



**Списание за наука**

**„Ново знание“**

ISSN 2367-4598 (Online)

ISSN 1314-5703 (Print)

*Академично издателство „Талант“*

*Висше училище по агробизнес и развитие на  
регионите - Пловдив*

**New Knowledge**

**Journal of Science**

ISSN 2367-4598 (Online)

ISSN 1314-5703 (Print)

*Academic Publishing House „Talent“*

*University of Agribusiness and Rural Development  
Bulgaria*

<http://science.uard.bg>

## **ESTIMATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION USING REDUCED EVAPORATION PAN**

**Elena Grancharova, Galina Patamanska, Antoaneta Gigova, Ivan Mortev,  
Elena Dimitrova**

*Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection “N. Pushkarov”, Sofia, Bulgaria*

**Abstract:** One of the most popular methods for determining reference evapotranspiration is by evaporation pan because of its easy application. The traditional Class A pan occupies a considerable area, so alternative solutions are sought. The use of a reduced pan is appropriate for greenhouse cultivation because of the smaller area occupied. A two-year experiment was conducted in a greenhouse in the period 2017-2018. The values of the reference evapotranspiration obtained by measuring the evaporation with a Class A pan and a reduced pan with a diameter of 60.35 cm were compared. Using regression analysis, a strong relationship ( $R^2 = 0.92$ ) between the compared values was obtained. The results show that a reduced size evaporator can be used to plan irrigation in a greenhouse.

**Keywords:** irrigation, evapotranspiration, pan.

## **ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕТАЛОННАТА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯ ЧРЕЗ ИЗПАРИТЕЛ С РЕДУЦИРАНИ РАЗМЕРИ**

**Елена Грънчарова, Галина Патаманска, Антоанета Гигова, Иван Мортев,  
Елена Димитрова**

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията  
„Никола Пушкиarov“ - София*

**Резюме:** Един от най-популярните методи за определяне на еталонната евапотранспирация е чрез изпарител. Традиционният изпарител клас А заема значителна площ, което налага търсенето на алтернативни решения. Използването на изпарител с редуцирани размери е подходящо за случаите на оранжерийно производство, поради

по-малката площ, която заема. В периода 2017-2018 г. е проведен двугодишен експеримент в оранжерия, като са сравнявани стойностите на еталонната евапотранспирация, получени чрез измервания на изпарението с изпарител клас А и с редуциран изпарител с диаметър 60.35 cm. С помощта на регресионен анализ е доказана силна зависимост ( $R^2=0.92$ ) между сравняваните стойности. Получените резултати показват възможността при планиране на напояването в оранжерия да се използва изпарител с редуцирани размери поради лесното му приложение.

**Ключови думи:** напояване, евапотранспирация, изпарител.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Наблюдаваните в последните десетилетия променливи климатични условия и нарастващите нужди от производство на земеделски култури за изхранване на населението изискват прилагане на напояване. За да се прилага точното количество вода за напояване за получаване на максимален добив трябва да бъдат определени реалните потребности от вода на земеделските култури.

През 1977 г. Doorenbos и Pruitt дефинират нуждата на растенията от вода като „количеството вода, необходимо за компенсирание на загубите ѝ от евапотранспирация на здраво растение, отглеждано на големи площи при неограничаващи почвени условия, включително почвена влага и плодородие, до достигане на пълния производствен потенциал на растението при дадените условия на околната среда“ (Doorenbos and Pruitt, 1977). През 1998 г. понятието е разширено като „нужда на растенията от вода за напояване“, представляваща разликата между нуждата на растенията от вода и падналите валежи (Allen et al., 1998). Съгласно същата концепция евапотранспирацията се дели на еталонна ( $ET_0$ ), евапотранспирация на култура, отглеждана при стандартни условия ( $ET_c$ ), и евапотранспирация на култура, отглеждана при нестандартни условия ( $ET_{c\ adj}$ ).

Широко използвани за определяне на еталонната евапотранспирация са уравненията на Penman-Monteith (Allen et al., 1998), Blaney-Criddle (Doorenbos and Pruitt, 1977), Priestley–Taylor (Priestley and Taylor, 1972) и др., но те изискват набавянето на данни за значително количество метеорологични параметри. Това обуславя необходимостта от наличието на метеорологична станция в близост до земеделските култури. Друг метод за определяне на еталонната евапотранспирация ( $ET_0$ ) е с помощта на изпарител по метода на водния баланс. Изпарението от свободна водна повърхност отчита комбинираното влияние на радиацията, температурата, влажността на въздуха и вятъра. Еталонната евапотранспирация се получава чрез редуциране на изпарението от изпарителя с коефициент:

$$ET_0 = K_{pan} E_{pan} \quad (1)$$

Където

$E_{pan}$  е изпарението от свободната водна повърхност в изпарителя (mm);

$K_{pan}$  – коефициент на изпарителя.

Получените резултати за  $ET_0$  са със задоволителна точност. Определянето на  $ET_0$  чрез изпарител остава най-простия, евтин и практичен метод (Ertek, 2011).

Един от най-популярните типове изпарител е изпарител клас А. Диаметърът му е 120.7 cm, а дълбочината – 25 cm, изработва се от неръждаема стомана и се монтира върху дървена решетка на 15 cm от земната повърхност. Той се напълва с вода до 5 cm под ръба и всеки ден, след като се отчете изпарението за изминалото денонощие, изпареното количество вода се добавя. Коефициентът на изпарителя е различен в зависимост от това дали е поставен върху тревна или незасята повърхност и от големината на буферната зона. Традиционният изпарител клас А заема значителна непроизводствена площ (около 10 m<sup>2</sup>) и използването на изпарител с редуцирани размери добива все по-голяма популярност (Kirnak et al., 2016; Yildirim, 2016, Liu et al., 2013). Коефициентът на редуцирания изпарител (Kovoor and Nandagiri, 2007) е необходимо да се калибрира във всеки отделен случай. Това

налага необходимостта от провеждане на експерименти, въз основа на резултатите от които да се препоръчат надеждни зависимости за определяне на ЕТо чрез изпарител с редуциран размер.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През 2017 и 2018 г. на територията на опитното поле „Челопечене“ към ИПАЗР „Никола Пушкиров“, София е проведен експеримент с цел да се сравнят стойностите на еталонната евапотранспирация (ЕТо), получени чрез изпарител клас А и изпарител с редуциран размер. Опитът е проведен в неотопляема полиетиленова оранжерия тип „Полимерстрой“, с дължина 53 m, ширина 7.9 m и площ 420 m<sup>2</sup>, покрита с петслойно фолио. Отглежданата зеленчукова култура е домати. В средата на оранжерията са поставени два изпарителя върху дървени скари на незатревена повърхност – изпарител клас А с диаметър 120.7 cm и дълбочина 25 cm и изпарител с редуцирани размери – диаметър 60.35 cm и дълбочина 25 cm.

Данните за микроклимата в оранжерията са събирани от 7 юни 2017 г. до 29 септември 2017 г., или 115 дни. За 2018 г. отчетният период е от 27 април до 20 септември или 147 дни. Температурата и влажността са измервани ежедневно на всеки час. Отчитането на изпарението е извършвано ежедневно в 8:00 часа, след което изпареното количество вода се допълва до първоначалното (5 cm под ръба и за двата изпарителя).

Еталонната евапотранспирация е изчислена по формула (1). Коефициентът на изпарителя е изчислен по уравнението на Allen and Pruitt (Allen and Pruitt, 1991) за случай В на изпарител клас А, поставен върху незатревена повърхност (формула 2) и поради липса на уравнение за изчислението му за изпарителя с редуциран размер е приет еднакъв и за двата изпарителя.

$$K_{pan} = 0.61 + 0.00341RH - 0.000162u_2RH - 0.00000959u_2F + 0.00327u_2 \ln(F) - 0.00289u_2 \ln(86.4u_2) - 0.0106 \ln(86.4u_2) \ln(F) + 0.00063 \ln(86.4u_2) (\ln(F))^2, \quad (2)$$

Където

RH е относителна влажност на въздуха (%);

F е дължина на буферната зона (m);

u<sub>2</sub> е скорост на вятъра на 2 m височина (m/s).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Стойностите за коефициента на изпарител клас А за 2017 г. са изчислени по формула (2) и са представени на фиг. 1. За наблюдавания период коефициентът на изпарителя клас А има средна стойност 0.771. Стойностите на коефициента на изпарителя клас А за 2018 г. са представени на фиг. 2, а средната му стойност е 0.773.

Като се има предвид пряката зависимост на този коефициент от влажността на въздуха, неговите стойности варират в зависимост от микроклиматичните условия в оранжерията.

Изчислени са ежедневните стойности на еталонна евапотранспирация по формула (1) за изпарител клас А и редуцирания изпарител, разположени в оранжерия, за двата експериментални периода през 2017 и 2018 г. Получените резултати показват, че изпарението в изпарител клас А и в редуцирания изпарител се различават както по амплитуда, така и по отношение тенденцията на изменение. Това налага търсенето на зависимост между стойностите на еталонната евапотранспирация, чрез която да бъде определен коефициентът на редуцирания изпарител.



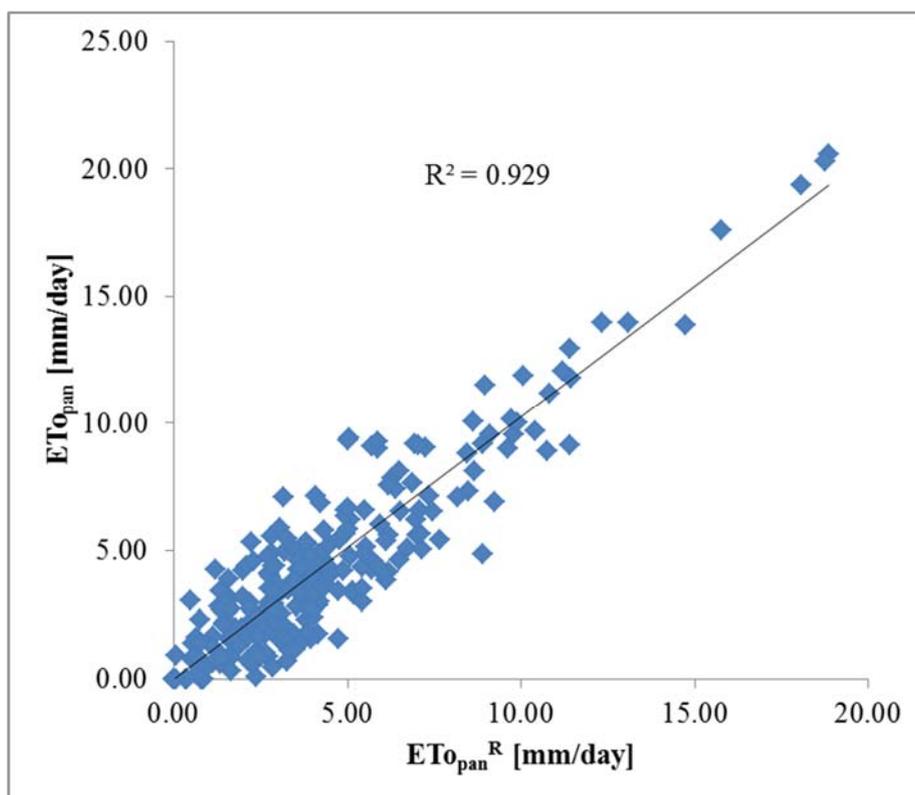
Фиг. 1. Средна стойност на коефициента на изпарителя за 2017 година



Фиг. 2. Средна стойност на коефициента на изпарителя за 2018 година

Получените стойности за двете експериментални години за еталонната евапотранспирация, изчислена по данни за изпарението на изпарител клас А ( $E_{Toран}$ ) и по данни за изпарението на редуцирания изпарител ( $E_{Toран}^R$ ), са сравнени (фиг. 3).

С помощта на регресионен анализ е установена силна зависимост между получените стойности ( $R^2=0.929$ ).



**Фиг. 3.** Сравнение на стойностите на ETo за експерименталния период

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдавана е силна корелация между еталонната евапотранспирация, определена със стандартен изпарител клас А и изпарител с редуциран размер. Установена е линейна зависимост, която може да се използва за определяне на коефициента на редуцирания изпарител в диапазона на изменение на еталонната евапотранспирация до  $10 \text{ mm day}^{-1}$ . За калибрирането на коефициента на редуцирания изпарител при по-високи стойности на евапотранспирацията е необходимо провеждането на допълнителни експерименти.

Получените резултати показват, че изпарител с редуцирани размери може да се приложи за определяне на еталонната евапотранспирация със задоволителна за практиката точност.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Allen RG, Pruitt WO. 1991. FAO 24 Reference Evapotranspiration Factors. J. Irr. and Drain. Eng, 117(5): 758-773.
2. 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. Food and Agriculture Organization, Rome.
3. Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome.
4. Ertek, A., 2011. Importance of pan evaporation for irrigation scheduling and proper use of crop-pan coefficient ( $K_{cp}$ ), crop coefficient ( $K_c$ ) and pan coefficient ( $K_p$ ). AJAR, 6(32): 6706-6718.
5. Kirnak, H., I. Tash, Z. Gokalp, S. Karaman, 2016. Effects of Different Irrigation Levels on Yield of Lettuce Grown in an Unheated Greenhouse, Current Trends in Natural Sciences, 5 (9): 145-151.

6. Kovoov, G.M., Nandagiri L. 2007. Developing Regression Models for Predicting Pan Evaporation from Climatic Data - A Comparison of Multiple Least-Squares, Principal Components, and Partial Least-Squares Approaches. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 133(5): 444-454.

7. Liu, H., A. Duan, F. Li, J. Sun, Y. Wang, Ch. Sun. 2013. Drip Irrigation Scheduling for Tomato Grown in Solar Greenhouse Based on Pan Evaporation in North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3): 520-531.

8. Priestley, C.H.B., Taylor, R.J., 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Monthly Weather Review* 100, 81-92.

9. Yildirim, M., 2016. Drip Irrigation Automation with a Water Level Sensing System in a Greenhouse. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(1): 131-138.