

Project1: Εργασία στην Εξάτμιση και Διαπνοή

Πετρίδης Λεωνίδας 2019050096



Περιεχόμενα

Εισαγωγή	2
Μεθοδολογία	6
Αποτελέσματα	9
Συμπεράσματα	12
Βιβλιογραφία	12



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ : Εργασία στην Εξάτμιση και Διαπνοή

Εισαγωγή

Σε αυτό το πείραμα γίνεται η παρατήρηση του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής για μίας φυτείας αβοκάντο για όλο τον μήνα Αύγουστο, με την χρήση ενός μετεωρολογικού σταθμού που εγκαταστάθηκε από το Πολυτεχνείο Κρήτης. Ο στόχος του πειράματος είναι η εξοικονόμηση νερού για μήνες με ξηρασία, δηλαδή να βρεθεί το πραγματικό ποσό σε άρδευσης που χρειάζεται η φυτεία.

Η εξατμισοδιαπνοή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

- Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή:** Η συνολική διεργασία μεταφοράς νερού στην ατμόσφαιρα από φυτοκαλυμμένες επιφάνειες. Ο όρος χρησιμοποιείται γιατί οι η εξάτμιση και η διαπνοή είναι δύσκολο να διαχωριστούν.
- Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή:** Η ποσότητα εξατμισοδιαπνοής που πραγματοποιείται σε πλήρως και ομοιόμορφα καλυμμένες με χλωρίδα επιφάνειες, κάτω από συνθήκες απεριορίστης διαθεσιμότητας νερού.

Για τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής χρησιμοποιείται η μέθοδος της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου.

Υδατικό Ισοζύγιο

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = Q_{irr} - ET - Q_{perc}$$

Όπου:

Q_{irr} = η ποσότητα άρδευσης (L)

ET = η εξατμισοδιαπνοή (L)

Q_{perc} = οι απώλειες στον υπόγειο υδροφόρα (L)

Στην συγκεκριμένη άσκηση χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Penman-Monteith για τον υπολογισμό της δυνητική εξατμισοδιαπνοή (ET).

Εξίσωση Penman-Monteith: Είναι η πρώτη μέθοδος συνδυασμού για τον υπολογισμό της εξάτμισης από υδάτινη επιφάνεια. Μεταγενέστερα τροποποιήθηκε από τον Monteith, ώστε να υπολογίζει και την εξατμισοδιαπνοή από εδαφικές επιφάνειες. Για τον υπολογισμό της ET χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\lambda ET = \frac{\Delta \times (R_n - G) + \rho_a \times C_p \times \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \times \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$



Όπου:

- λET: λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$]
- Δ: κλίση της καμπύλης της τάσης ατμών [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$]
- Rn: καθαρή ακτινοβολία [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$]
- G: ροή θερμότητας του εδάφους 0 [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$]
- $e_s - e_a$: έλλειμμα πίεσης υδρατμών του αέρα [kPa]
- ρ_a : μέση πυκνότητα του αέρα σε σταθερή πίεση [kg m^{-3}]
- C_p : ειδική θερμότητα του αέρα 1.013 [$\text{kJ kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$]
- γ : ψυχομετρική σταθερά [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$]
- r_s : επιφανειακή αντίσταση [day m^{-1}]
- r_a : αεροδυναμική αντίσταση [day m^{-1}]

Παράγοντες που εξαρτάτε η ET βάση με την Μέθοδος Penman:

- Θερμοκρασία
- Σχετική Υγρασία
- Άνεμος-Ταχύτητα ανέμου
- Ηλιακή Ακτινοβολία

Ακολουθούν περιληπτικά επεξηγήσεις για τους συντελεστές της εξίσωσης Penman:

Πίεση Κορεσμού των Υδρατμών e_s (kPa): Ορίζεται ως η πίεσης των υδρατμών την στιγμή που αρχίζουν να υγροποιούνται για μια συγκεκριμένη θερμοκρασία και δίνεται από την εξίσωση:

$$e_s = \frac{e_{T_{\max}} + e_{T_{\min}}}{2}$$

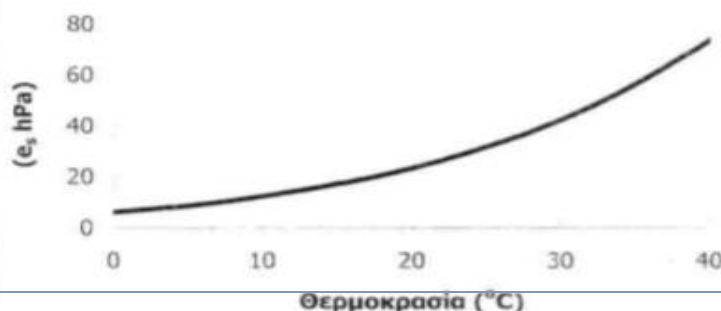
Όπου: $e_{T_{\max}}$: η πίεση ατμών κορεσμού στη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

$$e_{T_{\max}} = 0.608 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\max}}{237.3 + T_{\max}}}$$

$e_{T_{\min}}$ η πίεση ατμών κορεσμού στην ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (kPa)

$$e_{T_{\min}} = 0.608 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\min}}{237.3 + T_{\min}}}$$

Από την παραπάνω σχέση δημιουργείται το ακόλουθο διάγραμμα που περιγράφει την μεταβολή της πίεσης κορεσμού των υδρατμών σε kPa ως προς τη θερμοκρασία T σε $^\circ\text{C}$.





Η κλίση της καμπύλης κορεσμού των υδρατμών συμβολίζεται με Δ (kPa °C⁻¹):

$$\Delta = \frac{4098 \times \left(0.618 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\text{mean}}}{237.3 + T_{\text{mean}}}} \right)}{(T_{\text{mean}} + 237.3)^2}$$

όπου: T_{mean} : η μέση θερμοκρασία του

αέρα σε °C

Πραγματική πίεση υδρατμών

$$e_a = \frac{e_{T_{\text{min}}} \times \frac{RH_{\text{max}}}{100} + e_{T_{\text{max}}} \times \frac{RH_{\text{min}}}{100}}{2}$$

όπου

$e_{T_{\text{max}}}$: η πίεση ατμών κορεσμού στη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

$e_{T_{\text{min}}}$: η πίεση ατμών κορεσμού στην ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

RH_{min} : η ελάχιστη υγρασία

RH_{max} : η μέγιστη υγρασία

Αεροδυναμική αντίσταση

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{om}}\right) \times \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{oh}}\right)}{k^2 \times u_z}$$

όπου:

z_m : ύψος των μετρήσεων ανέμου 3.15m

z_h : ύψος μετρήσεων υγρασίας 3.15m

d : ύψος μετατόπισης μηδενικού επιπέδου (m)

$$d = \frac{2}{3} \times h$$

z_{om} : μήκος τραχύτητας που διέπει τη μεταφορά ορμής [m]

$$z_{om} = 0.123 \times h$$

Όπου



h : το ύψος του φυτού

$() [m]$ Z_{oh} : μήκος

τραχύτητας που διέπει

τη μεταφορά

θερμότητας και

υδρατμών $[m]$

$$Z_{oh} = 0.1 \times Z_{om}$$

k : σταθερά von Karman 0.41 [-]

u_z : ταχύτητα του ανέμου στο ύψος z $[m s^{-1}]$

Επιφανειακή αντίσταση

$$r_s = \frac{100}{0.5 \times LAI}$$

όπου

LAI : δείκτης φυλλικής επιφάνειας, $3 m^2$ (φυλλική επιφάνεια)/ m^2 (επιφάνεια εδάφους)

Ο ψυχομετρικός συντελεστής γ είναι ένα μέγεθος που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της εξάτμισης:

$$\gamma = 0.00065 \times P (KPa)$$

όπου:

P : η ατμοσφαιρική πίεση σε KPa

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

Όπου z : το υψόμετρο πάνω από το επίπεδο της

θάλασσας, $15 m$

Η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης(λ) ορίζεται η ενέργεια που χρειάζονται τα μόρια νερού ώστε από την υγρή να περάσουν στην αέρια φάση.

$$\lambda = 2501 - (2,361 * T)$$



Μεθοδολογία

Για την διεξαγωγή όπως άσκησης καθημερινά με την χρήση του μετεωρολογικό σταθμό που περιλαμβάνει: ένα βροχόμετρο, μετεωρολογικές μετρήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλιοφάνειας, ταχύτητας ανέμου, από κάμερες παρακολούθησης όπως ανάπτυξης του φυτού που μετράνε το NDVI (Normalized difference vegetation index) και το PRI (Photochemical Reflectance Index), καθώς και μέτρηση όπως υγρασίας του εδάφους μέχρι 1 μέτρο και ανά 10 εκατοστά καταγράφονταν τα μετεωρολογικά δεδομένα(εικόνα1). Ταυτόχρονα ο αγρότης κάθε 4 μέρες περίπου πήγαινε στην φυτεία για να ποτίσει και σημείωνε την ποσότητα άρδευσης που έκανε(Πίνακας4).Η άρδευση γινόταν με σταλάκτες και ο σωλήνας είναι απλωμένος περιμετρικά όπως ρίζας του φυτού σε ακτίνα 1 m. Η επιφάνεια όπως άρδευσης εκτείνεται 1,6 m από την ρίζα του φυτού.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω από τον σταθμό πάρθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα:

Εικόνα 1: ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

1	Ημερομηνία (Ημέρα/Μήνας/Έτος)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση ταχύτητα ανέμου(m/s)	Ολική καθαρή ενέργεια ακτινοβολίας (MJ/(m2 d))	TMAX (°C)	TMIN (°C)	MAX RH (%)	MIN RH (%)
2	28/7/2020	24,35	1,1	25,158	31,9	16,8	91,5	44,7
3	29/7/2020	23,9	1,2	25,524	31,4	16,4	86,9	47,7
4	30/7/2020	23,65	1,1	26,1192	32,5	14,8	91,4	39,1
5	31/7/2020	23,75	1,1	25,002	33,4	14,1	90,0	34,5
6	8/1/2020	26,4	0,9	24,4914	36,3	16,5	86,9	34,9
7	8/2/2020	25	1,2	24,7278	31,5	18,5	87,3	55,0
8	8/3/2020	23,6	1,1	23,9124	30,3	16,9	92,6	49,2
9	8/4/2020	22,45	0,9	23,1996	30,6	14,3	90,4	46,4
10	8/5/2020	23,85	0,9	22,2096	31,1	16,6	95,6	57,0
11	8/6/2020	24,05	0,8	24,4026	31,0	17,1	96,8	60,7
12	8/7/2020	25,1	1,6	24,075	31,4	18,8	97,5	47,7
13	8/8/2020	25,8	2,3	22,7028	30,6	21,0	78,0	49,8
14	8/9/2020	26,85	1,8	21,5778	29,3	24,4	71,3	57,7
15	8/10/2020	23,6	1,6	24,2478	29,5	17,7	84,0	55,1
16	8/11/2020	24,35	1,2	24,249	31,7	17,0	84,3	35,8
17	8/12/2020	23,5	1,2	23,7744	32,1	14,9	80,8	38,8
18	13/8/2020	23,65	0,9	24,1506	32,4	14,9	85,7	44,2
19	14/8/2020	24,25	1,1	24,0396	30,9	17,6	79,3	41,9
20	15/8/2020	23,65	1,0	23,592	33,0	14,3	80,4	32,2
21	16/8/2020	23,3	1,1	23,6676	31,4	15,2	92,0	46,0
22	17/8/2020	22,8	1,0	23,6262	29,8	15,8	92,0	43,6
23	18/8/2020	23,05	1,1	23,1222	29,5	16,6	90,9	50,1
24	19/8/2020	22,65	1,0	22,701	30,2	15,1	96,3	59,9
25	20/8/2020	23,35	1,2	23,5494	30,2	16,5	98,6	54,8
26	21/8/2020	22,2	1,1	23,3232	30,5	13,9	97,6	51,0
27	22/8/2020	23,35	1,1	22,9638	29,9	16,8	85,9	44,7

Στη συνέχεια έγιναν οι υπολογισμοί με την χρήση του προγράμματος excel για την εξαμιοδιαπνοή του φυτού από την εξίσωσης του Penman και συμπληρώθηκε ο πίνακας 2 που βρίσκονται στο θέμα αποτελέσματα. Ενδεικτικά ακολουθούν τα βήματα για την συμπλήρωση της 1ης γραμμής για την κάθε στήλη. Οι υπόλοιπες γραμμές συμπληρώθηκαν με τον ίδιο τρόπο.

Για το e_s :

$$e_{Tmax} = 0,608 * e^{\frac{17,27 * T_{max}}{T_{max} + 237,3}}$$

$$e_{Tmax} = 0,608 * e^{\frac{17,27 * 31,9}{31,9 + 237,3}}$$

$$e_{Tmax} = 4,7063 \text{ kPa}$$

$$e_{Tmin} = 0,608 * e^{\frac{17,27 * T_{min}}{T_{min} + 237,3}}$$



$$e_{Tmin} = 0,608 * e^{\frac{17,27*16,8}{16,8+237,3}}$$

$$e_{Tmin} = 1,90453 \text{ KPa}$$

Αρα

$$e_s = \frac{e_{Tmax} + e_{Tmin}}{2}$$

$$e_s = \frac{4,7063 + 1,90453}{2}$$

$$e_s = 3,30542 \text{ KPa}$$

Πραγματική πίεση ατμών e_a :

$$e_a = \frac{e_{Tmin} * \frac{RH_{max}}{100} + e_{Tmax} * \frac{RH_{min}}{100}}{2}$$

$$e_a = \frac{1,90453 * \frac{91,5}{100} + 4,7063 * \frac{44,7}{100}}{2}$$

$$e_a = 1,92318 \text{ KPa}$$

Αεροδυναμική αντίσταση r_a :

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{om}}\right) * \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{oh}}\right)}{k^2 * u_z}$$

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{3,15 - 1,14}{0,2583}\right) * \ln\left(\frac{3,15 - 1,14}{0,02583}\right)}{0,41^2 * 1,1}$$

$$r_a = 44,722 \text{ sec/m}$$

Επιφανειακή αντίσταση r_s :

$$r_s = \frac{100}{0,5 * LAI}$$

$$r_s = \frac{100}{0,5 * 3}$$

$$r_s = 66,6667 \text{ sec/m}$$

Ψυχομετρική σταθερά γ :

$$\gamma = 0,00065 * P$$

$$P = 101,3 * \left(\frac{293 - 0,0065 * Z}{293}\right)^{5,26}$$

$$P = 101,1228161 \text{ kPa}$$

$$\gamma = 0,00065 * 101,1228161$$

$$\gamma = 0,06573 \text{ kPa/}^\circ \text{C}$$



Για λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης:

$$\lambda = 2501 - (2,361 * T_{mean})$$

$$\lambda = 2501 - (2,361 * 24,35)$$

$$\lambda = 2443,51 \text{ KJ/kg}$$

Για κλίση της καμπύλης κορεσμού των υδρατμών:

$$\Delta = \frac{4098 * \left(0.618 * e^{\frac{17.27 * T_{mean}}{237.3 + T_{mean}}} \right)}{(T_{mean} + 237,3)^2}$$

$$\Delta = \frac{4098 * \left(0.618 * e^{\frac{17.27 * 24.35}{237.3 + 24.35}} \right)}{(24.35 + 237,3)^2}$$

$$\Delta = 0,18455 \text{ [kPa/}^\circ\text{C]}$$

Αντικαθιστώ στην εξίσωση Penman-Monteith:

$$\lambda ET = \frac{\Delta * (R_n - G) + \rho_a * C_p * \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma * \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right)}$$

$$\lambda ET = \frac{0,18455 * (25.158 - 0) + 1.2 * 0.001 * \frac{(3,30542 - 1,92318)}{44,722}}{0,18455 + 0,06573 * \left(1 + \frac{66,6667}{44,722} \right)}$$

$$\lambda ET = 13,3318 \frac{MJ}{m^2 day}$$

Ακολουθώς διαιρώ με λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης για να βρεθεί το ET και μετατρέπο τις μοναδες μέτρησεις από $\frac{MJ}{m^2 day}$ σε $\frac{kg}{m^2 \cdot d}$.

$$ET = \frac{13,3318 \frac{MJ}{m^2 day}}{2443,51 \text{ KJ/kg}}$$

$$= 0,00546 \frac{MJ}{m^2 day} \cdot \frac{kg}{KJ}$$

$$= 0,00546 * 1000$$

$$= 5,456 \frac{kg}{m^2 \cdot d}$$

Στην συνέχεια πρέπει να πολλαπλασιάσω το ET με τα χρόνια που βρίσκεται το φυτό.

Αφού το φυτό βρίσκεται στο τέταρτο από τα πέντε έτη της ανάπτυξής του πρέπει να πολλαπλασιαστεί με $\frac{4}{5}$

$$ET_{\text{φυτού}} = ET * \frac{4}{5}$$



$$ET \text{ φυτού} = 4,3648 \frac{\text{kg}}{\frac{\text{m}^2}{\text{d}}}$$

Η εικόνα 2 παρουσιάζει τις Μετατροπές των μονάδων για ET φυτού διορθ. $\frac{\text{kg}}{\frac{\text{m}^2}{\text{d}}}$ σε $\frac{\text{lt}}{\text{d}}$.

Ενδεικτικά ακολουθούν τα βήματα και η επεξήγηση για την συμπλήρωση της 1^{ης} γραμμής για την κάθε στήλη. Οι υπόλοιπες γραμμές συμπληρώθηκαν με τον ίδιο τρόπο.

Από την εξίσωση η εξατμισοδιαπνοή δίνεται σε kg νερού ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας και ημέρα. Οπότε διαιρώντας με την πυκνότητα του νερού σε [kg/m³], προκύπτει η εξάτμιση σε m/d.

$$ET \text{ φυτού διορθ} = 4,3648 \frac{\text{kg}}{\frac{\text{m}^2}{\text{d}}}$$

$$\Leftrightarrow ET \text{ φυτού διορθ} = 4,3648 * 10^{-3} = 0,00436 \frac{\text{m}}{\text{d}}$$

Μετά πολλαπλασιάζω την εξατμισοδιαπνοή με το εμβαδόν του κύκλου γιατί η επιφάνεια της άρδευσης εκτείνεται 1,6 m από την ρίζα του φυτού.

$$\Leftrightarrow ET \text{ φυτού διορθ} = 0,00436 * E_{\text{κυκλου}}$$

$$\Leftrightarrow ET \text{ φυτού διορθ} = 0,00436 * (3,14 * 1,6^2) = 0,021928767 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Τέλος πολλαπλασιάζεται με 1000 και υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή.

$$\Leftrightarrow ET \text{ φυτού διορθ} = 0,021928767 * 1000 = 21,9288 \frac{\text{lt}}{\text{d}}$$

Αποτελέσματα

Εικόνα 2: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

project1 - Excel

pauloschrostofi@gmail.com

ΑρχείοΚεντρικήΕισαγωγήΔιάταξη σελίδαςΤύποιΔεδομέναΑναθεώρησηΠροβολήΒοήθεια

Πείτε μου τι θέλετε να κάνετε

Επισκόπηση

Πρόχειρο

Γραμματοστυλ

Στοιχείο

Αριθμός

Σημεία

Γενική

Μορφοποίηση υπό όρους

Μορφοποίηση ως πίνακα

Στυλ κελιών

Κλάδος

Εισαγωγή

Διαγραφή

Μορφοποίηση

Ταξινόμηση και Εύρεση & Αντικατάσταση

Εύρεση & Εμπλοκή

Επιχειρήματα

AD1	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
Δ	Ελλην	Εθνικ	Ες	εα	Γα	Γς	γ	λ	ΛΕΤ(M/m*2day^-1)	ΕΤ(Kg/m*2*day)	ΕΤ(Kg/m*2*day)	ΕΤ(4/5)	ΕΤ(m/day)	ΕΤ(rita)(m*3/day)	ΕΤ(lt/day)
0,18455	4,7063	1,90453	3,30542	1,92318	44,722	66,667	0,06573	2443,51	13,3179572	0,005456003	5,456002895	4,3648	0,004364802	0,021928767	21,928767
0,18026	4,57485	1,85672	3,21578	1,89784	39,8245	66,667	0,06573	2444,57	12,9325993	0,005286512	5,286512076	4,22921	0,00424921	0,021247549	21,247549
0,17791	4,46836	1,67539	3,27208	1,7176	43,5934	66,667	0,06573	2445,16	13,50216377	0,005521991	5,251990706	4,41759	0,004417593	0,022193985	22,193985
0,17885	5,12053	1,60163	3,36108	1,60403	45,0427	66,667	0,06573	2444,93	13,08001516	0,005349861	5,349860822	4,27989	0,004279899	0,021502161	21,502161
0,20522	6,0118	1,86857	3,94019	1,86095	55,8122	66,667	0,06573	2438,67	14,38256048	0,005897708	5,89777072	4,71817	0,004718166	0,023704067	23,704067
0,19091	4,60088	1,23001	3,36045	2,19063	40,7163	66,667	0,06573	2441,98	12,95981122	0,005370102	5,307102333	4,24568	0,004245682	0,021330306	21,330306
0,17744	4,29684	1,91666	3,10675	1,94443	42,5203	66,667	0,06573	2445,28	12,25521417	0,005011783	5,011782766	4,00943	0,004009426	0,020143357	20,143357
0,16699	4,37116	1,62252	2,99684	1,74749	50,9554	66,667	0,06573	2448	12,15543048	0,004965464	4,965464123	3,97237	0,003972371	0,019957199	19,957199
0,17979	4,49752	1,88049	3,18901	2,18067	55,6325	66,667	0,06573	2444,69	13,31324444	0,005036763	5,036762813	4,02941	0,00402941	0,020243757	20,243757
0,18168	4,472	1,9411	3,20655	2,29675	58,0147	66,667	0,06573	2444,22	13,72839965	0,005616684	5,616683919	4,49335	0,004493347	0,022574576	22,574576
0,1919	4,57485	2,16018	3,36751	2,14419	30,8325	66,667	0,06573	2441,74	11,55724403	0,004733202	4,733202239	3,78656	0,003786562	0,019023686	19,023686
0,19898	4,37116	2,4756	3,42338	2,05391	21,0081	66,667	0,06573	2440,09	9,544694213	0,003911622	3,911621734	3,1293	0,003129297	0,01572159	15,72159
0,21001	0,05697	3,0423	5,45963	2,25502	26,8854	66,667	0,06573	2437,61	10,32895647	0,004273734	4,273734333	3,38987	0,003389867	0,017030694	17,030694
0,17744	4,10399	2,01609	3,06004	1,97741	30,7775	66,667	0,06573	2445,28	11,1597592	0,004636795	4,6367953	3,65104	0,003651036	0,018342806	18,342806
0,18455	4,65333	1,92885	3,29109	1,64595	41,1773	66,667	0,06573	2443,51	12,54626749	0,005134528	5,1345275	4,10762	0,004107622	0,020636693	20,636693
0,17651	4,75979	1,68663	3,22321	1,6048	39,6645	66,667	0,06573	2445,52	11,89764631	0,004865085	4,865085275	3,89207	0,003892068	0,019553751	19,553751
0,17791	4,84102	1,68663	3,26382	1,79259	51,7569	66,667	0,06573	2445,16	13,08740776	0,005352368	5,3523671	4,28189	0,004281894	0,021512236	21,512236
0,18359	4,4466	2,00342	3,22501	1,72592	42,7043	66,667	0,06573	2443,75	12,54069933	0,005131575	5,131750033	4,1054	0,00410504	0,020625553	20,625553
0,17791	5,00709	1,62252	3,31481	1,4584	46,5646	66,667	0,06573	2445,16	12,43406127	0,005058168	5,085167974	4,06813	0,004068134	0,020438307	20,438307
0,17466	4,57485	1,71951	3,14718	1,84319	45,2788	66,667	0,06573	2445,99	12,26055515	0,005012515	5,012514994	4,01001	0,004010012	0,0201463	20,1463
0,17011	4,1754	1,78696	2,98118	1,73224	47,261	66,667	0,06573	2447,17	12,2362315	0,004998689	4,99886752	3,99895	0,003998951	0,02009073	20,09073
0,17238	4,10399	1,88049	2,99224	1,88273	44,6642	66,667	0,06573	2446,58	11,85475211	0,004845045	4,84540245	3,87635	0,003876352	0,019474793	19,474793
0,16877	4,27231	1,70849	2,9904	1,10219	46,781	66,667	0,06573	2447,52	11,67464455	0,004769983	4,769982909	3,81599	0,003815986	0,019171515	19,71515
0,17512	4,27231	1,86857	3,27004	2,09182	39,5057	66,667	0,06573	2445,87	11,72371528	0,004793269	4,793268718	3,83461	0,003834615	0,019251606	19,251606
0,16479	4,34626	1,58098	2,96362	1,87982	45,4576	66,667	0,06573	2448,59	11,75662271	0,004801393	4,801392996	3,84111	0,003841114	0,019297759	19,297759
0,17512	4,19945	1,90453	3,05199	1,75657	43,0502	66,667	0,06573	2445,87	11,73690366	0,004798661	4,798660821	3,83893	0,003838929	0,019286778	19,286778

Sheet1

Sheet2

Sheet3

Εύρεση & Εμπλοκή

Επιχειρήματα

Πληκτρολογήστε εδώ για αναζήτηση

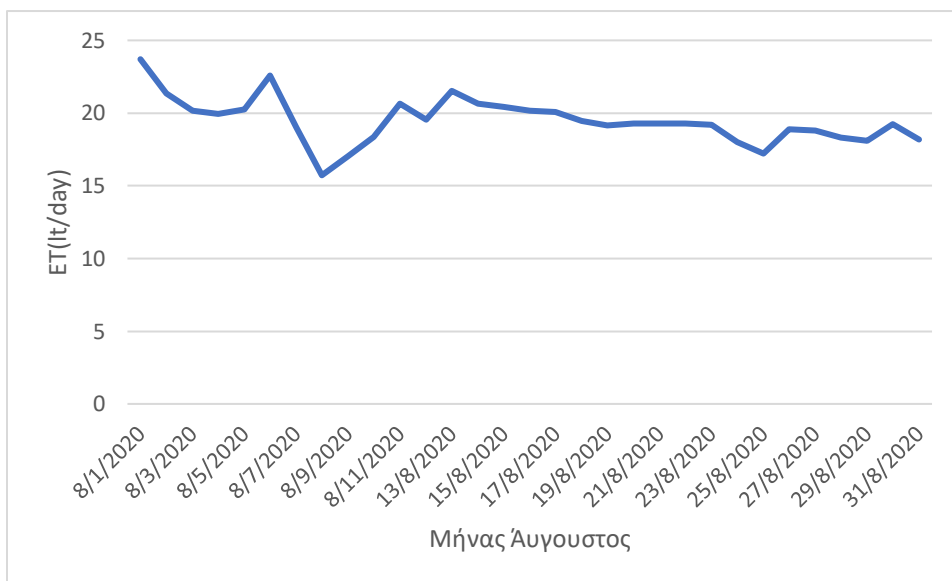
227 μμ
10/21/2021



Για το πρώτο ερώτημα της εργαστηριακής άσκησης:

- Χρησιμοποιήστε την εξίσωση του Penhman για να υπολογίσετε τη εξατμισοδιαπνοή ET του φυτού
- Να την συγκρίνετε με την ποσότητα της άρδευσης για τον μήνα Αύγουστο (Το φυτό βρίσκεται στο τρίτο από τα πέντε έτη της ανάπτυξής του, επομένως θεωρήστε διορθωτικό συντελεστή 3/5 για την ET)>> Ο υπολογισμός του ET αναλύθηκε στο κομμάτι της μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα που πάρθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 2 και 3. Για το ερώτημα b) δημιουργήθηκε το ακόλουθο διάγραμμα.

Διάγραμμα 1: ET φυτού διορθ (lt/d) για όλο το καλοκαίρι



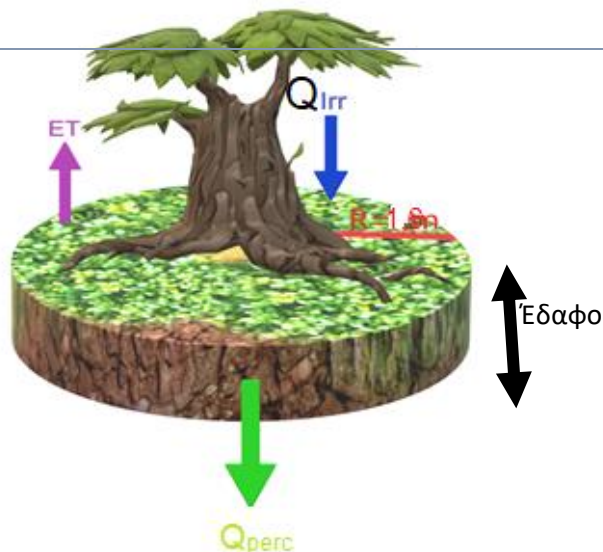
Από τις τιμές του ET του φυτού δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα για ολόκληρο το καλοκαίρι. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα οι τιμές του ET δεν είναι σταθερές. Μεγάλη μείωση παρατηρείται στις 9 του Αυγούστου αρκετά λογικό αφού την συγκεκριμένη μέρα η καθαρή ολική ακτινοβολία ήταν αρκετά χαμηλή (21,5778 MJ/m²d). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην παρουσία νεφών, με αποτέλεσμα ο συντελεστής απορρόφησης να μειωθεί και συνεπώς ελαττωθεί η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο έδαφος. Άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο πιο μικρή είναι η καθαρή ολική ακτινοβολία τόσο θα μειώνεται και η τιμή του ET (ανάλογα).

Για την επίλυση του δεύτερου ερωτήματος της εργαστηριακής άσκησης << **Με βάση το ισοζύγιο του νερού και αν υποθέσουμε ότι η εδαφική υγρασία μεταξύ ποτισμάτων δεν αλλάζει, υπολογίστε πόσο νερό εμπλουτίζει τον υπόγειο υδροφόρο.**>> πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα βήματα:

Πίνακας 4: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Βήμα 1: Σχεδιασμός ενός σχήματος

Για την δημιουργία του σχήματος χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα 3D paint.



Όπου

ET= Το άθροισμα του ET (lt/d) από την 1/8 μέχρι 31/8

Q_{irr} =H συνολική άρδευση από την 1/8 μέχρι 31/8

Βήμα 2: Από το ισοζύγιο υπολογίζονται οι απώλειες

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = Q_{irr} - ET - Q_{perc}$$

$\frac{\Delta s}{\Delta t}$ υποτίθεται ότι είναι μηδέν

ET= 666,656 lt/d (αθροίζω όλες τις τιμές του ET ANA 4 MERES. (lt/d) από πίνακα 1)

Q_{irr} = 2412 lt (αθροίζω όλες τις τιμές για την άρδευση για τον μήνα Αύγουστο από τον πίνακα1)

$$\begin{aligned} 0 \\ \frac{\Delta s}{\Delta t} &= Q_{irr} - ET - Q_{perc} \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow Q_{perc} = Q_{irr} - ET$$

$$= 2412 - 666,656$$

$$= 1745,344 \text{ lt}$$

Πίνακας1:

Ημερομηνία	Άρδευση (lt)	Νέα άρδευση(lt)	ET ANA 4 ΜΕΡΕΣ(lt/d)
1/8/2020	296	86,87246183	86,8725
5/8/2020	188	85,13492319	81,6746
9/8/2020	644	77,56360962	74,3505
13/8/2020	216	75,56394389	80,0455
19/8/2020	252	122,2878963	119,947
23/8/2020	256	77,02115724	77,0508
27/8/2020	252	73,30342001	72,8823



31/8/2020

SUM

308	74,43353114	73,8323
2412	672,1809432	666,656

Στην συνέχεια το τρίτο ερώτημα << Αν ο γεωργός πότιζε με ποσότητα ίση της ET των ημερών που μεσολαβούν μεταξύ των ποτισμάτων, πόσο νερό θα εμπλούτιζε τον υπόγειο υδροφόρα;>> Άρα όπως και στο β ερώτημα θα χρησιμοποιήσουμε το ισοζύγιο του νερού.

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = Q_{irr} - ET - Q_{perc}$$

Όπου

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{υποτίθεται ότι είναι μηδέν}$$

ET= 666,656 lt/d (αθροίζω όλες τις τιμές του ET ANA 4 MERES. (lt/d) από πίνακα 1)

$Q_{irr \text{ vco}} = 672,18 \text{ lt}$ (αθροίζω όλες τις τιμές για την άρδευση για τον μήνα Αύγουστο από τον πίνακα 1)

Άρα

0

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = Q_{irr \text{ vco}} - ET - Q_{perc}$$

$$\Leftrightarrow Q_{perc} = Q_{irr \text{ vco}} - ET$$

$$= 672,18 - 666,656$$

$$= 5,52 \text{ lt}$$

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, με βάση τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν και τις μετρήσεις που πάρθηκαν δόθηκε η δυνατότητα κατανόησης του σκοπού της άσκησης, δηλαδή της εξοικονόμησης νερού από την παρακολούθηση της εξατμισοδιαπνοής για την φυτείας αβοκάντο, με την βοήθεια του μετεωρολογικού σταθμού αλλά και του αγρότη που σημείωνε την ποσότητα του νερού που άρδευε.

Από τους υπολογισμούς των τιμών της άρδευσης αλλά και της ET υπολογίστηκαν οι απώλειες εδάφους δηλαδή το ποσό νερού που κατέληγε στον υπόγειο υδροφόρα. Άρα μπορεί να υπολογιστεί μια νέα τιμή άρδευσης που θα είναι πιο κοντά τις ανάγκες της καλλιέργειας. Επίσης η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από την θερμοκρασία, την σχετική υγρασία, την ταχύτητα ανέμου και την ηλιακή ακτινοβολία θα γνωρίζει τι συνθήκες επικρατούσαν τις προηγούμενες μέρες από τις μετρήσεις που δίνει ο μετεωρολογικός σταθμός και θα ξέρει περίπου το ποσό του νερού που χρειάζεται η καλλιέργεια.

Βιβλιογραφία



- ✚ Παρουσίαση 4: ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΠΝΟΗ κ. Νικόλαος Π. Νικολαΐδης
- ✚ Μέθοδοι Penman, Thornthwaite και Blaney-Criddle κ. Ευαγγελίδης Χρήστος
- ✚ Τεχνική Υδρολογία Κεφάλαιο 3ο : Εξάτμιση - Διαπνοή κ. Φώτιος Π. ΜΑΡΗΣ