Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 6, Summer 2012, p. 87-92

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۶، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۹۲-۸۷

بررسی اثرات باد و فشار آب بر تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط گرم و نیمه‌خشک

امید شیخ اسماعیلی[۱*]

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بخش قابل توجهی از آب مصرفی در مزرعه آبیاری شده با سیستم بارانی به صورت تلفات تبخیر و باد هدر می‌رود. لذا تخمین صحیح میزان تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی به منظور ارائه راهکارهایی جهت توسعه و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود حائز اهمیت است. این تحقیق با هدف دستیابی به روابطی جهت برآورد تلفات تبخیر و بادبردگی انجام پذیرفت. آزمایش‌ها با سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در دو حالت فشار آب ۴۵ و ۵۰ متر به روش استقرار آبپاش منفرد و بر اساس دستورالعمل استاندارد ایزو ۷۷۴۹/۲ در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان انجام پذیرفت. در این بررسی با استفاده از آنالیز واریانس مشخص گردید که افزایش فشار آب از ۴۵ به ۵۰ متر تأثیر معنی‌داری بر میزان تلفات تبخیر و باد ندارد. معادلات منتجه نشان داد در شرایطی که سرعت باد از ۱۵ کیلومتر بر ساعت بیشتر گردد تلفات تبخیر و باد از ۲۰/۸ درصد تجاوز خواهد نمود. لذا کاربرد آبیاری بارانی در شرایط وزش بادهای شدید توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، باد، تلفات تبخیر و باد، فشار آب

مقدمه

در مناطق گرم و نیمه‌خشک، بخش قابل توجهی از آب مصرفی در مزرعه در اثر تبخیر و بادبردگی تلف می‌شود. 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 به‌ویژه در مناطق گرم و نیمه‌خشک می‌تواند نقش به‌سزایی در بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود داشته باشد.

تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی به اختلاف بین حجم آب خارج شده از آبپاش و حجم آب رسیده به سطح زمین اطلاق می‌شود. در واقع تلفات تبخیر و باد ناشی از دو بخش مجزا شامل تبخیر و بادبردگی قطرات آب است.

باد را دشمن آبیاری بارانی می‌دانند زیرا از یک‌طرف باعث کاهش یکنواختی توزیع آب شده و از طرف دیگر، مهم‌ترین عاملی است که بر میزان تلفات تبخیر تأثیر می‌گذارد. اهمیت تأثیر باد بر تلفات تبخیر به دلایل زیر است:

۱- شدت تبخیر و تداوم آن بستگی به سرعت باد دارد.

۲- تلفات بادبردگی ناشی از وزش باد است.

موضوع تبخیر در آبیاری بارانی بسیار پیچیده‌تر از اثر باد است. هر چه فشار آب بیشتر باشد اندازه قطرات آبی که در فضا پخش می‌شوند ریزتر شده، در نتیجه سطح تبخیر و میزان آن افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، بالا رفتن تبخیر در سطح مزرعه باعث افزایش رطوبت محیط و کاهش دما شده و این خود منجر به کاهش سرعت تبخیر می‌شود، مگر آنکه باد باعث گردد تا رطوبت از سطح مزرعه خارج شده و هوای خشک جایگزین آن شود که در این صورت عمل تبخیر ادامه پیدا خواهد کرد.

Frost and Schwalen, (1955) نموداری را با استفاده از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از ۷۰۰ مورد آزمایش جهت تخمین تلفات تبخیر و باد بدست آوردند که تنها برای آبپاش‌های تک‌نازله قابل کاربرد است.

Trimmer, (1987) از روی نمودار فراست و شوالن توانست رابطه‌ای ریاضی با استفاده از متغیرهای اندازه نازل، کمبود فشار بخار اشباع محیط، فشار آب و سرعت باد ارائه کند.

Steiner, (1983) طی مطالعاتی در مورد سیستم‌های سنترپیوت در کانزاس گزارش دادند که در شرایط تبخیری شدید به طور متوسط ۱۵ درصد تلفات تبخیر و باد وجود دارد.

Spurgeon, (1983) در مقاله‌ای اعلام نمودندکه وزش باد در

۱-دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- ایمیل نویسنده مسئول: (Email: os1355@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مناطق گرم و خشک می‌تواند تلفات تبخیر و باد را بـه ۳۰ درصـد نیـز برساند.

نتایج مطالعـات Kincaid (1996) نـشان داد کـه بخـش تلفـات بادبردگی به سرعت باد، اندازه قطرات آب و مـسافتی کـه قطـرات آب قبل از رسیدن به زمین طی می کنند بستگی دارد.

تخمین صحیح و دقیق‌تر میزان تلفات تبخیر و باد مستلزم انجـام آزمایش در شرایط خاص آن منطقه و ارائه روابط ریاضی مربوطه برای سیستم آبیاری مورد نظر است. لذا تحقیق حاضـر جهـت دسـتیابی بـه چنین روابطی به بررسی عوامل مؤثر بر تلفات تبخیر و باد نظیـر بـاد و عامل مربوط به هیدرولیک جریان (فشارآب) در سیستم آبیاری بـارانی کلاسیک ثابت با آبپـاش متحـرک در منطقـه جنـوب شـرقی اسـتان خوزستان که دارای اقلیمی گرم و نیمه‌خشک است می‌پردازد:

۱- بررسی اثرات منفرد و متقابل عامل جوی (بـاد) و هیـدرولیک جریان (فشار آب در محدوده ۴۵ الی ۵۰ متر) بر میزان تلفات تبخیـر و باد

۲- دستیابی به روابطـی جهـت تخمـین تلفـات تبخیـر و بـاد در مناطق گرم و نیمه‌خشک

۳- ارائه راهکارهای علمی-کاربردی جهت کاهش تلفات تبخیر و باد

مواد و روش‌ها

در اکثر پروژه‌های اجرا شده با سیـستم آبیـاری بـارانی کلاسـیک ثابت با آبپاش متحرک از آبپاش‌های سه‌نازله (۳/۲*۶/۳*۱۱میلی‌متر) با حداقل فشار آب ۴۵ متر استفاده می‌شود. فواصل آبپاش‌ها۳۰ × ۲۵ متـر و لولـه‌هـای اصـلی و فرعـی در زیـر زمـین قـرار مـی‌گیرنـد (Sheikhesmaeili, 2003).

آزمایش‌ها در قطعه زمینی مسطح و عاری از پوشـش گیـاهی بـه ابعاد ۷۰×۷۰ متر از مزرعه‌ای با سیستم آبیاری بارانی کلاسـیک ثابـت با آبپاش متحرک سه‌نازله مدل VYR 155(۳/۲*۶/۳*۱۱میلـی‌متـر) انجام پذیرفت. مزرعه انجام آزمایش‌ها در منطقه جنوب شرقی اسـتان خوزسـتان بـا اقلیمـی گـرم و نیمـه‌خـشک در حـوالی ۵ کیلـومتری شهرستان بهبهان با مختصات طـول شـرقی ً ۳۷ ´ ۱۷ ° ۵۰ و عـرض شمالی ً ۴۵ ´ ۳۰ ° ۳۰ قرار دارد.

آب مورد نیاز مزرعه به مساحت ۱۴ هکتار و با دبی ۱۸/۵ لیتر بـر ثانیه از یک حلقه چاه عمیق تأمین می‌گردید. در این سیـستم آبیـاری لوله‌ها از جنس پلی‌اتیلن و در زیر زمین نصب بودند. اندازه‌گیری حجم آب خروجی از آبپاش به وسـیله کنتـور حجمـی نـصب شـده در پـای آبپاش انجام شد.

در این تحقیق، نظر به تأکیـد اکثـر محققـین و منـابع تحقیقـاتی مذکور مبنی بر اهمیت سرعت باد به عنوان یک پارامتر جوی مؤثر بـر میزان دو جزء تلفات تبخیری و بادبردگی سعی گردید مقادیر متفـاوت سرعت باد در هر دو حالت فشار آب مرسوم شـامل ۴۵ و ۵۰ متـر بـه عنوان تیمارهای مورد آزمـایش جهـت بدسـت آوردن روابـط تخمـین تلفات تبخیر و باد استفاده شود. اندازه‌گیری فشار آب در نقطه خروجی جت آب از آبپاش انجام پذیرفت.

آزمایش‌ها به طور تصادفی طـی سـاعت‌هـای مختلـف شـبانه‌روز انجام می‌گرفت تا بتوان با پوشش کلیه مقادیر شـایع سـرعت بـاد بـه رابطه جامعی دست یافت. تجهیزات و ادوات هواشناسی شامل بادسنج و جعبه اسکرین دارای دماسنج‌های خشک و تر در فاصله ۵۰ متری از محل آبپـاش نـصب گردیدنـد کـه در شـکل ۱ نـشان داده شـده‌انـد. آزمایش‌ها براساس دستورالعمل‌های استاندارد ایـزو ۷۷۴۹/۲ و جامعـه مهندسان کشاورزی آمریکا به روش استقرار آبپاش منفرد و بـه تعـداد ۴۰ مورد در دو حالت فشار آب ۴۵ و۵۰ متر انجام پذیرفت.

حجم آب رسیده به سطح زمین با استفاده از ظروف آلـومنیمی بـه قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با آرایش مربعی به فواصل ۳ متر اندازه‌گیری شد. حجم آب این ظروف به وسیله استوانه‌های مـدرج اندازه‌گیری می‌شد. سرعت باد طی یک ساعت زمان آزمـایش مطـابق توصیه دستورالعمل‌های مـذکور قرائـت و ثبـت گردیـد. دبـی و قطـر پاشش آبپاش در شرایط بدون باد و فشار آب ۴۵ متر به ترتیـب برابـر با ۳/۲۸ لیتر بر ثانیه و ۵۴ متر و در فشار آب ۵۰ متر بـه ترتیـب برابـر با ۳/۴۷ لیتر بر ثانیه و ۶۰ متر در مزرعـه انـدازه‌گیـری شـد. سـرعت چرخش آبپاش با توجه به سرعت باد و فشار آب در آزمایش‌ها از ۰/۷ تا ۱ دور در دقیقه متغیر بود. اندازه‌گیری میزان تلفات تبخیـر و بـاد بـا استفاده از رابطه ۱ انجام شد. در این تحقیق، روابط بین میـزان تلفـات تبخیر و باد با دو عامل فشار آب و سرعت بـاد در محـیط نـرم‌افـزاری SPSS11.5 مورد بررسی قرار گرفت تا از نتایج آزمایش‌هـا و مقایـسه بین آنها بتوان به نتیجه‌گیری و رابطه منطقی دست یافت.

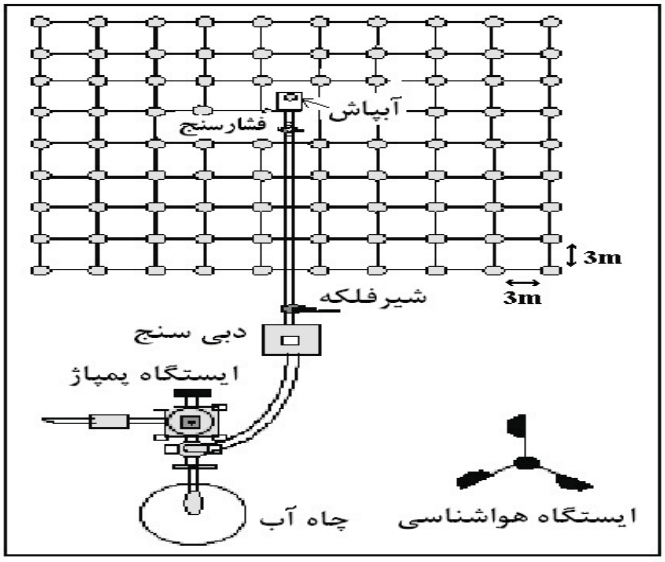
نتایج و بحث

اثر فشار آب

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که اثرات یگانه تغییـرات فشار آب از ۴۵ به ۵۰ متر در سطح احتمال ۵ درصد تـأثیر معنـی‌داری بر میزان تلفات تبخیر و باد ندارد. به عبارت دیگر، بالاتر بـودن درجـه معنی‌داری از ۰/۰۵ نشان دهنده این مطلب است که اختلاف فشار آب ۵ متر به تنهایی تأثیر معنـی‌داری بـر میـزان تلفـات تبخیـر و بـاد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک ندارد. بنـابراین بدیهی است به منظور صرفه‌جویی در مصرف انـرژی از فـشار آب ۴۵ متر استفاده شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- شمای کلی تجهیزات و سیستم آبیاری انجام آزمایش‌ها به روش آبپاش منفرد

$$L_S = \frac{\text{مساحت آبیاری شده اطراف یک ظرف(۹مترمربع)} \times \text{مجموع عمق آب کل ظرفها}}{\text{حجم آب خارج شده از آبپاش}} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

اثر باد

باد از مهم‌ترین پارامترهای جوی است که تأثیر مستقیمی بر میزان تلفات تبخیر و باد دارد. بررسی روابط و نمودارهای مختلف نشان داد که بیشترین درجه همبستگی بین میزان تلفات تبخیر و باد و سرعت باد در محدوده فشار آب ۴۵ الی ۵۰ متر با استفاده از رگرسیون غیرخطی و معادله توانی ۲ حاصل می‌شود که در شکل ۲ نیز نمودار آن آمده است. لازم به ذکر است که فاصله زیاد بعضی نقاط از خط برازش داده شده در شکل ۲ به علت تأثیر سایر عوامل جوی نظیر درجه حرارت و رطوبت‌نسبی بر تلفات تبخیر و باد است.

$$Ls = 7.1 * W^{0.6} + 4 \quad (R^2 = 0.83) \qquad (۲)$$

تلفات تبخیر و باد (Ls) برحسب درصد و سرعت باد (W) برحسب متر بر ثانیه است.

شکل ۲ بیانگر آن است که تغییرات تلفات تبخیر و باد نسبت به سرعت باد در بازه ۰ الی ۷ متر بر ثانیه غیرخطی است. به طوری که تلفات تبخیر و باد با افزایش یک متر بر ثانیه به سرعت باد به طور میانگین ۳/۲۶ درصد افزایش یافته است. همچنین تلفات تبخیر و باد در اوضاع بد جوی به لحاظ شرایط بادخیز و گرمای شدید جنوب خوزستان به ۲۶/۸ درصد نیز رسیده است. این در حالی است که اندازه‌گیری‌ها نشان داد سرعت باد در شب به صفر می‌رسد، لذا تغییر زمان آبیاری از روز به شب می‌تواند تلفات تبخیر و باد را طبق رابطه ۲ به ۴ درصد تنزل دهد.

Phocaides, (2000) سرعت باد ۳/۵ متر بر ثانیه را مرز کاربرد آبیاری بارانی توصیه نموده است. بر اساس رابطه ۲، تلفات تبخیر و باد در شرایط وزش بادهای شدید و با سرعت بیش از ۴/۲ متر بر ثانیه (۱۵ کیلومتر بر ساعت) در جنوب خوزستان از ۲۰/۸ درصد فراتر می‌رود. اکثر محققین نظیر Seginer and Kostrinsky (1975) توصیه نمودند حتی الامکان در شرایط وزش بادهای شدید با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر بر ساعت از انجام آبیاری بارانی اجتناب شود.

اثر متقابل باد و فشار آب

بررسی اثر متقابل باد و فشار آب بر تلفات تبخیر و باد با استفاده از کلیه مقادیر تلفات تبخیر و باد و بررسی انواع نمودارها مطابق شکل ۳ انجام شد که روابط ۳ و ۴ به طور جداگانه در دو حالت خاص فشار آب ۴۵ و ۵۰ متر بدست آمدند.

الف- فشار آب ۴۵ متر:

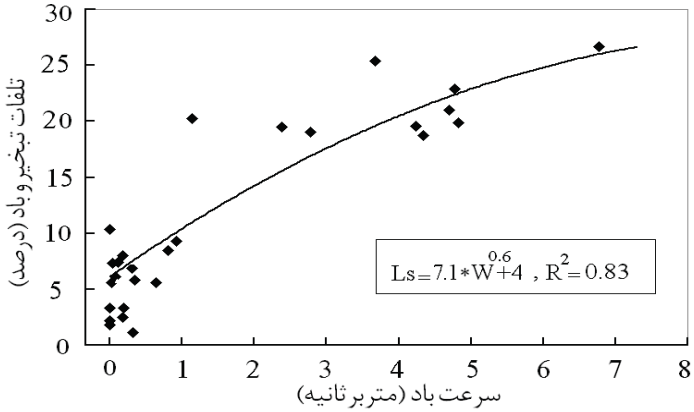
$$Ls = 5.7 * W^{0.75} + 3.99 \quad (R^2 = 0.89) \qquad (۳)$$

ب- فشار آب ۵۰ متر:

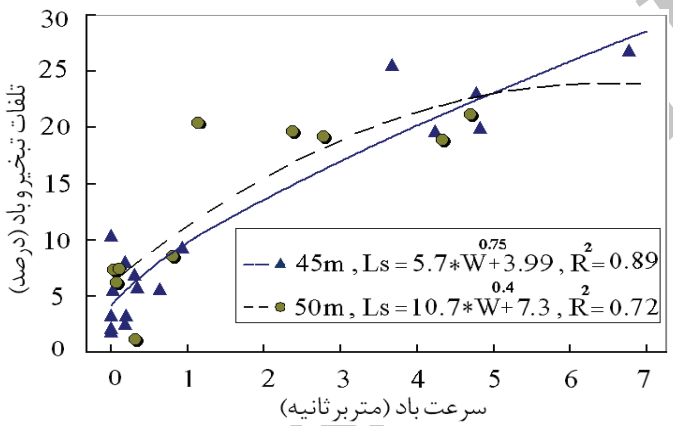
$$Ls = 10.7 * W^{0.4} + 7.3 \quad (R^2 = 0.72) \qquad (۴)$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار تغییرات میزان تلفات تبخیر و باد نسبت به سرعت باد



شکل ۳- نمودار اثرات متقابل باد و فشار آب بر تلفات تبخیر و باد.

بررسی تغییرات تلفات تبخیر و باد نسبت به سرعت باد از روابط ۳ و ۴ نشان می‌دهد که افزایش تلفات تبخیر و باد در اثر افزایش فشار آب در بازه ۴۵ تا ۵۰ متر به علت تأثیرات منفی باد در فشارهای بالاتر است. به این معنی که قطرات آب با افزایش فشار آب، پودر شده و بادبردگی قطرات کوچکتر بیشتر رخ می‌دهد. همچنین افزایش سطح ویژه قطرات آب به دلیل پودر شدن و کوچک‌تر شدن قطرات آب باعث افزایش تلفات تبخیری می‌گردد. لذا توصیه می‌شود مطابق نظر سازندگان این مدل آبپاش، از فشار آب ۴۵ متر در طراحی و بهره‌برداری سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک استفاده گردد.

در اینجا پیشنهادهایی جهت طراحی و کاربرد صحیح و اصولی سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک ارائه می‌گردد.

۱- سعی گردد از فشار آب ۴۵ متر در طراحی و بهره‌برداری سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک استفاده گردد و تنها در شرایط بدون باد و یا زمان جوانه‌زنی بذور از فشار آب ۵۰ متر استفاده گردد. افزایش فشار آب به راحتی با کاهش تعداد آبپاش‌های در حال کار امکان‌پذیر است.

۲- تلفات تبخیر و باد در شرایط وزش بادهای شدید و با سرعت بیش از ۴/۲ متر بر ثانیه (۱۵ کیلومتر بر ساعت) در جنوب خوزستان از ۲۰/۸ درصد فراتر می‌رود. لذا انجام آبیاری بارانی هنگام ظهر و یا وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر بر ساعت توصیه نمی‌شود. برعکس، آبیاری در غروب و بعد از آن زمان تا صبح زود منجر به کاهش چشمگیر تلفات تبخیر و باد حتی در فصل تابستان می شود به‌طوری که تلفات تبخیر و باد به ۱ الی ۲ درصد تنزل یافت.

۳- به مهندسان مشاور توصیه می‌شود جهت کاهش تلفات تبخیر و باد در فصل گرم و بادخیز تابستان از گیاهانی در الگوی کشت استفاده نمایند که فصل برداشت آنها حداکثر تا تیرماه پایان پذیرفته یا زمان کشت آنها از اواخر شهریور آغاز می‌شود. با این راهکار، تعداد آبیاری‌ها در فصل تابستان به حداقل می‌رسد. همچنین در صورت آبیاری با آب شور بایستی زمان آبیاری به صبح زود، عصر و یا شب‌ها محدود گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Sheikhesmaeili, O. 2003. M.Sc. Thesis. Analysis of the Uniformity, Evaporation and Drift Losses in Semi-Portable Sprinkling Irrigation System. Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. 10-15

American Society of Agricultural Engineers, Standards-ASAE, S398.1. 2001. Procedure for Sprinkler Testing and Performance Reporting: 879-882.

Frost, K.R. and H.C. Schwalon. 1955. Sprinkler evaporation losses. Agric. Eng. 36(8): 526-528.

ISO-7749/1. 1986. Part 1. Design and operational requirements. Agricultural Irrigation Equipment-Rotating Sprinklers: 1-10.

ISO-7749/2. 1990. Part 2. Uniformity of distribution and test methods. Agricultural Irrigation Equipment-Rotating Sprinklers: 1-6.

Kincaid, D.C. 1996. Spray drop kinetic energy from irrigation sprinklers. Trans. ASAE. 39: 847-853.

Phocaides, A. 2000. Technical handbook on pressurized irrigation techniques. Journal of Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO: 101.

Seginer, I. and M. Kostrinsky. 1975. Wind sprinkler patterns and system design. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE 101(4): 251-264.

Spurgeon, W.E, T.L. Thompson and J.R. Gilley. 1983. Irrigation management using hourly spray evaporation loss estimates. ASAE Paper No. 83-2591. St. Joseph, MI.

Steiner, J.L., E.T. Kanemasu and R.N. Clark. 1983. Spray losses and partitioning of water under a center pivot sprinkler system. Trans. ASAE 26(4): 1128-1134.

Trimmer, W.L. 1987. Sprinkler evaporation losses equation. ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering 113(4): 616-620.

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۳۱
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۳۰

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 6, Summer 2012, p. 87-92

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۶، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۹۲-۸۷

Analysis of Wind and Water Pressure Effects on Evaporation and Drift Losses in Semi-Portable Sprinkler Irrigation System in Semi-arid Areas

O. Sheikhesmaeili[1]*

Abstract

In arid and semi-arid areas, significant share of water might be lost due to wind and evaporation. Thus, proper understanding of influential factors affecting on evaporation and drift losses in sprinkler irrigation is important for developing water conservation strategies. The objective of this paper includes proposition of predictive equations by characterizing wind and evaporation losses under different weather conditions and operating pressures (such as 45 and 50 m) for semi-portable hand-move sprinkler system in south western region of Iran (Khouzestan province). The standard ISO 7749/2 has been taken into account to determine evaporation and drift losses. A field test was conducted under single sprinkler. The result shows that sprinkler pressure (45 and 50 m) did not influence evaporation and drift losses. Also, the results showed that evaporation and drift losses were more than 20.8 percent when wind speed exceeded 15 k/hr. Therefore sprinkler irrigation is not recommended in this condition.

Keywords: Sprinkler Irrigation, Wind, Evaporation and Drift Losses, Water Pressure

Archive of SID

1- Ph.D. Student in Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of water science engineering, Shahid Chamran University of Ahwaz.
(*- Corresponding Autor: Email: os1355@yahoo.com)

www.SID.ir