έχουν επιλεγεί (Options) και δοθεί το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος της θέσης του σταθμού το πρόγραμμα υπολογίζει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς με τη μέθοδο που έχει επιλεγεί (Options).

Για δεκαδικά χρησιμοποιούμε τελεία (.).

Γραμμές, στήλες ή ολόκληρος πίνακας μπορούν να επικολληθούν. Η επικόλληση θα ξεκινήσει από το ενεργό κελί. Τα δεδομένα πρέπει να έχουν αντιγραφεί ή αποκοπεί από Excel ή από οποιοδήποτε ASCII αρχείο με την προϋπόθεση ότι οι στήλες χωρίζονται με Tab και οι γραμμές με Enter. Η επικόλληση αφορά μόνο δεδομένα και όχι γραμμές ή στήλες κεφαλίδων. Αφού εισαχθούν τα απαραίτητα κλιματικά δεδομένα και πληροφορίες θέσης το πρόγραμμα υπολογίζει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς με τη μέθοδο που έχει επιλεγεί (Options).

Ο πίνακας που προκύπτει σε κάθε περίπτωση μπορεί να αποθηκευτεί (Save).

Εναλλακτικά μπορούν να εισαχθούν ή να επικολληθούν (σε αρχείο κατάλληλου τύπου) μόνο δεδομένα εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_o) που αποτελεί και το τελικό δεδομένο που χρειάζεται το CROPWAT.

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Όσο αφορά τα δεδομένα βροχής πρέπει να τονιστεί ότι ενώ το CLIMWAT παράγει αρχεία μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και ενεργού βροχόπτωσης (αρχεία .CLI) στο CROPWAT μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά 4 τύποι αρχείων βροχόπτωσης (σε mm/περίοδο αναφοράς) (Struzik, 2001):

- μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης από CLIMWAT (*.cli)
- μετρημένης μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης (*.crm)
- μετρημένης μέσης βροχόπτωσης δεκαημέρου (*.crc)
- μετρημένης μέσης ημερήσιας βροχόπτωσης (*.crd)

Όλα τα αρχεία βροχόπτωσης έχουν τέσσερα βασικά συστατικά:

1. το όνομα του σταθμού σε εισαγωγικά
2. τον κωδικό της μεθόδου υπολογισμού της ενεργού βροχόπτωσης (1-4)
3. τον κωδικό της χρονικής περιόδου αναφοράς (1-3, 1 ημέρα, 2 δεκαήμερο και 3 μήνας) (αυτός ο κωδικός δεν υπάρχει στα αρχεία .CLI του CLIMWAT όπου εξ'ορισμού η περίοδος αναφοράς είναι ο μήνας)
4. πίνακα με 12 γραμμές (μία για κάθε μήνα: Ιαν-Δεκ) και 2 τουλάχιστον στήλες από τις οποίες η πρώτη έχει τα δεδομένα της βροχόπτωσης (σε mm/περίοδο αναφοράς) και η δεύτερη τα αντίστοιχα δεδομένα της ενεργού βροχόπτωσης (σε mm/περίοδο αναφοράς)

Η ενεργός βροχόπτωση μπορεί να υπολογιστεί με διάφορες μεθόδους (Struzik, 2001; Μυϊοζ και Grieser, 2006; FAO, 2011). Στην συνέχεια αναφέρονται οι 4 μέθοδοι (η αρίθμηση αντιστοιχεί στον κωδικό που πρέπει να υπάρχει στο αρχείο):

1. Μέθοδος σταθερού ποσοστού (Fixed percentage)
2. Εξαρτώμενη βροχόπτωση (εξίσωση Dependable rainfall, FAO/AGLW)
3. Εμπειρική μέθοδος (Empirical formula)
4. Μέθοδος του USDA Soil Conservation Service

Αναλυτικές εξισώσεις για τον υπολογισμό με βάση τις μεθόδους αυτές παρατίθενται στην βιβλιογραφία αλλά και στη βοήθεια του CROPWAT (λήμματα: Rain options και Effective Rainfall). Η επιβεβαίωση της χρήσης της ζητούμενης μεθόδου ή η αλλαγή της μπορεί να γίνει από το την επιλογή Options που είναι διαθέσιμη στο παράθυρο εισαγωγής δεδομένων βροχής (Rain) του CROPWAT.

Δεδομένα βροχόπτωσης μπορούν απλά να πληκτρολογηθούν στα κατάλληλα κελιά ενός νέου πίνακα βροχής. Η ενεργός βροχόπτωση υπολογίζεται με βάση τις επιλογές που έχουν γίνει (Options).

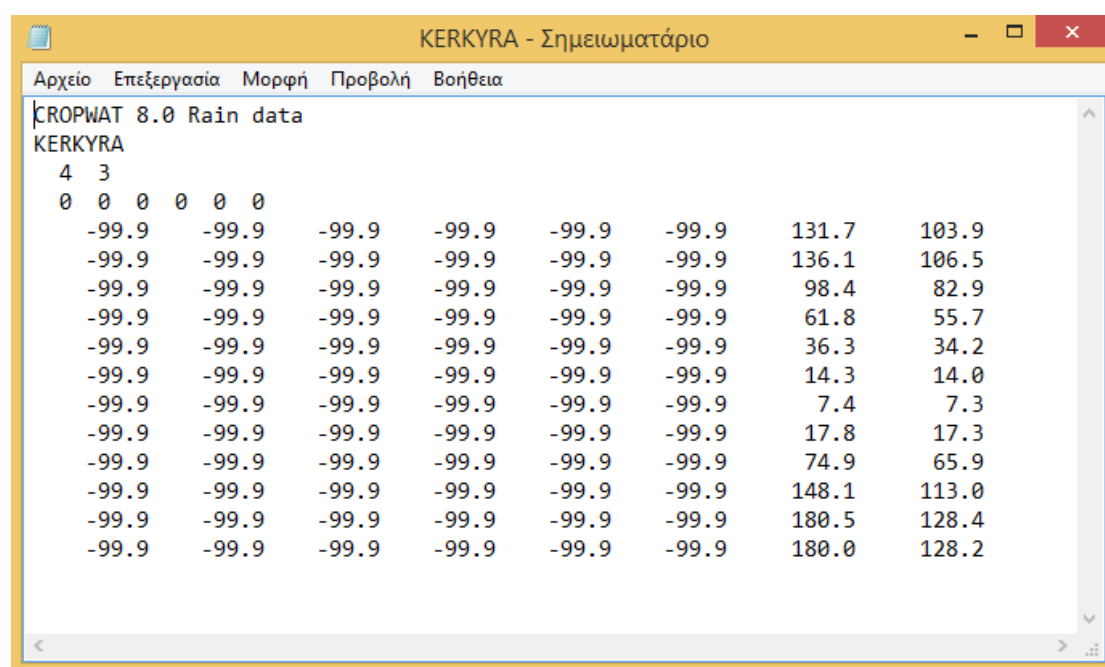
Όσο αφορά την επικόλληση, από το μενού File, επιλέγουμε New->Rain->(Monthly/Decade/Daily) και εμφανίζεται ο αντίστοιχα διαμορφωμένος πίνακας για εισαγωγή δεδομένων ανά μήνα. Από την επιλογή Options (στη οριζόντια γραμμή εργαλείων) επιλέγουμε την μέθοδο υπολογισμού της ενεργού βροχόπτωσης (χρειάζεται για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό, ενώ υπάρχει και επιλογή να μην λαμβάνεται υπόψη η βροχόπτωση στους υπολογισμούς αυτούς). Με δεξί κλικ και

επικόλληση πάνω από την περιοχή του πίνακα που μας ενδιαφέρει κάνουμε επικόλληση των δεδομένων στον πίνακα (προσοχή για δεκαδικά χρησιμοποιούμε . και όχι ,)

Ο πίνακας που προκύπτει σε κάθε περίπτωση μπορεί να αποθηκευτεί (Save).

Όπως αναφέρθηκε ήδη η βάση δεδομένων CLIMWAT παράγει αρχεία μηνιαίας βροχόπτωσης τύπου .CLI τα οποία στην συνέχεια μπορούν να εισαχθούν στο CROPWAT αφού επιλεγεί Rain από την κατακόρυφη γραμμή επιλογών και στην συνέχεια Open από την οριζόντια γραμμή εργαλείων.

Εναλλακτικά τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε αρχείο ASCII με κατάλληλη μορφοποίηση και επέκταση ονόματος το οποίο μπορεί να εισαχθεί απευθείας στο CROPWAT. Στην συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικά η μορφή ενός τέτοιου αρχείου για δεδομένα δεκαημέρου (επιλέχθηκε αυτή η χρονική περίοδος γιατί είναι αυτή που χρησιμοποιεί το CROPWAT για υπολογισμούς αναγκών καλλιεργειών σε νερό).



```
CROPWAT 8.0 Rain data
KERKYRA
4 3
0 0 0 0 0 0
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 131.7 103.9
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 136.1 106.5
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 98.4 82.9
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 61.8 55.7
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 36.3 34.2
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 14.3 14.0
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 7.4 7.3
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 17.8 17.3
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 74.9 65.9
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 148.1 113.0
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 180.5 128.4
-99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 -99.9 180.0 128.2
```

Εικόνα 5 Ανεξάρτητα κατασκευασμένο αρχείο εισαγωγής κλιματικών δεδομένων βροχόπτωσης

Στην Εικόνα 5 φαίνεται το αρχείο, τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι τα ακόλουθα:

- το όνομά του έχει επέκταση CRC (που αντιστοιχεί στο αρχείο δεκαημέρου)
- στην πρώτη γραμμή αναφέρεται το περιεχόμενό του αρχείου (δεν αλλάζει)
- στη δεύτερη γραμμή υπάρχει το όνομα του μετεωρολογικού σταθμού ή της περιοχής

- στην τρίτη γραμμή αναφέρεται ο κωδικός μεθόδου υπολογισμού της ενεργού βροχόπτωσης και ο κωδικός της χρονικής περιόδου αναφοράς,
- στην τέταρτη γραμμή υπάρχει μία σειρά από 6 μηδενικά,
- στις επόμενες 12 γραμμές που αντιστοιχούν στους 12 μήνες του έτους (Ιαν-Φεβ) οι 6 πρώτες στήλες αντιστοιχούν ανά ζεύγη στα 3 δεκαήμερα που έχει κάθε μήνας. Η πρώτη στήλη κάθε ζεύγους έχει τιμές βροχόπτωσης σε mm/δεκαήμερο ενώ η δεύτερη έχει 0 και ουσιαστικά αντιστοιχεί στην τιμή ενεργής βροχόπτωσης που θα υπολογιστεί από το CROPWAT. Οι έβδομη και η όγδοη στήλη είναι θέσεις για αθροιστικά δεδομένα που θα υπολογιστούν από το CROPWAT (μπορούν και να μην υπάρχουν στο αρχείο),

Ο αριθμός των κενών πριν και μεταξύ των κωδικών, των μηδενικών, των στηλών δεν έχει σημασία, στην αρχή κάθε γραμμής μπορεί να μην υπάρχει κανένα κενό ενώ μεταξύ των διακριτών αριθμών αρκεί μόνο ένας κενός χαρακτήρας,

Για το χωρισμό των δεκαδικών ψηφίων χρησιμοποιείται τελεία (.).

Στην Εικόνα 6 βφάινεται το αρχείο μετά την εισαγωγή του στο CROPWAT.

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	131.7	103.9
February	136.1	106.5
March	98.4	82.9
April	61.8	55.7
May	36.3	34.2
June	14.3	14.0
July	7.4	7.3
August	17.8	17.3
September	74.9	65.9
October	148.1	113.0
November	180.5	128.4
December	180.0	128.2
Total	1087.3	857.2

Εικόνα 6 Τα κλιματικά δεδομένα βροχόπτωσης στο CROPWAT

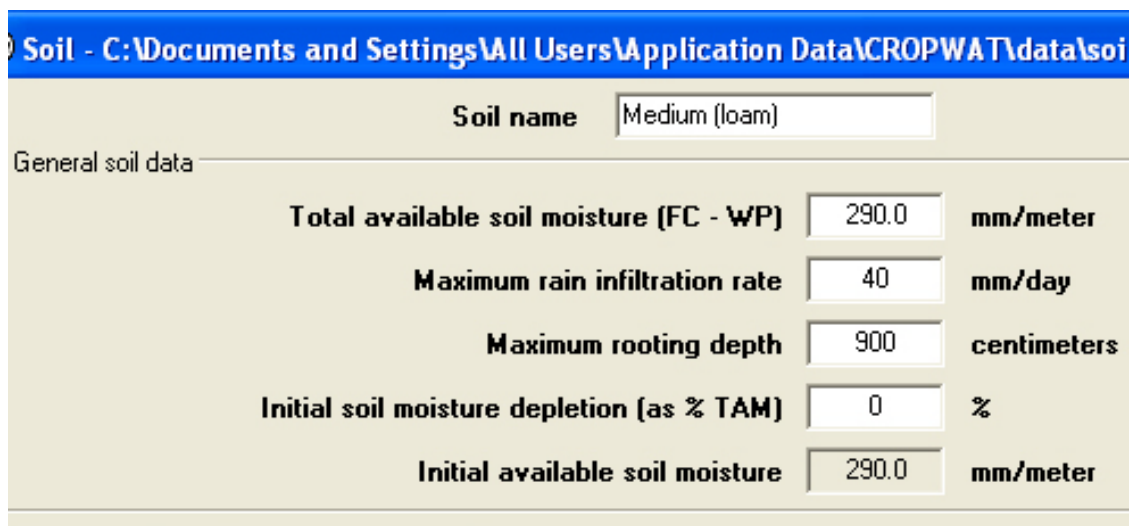
ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Τα σχετικά δεδομένα μπορούν να αφορούν δύο βασικές κατηγορίες: κοινά φυτά (DryCrop) και Ρύζι. Τα δεδομένα (ολική διαθέσιμη υγρασία, διηθητικότητα, μέγιστο βάθος ριζοστρώματος και αρχική κατανάλωση υγρασίας εδάφους) εισάγονται μέσω ειδικά σχεδιασμένου παραθύρου (Εικόνα 13). Αφού εισαχθούν τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε αρχείο για μελλοντική χρήση (Save, επέκταση αρχείου: .soi).

Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίζεται από το CROPWAT η αρχική διαθέσιμη υγρασία εδάφους (ολική διαθέσιμη υγρασία επί αρχική κατανάλωση υγρασίας εδάφους σε mm/m βάθους εδάφους).

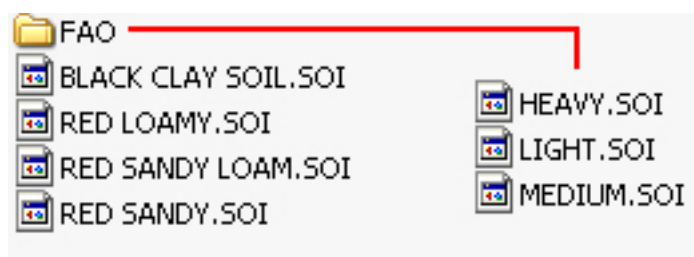
Εισαγωγή τέτοιων δεδομένων μπορεί να γίνει και μέσω έτοιμων αρχείων (*.soi) με τα οποία συνοδεύεται το CROPWAT.

Στα αρχεία (έτοιμα ή αυτά που μπορούμε να αποθηκεύσουμε μετά την εισαγωγή δεδομένων) έχουν την μορφή που παρουσιάζεται.



Soil name		
Medium (loam)		
General soil data		
Total available soil moisture (FC - WP)	290.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TAM)	0	%
Initial available soil moisture	290.0	mm/meter

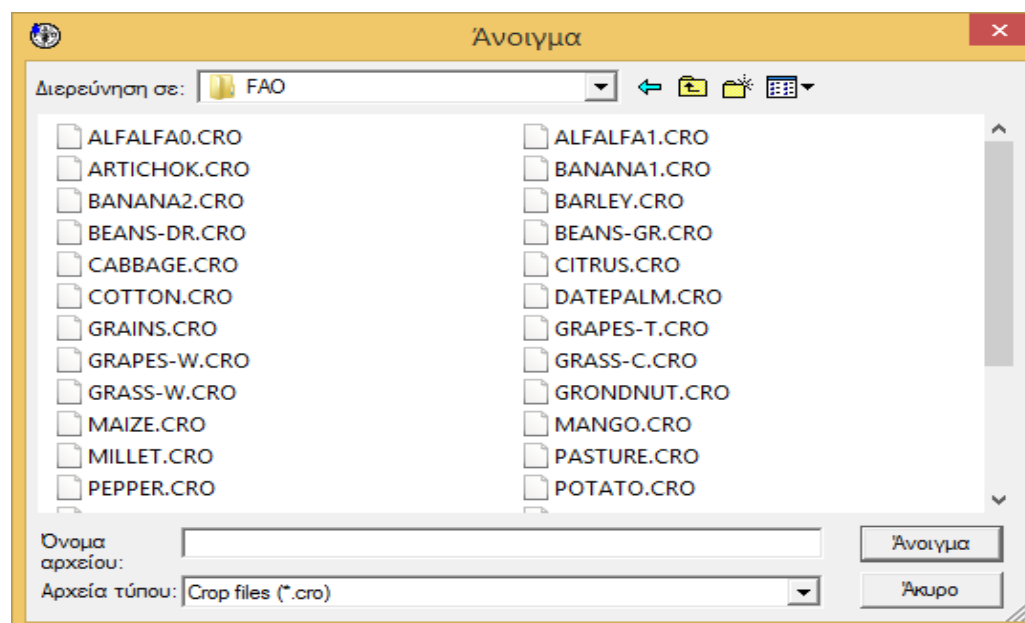
Εικόνα 7 Παράθυρο εισαγωγής εδαφικών παραμέτρων (με δεδομένα για έδαφος μέσης σύστασης)



Εικόνα 8 Διαθέσιμοι τύποι εδάφους στο CROPWAT

Οι καλλιέργειες για τις οποίες θα χρειαστεί να βρούμε δεδομένα για να τα εισάγουμε είναι οι εξής: τριφύλλι-μηδική, πορτοκάλια, μανταρίνια, ακτινίδια, ελιές και αραβόσιτος.

Η εισαγωγή τέτοιων δεδομένων μπορεί να γίνει και μέσω έτοιμων αρχείων (.CRO) με τα οποία συνοδεύεται το CROPWAT.



Εικόνα 9 Διερεύνηση σε αρχείο FAO

Στον φάκελο CITRUS υπάρχουν έτοιμα τα στοιχεία που χρειαζόμαστε για τις καλλιέργειες με πορτοκάλια και μανταρίνια. Στον φάκελο ALFAFAO θα βρούμε τα στοιχεία για τη μηδική. Όσο αφορά της καλλιέργειες με ακτινίδια και ελιές, εφόσον δεν υπάρχουν έτοιμα τα στοιχεία στους φακέλους θα πρέπει να ακολουθήσουμε μια διαφορετική διαδικασία. Στο FAO paper 56 (Allen κ.α., 1998) περιλαμβάνονται σχετικά δεδομένα. Κάνοντας αναζήτηση για την καλλιέργεια που θέλουμε, μπορούμε να βρούμε τα στοιχεία που χρειάζονται. Υπάρχει περίπτωση το FAO paper 56 (Allen κ.α., 1998) να μην περιλαμβάνει την καλλιέργεια που μας ενδιαφέρει και τότε η αναζήτηση πρέπει να γίνει σε εξειδικευμένη βιβλιογραφία.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ψάχνουμε για ακτινίδιο, στην Εικόνα 10 φαίνεται η διαδικασία που ακολουθούμε.

Crop	K _c ini ¹	K _c mid	K _c end	Maximum Crop Height (h) (m)
n. Fruit Trees				
Almonds, no ground cover	0.40	0.90	0.65 ¹⁸	5
Apples, Cherries, Pears ¹⁹				
- no ground cover, killing frost	0.45	0.95	0.70 ¹⁸	4
- no ground cover, no frosts	0.60	0.95	0.75 ¹⁸	4
- active ground cover, killing frost	0.50	1.20	0.95 ¹⁸	4
- active ground cover, no frosts	0.80	1.20	0.85 ¹⁸	4
Apricots, Peaches, Stone Fruit ^{19, 20}				
- no ground cover, killing frost	0.45	0.90	0.65 ¹⁸	3
- no ground cover, no frosts	0.55	0.90	0.65 ¹⁸	3
- active ground cover, killing frost	0.50	1.15	0.90 ¹⁸	3
- active ground cover, no frosts	0.80	1.15	0.85 ¹⁸	3
Avocado, no ground cover	0.60	0.85	0.75	3
Citrus, no ground cover ²¹				
- 70% canopy	0.70	0.65	0.70	4
- 50% canopy	0.65	0.60	0.65	3
- 20% canopy	0.50	0.45	0.55	2
Citrus, with active ground cover or weeds ²²				
- 70% canopy	0.75	0.70	0.75	4
- 50% canopy	0.80	0.80	0.80	3
- 20% canopy	0.85	0.85	0.85	2
Conifer Trees ²³	1.00	1.00	1.00	10
Kiwi	0.40	1.05	1.05	3
Olives (40 to 60% ground coverage by canopy) ²⁴	0.65	0.70	0.70	3-5
Pistachios, no ground cover	0.40	1.10	0.45	3-5



Εικόνα 10 Διερεύνηση σε FAO paper 56 για χαρακτηριστικά καλλιέργειας

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΆΡΤΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εδάφους της Περιφερειακής Ενότητας Άρτας της Περιφέρειας Ηπείρου είναι ορεινό και αντιστοιχεί στο 70,4% του συνολικού εδάφους ενώ το 18,6% είναι πεδινό και το 11% ημιορεινό. Η συνολική έκταση της Π.Ε Άρτας αντιστοιχεί στο 18,06% της Περιφέρειας Ηπείρου και στο 1,21% της Ελλάδας. Σύμφωνα με την μορφολογία του εδάφους, η πεδινή ζώνη καλύπτει συνολική έκταση 396.000 στρεμμάτων από την οποία καλλιεργούνται τα 185.00 στρέμματα, η ημιορεινή με συνολική έκταση 176.000 στρέμματα από την οποία καλλιεργούνται τα 45.000 στρέμματα και η ορεινή με συνολική έκταση 1.090.000 στρέμματα από την οποία καλλιεργούνται τα 105.000 στρέμματα.

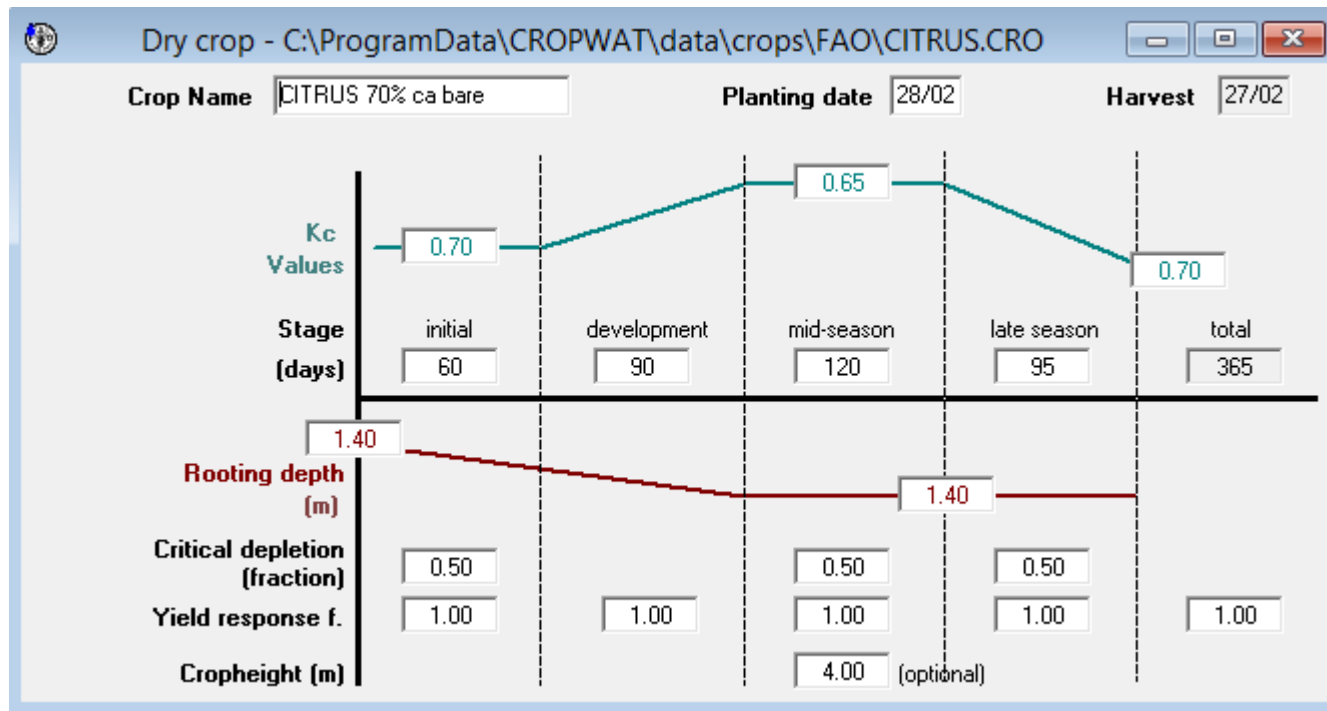
Στα νοτιοδυτικά της περιφερειακής ενότητας βρίσκεται η πεδιάδα της Άρτας, η οποία είναι και η μεγαλύτερη πεδιάδα της Ηπείρου. Η πεδιάδα της Άρτας αριθμεί 160.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης με κύριες καλλιέργειες τα πορτοκάλια, τα μανταρίνια, τα ακτινίδια και τις ελιές αλλά και φυτά μεγάλης καλλιέργειας όπως τη μηδική.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ (ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑΣ)

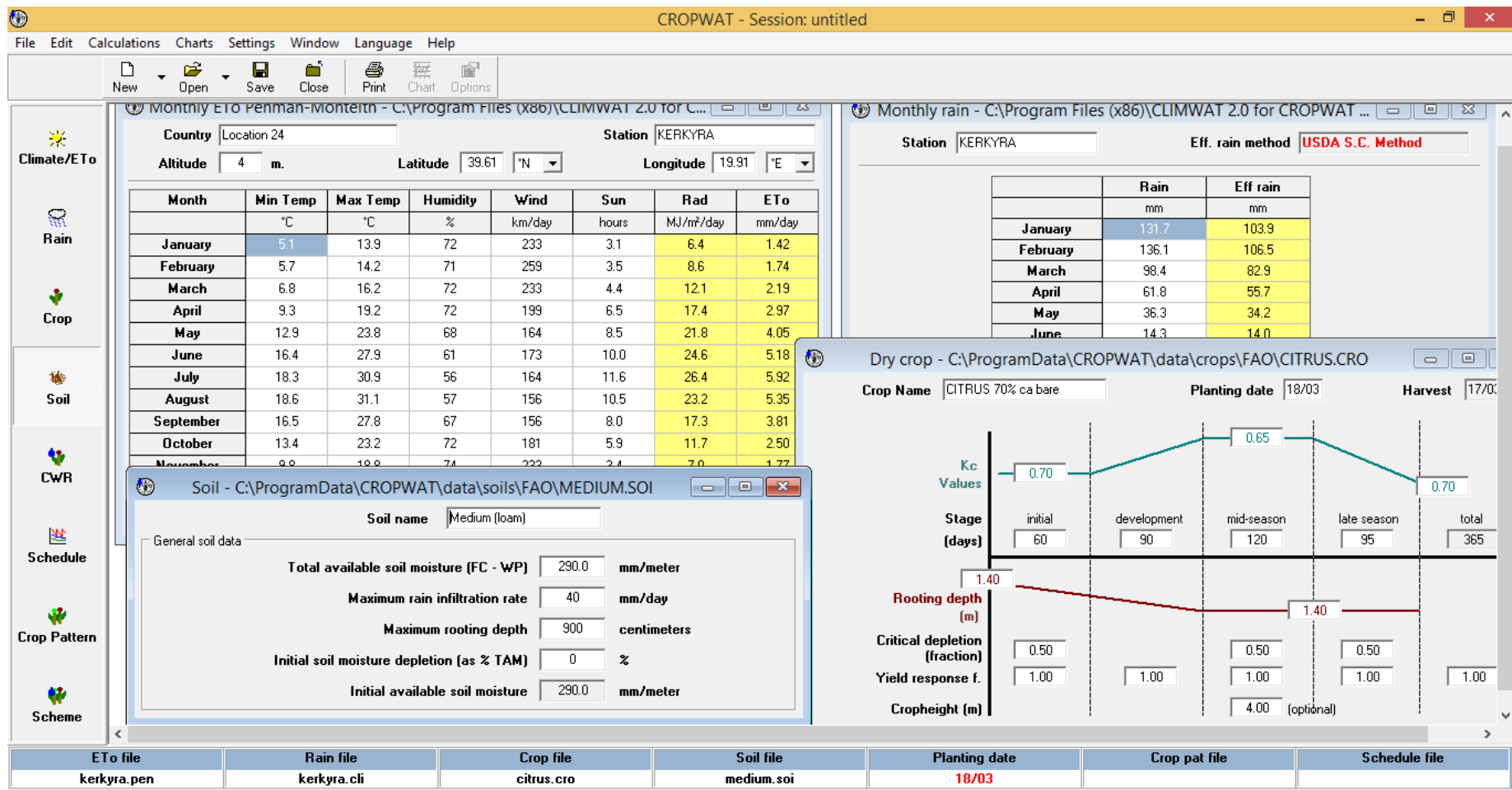
Ακολουθούμε τη γενική διαδικασία εστιάζοντας σε δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια εσπεριδοειδών.



Εικόνα 11 Καλλιέργεια πορτοκαλιάς



Εικόνα 12 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (πορτοκαλιάς και μανταρινιάς)



Εικόνα 13 Καλλιεργητικά δεδομένα πορτοκαλιάς και μανταρινιάς για την περιοχή της Άρτας

Έτσι, έχοντας πια τους απαραίτητους πίνακες δεδομένων συμπληρωμένους μπορούμε να προχωρήσουμε και το Cropwat μπορεί να υπολογίσει τις εδαφικές ανάγκες ανά μήνα.

Τα εσπεριδοειδή είναι ευαίσθητη καλλιέργεια στην έλλειψη νερού και ιδιαίτερα στα στάδια της άνθησης – καρπόδεσης – καρπιδίων. Η έλλειψη νερού έχει σαν αποτέλεσμα την καρπόπτωση, τη μείωση της συνολικής παραγωγής και του μεγέθους του καρπού και την υποβάθμιση της ποιότητας. Οι ανάγκες των εσπεριδοειδών σε νερό είναι ψηλότερες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όταν η εξατμισοδιαπνοή είναι υψηλή.

Όπως βλέπουμε στην εικόνα, προσδιορίζονται τα κατώτατα και ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση. Μας δίνονται υπολογισμοί ανά δεκαήμερο για τον κάθε μήνα. Αθροιστικά, προκύπτουν τα παρακάτω για τους μήνες, κυρίως για την περίοδο Μαρτίου – Σεπτεμβρίου. Για τους υπόλοιπους μήνες δεν υπάρχουν όρια στη χρήση του αρδευτικού νερού. Επομένως, προκύπτει ο πίνακας:

Πίνακας 3 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για εσπεριδοειδή στην Άρτα

Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	0
Απρίλιος	9,8
Μάιος	53,4
Ιούνιος	89,6
Ιούλιος	110
Αύγουστος	85,7
Σεπτέμβριος	12,1
Σύνολο	360,6

Climate/ETo	ETo station							
	KERKYRA							
Rain	Rain station							
	KERKYRA							
Crop	Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
				coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Soil	Mar	2	Init	0.69	1.51	4.5	8.3	0.0
	Mar	3	Init	0.70	1.71	18.9	24.7	0.0
CWR	Apr	1	Init	0.70	1.90	19.0	21.4	0.0
	Apr	2	Init	0.70	2.08	20.8	18.3	2.5
Schedule	Apr	3	Init	0.70	2.33	23.3	16.0	7.3
	May	1	Init	0.70	2.58	25.8	13.8	12.0
Crop Pattern	May	2	Deve	0.70	2.83	28.3	11.4	16.9
	May	3	Deve	0.69	3.06	33.7	9.2	24.5
	Jun	1	Deve	0.68	3.28	32.8	6.5	26.3
	Jun	2	Deve	0.67	3.49	34.9	4.1	30.9
	Jun	3	Deve	0.67	3.61	36.1	3.5	32.6
	Jul	1	Deve	0.66	3.77	37.7	2.7	35.1
	Jul	2	Deve	0.65	3.91	39.1	1.7	37.4
	Jul	3	Deve	0.64	3.71	40.8	3.0	37.8
	Aug	1	Deve	0.63	3.54	35.4	3.5	31.9
	Aug	2	Mid	0.63	3.41	34.1	4.0	30.1
	Aug	3	Mid	0.62	3.06	33.7	10.0	23.7
	Sep	1	Mid	0.62	2.70	27.0	16.6	10.4
	Sep	2	Mid	0.62	2.38	23.8	22.0	1.8
	Sep	3	Mid	0.62	2.11	21.1	27.2	0.0

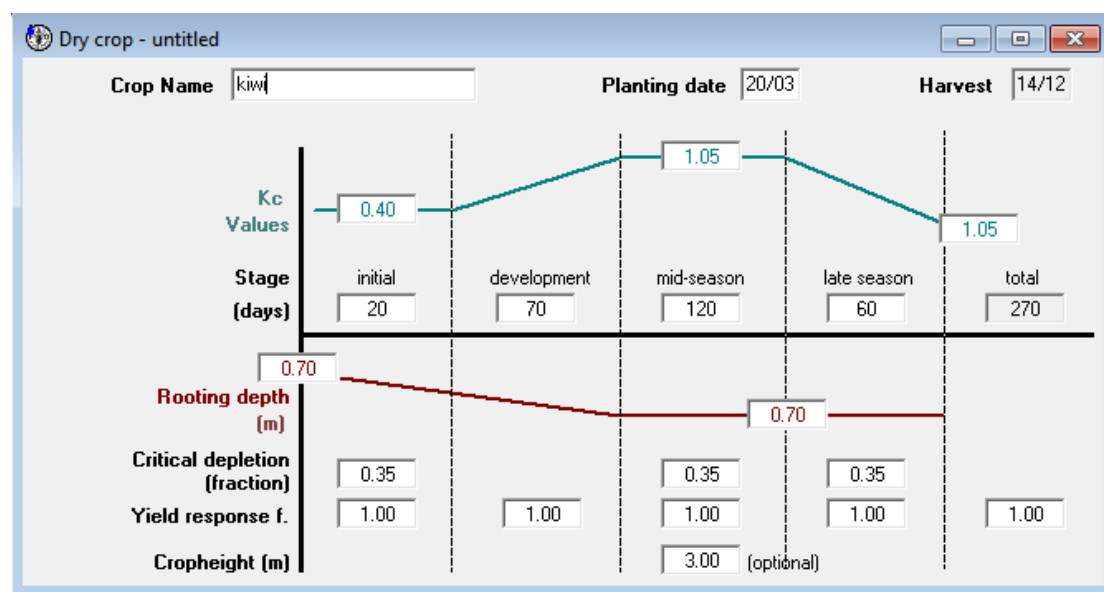
Εικόνα 14 Αποτελέσματα για καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ

Ακολουθούμε τη γενική διαδικασία εστιάζοντας σε δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια ακτινιδίου.

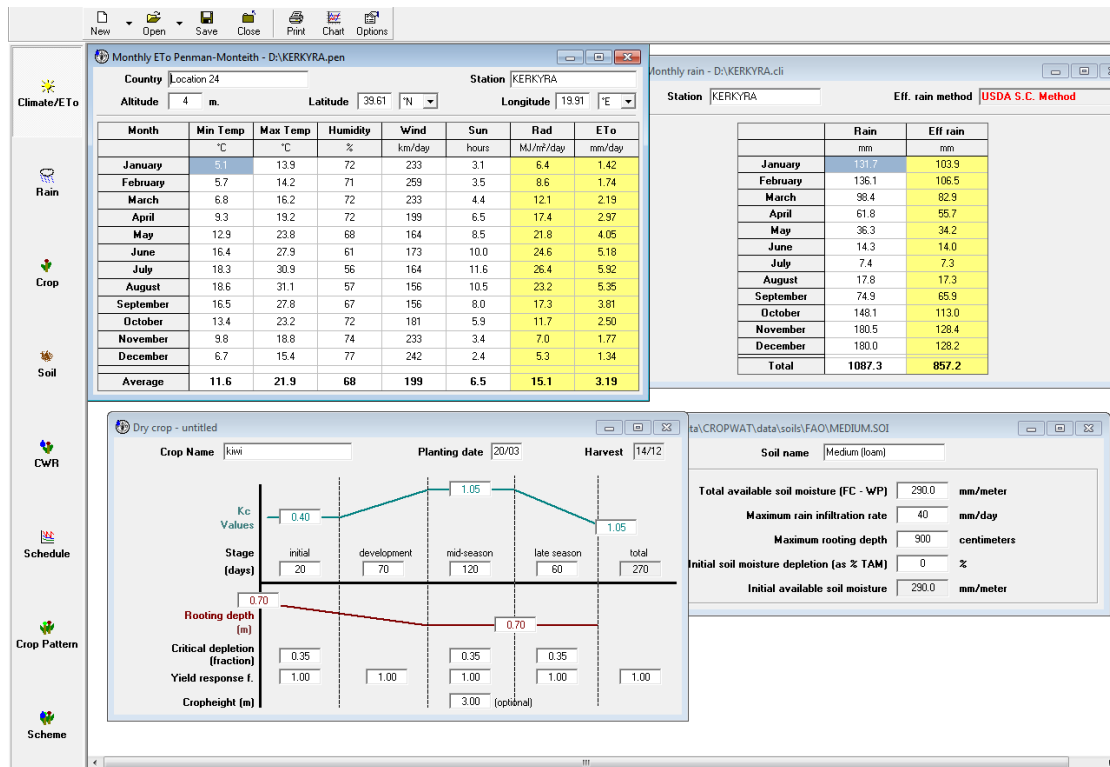


Εικόνα 15 Καλλιέργεια ακτινιδίου στην Άρτα



Εικόνα 16 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων για το ακτινίδιο.

Έτσι, έχοντας πια τους απαραίτητους πίνακες δεδομένων συμπληρωμένους μπορούμε να προχωρήσουμε.



Εικόνα 17 Καλλιεργητικά δεδομένα για την καλλιέργεια ακτινιδίου για την περιοχή της Άρτας

Η ακτινιδιά χρειάζεται σταθερή υγρασία, κυρίως στο επιφανειακό εδαφικό στρώμα, όπου κατανέμονται οι περισσότερες ρίζες, αλλά σε ποσότητα τέτοια που να μην προκαλεί προβλήματα ασφυξίας στο ριζικό σύστημα. Άρα από τον 1ο χρόνο και καθ'όλη τη διάρκεια ζωής του ακτινιδεώνα είναι αναγκαίο να διενεργούνται συχνά ποτίσματα και ιδιαίτερα κατά την καρπόδεση και καθ'όλη τη περίοδο αύξησης του καρπού. Η έλλειψη νερού την άνοιξη προκαλεί συστροφή στα νεαρά φύλλα, με περιφερειακό κάψιμο, ενώ αργά το καλοκαίρι παρατηρείται πρόωρη φυλλόπτωση και αναστέλλεται η ανάπτυξη του καρπού. Η συχνότητα των ποτισμάτων εξαρτάται από την υδατοϊκανότητά του εδάφους και από τις επικράτουςες κλιματικές συνθήκες.

Επομένως, έχουμε:

Crop Water Requirements

ETo station: KERKYRA Crop: kiwi

Rain station: KERKYRA Planting date: 20/03

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.40	0.88	0.9	2.8	0.9
Mar	3	Init	0.40	0.98	10.8	24.7	0.0
Apr	1	Deve	0.40	1.09	10.9	21.4	0.0
Apr	2	Deve	0.47	1.39	13.9	18.3	0.0
Apr	3	Deve	0.56	1.85	18.5	16.0	2.5
May	1	Deve	0.65	2.38	23.8	13.8	10.1
May	2	Deve	0.74	2.98	29.8	11.4	18.4
May	3	Deve	0.83	3.68	40.4	9.2	31.3
Jun	1	Deve	0.93	4.44	44.4	6.5	37.9
Jun	2	Mid	1.01	5.23	52.3	4.1	48.3
Jun	3	Mid	1.03	5.58	55.8	3.5	52.3
Jul	1	Mid	1.03	5.90	59.0	2.7	56.3
Jul	2	Mid	1.03	6.19	61.9	1.7	60.2
Jul	3	Mid	1.03	5.96	65.6	3.0	62.5
Aug	1	Mid	1.03	5.77	57.7	3.5	54.2
Aug	2	Mid	1.03	5.60	56.0	4.0	52.1
Aug	3	Mid	1.03	5.04	55.5	10.0	45.5
Sep	1	Mid	1.03	4.44	44.4	16.6	27.8
Sep	2	Mid	1.03	3.92	39.2	22.0	17.1
Sep	3	Mid	1.03	3.47	34.7	27.2	7.4
Oct	1	Mid	1.03	3.02	30.2	33.4	0.0
Oct	2	Late	1.03	2.58	25.8	39.1	0.0
Oct	3	Late	1.03	2.33	25.6	40.3	0.0
Nov	1	Late	1.03	2.07	20.7	41.5	0.0
Nov	2	Late	1.03	1.82	18.2	43.5	0.0
Nov	3	Late	1.03	1.68	16.8	43.2	0.0
Dec	1	Late	1.03	1.53	15.3	43.5	0.0
Dec	2	Late	1.03	1.38	5.5	17.5	0.0
					933.7	524.5	584.9

Εικόνα 18 Αποτελέσματα των αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια ακτινιδίου

Πίνακας 4 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για ακτινίδιο στην Άρτα

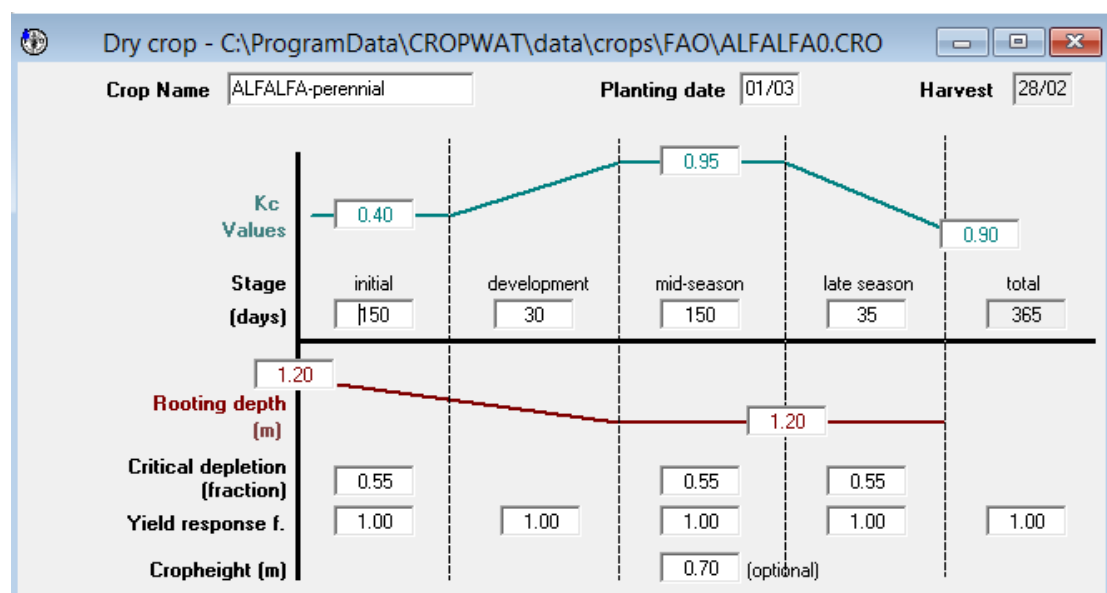
Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	0,9
Απρίλιος	2,5
Μάιος	59,8
Ιούνιος	138,5
Ιούλιος	179
Αύγουστος	151,8
Σεπτέμβριος	52,3
Σύνολο	584,8

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΗΔΙΚΗΣ-ΤΡΙΦΥΛΛΙΟΥ

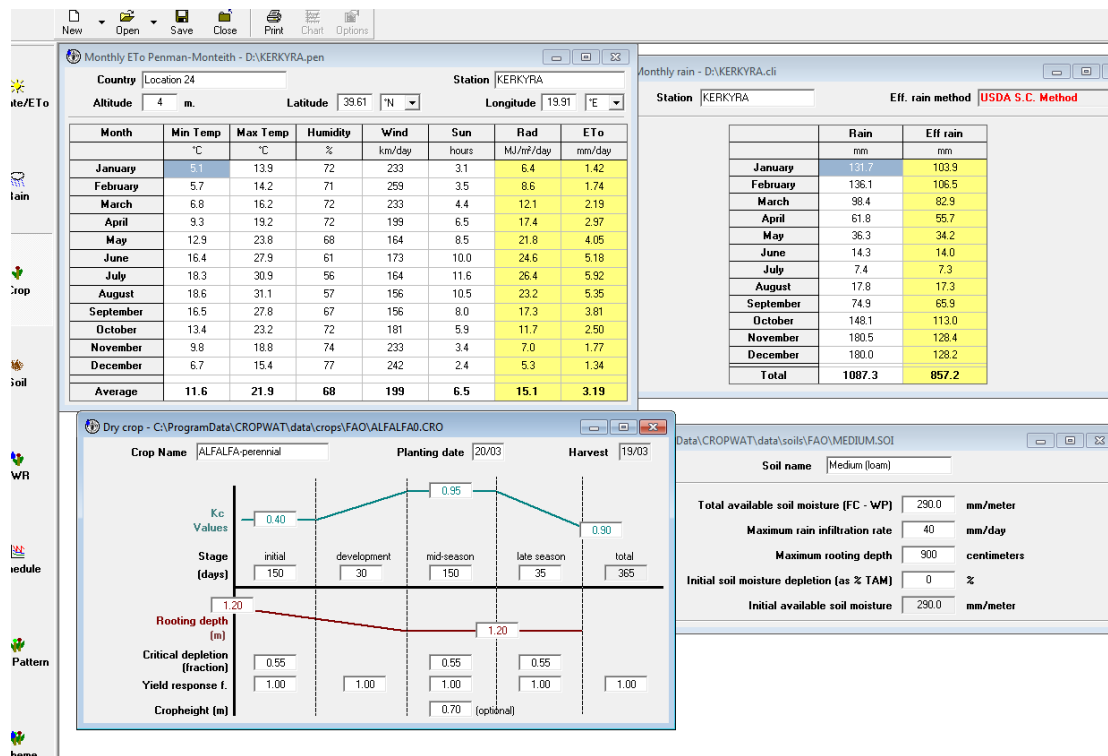
Ακολουθούμε τη γενική διαδικασία εστιάζοντας σε δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια μηδικής - τριφυλλίου.



Εικόνα 19 Άρδευση καλλιέργειας μηδικής



Εικόνα 20 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (μηδικής)



Εικόνα 21 Καλλιεργητικά δεδομένα μηδικής για την περιοχή της Άρτας

Τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μηδικής της επιτρέπουν να αναπτύσσεται σε διάφορες συνθήκες υγρασίας στο έδαφος. Σε έλλειψη υγρασίας έχει την ικανότητα να απορροφά νερό από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους ή να πίπτει σε λήθαργο και να αναλαμβάνει όταν η υγρασία στο έδαφος αποκατασταθεί. Οι αποδόσεις της μηδικής είναι σχεδόν ανάλογες με το νερό που χρησιμοποιούν τα φυτά. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις σπόρου από τη σποροπαραγωγική καλλιέργεια λαμβάνονται όταν με την ακολουθούμενη πρακτική άρδευσης τα φυτά δεν στερούνται νερού, αλλά παρουσιάζουν μία αργή, συνεχή ανάπτυξη καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Υπερβολική άρδευση η οποία οδηγεί σε μεγάλη βλαστική ανάπτυξη ή στέρση νερού που περιορίζει τη βλαστική ανάπτυξη, μειώνουν την απόδοση σε σπόρο. Τη μεγαλύτερη απόδοση δίνουν τα φυτά που έχουν μέτρια, κανονική ανάπτυξη.

Crop Water Requirements

ETo station: KERKYRA Crop: ALFALFA-perennial

Rain station: KERKYRA Planting date: 20/03

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.90	1.97	2.0	2.8	0.0
Mar	3	Init	0.40	0.98	10.8	24.7	0.0
Apr	1	Init	0.40	1.08	10.8	21.4	0.0
Apr	2	Init	0.40	1.19	11.9	18.3	0.0
Apr	3	Init	0.40	1.33	13.3	16.0	0.0
May	1	Init	0.40	1.47	14.7	13.8	1.0
May	2	Init	0.40	1.62	16.2	11.4	4.8
May	3	Init	0.40	1.77	19.5	9.2	10.3
Jun	1	Init	0.40	1.92	19.2	6.5	12.7
Jun	2	Init	0.40	2.07	20.7	4.1	16.7
Jun	3	Init	0.40	2.17	21.7	3.5	18.2
Jul	1	Init	0.40	2.29	22.9	2.7	20.3
Jul	2	Init	0.40	2.41	24.1	1.7	22.4
Jul	3	Init	0.40	2.32	25.5	3.0	22.4
Aug	1	Init	0.40	2.24	22.4	3.5	19.0
Aug	2	Deve	0.42	2.28	22.8	4.0	18.8
Aug	3	Deve	0.58	2.84	31.2	10.0	21.3
Sep	1	Deve	0.77	3.32	33.2	16.6	16.6
Sep	2	Mid	0.92	3.50	35.0	22.0	13.0
Sep	3	Mid	0.94	3.16	31.6	27.2	4.4
Oct	1	Mid	0.94	2.75	27.5	33.4	0.0
Oct	2	Mid	0.94	2.35	23.5	39.1	0.0
Oct	3	Mid	0.94	2.12	23.3	40.3	0.0
Nov	1	Mid	0.94	1.89	18.9	41.5	0.0
Nov	2	Mid	0.94	1.66	16.6	43.5	0.0
Nov	3	Mid	0.94	1.52	15.2	43.2	0.0
Dec	1	Mid	0.94	1.39	13.9	43.5	0.0
Dec	2	Mid	0.94	1.26	12.6	43.8	0.0
Dec	3	Mid	0.94	1.28	14.1	40.8	0.0
Jan	1	Mid	0.94	1.31	13.1	36.5	0.0
Jan	2	Mid	0.94	1.33	13.3	33.4	0.0
Jan	3	Mid	0.94	1.43	15.8	34.1	0.0
Feb	1	Mid	0.94	1.53	15.3	36.0	0.0
Feb	2	Late	0.93	1.63	16.3	36.7	0.0
Feb	3	Late	0.92	1.75	14.0	33.7	0.0
Mar	1	Late	0.91	1.86	18.6	30.4	0.0

Εικόνα 22 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της μηδικής

Πίνακας 5 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για μηδική στην Άρτα

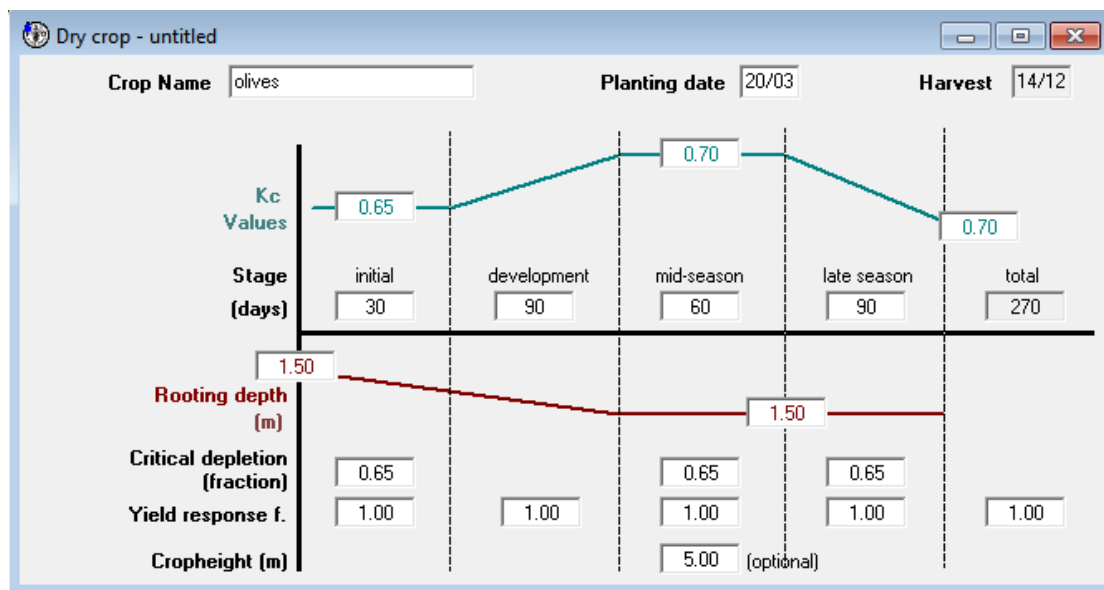
Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάιος	16,1
Ιούνιος	47,6
Ιούλιος	65,1
Αύγουστος	59,1
Σεπτέμβριος	34
Σύνολο	221,9

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΙΑΣ

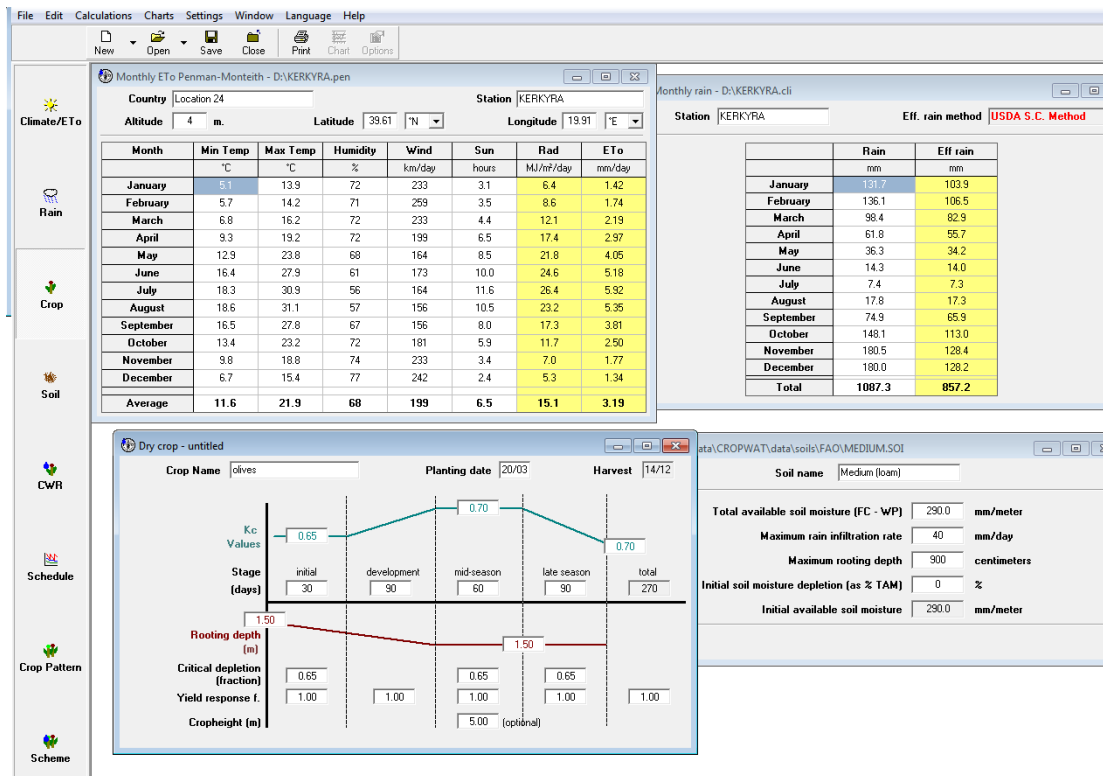
Ακολουθούμε τη γενική διαδικασία εστιάζοντας σε δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια ελιάς.



Εικόνα 23 Υδροληψία συλλογικού δικτύου σε καλλιέργεια ελιάς στην Άρτα



Εικόνα 24 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων



Εικόνα 25 Καλλιεργητικά δεδομένα ελιάς για την περιοχή της Άρτας

Η ελιά αν και μπορεί να επιβιώνει ή και να αναπτύσσεται κάτω από συνθήκες χαμηλής διαθεσιμότητας εδαφικού νερού, για να δώσει ικανοποιητική παραγωγή απαιτεί επαρκή εφοδιασμό με νερό.

Ο επαρκής εφοδιασμός με νερό γενικά επιδρά θετικά στην αύξηση της βλάστησης, στην καλύτερη ανθοφορία, στο υψηλότερο ποσοστό καρπόδεσης, στην αύξηση του μεγέθους του καρπού και στην υψηλότερη παραγωγή ελαιολάδου ανά δέντρο. Η άρδευση έχει ευνοϊκές επιδράσεις στη βλάστηση, στην ανθοφορία και την καρποφορία της ελιάς. Η ελιά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην έλλειψη νερού κατά το στάδιο της ανθοφορίας (Απρίλιο-Μάιο) και γι' αυτό το λόγο η άρδευση κατά την περίοδο αυτή πρέπει να αρχίσει έγκαιρα έτσι που τα δέντρα να μην διψάσουν, γεγονός που προκαλεί ανθόπτωση και μειώνει την παραγωγή.

Επίσης, οι ανάγκες σε νερό της ελιάς κατά τον Ιούνιο που είναι η περίοδος σκλήρυνσης του πυρήνα και τον Αύγουστο που αρχίζει το φούσκωμα του καρπού, είναι ψηλές. Το φθινόπωρο, με ικανοποιητικό νερό στη διάθεσή τους, ολοκληρώνεται ο σχηματισμός του λαδιού και ο καρπός αποκτά το κανονικό του μέγεθος. Αν κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου δεν υπάρχει αρκετό νερό στη διάθεση των ελιών οι καρποί συρρικνώνονται και υποβαθμίζεται η ποιότητα του λαδιού. Αντίθετα, αν το πότισμα γίνεται με μεγαλύτερες ποσότητες από τις πραγματικές ανάγκες σε νερό των ελιών, έχουμε σπατάλη νερού και δημιουργούνται συνθήκες ανάπτυξης διάφορων ασθενειών.

Crop Water Requirements							
ETo station		KERKYRA		Crop		olives	
Rain station		KERKYRA		Planting date		20/03	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.65	1.42	1.4	2.8	1.4
Mar	3	Init	0.65	1.59	17.5	24.7	0.0
Apr	1	Init	0.65	1.76	17.6	21.4	0.0
Apr	2	Deve	0.65	1.93	19.3	18.3	1.0
Apr	3	Deve	0.65	2.17	21.7	16.0	5.7
May	1	Deve	0.66	2.42	24.2	13.8	10.4
May	2	Deve	0.66	2.66	26.6	11.4	15.2
May	3	Deve	0.66	2.93	32.2	9.2	23.0
Jun	1	Deve	0.66	3.19	31.9	6.5	25.4
Jun	2	Deve	0.67	3.46	34.6	4.1	30.5
Jun	3	Deve	0.67	3.64	36.4	3.5	32.9
Jul	1	Deve	0.67	3.87	38.7	2.7	36.0
Jul	2	Mid	0.68	4.07	40.7	1.7	39.0
Jul	3	Mid	0.68	3.92	43.2	3.0	40.1
Aug	1	Mid	0.68	3.80	38.0	3.5	34.5
Aug	2	Mid	0.68	3.69	36.9	4.0	32.9
Aug	3	Mid	0.68	3.32	36.5	10.0	26.5
Sep	1	Mid	0.68	2.93	29.3	16.6	12.7
Sep	2	Late	0.68	2.58	25.8	22.0	3.8
Sep	3	Late	0.68	2.28	22.8	27.2	0.0
Oct	1	Late	0.68	1.99	19.9	33.4	0.0
Oct	2	Late	0.68	1.69	16.9	39.1	0.0
Oct	3	Late	0.68	1.52	16.8	40.3	0.0
Nov	1	Late	0.68	1.36	13.6	41.5	0.0
Nov	2	Late	0.67	1.19	11.9	43.5	0.0
Nov	3	Late	0.67	1.10	11.0	43.2	0.0
Dec	1	Late	0.67	1.00	10.0	43.5	0.0
Dec	2	Late	0.67	0.90	3.6	17.5	0.0
					678.8	524.5	371.1

Εικόνα 26 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την ελιά

Πίνακας 6 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για καλλιέργεια ελιάς στην Άρτα

Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	1,4
Απρίλιος	6,7
Μάιος	48,6
Ιούνιος	88,8
Ιούλιος	115,1
Αύγουστος	94,2
Σεπτέμβριος	16,5
Σύνολο	371,3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CROPWAT

Η Περιφερειακή Ενότητα Πρέβεζας της Περιφέρειας Ηπείρου καταλαμβάνει το νοτιοδυτικό τμήμα του γεωγραφικού διαμερίσματος της Ηπείρου, και το νοτιότερο τμήμα του προεκτείνεται ως χερσόνησος ανάμεσα στο Ιόνιο πέλαγος από τα δυτικά και τον Αμβρακικό Κόλπο, από ανατολικά. Έχει έκταση 1.036 km² καταλαμβάνοντας το 11,3% της έκτασης της Περιφέρειας Ηπείρου . Είναι ο μικρότερος σε έκταση ηπειρωτικός νομός της Ελλάδας. Από τα 1.036 km² της συνολικής έκτασης του νομού το 32,8% (339,5 km²) καλύπτεται από πεδιάδες, οι οποίες βρίσκονται κατανεμημένες στα βορειοδυτικά (πεδιάδα Αχέροντα), στα ανατολικά (πεδιάδα Φιλιπιάδας) και στα νότια του νομού (πεδιάδα Λούρου - Πρέβεζας), το 20,7% (214,7 km²) από ημιορεινές εκτάσεις και το υπόλοιπο 46,5% (481,8 km²) από ορεινούς όγκους. Οι κύριες καλλιέργειες είναι οι ελιές, τα εσπεριδοειδή, ο αραβόσιτος καθώς και η μηδική.



Εικόνα 27 Πεδιάδα της Πρέβεζας

Οι κύριες καλλιέργειες είναι οι ελιές, τα εσπεριδοειδή, ο αραβόσιτος καθώς και η μηδική.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ελιά θεωρείται καλλιέργεια ανθεκτική στην έλλειψη νερού αλλά κάτω από συνθήκες χαμηλής βροχόπτωσης και παρατεταμένης καλοκαιρινής περιόδου επιβάλλεται η άρδυσή της.

Ακολουθούμε τη γενική διαδικασία εστιάζοντας σε δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια ελιάς.

The screenshot displays a software interface for crop simulation, divided into several panels:

- Monthly ETo Penman-Monteith - D:\KERKYRA.pen**: A table showing monthly climate data for Kerkyra.

Month	Min Temp (°C)	Max Temp (°C)	Humidity (%)	Wind (km/day)	Sun (hours)	Rad (MJ/m ² /day)	ETo (mm/day)
January	5.1	13.9	72	233	3.1	6.4	1.42
February	5.7	14.2	71	259	3.5	8.6	1.74
March	6.8	16.2	72	233	4.4	12.1	2.19
April	9.3	19.2	72	199	6.5	17.4	2.97
May	12.9	23.8	68	164	8.5	21.8	4.05
June	15.4	27.9	61	173	10.0	24.6	5.18
July	18.3	30.9	56	164	11.6	26.4	5.92
August	18.6	31.1	57	156	10.5	23.2	5.35
September	16.5	27.8	67	156	8.0	17.3	3.81
October	13.4	23.2	72	181	5.9	11.7	2.50
November	9.8	18.8	74	233	3.4	7.0	1.77
December	6.7	15.4	77	242	2.4	5.3	1.34
Average	11.6	21.9	68	199	6.5	15.1	3.19
- Monthly rain - D:\KERKYRA.cli**: A table showing monthly rainfall and effective rainfall.

Month	Rain (mm)	Eff rain (mm)
January	131.7	103.9
February	136.1	106.5
March	98.4	82.9
April	61.8	55.7
May	36.3	34.2
June	14.3	14.0
July	7.4	7.3
August	17.8	17.3
September	74.9	65.9
October	148.1	113.0
November	180.5	128.4
December	180.0	128.2
Total	1087.3	857.2
- Dry crop - untitled**: A graph showing crop growth stages (initial, development, mid-season, late season, total) and parameters like Kc values, rooting depth, and critical depletion fraction over time. The planting date is 20/03 and harvest is 14/12.
- Soil characteristics**: Parameters for the soil type 'Medium (loam)', including total available soil moisture (290.0 mm/meter), maximum rain infiltration rate (40 mm/day), maximum rooting depth (900 centimeters), and initial soil moisture depletion (0%).

Εικόνα 28 Παράθυρο εισαγωγής καλλιερητικών δεδομένων για την περιοχή της Πρέβεζας

Crop Water Requirements							
ETo station		KERKYRA		Crop		olives	
Rain station		KERKYRA		Planting date		20/03	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.65	1.42	1.4	2.8	1.4
Mar	3	Init	0.65	1.59	17.5	24.7	0.0
Apr	1	Init	0.65	1.76	17.6	21.4	0.0
Apr	2	Deve	0.65	1.93	19.3	18.3	1.0
Apr	3	Deve	0.65	2.17	21.7	16.0	5.7
May	1	Deve	0.66	2.42	24.2	13.8	10.4
May	2	Deve	0.66	2.66	26.6	11.4	15.2
May	3	Deve	0.66	2.93	32.2	9.2	23.0
Jun	1	Deve	0.66	3.19	31.9	6.5	25.4
Jun	2	Deve	0.67	3.46	34.6	4.1	30.5
Jun	3	Deve	0.67	3.64	36.4	3.5	32.9
Jul	1	Deve	0.67	3.87	38.7	2.7	36.0
Jul	2	Mid	0.68	4.07	40.7	1.7	39.0
Jul	3	Mid	0.68	3.92	43.2	3.0	40.1
Aug	1	Mid	0.68	3.80	38.0	3.5	34.5
Aug	2	Mid	0.68	3.69	36.9	4.0	32.9
Aug	3	Mid	0.68	3.32	36.5	10.0	26.5
Sep	1	Mid	0.68	2.93	29.3	16.6	12.7
Sep	2	Late	0.68	2.58	25.8	22.0	3.8
Sep	3	Late	0.68	2.28	22.8	27.2	0.0
Oct	1	Late	0.68	1.99	19.9	33.4	0.0
Oct	2	Late	0.68	1.69	16.9	39.1	0.0
Oct	3	Late	0.68	1.52	16.8	40.3	0.0
Nov	1	Late	0.68	1.36	13.6	41.5	0.0
Nov	2	Late	0.67	1.19	11.9	43.5	0.0
Nov	3	Late	0.67	1.10	11.0	43.2	0.0
Dec	1	Late	0.67	1.00	10.0	43.5	0.0
Dec	2	Late	0.67	0.90	3.6	17.5	0.0
					678.8	524.5	371.1

Εικόνα 29 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της ελιάς

Πίνακας 7 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για ελιά στην Πρέβεζα

Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	1,4
Απρίλιος	6,7
Μάιος	48,6
Ιούνιος	88,8
Ιούλιος	115,1
Αύγουστος	94,2
Σεπτέμβριος	16,5
Σύνολο	371,3

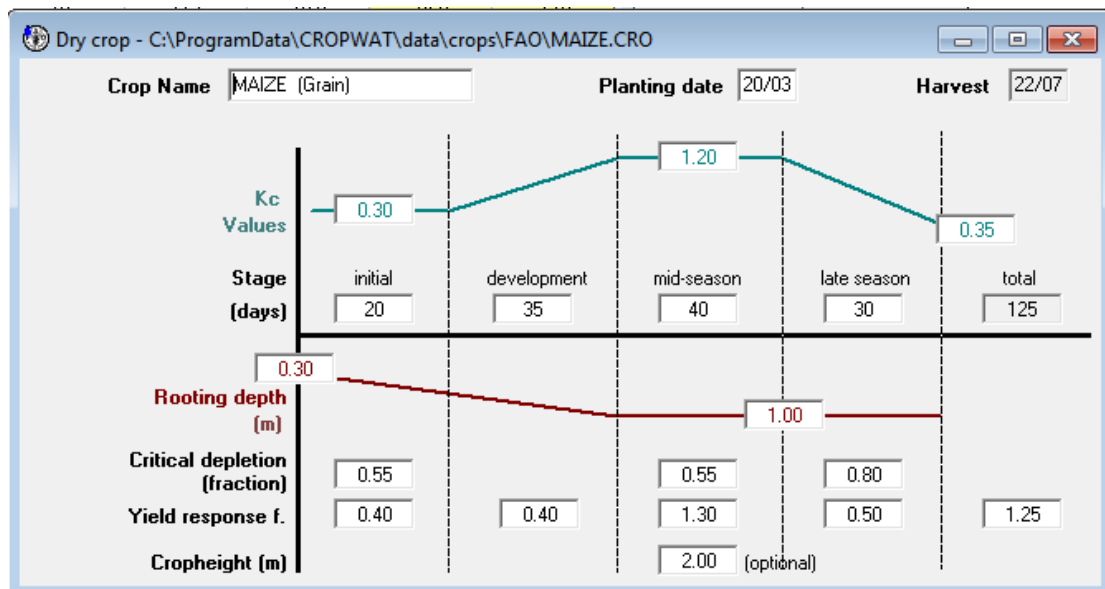
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ

Ο αραβόσιτος είναι ιδιαίτερα αποδοτικός όταν του εξασφαλίζεται επαρκής εδαφική υγρασία. Για το λόγο αυτό η άρδευση είναι μία καλλιεργητική παρέμβαση μεγάλης

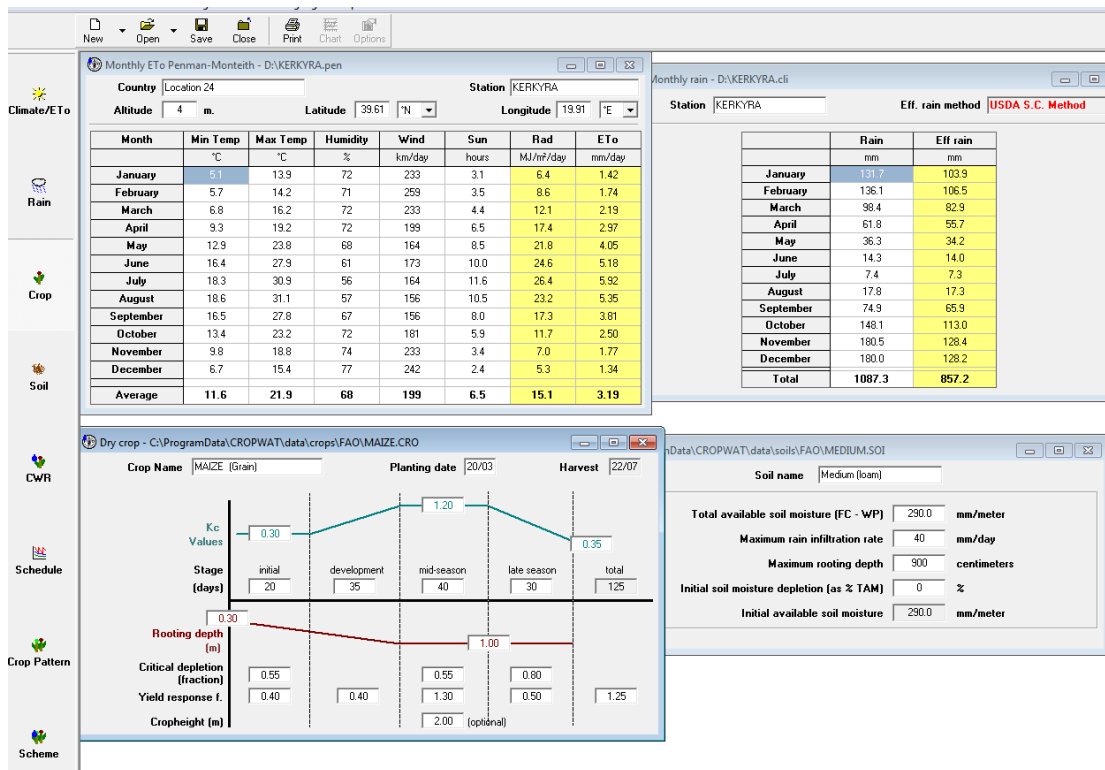
σημασίας για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Για τον καταρτισμό ενός σωστού προγράμματος άρδευσης στον αραβόσιτο είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ότι για να εξασφαλισθούν ικανοποιητικές αποδόσεις, οι ολικές απαιτήσεις της καλλιέργειας σε νερό είναι υψηλές και κυμαίνονται μεταξύ 400-800mm, ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους και την εξατμισοϊκανότητα της ατμόσφαιρας.



Εικόνα 30 Άρδευση καλλιέργειας αραβόσιτου



Εικόνα 31 Καλλιεργητικά δεδομένα για τον αραβόσιτο



Εικόνα 32 Καλλιεργητικά δεδομένα για τον αραβόσιτο, στην περιοχή της Πρέβεζας

Crop Water Requirements

ETo station: KERYRA Crop: MAIZE (Grain)
 Rain station: KERYRA Planting date: 20/03

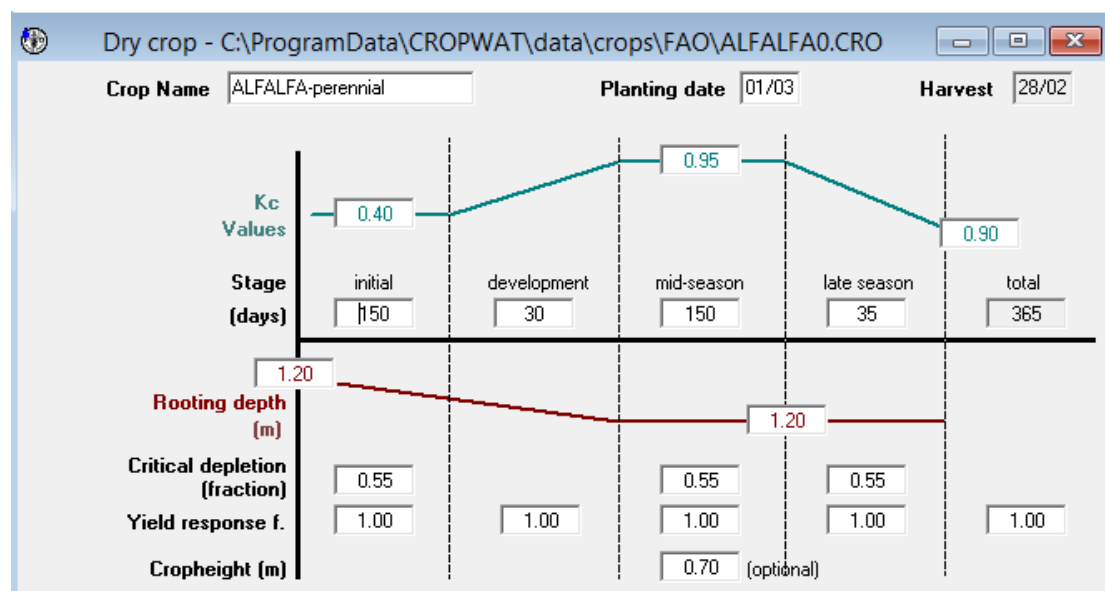
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.30	0.66	0.7	2.8	0.7
Mar	3	Init	0.30	0.73	8.1	24.7	0.0
Apr	1	Deve	0.31	0.83	8.3	21.4	0.0
Apr	2	Deve	0.49	1.45	14.5	18.3	0.0
Apr	3	Deve	0.74	2.46	24.6	16.0	8.6
May	1	Deve	0.99	3.66	36.6	13.8	22.8
May	2	Mid	1.17	4.75	47.5	11.4	36.1
May	3	Mid	1.18	5.22	57.4	9.2	48.3
Jun	1	Mid	1.18	5.67	56.7	6.5	50.2
Jun	2	Mid	1.18	6.12	61.2	4.1	57.1
Jun	3	Late	1.08	5.86	58.6	3.5	55.1
Jul	1	Late	0.81	4.63	46.3	2.7	43.6
Jul	2	Late	0.53	3.19	31.9	1.7	30.2
Jul	3	Late	0.36	2.11	4.2	0.6	4.2
					456.5	136.6	356.8

Εικόνα 33 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό, του αραβόσιτου

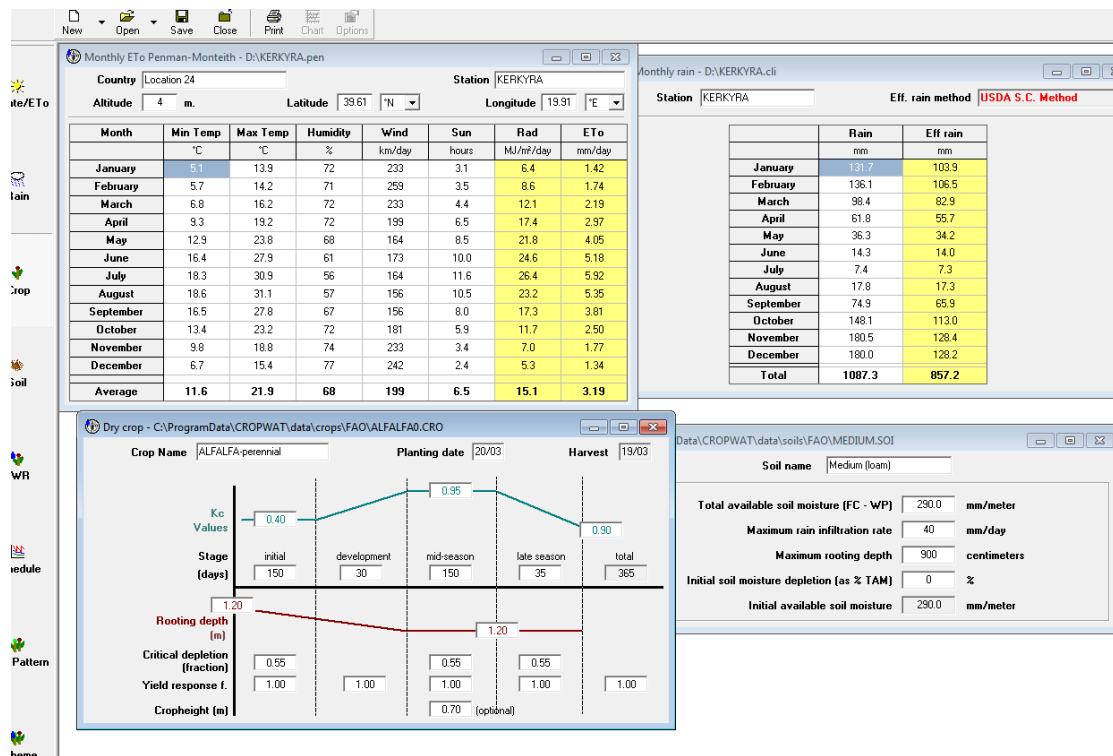
Πίνακας 8 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για αραβόσιτο στην Πρέβεζα

Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	0,7
Απρίλιος	8,6
Μάιος	107,2
Ιούνιος	162,4
Ιούλιος	78
Σύνολο	356,9

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΗΔΙΚΗΣ-ΤΡΙΦΥΛΙΟΥ



Εικόνα 34 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων (μηδικής)



Εικόνα 35 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων μηδικής για την περιοχή της Πρέβεζας

Αναφέρθηκε και παραπάνω ότι οι μεγαλύτερες αποδόσεις σπόρου από τη σποροπαραγωγική καλλιέργεια λαμβάνονται όταν με την ακολουθούμενη πρακτική άρδευσης τα φυτά δεν στερούνται νερού, αλλά παρουσιάζουν μία αργή, συνεχή ανάπτυξη καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Υπερβολική άρδευση η οποία οδηγεί σε μεγάλη βλαστική ανάπτυξη ή στέρση νερού που περιορίζει τη βλαστική ανάπτυξη, μειώνουν την απόδοση σε σπόρο.

Crop Water Requirements

ETo station: KERKYRA Crop: ALFALFA-perennial

Rain station: KERKYRA Planting date: 20/03

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.90	1.97	2.0	2.8	0.0
Mar	3	Init	0.40	0.98	10.8	24.7	0.0
Apr	1	Init	0.40	1.08	10.8	21.4	0.0
Apr	2	Init	0.40	1.19	11.9	18.3	0.0
Apr	3	Init	0.40	1.33	13.3	16.0	0.0
May	1	Init	0.40	1.47	14.7	13.8	1.0
May	2	Init	0.40	1.62	16.2	11.4	4.8
May	3	Init	0.40	1.77	19.5	9.2	10.3
Jun	1	Init	0.40	1.92	19.2	6.5	12.7
Jun	2	Init	0.40	2.07	20.7	4.1	16.7
Jun	3	Init	0.40	2.17	21.7	3.5	18.2
Jul	1	Init	0.40	2.29	22.9	2.7	20.3
Jul	2	Init	0.40	2.41	24.1	1.7	22.4
Jul	3	Init	0.40	2.32	25.5	3.0	22.4
Aug	1	Init	0.40	2.24	22.4	3.5	19.0
Aug	2	Deve	0.42	2.28	22.8	4.0	18.8
Aug	3	Deve	0.58	2.84	31.2	10.0	21.3
Sep	1	Deve	0.77	3.32	33.2	16.6	16.6
Sep	2	Mid	0.92	3.50	35.0	22.0	13.0
Sep	3	Mid	0.94	3.16	31.6	27.2	4.4
Oct	1	Mid	0.94	2.75	27.5	33.4	0.0
Oct	2	Mid	0.94	2.35	23.5	39.1	0.0
Oct	3	Mid	0.94	2.12	23.3	40.3	0.0
Nov	1	Mid	0.94	1.89	18.9	41.5	0.0
Nov	2	Mid	0.94	1.66	16.6	43.5	0.0
Nov	3	Mid	0.94	1.52	15.2	43.2	0.0
Dec	1	Mid	0.94	1.39	13.9	43.5	0.0
Dec	2	Mid	0.94	1.26	12.6	43.8	0.0
Dec	3	Mid	0.94	1.28	14.1	40.8	0.0
Jan	1	Mid	0.94	1.31	13.1	36.5	0.0
Jan	2	Mid	0.94	1.33	13.3	33.4	0.0
Jan	3	Mid	0.94	1.43	15.8	34.1	0.0
Feb	1	Mid	0.94	1.53	15.3	36.0	0.0
Feb	2	Late	0.93	1.63	16.3	36.7	0.0
Feb	3	Late	0.92	1.75	14.0	33.7	0.0
Mar	1	Late	0.91	1.86	18.6	30.4	0.0

Εικόνα 36 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια της μηδικής

Πίνακας 9 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για μηδική στην Πρέβεζα

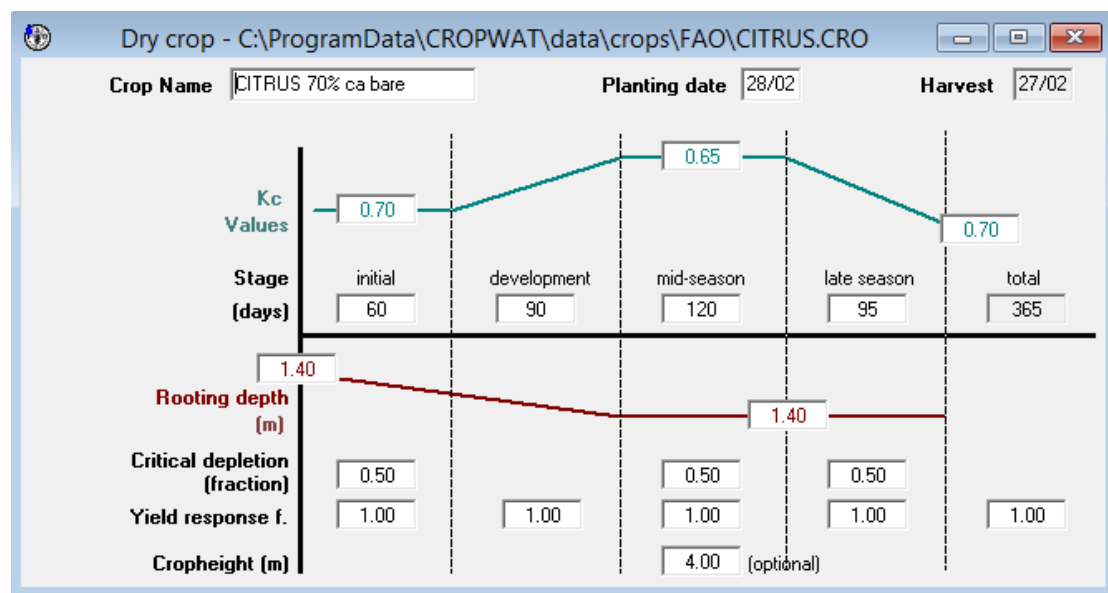
Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάιος	16,1
Ιούνιος	47,6
Ιούλιος	65,1
Αύγουστος	59,1
Σεπτέμβριος	34
Σύνολο	221,9

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ (ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑΣ, ΛΕΜΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑΣ)

Τα εσπεριδοειδή είναι μια ευαίσθητη καλλιέργεια στην έλλειψη νερού.

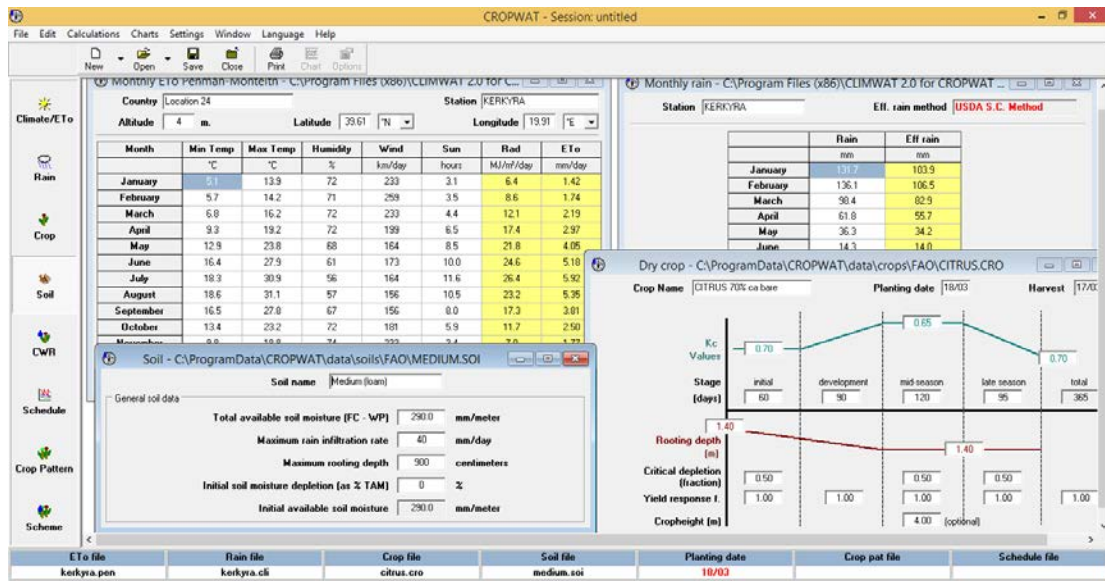


Εικόνα 37 Καλλιέργεια μανταρινιάς



Εικόνα 38 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων πορτοκαλιάς και μανταρινιάς

Έχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες μπορούμε να προχωρήσουμε.



Εικόνα 39 Παράθυρο εισαγωγής καλλιεργητικών δεδομένων για την καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς

Έτσι, το CROPWAT μπορεί να υπολογίσει τις εδαφικές ανάγκες ανά μήνα.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
				coeff	mm/day		
Mar	2	Init	0.69	1.51	4.5	8.3	0.0
Mar	3	Init	0.70	1.71	18.9	24.7	0.0
Apr	1	Init	0.70	1.90	19.0	21.4	0.0
Apr	2	Init	0.70	2.08	20.8	18.3	2.5
Apr	3	Init	0.70	2.33	23.3	16.0	7.3
May	1	Init	0.70	2.58	25.8	13.8	12.0
May	2	Deve	0.70	2.83	28.3	11.4	16.9
May	3	Deve	0.69	3.06	33.7	9.2	24.5
Jun	1	Deve	0.68	3.28	32.8	6.5	26.3
Jun	2	Deve	0.67	3.49	34.9	4.1	30.9
Jun	3	Deve	0.67	3.61	36.1	3.5	32.6
Jul	1	Deve	0.66	3.77	37.7	2.7	35.1
Jul	2	Deve	0.65	3.91	39.1	1.7	37.4
Jul	3	Deve	0.64	3.71	40.8	3.0	37.8
Aug	1	Deve	0.63	3.54	35.4	3.5	31.9
Aug	2	Mid	0.63	3.41	34.1	4.0	30.1
Aug	3	Mid	0.62	3.06	33.7	10.0	23.7
Sep	1	Mid	0.62	2.70	27.0	16.6	10.4
Sep	2	Mid	0.62	2.38	23.8	22.0	1.8
Sep	3	Mid	0.62	2.11	21.1	27.2	0.0
Oct	1	Mid	0.62	1.83	18.3	33.4	0.0
Oct	2	Mid	0.62	1.56	15.6	39.1	0.0
Oct	3	Mid	0.62	1.41	15.5	40.3	0.0

Εικόνα 40 Αποτελέσματα αναγκών σε νερό για την καλλιέργεια πορτοκαλιάς και μανταρινιάς

Όπως βλέπουμε στην εικόνα, μας δίνονται υπολογισμοί ανά δεκαήμερο για τον κάθε μήνα. Θα πρέπει λοιπόν να προσθέσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν κάθε δέκα ημέρες για να βρούμε ξεχωριστά για τον κάθε μήνα.

Επομένως, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 10 Εκτίμηση αναγκών σε νερό, ανά μήνα με CROPWAT για εσπεριδοειδή στην Πρέβεζα

Μήνας	Ανάγκες σε νερό (mm/month)
Μάρτιος	0
Απρίλιος	9,8
Μάιος	53,4
Ιούνιος	89,6
Ιούλιος	110
Αύγουστος	85,7
Σεπτέμβριος	12,1
Σύνολο	360,6

ΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989)

Η ΚΥΑ Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989) ορίζει τα όρια χρήσης νερού ανά κατηγορία καλλιέργειας στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας. Οι εκτιμήσεις γίνονται με βάση τη μέθοδο Blaney-Criddle. Μία μεταγενέστερη απόφαση του Υπουργείου Γεωργίας (1990) επέτρεπε στους μελετητές να χρησιμοποιούν τη μέθοδο Penman για την εκτίμηση των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό.

Τα όρια που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα εκφράζουν τις ανάγκες σε αρδευτικό νερό ανά κατηγορία καλλιεργειών σε κυβικά μέτρα ανά στρέμμα καλλιεργούμενης έκτασης για ολόκληρο τον αντίστοιχο μήνα. Οι κατηγορίες καλλιεργειών ορίζονται σύμφωνα με τον φυτικό συντελεστή Κ ως εξής:

- Κατηγορία Ι με $K = 0,55$ περιλαμβάνει ελιές, εσπεριδοειδή
- Κατηγορία ΙΙ με $K = 0,60$
- Κατηγορία ΙΙΙ με $K = 0,65$
- Κατηγορία ΙV με $K = 0,70$
- Κατηγορία V με $K = 0,75$ περιλαμβάνει τον αραβόσιτο
- Κατηγορία VI με $K = 0,80$ περιλαμβάνει το ακτινίδιο
- Κατηγορία VII με $K = 0,85$ περιλαμβάνει τη μηδική
- Κατηγορία VIII με $K = 1,20$

Πίνακας 11 Ανάγκες σε αρδευτικό νερό ανά κατηγορία καλλιεργειών για το υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Φ16/6631/89 (ΦΕΚ 428 Β / 1989).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΝΑΣ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
Απρίλης	33-34	36-48	39-52	42-56	45-60	48-64	51-68	72-96
Μάιος	63-80	69-87	75-94	80-101	86-109	92-116	98-123	138-174
Ιούνιος	88-107	96-117	104-127	112-136	120-146	128-156	136-166	192-234
Ιούλιος	102-121	111-132	120-143	129-154	139-165	148-176	157-187	222-264
Αύγουστος	96-115	105-126	114-136	122-147	131-157	140-168	149-178	210-252
Σεπτέμβριος	52-69	57-75	62-81	66-87	71-94	76-100	81-106	114-150

Συγκρίνοντας του παραπάνω πίνακες, παρατηρούμε ότι τα όρια στην χρήση του αρδευτικού νερού που είχαν προσδιοριστεί για την περιφέρεια της Ηπείρου κατά την διάρκεια του έτους 1989 έχουν κάποιες αποκλίσεις σε σχέση με τα όρια που επικρατούν. Αυτό συμβαίνει

επειδή η βροχόπτωση διαφέρει από έτος σε έτος. Στις μελέτες των αρδευτικών έργων το ύψος βροχόπτωσης είναι αυτό που έχει συχνότητα εμφάνισης ή υπερβάσης 80 ή 75%. Αν η ανάλυση αναφέρεται στον κρίσιμο μήνα από πλευράς αναγκών και οι καλλιέργειες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έλλειψη νερού σ' αυτό το διάστημα, πρέπει να εκλέγεται ακόμα μεγαλύτερη τιμή πιθανότητας υπερβάσης. Για την εύρεση του ύψους βροχόπτωσης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενεργού βροχόπτωσης είναι καλύτερα να γίνεται ανάλυση συχνότητας με τη χρησιμοποίηση παρατηρήσεων πολλών ετών. Σύμφωνα με τη μέθοδο από την υπηρεσία U.S. Bureau of Reclamation (Stamm, 1967) που αναφέρεται σε μηνιαίες τιμές η εκτίμηση της ενεργού βροχόπτωσης μπορεί να γίνει με βάση τα ποσοστά του πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12 Ποσοστά εκτίμησης ενεργού βροχόπτωσης

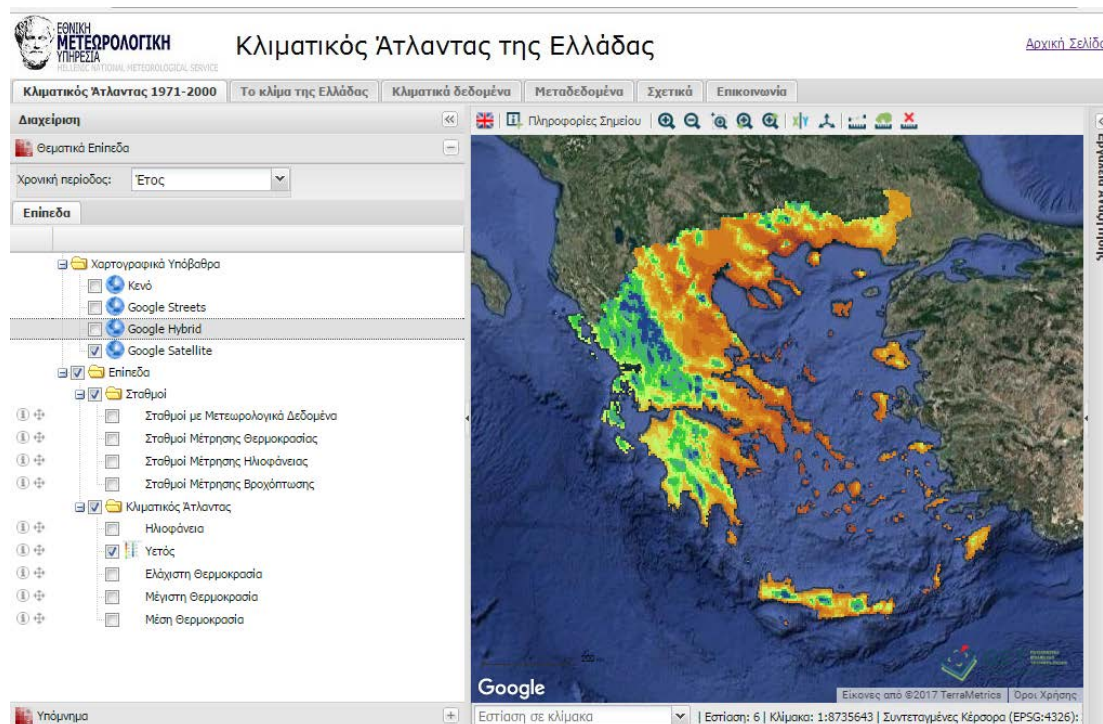
Μηνιαία βροχόπτωση (κλάσεις) mm	Μέσο ποσοστό ενεργού βροχόπτωσης της κλάσης (%)
0,0 – 25,4	95
25,4 – 50,8	90
50,8 – 76,2	82,5
76,2 – 101,6	65
101,6 – 127,0	45
127,0 – 152,4	25
> 152,4	5

Δηλαδή, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο διαχωρισμός της μηνιαίας βροχόπτωσης γίνεται κατά κλάσεις και πολλαπλασιάζεται η κάθε κλάση με τον ειδικό συντελεστή για να υπολογιστεί η ενεργός βροχόπτωση.

Πιο συγκεκριμένα, για την περιοχή της Άρτας έχουμε:

- για τον Απρίλιο με βροχή στα 81,5 mm: $R=25,4 \times 0,95 + (50,8 - 25,4) \times 0,90 + (76,2 - 50,8) \times 0,825 + (81,5-76,2) \times 0,65 = 71,4 \text{ mm}$
- για τον Μάιο με βροχή στα 58,5 mm: $R=25,4 \times 0,95 + (50,8 - 25,4) \times 0,90 + (58,5 - 50,8) \times 0,825 = 53,3 \text{ mm}$
- για τον Ιούνιο με βροχή στα 21,8 mm: $R=21,8 \times 0,95 = 20,71\text{mm}$
- για τον Ιούλιο με βροχή στα 12,6 mm: $R=12,6 \times 0,95 = 12\text{mm}$
- για τον Αύγουστο με βροχή στα 17,2 mm: $R=17,2 \times 0,95 = 16,3 \text{ mm}$
- για τον Σεπτέμβριο με βροχή στα 43,5 mm: $R=25,4 \times 0,95 + (43,5 - 25,4) \times 0,90 = 40,4\text{mm}$

Κάτι αντίστοιχο πρέπει να κάνουμε και για την Πρέβεζα. Η ιστοσελίδα της ΕΜΥ όμως δεν διαθέτει τις κατάλληλες πληροφορίες σχετικά με τα ποσοστά βροχόπτωσης της. Στην περίπτωση αυτή θα λάβω υπόψη κλιματικές πληροφορίες άλλης περιοχής που έχει όμως χαρακτηριστικά πλησιέστερα σε αυτά της Πρέβεζας. Σε αυτό θα φανεί χρήσιμος ο Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας (ΕΜΥ, 2017β).



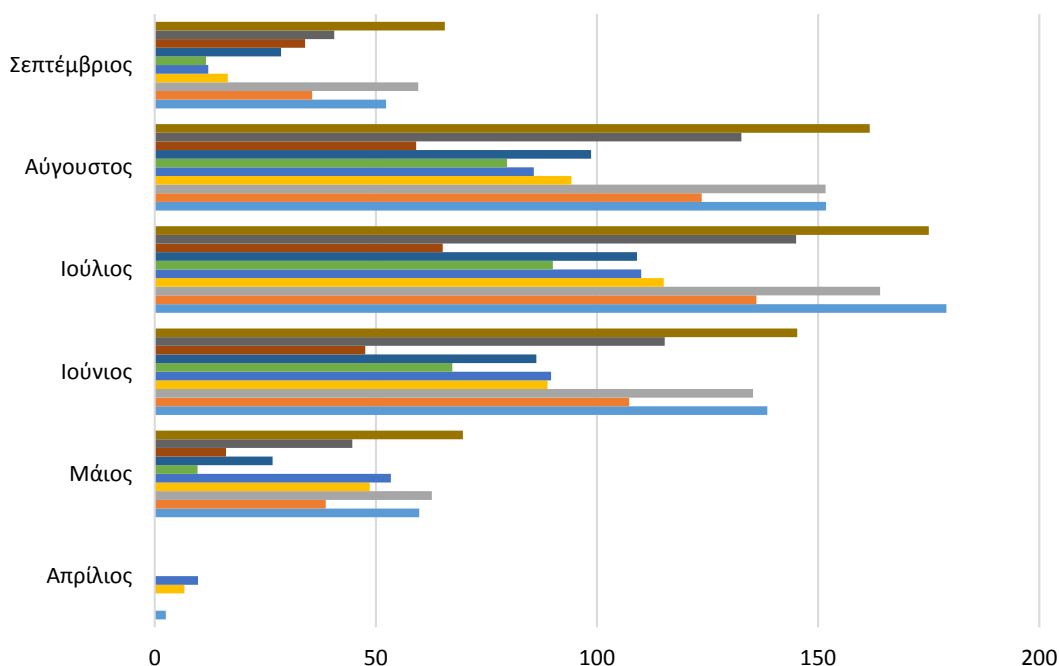
Εικόνα 41 Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας

Με βάση τον Κλιματικό Άτλαντα (ΕΜΥ, 2017β) η Πρέβεζα έχει ίδιους χρωματικούς συνδυασμούς, επομένως και παρόμοια χαρακτηριστικά με εκείνα της Κέρκυρας. Τα ποσοστά της ενεργού βροχόπτωσης ορίζονται ως εξής:

- για τον Απρίλιο με βροχόπτωση στα 66,7mm: $R = 25,4 \times 0,95 + (50,4 - 25,4) \times 0,90 + (66,7-50,4) \times 0,825 = 60,43$
- για τον Μάιο με βροχόπτωση στα 37 mm: $R = 25,4 \times 0,95 + (37-25,4) \times 0,90 = 34,57$
- για τον Ιούνιο με βροχόπτωση στα 14,1mm: $R = 14,1 \times 0,95 = 13,39$
- για τον Ιούλιο με βροχόπτωση στα 9,2mm: $R = 9,2 \times 0,95 = 8,74$
- για τον Αύγουστο με βροχόπτωση στα 19mm: $R = 19 \times 0,95 = 18,05$
- για τον Σεπτέμβριο με βροχόπτωση στα 81,3mm: $R = 25,4 \times 0,95 + (50,8-25,4) \times 0,90 + (76,2-50,8) \times 0,825 + (81,3-76,2) \times 0,65 = 71,26$

Με βάση τα προηγούμενα προκύπτουν τα διαγράμματα που ακολουθούν.

Άρτα



- ΚΥΑ 1989 κατ VII (μηδική), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ VII (μηδική), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Μηδική CROPWAT
- ΚΥΑ 1989 κατ I (εσπεριδοειδή, ελιά), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ I (εσπεριδοειδή, ελιά), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Εσπεριδοειδή CROPWAT
- Ελιά CROPWAT
- ΚΥΑ 1989 κατ VI (ακτινίδιο), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ VI (ακτινίδιο), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Ακτινίδιο CROPWAT

Εικόνα 42 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Άρτα (ανά μήνα)

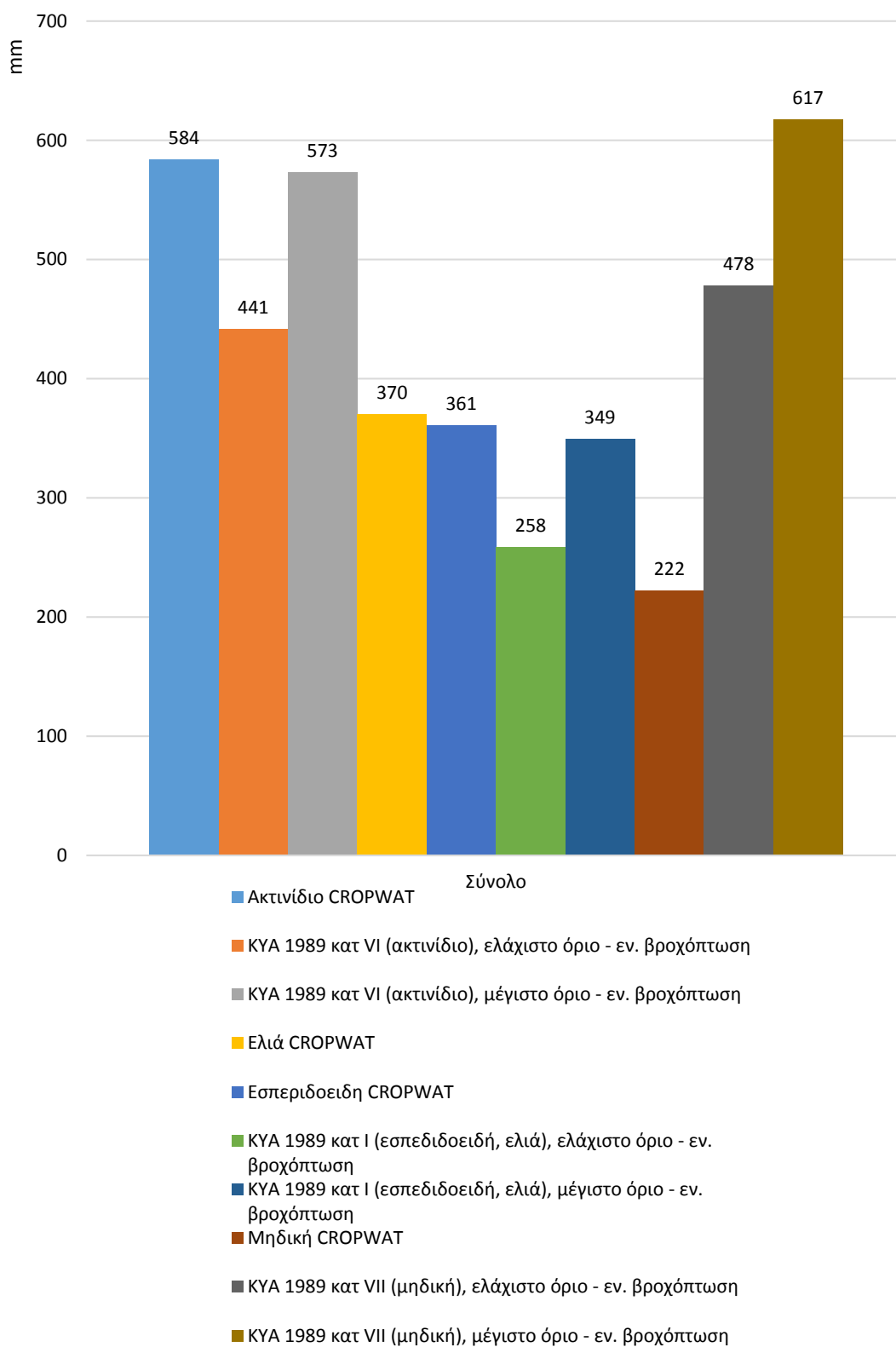
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα με το ύψος των αναγκών σε νερό (mm/month):

- Οι εκτιμήσεις του CROPWAT για την καλλιέργεια της μηδικής βρίσκονται αρκετά μακριά από τα όρια της Κ.Υ.Α. Χρειάζεται περαιτέρω αναζήτηση σχετικά με τις επιλογές το θέμα αυτό (π.χ. ποιες ποικιλίες λαμβάνει υπόψη η ΚΥΑ και ποιες αφορούν οι σχετικές παράμετροι του CROPWAT).
- Όσον αφορά τις καλλιέργειες των εσπεριδοειδών και της ελιάς παρατηρούμε ότι τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο τείνουν να ξεπερνούν ακόμα και τα ανώτερα

όρια της Κ.Υ.Α σε αντίθεση με τον Απρίλιο, τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο που το CROPWAT πετυχαίνει τα επιθυμητά όρια.

- Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με το ακτινίδιο, το οποίο τον Μάιο και τον Σεπτέμβριο τείνει να κινείται στα όρια, τον Αύγουστο φτάνει οριακά στο ύψος του ανώτερου ορίου ενώ τον Ιούνιο και τον Ιούλιο τα ξεπερνά.

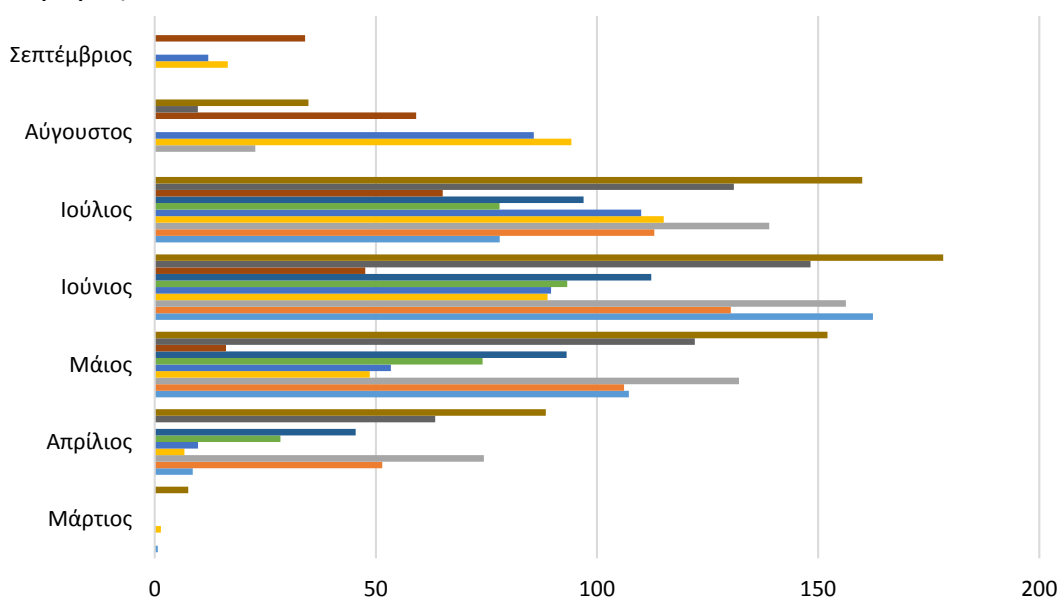
Άρτα



Εικόνα 43 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Άρτα (σύνολο αρδευτικής περιόδου)

Στο συνολικό πλέον διάγραμμα της αρδευτικής περιόδου παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα του CROPWAT από τα ακτινίδια, τις ελιές και τα εσπεριδοειδή τείνουν να ξεπερνούν ανοδικά τα όρια της Κ.Υ.Α ενώ τα αποτελέσματα για την καλλιέργεια της μηδικής είναι μικρότερα από αυτά του κατώτερου ορίου.

Πρέβεζα

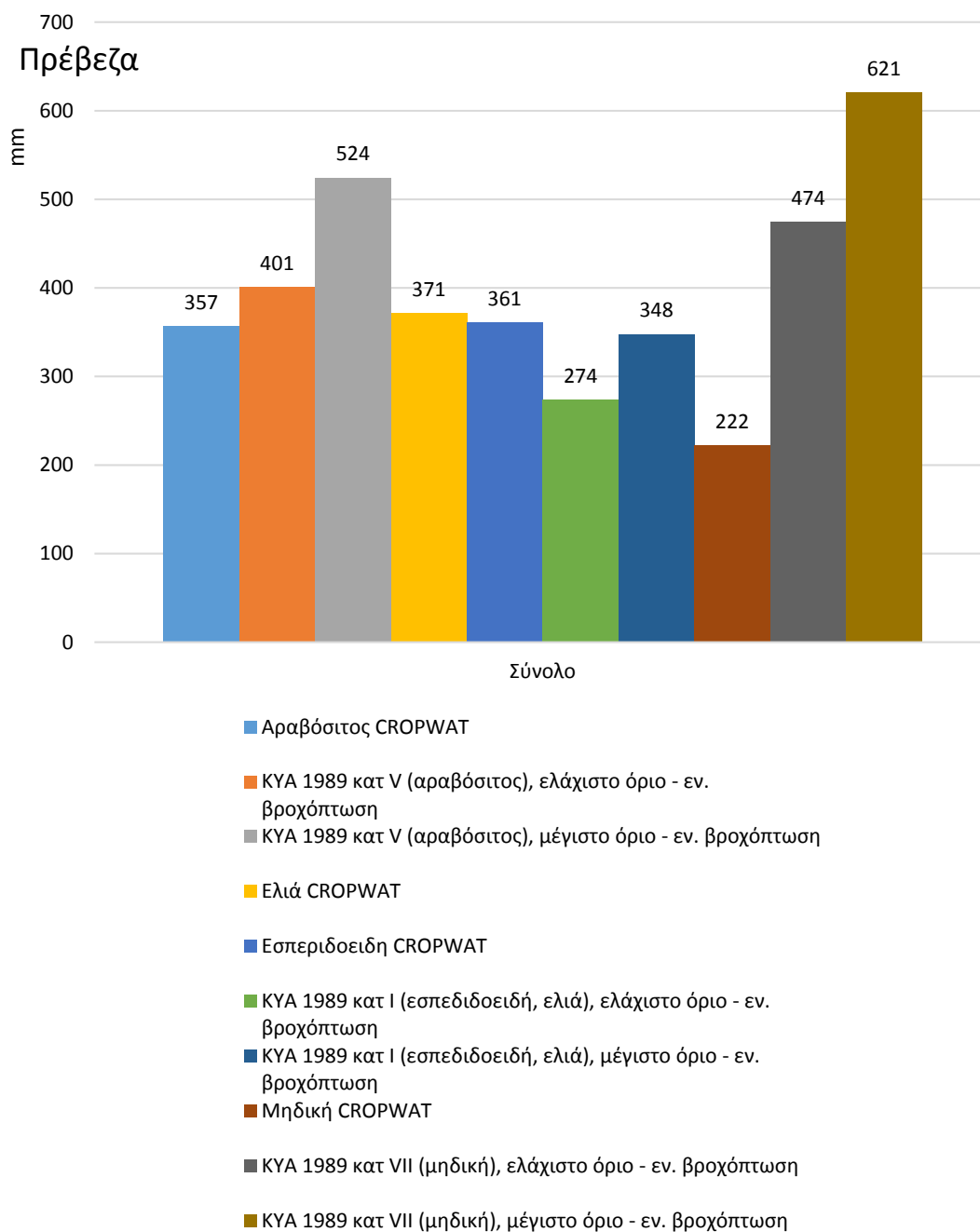


- ΚΥΑ 1989 κατ VII (μηδική), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ VII (μηδική), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Μηδική CROPWAT
- ΚΥΑ 1989 κατ I (εσπεριδοειδή, ελιά), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ I (εσπεριδοειδή, ελιά), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Εσπεριδοειδη CROPWAT
- Ελιά CROPWAT
- ΚΥΑ 1989 κατ V (αραβόσιτος), μέγιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- ΚΥΑ 1989 κατ V (αραβόσιτος), ελάχιστο όριο - εν. βροχόπτωση
- Αραβόσιτος CROPWAT

Εικόνα 44 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Πρέβεζα (ανά μήνα)

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα με το ύψος των αναγκών σε νερό (mm/month) και όσον αφορά τις καλλιέργειες της Πρέβεζας :

- Στην καλλιέργεια της μηδικής τα αποτελέσματα δεν βρίσκονται στα όρια της Κ.Υ.Α. με τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο να βρίσκονται χαμηλότερα από τα κατώτερα όρια ενώ τον μήνα Αύγουστο τα ξεπερνούν. Χρειάζεται περαιτέρω αναζήτηση σχετικά με τις επιλογές το θέμα αυτό (π.χ. ποιες ποικιλίες λαμβάνει υπόψη η ΚΥΑ και ποιες αφορούν οι σχετικές παράμετροι του CROPWAT).
- Για τις καλλιέργειες των εσπεριδοειδών και της ελιάς συμβαίνει κάτι αντίστοιχο, με τους περισσότερους μήνες να μην καταφέρνουν να πλησιάσουν τα όρια.
- Για την καλλιέργεια του αραβόσιτου παρατηρούμε ότι τον μήνα Μάιο κατάφερε να κυμανθεί στα επιθυμητά όρια ενώ τους υπόλοιπους μήνες υπήρχε μια μικρή διαφορά από τα ανώτερα και κατώτερα όρια.



Εικόνα 45 Ανάγκες και όρια άρδευσης για βασικές καλλιέργειες στην Πρέβεζα (σύνολο αρδευτικής περιόδου)

Στο συνολικό πλέον διάγραμμα της αρδευτικής περιόδου παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα του CROPWAT για τον αραβόσιτο και την μηδική είναι χαμηλότερα από εκείνα των ορίων της Κ.Υ.Α σε αντίθεση με τις καλλιέργειες της ελιάς και των εσπεριδοειδών.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα αποτελέσματα του CROPWAT δεν διαφέρουν κατά πολύ από τα μέγιστα και κατώτερα όρια που ορίζονται από την Κ.Υ.Α.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το CROPWAT είναι ένα αξιόλογο υπολογιστικό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει κάθε ενδιαφερόμενο τόσο σε καθημερινό πρακτικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του νερού άρδευσης σε μία περιοχή. Είναι δωρεάν, απλό στο σχεδιασμό, εύκολο στη χρήση και με πολύ καλή τεκμηρίωση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998, Crop evapotranspiration— Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome, Italy. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>. Προσπελάστηκε: 11/3/2017
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. And Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome (Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>). Προσπελάστηκε: 25/2/2017
- FAO, 1979. Irrigation and drainage paper 33, Yield response to water (Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/WAICENT/faoINFO/AGRICULT/agl/aglw/cropwater/parta.stm> (ΜέροςΑ) και <http://www.fao.org/WAICENT/faoINFO/AGRICULT/agl/aglw/cropwater/cwinform.stm> (ΜέροςΒ)). Προσπελάστηκε: 25/2/2017
- FAO, 2011. EXAMPLE OF THE USE OF CROPWAT 8.0
- FAO, EXAMPLE OF THE USE OF CROPWAT 8.0. Διαθέσιμο στο: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html. Προσπελάστηκε: 10/3/2-17.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή. Αρδευόμενες εκτάσεις ανά κατηγορία καλλιεργειών και περιφερειακή ενότητα. Τμήμα Ετήσιων Στατιστικών Γεωργίας, Κτηνοτροφίας & Στατιστικών Αλιείας, 2012.
- ΕΜΥ, 2017α. Κλιματολογία. Διαθέσιμο στο: <http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology.html>. Προσπελάστηκε: 20/3/2017
- ΕΜΥ, 2017β. Κλιματολογικός Χάρτης Ελλάδας. Διαθέσιμο στο: <http://climatlas.hnms.gr/>. Προσπελάστηκε: 20/3/2017
- Θεοχάρης Μ. Αρδεύσεις, Βιβλίο Εργαστηρίου. Ενότητα 11: Υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό. Επεξεργασία: Κατέρης Δ., Άρτα, 2015.
- ΤΕΕ, ΥΠΕΚΑ, 2012. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ ΤΟΤΕΕ 20701-03/2010 Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών. Έκδοση β' Διαθέσιμο στο: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-3-Final-TEE%202nd.pdf>. Προσπελάστηκε: 21/3/2017
- Τσιρογιάννης Ι. Λ., Τριάντος Σ., 2009. Καταγραφή Αρδευτικής Πρακτικής και Ανάπτυξη Διαδικτυακού Εργαλείου Διαχείρισης Άρδευσης για την Περιοχή της Άρτας. 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών, 8-10 Οκτωβρίου 2009, Θεσσαλονίκη (σελ. 51-58)
- Φ16/6631/ 01-06-1999. Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ. 428B/02-06-1989).
- Χατζουλιάκης Κ., Ψαρά Γ. και Κασπάκης Ι., 2007. Ανάπτυξη λογισμικού για το σχεδιασμό άρδευσης της ελιάς. 23^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Χανιά 23-26 Οκτωβρίου 2007, σελ. 410-417.

