نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 135-128

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 128-135

ارزیابی تلفات تبخیر و بادبردگی در سیستم آبیاری بارانی شبانه و روزانه

بختیار کریمی[1*]، آمانج محمدی نسب[2] و چنور عبدی[3]

تاریخ دریافت: 1394/10/26 تاریخ پذیرش: 1395/2/8

چکیده

در سیستم‌های آبیاری، آب در طی عملیات ذخیره، توزیع و کاربرد در مزرعه به هدر می‌رود. در سیستم‌های آبیاری بارانی، به دلیل تأثیر متغیرهای اقلیمی بر قطرات پخش شده در هوا، قسمت عمده هدررفت را تلفات تبخیر و بادبردگی تشکیل می‌دهد. تلفات تبخیر و بادبردگی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و بادخیز بسیار زیاد بوده و باعث کاهش راندمان و کارایی سیستم آبیاری بارانی می‌شود. این مطالعه به‌منظور بررسی تلفات تبخیر و بادبردگی سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت دشت دهگلان واقع در استان کردستان انجام گرفت. آزمایشات با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان در روستای سراب، بر روی دو آبپاش VYR-35 (3.96×2.38 mm) و ZK30 (8×3.6 mm) و ارتفاع آبپاش‌های 1 و 1/5 متری در دو موقعیت زمانی شب و روز انجام شده است. نتایج نشان داد که ارتفاع آبپاش، موقعیت زمانی روز و شب و اثر متقابل ارتفاع آبپاش و موقعیت زمانی بر تلفات تبخیر و بادبردگی تأثیر معنی‌داری دارد. به‌طوری که درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در روز و شب به ترتیب برابر 22/53 و 6/94 بود. با توجه به این نتایج، انجام آبیاری در شب به بهبود راندمان آبیاری کمک شایانی خواهد نمود. هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده در شرایط یکسان، استفاده از آبپاش با ارتفاع پایه یک متری توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، آبیاری شبانه و روزانه، تلفات تبخیر و بادبردگی، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع

مقدمه

کشور ایران از لحاظ جغرافیایی جزء منطقه‌های خشک و نیمه-خشک جهان است و با معضل کمبود آب مواجه می‌باشد. بر طبق آمار موجود بیش از 90 درصد از منابع آبی کشور (86 میلیارد مترمکعب) برای آبیاری در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (فرشی و همکاران، 1382). با وضع موجود و هم‌چنین با توجه به مصرف بی‌رویه آب در بخش کشاورزی، نه تنها نمی‌توان به توسعه‌ی زمین‌های آبی اندیشید بلکه در آینده‌ی نزدیک، تأمین آب زمین‌های آبی موجود نیز با مشکل مواجه خواهد بود. لذا استفاده بهینه از منابع آب در این مناطق یک ضرورت است. توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار، با توجه به راندمان بالایی که می‌تواند داشته باشد، یکی از راه‌کارهای استفاده بهینه از منابع آبی تلقی می‌گردد. با توجه به هزینه‌های مربوط به تأمین منابع آب و انرژی در حوزه‌ی آبیاری تحت فشار، صرفه‌جویی در مصرف آب و به تبع آن کاهش تأمین انرژی مورد نیاز در بهره‌برداری از آب، امری ملزوم و ناگزیر می‌باشد. یکی از مواردی که باعث صرفه-جویی در مصرف آب و در پی آن کاهش انرژی مورد نیاز و هزینه‌های اقتصادی می‌شود، افزایش راندمان آبیاری می‌باشد. در آبیاری بارانی به‌همراه سایر تلفات آبی، بخشی از آب پخش شده توسط آبپاش‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی نیز از دسترس گیاه خارج می‌شود. این بخش تحت عنوان تلفات بادبردگی و تبخیر شناخته می‌شود (Playán et al., 2005). 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 (شیخ اسماعیلی، 1385).

در مناطقی که سرعت باد زیاد است، بخش قابل توجهی از آب مصرفی در مزرعه در اثر 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 این مناطق می‌تواند نقش به سزایی در بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود داشته باشد.

باد که یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر بر سیستم‌های آبیاری بارانی می‌باشد، به‌دلیل برهم زدن الگوی توزیع آب آبپاش‌ها، بر عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی اثر منفی می‌گذارد. به گونه‌ای که

1- استادیار علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
2- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
3- دانش آموخته کارشناس ارشد علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
(* - نویسنده مسئول: (Email: bakhtiar.karimi@gmail.com

با افزایش سرعت باد از یک محدوده معین، راه‌اندازی سیستم‌های بارانی ب دلیل کاهش یکنواختی و راندمان آبیاری توصیه نمی‌شود (سراج رضایی و دلیر حسن‌نیا، 1393). از طرف دیگر، مهم‌ترین عاملی است که بر میزان تلفات تبخیر تأثیر می‌گذارد. افزایش شدت تبخیر و تداوم آن و هم‌چنین بروز تلفات بادبردگی حاکی از اهمیت تأثیر باد بر تلفات تبخیر و بادبردگی می‌باشد.

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 آن که 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 (شیخ اسماعیلی، 1391).

آبیاری در روز نسبت به آبیاری در شب دارای مضراتی می‌باشد. در روز به‌دلیل دمای هوای زیاد و کمبود فشار بخار بیش‌تر نسبت به شب، تبخیر افزایش پیدا کرده و چون سرعت باد در روز نسبت به شب نیز بیش‌تر است، تلفات بادبردگی نیز افزایش پیدا می‌کند (Cavero et al., 2008). هر چند آبیاری در روز با کاهش کمبود فشار بخار و دمای هوا، اثرات مثبتی بر خرد اقلیم منطقه دارد (Playan et al., 2005؛ Tolk et al., 1995؛ Robinson, 1970).

بادبردگی و تبخیر از منابع اصلی تلفات آب در سامانه‌های آبیاری بارانی است که شناسایی عوامل تأثیرگذار و تعیین مقدار این تلفات می‌تواند در کاهش تلفات و بهبود راندمان آبیاری مفید باشد (Tarjuelo et al., 1999). لذا با کنترل تلفات تبخیر و بادبردگی و تلاش در کاهش مقدار آن، می‌توان راندمان آبیاری را افزایش داد و در پی آن در صرفه‌جویی آب و به تبع آن کاهش مصرف انرژی کمک شایانی کرد، به همین دلیل کاهش تلفات تبخیر و بادبردگی از ضرورت‌های آبیاری بارانی می‌باشد.

در بسیاری از مناطق جهان به دلیل متعادل‌تر شدن فاکتورهای محیطی مؤثر بر تلفات تبخیر و بادبردگی در شب، آبیاری بارانی به صورت شبانه انجام می‌گیرد (Playan et al., 2005). در حقیقت کاهش سرعت باد در هنگام شب نسبت به روز (Doorenbos and Pruitt., 1977)، باعث افزایش یکنواختی آب آبیاری خواهد شد (Dechmi et al., 2004).

سراج رضایی و حسن‌نیا (1393) به‌منظور تعیین اثرات سرعت‌های مختلف باد در ساعات شب و روز بر عملکرد پنج نوع آبپاش ضربه‌ای طی دوره رشد گیاه، با استفاده از مدل‌های سری زمانی به پیش‌بینی مقادیر سرعت باد برای سه سال در منطقه تبریز پرداختند. نتایج نشان داد که بین سرعت‌های باد روز و شب در فصل بهار اختلاف نسبتاً قابل توجهی وجود داشت اما در فصل تابستان این اختلاف قابل ملاحظه نبود. در طول دوره رشد، آبیاری شبانه ضریب یکنواختی پخش آبپاش‌های مورد استفاده در آزمایش را به طور متوسط 3/46 درصد نسبت به آبیاری در روز افزایش داد. آن‌ها بیان نمودند که آبیاری شبانه در ماه‌های فصل بهار به دلیل کاهش تلفات بادبردگی و در ماه‌های فصل تابستان به دلیل کاهش تلفات تبخیر نسبت به آبیاری در اوقات روز قابل توصیه می‌باشد. یاکوبی و همکاران در پژوهشی کارایی آبیاری و عملکرد محصول گوجه‌فرنگی در آبیاری شبانه و روزانه در تونس را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تلفات تبخیر و بادبردگی در شب نسبت به روز به ترتیب از 24 به 7 درصد کاهش و یکنواختی آبیاری از 50 درصد در روز به 64 درصد در شب افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین آبیاری در شب تلفات محصول را از 26 درصد در روز به 16 درصد در شب کاهش می‌دهد . (Yacoubi et al., 2010). کاورو و همکاران در تحقیقی عملکرد محصول ذرت را در آبیاری شبانه و روزانه بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که انجام آبیاری در روز باعث کاهش 5 تا 7 درصدی ضریب یکنواختی کریستین سن و هم‌چنین کاهش 10 درصدی عملکرد محصول نسبت به آبیاری شبانه می‌شود..(Cavero et al., 2008) پلایان و همکاران در تحقیقی تلفات تبخیر و بادبردگی آبیاری شبانه و روزانه سیستم‌های بارانی مجموعه ثابت لاترال متحرک در اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین تلفات تبخیر و بادبردگی از 15/4 درصد در روز به 8/5 درصد در شب می‌رسد(Playan et al., 2005). تحقیقات متعددی نیز مقدار تلفات تبخیر و بادبردگی در روز را در بازه‌ای بین صفر تا 20 درصد از آب کاربردی، بیش‌تر از تلفات در هنگام شب گزارش نموده‌اند (Cavero et al., 2008, Dechmi et al., 2003؛ Yazar., 1984؛ Kincaid et al., 1996).

دشت دهگلان یکی از مناطق بادخیز در استان کردستان می‌باشد که به سبب سرعت باد زیاد در این منطقه تلفات آب ناشی از سیستم‌های بارانی موجود در این دشت قابل توجه می‌باشد. از طرف دیگر این منطقه جزء دشت‌های ممنوعه کشور می‌باشد که با توجه به کاهش شدید سطح ایستابی و کمبود آب، نیاز به صرفه‌جویی در مصرف آب در این منطقه اهمیت مضاعفی پیدا کرده است. نظر به اینکه تحقیقی مبنی بر تأثیر سرعت باد در تلفات تبخیر و بادبردگی آبیاری شبانه و روزانه در دشت دهگلان صورت نگرفته است، لذا در این تحقیق به بررسی میزان تلفات تبخیر و بادبردگی در آبیاری شبانه و روزانه و هم‌چنین بررسی تأثیر ارتفاع پایه آبپاش بر تلفات تبخیر و بادبردگی پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت دهگلان با 160 هزار هکتار اراضی دیم و 99500 هکتار اراضی آبی از جمله مناطق عمده کشاورزی در استان کردستان می‌باشد. این دشت دارای 4 رودخانه، 1114 دهنه چشمه با تخلیه سالانه 175 میلیون متر مکعب آب و دو سد (سورهال و سنگ سیاه) و

تعدادی آب‌بند و هم‌چنین 802 حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق می‌باشد. مصرف بی‌رویه‌ی آب کشاورزی از طریق برداشت از آب‌های زیرزمینی در دشت دهگلان باعث گردیده است تا سطح ایستابی در این منطقه افت محسوسی نماید. وجود چاه‌های غیر مجاز فراوان در دشت ممنوعه دهگلان نیز مزید بر علت کاهش بیش‌تر سطح ایستابی شده است. آبیاری بارانی، روش مرسوم آبیاری مزارع در دشت دهگلان می‌باشد. با وجود استفاده از سیستم‌های تحت فشار جهت آبیاری محصولات در دشت مذکور، اما همچنان افت شدید سطح ایستابی رخ می‌دهد. فرهنگ‌سازی در زمینه استفاده صحیح از سیستم‌های آبیاری بارانی و هم‌چنین تدوین برنامه آبیاری بهینه از جمله راهکارهای صرفه‌جویی در مصرف آب در دشت دهگلان می‌باشد.

شیوه آزمایشات

آزمایش‌های این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در روستای سراب شهرستان دهگلان با مساحت 900 متر مربع انجام گرفت. زمین مسطح و به ابعاد 30×30 متر از مزرعه‌ای با سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک انجام پذیرفت. این آزمایشات به روش آبیاری بارانی آبپاش منفرد بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد ایزو 7749/2 و جامعه مهندسان کشاورزی آمریکا صورت گرفت. آبپاش در مرکز زمین قرار گرفته و قوطی‌های اندازه‌گیری آب با قطر دهانه 80 میلی‌متر در شبکه‌ای مربعی 3×3 متر مربع قرار داده شدند. بدین ترتیب در مجموع 100 قوطی استفاده شد. آزمایش‌های این تحقیق به صورت آزمایشات فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک کاملاً تصادفی با 3 تکرار انجام گرفت. تیمارهای این تحقیق شامل: آبیاری در موقعیت شب و روز و ارتفاع آبپاش می‌باشد. تیمار موقعیت زمانی آبیاری در دو سطح شب و روز انجام شد. آبیاری در روز در ساعت 10 و آبیاری شبانه ساعت 22 صورت گرفت. تیمار ارتفاع آبپاش نیز در دو سطح ارتفاع پایه 1 متری و 1/5 متری انجام پذیرفت. انواع آبپاش‌هایی که در این تحقیق استفاده شدند، آبپاش‌های ZK30 و VYR-35 می‌باشد. آبپاش ZK30 با نازل‌های 8 و 3/6 میلی‌متر و آبپاش VYR-35 با دو نازل با قطرهای 3/96 و 2/38 میلی‌متر انتخاب گردیدند. مدت زمان انجام آزمایش یک ساعت بود، که پس از اتمام آن، بلافاصله حجم آب جمع شده در هر قوطی قرائت می‌شد. حجم آب جمع شده با توجه به قطر بالایی قوطی تبدیل به عمق آب می‌شد. به‌منظور لحاظ کردن اثر تبخیر بر عمق آب داخل قوطی‌ها، در هر آزمایش تعداد 8 قوطی با مقدار آب مشخص به‌عنوان شاهد در نظر گرفته می‌شد و در پایان آزمایش در صورت کسر شدن آب از آن‌ها، آن مقدار به مقادیر قرائت شده اضافه می‌شد. در طول مدت آزمایش، حداقل سه مرتبه (ابتدا، وسط و انتهای آزمایش) پارامترهای متغیر جوی مثل رطوبت نسبی، درجه حرارت و سرعت باد نیز اندازه‌گیری شد و در نهایت مقادیر میانگین آن‌ها اعمال گردید.

در این تحقیق پس از اتمام آزمایشات، به‌منظور بررسی تلفات تبخیر و بادبردگی، ضریب یکنواختی کریستین سن و یکنواختی توزیع به ترتیب از فرمول‌های 1 الی 3 استفاده گردید (موسوی بایگی و همکاران، 1386).

$$WDEL = \frac{q_s \times t - 9\sum_{i=1}^{100} Z_i}{q_s \times t} \times 100 \quad (1)$$

$$CU_t = (1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} \left| D_i - \overline{D} \right|}{\overline{D} \times N}) \times 100 \quad (2)$$

$$DU_t = \frac{D_q}{\overline{D}} \times 100 \quad (3)$$

که در آن: $WDEL$ تلفات تبخیر و بادبردگی بر حسب درصد؛ q_s دبی آبپاش بر حسب متر مکعب بر ثانیه؛ t زمان آزمایش بر حسب ثانیه؛ Z_i عمق آب جمع شده در قوطی iام بر حسب متر؛ 9 سطح زمین معرف هر قوطی بر حسب مترمربع؛ CU_t ضریب یکنواختی کریستین سن بر حسب درصد، D_i عمق آب جمع شده در قوطی iام بر حسب میلی‌متر، $\overline{D}$ متوسط عمق‌های آب جمع شده در قوطی‌ها بر حسب میلی‌متر، N تعداد مشاهدات؛ DU_t یکنواختی توزیع در ربع پایین بر حسب درصد، D_q متوسط عمق آب در یک-چهارم کم‌ترین مقدار اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌متر.

در فرمول تلفات تبخیر و بادبردگی (1)، صورت کسر مقدار آبی است که از آبپاش خارج شده ولی به زمین نرسیده است و مخرج کسر معرف مقدار کل آب خارج شده از آبپاش در طی مدت آزمایش است. لذا با تقسیم این مقادیر، درصد هدر رفت آب به صورت تبخیر و بادبردگی قابل محاسبه است.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه-ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ضرایب یکنواختی کریستین سن و یکنواختی توزیع و هم‌چنین تلفات تبخیر و بادبردگی در جدول 1 آورده شده است. در این جدول Cu ضریب یکنواختی کریستین‌سن، Du یکنواختی توزیع و WDEL تلفات تبخیر و بادبردگی می‌باشد.

جدول 1 – تجزیه واریانس تلفات تبخیر و بادبردگی و ضرایب یکنواختی کریستین سن و یکنواختی توزیع در تیمارهای ارتفاع آبپاش و موقعیت زمانی

	Cu	Du	WDEL
بلوک	0/51	1/27	2/55
ارتفاع آبپاش(الف)	$0/40^{ns}$	$0/11^{ns}$	$7/60^{*}$
موقعیت زمانی(ب)	$0/43^{ns}$	$0/09^{ns}$	$34/71^{**}$
الف×ب	$1/28^{ns}$	$0/57^{ns}$	$15/36^{**}$
خطا	148/35	136/97	42/04

*و** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار بودن می‌باشد

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌گردد که ارتفاع آبپاش بر تلفات تبخیر و بادبردگی در سطح آماری 5 درصد تأثیری معنی‌دار دارد، که با نتایج پژوهش‌های (Edling et al., 1985) و (Tarjuelo et al. 1999) مطابقت دارد. لازم به ذکر است که این نتیجه نیز با نظریه‌ی علمی مبنی بر افزایش تلفات بادبردگی با افزایش ارتفاع نیز همخوانی دارد. هم‌چنین مشاهده می‌شود که ارتفاع آبپاش بر ضریب یکنواختی کریستین‌سن و یکنواختی توزیع تأثیر معنی‌داری نداشته است. انجام آبیاری در موقعیت‌های زمانی شب و روز در سطح آماری یک درصد بر تلفات تبخیر و بادبردگی تأثیر معنی‌داری دارد که با پژوهش‌های (Yazar., 1984)، (Kincaid et al., 1996)، (Faci et al., 2001) و (Dechmi et al., 2003) مبنی بر کاهش تلفات تبخیر و بادبردگی در شب نسبت به روز منطبق می‌باشد. هر چند انجام آبیاری در شب و روز تأثیر معنی‌داری بر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع ندارد. هم‌چنین نتایج نشان داد که اثر متقابل ارتفاع آبپاش و موقعیت‌های زمانی آبیاری در شب و روز در سطح آماری 1 درصد تأثیر معنی‌داری بر تلفات تبخیر و بادبردگی داشته اما بر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع اثر معنی‌داری ندارد.

در جدول‌های 2، 3 و 4 به‌ترتیب نتایج مقایسه میانگین مقایسه میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در تیمار ارتفاع آبپاش، مقایسه میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در موقعیت‌های زمانی انجام آبیاری در شب و روز و مقایسه میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در تیمارهای ارتفاع آبپاش و موقعیت‌های زمانی شب و روز را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین اثر ارتفاع آبپاش بر درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در جدول 2 نشان می‌دهد که مقادیر میانگین تلفات تبخیر و بادبردگی در تیمار ارتفاع آبپاش 1 متری و 1/5 متری دارای اختلاف معنی‌داری هستند. هم‌چنین مشاهده می‌شود که با افزایش ارتفاع آبپاش از 1 متری به ارتفاع آبپاش 1/5 متری، درصد تلفات تبخیر و و بادبردگی از 11/09 به 18/39 افزایش پیدا کرده است. این بدان معنی است که با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از سطح زمین، درصد تلفات تبخیر و بادبردگی نیز افزایش پیدا می‌کند. با توجه به نتیجه به‌دست آمده توصیه می‌شود که در آبیاری مزارع با سیستم بارانی حتی‌المقدور از پایه‌های آبپاش با ارتفاع کم استفاده شود.

جدول 2 – مقایسه میانگین تلفات تبخیر و بادبردگی در تیمار ارتفاع آبپاش

سطوح تیمار ارتفاع آبپاش	میانگین تلفات تبخیر و بادبردگی
ارتفاع آبپاش 1 متری	$11/09^{a}$
ارتفاع آبپاش 1/5 متری	$18/39^{b}$

نتایج مقایسه میانگین اثر موقعیت‌های زمانی آبیاری در شب و روز بر درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در جدول 3 نشان می‌دهد مقادیر میانگین تلفات تبخیر و بادبردگی در تیمار موقعیت زمانی شب و روز دارای اختلاف معنی‌داری هستند. هم‌چنین با توجه به جدول 3 مشاهده می‌شود که با تغییر زمان آبیاری از روز به شب، درصد تلفات تبخیر و بادبردگی از 22/53 به 6/94 کاهش پیدا می‌نماید. با توجه به این نتیجه می‌توان بیان نمود که به‌دلیل عدم تبخیر و کاهش سرعت وزش باد در شب، نظر به افزایش راندمان آبیاری و صرفه-جویی در مصرف آب، انجام آبیاری شبانه مقرون به صرفه خواهد بود.

جدول 3 – مقایسه میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در موقعیت زمانی شب و روز

سطوح تیمار موقعیت زمانی آبیاری	میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی
روز	$22/53^{a}$
شب	$6/94^{b}$

هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای ارتفاع آبپاش و موقعیت‌های زمانی آبیاری در شب و روز بر درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در جدول 4 نشان می‌دهد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار تلفات تبخیر و بادبردگی به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ارتفاع آبپاش 1/5 متری در روز و ارتفاع آبپاش 1 متری در شب می‌باشد. تیمارهای ارتفاع آبپاش 1 متر در شب و ارتفاع آبپاش 1/5 متر در روز دارای اختلاف معنی‌داری هستند اما سه تیمار دیگر به‌جز ارتفاع آبپاش 1 متری در شب با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول 4 – مقایسه میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در ارتفاع آبپاش و موقعیت زمانی

	میانگین درصد تلفات تبخیر و بادبردگی
ارتفاع 1 متر – روز	$13/7^{b}$
ارتفاع 1 متر – شب	$8/48^{b}$
ارتفاع 1/5 متر – روز	$31/37^{a}$
ارتفاع 1/5 متر – شب	$5/40^{b}$

در جدول 5 مقدار تلفات تبخیر و بادبردگی در سرعت بادهای مختلف برای تیمارهای مورد آزمایش نشان داده شده است. مشاهده جدول مذکور نشان می‌دهد که در همه شرایط مورد آزمایش با افزایش سرعت باد، تلفات تبخیر و بادبردگی نیز افزایش می‌یابد. مقایسه داده‌های به‌دست آمده برای شب و روز نشان می‌دهد که مقدار تلفات تبخیر و بادبردگی در شب کم‌تر از روز می‌باشد که دلیل این امر ناشی از تبخیر بیش‌تر قطرات آب و افزایش سرعت باد در روز می‌باشد. هم‌چنین مشاهده می‌گردد که تلفات تبخیر و بادبردگی پایه آبپاش 1/5 متری نسبت به 1 متری به میزان قابل توجهی کم‌تر می‌باشد و لذا در شرایط یکسان استفاده از پایه آبپاش یک متری توصیه می‌شود.

جهت برآورد مقدار تلفات تبخیر و بادبردگی در شرایط ارتفاع آبپاش 1 و 1/5 متری، نوع آبپاش VYR-35 و ZK30، موقعیت زمانی شب و روز و اینکه اطلاعات سرعت باد و دما در دست باشد، معادلات زیر به دست آمده است. شکل کلی معادله که بهترین برازش از میان معادلات برازش داده شده است، به‌صورت رابطه 4 می‌باشد که در هر یک از شرایط ذکر شده، ضرایب موجود در معادله تغییر خواهد کرد.

$$WDEL = A \times W + B \times T \qquad (4)$$

که در آن : W سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه، T دمای هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و A و B ضرایب تجربی می‌باشند.

ضرایب به دست آمده‌ی معادله 4 برای هر یک از شرایط مورد آزمایش به همراه ضریب تبیین (R^2) و میانگین مربعات خطا (MSE) در در جدول 7 آورده شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که انجام آبیاری در شب، به‌دلیل کاهش تلفات تبخیر و هم‌چنین کاهش نوسانات زیاد سرعت باد، تلفات تبخیر و بادبردگی کم‌تری نسبت به آبیاری در روز را دارا می‌باشد و همین امر سبب افزایش ضریب یکنواختی، افزایش راندمان آبیاری و هم‌چنین صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی می‌شود. به طوری که در این تحقیق درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در روز 22/53 درصد و در شب این مقدار به 6/94 درصد تقلیل پیدا کرد.

جدول 5- مقادیر سرعت باد و تلفات تبخیر و بادبردگی در شرایط مختلف تیمارهای اعمال شده

شرایط	آزمایش	سرعت باد (متر بر ثانیه)	تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، روز	1	1/12	6/03
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، روز	2	4/48	20/6
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، روز	3	2/8	10/72
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، شب	1	2/8	3/63
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، شب	2	2/24	1/22
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، شب	3	2/9	3/89
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، روز	1	2/24	24/52
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، روز	2	5/6	37/69
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، روز	3	4/48	31/61
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، شب	1	2/8	4/13
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، شب	2	2/24	3/25
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، شب	3	3/92	4/77
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، روز	1	2/24	6/7
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، روز	2	4/92	21/86
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، روز	3	3/8	16/28
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، شب	1	1/01	1/37
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، شب	2	1/17	2/4
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، شب	3	1/54	3/32
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، روز	1	6/72	33/92
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، روز	2	5/6	21/77
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، روز	3	7/28	38/71
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، شب	1	3/92	6/16
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، شب	2	4/01	6/99
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، شب	3	3/92	6/11

با توجه به اینکه دشت دهگلان منطقه‌ای بادخیز بوده و هم-چنین با کمبود آب و افت شدید سطح ایستابی مواجه است و صرفه-جویی در مصرف از اولویت‌های این دشت می‌باشد، توصیه می‌گردد که برنامه زمانی آبیاری حتی المقدور در ساعات شبانه تنظیم شود و هم‌چنین در شرایط یکسان استفاده از پایه‌های آبپاش 1/5 و 1 متری، از به کار بردن پایه‌های آبپاش بلندتر خودداری گردد.

جدول 6 – ضرایب به دست آمده معادله 4 تحت شرایط اعمال تیمارهای مختلف

شرایط	A	B	R^2	MSE
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، روز	4/30	0/015	92	1/48
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1 متر، شب	6/14	-0/798	97	1/26
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، روز	3/50	0/570	98	0/18
آبپاش VYR-35، ارتفاع 1/5 متر، شب	0/99	0/062	73	0/06
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، روز	9/54	-0/397	75	5/23
آبپاش ZK30، ارتفاع 1 متر، شب	2/54	0/061	95	0/98
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، روز	10/22	-1/212	83	5/35
آبپاش ZK30، ارتفاع 1/5 متر، شب	1/65	0/0002	99	0/19

منابع

سراج رضایی،ی.، حسن‌نیا،ر.د. 1393. تحلیل خصوصیات باد در شب و روز و تأثیر آن بر عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 2 .8: 324-311.

شیخ اسماعیلی،ا. 1385. بررسی تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

شیخ اسماعیلی،ا. 1391. بررسی اثرات باد و فشار آب بر تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط گرم و نیمه خشک. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 2 . 6: 92-87.

فرشی،ع.، خیرابی،ج.، سیادت،ح.، میرلطیفی،م.، دربندی،ص.، سلامت،ع.ر.، انتصاری،م.ر و سادات میرئی،م.ح. 1382. مدیریت آب آبیاری در مزرعه. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره-ی 76.

موسوی بایگی،م.، علیزاده،ا.، عرفانیان،م.، انصاری،ح و باغانی،ج. 1386. بررسی اثرات عوامل اقلیمی و سیستمی بر تلفات آب در آبیاری بارانی. علوم و صنایع کشاورزی، ویژه آب و خاک. 22. 1: 212-205.

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

Cavero,J., Jimenez,L., Piug,M., Faci,J.M and Marinez-Cob,A. 2008. Maize growth and yield under daytime and nighttime solid-set sprinkler irrigation. Agronomy Journal, 100. 6:1573-1579.

Dechmi,F., Playan,E., Cavero,J., Faci,J.M. and Martinez-Cob,A. 2003. Wind effects on solid-set sprinkler irrigation depth and yield of maize (Zea mays). Irrigation Science. 22:67–77.

Dechmi,F., Playan,E., Cavero,J., Martinez-Cob,A., Faci,J.M. 2004. A coupled crop and solid set sprinkler simulation model: II. Model application. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 130.6: 511–519.

Doorenbos,J and Pruitt,W.O. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome.

Edling,P.J. 1985. Kinetic energy, evaporation and wind drift of droplets from low-pressure irrigation nozzles. Trans. ASAE, 28:1543-1550.

Faci,J.M., Salvador,R., Playan,E and Sourell,H. 2001. Comparison of fixed and rotating spray plate sprinklers. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 127:224–233.

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., Solomon,K.H and Oliphant,J.C. 1996. Drop size distributions for irrigation sprinklers. Trans. ASAE 39:839–845.

Playan,E., Salvador,R., Faci,J.M., Zapata,N., Martinez-Cob,A and Sanchez,I. 2005. Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. Agriculture Water Management. 76:139–159.

Robinson,F.E. 1970. Modifying an arid microclimate with sprinklers. Agriculture Engineering 51:465-474.

Tarjuelo,J.M., Montero,J., Honrubia,F.T., Ortiz,J.J., Ortega,J.F. 1999. Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area. Agricultural Water Management 40: 315-331.

Tolk,J.A., Howell,T.A., Steiner,J.L., Krieg,D.R and Schneider,A.D. 1995. Role of transpiration suppression by evaporation of intercepted water in improving irrigation efficiency. Irrigation Science. 16:89–95.

Yacoubi,S., Zayani,K., Zapata,N., Zairi,A., Slatni,A., Salvador,R and Playan,E. 2010. Day and night time sprinkler irrigated tomato: Irrigation performance and crop yield. Bio systems Engineering, I07:25-35.

Yazar,A. 1984. Evaporation and drift losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. Agriculture Water Management. 8:439–449.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 128-135

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 135-128

Evaluation of Evaporation and Wind drift Losses at Day and Night Sprinkler Irrigation

B. Karimi [1*], **A. Mohammadi Nasab**[2] **and Ch. Abdi** [3]
Recived: Jan.16, 2016 Accepted: Apr.28, 2016

Abstract

Water is wasted during the storage, distribution and application in the field. In sprinkler irrigation systems Wind Drift and Evaporation Losses (WDEL) are known as the main part of losses due to the impact of climate variables on the droplets dispersed in the air. In arid and semi-arid and windy regions WDEL is high and lead to reduce the efficiency and performance of the sprinkler system. This study investigated the WDEL on classic sprinkler irrigation system in Dehgolan plain located in Kurdistan province. The experiments were done with three replications at the University Research Farm of Kurdistan in the Sarab village using the two sprinklers VYR-35 (3.96×2.38mm) and ZK30 (8×3.6mm) sprinklers with two riser heights (1 and 1.5 meters) at day and night irrigation times. Results showed that riser height, day and night irrigation and interaction between riser height and irrigation time had a significant effect on WDEL. So that, WDEL percent was 22.53 % and 6.94% for day and night irrigation, respectively. According to these results, nightly irrigation will help to improve irrigation efficiency. Also based on the results in the same conditions, riser height should be 1 meter.

Keywords: day and night irrigation, evaporation and wind drift losses, sprinkler irrigation, uniform distribution, uniformity coefficient

1 - Assistant professor of water sciences and Engineering Department, University of Kurdistan
2 - M.S. student of water sciences and Engineering Department, University of Kurdistan
3 - Former Graduate student of water sciences and Engineering Department, University of Kurdistan
(* -Corresponding Author, bakhtiar.karimi@gmail.com)