نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۴، جلد۶، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۲۷۲-۲۶۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 6, Winter 2013, p. 265-272

تلفات تبخیر و باد دو نوع آبپاش تک نازله و سه نازله در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط اقلیمی اهواز

وحید رحمت‌آبادی[۱*]، سعید برومندنسب[۲]، حسین سخایی‌راد[۳]، عادل باوی[۴]

چکیده

درک صحیح از فاکتورهای موثر بر تلفات تبخیر و باد به منظور کاهش اثرات این عوامل و در نتیجه افزایش راندمان کاربرد آب در آبیاری بارانی بسیار مهم است. در مناطق نیمه خشک مانند بسیاری از قسمت‌های مختلف ایران، تلفات تبخیر و باد می‌تواند در آبیاری بارانی قابل ملاحظه باشد. هدف از انجام این تحقیق اندازه گیری تلفات تبخیر و باد برای دو نوع آبپاش سه نازله (ADF 25°) و تک نازله (Nelson F80APV) مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و به دست آوردن روابط منطقی با استفاده از رگرسیون چند متغیره برای تخمین مقادیر تلفات تبخیر و باد تحت شرایط مختلف جوی و هیدرولیکی است. در آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک معمولاً در هر زمان روی هر بال آبیاری تنها یک آبپاش در حال کار است این امر می‌تواند باعث متفاوت بودن تلفات تبخیر و باد این روش نسبت به روش‌های دیگر باشد. آزمایش‌ها به‌صورت آبپاش منفرد در محدوده فشارهای توصیه شده توسط کارخانه سازنده هر آبپاش در مزرعه آزمایشی واقع در دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این تحقیق شامل فشار کارکرد آبپاش، سرعت باد، درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی و کمبود فشار بخار اشباع محیط است. تلفات تبخیر و باد در شرایط آزمایش‌های انجام شده بین ۱/۴ تا ۱۲/۸ درصد متغیر بود. نتایج بدست آمده نشان داد سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط مهمترین عوامل موثر بر تلفات تبخیر و باد می‌باشند و فشار کارکرد سیستم (برای فشارهای انتخاب شده) کمترین تاثیر را بر تلفات تبخیر و باد داشت. در نهایت معادلاتی برای تخمین تلفات تبخیر و باد در شرایط مختلف جوی و هیدرولیکی ارائه گردید.

واژه های کلیدی : آبیاری بارانی، سرعت باد، فشار کارکرد سیستم و کمبود فشار بخار اشباع

مقدمه [۲۱]

تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی عمدتاً بستگی به فاکتورهای اقلیمی مانند سرعت باد، درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی و نیز فاکتورهای مربوط به سیستم آبیاری بارانی مانند فشار آب، ارتفاع رایزر و اندازه نازل دارد. اکثر تحقیقات موجود در زمینه آبیاری بر یکنواختی پخش آب تمرکز دارند و کمتر به مواردی مانند تلفات تبخیر و باد آب خروجی از آبپاش تا رسیدن آب به سطح زمین پرداخته شده است یکی از دلایل این امر عدم توافق کافی بین دانشمندان مختلف در مورد تلفات تبخیر و باد و تاثیر عوامل مختلف موثر بر آن است، میزان تلفات تبخیر و باد در تحقیقات مختلف از ۲ تا ۴۰ درصد متغیر عنوان شده است James (1996). Tarjuelo et al (2000). مدل های ریاضی مختلفی برای قطرات خروجی آب از آبپاش‌ها ارائه شده است که اکثرا ارتباط مناسبی با تلفات تبخیری ناشی از شرایط محیطی دارند به هر حال فعالیت‌های تئوری و عملی بیشتری برای درک بهتر از چگونگی حرکت و تلفات آب در آبیاری بارانی نیاز است Wrachien and Lorenzini (2006). درک صحیح از فاکتورهای موثر بر تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی به‌منظور بالا بردن راندمان آبیاری بسیار مهم است Tarjuelo et al (2000). درمناطق نیمه خشک مانند بسیاری از قسمت‌های مختلف ایران، تلفات تبخیر و باد می‌تواند در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی موثر باشد Bavi et al. (2009) به اختلاف بین حجم آب خارج شده از آبپاش‌ها و حجم آب رسیده به سطح زمین تلفات تبخیر و باد گفته می‌شود که شامل دو جزء تلفات تبخیری و بادبردگی می‌باشد. اگر سرعت باد به اندازه‌ای باشد که ذرات آب توسط باد حمل شده و از مزرعه خارج شوند در آن صورت تلفات ناشی از بادبردگی وجود دارد. اگر ارتفاع پایه آبپاش نسبت به زمین زیاد باشد چنین تلفاتی بسیار قابل توجه است، زیرا سرعت باد نسبت به ارتفاع از سطح زمین به‌صورت لگاریتمی افزایش می‌یابد. تلفات بادبردگی به سرعت باد، اندازه قطرات آب و مسافتی که

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز
(* - نویسنده مسئول: Email: vahid_rahmatabadi@yahoo.com)
۲- استاد دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- کارشناس ارشد مهندسین مشاور
۴- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

Archive of SID
www.SID.ir

قطرات آب قبل از رسیدن به زمین طی می‌کنند بستگی دارد Kincaid et al (1996). استینر و همکاران با انجام آزمایشاتی که روی ۱۵ نوع آبپاش انجام دادند، نتیجه گرفتند که سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط تأثیر زیادی در میزان تلفات تبخیر و باد داشته و اندازه نازل، فشار کارکرد و درجه حرارت محیط در مرتبه بعدی اهمیت قراردارند. همچنین در مواقعی که سرعت باد کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه باشد، میزان تلفات تبخیر و باد ارتباطی به سرعت باد ندارد و در سرعت باد بین ۴/۵ تا ۸/۵ متر بر ثانیه دامنه تلفات از ۱۰ درصد تا ۳۰ درصد تغییر می‌کند Steiner et al (1983). در پدیده تبخیر عوامل موثر زیادی شناسایی شده‌اند، که تأثیر هر کدام از آنها به سایر عوامل باعث شده تا نتوان مقدار دقیق و واقعی تلفات تبخیری را بدست آورد. میزان تلفات تبخیر و باد با درجه حرارت محیط رابطه مستقیم و با رطوبت نسبی رابطه عکس دارد. فراست و شوالن نموداری را جهت تخمین تلفات تبخیر و باد به دست آوردند، پارامترهای مورد نیاز در این نمودار شامل درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی، سرعت باد، فشار آبپاش و اندازه نازل می‌باشد آنها دریافتند که میزان تلفات تبخیر و باد با سرعت باد و فشار آب رابطه مستقیم و با رطوبت نسبی و اندازه قطر نازل رابطه عکس دارد Frost and Schwalon (1955) . تریمر روی نمودار فراست و شوالن تجزیه و تحلیل‌های زیادی را به عمل آورد و سرانجام مطالعات او منجر به ارائه معادله‌ای شد که با استفاده از آن می‌توان میزان تلفات تبخیر و باد را تخمین زد. معادله تریمر و برخی دیگر از محققین در جدول ۱ ارائه شده است. پلاین و همکاران در تحقیقی در منطقه نیمه خشک زاراگوزا یک سری معادلات را برای تلفات تبخیر و باد در دو زمان اجرای روز و شب پیشنهاد کردند که تلفات تبخیر و باد را برای سیستم ثابت در طول روز و شب به ترتیب ۱۵/۴ و ۸/۵ درصد، و برای لاترال‌های جابجا شونده میزان تلفات تبخیر و باد را ۹/۸ درصد برای روز و ۵ درصد برای شب به دست آوردند Playan et al (2005)

در جدول بالا L_s تلفات تبخیر و باد (درصد از کل آب خروجی از آبپاش)، D قطر نازل (mm)، W سرعت باد (m/s)، P فشار متوسط سر آبپاش (kPa)، (e_s-e_a) کمبود فشار بخار اشباع (kPa)، T درجه حرارت محیط (^oC) و ET_o تبخیر و تعرق (mm/day) است.

در روش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک لوله‌های اصلی، فرعی و بال‌های آبیاری در طی فصل آبیاری ثابت هستند و تنها آبپاش‌های روی شیرهای خودکار مستقر در طول بال‌ها جابجا می‌شوند. لوله‌ها می‌توانند روی زمین و یا بطور ثابت در زیر زمین نصب گردند. برای آنکه هزینه سرمایه‌گذاری سیستم بالا نرود، معمولاً فواصل آرایش آبپاش‌ها و بال‌ها را بیشتر از روش کلاسیک نیمه متحرک در نظر می‌گیرند و این مستلزم آن است که از آبپاش‌هایی با آبدهی و فشار بیشتر استفاده گردد. در این روش معمولاً در هر زمان روی هر بال تنها یک آبپاش در حال کار بوده و از طرفی نبایستی دوایر آب‌پاشی همزمان با یکدیگر تداخل داشته باشند. این امر می‌تواند باعث متفاوت بودن تلفات تبخیر و باد این روش با روش‌های دیگر باشد .هدف از انجام این تحقیق بررسی رابطه تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک با پارامترهای جوی شامل سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط و فشار کارکرد سیستم، برای دو نوع آبپاش سه نازله و تک نازله مورد استفاده در طرح‌های آبیاری بارانی و به دست آوردن روابط منطقی برای تخمین تلفات تبخیر و باد در شرایط جوی و هیدرولیکی مختلف است.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مربوطه بر اساس استانداردهای ایزو ۲و۷۷۴۹/۱ anonymous (1990, 1995) به روش آبپاش منفرد در مزرعه آزمایشی واقع در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۸۸ انجام شد. آب مورد نیاز، از کانال ایستگاه پمپاژ دانشگاه که از رودخانه کارون آبگیری می‌کند وارد استخر ته‌نشینی شده و از آنجا به مزرعه پمپاژ گردید. با توجه به اطلاعات ارائه شده از سوی کارخانه‌های سازنده، آزمایش‌ها برای هر آبپاش در ۴ فشار مختلف که در دامنه فشارهای پیشنهادی کارخانه سازنده می‌باشد انجام گرفت. برای آبپاش ADF 25°، با سه نازل به قطرهای ۹، ۶/۵ و۳/۲ میلی‌متر که یک نمونه داخلی است، فشارهای ۳/۵، ۴، ۴/۵ و ۵ بار و برای آبپاش Nelson مدل F80APV با یک نازل به قطر ۱۰/۳۲ میلی‌متر و زاویه پاشش ۲۴ درجه که ساخت خارج از کشور است، فشارهای ۴، ۴/۵، ۵، و ۵/۵ بار در نظر گرفته شد. با توجه به استاندارد ایزو ۷۷۴۹/۲ فشار متوسط همان فشار سر آبپاش تعریف می‌شود. این فشار باید در نقطه ای از پایه آبپاش اندازه‌گیری شود که حداقل به اندازه ۱۰ برابر قطر لوله از نقطه‌ای که در آن تغییر جهت یا تغییر مقطع در پایه آبپاش وجود دارد فاصله داشته باشد. در این مطالعه فشار آب با استفاده از فشار سنج تعبیه شده در بدنه رایزر اندازه‌گیری گردید. فشار مورد نیاز توسط ایستگاه پمپاژ مزرعه (پمپ گریز از مرکز و الکتروموتور) تامین گردید. چون دور موتور ثابت بود تنظیم تقریبی فشار کارکرد آبپاش توسط شیر برگشت لوله رانش (Bypass) و تنظیم دقیق آن توسط شیر تعبیه شده در بدنه رایزر صورت گرفت. برای دو آبپاش در مجموع از نتایج ۴۰ آزمایش در برآورد تلفات تبخیر و باد استفاده شد. زمان کار سیستم در هر آزمایش حداقل یک ساعت بود.

بعد از آماده کردن زمین و پیاده کردن سیستم و شبکه بندی، برای جلوگیری از حرکت ظروف جمع کننده در اثر باد، ظرف‌ها توسط میخ‌های چوبی و سیم فلزی مهار گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- فرمول‌های تجربی تلفات تبخیر و باد

منبع	فرمول تجربی
Trimmer (1987)	$Ls = ۱/۹۸D^{-۰/۷۲} + ۰/۲۲(e_s - e_a)^{۰/۶۳} + ۳/۶\times۱۰^{-۴}P^{۱/۱۶} + ۰/۴W^{۰/۷})^{۴/۲}$
Keller and Bliesner (1990)	$Ls=[۱-۰/۹۷۶+۰/۰۰۵ET_o -۰/۰۰۰۱۷ET_o^{۲} +۰/۰۰۲۱W$ $-IG(۰/۰۰۰۳۴ET_o +۰/۰۰۰۱۸W+۰/۰۰۰۰۱۶ET_oW))]^{۱۰۰}$ $\left[\text{Where: } IG=(۰/۰۳۲P^{۱/۲}\div D)\text{: If, } IG\le ۷\rightarrow IG=۷.\text{If, } IG\ge ۱۷\rightarrow IG=۱۷\right]$
Tarjuelo et al. (2000)	$Ls = ۰/۰۰۷P + ۷/۳۸(e_s - e_a)^{۰/۵} + ۰/۸۴۴W$
Faci et al. (2001)	$Ls = -۰/۷۴D + +۲/۵۸W + ۰/۴۷T$
Dechmi et al. (2003)	$Ls = ۷/۴۷۹ + ۵/۲۸۷W$
Playan et al. (2004)	$Ls = ۱/۵۵ + ۱/۱۳W$

قطر ظروف جمع کننده می‌تواند بر نتایج برآورد تلفات تبخیر و باد موثر باشد استانداردهای بین المللی موجود برای ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی، ظروف جمع کننده با قطر بیش از ۸۵ میلی‌متر را توصیه می‌کنند(Anonymous, (1995). در این تحقیق از ظروف جمع کننده سفید رنگ با قطر ۱۳/۹ سانتیمتر و شبکه مربعی ۴ ۴ مترمربع برای ظرف‌های جمع کننده استفاده گردید. کنترل افقی بودن ظرفها به طریق دید چشمی انجام شد. برای اندازه‌گیری حجم آب ظروف از استوانه‌های مدرج استفاده گردید. با توجه به استاندارد ایزو ۷۷۴۹/۲ ارتفاع رایزر مورد آزمایش ۱۶۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد و رایزر در وسط شبکه مربعی ظروف جمع کننده قرار گرفت. برای عمود نگه داشتن رایزر از پایه‌های تنظیم شونده و تراز بنایی استفاده گردید. از آنجا که آزمایش‌ها در فضای باز و در مزرعه انجام شد، در نتیجه عوامل اقلیمی غیر قابل کنترل بود لذا در هر آزمایش مقادیر آنها با استفاده از آمار ایستگاه هواشناسی واقع در فاصله ۴۰۰ متری مزرعه آزمایشی، تعیین گردید و سپس به عنوان متغیرها در معادلات همبستگی از آنها استفاده شد. میزان دبی خروجی آب از آبپاش در مزرعه با استفاده از اندازه گیری حجمی آب برای فشارهای مختلف صورت گرفت. دبی هر آبپاش در فشار مشخص توسط ظرف اندازه-گیری (به حجم ۲۰۰ لیتر) و لوله های وصل شده به نازل به صورتی که بر دبی خروجی از نازل اثر نگذارد و خلاء ایجاد نشود تعیین گردید. برای هر فشار، اندازه گیری دبی حداقل با پنج تکرار انجام شد. برای محاسبه تلفات تبخیر و باد ابتدا حجم آب رسیده به سطح زمین را با ضرب کردن در متوسط عمق آب ظرف‌ها در مساحت آبیاری شده توسط آبپاش به دست می‌آوریم. سپس این مقدار را از حجم آب خارج شده از آبپاش کم کرده و بر حجم آب خارج شده از آبپاش تقسیم می‌کنیم. کمبود فشار بخار اشباع محیط عبارت است از اختلاف بین فشار بخار هوا و حداکثر مقداری که فشار بخار هوا می‌تواند در آن درجه حرارت داشته باشد.کمبود فشار بخار اشباع محیط (e_s-e_a) را می‌توان از رابطه (۱) بدست آورد Murray (1967).

$$(e_s - e_a) = e_s(1-\frac{RH}{100}) = 0/611\exp\left[\frac{17/27T}{T+237/3}\right]\times(1-\frac{RH}{100}) \quad (۱)$$

که T دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)، RH رطوبت نسبی (درصد)، e_s فشار بخار اشباع (kPa) و e_a فشار بخار هوا (kPa) است

برای به دست آوردن رابطه حاصل از رگرسیون چند متغیره به منظور بررسی تلفات تبخیر و باد، آنالیز داده‌های به دست آمده از آزمایش‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS 15، انجام شد و معادلاتی برای پیش‌بینی تلفات تبخیر و باد به دست آمد.

نتایج و بحث

در جدول ۲ مقادیر تلفات تبخیر و باد بدست آمده در هر آزمایش در شرایط مختلف جوی و هیدرولیکی به ترتیب برای آبپاش‌های سه نازله و تک نازله آورده شده است. با توجه به این جدول تلفات تبخیر و باد در شرایط آزمایش‌های انجام شده بین ۱/۴ تا ۱۲/۸ درصد از کل آب خروجی از آبپاش متغیر است. جدول ۳ ضرایب همبستگی بین تلفات تبخیر و باد و پارامترهای مختلف را برای هر آبپاش نشان می-دهد. با توجه به این جدول سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط مهمترین عوامل موثر بر تلفات تبخیر و باد هستند و فشار کارکرد سیستم (برای فشارهای انتخاب شده) کمترین تاثیر را بر تلفات تبخیر و باد دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقادیر تلفات تبخیر و باد درشرایط مختلف جوی و هیدرولیکی

نوع آبپاش	فشار (bar)	سرعت باد (km/hr)	درجه حرارت محیط (°c)	رطوبت نسبی (٪)	کمبود فشار بخار اشباع محیط (kPa)	تلفات تبخیر و باد (٪)
سه نازله	۳/۵	۱/۸	۲۷	۵۹	۱/۵	۱/۴
	۳/۵	۲/۲	۳۴	۷۶	۱/۳	۲/۸
	۳/۵	۷/۶	۳۵	۳۶	۳/۶	۳
	۳/۵	۱۷/۶	۳۷	۳۸	۳/۹	۱۲
	۳/۵	۱۴/۴	۳۶	۲۹	۴/۲	۹
	۳/۵	۳/۶	۲۸	۵۳	۱/۸	۱/۸
	۴	۵	۳۸	۲۴	۵	۶/۸
	۴	۷/۶	۳۷	۲۶	۴/۶	۹/۱
	۴	۹/۴	۳۲	۴۱	۲/۸	۸/۶
	۴	۱۶/۲	۳۷	۳۰	۴/۴	۱۲
	۴/۵	۸/۳	۳۴	۲۳	۴/۱	۸/۶
	۴/۵	۱۵/۸	۳۳	۲۲	۳/۹	۱۲/۴
	۴/۵	۱۳	۳۵	۲۴	۴/۳	۱۲/۸
	۴/۵	۲/۵	۲۵	۲۹	۲/۲	۲/۲
	۴/۵	۴/۳	۳۰	۳۰	۳	۳/۷
	۴/۵	۱/۱	۳۴	۳۵	۳/۴	۲/۷
	۴/۵	۱/۸	۳۵	۳۱	۳/۹	۵/۱
	۵	۲/۵	۳۴	۳۵	۳/۴	۲/۱
	۵	۳/۶	۳۱	۳۶	۲/۹	۴/۱
	۵	۷/۹	۳۶	۲۱	۴/۷	۹/۸
	۵	۹	۳۳	۱۸	۴/۱	۸/۹
	۵	۳/۶	۳۴	۳۵	۳/۴	۳/۵
تک نازله	۴	۱۳/۱	۲۸	۴۲	۲/۲	۷/۳
	۴	۱۱/۷	۳۴	۱۹	۴/۳	۸/۱
	۴/۵	۱۵/۸	۳۷	۲۲	۲/۹	۱۱/۵
	۴/۵	۶/۳	۲۷	۴۷	۱/۹	۵/۱
	۴/۵	۱۵	۳۴	۲۳	۴/۱	۱۲/۸
	۴/۵	۳/۴	۳۱	۴۶	۲/۴	۵/۵
	۵	۳	۳۱	۴۰	۲/۷	۵/۲
	۵	۴/۵	۳۱	۳۶	۲/۹	۵/۴
	۵	۹	۳۱	۲۳	۳/۵	۷/۸
	۵	۲	۳۱	۵۱	۲/۲	۳/۳
	۵	۸	۲۹	۴۹	۲	۸/۳
	۵	۱۰	۳۶	۲۹	۴/۲	۱۱/۸
	۵/۵	۲۱	۳۳	۲۴	۳/۸	۱۲
	۵/۵	۱۷	۳۴	۲۳	۴/۱	۱۰
	۵/۵	۱۳	۳۸	۲۴	۵	۹/۴
	۵/۵	۱۵/۴	۳۴	۱۹	۴/۳	۱۲/۷
	۵/۵	۱/۵	۲۵	۵۰	۱/۶	۳/۱
	۵/۵	۳/۲	۲۸	۴۲	۲/۲	۵/۱

نتایج این تحقیق با نتایج Yazar (1984) و اکثر کسانی که در این باره تحقیق کرده‌اند مطابقت دارد. توجه شود فشارهای انتخاب شده در محدوده توصیه شده کارخانه سازنده هر آبپاش است و برای فشارهای بزرگتر از آنچه انتخاب شده ممکن است بعلت ریزتر شدن قطرات آب نتایج متفاوت باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی پارامترهای موثر بر تلفات تبخیر و باد

پارامتر	تلفات تبخیر و باد آبپاش سه نازله	تلفات تبخیر و باد آبپاش تک نازله
سرعت باد	۰/۹۴۶	۰/۹۴۱
درجه حرارت محیط	۰/۷۶۲	۰/۸۵۸
رطوبت نسبی	-۰/۷۴۲	-۰/۸۹۹
کمبود فشار بخار اشباع محیط	۰/۸۳۵	۰/۸۹۹
فشار	۰/۱۸۲	۰/۲۱۷

معادلات (۲) و (۳) برای آبپاش سه نازله و معادلات (۴) و (۵) مربوط به آبپاش تک نازله می‌باشند. به دلیل اینکه کمبود فشار بخار اشباع محیط از رطوبت نسبی و درجه حرارت محیط به دست آمده از این پارامتر در برآورد تلفات تبخیر و باد استفاده شده است.

$$L_S = ۰/۳۰۶ \times \exp(W^{۰/۲۱۴} \times (e_s - e_a)^{-۰/۲۴۸} \times P^{-۰/۲۵۸}) \quad (R = ۰/۹۵۱۳) \quad (۲)$$

با حذف فشار از رابطه (۲) داریم:

$$L_S = ۰/۵۲۱ \times \exp(W^{۰/۲۱۷} \times (e_s - e_a)^{-۰/۳۸۲}) \quad (R = ۰/۹۳۱۱) \quad (۳)$$

برای آبپاش تک نازله داریم:

$$L_S = ۱/۰۴۷ \times \exp(W^{۰/۲۰۱} \times (e_s - e_a)^{-۰/۱۵۷} \times P^{-۰/۰۵}) \quad (R = ۰/۹۱۹۲) \quad (۴)$$

با حذف فشاراز رابطه (۴) داریم:

$$L_S = ۱/۱۴۱ \times \exp(W^{۰/۲۱۲} \times (e_s - e_a)^{-۰/۱۶۷}) \quad (R = ۰/۹۱۸۷) \quad (۵)$$

در روابط بالا L_s تلفات تبخیر و باد (درصد)، W سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (km/hr)، (e_s-e_a) کمبود فشار بخار اشباع محیط (kPa) و P فشار کارکرد آبپاش (bar) است .تعیین دقیق سهم هر پارامتر موثر بر تلفات تبخیر و باد تنها تحت شرایط کنترل شده امکان‌پذیر است زیرا این پارامترها به هم وابسته و بر یکدیگر اثر گذار می‌باشند. در این تحقیق چون آزمایش‌ها در محیط باز انجام شد و کنترل پارامترهای مختلف جوی غیر ممکن بود تنها می‌توان اثر پارامتر های موثر بر تلفات تبخیر و باد را به صورت تقریبی بررسی کرد تا در صورت داشتن تنها یک پارامتر مثلا سرعت باد یا کمبود فشار بخار مقدار تقریبی تلفات تبخیر و باد را تخمین زد و در طراحی و مدیریت سیستم آبیاری از آن استفاده کرد. با توجه به جدول ۲ و معادلات به دست آمده با افزایش فشار آب مقدار تلفات بخصوص در سرعت های بالاتر باد بیشتر افزایش می‌یابد که اثر تغییرات فشار آب در فشارهای مورد آزمایش بر آبپاش سه نازله بیشتر از آبپاش تک نازله است.

شکل ۱- تغییرات تلفات تبخیر و باد نسبت به سرعت باد

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط مناسب جوی یعنی سرعت باد کم (کمتر از ۸ کیلومتر در ساعت) و کمبود فشار بخار اشباع پایین، تلفات آبپاش سه نازله کمتر است و در سرعت‌های باد شدیدتر تلفات آبپاش سه نازله بیشتر است دلیل این امر می‌تواند زاویه پاشش و تعداد نازل های آبپاش ها باشد در سرعت پایین باد، تلفات بیشتر بر اثر تبخیر است که آبپاش سه نازله باعث تثبیت هوای محیط پیرامون آبپاش می‌شود و تلفات پایین‌تر است و در سرعت باد شدید با توجه به زاویه پاشش آبپاش سه نازله اثر بادبردگی و همچنین تلفات تبخیر می‌تواند قابل ملاحظه باشد. با توجه به تاثیر سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط بر تلفات تبخیر و باد، اثر هر یک از این پارامترها به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

اثر سرعت باد بر تلفات تبخیر و باد: با در نظر گرفتن عامل سرعت باد به عنوان تنها پارامتر مؤثر بر تلفات تبخیر و باد، شکل ۱ میزان تغییرات تلفات تبخیر و باد را نسبت به سرعت باد برای هر آبپاش نشان می‌دهد.

روابط (۶) و (۷) اثر سرعت باد بر تلفات تبخیر و باد را به ترتیب برای آبپاش‌های سه نازله و تک نازله نشان می‌دهند.

$$L_S = -۰/۰۲۴W^۲ + ۱/۱۱۷W + ۰/۳۵۴ \quad (R = ۰/۹۰۶۲) \qquad (۶)$$

$$L_S = -۰/۰۱۶W^۲ + ۰/۸۲۴W + ۲/۲۲۵ \quad (R = ۰/۹۰۰۵) \qquad (۷)$$

در این روابط L_s تلفات تبخیر و باد (درصد از کل آب خروجی از آبپاش) و W سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (km/hr) می باشد. بین معادلات (۶) و (۷) برای اثر سرعت‌های ثابت باد در محدوده سرعت-های کمتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به روابط بالا هرگاه سرعت وزش باد از ۱۲ کیلومتر در ساعت (۳/۳ متر در ثانیه) بیشتر شود تلفات تبخیر و باد برای آبپاش سه نازله از ۱۰ درصد فرا تر خواهد رفت که چنین مسائلی می‌تواند در مدیریت آبیاری مد نظر قرار گیرد.

اثرکمبود فشار بخاراشباع محیط برتلفات تبخیر و باد:

با در نظر گرفتن عامل کمبود فشار بخار اشباع محیط به عنوان تنها پارامتر موثر بر تلفات تبخیر و باد، شکل ۲ تغییرات میزان تلفات تبخیر و باد را نسبت به کمبود فشار بخار اشباع محیط برای هر آبپاش نشان می‌دهد. نقاط با فاصله زیاد از خط برازش داده شده ناشی از تأثیر سایر عوامل جوی و هیدرولیکی می‌باشد زیرا در اینجا فقط عامل کمبود فشار بخار به عنوان پارامتر موثر بر تلفات تبخیر و باد در نظر گرفته شده است.

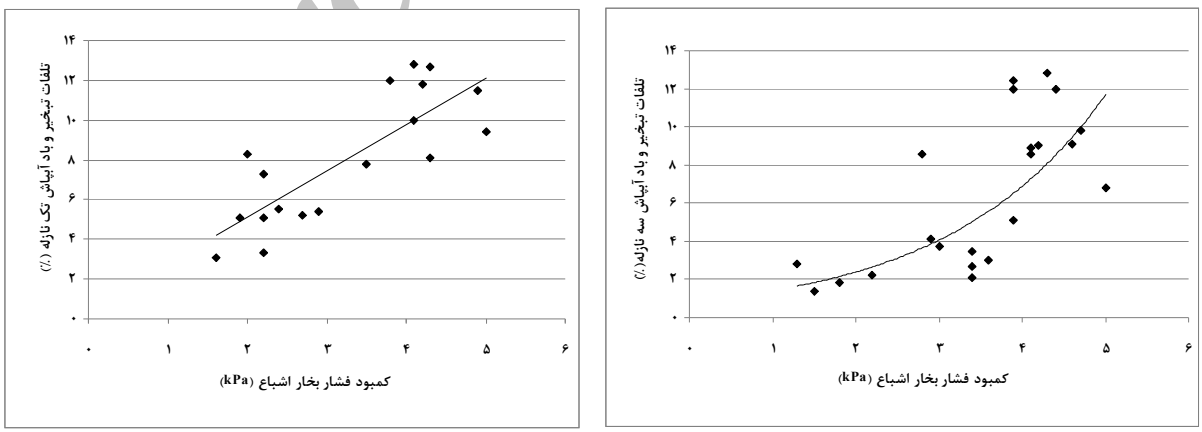
روابط (۸) و (۹) اثر کمبود فشار بخار اشباع بر تلفات تبخیر و باد را به ترتیب برای آبپاش‌های سه نازله و تک نازله نشان می‌دهند.

$$L_s = ۰/۸۳\exp(۰/۵۲۸(e_s - e_a)) \quad (R = ۰/۷۶۸۱) \qquad (۸)$$

$$L_s = ۲/۳۳۸(e_s - e_a) + ۰/۴۴۷ \quad (R = ۰/۸۰۷۵) \qquad (۹)$$

در این روابط L_s تلفات تبخیر و باد (درصد) و (e_s-e_a) کمبود فشار بخار اشباع محیط (kPa) است.

اختلاف بین معادلات (۸) و(۹) برای مقادیر ثابت ۰/۵ تا ۵/۵ درصد کمبود فشار بخار اشباع محیط معنی‌دار است. برای آبپاش سه نازله در مقادیر پایین کمبود فشار بخار، رشد تلفات تبخیر و باد کمتر است که علت این امر می‌تواند تثبیت شدن بیشتر هوای اطراف آبپاش توسط نازل‌های بیشتر باشد.



شکل ۲- تغییرات تلفات تبخیر و باد به کمبود فشار بخار اشباع

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نتایج به‌دست آمده سرعت باد نسبت به سایر عوامل جوی و هیدرولیکی تاثیر بیشتری بر تلفات تبخیر و باد دارد که از لحاظ مدیریتی هنگام آبیاری باید به سرعت باد توجه بیشتری شود زیرا علاوه بر افزایش تلفات تبخیر و باد باعث کاهش ضریب یکنواختی و در نتیجه کاهش بیشتر راندمان آبیاری می‌گردد. به منظور افزایش راندمان آبیاری، می‌توان آبیاری را در زمان‌هایی که سرعت باد کمتر است انجام داد و آبیاری را به صورتی مدیریت کرد که هنگام وزش باد شدید سیستم خاموش باشد مثلا در منطقه مورد مطالعه معمولا سرعت باد در زمان شب کمتر، و دمای هوا نیز پایین‌تر است که می‌توان آبیاری را به گونه‌ای برنامه ریزی کرد که بیشتر در زمان شب انجام شود برای سایر مناطق نیز باید طراحی سیستم‌های آبیاری با توجه به اطلاعات هواشناسی منطقه صورت گیرد تا بتوان هنگام شرایط نامناسب جوی مدیریت مناسبی را برای سیستم آبیاری اعمال کرد.

تقدیر و تشکر

به این وسیله از قطب علمی مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز و همچنین شرکت مهندسین مشاور سامان‌آبراه که امکانات لازم را برای انجام این تحقیق فراهم نمودند تقدیر و تشکر می‌شود.

مراجع

Anonymous, 1990. Agricultural irrigation equipment. Rotating sprinklers. Part 2. Uniformity of distribution and test methods. ISO Standard 7749/2. ISO, Geneva, Switzerland.

Anonymous, 1995. Agricultural irrigation equipment. Rotating sprinklers. Part 1. Design and operational requirements. ISO Standard 7749/1. ISO, Geneva, Switzerland.

Bavi, A. Kashkuli, H.A. Boroomand, S. Naseri, A and Albaji, M. 2009. Evaporation losses from sprinkler irrigation system under various operating conditions. Journal of Applied Sciences 9(3): 597_600

Dechmi, F. Playan, E. Cavero, J. Faci, J.M. Martinez-Cob, A. 2003. Wind effects on solid set sprinkler irrigation depth and corn yield. Irrig. Sci. 22 (2): 67–77.

Faci, J.M. Salvador, R. Playan, E. Sourell, H. 2001. A comparison of fixed and rotating spray plate sprinklers. J. Irrig. Drain. Eng., ASCE 127 (4): 224–233.

Frost, K.R. and Schwalon, H.C. 1955. Sprinkler evaporation losses. Agric. Eng. 36(8): 526_528.

James L G. 1996. Farm Irrigation System Design. Wiley London.

Keller, J. Bliesner, R.D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.

Kincaid, D.C. Solomon, K.H. and Oliphant J.C. 1996. Drop size distributions for irrigation sprinkler. Trans. ASAE. 39, 839_845.

Murray, J. 1967. On the computation of saturated vapor pressure. J. Appl. Meteo. 6: 203_204.

Playan, E., Garrido, S., Faci, J.M., Gala´n, A., 2004. Characterizing pivot sprinklers using and experimental irrigation machine. Agric. Water Manage. 70 (3): 177–193.

Playan, E. Salvador, R. Faci, J.M. Zapata, N. Martinez-Co, A. and Sanchez, I. 2005. Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. Agric. Water Manage.76: 139_159.

Steiner, J. L. Kanemasu, E.T. and Clark, R.N. 1983. Spray losses and partitioning of water under a center pivot sprinkler system. Trans. ASAE.26 (4): 1128_1134.

Tarjuelo, J.M. Ortega, J.F. Montero, J. de Juan. 2000. Modeling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid conditions. Agric. Water Manage. 43: 263_284.

Trimmer, W.L. 1987. Sprinkler evaporation losses equation. ASCE. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 113(4): 616_620.

Wrachien, D. De and Lorenzini G. 2006. Modelling Jet Flow and Losses in Sprinkler Irrigation: Overview and Perspective of a New pproach. iosystems ngineering. 94 (2), 297–309

Yazar, A. 1984. Evaporation and drift losses from sprinkler irrigation system under various operating conditions. Agric.wat. Manage. 8:439_449.

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۷

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 6, Winter 2013, p. 265-272

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۴، جلد۶، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۲۷۲-۲۶۵

Evaporation and Wind Drift Losses for Two Types of Sprinklers With one and Three Nozzles in Solid Set Systems in Ahwaz Climate Conditions

V. Rahmat abadi*[1], S. Boroomand nasab[2], H. Sakhaeerad[3] and A. Bavi[4]

Abstract

A proper understanding of factors affecting evaporation and wind drift losses (Ls) in sprinkler irrigation is important for developing water management strategies. In semi-arid areas such south Iran the portion of water that may be lost due to wind velocity and evaporation would be significant. The objectives of this study include characterize Ls for two type sprinklers ADF 25º with three nozzles and Nelson F80APV with one nozzle under different conditions for solid set system and propose predictive equations by multiple regression for Ls in semi-arid areas. In solid set system often one sprinkler worked on each line and they don't have enveloped each other at the same time this can be a reason for difference of Ls in this method than others. The experiments conducted in Shahid Chamran university of Ahwaz. Four operating pressures in range of manufacture recommended for each sprinkler had applied. The factors investigate were include operating pressure, wind velocity, environment temperature, relative humidity and vapor pressure deficit. In experiments condition Ls ranged from 1.4 to 12.8 percent of applied water. The result showed that, wind velocity and vapor pressure deficit were the most significant factors affecting the Ls. The operation pressures used had the least effect on Ls.

Key words: Sprinkler Irrigation, Operating pressure, Vapor pressure deficit and Wind velocity

Archive of SID

1 - M.S. graduate, Shahid Chamran Univ. Ahwaz
(* - Corresponding Author Email: vahid_rahmatabadi@yahoo.com)
2- Professor, Shahid Chamran Univ. Ahwaz
3- Irrigation Speeialist
4- ph.D. graduate Student, Shahid Chamran Univ. Ahwaz

www.SID.ir