

## Technical Report

## گزارش فنی

### Equation for Estimation of Spray Losses in Semi-Portable Sprinkler Irrigation System

### ارائه معادله برآورد تلفات تبخیر و بادبردگی در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک

O. Sheikhesmaeili <sup>1\*</sup>

امید شیخ اسماعیلی<sup>۱\*</sup>

#### Abstract

The sustainability of irrigated agriculture depends upon the consistency of high irrigation efficiency. Thus a proper understanding of factors affecting spray losses (Ls) in sprinkler irrigation is important in an optimum water resources use. In this research a new equation is introduced for exact estimation of Ls by characterizing weather parameters under hot and semi-arid conditions for semi-portable hand-move sprinkler system in south-east region of Khouzestan province. The standard ISO 7749/2 has been taken into account to determine Ls. Field tests were conducted under the outdoor single sprinkler method. The obtained equation from the multiple and nonlinear regression model showed that Ls exceeded 21.9% when the wind speed and vapour pressure deficit increased more than 3.5 m/s and 6 kpa, respectively.

**Keywords:** Sprinkler, Sprinkler Irrigation, Wind, Spray losses.

#### چکیده

پایداری و توسعه زراعت‌های آبی در گرو کسب مقادیر بالای بازده کاربرد آب در مزرعه است، لذا شناخت و کنترل عوامل مؤثر بر بازده کاربرد آب می‌تواند نقش بسزایی در بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود ایفا نماید. در این تحقیق سعی گردید تا با بررسی پارامترهای جوی به روشی صحیح جهت برآورد دقیق تلفات تبخیر و بادبردگی در شرایط گرم و نیمه خشک دست یافت. آزمایش‌ها با سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک به روش استقرار آبیاش منفرد و بر اساس دستورالعمل استاندارد ایزو ۷۷۴۹/۲ در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان انجام پذیرفت. ارائه معادله‌ای جدید جهت تخمین تلفات تبخیر و بادبردگی در مناطق گرم و نیمه خشک از دستاوردهای تحقیق حاضر است. معادله حاصله از مدل رگرسیون غیرخطی چندمتغیره نشان داد در شرایطی که سرعت باد از ۳/۵ متر بر ثانیه و کمبود فشار بخار اشباع هوا از ۶ کیلو پاسکال فراتر روند آنگاه تلفات تبخیر و بادبردگی از ۲۱/۹ درصد تجاوز می‌کند.

**کلمات کلیدی:** آبیاش، آبیاری بارانی، باد، تلفات تبخیر و بادبردگی.

تاریخ دریافت گزارش فنی: ۲۲ مرداد ۱۳۸۶

تاریخ پذیرش گزارش فنی: ۱۹ اسفند ۱۳۸۷

1- Senior Expert of Irrigation and Drainage Engineering, E-mail: OS1355@yahoo.com  
\*- Corresponding Author

۱- کارشناس ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی  
\*- نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

در آبیاری بارانی به اختلاف بین حجم آب خارج شده از آبیاری و حجم آب رسیده به سطح زمین «تلفات تبخیر و بادبردگی» گفته می‌شود. در مناطق گرم و نیمه خشک، بخش اعظمی از آب مصرفی در سیستم‌های آبیاری بارانی به صورت تلفات پاششی شامل تبخیر و یا بادبردگی به هدر می‌رود، لذا تخمین صحیح تلفات تبخیر و بادبردگی به منظور برنامه ریزی دقیق و واقعی جهت بهره برداری بهینه و توسعه منابع آبی موجود در هر منطقه حائز اهمیت است.

محققین بررسی‌های زیادی را در زمینه تلفات تبخیر و بادبردگی تحت شرایط مختلف صحرایی و آزمایشگاهی انجام داده‌اند، ولی این مطالعات تاکنون نتوانسته محدودده یکسانی را برای تلفات تبخیر و بادبردگی تعیین کند به طوری که ارقام متفاوتی در اسناد گزارش شده است.

Trimmer (1987) توانست معادله زیر را با استفاده از نمودار Frost and Schwalen (1955) جهت تخمین تلفات تبخیر و بادبردگی بدست آورد:

$$L_s = \left[ \frac{1.98 D^{-0.72} + 0.22(e_s - e_a)^{0.63}}{+ 3.6 \times 10^{-4} P^{1.16} + 0.14 W^{0.7}} \right]^{4.2} \quad (1)$$

Ls : تلفات تبخیر و بادبردگی (%), P : ارتفاع فشار آب (kpa), W : سرعت باد (m/s),  $e_s - e_a$  : کمبود فشار بخار اشباع هوا (kpa), D : قطر نازل (mm).

Spurgeon et al. (1983) در مقاله‌ای اعلام نمودند که وزش باد در مناطق گرم و خشک می‌تواند تلفات تبخیر و بادبردگی را به ۳۰ درصد نیز برساند. طبق نظر Keller and Bliesner (1990) تلفات تبخیر و بادبردگی در شرایطی که سرعت باد کم و تراکم پوشش گیاهی زیاد باشد اندک است. در شرایط معمولی میزان تلفات تبخیر و بادبردگی حدود ۵ تا ۱۰ درصد بوده ولی با وزش بادهای شدید، افزایش می‌یابد. (Playan et al. 2005) گزارش دادند تلفات تبخیر و بادبردگی در شرایط اقلیمی گرم و نیمه خشک نظیر زاراگوزای اسپانیا در سیستم آبیاری بارانی نیمه ثابت با لوله‌های فرعی متحرک ۹/۸ و ۵ درصد به ترتیب در روز و شب اندازه‌گیری شد.

## ۲- هدف

تخمین صحیح و دقیق میزان تلفات تبخیر و بادبردگی مستلزم داشتن معادله‌ای خاص برای هر سیستم آبیاری در منطقه مورد نظر است. لذا

این تحقیق با هدف دستیابی به چنین معادله ریاضی، به بررسی پارامترهای جوی مؤثر بر تلفات تبخیر و بادبردگی شامل باد، کمبود فشار بخار اشباع هوا، درجه حرارت و رطوبت نسبی در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان می‌پردازد.

## ۳- روش تحقیق

آزمایش‌ها در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان با اقلیمی گرم و نیمه خشک به مختصات جغرافیایی ۳۷° ۱۷' ۵۰" طول شرقی و ۴۵° ۳۰' ۳۰" عرض شمالی با استفاده از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاری متحرک سه نازل (۱۱×۶/۳×۳/۲) میلیمتر) مدل VYR 155 در بازه معمول ارتفاع فشار آب ۴۵ الی ۵۰ متر به روش استقرار آبیاری منفرد<sup>۱</sup> و بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد ISO 7749/2(1990) و ASAE S398.1(2001) به تعداد ۴۰ مورد به طور تصادفی طی ساعت‌های مختلف شبانه‌روز در فصول تابستان و پائیز انجام می‌گرفت به نحوی که بتوان با پوشش کلیه مقادیر شایع پارامترهای جوی مذکور به معادله‌ای جامع با دقت قابل قبول جهت تخمین تلفات تبخیر و بادبردگی دست یافت. در این راستا، از رگرسیون غیرخطی چند متغیره<sup>۲</sup> و آماره‌های ضریب تعیین پیرسون<sup>۳</sup> ( $R^2$ )، خطای استاندارد<sup>۴</sup> (S.E) و میانگین خطای نسبی<sup>۵</sup> (AMRE) در محیط‌های نرم افزار آماری SPSS و Excel جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

## ۴- نتایج و بحث

مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه نشان داد تلفات تبخیر و بادبردگی در روزهای گرم، نیمه خشک و بادخیز جنوب خوزستان طی ساعات ۱۳ الی ۱۵ به ۲۶/۸ درصد نیز می‌رسد. برعکس، آبیاری در غروب و بعد از آن زمان تا صبح زود (شبه‌ها) منجر به کاهش چشمگیر تلفات تبخیر و بادبردگی و تنزل به ۱ الی ۲ درصد حتی در فصل تابستان می‌گردد (جدول ۱). همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که باد و کمبود فشار بخار اشباع هوا تأثیر معنی‌دارتری نسبت به سایر پارامترهای جوی نظیر درجه حرارت و رطوبت نسبی بر میزان تلفات تبخیر و بادبردگی دارند، بر این اساس معادله رگرسیونی زیر بدست آمد:

$$L_s = 5.4 * W^{0.6} + 7.4 * (e_s - e_a)^{0.45} - 6.1 \quad (2)$$

( $R^2 = 0.94$ , S.E = 2.0, AMRE = 0.23)

Ls : تلفات تبخیر و بادبردگی (%),  $e_s - e_a$  : کمبود فشار بخار اشباع هوا (kpa), W : سرعت باد (m/s).

جدول ۱- متوسط مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در مزرعه (به همراه محدوده تغییرات آنها)

تلفات تبخیر و باد (درصد)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	رطوبت نسبی (درصد)	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	کمبود فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)
۱۱/۵(۱/۱-۲۶/۸)	۱/۶۲(۰-۶/۷۷)	۴۱/۸(۱۱/۸-۸۰/۰)	۳۱/۹(۲۱/۴-۴۴/۹)	۳/۱۴(۰/۶۳-۸/۴۲)

برداشت آنها حداکثر تا تیرماه پایان پذیرفته یا فصل کشت آنها از شهریورماه آغاز شود. با این راهکار تعداد آبیاری در فصل تابستان به حداقل خواهد رسید.

#### پی‌نوشت‌ها

- 1-Single Sprinkler Method
- 2-Nonlinear Multiple Regression
- 3-Determination coefficient of pearson
- 4-Standard Error
- 5-Average Magnitude of the Relative Error
- 6-Student t-Test

#### ۶- مراجع

- Frost, K.R. and Schwalen, H.C. (1955), "Sprinkler evaporation losses," *Journal of Agricultural Engineering*, Vol. 36(8), pp. 526-528.
- Keller, J. and Bliesner, R.D. (1990), *Sprinkler and trickle irrigation*, AVI Book. Van Nostrand Reinhold. New York, USA.
- Phocaides, A. (2000), *Technical handbook on pressurized irrigation techniques*, FAO, 101p.
- Playan, E., Salvador, R., Faci, J.M., Zapata, N., Martinez-Cob, A. and Sa' nchez, I. (2005), "Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals," *Journal of Agriculture Water Management*, Vol. 76, pp. 139-159.
- Spurgeon, W.E., Thompson, T.L. and Gilley, J.R. (1983), "Irrigation management using hourly spray evaporation loss estimates," *ASAE*, No. 83, 2591p.
- Trimmer, W.L. (1987), "Sprinkler evaporation losses equation," *ASCE. Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Vol. 113(4), pp. 616-620.

بررسی معنی دار بودن ضریب رگرسیونی معادله (۲) جهت ارزیابی درجه صحت آن با استفاده از آزمون تی- استیودنت<sup>۶</sup> بین مقادیر تلفات تبخیر و بادبردگی اندازه‌گیری شده و مقادیر محاسباتی حاصله از معادله رگرسیونی (۲) به روش مقایسه جفت جفت در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و اختلاف معنی داری بین ارقام آنها مشاهده نگردید.

بررسی و مقایسه معادله (۲) با نتایج سایر محققین نشان داد که روش Frost and Schwalen (1955) میزان تلفات تبخیر و بادبردگی را به طور میانگین ۶ درصد کمتر از معادله (۲) تخمین می‌زند. از جمله دلایل انجام این تحقیق نیز همین نکته بود که به نظر می‌رسید روش Frost and Schwalen (1955) میزان تلفات تبخیر و بادبردگی را در مناطق گرم، نیمه‌خشک و بادخیز کمتر از مقدار واقعی تخمین می‌زند.

#### ۵- نتیجه‌گیری

(2000) Phocaides از فائو سرعت باد ۳/۵ متر بر ثانیه را مرز کاربرد آبیاری بارانی توصیه نموده است. بر اساس معادله (۲)، در شرایطی که سرعت باد از ۳/۵ متر بر ثانیه و کمبود فشار بخار اشباع هوا از ۶ کیلوپاسکال (دمای هوا از ۴۵ درجه سانتی‌گراد) فراتر روند تلفات تبخیر و بادبردگی از ۲۱/۹ درصد تجاوز می‌کند لذا آبیاری بارانی هنگام ظهر یا در شرایط وزش بادهای شدید توصیه نمی‌شود. این در حالی است که آبیاری در شرایط بدون باد از غروب و بعد از آن زمان تا صبح زود که رطوبت نسبی بالا بوده و کمبود فشار بخار اشباع هوا از ۱/۵ کیلوپاسکال کمتر است می‌تواند تلفات تبخیر و بادبردگی را در مناطق گرم و نیمه‌خشک به ۲/۸ درصد تنزل دهد. در این راستا، به مهندسان مشاور توصیه می‌شود با توجه به کم‌آبی فصل تابستان از گیاهانی در الگوی کشت پیشنهادی خود استفاده نمایند که فصل