بررسی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت دشت دهگلان کردستان

ارسلان فاریابی[۱]، عیسی معروف‌پور[۱*] و هوشنگ قمرنیا[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۵/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۴)

چکیده

دقت در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی و مدیریت صحیح آنها عوامل مهمی در توسعه و بهبود این سیستم‌هاست. لذا هدف از این پژوهش، ارزیابی چگونگی طراحی و بهره‌برداری سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت- آبپاش متحرک دشت دهگلان در استان کردستان است. برای این منظور ۱۰ سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت دشت دهگلان به طور کاملاً تصادفی انتخاب شده و مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی منتخب، از معیارهای ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) و راندمان واقعی در ربع پایین اراضی (AELQ) استفاده گردید. مقادیر متوسط این پارامترها برای ۱۰ مزرعه ارزیابی شده به ترتیب ۶۶ ، ۵۰/۶ ، ۴۴/۸ و ۴۳/۸ درصد به‌دست آمد. بررسی‌ها نشان داد که کلیه سیستم‌ها دارای راندمان کاربرد پایین بودند و یکنواختی توزیع آب در آنها نیز کمتر از مقادیر توصیه شده توسط مریام و کلر (۱۹۷۸) می‌باشد. از طرفی به‌علت کم‌آبیاری، به‌جز یک مورد، در بقیه مزارع راندمان واقعی و راندمان پتانسیل کاربرد برابر بوده است. طراحی و اجرای نامناسب سیستم‌ها مهم‌ترین دلیل پایین بودن راندمان پتانسیل کاربرد تشخیص داده شد که از مهم‌ترین این عوامل، فشار نامناسب سیستم‌ها بود. استفاده هم‌زمان از تعداد آبپاش زیاد و کاربرد آبپاش‌هایی با مشخصات و مدل‌های متفاوت نیز در کنار طراحی و اجرای نامناسب، از دلایل اصلی پایین بودن یکنواختی توزیع آب بوده است. به‌طور کلی نتایج بررسی‌ها نشان داد که در اکثر طرح‌های مورد مطالعه، بهره‌برداری از سیستم‌ها در حد بسیار ضعیفی است.

واژه‌های کلیدی: آبپاش، راندمان پتانسیل، راندمان واقعی، یکنواختی توزیع، راندمان کاربرد

۱. به ترتیب دانش‌آموخته و استادیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
۲. استادیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: isamarofpoor@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

موضوع بهره‌وری و راندمان آبیاری، امروزه در قلب بیشترین موضوعات بحث‌های مربوط به آب قرار گرفته است (۱۶). کمبود منابع آب به دلیل خشک‌سالی‌های اخیر در اکثر مناطق کشور و هم‌چنین گرایش کشاورزان به سمت مکانیزه نمودن عملیات زراعی و تسریع در عملیات آبیاری باعث شده است که نیاز به وجود سسیستم‌های آبیاری با راندمان بالا کاملاً احساس شود. در میان سیستم‌های متفاوتی که برای آبیاری استفاده می‌شود، آبیاری بارانی یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای دستیابی به راندمان‌های کاربرد بالاست (۲۰). قوانین طراحی و مدیریت آبیاری بارانی به موقعیت و محل اجرا بستگی داشته و اغلب متکی به آزمایش‌های حرفه‌ای و طولانی مدت هستند (۲۲). یک سیستم آبیاری بارانی خوب، به دانستن رابطه بین خاک، آب و گیاه، زمان‌بندی آبیاری و هم‌چنین مقدار مورد نیاز آب آبیاری که به ظرفیت نگهداری آب در خاک، اقلیم و فرایند رشد گیاه بستگی دارد نیازمند است (۱۵). اگرچه در سال‌های اخیر سیستم‌های آبیاری بارانی توانسته‌اند تا حدی جایگزین سیستم‌های سطحی شوند اما توسعه و بهبود کیفی این سیستم‌ها مستلزم بررسی و ارزیابی وضعیت موجود طراحی و بهره‌برداری طرح‌های آبیاری بارانی اجرا شده و سازگاری آنها با شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور است (۲). متأسفانه در ایران به‌علت عدم سابقه طولانی و کاربرد گسترده سیستم‌های آبیاری بارانی، اکثراً این سیستم‌ها به‌صورت کلیشه‌ای از نمودارها و جداولی طراحی می‌شوند که برای سایر سیستم‌ها و مناطق مشابه دیگر به‌دست آمده‌اند. این امر باعث می‌شود که برنامه‌ریزی دقیق و واقعی در منابع آب کشور انجام نشود (۶). از طرف دیگر استفاده از نمودارها و جداول مذکور باعث عدم تعیین دقیق مقادیر پارامترهای مورد نیاز برای طراحی شده که منجر به افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری و هم‌چنین بروز مسائل و مشکلاتی می‌شود که در اکثر طرح‌ها وجود دارد. به گزارش بسیاری از محققین (۱۹ و ۲۴)، ارزیابی عملکرد باید فرایندی منظم و کوتاه مدت برای بررسی نقصان‌های بحرانی و مشکوک در عملکرد یک سیستم آبیاری باشد. مریام و کلر (۲۱) نیز ارزیابی یک سیستم آبیاری را آنالیز بر پایه اندازه‌گیری‌ها در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سیستم تعریف کرده‌اند. برای این منظور شاخص‌هایی برای مقایسه عملکرد واقعی یک سیستم آبیاری با معیارهای طراحی پیش بینی شده، پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها، متغییرهای قابل اندازه‌گیری هستند که اوضاع سیستم و تغییرات آن نسبت به زمان و مکان را شرح می‌دهند (۱۰ و ۱۹). ارزیابی روش‌های آبیاری شامل تعیین راندمان واقعی کاربرد آب، بررسی روش مدیریت مزرعه و به‌دست آوردن حداکثر عملکرد واقعی سیستم است که جهت افزایش بازدهی آبیاری در صورتی که مدیریت مزرعه و یا راندمان واقعی سیستم پایین باشد بایستی با اتخاذ تدابیری به پتانسیل عملکرد واقعی سیستم رسید (۴). ابراهیمی (۱) عملکرد ۱۲ سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و آبفشان غلطان را در استان خراسان مورد ارزیابی قرار داد. در این تحقیق حداقل و حداکثر راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین به‌ترتیب ۴۵ و ۶۷ درصد و هم‌چنین حداقل و حداکثر ضریب یک‌نواختی توزیع آب به‌ترتیب ۵۳ و ۷۵ درصد گزارش شد. از وزش باد در منطقه و عدم دقت در طراحی به‌عنوان مهم‌ترین دلایل پایین بودن میزان یک‌نواختی در این سیستم‌ها یاد شده است. شیخ‌اسماعیلی (۷) با هدف یافتن مقدار مناسب فشار آب در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط مختلف باد، به تحقیقی در جنوب شرقی استان خوزستان پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که بهترین ضریب یک‌نواختی در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک با فشار کارکرد ۴۵ متر به‌دست می‌آید و افزایش سرعت باد و فشار کارکرد سیستم باعث کاهش ضریب یک‌نواختی می‌گردند. هم‌چنین در شرایطی که سرعت باد از ۴/۲ متر بر ثانیه تجاوز کند مقدار ضریب یک‌نواختی از ۸۰ درصد کمتر خواهد شد. رضوانی و جعفری (۵) عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی اجرا شده در مزارع سیب زمینی تحت مدیریت زارعین در همدان را مورد بررسی قرار

www.SID.ir

دادند. نتایج نشان داد پایین بودن راندمان پتانسیل کاربرد در بیشتر مواقع در مزارع مورد بررسی علل اقتصادی داشته است و کمبود فشار و دبی آبپاش‌ها علت پایین بودن یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی بوده است. برادران هزاوه (۴) سیستم‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک را مورد ارزیابی قرار داد و نتایج حاصله چنین نشان داد که ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع ربع پایین و راندمان پتانسیل در ربع پایین در سیستم‌های آبفشان غلطان بیشتر از سیستم‌های کلاسیک ثابت است. قمرنیا (۱۴) سیستم‌های مختلف آبیاری تحت فشار اجرا شده در استان کرمانشاه را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشتر سیستم‌های مورد بررسی دارای عملکرد ضعیفی بوده‌اند و از عواملی مانند تجهیزات استفاده شده غیر استاندارد، مشکلات طراحی و اجرایی، مشکلات مدیریتی و نگهداری (مخصوصاً در ارگان‌های دولتی)، عدم توجه کشاورزان به الگوی کشت طراحی برای سیستم، کیفیت پایین آب در بعضی سیستم‌ها، دانش ناکافی کشاورزان نسبت به نیاز آبی گیاهان و کمبود منابع آب به عنوان مهم‌ترین دلایل این موضوع یاد شد. باوی و همکاران (۱۱) به‌منظور تعیین تلفات تبخیر و باد در سیستم‌های آبیاری بارانی تحت شرایط آب و هوایی و فشار کارکرد متفاوت، به انجام پژوهشی در امیدیه پرداختند. نتایج آنها نشان داد که سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان تلفات تبخیر و باد است.

در راستای توسعه کاربرد روش‌های آبیاری تحت فشار در سطح کشور، در استان کردستان نیز طرح‌های زیادی به مرحله اجرا در آمده است که از آن جمله می‌توان به طرح‌های اجرا شده در دشت دهگلان اشاره نمود. هم اکنون بیش از ۱۳ هزار هکتار از زمین‌های آبی دشت دهگلان زیر پوشش آبیاری تحت فشار قرار دارد که اکثر طرح‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در این دشت، آبیاری بارانی و از نوع کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک می‌باشد. با توجه به ضرورت بیان شده در بالا، شایسته است که بعد از گذشت چند سال از کاربرد این سیستم‌ها، به ارزیابی و بررسی عملکرد آنها پرداخته شود تا مسائل و مشکلات موجود شناخته شده و در ادامه کار از نتایج به‌دست آمده استفاده شود. از این رو هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی وضعیت موجود سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت آبپاش متحرک اجرا شده در دشت دهگلان و ارزیابی عملکرد آنهاست.

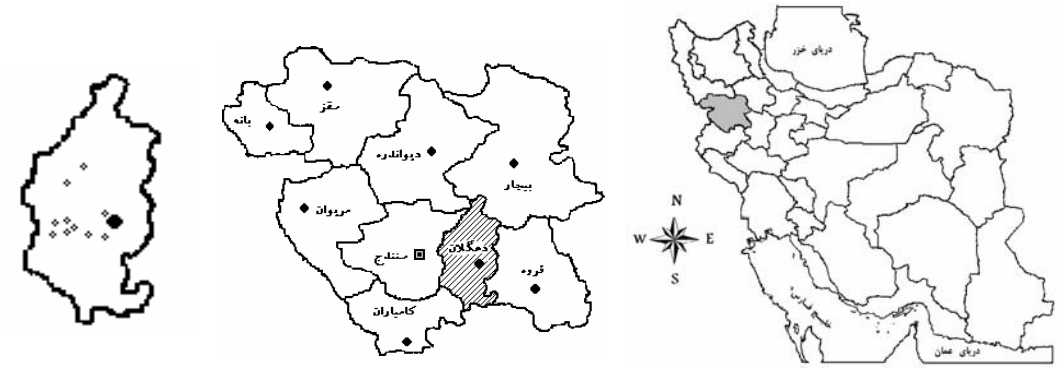
مواد و روش‌ها

عملیات مزرعه‌ای مربوط به این پژوهش، در ماه‌های اردیبهشت و خرداد سال ۱۳۸۷ و در ۱۰ مزرعه دشت دهگلان به انجام رسید. سیستم‌های آبیاری این مزارع، در شرایط بهره‌برداری توسط کشاورزان مورد ارزیابی قرار گرفت. در شکل ۱، موقعیت استان کردستان در کشور، شهرستان دهگلان در استان کردستان و همچنین موقعیت سیستم‌های مورد ارزیابی در شهرستان دهگلان نشان داده شده است. جدول ۱ نیز، مشخصات کلی سیستم‌های مورد ارزیابی در این پژوهش را نشان می‌دهد.

در انتخاب سیستم‌ها سعی گردید سیستم‌ها به‌طور کاملاً تصادفی و با پراکنش قابل قبول از بین سیستم‌هایی انتخاب شوند که حداقل یک فصل زراعی از بهره‌برداری آنها سپری شده باشد. در هر مزرعه ابتدا به روش حضوری اقدام به تکمیل پرسشنامه و اخذ داده‌ها و اطلاعات لازم از کشاورزان و بهره‌برداران سیستم‌های مورد ارزیابی شد، سپس در هر کدام از مزارع در روز آبیاری و قبل از انجام عمل آبیاری از لایه‌های مختلف خاک (۲۵- ۰، ۵۰- ۲۵ و ۷۵- ۵۰ سانتی‌متر) به‌منظور تعیین وزن مخصوص ظاهری و ظرفیت زراعی (FC) نمونه‌های دست‌نخورده و همچنین جهت تعیین بافت، وزن مخصوص حقیقی و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌های دست‌خورده تهیه شد. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده گردید و پس از محاسبه درصد شن، سیلت و رس، با استفاده از مثلث بافت خاک نوع بافت خاک مشخص شد. جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری، نمونه‌های خاک

Archive of SID

www.SID.ir



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱. موقعیت استان کردستان در کشور (الف)، شهرستان دهگلان در استان کردستان (ب) و مزراع مورد ارزیابی در شهرستان دهگلان (ج)

جدول ۱. مشخصات سیستم‌های مورد ارزیابی

نام مزرعه*	محصول	منبع آب	دور آبیاری (روز)	مدت آبیاری (ساعت)	فواصل آبپاش‌ها Sl(m) × Sm(m)	مدل آبپاش‌ها
K R	یونجه	چاه	۷	۸	۲۵ × ۲۵	AMBO
S N	یونجه	چاه	۵	۴	۲۶ × ۲۶ **	AMBO & PEROT (ZM22)
Sh S	گندم	چاه	۷	۴	۲۵ × ۲۵	AMBO
J A	گندم	چاه	۱۰	۴	۲۵ × ۲۵	PEROT (ZK30)
M R	یونجه	چاه	۷	۶	۲۱ × ۲۴ ***	بی‌نام و نشان معروف به آبپاش عراقی و PEROT (ZK30)
A N	سیب زمینی	چاه	۷	۴	۲۵ × ۲۳	AMBO & PEROT (ZK30)
F S	یونجه	چاه	۹	۶	۲۵ × ۲۵	AMBO
S H	سیب زمینی	چاه	۷	۴	۲۸ × ۲۵	AMBO
Ms R	یونجه	چاه	۷	۷	۲۵ × ۲۴	AMBO
M N	سیب زمینی	چاه	۷	۴	۲۸ × ۲۵ ****	AMBO

* : حرف (حروف) سمت چپ نشان‌دهنده نام و حرف سمت راست نشان‌دهنده نام خانوادگی مالک مزرعه است.
** : در این مزرعه فواصل واقعی آبپاش‌ها برای بلوک آزمایش ۲۵/۹ × ۲۵/۹ بوده است.
*** : در این مزرعه فواصل آبپاش‌ها بسیار متغییر بوده و حتی در قسمت‌هایی از مزرعه آرایش مثلثی و کاملاً نامنظم بود.
**** : در این مزرعه فواصل واقعی آبپاش‌ها برای بلوک آزمایش ۲۸/۵ × ۲۵ بوده است.

دست‌نخورده‌ای که توسط مته نمونه‌برداری مخصوص برداشت شده بود به‌مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه قرار گرفت و پس از خشک شدن وزن آنها اندازه‌گیری شد. سپس با توجه به مشخص بودن قطر مته نمونه‌بردار و ارتفاع نمونه‌های برداشت شده، جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\rho_b = \frac{m_S}{V_T} \qquad [1]$$

m_S : جرم نمونه خاک پس از خشک شدن (گرم)، V_T: حجم

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه برداشت شده (سانتی‌متر مکعب) و ρ_p: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب).

جرم مخصوص حقیقی نمونه‌های خاک نیز با استفاده از روش پیکنومتری تعیین شد. جهت تعیین نقاط پتانسیلی FC و PWP برای هر کدام از نمونه‌های خاک نیز از دستگاه صفحات فشاری استفاده گردید. هم‌چنین از دستگاه pH سنج برای اندازه‌گیری واکنش گل اشباع استفاده شد. هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک نیز با استفاده از قیف بوخنر و گرفتن عصاره اشباع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت سدیم از روش جذب اتمی و برای اندازه‌گیری مقدار غلظت کلسیم، منیزیم و پتاسیم از روش نورسنجی شعله‌ای (فلیم‌فتومتری) استفاده گردید. قبل از انجام آزمایش یک‌نواختی توزیع آب، رطوبت خاک محل انجام آزمایش نیز برای تعیین کمبود رطوبت خاک (SMD) اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین در هر مزرعه متغیرهای هیدرولیکی سیستم مانند فشار و دبی آبپاش‌ها اندازه‌گیری شد، به این ترتیب که در نقاط مختلف مزرعه با استفاده از فشارسنج و لوله پیتو، فشار در سر آبپاش‌ها قرائت می‌گردید. دبی آبپاش‌ها نیز با استفاده از کرنومتر و یک گالن ۲۰ لیتری به‌روش حجم‌سنجی محاسبه شد. با توجه به توپوگرافی مزرعه محلی برای انجام آزمایش انتخاب می‌شد که حتی‌المقدور فشار متوسط سیستم در آنجا اتفاق بیفتد. به‌عنوان مثال اگر مزرعه مسطح و یا دارای شیب بسیار کم و یک‌نواختی می‌بود لوله فرعی اواسط مزرعه انتخاب شده و آزمایش بین دو آبپاش در فاصله تقریباً ۴۰ درصد از ابتدای آن به انجام می‌رسید (۲۱). پس از تعیین محل مناسب انجام آزمایش در هر مزرعه، مساحت بین دو آبپاش با استفاده از متر نواری و میخ‌های چوبی به فواصل ۳×۳ متری شبکه‌بندی شد (۱۳ و ۱۸) و در نهایت قوطی‌های جمع‌آوری آب هم‌اندازه و یکسان به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و قطر داخلی ۹/۶ سانتی‌متر در نقاط شبکه قرار داده شد (۱۷ و ۲۳). سپس آبپاش‌ها شروع به‌کار کرده و پس از حداقل یک ساعت کار کردن، آب داخل قوطی‌ها با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری و یادداشت گردید. هم‌چنین یکی از قوطی‌های مذکور که در ابتدای شروع آزمایش دارای حجم مشخصی از آب بود دور از آبپاش‌ها و در شرایطی مشابه سایر قوطی‌های اندازه‌گیری، جهت تخمین میزان تبخیر از قوطی‌ها طی مدت زمان آزمایش، در مزرعه قرار داده شد که در انتهای آزمایش نیز حجم آب باقی‌مانده در آن اندازه‌گیری می‌شد (۲۳ و ۲۵). از آب آبیاری هر کدام از مزارع نیز جهت تعیین خصوصیات شیمیایی آن، نمونه‌گیری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در این پژوهش با توجه به در دسترس نبودن بادسنج از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی(ایستگاه قروه) استفاده شد. ایستگاه قروه در محدوده طول ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی بوده و در ارتفاع ۱۹۰۶ متر از سطح دریا قرار دارد. فاصله مزارع مورد ارزیابی تا ایستگاه مذکور به طور متوسط حدود ۵۰ کیلومتر بود که به دلیل دشت بودن منطقه، موانع خاصی مانند کوه بین آنها وجود نداشت. سرعت‌های باد مربوط به ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین بود که با استفاده از رابطه ۲ به ارتفاع ۲ متری تبدیل شد (۸).

$$V_2 = V_Z \left(\frac{2}{Z}\right)^{0.15} \qquad [2]$$

V_2: سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (متر بر ثانیه)، V_Z: سرعت باد در ارتفاع Z متری از سطح زمین (متر بر ثانیه) سرعت باد و درجه حرارت هوا (هنگام انجام آزمایش یک‌نواختی توزیع آب) برای هرکدام از مزارع در جدول ۲ ذکر شده است.

پارامترهای مورد نیاز ارزیابی فنی شامل ضریب یک‌نواختی کریستیانسن (CU)، یک‌نواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) و راندمان واقعی در ربع پایین اراضی (AELQ) بود که از روابط زیر برای محاسبه آنها استفاده شد (۲۱):

$$CU_t = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} |D_i - \overline{D}|}{\overline{D} \times N}\right] \times 100 \qquad [3]$$

CU_t: ضریب یک‌نواختی کریستیانسن بلوک آزمایش (درصد)، D_i: عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲. سرعت باد و درجه حرارت هوا در زمان ارزیابی هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه

مزرعه	تاریخ ارزیابی	زمان انجام آزمایش یک‌نواختی توزیع آب	سرعت باد در ارتفاع دو متری (m/s)	درجه حرارت (°C)
K R	۱۳۸۷/۲/۵	۱۶:۳۰ – ۱۸:۳۰	۲/۹	۲۵
S N	۱۳۸۷/۲/۹	۱۲:۴۶ – ۱۵:۰۰ *	۲/۹	۲۳
Sh S	۱۳۸۷/۲/۱۱	۱۳:۰۰ – ۱۴:۵۰	۶/۵	۲۱
J A	۱۳۸۷/۲/۱۴	۱۳:۵۰ – ۱۵:۲۵	۵/۰۷	۱۶
M R	۱۳۸۷/۲/۱۶	۱۳:۱۳ – ۱۴:۲۰	۵/۰۷	۲۰
A N	۱۳۸۷/۲/۱۸	۱۲:۱۵ – ۱۳:۳۰	۵/۸	۱۷
F S	۱۳۸۷/۲/۲۱	۱۲:۴۷ – ۱۳:۵۰	۳/۶۲	۱۷
S H	۱۳۸۷/۳/۱۱	۱۵:۱۴ – ۱۶:۱۵	۷/۲۵	۲۵
Ms R	۱۳۸۷/۳/۱۴	۱۴:۳۵ – ۱۶:۰۵	۴/۳۵	۲۶
M N	۱۳۸۷/۳/۱۸	۱۲:۱۵ – ۱۳:۳۰	۲/۱۷	۲۶

*: در این سیستم به دلیل دبی کم آبپاش‌ها و عمق آب جمع‌شده بسیار کم در قوطی‌ها، مدت ارزیابی بیشتر از دو ساعت بوده است.

(میلی‌متر)، $\overline{D}$: متوسط عمق‌های آب جمع شده در قوطی‌ها (میلی‌متر)، N: تعداد مشاهدات (قوطی‌ها)

یک‌نواختی توزیع آب در ربع پایین نیز با استفاده از رابطه ۴ برای تمامی مزارع محاسبه شد (۹، ۲۱ و ۲۶).

$$DU_t = \frac{D_q}{\overline{D}} \times ۱۰۰ \qquad [۴]$$

DU_t: یک‌نواختی توزیع در ربع پایین بلوک آزمایش (درصد)، D_q: متوسط عمق آب در یک چهارم کمترین مقادیر اندازه‌گیری‌شده (میلی‌متر)

به‌منظور نسبت دادن ضرایب یک‌نواختی محاسبه شده به کل سیستم، این مقادیر با توجه به اختلاف فشار موجود در هر یک از سیستم‌ها با استفاده از رابطه ۵ تعدیل شد (۴ و ۲۶).

$$CU_S = CU_t \left[\frac{۱ + \left(\frac{P_{\min}}{P_{mean}} \right)^{۰/۵}}{۲} \right] \qquad [۵]$$

به‌همین منظور، یک‌نواختی‌های توزیع محاسبه شده نیز با توجه به اختلاف فشار موجود در هر یک از سیستم‌ها و با استفاده از رابطه ۶ تعدیل شد (۴).

$$DU_S = DU_t \left[\frac{۱ + ۳\left(\frac{P_{\min}}{P_{mean}} \right)^{۰/۵}}{۴} \right] \qquad [۶]$$

در این روابط P_{min} و P_{mean} به‌ترتیب حداقل فشار و میانگین فشار سیستم و CU_S و DU_S به ترتیب ضریب یک‌نواختی و یک‌نواختی توزیع سیستم هستند.

برای محاسبه راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین برای بلوک آزمایش، از رابطه ۷ استفاده شد (۲، ۴ و ۹).

$$AELQ_t = \frac{D_q}{D_r} \times ۱۰۰ \qquad [۷]$$

$AELQ_t$: راندمان کاربرد آب در ربع پایین اراضی در بلوک آزمایش (درصد)، D_r: متوسط آب آبیاری اندازه‌گیری شده از سر نازل (میلی‌متر)

در صورتی که میانگین یک چهارم عمق آب قابل ذخیره در خاک بیشتر از مقدار آب مورد نیاز جهت رساندن رطوبت خاک از وضع موجود به ظرفیت زراعی باشد، تلفات نفوذ عمقی نسبتاً زیادی وجود داشته و راندمان واقعی کاهش خواهد یافت و در صورت کسر فوق به‌جای میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه، کمبود رطوبت خاک (SMD) قرار

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرد (۴ و ۹):

$$AELQ_t = \frac{SMD}{D_r} \times ۱۰۰ \quad [۸]$$

راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) که حداکثر راندمان ممکن برای سیستم موجود است نیز با استفاده از رابطه ۹ برای تمامی مزارع محاسبه شد (۴ و ۹).

$$PELQ_t = \frac{D_q}{D_r} \times ۱۰۰ \quad [۹]$$

PELQt: راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین بلوک آزمایش (درصد)

با مقایسه سه رابطه اخیر واضح است در صورتی که میانگین یک چهارم آب ذخیره شده برابر و یا کمتر از کمبود رطوبت خاک باشد، راندمان واقعی کاربرد برابر با راندمان پتانسیل کاربرد می‌شود. ولی اگر میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده بیشتر از کمبود رطوبت خاک باشد، راندمان واقعی کمتر از راندمان پتانسیل کاربرد خواهد بود.

به‌دلیل وجود اختلاف فشار در هریک از سیستم‌ها، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد مربوط به کل سیستم، کمتر از مقادیر آنها برای بلوک آزمایش است. برای این منظور از روابط ۱۰ و ۱۱ جهت محاسبه راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد مربوط به کل سیستم استفاده شد (۴ و ۹).

$$PELQ_S = (۱ - ER) \times PELQ_t \quad [۱۰]$$

$$AELQ_S = (۱ - ER) \times AELQ_t \quad [۱۱]$$

$PELQ_S$: راندمان پتانسیل کاربرد در کل سیستم (درصد)، $AELQ_S$: راندمان واقعی در کل سیستم (درصد)

در روابط اخیر، ER ضریب کاهش راندمان می‌باشد که از رابطه ۱۲ به دست می‌آید:

$$ER = \frac{۰/۲ \times (P_{max} - P_{min})}{P_{mean}} \quad [۱۲]$$

P_{min}، P_{max} و P_{mean} به‌ترتیب فشار حداقل، فشار حداکثر و فشار متوسط سیستم (بار) می‌باشند.

پایین بودن AELQ بیانگر مشکلات مدیریتی است ولی تفاوت PELQ و AELQ ابعاد این مشکلات را بهتر نمایان می‌کند.

درصد تلفات تبخیر و باد (WDEL) نیز برای هر کدام از سیستم‌های مورد ارزیابی با استفاده از رابطه ۱۳ محاسبه شد (۱۲).

$$WDEL = \frac{D_r - \overline{D}}{D_r} \times ۱۰۰ \quad [۱۳]$$

در نهایت، از روابط ۱۴ و ۱۵برای محاسبه درصد نفوذ عمقی (D_P)، به ترتیب برای دو حالت آبیاری کامل و ناقص استفاده شد:

$$D_P = \frac{\overline{D} - SMD}{D_r} \times ۱۰۰ \quad [۱۴]$$

$$D_P = \frac{V_{Z۱} - (SMD \times AD_{irr} \times S_l \times S_m)}{q \times T_{irr}} \times ۱۰۰ \quad [۱۵]$$

q: دبی متوسط آبپاش (m^3/s)، T_{irr}: مدت زمان آبیاری (ثانیه)، S_l: فاصله آبپاش‌ها از یکدیگر روی لوله فرعی (متر)، S_m: فاصله لوله‌های فرعی از یکدیگر روی لوله اصلی (متر)، AD_{irr}: درصد کفایت آبیاری که از رابطه ۱۶ محاسبه می‌شود و V_{Z1} :کل حجم آب نفوذ کرده (m^3) در منطقه‌ای که بیشتر و یا مساوی با SMD آب خورده است و از رابطه ۱۷ محاسبه می‌شود.

$$AD_{irr} = \frac{N_۱}{N} \times ۱۰۰ \quad [۱۶]$$

N_1: تعداد قوطی‌هایی که آب جمع شده در آنها بیشتر و یا مساوی با SMD بوده است.

$$V_{Z۱} = \sum_{i=۱}^{i:D_i \geq SMD} (D_i \times A_i) \times S_l \times S_m \quad [۱۷]$$

A_i: درصد مساحتی که توسط هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری آب پوشیده شده است ($\frac{۱}{N} \times ۱۰۰$).

نتایج و بحث

جداول ۳ و ۴ به‌ترتیب نتایج حاصل از آزمایش کیفیت آب و خاک مزارع مورد ارزیابی را نشان می‌دهند.

نتایج نشان داد که خاک تمامی مزارع به‌واسطه داشتن ECe و SAR پایین در طبقه‌بندی خاک‌های متأثر از نمک، در رده نرمال قرار می‌گیرند. آب تمامی سیستم‌ها نیز از چاه تأمین شده

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. نتایج آزمایش کیفیت آب مزارع مورد ارزیابی

مزارع مورد ارزیابی	هدایت الکتریکی ds/m	اسیدیته (pH)	سدیم	کلسیم	منیزیم	بی کربنات	کربنات	کلر	نسبت جذب سدیم	طبقه‌بندی Classification
			برحسب میلی اکی والان در لیتر							
K R	۰/۴۸۸	۶/۶۵	۴/۰۴	۲/۷	۱/۷	۱/۶۳	۰	۰/۶۲	۲/۷۲	$C_2 - S_1$
S N	۰/۴۳۶	۶/۸۸	۲/۱۲	۰/۱۶	۳/۲	۱/۳۴	۰	۰/۷۱	۱/۶۴	$C_2 - S_1$
Sh S	۰/۴۹۳	۷/۴۵	۳/۵۸	۱/۳	۳	۱	۰	۰/۸۹	۲/۴۴	$C_2 - S_1$
J A	۰/۴۵۴	۷/۵۶	۰/۸۲	۲/۲	۱/۴	۱/۴۲	۰	۰/۹۳	۰/۶۱	$C_2 - S_1$
M R	۰/۳۸۷	۶/۹	۲/۸۴	۰/۲	۳/۸	۰/۸۳	۰	۰/۶۶	۲/۰۱	$C_2 - S_1$
A N	۰/۴۸۰	۷/۳۲	۲/۵۶	۱/۹	۲/۱	۱/۲۱	۰	۰/۵۳	۱/۸۱	$C_2 - S_1$
F S	۰/۴۲۴	۷/۱	۳/۵۹	۰/۷	۳	۱/۲۹	۰	۰/۶۶	۲/۶۴	$C_2 - S_1$
S H	۰/۴۴۳	۷/۲۱	۱/۸۱	۰/۱	۳/۶	۱/۲۹	۰	۰/۶۶	۱/۳۳	$C_2 - S_1$
Ms R	۰/۴۹۸	۶/۸	۱/۲۶	۱/۸	۳	۱/۶۷	۰	۰/۶۶	۰/۸۱	$C_2 - S_1$
M N	۰/۴۱۴	۶/۹	۲/۷۴	۰/۸۵	۳/۶	۱/۳	۰	۰/۷۲	۱/۸۴	$C_2 - S_1$
۶-۸	< ۶	–	< ۸	–	< ۳			< ۳		

و در طبقه‌بندی ارائه شده توسط آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، در کلاس C2 - S1 قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، تمامی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک مزارع مورد ارزیابی در محدوده مجاز قرار داشته و به‌طور کلی برای آبیاری بارانی محدودیت کاربری نداشتند. بررسی‌ها نشان داد که در بعضی از مزارع، از دو مدل آبپاش به‌طور هم‌زمان در سیستم استفاده می‌شود. هم‌چنین دور و ساعات آبیاری مورد استفاده توسط کشاورزان، حتی برای محصول‌های مشابه نیز کاملاً متفاوت بوده است (جدول ۱). جدول ۵ ، پارامترهای مربوط به فشار کارکرد و دبی آبپاش‌های مورد استفاده در این سیستم‌ها را نشان می‌دهد. به‌عنوان یک قاعده کلی، سیستم‌های کلاسیک ثابت منطقه دهگلان با فشار کارکرد متوسط ۴۵-۴۰ متر طراحی می‌شوند که ملاحظه می‌شود به‌جز مزرعه F S ، در سایر مزارع، فشار متوسط از میزان مورد نیاز کمتر بود. دبی آبپاش‌ها نیز به‌واسطه پایین بودن فشار متوسط، کمتر از میزان ذکر شده در کاتالوگ‌ها برای فشار طراحی بود. علاوه بر این در بیشتر سیستم‌ها به‌علت کمبود فشار، قطر پاشش آبپاش‌ها کمتر از میزان مورد نیاز بوده است. حداکثر اختلاف فشار آبپاش‌ها نیز در بیشتر سیستم‌های مورد ارزیابی، بیشتر از حد مجاز آن برای طراحی (۲۰ درصد فشار متوسط آبپاش‌ها) بوده است (جدول ۵).

جدول ۶، پارامترهای ضریب یک‌نواختی کریستیانسن، یک‌نواختی توزیع آب در ربع پایین، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد (پس از تصحیح آنها با توجه به اختلاف فشار موجود در سیستم) را نشان می‌دهد. در این جدول مقادیر تلفات تبخیر و باد و نفوذ عمقی نیز برای مزارع مورد ارزیابی آورده شده است. قابل ذکر است که در هیچ کدام از مزارع روانابی در سطح مزرعه دیده نشد. همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود ضریب یک‌نواختی کریستیانسن و یک‌نواختی توزیع آب در ربع پایین برای تمامی سیستم‌های مورد ارزیابی کمتر از مقادیر توصیه شده مریام و کلر (۲۱) می‌باشد (٪۸۷ ≤ CU ≤ ٪۸۱ و ٪۸۰ ≤ DU ≤ ٪۶۷). علت اصلی این موضوع کمبود فشار و دبی آبپاش‌هاست که در جدول ۵ به خوبی قابل ملاحظه است. هم‌چنین بهره‌برداری و مدیریت ضعیف در بسیاری از این سیستم‌ها مزید بر علت بوده است. چنانکه در بازدیدها دیده شد، بعضی کشاورزان از چندین

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۴. نتایج آزمایش کیفیت خاک مزارع مورد ارزیابی

مشخصه خاک	مزارع مورد ارزیابی										حد مطلوب
	K R	S N	Sh S	J A	M R	A N	F S	S H	Ms R	M N	
هدایت الکتریکی (ds/m) *	۰/۹۱	۰/۸۹	۱/۱۱	۰/۸۵	۱/۲۴	۰/۸۸	۱/۰۹	۰/۹۸	۱/۱۷	۱/۱۴	< ۴
اسیدیته گل اشباع *	۷/۶۲	۷/۹۹	۷/۸۱	۷/۷۶	۷/۸۵	۷/۹۵	۷/۸۲	۷/۹۹	۷/۹۳	۷/۹۱	< ۸
پتاسیم (meq/lit) *	۰/۶۶	۰/۲۴۹	۰/۲۴	۰/۱۲۶	۰/۱۷۶	۰/۵۲۹	۰/۲۳۳	۰/۳۵۱	۰/۲۱۵	۰/۲۲۸	
سدیم (meq/lit) *	۰/۳۷	۰/۲۸۶	۰/۳۱۸	۰/۲۳۳	۰/۲۹۴	۰/۲۸۷	۰/۲۷۱	۰/۴۵۵	۰/۲۳۱	۰/۳۵۱	
کلسیم (meq/lit) *	۷/۳۵	۱۵/۹۴	۱۸/۵۸	۱۲/۴۷	۱۲/۴۲	۱۰/۸۱	۱۲/۴۸	۱۴/۳۶	۱۹/۱۱	۱۷/۲۵	
منیزیم (meq/lit) *	۱۸/۶۳	۱۴/۲۷	۱۵/۵۳	۱۲/۱۴	۴۹/۳۴	۱۴/۵۳	۲۰/۹۵	۳۷/۰۹	۱۷/۵	۲۱/۸۷	
نسبت جذبی سدیم	۰/۱۰۳	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۰/۰۶۶	۰/۰۵۳	۰/۰۷۹	۰/۰۶۶	۰/۰۹	۰/۰۵۴	۰/۰۷۹	< ۱۳
نوع بافت **	L	L	L	S CL L	CL L	S L	S L	CL L	CL L	L	L – CL L
وزن مخصوص ظاهری (g/cm³) ***	۱/۴۲	۱/۴۱	۱/۳۹	۱/۳۶	۱/۳۱	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۳۴	۱/۳۸	۱/۴	
وزن مخصوص حقیقی (g/cm³) ***	۲/۵۹	۲/۶۷	۲/۶۲	۲/۵۶	۲/۶۲	۲/۴۹	۲/۵۳	۲/۶	۲/۵۴	۲/۶	
ظرفیت زراعی (درصد وزنی) ***	۲۴/۲۴	۲۵/۱۷	۲۱/۵۵	۱۹/۸	۲۷/۹	۲۰/۱۲	۱۷/۶	۲۸/۸۳	۲۸/۸۹	۲۳/۳	
حد پژمردگی دائم (درصد وزنی) ***	۱۱/۶	۱۲/۱	۱۲/۵۸	۱۲/۰۳	۱۵/۸۲	۹/۷۵	۱۰/۰۳	۱۳/۷۲	۱۵/۰۱	۱۲/۱۸	
کمبود رطوبتی خاک در عمق ریشه (mm)	۴۸	۲۴	۳۲	۴۴	۳۸	۳۰	۴۸	۳۲	۴۸	۳۷	
نفوذپذیری نهایی (mm/h) ****	۸–۲۰	۸–۲۰	۸–۲۰	۱۰–۴۰	۲/۵–۱۵	۱۳–۷۶	۱۳–۷۶	۲/۵–۱۵	۲/۵–۱۵	۸–۲۰	

* : اعداد ذکر شده برای این پارامترها، میانگین اعداد مربوط به سه عمق ۲۵– ۰، ۵۰ – ۲۵ و ۷۵ – ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد.

** : در مزارعی که بافت خاک برای هر سه عمق ۲۵– ۰، ۵۰ – ۲۵ و ۷۵ – ۵۰ سانتی‌متر یکسان به‌دست نیامده است، بافت ذکر شده مربوط به دو عمقی می‌باشد که نوع آنها یکسان بوده است.

*** : اعداد ذکر شده برای این پارامترها، میانگین اعداد مربوط به دو و یا سه عمقی است که نوع بافت آنها یکسان بوده است.

**** : سرعت نفوذ نهایی به دلیل محدودیت زمان و حجم زیاد عملیات صحرایی، با توجه به بافت خاک از روی جداول مربوطه در منابع معتبر تعیین شد.

نوع آبپاش با مشخصات و مدل‌های کاملاً متفاوت به‌طور هم‌زمان استفاده می‌نمودند (جدول ۱). به عنوان مثال گاهی آبپاش‌های آمبوی ایتالیا، پروت آلمان و هم‌چنین آبپاش‌های بدون نام و نشانی که نزد کشاورزان به آبپاش عراقی شهرت داشتند، به‌طور هم‌زمان در یک مزرعه در حال کار کردن بودند. از دیگر مشکلات بهره‌برداری و مدیریتی، به‌کار گرفتن تعداد آبپاش بسیار زیاد (به‌طور هم‌زمان) توسط بعضی کشاورزان بوده است که منجر به پایین افتادن فشار سیستم به‌میزان غیر قابل قبول شده است (مزارع S N و S H). هم‌چنین استفاده از آبپاش‌های تنظیم‌شونده در کنار آبپاش‌های تمام دور در اواسط بعضی مزارع دیده شد که خود این موضوع نیز می‌تواند در کنار سایر موارد ذکر شده از دلایل پایین بودن یک‌نواختی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵. پارامترهای مربوط به فشار و دبی سیستم‌های مورد ارزیابی

مزرعه	متوسط دبی آبپاش‌ها (L/S)	شدت پخش آب (میلی‌متر بر ساعت)	حداقل فشار آبپاش‌ها (بار)	متوسط فشار آبپاش‌ها (بار)	حداکثر فشار آبپاش‌ها (بار)	حداکثر اختلاف فشار آبپاش‌ها (درصد)
K R	۲/۲	۱۲/۶۷	۳/۳	۳/۷	۴	۱۸/۹۲
S N	۱/۶۶	۸/۹۱	۱/۲	۲	۲/۵	۶۵
Sh S	۲	۱۱/۵۲	۳	۳/۴	۳/۹	۲۶/۴۷
J A	۱/۸	۱۰/۳۷	۲/۶	۳/۷	۴/۳	۴۵/۹۵
M R	۱/۴۲	۱۰/۱۴	۲/۲	۲/۶	۳/۶	۵۳/۸۵
A N	۱/۷۳	۱۰/۸۳	۲/۹	۳/۳	۴	۳۳/۸۵
F S	۲/۳۵	۱۳/۵۴	۳/۸	۴/۵	۵/۴	۳۵/۵۶
S H	۱/۸۵	۹/۵۱	۳/۱	۳/۴	۳/۶	۱۴/۷۱
Ms R	۲	۱۲	۳/۲	۳/۵	۳/۷	۱۴/۲۹
M N	۲	۱۰/۱۱	۳/۱	۳/۴	۴/۱	۲۹/۴۱

جدول۶. پارامترهای ارزیابی سیستم آبیاری بارانی در مزارع مختلف

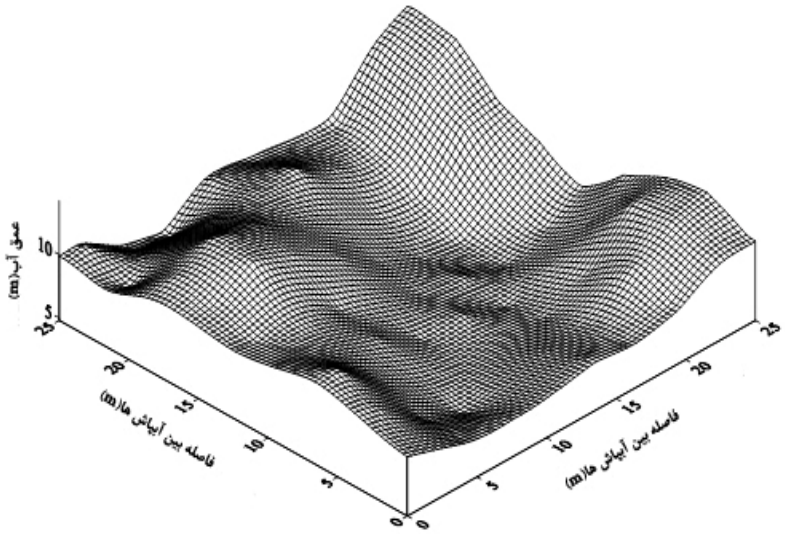
مزرعه	پارامتر						
	CU (%)	DU (%)	PELQ (%)	AELQ (%)	WDEL (%)	D_P (%)	AD_{irr}^{*} (%)
K R	۷۶	۶۴	۵۶	۴۵	۱۳	۳۹	۱۰۰
S N	۴۹	۳۶	۳۴	۳۴	۱۰	۳۰	۶۲
Sh S	۷۰	۵۲	۴۷	۴۷	۹	۲۶	۷۲
J A	۶۱	۵۰	۴۴	۴۴	۱۵	۷	۲۸
M R	۵۹	۳۷	۳۲	۳۲	۱۰	۳۴	۶۸
A N	۷۱	۵۷	۵۰	۵۰	۱۰	۲۴	۷۴
F S	۶۸	۵۴	۵۰	۵۰	۶	۳۶	۸۶
S H	۶۰	۳۶	۳۰	۳۰	۱۷	۱۵	۵۴
Ms R	۶۸	۵۷	۵۱	۵۱	۱۱	۳۳	۸۴
M N	۷۸	۶۳	۵۵	۵۵	۱۱	۶	۵۲
میانگین	۶۶	۵۰/۶	۴۴/۸	۴۳/۸	۱۱/۲	۲۵	۶۸

* : کفایت آبیاری

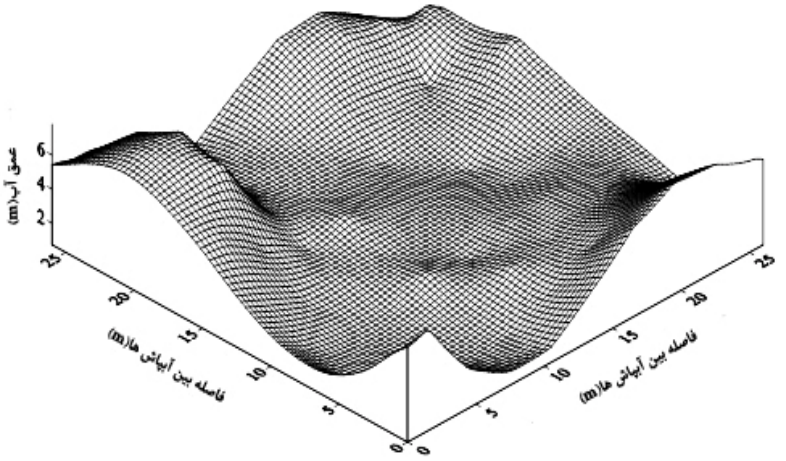
پخش آب در این سیستم‌ها باشد. شکل‌های ۲ و ۳، الگوی توزیع آب پس از همپوشانی آبپاش‌های مورد آزمایش را به‌عنوان نمونه به ترتیب برای سیستم‌های K R و S N نشان می‌دهند. بررسی‌ها نشان داد که در رابطه با پایین بودن فشار سیستم، مشکلات طراحی هم وجود داشته، چراکه حداکثر فشار و حتی فشار سر پمپ نیز در تعدادی از مزارع (M R، M N، S N و S H)، کمتر از میزان فشار مورد نیاز سر آبپاش‌ها بوده است. در مزرعه FS نیز فشار سیستم در نقاطی از مزرعه بیشتر از فشار طراحی بوده است.

همان‌گونه که از نتایج جدول ۶ مشاهده می‌شود به‌علت اعمال کم‌آبیاری، به‌جز یک مورد در بقیه مزارع راندمان واقعی و راندمان پتانسیل کاربرد برابر بوده است. در مزرعه K R به‌دلیل

Archive of SID
www.SID.ir



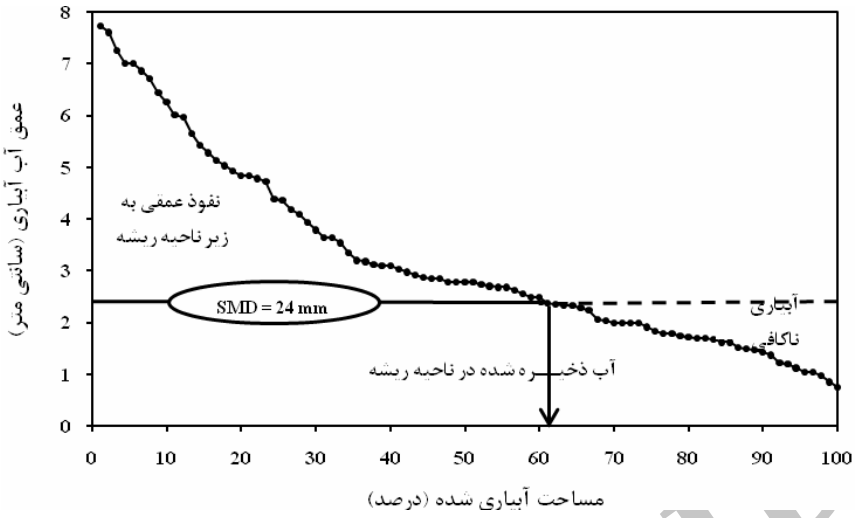
شکل۲. الگوی توزیع آب پس از همپوشانی آبپاش‌های مورد آزمایش در مزرعه K R



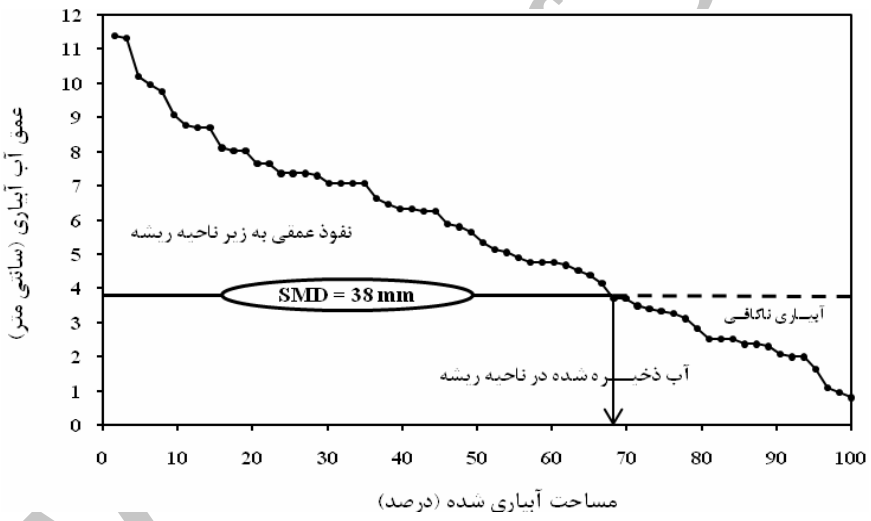
شکل۳. الگوی توزیع آب پس از همپوشانی آبپاش‌های مورد آزمایش در مزرعه S N

وجود نفوذ عمقی زیاد، راندمان واقعی کاربرد کمتر از راندمان پتانسیل کاربرد شده است. مریام و کلر (۲۱) محدوده ۶۵ تا ۸۵ درصد را به عنوان محدوده مجاز برای PELQ اعلام کردند و از برابر بودن مقادیر PELQ و AELQ در حالت مدیریت صحیح آبیاری نام بردند. در تمامی سیستم‌های مورد ارزیابی، راندمان پتانسیل کاربرد آب به‌دلیل پایین بودن یک‌نواختی توزیع آب دارای مقدار غیر قابل قبولی بوده است (جدول ۶). علاوه بر این، در بیشتر سیستم‌ها ضمن وجود نفوذ عمقی زیاد، کفایت آبیاری نسبتاً پایین و غیرقابل قبول بوده است. جدول ۶ ، کفایت آبیاری را نیز برای سیستم‌های مورد ارزیابی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در تعدادی از مزارع، کفایت آبیاری تا حد کاملاً غیرقابل قبولی پایین بوده، به‌گونه‌ای که در مزرعه J A تنها ۲۸ درصد از مساحت آبیاری شده، به اندازه کمبود رطوبت خاک و یا بیشتر از آن آب دریافت کرده است. علت اصلی این موضوع نیز پایین بودن یک‌نواختی توزیع آب در سیستم‌های مورد ارزیابی بوده، که دلایل آن قبلاً شرح داده شد. شکل‌های ۴ و ۵ ، منحنی کفایت آبیاری را به‌ترتیب برای سیستم‌های S N و M R (به‌عنوان نمونه) نشان می‌دهند. روی

www.SID.ir



شکل۴. منحنی کفایت آبیاری سیستم S N با ضریب یک‌نواختی ۵۵/۵۵ درصد



شکل۵. منحنی کفایت آبیاری سیستم M R با ضریب یک‌نواختی ۶۱/۷۴ درصد

هرکدام از این منحنی‌ها تعدادی نقطه وجود دارد که این نقاط بیانگر عمق آب جمع شده در هر یک از ظرف‌های شبکه همپوشانی در آزمایش یک‌نواختی توزیع آب هستند (پس از شبیه‌سازی آنها برای مدت زمان آبیاری مورد استفاده کشاورز). هرکدام از ظرف‌ها نیز نمایانگر سطح یکسانی از مساحت آبیاری شده است. در واقع منحنی‌های مذکور، هیستوگرام فراوانی مقدار آبیاری را بر حسب درصد نشان می‌دهند.

جدول ۷، نتایج ارزیابی سیستم‌های مورد مطالعه در این پژوهش را در مقایسه با نتایج سایر محققین (۱، ۳، ۴ و ۵) در مناطق مختلف کشور نشان می‌دهد. از آنجا که محققین مذکور علاوه بر سیستم کلاسیک ثابت، سیستم‌های تحت فشار دیگری را نیز مورد ارزیابی قرار داده‌اند، بنابراین ذکر این نکته ضروری است که اعداد ذکر شده در جدول ۷ تنها مربوط به نتایج ارزیابی سیستم‌های کلاسیک ثابت ارائه شده توسط هر کدام از

www.SID.ir

جدول۷. نتایج ارزیابی سیستم‌های مورد مطالعه در مقایسه با نتایج سایر محققین

پارامترهای مورد ارزیابی (درصد)		مزارع مورد مطالعه در این پژوهش	بایزیدی، ۱۳۸۰ (قروه)	رضوانی و جعفری، ۱۳۸۳ (همدان)	برادران هزاوه، ۱۳۸۴ (اراک)	ابراهیمی، ۱۳۸۵ (خراسان)
CU	حداقل	۴۹/۲۹	۲۲	۶۸/۹	۶۶/۷۲	۷۵
	متوسط	۶۶/۰۴	۶۰	۷۳	۷۶/۱۶	۷۸/۵
	حداکثر	۷۷/۵۹	۷۳/۸۶	۸۹/۵	۸۵/۳	۸۱
DU	حداقل	۳۵/۵۴	۱۲/۸۵	۵۵/۶	۴۹/۵۶	۵۳
	متوسط	۵۰/۶۲	۴۳/۷۵	۸۱	۶۴/۵۳	۶۴/۷۵
	حداکثر	۶۴/۱	۶۶/۹۲	۸۵/۶	۷۷/۸۱	۷۱
PELQ	حداقل	۳۰/۲	۷/۶	۳۴/۱	۴۳/۶۸	۵۰
	متوسط	۴۴/۸	۳۵/۱۴	۵۲/۱	۵۵/۵۶	۵۶
	حداکثر	۵۵/۷۷	۵۹/۸۲	۶۷	۶۴/۳۶	۶۰
AELQ	حداقل	۳۰/۲	۷/۶	۲۹	۳۹/۸۶	۵۰
	متوسط	۴۳/۷۸	۳۵/۱۴	۴۳/۳	۵۱/۴۸	۵۶
	حداکثر	۵۵/۰۳	۵۹/۸۲	۴۹/۸	۶۱/۶۶	۶۰
AD_{irr}	حداقل	۲۸	–	–	۶۸	–
	متوسط	۶۸	–	–	۸۸/۲	–
	حداکثر	۱۰۰	–	–	۹۸	–
WDEL	حداقل	۶/۲۸	۸/۵۸	۹/۲	۸/۵	–
	متوسط	۱۱/۲۲	۲۵/۲۵	۱۹/۵۷	۱۲/۷۸	–
	حداکثر	۱۷/۱	۴۲/۴	۳۹/۵	۲۰/۵	–
D_P	حداقل	۶/۲۶	۰/۰۰	–	۲۴/۳۷	–
	متوسط	۳۹/۳	* ۱۱/۳۵	–	۳۲/۸۳	–
	حداکثر	۲۵/۰۱	۱۷/۱۷	–	۴۲/۵۹	–

* : کلیه مزارع دارای نفوذ عمقی نبودند و این مقادیر، متوسط نفوذ عمقی برای مزارعی است که در آنها نفوذ عمقی وجود داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

این محققین می‌باشد.

چنان که در این جدول ملاحظه می‌شود یک‌نواختی توزیع آب (متوسط مقادیر CU و DU) برای سیستم‌های مورد ارزیابی در این پژوهش، بیشترین شباهت را به نتایج به‌دست آمده توسط بایزیدی (۳) دارد. شاید بتوان علت این امر را نزدیک بودن دشت‌های قروه و دهگلان در استان کردستان و به تبع آن، شباهت نحوه طراحی این سیستم‌ها و فرهنگ بهره‌برداری مشابه کشاورزان در این مناطق ذکر نمود. پایین بودن مقادیر پارامترهای ارزیابی این تحقیق نسبت به نتایج دیگر محققین (۱، ۴ و ۵) شاید به دلیل قدمت بالای این سیستم در سایر مناطق نسبت به استان کردستان و به تبع آن مشکلات فراوان بهره‌برداری از این سیستم‌ها و طراحی آنها باشد که قبلاً ذکر شد. شاید بتوان از مقایسه عملکرد سیستم‌های مورد ارزیابی در این پژوهش نسبت به نتایج بایزیدی در دشت قروه (۳) بهبود و اصلاح سیستم‌های آبیاری بارانی منطقه را از جنبه‌های مختلف نتیجه گرفت که ناشی از بهبود وضعیت طراحی، اجرا و بالا رفتن دانش آبیاری کشاورزان در سال‌های اخیر بوده باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت- آپاش متحرک دشت دهگلان در وضعیت عملکرد مناسبی قرار ندارند و به طور کلی در هیچ‌کدام از سیستم‌های مورد ارزیابی، یک‌نواختی توزیع آب (CU و DU) و راندمان کاربرد آب در ربع پایین (PELQ و AELQ) در محدوده مقادیر توصیه شده (۲۱) نبوده است. علاوه بر مشکلات طراحی و اجرایی، سهم بزرگی از دلایل پایین بودن عملکرد این سیستم‌ها، مدیریت و بهره‌برداری ضعیف از آنهاست.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ح. ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد روش‌های آبیاری تحت فشار در استان خراسان. مجله علوم کشاورزی ۱۲(۳): ۵۷۷- ۵۸۹.

۲. اکبری، م.، ح. صدرقائن و ح. دهقانی سانیج. ۱۳۸۳. ضرورت توسعه و بهبود کمی و کیفی روش‌های آبیاری بارانی در کشور. مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی (توانمندی‌ها و چالش‌ها)، مرکز تحقیقات فنی و مهندسی کرج ۹۷: ۱۴۷– ۱۵۹.

۳. بایزیدی، م. ۱۳۸۰. ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی در شهرستان قروه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۴. برادران هزاوه، ف. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۵. رضوانی، س. و ع. جعفری. ۱۳۸۳. بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی اجرا شده در مزارع سیب زمینی استان همدان تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی(توانمندی‌ها و چالش‌ها)، مرکز تحقیقات فنی و مهندسی کرج ۹۷:۲۱–۳۰.

۶. شیخ اسماعیلی، ا. ۱۳۸۵. بررسی تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۷. شیخ‌اسماعیلی، ا. ۱۳۸۶. یک‌نواختی توزیع آب در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک. مجموعه مقالات اولین سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، ۳۱۵ – ۳۲۹.

۸. علیزاده، ا. ۱۳۸۳. *طراحی سیستم‌های آبیاری*. انتشارات آستان قدس رضوی، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

۹. قاسم‌زاده مجاوری، ف. ۱۳۷۷. *ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع*. انتشارات آستان قدس‌رضوی، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

Archive of SID
www.SID.ir

10. Akbari, M., N. Toomanian, P. Droogers, W. Bastiaanssen and A. Gieske. 2007. Monitoring irrigation performance in Esfahan, Iran, using NOAA satellite imagery. Agric. Water Manag. 88: 99–109.
11. Bavi, A., H.A. Kashkuli, S. Broomand, A. Naseri and M. Albaji. 2009. Evaporation losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. J. Appl. Sci. 9(3): 597-600.
12. Dechmi, F., E. Playan, J. Cavero, J.M. Faci and A. Martinez. 2003a. Wind effect on solid set sprinkler irrigation depth and yield of maize (*Zea mays*). Irrig. Sci. 22: 67-77.
13. Dechmi, F., E. Playan, J.M. Faci, M. Tejero and A. Bercero. 2003b. Analysis of an irrigation district in northeastern Spain, II. Irrigation evaluation, simulation and scheduling. Agric. Water Manag. 61: 93–109.
14. Ghamarnia, H. 2006. Evaluation of pressurized irrigation systems performance in Kermanshah province in the west of Iran. 7th International Micro Irrigation Congress, Malaysia.
15. Hill, R.W. 2000. Management of sprinkler irrigation systems. California Alfalfa Symposium, PP:119-132.
16. Lankford, B. 2006. Localising irrigation efficiency. Irrig. and Drain. 55: 345–362.
17. Lemeister, C., L. Pochop, G. Kerr, Sh.S. Wulff and D. Johnson. 2007. Evaluating the "Catch-Can" test for measuring lawn sprinkler application rates. J. Amer. Water Res. Assoc. 43(4): 938–946.
18. Li, J. and M. Rao. 2003. Field evaluation of crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler- applied water and fertilizers. Agric. Water Manag. 59: 1–13.
19. Lorenzini, G. and D. De Wrachien. 2005. Performance assessment of sprinkler irrigation systems: A new indicator for sprsy evaporation losses. Irrig. and Drain. 54: 295–305.
20. Mclean, R.K., R. Sriranjan and G. Klassen. 2000. Spray evaporation losses from sprinkler irrigation systems. Can. Agric. Eng. 42(1): 1-15.
21. Merriam, J.L and J. Keller. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management, Dept. of Agric. and Irrig. Eng. Utah State Univ., Logan, Utah.
22. Playan, E., N. Zapata, J.M. Faci, D. Tolosa, J.L. Lacueva, J. Pelegrin, R. Salvador, I. Sanchez and A. Lafita. 2006. Assessing sprinkler irrigation uniformity using a ballistic simulation model. Agric. Water Manag. 84: 89-100.
23. Playan, E., R. Salvadro, J.M. Faci, N. Zapata, A. Martinez-Cob and I. Sanchez. 2005. Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. Agric. Water Manag. 76: 139-159.
24. Schultz, B. and D. De Wrachien. 2002. Irrigation and drainage systems. Research and development in the 21st century. Irrig. and Drain. 51(4): 311–327.
25. Tarjuelo, J.M., J. Montero, F.T. Honrubia, J.J. Ortiz and J.F. Ortega. 1999. Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area. Agric. Water Manag. 40: 315-331.
26. Topak, R., S. Suheri, N. Ciftci and B. Acar. 2005. Performance evaluation of sprinkler ieeigation in a semi-arid area. Pak. J. Biol. Sci. 8(1): 97-103.

Archive of SID

www.SID.ir