ارزیابی بازده کاربرد و بهره‌وری سامانه‌های آبیاری سطحی در مزارع منطقه نازلوچای، دشت ارومیه

حسین زاهدپوریگانه، وحید رضاوردی‌نژاد [۱] *و حسین دهقانی‌سانیج

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
Zahedpoor.hossein@gmail.com
دانشیار گروه مهندسی آب، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
v.verdinejad@urmia.ac.ir
دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
h.dehghanisanij@areeo.ac.ir

چکیده

ارتقاء بهره‌وری و بازده کاربرد آب به علت محدودیت کمی و کیفی آب در ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. این مطالعه به منظور بررسی و تحلیل بازده کاربرد و بهره‌وری آب در مقیاس مزرعه‌ای در مزارع دشت نازلوی شهرستان ارومیه و در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. برای این منظور، پنج مزرعه گندم در کشت پاییزه و مزارع ذرت و کدو (هر کدام دو مزرعه) و آفتابگردان (یک مزرعه) برای کشت بهاره در نظر گرفته شد. روش آبیاری مزارع گندم، سطحی و بصورت نواری انتها بسته و محصولات کشت بهاره روش جویچه‌ای و با شرایط انتها بسته بود. برای ارزیابی و اندازه‌گیری بازده کاربرد در هر رویداد آبیاری، عمق آبیاری، پارامترهای هندسی، مقدار تخلیه‌ی رطوبت خاک در ناحیه ریشه قبل از آبیاری و پارامترهای مربوط به گیاه اندازه‌گیری شد. در پنج مزرعه زیر کشت گندم، در مجموع ۲۱ رویداد آبیاری انجام شد و تمام آنها پایش و ارزیابی گردید. متوسط بازده کاربرد و انحراف معیار ۲۱ رویداد آبیاری در این پنج مزرعه به ترتیب ۳۰/۹٪و ۱۹/۵ درصد به دست آمد. برای سه محصول کشت بهاره، در مجموع ۲۷ آبیاری ارزیابی گردید که متوسط بازده کاربرد محصولات آفتابگردان، کدو و ذرت به ترتیب ۶۹/۳٪، ۵۱/۵٪ و ۵۲/۵ درصد محاسبه شد. متوسط انحراف معیار بازده کاربرد مزارع کشت بهاره حدود ۱۳/۹ درصد به دست آمد که نشان دهنده پراکنش کمتر بازده‌های کاربرد کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه بود. بر پایه نتایج، متوسط بهره‌وری فیزیکی گندم ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. این شاخص برای محصولات آفتابگردان، کدو (تخم کدو) و ذرت به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۱۷ و ۷/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. همچنین متوسط بهره‌وری اقتصادی گندم ۱۴۵۱۲/۴ ریال بر مترمکعب و متوسط بهره‌وری اقتصادی آفتابگردان، ذرت و کدو (تخم کدو) به ترتیب ۲۰۲۵۲/۶، ۱۳۴۶۳/۹ و ۲۳۳۰۵/۳ ریال بر مترمکعب محاسبه گردید که نشان دهنده بالا بودن بهره‌وری اقتصادی کدو (تخم کدو) و آفتابگردان می‌باشد. بطور کلی مدیریت زراعی در تمام محصولات از نظر کود و سموم مطابق توصیه علمی بود ولی مدیریت آبیاری در مزارع ضعف داشت. از دلایل اصلی کاهش بازده کاربرد آب در مزارع (به ویژه کشت پاییزه)، تسطیح ضعیف مزارع بود که باعث افزایش عمق آب کاربردی در مزارع می شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری فیزیکی، بهره‌وری اقتصادی، مدیریت آبیاری، آفتابگردان، ذرت، کدو، گندم.

۱- آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه.

* - دریافت: خرداد ۱۳۹٦ و پذیرش: دی ۱۳۹٦

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مشکل اصلی روش‌های آبیاری سطحی پایین بودن بازده آبیاری است که به طور عمده از ضعف مدیریت و طراحی نامناسب ناشی می‌شود. با وجود ابداع روش‌های نوین آبیاری تحت فشار، آبیاری سطحی رایج-ترین شیوه آبیاری در کشور است و هنوز حدود ۹۰ درصد از اراضی فاریاب با این روش آبیاری می‌شوند (رضاوردی‌نژاد و نورجو، ۱۳۹۲). با توجه به هزینه زیاد سامانه‌های آبیاری تحت فشار، بهبود و اصلاح روش‌های آبیاری سطحی امری اجتناب ناپذیر است (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در ایران بخش وسیعی از سامانه‌های آبیاری سطحی به روش‌های نواری و جویچه‌ای آبیاری می‌شوند که بازده آن‌ها پایین می‌باشد (بامداد و همکاران، ۱۳۹٤). منوچهری (۱۳۷۲) متوسط بازده کاربرد آب در مزرعه را در اروپا حدود ٦۰، آمریکا ٤٥، فلسطین اشغالی ۷۵ و کشورهای جهان سوم ۲۵ تا ۳۵ درصد گزارش نمود. فاطمی و شکرالهی (۱۳۷۲) بازده کل آبیاری را در اراضی یکپارچه و به وسعت حدود ۵۰۰۰ هکتار، تحت شبکه‌های آبیاری استان خوزستان ۲٦ درصد اعلام کردند. همچنین بیان نمودند که تلفات آب در مزرعه عمدتاً ناشی از نفوذ عمقی است. عباسی و همکاران (۱۳۷۸) از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۷ مطالعاتی را در استان‌های خراسان، گلستان و اصفهان بر روی بازده روش‌های آبیاری سطحی انجام دادند. آن‌ها بیان داشتند که روش آبیاری سطحی تاثیر بسزایی در افزایش بازده آبیاری دارد، به طوری که حداقل آن در روش‌های نواری و کرتی و حداکثر آن مربوط به روش جویچه‌ای می‌باشد. قدمی و سیدان (۱۳۸٦) بازده کاربرد آبیاری جویچه‌ای تحت کشت سیب زمینی را از ۹/۸ درصد در خاک آب تا ۹۰/۳ درصد در آبیاری‌های انتهایی فصل گزارش کردند. میانگین بازده کاربرد در این اراضی ٤۲/۵ درصد برآورد شد. این امر نشان می‌دهد که متوسط بازده کاربرد آب آبیاری در بیشتر مزارع مورد مطالعه نسبت به میانگین ارقام گزارش شده برای کشور (۳۷ درصد) بیشتر بوده است (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸).

قدمی و سیدان (۱۳۸٦) ضعف طراحی و عدم مدیریت صحیح آبیاری، نداشتن برنامه و الگوی آبیاری مشخص و پاره‌ای از مسائل اجتماعی زارعین را از علل عمده پایین بودن بازده آبیاری دانستند. عباسی و شینی‌دشتگل (۱۳۹۵) در ۳۷ مورد ارزیابی اظهار داشتند که دور آبیاری در مزارع مورد مطالعه کوتاه، مدت زمان آبیاری طولانی و مصرف آب در اغلب مزارع ارزیابی شده بیش‌تر از مقدار آب مورد نیاز بود. همچنین تلفات آب در مزارع به طور عمده ناشی از نفوذ عمقی بود. در مطالعه حمدی احمدآباد و همکاران (۱۳۹۵) اختلاف بین مقادیر بازده کاربرد آب و پتانسیل بازده آب چارک پایین (PELQ) سامانه‌های آبیاری سطحی قابل ملاحظه بوده و دلیل این امر ضعف مدیریتی این سامانه‌ها می‌باشد. لیاقت و همکاران (۱۳۹٤) با بیان بازده‌های کلاسیک و نئوکلاسیک، سامانه‌های آبیاری دشت قزوین را ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشان داد که بازده موثر بیان بهتری در زمینه مناسب بودن مدیریت آبیاری در مقیاس مزرعه و نحوه انجام آبیاری است؛ در حالیکه بازده خالص فقط مفهوم استفاده مجدد از تلفات مفید را در مقیاس مکانی بزرگ‌تر از مزرعه (حوضه) لحاظ می‌کند. غلامی و همکاران (۱۳۹۵) بهره‌وری آب آبیاری تحت سامانه‌های آبیاری بارانی را برای ذرت ۰/۳ و برای گندم ۰/٦۱ تا ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در سامانه‌های آبیاری سطحی برای ذرت ۰/۲۲ تا ۱/۵۸ و برای گندم ۰/٤۳ تا ۱/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند. همچنین آنها حداقل و حداکثر بهره‌وری اقتصادی مصرف آب در سامانه‌های آبیاری بارانی را برای ذرت ۱۲۸۳ و ۱۱۳۹۵ و برای گندم ۲۰۱٦ و ۷۳۱۹ ریال بر مترمکعب و در سامانه آبیاری سطحی برای ذرت ۹۰۵ و ٦٤۷٤ و برای گندم ۱٤٤۷ و ٤۱۵۹ ریال بر مترمکعب بدست آوردند. مطابق توصیه‌های صورت گرفته، شبکه‌ها و سامانه‌های آبیاری نیاز به ارزیابی مکرر دارند. در استان آذربایجان‌غربی حدود ۱۲ درصد مزارع فاریاب با روش‌های مختلف تحت‌فشار و ۸۸ درصد، با روش‌های سطحی آبیاری می‌گردند. به دلیل بحران زیست‌محیطی

Archive of SID

www.SID.ir

دریاچه ارومیه و کمبود آب در این حوضه، یکی از روش‌های اساسی در صرفه‌جویی منابع آب، افزایش بازده آبیاری سطحی در مزارع می‌باشد. در این راستا، گام اول بررسی وضع موجود سامانه‌ها از نظر بازده کاربرد و بهره-وری و گام دوم ارائه راهکارهای اجرایی در جهت بهبود عملکرد آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی وضع موجود آبیاری سطحی و بهره‌وری آب، محصولاتی در کشت پاییزه و بهاره در دشت نازلو واقع در شهرستان ارومیه در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در نظر گرفته شد. برای کشت پاییز پنج مزرعه گندم و برای کشت بهاره دو مزرعه کدو، دو مزرعه ذرت علوفه‌ای و یک مزرعه آفتابگردان انتخاب گردید. معیارهای مختلفی جهت انتخاب مزارع درنظر گرفته شد. برخی از این معیارها عبارت بودند از: ترکیب و الگوی کشت منطقه به نحوی که متناسب با الگوی زراعی منطقه باشد، نوع منبع آب آبیاری، همکاری کشاورز جهت پایش و ارزیابی سامانه آبیاری، پراکنش مکانی مناسب مزارع در سطح منطقه. تمام اندازه‌گیری‌ها تحت شرایط مدیریت زارعین انجام گردید و از ارائه هرگونه پیشنهادی در مدیریت آبیاری اجتناب گردید. برای هر رویداد آبیاری، تمام پارامترهای ارزیابی عملکرد در هر مزرعه اندازه‌گیری شد. روش مرسوم آبیاری مزارع گندم در دشت نازلو، نواری و بصورت انتها بسته می‌باشد. در جدول ۱ تقویم عملیات زراعی و در جدول ۲ مقادیر کود و سموم مصرفی در هریک از مزارع گندم ارائه شده است. در این مطالعه، تمام عوامل زراعی از قبیل آماده‌سازی زمین، روش کاشت، تقویم زراعی و تاریخ کاشت و برداشت، رقم محصول، مقدار بذر مصرفی، نوع و میزان مصرف سموم و کودها، روش مبارزه با علف‌های هرز و سایر مدیریت‌های زراعی توسط مسئولین طرح تعیین و کشاورزان ملزم به انجام آن بودند. تنها متغیری که برعهده کشاورز گذاشته شد، عمل آبیاری مزارع بود. به این ترتیب اختلاف نتایج در مزارع مختلف، عمدتاً ناشی از مدیریت آبیاری بود.

در محصولات کشت بهاره، آبیاری کدو، آفتابگردان و ذرت علوفه‌ای به روش جویچه‌ای و با شرایط انتها بسته بوده است. در جداول ۳ و ٤، تقویم عملیات زراعی و مقادیر کود و سموم مصرفی در هریک از مزارع کشت بهاره ارائه شده است.

پارامترهای اندازه‌گیری شده

در این مطالعه برای هر رویداد آبیاری، هیدروگراف جریان ورودی، زمان قطع جریان، پارامترهای هندسی (طول، عرض و شیب طولی)، مقدار تخلیه‌ی رطوبت خاک در ناحیه ریشه قبل از عملیات آبیاری (SMD)، پیشروی جریان و مشخصات گیاه در طول فصل رشد (عمق ریشه، ارتفاع گیاه، بیوماس و عملکرد دانه) اندازه‌گیری شد. جریان ورودی با نصب فلوم WSC در ابتدای نوارها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سرعت پیشروی، نوار یا جویچه مورد آزمایش به فواصل ۱۰ متر میخکوبی و با حرکت جریان آب، زمان‌های پیشروی یادداشت گردید. زمان قطع جریان با نظر کشاورز، اعمال گردید. پارامترهای هندسی شامل طول، عرض و شیب طولی نوار و جویچه، با نقشه‌برداری از نوار یا جویچه مورد آزمایش بدست آمد. عمق مورد نیاز آبیاری براساس مقدار تخلیه رطوبت خاک در ناحیه ریشه به روش نمونه-برداری از خاک و قبل از آبیاری، محاسبه شد. عمق ناخالص آبیاری براساس حجم آب داده شده تقسیم بر مساحت تحت آبیاری محاسبه گردید. عمق ریشه در هر آبیاری با خارج کردن چند نمونه ریشه اندازه‌گیری شد. تاریخ و عمق آبیاری هر یک از مزارع کشت پاییزه و بهاره در جداول ۵ و ٦ ارائه شده است. چگالی ظاهری خاک به روش سیلندر و بافت خاک به روش هیدرومتری، اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری خاک از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متر انجام گردید. همچنین اطلاعات بارش از ایستگاه

Archive of SID

www.SID.ir

هواشناسی سینوپتیک ارومیه که نزدیک‌ترین ایستگاه به محل طرح می‌باشد، جمع‌آوری گردید. باران مؤثر برای هر ماه در طول دوره رشد محصول، براساس رابطه پیشنهادی ASCE (۱۹۹۰) محاسبه و در جدول ۵ ارائه گردیده است.

جدول ۱- تقویم عملیات زراعی در مزارع مختلف گندم

مزرعه گندم	تاریخ کشت	رقم محصول	بذر مصرفی kg/ha	تاریخ برداشت
W1	۹۴/۰۷/۱۹	پیشگام	۱۸۰	۹۵/۰۴/۱۷
W2	۹۴/۰۷/۲۰	پیشگام	۱۷۹	۹۵/۰۴/۲۰
W3	۹۴/۰۷/۲۸	پیشگام	۱۸۵	۹۵/۰۴/۲۷
W4	۹۴/۰۷/۱۹	پیشگام	۱۷۹	۹۵/۰۴/۱۷
W5	۹۴/۰۷/۱۹	پیشگام	۱۸۷	۹۵/۰۴/۱۶

جدول ۲- مقادیر کود و سموم مصرفی در هریک از مزارع گندم

کود/سم	W1	W2	W3	W4	W5
کود	آگروهیومیک	آگروهیومیک	آگروهیومیک	آگروهیومیک	آگروهیومیک
مقدار	۷۰۰ml/ha	۷۶۹ml/ha	۷۳۰ml/ha	۷۷۰ml/ha	۸۳۳ml/ha
تاریخ	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۲۰	۹۴/۰۷/۲۸	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۱۹
کود	مایکوروت	مایکوروت	مایکوروت	مایکوروت	مایکوروت
مقدار	۷ kg/ha	۷/۷ kg/ha	۷/۳ kg/ha	۷/۷ kg/ha	۸ kg/ha
تاریخ	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۲۰	۹۴/۰۷/۲۸	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۱۹
کود	اوره	اوره	اوره	اوره	اوره
مقدار	۸۰ kg/ha	۹۰ kg/ha	۹۲ kg/ha	۱۲۸ kg/ha	۱۰۴ kg/ha
تاریخ	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۲۰	۹۴/۰۷/۲۸	۹۴/۰۷/۱۹	۹۴/۰۷/۱۹
کود	اور	اوره	اوره	اوره	اوره
مقدار	۸۰ هkg/ha	۹۰ kg/ha	۱۱۹ kg/ha	۱۲۸kg/ha	۱۰۴ kg/ha
تاریخ	۹۵/۰۱/۱۹	۹۵/۰۱/۱۹	۹۵/۰۱/۱۰	۹۵/۰۱/۱۹	۹۵/۰۱/۱۶
کود	ریزمغذی	NPK	ریزمغذی	ریزمغذی	ریزمغذی
مقدار	۳/۲ lit/ha	۴lit/ha	۲/۶ lit/ha	۲ lit/ha	۳ lit/ha
تاریخ	۹۵/۰۲/۰۴	۹۵/۰۲/۰۴	۹۵/۰۱/۲۱	۹۵/۰۱/۲۰	۹۵/۰۱/۲۱
سم	تاپیک		تاپیک	تاپیک	
مقدار	۱/۵ lit/ha	-	۱/۵ lit/ha	۱/۵ lit/ha	-
تاریخ	۹۵/۰۱/۱۷		۹۵/۰۱/۱۷	۹۵/۰۱/۱۷	
سم	توفوردی	توفوردی	توفوردی	توفوردی	توفوردی
مقدار	۱/۵ lit/ha	۱/۶ lit/ha	۱/۵ lit/ha	۱/۵ lit/ha	۱/۵ lit/ha
تاریخ	۹۵/۰۲/۰۴	۹۵/۰۱/۱۶	۹۵/۰۲/۰۴	۹۵/۰۱/۱۸	۹۵/۰۱/۱۸

جدول ۳- تقویم عملیات زراعی در مزارع مختلف کشت بهاره

مزرعه کشت بهاره	تاریخ کشت	نوع محصول	رقم کشت	تاریخ برداشت
S1	۹۵/۰۱/۲۱	آفتابگردان	شمشیری	۹۵/۰۶/۲۵
M1	۹۵/۰۳/۲۰	ذرت علوفه‌ای	ماکسیما	۹۵/۰۷/۱۷
M2	۹۵/۰۳/۲۰	ذرت علوفه‌ای	ماکسیما	۹۵/۰۷/۱۷
P1	۹۵/۰۲/۰۳	کدو	آجیلی	۹۵/۰۶/۲۰
P2	۹۵/۰۲/۰۶	کدو	آجیلی	۹۵/۰۶/۲۰

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقادیر کود و سموم مصرفی در هریک از مزارع کشت بهاره

کود/سم	S1	M1	M2	P1	P2
نوع کود	آگروهیومیک	آگروهیومیک		آگروهیومیک	آگروهیومیک
مقدار	۱۶۷ml/ha	۶۰۰ml/ha	-	۲۱۷ml/ha	۴۹۰ml/ha
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۱	۹۵/۰۳/۲۰		۹۵/۰۲/۰۳	۹۵/۰۲/۰۶
نوع کود	مایکوروت ۱/۷			مایکوروت ۲/۲	مایکوروت ۴/۸
مقدار	kg/ha	-	-	kg/ha	kg/ha
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۱			۹۵/۰۲/۰۳	۹۵/۰۲/۰۶
نوع کود	اوره	اوره	اوره	اوره	اوره
مقدار	۶۴kg/ha	۳۰۰kg/ha	۵۰۰kg/ha	۱۱۹kg/ha	۱۱۰kg/ha
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۰	۹۵/۰۳/۲۵	۹۵/۰۳/۲۵	۹۵/۰۲/۰۳	۹۵/۰۲/۰۶
نوع کود	سوپرفسفات				
مقدار	۵۴kg/ha	-	-	-	-
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۰				
نوع کود	کود مایع				
مقدار	۵ lit/ha	-	-	-	-
تاریخ	۹۵/۰۳/۱۱				
نوع سم	تبکونازول			تبکونازول	تبکونازول
مقدار	۲۶ g/ha	-	-	۱۸ g/ha	۱۸/۳ g/ha
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۰			۹۵/۰۲/۰۲	۹۵/۰۲/۰۵
نوع سم	حشره‌کش			ایمیداکلوپراید	
مقدار	۳۱۲ g/ha	-	-	۰/۵ lit/m^3	-
تاریخ	۹۵/۰۱/۲۰			۹۵/۰۲/۰۲	

جدول ۵- تاریخ، عمق آبیاری و بارش موثر (میلی‌متر) در هر یک از مزارع گندم

نوبت آبیاری	مزرعه				
	W1	W2	W3	W4	W5
۱	۹۴/۰۷/۲۷ ۱۲۱	۹۴/۰۷/۲۳ ۱۲۰/۶	۹۴/۰۸/۰۷ ۷۹/۴	۹۴/۰۷/۲۲ ۶۵/۸	۹۴/۰۸/۰۴ ۱۲۳/۳
۲	۹۵/۰۲/۱۲ ۱۹۶/۳	۹۵/۲/۱۵ ۸۲/۷	۹۵/۰۲/۱۶ ۱۲۴/۶	۹۵/۰۲/۱۶ ۲۷۹/۰	۹۵/۰۲/۲۰ ۱۷۹/۳
۳	۹۵/۰۳/۰۱ ۱۹۵/۶	۹۵/۰۳/۰۱ ۱۲۳/۶	۹۵/۰۳/۰۵ ۱۵۷/۲	۹۵/۰۳/۰۱ ۱۱۲/۹	۹۵/۰۳/۰۴ ۱۲۴/۲
۴	۹۵/۰۳/۰۹ ۱۷۸/۱	۹۵/۰۳/۱۷ ۱۱۶/۶	۹۵/۰۳/۱۷ ۱۴۲/۲	۹۵/۰۳/۱۸ ۲۱۷/۱	۹۵/۰۳/۲۱ ۱۷۷/۴
۵	۹۵/۰۳/۲۱ ۱۷۵/۵	-	-	-	-
مجموع عمق آبیاری‌ها	۸۶۶/۵	۴۴۳/۵	۵۰۳/۴	۶۷۴/۸	۶۰۴/۲
بارش موثر	۱۲۸	۱۲۸	۱۲۸	۱۲۸	۱۲۸

مشخصات فیزیکی و شیمیایی هر یک از مزارع کشت پاییزه و کشت بهاره در جدول ۷ ارائه شده است. مطابق جدول ۷، بافت خاک در اکثر مزارع رسی می‌باشد. یکی از پارامترهای موثر بر عملکرد گیاه، شوری خاک و آب آبیاری می‌باشد (رضاوردی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه در تمام مزارع شوری عصاره اشباع خاک کمتر از ۱/٤ و شوری آب آبیاری کمتر از یک دسی-

Archive of SID

www.SID.ir

زیمنس بر متر بود، لذا بهره‌وری و عملکرد محصولات تحت تاثیر مدیریت زراعی و آبیاری بود.

جدول ۶- تاریخ، عمق آبیاری و بارش موثر (میلی‌متر) در هر یک از مزارع کشت بهاره

نوبت آبیاری	مزرعه				
	S1	M1	M2	P1	P2
۱	۹۵/۰۴/۱۷ ۹۳/۴	۹۵/۰۴/۲۱ ۱۲۴/۴	۹۵/۰۳/۲۶ ۹۴/۳	۹۵/۰۴/۱۰ ۹۸	۹۵/۰۴/۲۲ ۹۹/۶
۲	۹۵/۰۵/۰۳ ۱۰۸/۸	۹۵/۰۴/۲۹ ۱۴۳/۲	۹۵/۰۴/۳۱ ۹۳/۸	۹۵/۰۴/۱۸ ۸۶/۵	۹۵/۰۴/۳۰ ۱۳۷/۸
۳	۹۵/۰۵/۱۸ ۱۰۵/۶	۹۵/۰۵/۰۹ ۱۱۰	۹۵/۰۵/۱۷ ۵۹	۹۵/۰۴/۲۵ ۷۹/۴	۹۵/۰۵/۱۵ ۱۰۱/۷
۴	۹۵/۰۶/۰۴ ۸۷/۸	۹۵/۰۵/۲۳ ۱۱۷	۹۵/۰۵/۲۱ ۹۴/۷	۹۵/۰۴/۳۱ ۸۸/۷	–
۵	–	۹۵/۰۶/۰۱ ۱۳۹/۶	۹۵/۰۵/۲۷ ۴۹/۵	۹۵/۰۵/۰۸ ۹۸/۷	–
۶	–	۹۵/۰۶/۱۱ ۱۳۰	۹۵/۰۶/۰۱ ۸۹/۲	۹۵/۰۵/۱۹ ۸۸/۲	–
۷	–	–	۹۵/۰۶/۱۱ ۷۲	–	–
۸	–	–	۹۵/۰۶/۱۸ ۶۶/۲	–	–
مجموع عمق آبیاری‌ها	۳۹۵/۶	۷۶۴/۲	۶۱۸/۷	۵۳۹/۵	۳۳۹/۱
بارش موثر	۱۰۴	۲۳/۷	۲۳/۷	۶۸/۹	۶۸/۹

جدول ۷- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع مورد مطالعه در کشت‌های پاییزه و بهاره

کشت	شماره مزرعه	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت (-)	چگالی ظاهری (g/cm^3)	رطوبت ظرفیت زراعی (cm^3cm^{-3})	شوری عصاره اشباع (dSm^{-1})	اسیدته (-)	نیتروژن (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg\,kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg\,kg^{-1}$)
پاییزه (گندم)	W1	۱۸	۳۲	۵۰	رسی	۱/۱۶	۳۶/۴	۱/۲۷	۸/۲۵	۰/۲۲	۴۳۶	۱۴/۲
	W2	۱۷	۳۳	۵۰	رسی	۱/۳۲	۳۴/۶	۱/۵۱	۸/۱۹	۰/۱۷	۶۳۴	۱۷/۸
	W3	۱۴	۳۱	۵۵	رسی	۱/۳۸	۳۶/۷	۱/۳۲	۸/۲۹	۰/۱۸	۵۸۴	۱۹/۸
	W4	۲۳	۳۴	۴۳	رسی	۱/۲۷	۳۴/۵	۱/۵۸	۸/۳۶	۰/۱۶	۶۴۳	۲۳/۶
	W5	۲۳	۳۱	۴۶	رسی	۱/۱۶	۳۵/۱	۱/۶۳	۷/۸۶	۰/۱۸	۴۱۹	۱۶/۲
بهاره	S1	۱۶	۳۸	۴۶	رسی	۱/۱۹	۳۳/۵	۱/۲۸	۸/۰۳	۰/۱۳	۳۹۸	۸/۱
	M1	۱۸	۳۲	۵۰	رسی	۱/۰۹	۳۵/۳	۱/۲۷	۸/۲۵	۰/۲۲	۴۳۶	۱۴/۲
	M2	۱۸	۳۶	۴۶	رسی	۱/۲۲	۳۲/۵	۱/۲۹	۷/۷۶	۰/۱۸	۴۴۵	۱۵/۷
	P1	۲۹	۳۵	۳۶	لوم رسی	۱/۲۰	۳۲/۴	۱/۶۴	۸/۲۹	۰/۱۴	۲۹۷	۲۱/۱
	P2	۱۸	۳۶	۴۶	رسی	۱/۲۰	۳۳/۷	۱/۲۹	۷/۷۶	۰/۱۸	۴۴۵	۱۵/۷

بازده کاربرد آب

از فاکتورهای مهم جهت ارزیابی عملکرد سامانه آبیاری یا نحوه مدیریت آن، بازده کاربرد و بهره‌وری آب می‌باشد. بازده کاربرد بیانگر تلفات در مزرعه بصورت نفوذ عمقی و رواناب انتهای مزرعه بوده و در هر نوبت آبیاری، از رابطه (۱) محاسبه می‌شود (کانونی، ۱۳۸۶):

$$AE = \frac{D_z}{D_{app}} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن:

Archive of SID

www.SID.ir

AE بازده کاربرد آب (٪)، D_z متوسط عمق آب ذخیره شده در ناحیه توسعه ریشه (mm) و D_{app} متوسط عمق آب وارد شده به قطعه تحت آبیاری (mm) بوده که برابر با حجم جریان ورودی به قطعه تحت آبیاری (lit) تقسیم بر مساحت قطعه (m^2) می‌باشد. با توجه به بسته بودن انتهای نوارها، رواناب در هیچ کدام از مزارع وجود نداشت و در نتیجه درصد تلفات نفوذ عمقی از رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$DP = 100 - \mathrm{AE} \qquad (۲)$$

کفایت آبیاری یا بازده ذخیره آب (AD)، از رابطه (۳) برآورد شد.

$$AD = \frac{D_z}{SMD} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن:

SMD عمق آب مورد نیاز منطقه ریشه (mm) می‌باشد. در رابطه (۱) اگر D_{app} از SMD کمتر باشد، D_z برابر D_{app} خواهد بود، درغیر این صورت برابر SMD می‌باشد. در رابطه (۳)، اگر D_{app} از SMD بزرگتر باشد، کفایت برابر ۱۰۰ درصد بوده و اگر از SMD کمتر باشد، D_z برابر D_{app} می‌باشد. SMD از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_i) \times \rho_b \times D_r \qquad (٤)$$

که در آن:

θ_i و θ_{fc} به ترتیب رطوبت خاک قبل از آبیاری و حد ظرفیت زراعی ($gr\ gr^{-1}$)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک ($gr\ cm^{-3}$) و D_r عمق توسعه ریشه (mm) می‌باشند. در هر یک از مزارع و نوبت‌های آبیاری، رطوبت خاک به روش وزنی و حداقل در سه نقطه از نوار (ابتدا، وسط و انتها) و در عمق توسعه ریشه گیاه اندازه‌گیری شد.

بهره‌وری آب آبیاری

بهره‌وری آب کشاورزی، به مقدار عملکرد یا ارزش عملکرد گفته می‌شود که به ازای واحد حجم آب مصرفی بدست می‌آید. اگر مقدار آبیاری و بارش به عنوان آب مورد استفاده گیاه در نظر گرفته شود، بهره‌وری مصرف آب با WP_{I+P} نشان داده شده و به صورت زیر تعریف می‌شود (رضاوردی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸):

$$WP_{I+P} = \frac{Y}{I+P} \qquad (۵)$$

که در آن:

I و P مقدار آبیاری و بارندگی موثر در طول فصل رشد ($m^3\ ha^{-1}$) و Y عملکرد اندام هوایی گیاه بصورت خشک یا قابل ارائه به بازار ($kg\ ha^{-1}$) می‌باشند. باران مؤثر به‌صورت بخشی از باران قابل اطمینان و با استفاده از رابطه پیشنهادی ASCE (۱۹۹۰)، محاسبه گردید:

$$P_e = (1.253P_t^{0.8242} - 2.935)10^{ET_c \times 0.00095} \qquad (٦)$$

که در آن:

P_e باران مؤثر (mm)، P_t متوسط بارندگی ماهانه قابل اطمینان (mm) و ET_c نیاز آبی گیاه در ماه مورد نظر (mm) می‌باشد. بارندگی ماهانه قابل اطمینان عبارت است از متوسط بارندگی ماهانه ضرب در بارندگی سالانه با احتمال ۸۰٪ تقسیم بر بارندگی سالانه. توجه به اهمیت اقتصادی تولیدات کشاورزی، صورت کسر معادله (۵) به صورت ارزش عملکرد محصول (سود خالص یا ناخالص) نیز تعریف می‌شود.

نتایج و بحث

بازده کاربرد و کفایت آبیاری

مقادیر مینیمم، ماکزیمم، متوسط و انحراف معیار بازده کاربرد آب در هریک از مزارع گندم در جدول ۸ ارائه شده است. براساس جدول ۸ و برای مزارع مختلف گندم، انحراف معیار بازده‌های کاربرد در دامنه بین ۱۲/۱ (مزرعه W5) تا ۳۱/٦ (مزرعه W4) درصد متغیر می‌باشد. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که در مزرعه W5 با اینکه متوسط بازده کاربرد نسبت به بیشتر مزارع کمتر می‌باشد، با این حال مدیریت آبیاری نوسان کمتری داشته است. بیشترین نوسان در بازده کاربرد مربوط به مزرعه گندم W4 می‌باشد که در آن پراکنش بین بازده‌های کاربرد در نوبت‌های مختلف آبیاری، بیشتر می‌باشد. در این

Archive of SID

www.SID.ir

مزرعه حداقل بازده کاربرد صفر می‌باشد که دلیل آن، انجام عمل آبیاری حدود یک روز بعد از یک بارش کافی به عمق ۱۸/۲ میلی‌متر (در تاریخ ۱۵ اردیبهشت) بوده است. در سه مزرعه W1، W2 و W3 انحراف معیار در دامنه ۱٦/۳ تا ۲۱ درصد بوده و نشان از پراکنش نسبتاً کم بازده‌ها و در نتیجه نوسان نسبتاً کم مدیریت مزرعه توسط زارع دارد. مطابق جدول ۸ و برای مزارع گندم W1 تا W5، متوسط بازده کاربرد به ترتیب ۲۰/۸، ٤۲/۳، ۳۲/۳، ۳۳/٦ و ۲۵/۵ درصد محاسبه گردید.

جدول ۸- مقادیر مینیمم، ماکزیمم، متوسط و انحراف معیار بازده کاربرد آب در هریک از مزارع گندم (درصد)

بازده کاربرد	مزرعه گندم				
	W1	W2	W3	W4	W5
حداقل	۶/۹	۲۶/۹	۱۵/۸	۰	۱۲/۳
حداکثر	۴۴/۴	۶۵/۵	۶۳/۱	۷۶	۴۰/۵
متوسط	۲۰/۸	۴۲/۳	۳۲/۳	۳۳/۶	۲۵/۵
انحراف معیار	۱۶/۳	۱۶/۸	۲۱	۳۱/۶	۱۲/۱

مزارع گندم W2 تا W5، در چهار نوبت آبیاری گردیدند اما مزرعه W1 در پنج نوبت آبیاری گردید. این یک نوبت مازاد در آبیاری این مزرعه نسبت به چهار مزرعه دیگر، نشان می‌دهد کشاورز تمایل به بیش آبیاری دارد که موجب پایین بودن بازده کاربرد در این مزرعه شده است. بیش‌ترین بازده کاربرد در مزرعه W2 محاسبه گردید. متوسط بازده کاربرد این مزرعه حدود ٤۲/۳ درصد به دست آمد. یکی از دلایل بالا بودن بازده کاربرد در این مزرعه، اعمال روش کاهش جریان توسط زارع بود. در مدیریت این مزرعه، قبل از رسیدن آب به انتهای نوارها، دبی جریان ورودی توسط زارع کاهش می‌یافت. مطابق ردیف حداقل بازده کاربرد مزارع گندم (ردیف ۱ جدول ۸)، دلیل اصلی پایین بودن بازده بخاطر بارش باران کافی از اواخر فروردین تا اواسط اردیبهشت ماه سال ۹۵ و انجام عمل آبیاری بعد از این بارش‌ها بوده است. حداقل بازده کاربرد مزرعه W2 برابر ۲٦/۹ درصد بوده که در این نوبت آبیاری این مزرعه، چند روز بعد از بارش‌های اردیبهشت ماه، صورت گرفته است.

مطابق ردیف حداکثر بازده کاربرد مزارع گندم (ردیف ۲ جدول ۸)، نتایج نشان می‌دهد که امکان دستیابی به بازده‌های بالا وجود دارد. بازده‌های حداکثر یا به آبیاری اول (خاک آب) مربوط می‌شوند و یا به آبیاری آخر (در اواسط خرداد ماه) که در هر دو حالت کمبود رطوبت خاک (SMD) قابل ملاحظه بوده و بیشتر عمق آبیاری، ذخیره شده است.

مقادیر مینیمم، ماکزیمم، متوسط و انحراف معیار بازده کاربرد آب در هریک از مزارع کشت بهاره در جدول ۹ ارائه شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که بازده کاربرد در مزارع کشت بهاره نسبت به مزارع کشت پاییزه بیشتر است که یکی از دلایل آن مربوط به عدم بارش موثر در دوره رشد محصولات بهاره و فاصله زیاد بین آبیاری‌ها و در نتیجه رطوبت پایین خاک قبل از رویدادهای آبیاری می‌باشد.

جدول ۹- مقادیر مینیمم، ماکزیمم، متوسط و انحراف معیار بازده کاربرد آب در هریک از مزارع کشت بهاره (درصد)

بازده کاربرد	مزرعه کشت بهاره				
	S1	M1	M2	P1	P2
حداقل	۶۱/۵	۳۱/۲	۳۵/۸۴	۴۰/۸	۳۸
حداکثر	۸۰/۷	۶۴	۱۰۰	۷۲/۸	۵۲/۴
متوسط	۶۹/۳	۴۲/۹	۶۱/۸	۵۷/۱	۴۵/۸
انحراف معیار	۱۰/۱	۱۴/۷	۲۴/۳۸	۱۳/۴	۷/۳

Archive of SID

www.SID.ir

مطابق مقادیر انحراف معیار جدول ۹ (ردیف ٤ جدول ۹)، پراکنش و نوسان در بازده‌های مزارع کشت بهاره (به غیراز M2) کم بوده که نشان می‌دهد بازده‌های آبیاری نزدیک به مقادیر متوسط هستند. در مزرعه M2 که تحت کشت ذرت علوفه‌ای بود، تقویم آبیاری مزرعه از الگوی مناسب پیروی نکرده و در بیشتر موارد بیش آبیاری و حتی در یک مورد (نوبت آبیاری سوم) کم آبیاری صورت گرفت که باعث گردید کفایت در این آبیاری، کمتر از ۱۰۰ درصد شود. مطابق جدول ۹ (ردیف سوم)، متوسط بازده کاربرد در این پنج مزرعه بالا بوده که از دلایل مهم آن می‌توان به روش آبیاری این مزارع (جویچه‌ای) اشاره نمود. برخلاف مزارع کشت پاییزه که با روش نواری آبیاری می‌شدند، تمام مزارع کشت بهاره به روش جویچه‌ای آبیاری گردیده و حرکت آب در جویچه-ها نسبت به نوارها، سریع و تلفات نفوذ عمقی کمتر بود. متوسط بازده کاربرد مزارع S1 تا P2 به ترتیب ٦۹/۳، ٤۲/۹، ٦۱/۸، ۵۷/۱ و ٤۵/۸ درصد به دست آمد. بیشترین بازد کاربرد (متوسط ٦۹/۳ درصد) در مزرعه آفتابگردان حاصل شد که طی دوره رشد آن، مزرعه در چهار نوبت آبیاری گردید.

کفایت آبیاری

مطابق جداول ۵ و ٦، در مزارع کشت پاییزه (گندم) ۲۱ رویداد آبیاری انجام گرفت که تمام آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در کشت محصولات بهاره نیز در مجموع ۲۷ آبیاری در پنج مزرعه پایش و عملکرد آن‌ها ارزیابی شد. به این ترتیب در ٤۸ آبیاری (مجموع کشت پاییزه و بهاره) ارزیابی شده، فقط در یک مورد کفایت آبیاری کمتر از ۱۰۰ درصد بوده و در بقیه موارد، کفایت برابر ۱۰۰ درصد محاسبه گردید. این مورد در مزرعه M2 و نوبت آبیاری سوم حاصل گردید که کفایت آبیاری در حدود ۸۸ درصد بوده است. به این ترتیب از نظر کفایت، آبیاری در تمام مزارع و رویدادهای آبیاری کافی می‌باشد.

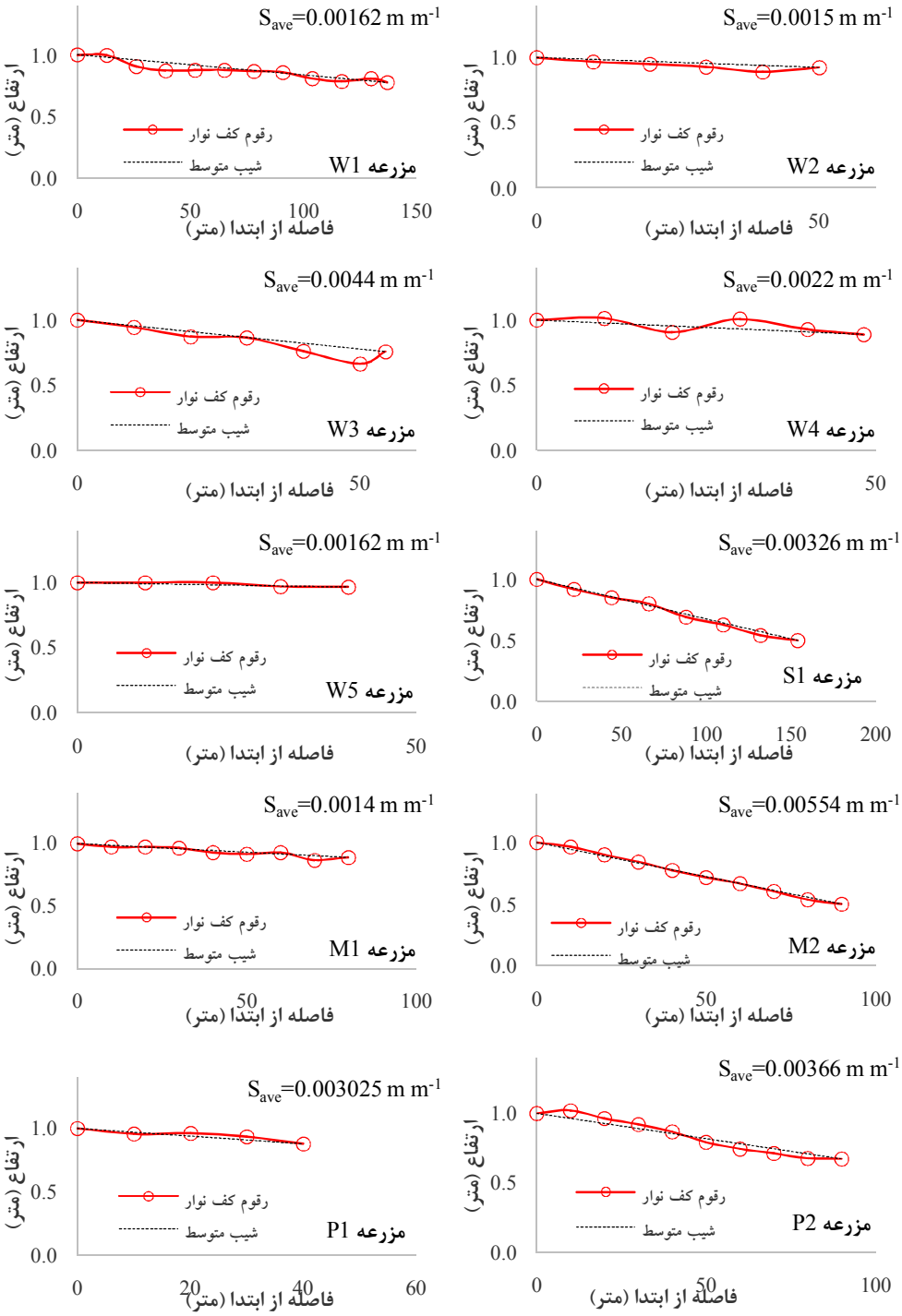
راهکارهای بهبود بازده آبیاری

طبق نتایج، عمق آبیاری در مزارع کشت پاییزه قابل توجه بود؛ در حالی که عمق آب کاربردی در مزارع کشت بهاره نسبتاً کم و مناسب (نسبت به کمبود رطوبتی خاک) بود. متوسط عمق آب کاربردی در مزارع گندم W1 تا W5 به ترتیب ۱۷۳/۳، ۱۱۰/۹، ۱۲۵/۹، ۱٦۸/۷ و ۱۵۱ میلی‌متر و در مزارع کشت بهاره S1 تا P2 به ترتیب ۹۸/۹، ۱۲۷/٤، ۷۷/۳، ۸۹/۹ و ۱۱۳ میلی‌متر محاسبه گردید. با توجه به اینکه کشاورزان در کشت بهاره، همان کشاورزان منتخب کشت پاییزه بودند و مدیریت آن‌ها از دیدگاه مصرف آب برای هر دو کشت بهاره و پاییزه مشابه می‌باشد. یکی از عوامل موثر در میزان مصرف آب محصولات کشت پاییزه و بهاره، روش آبیاری سطحی متفاوت این محصولات می‌باشد. مزارعW1 تا W5 به روش نواری و مزارع کشت بهاره به روش‌جویچه‌ای آبیاری گردیدند. در روش جویچه‌ای، حرکت آب تسریع شده و فاز پیشروی در مدت زمان کمتری تکمیل می-گردید. جهت مطالعه بیشتر، مزارع از نظر تسطیح و شیب طولی بررسی شدند. در مطالعات مختلف به تاثیر تسطیح بر عملکرد بهینه آبیاری سطحی اشاره گردیده است. ناهمواری سطح زمین و عدم تسطیح مزرعه علاوه براینکه عملیات زراعی را با مشکل مواجه می‌کند، باعث کاهش بازده آبیاری می‌گردد (توحیدیان‌فر و رضایی مقدم، ۱۳۹٤). یکی از عوامل موثر در بهبود راندمان آبیاری سطحی، تسطیح دقیق لیزری می‌باشد و با تسطیح کننده‌ی لیزری، حجم آب مصرفی ۳۵ درصد نسبت به وضعیت تسطیح سنتی، کاهش یافت. (انصاری‌دوست و همکاران، ۱۳۹۲). باباپور و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی پارامترهای بیلان، گزارش کردند که در اراضی تسطیح شده در مقایسه با اراضی سنتی و بدون تسطیح، نفوذ عمقی حدود ۲۵ درصد کاهش و بازده کاربرد به میزان ۱۰ درصد افزایش یافت. وجود شیب منفی باعث می‌گردد که جریان آب بجای اینکه براثر ثقل صورت بگیرد، در اثر پتاسیل فشاری آب انجام گردد. این عامل باعث تجمع آب در ابتدای نوار

Archive of SID

www.SID.ir

و در نتیجه باعث عمق آبیاری زیاد می‌گردد. در این مطالعه، یکی از عوامل مهم در عمق آبیاری قابل ملاحظه در برخی از مزارع و به‌ویژه مزارع کشت پاییز، مربوط به نوسان شیب کف و وجود شیب‌های منفی (بخاطر عدم تسطیح) در طول نوارها بود. نتایج نیمرخ طولی کف نوارها و جویچه‌های آبیاری در مزارع کشت پاییزه و بهاره، در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- نیمرخ طولی و شیب کف نوارهای آبیاری مطالعه شده در کشت‌های پاییزه و بهاره

www.SID.ir

مطابق این شکل، شیب کف در مزارع W1 تا W5 یکنواخت و در مزارع کشت بهاره، عملیات تسطیح مزارع نسبتاً مناسب بوده و شیب طولی نوارها، نسبتاً یکنواخت می‌باشد. یکی از دلایل بالا بودن بازده کاربرد در مزارع کشت بهاره، نسبت به مزارع پاییزه را می‌توان علاوه بر روش آبیاری، به عملیات تسطیح مناسب در این مزارع نسبت داد. وجود پستی و بلندی در نوارهای آبیاری، باعث افزایش عمق آب کاربردی و نیز کاهش یکنواختی توزیع می‌گردد. براساس مطالعه رضاوردی‌نژاد و همکاران (۱۳۹٤) بهبود عملکرد سامانه‌های آبیاری سطحی مطابق مدیریت متغیرهای جریان (دبی ورودی و زمان قطع جریان)، در صورتی موثر هستند که عملیات تسطیح در مزارع به خوبی انجام گرفته باشد. همچنین براساس مطالعه رضاوردی‌نژاد و همکاران (۱۳۹٤)، تاثیر متغیرهای هندسی نوار (مقادیر شیب و طول نوار) در مقایسه با متغیرهای جریان، ناچیز بوده و براساس دبی ورودی و زمان قطع جریان، امکان دسترسی به بازده مناسب در آبیاری سطحی وجود دارد. به این ترتیب در شرایط مزارع حاضر، نیازی به تغییر شیب نبوده ولی جهت حصول به عملکرد مطلوب، نیاز به ایجاد شیب یکنواخت در مزارع می‌باشد.

بهره‌وری آب آبیاری

بهره‌وری آب از شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد مزارع و شبکه‌های آبیاری است. بر اساس عملکرد و عمق آبیاری محصولات در هر مزرعه، بهره‌وری و اجزای بهره‌وری برای محصولات کشت پاییز و کشت بهاره محاسبه گردید که در جداول ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است. مطابق جدول ۱۰، بهره‌وری فیزیکی (برحسب کیلوگرم بر مترمکعب) و بهره‌وری اقتصادی خالص و ناخالص (برحسب ریال بر مترمکعب)، برای دانه و دانه به همراه کاه و کلش، ارائه شده است. مقادیر بهره‌وری فیزیکی دانه WP_{I+P} در مزارع گندم از ۰/۸ تا ۱/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده و متوسط آن ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. مطابق جدول ۱۰، عملکرد دانه در تمام مزارع بالا بوده و حداقل، حداکثر و متوسط آن به ترتیب ۸/۰، ۹/٦ و ۸/۸ تن بر هکتار اندازه‌گیری گردید. لذا عاملی که باعث نوسان زیاد بهره‌وری گردیده است، مربوط به عمق آبیاری متفاوت در مزارع می‌باشد. بالا بودن عملکرد دانه در مزارع مربوط به مدیریت زراعی مناسب در مزارع می‌باشد. مطابق جدول ۲، مقادیر کود و سموم مصرفی در هریک از مزارع گندم بطور کامل و در حد نیاز محصول، انجام گردیده است؛ اما با این حال در مدیریت آبیاری مزارع تا حدی مشکلات وجود داشت که ارائه گردید. بهره‌وری اقتصادی خالص و ناخالص دانه و دانه به همراه کلش براساس قیمت خرید تضمینی و نیز هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت سال مبنا (۱۳۹۵) محاسبه و در جدول ۱۰ ارائه شده است. حداقل، حداکثر و متوسط بهره‌وری اقتصادی خالص دانه به ترتیب ۷۵۳۳، ۱٤۳۱۹ و ۱۰۲۱۵/۲ ریال بر مترمکعب و دانه به همراه کلش به ترتیب ۷۹٦٦، ۱۵۰۵٤ و ۱۰۷۹۸/۸ ریال بر مترمکعب محاسبه گردید.

برای محصولات کشت بهاره، بهره‌وری فیزیکی و ناخالص اقتصادی محصولات (مطابق جدول ۱۱) محاسبه گردید. عملکرد، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آفتابگردان به ترتیب ۱/۳ تن بر هکتار، ۰/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب و ۲۰۲۵۲/٦ ریال بر مترمکعب به دست آمد. برای ذرت و در مزارع M1 و M2، عملکرد ٤۰ و ۵۷/۷ تن بر هکتار، بهره‌وری فیزیکی ۵/۰۷ و ۸/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب و بهره‌وری اقتصادی ۹٦۷۷ و ۱۷۲۵۰/۸ ریال بر مترمکعب محاسبه گردید. همچنین برای کدو (تخم کدو) و در مزارع P1 و P2، عملکرد ۰/۷ و ۰/۹ تن بر هکتار، بهره‌وری ۰/۱۱ و ۰/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب و بهره‌وری اقتصادی ۱٤۲٤۳/۸ و ۳۲۳٦٦/۹ ریال بر متر مکعب محاسبه گردید. اختلاف قابل ملاحظه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی در مزارع ذرت و کدو عمدتاً بخاطر حجم آبیاری و عملکرد محصول در این مزارع می‌باشد. به طوریکه در مزرعه M2 نسبت به مزرعه M1 و همچنین در مزرعه P2

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به مزرعه P1 حجم آب مصرفی کمتر و عملکرد محصول بیشتر می‌باشد.

جدول ۱۰- مقادیر اجزای بهره‌وری آب محصول گندم در مزارع مختلف

مزرعه	عمکرد دانه (ton/ha)	بهره‌وری فیزیکی دانه + کلش (kg/m^3)	بهره‌وری فیزیکی دانه (kg/m^3)	بهره‌وری اقتصادی ناخالص دانه + کلش (ریال/m^3)	بهره‌وری اقتصادی ناخالص دانه (ریال/m^3)	بهره‌وری اقتصادی خالص دانه + کلش (ریال/m^3)	بهره‌وری اقتصادی خالص دانه (ریال/m^3)
W1	۸/۰	۱/۰۴	۰/۸	۱۰۶۸۱	۱۰۲۱۹	۷۹۹۶	۷۵۳۳
W2	۸/۵	۱/۸۶	۱/۵	۱۹۷۲۹	۱۸۹۹۴	۱۵۰۵۴	۱۴۳۱۹
W3	۵/۴	۱/۱۷	۰/۸۵	۱۱۴۷۹	۱۰۸۳۶	۷۲۴۸	۶۶۰۵
W4	۹	۱/۳۷	۱/۱۲	۱۴۷۰۱	۱۴۲۰۲	۱۱۳۷۳	۱۰۸۷۵
W5	۸/۹	۱/۵	۱/۲۱	۱۵۹۷۲	۱۵۳۹۲	۱۲۳۲۳	۱۱۷۴۴
حداقل	۵/۴	۱/۰۴	۰/۸	۱۰۶۸۱	۱۰۲۱۹	۷۹۹۶	۷۵۳۳
حداکثر	۹	۱/۸۶	۱/۵	۱۹۷۲۹	۱۸۸۹۹۴	۱۵۰۵۴	۱۴۳۱۹
متوسط	۸	۱/۳۹	۱/۱	۱۴۵۱۲/۴	۱۳۹۲۸/۶	۱۰۷۹۸/۸	۱۰۲۱۵/۲

جدول ۱۱- مقادیر بهره‌وری فیزیکی آبیاری مزارع کشت بهاره در مزارع مختلف

مزرعه	عملکرد محصول (ton/ha)	بهره‌وری فیزیکی (kg/m^3)	بهره‌وری ناخالص اقتصادی (ریال/m^3)
S1	۱/۳	۰/۲۷	۲۰۲۵۲/۶
M1	۴۰/۰	۵/۰۷	۹۶۷۷
M2	۵۷/۷	۸/۹۸	۱۷۲۵۰/۸
P1	۰/۷	۰/۱۱	۱۴۲۴۳/۸
P2	۰/۹	۰/۲۲	۳۲۳۶۶/۹

نتیجه‌گیری

ارزیابی وضعیت موجود سامانه‌های آبیاری نشان داده است که عملکرد آن‌ها به دلایل مختلف از جمله بهره‌برداری نامناسب، فقدان مدیریت مطلوب و توزیع نامناسب آب، پایین‌تر از حد مورد انتظار و پیش‌بینی شده است. لذا موضوع عملکرد آن‌ها به طور فزاینده‌ای مورد توجه محققین، مدیران و مصرف‌کنندگان آب قرار گرفته و بر این نکته تأکید شده است که شبکه‌های آبیاری به صورت دوره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرند. این تحقیق، سامانه‌های آبیاری مزارع دشت نازلوی ارومیه واقع در حوزه هیدرولوژیک رودخانه نازلوچای دشت ارومیه مورد مطالعه قرار گرفت. مطابق نتایج بازده کاربرد آب در مزارع، یکی از عوامل مهم پایین بودن بازده کاربرد آب در مزارع کشت پاییزه، مربوط به تسطیح نامناسب می‌باشد که باعث می‌گردد عمق آب کاربردی توسط کشاورزان قابل ملاحظه باشد. متوسط بهره‌وری فیزیکی و عملکرد دانه گندم در پنج مزرعه مورد مطالعه به ترتیب ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و ۸/۸ تن بر هکتار به دست آمد که نشان می‌دهد مدیریت زراعی مزرعه مناسب بوده ولی میزان آب کاربردی در مزارع قابل ملاحظه بوده و بطور متوسط مقدار آبیاری در پنج مزرعه گندم ٦١٨٥ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید. بازده کاربرد آب در مزارع کشت بهاره تا حد زیادی بهبود داشت که از دلایل آن می‌تواند به عملیات تسطیح مناسب در این مزارع و روش آبیاری آنها اشاره کرد.

تشکر و قدردانی

Archive of SID

www.SID.ir

بدینوسیله از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه می‌شود.
بخاطر تأمین بخشی از هزینه‌های تحقیق، تشکر و قدردانی

فهرست منابع

۱. انصاری دوست، ش.، اسکندری، ح.، چنگی، م. ۱۳۹۲. اثر نوع تسطیح کننده بر شاخص‌های تسطیح زمین، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم در منطقه خوزستان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳ (۲): ۷۷-۸۵.

۲. باباپور گل‌افشانی، م.، شاهنظری، ع.، ضیاءتبار احمدی، م.خ.، آقاجانی، ق. ۱۳۹۱. مقایسه پارامترهای بیلان آبی در اراضی شالیزاری سنتی و تسطیح شده شهرستان قائمشهر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع غذایی)، ۲٦ (٤): ۱۰۱۰-۱۰۱۷.

۳. بامداد، ع، ا.، رضاوردی‌نژاد، و. قائمی، ع، ا. ۱۳۹٤. پیش‌بینی رطوبت و شوری نیمرخ خاک در مزارع ذرت دانه‌ای و کنجد با استفاده از مدل SWAP در شرایط مدیریت زارعین (مطالعه موردی منطقه لارستان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱ (۹): ۱۲-۱.

٤. تقی‌زاده، ز.، رضاوردی‌نژاد، و.، ابراهیمیان، ح.، خان‌محمدی، ن. ۱۳۹۱. ارزیابی مزرعه‌ای و تحلیل سامانه آبیاری سطحی با WinSRFR (مطالعه موردی آبیاری جویچه‌ای). نشریه آب و خاک، ۲٦ (٦): ۱٤٥۹-۱٤٥۰.

۵. توحیدیان‌فر، س.، رضائی‌مقدم، ک. ۱۳۹٤. مقایسه رضایتمندی کشاورزان از اجرای طرح تسطیح مهندسی و لیزری در استان فارس. نشریه علوم ترویج و آموزش کشاورزان ایران، ۱۱ (۲): ۲۰-۱.

٦. حمدی احمدآباد، ی.، لیاقت، ع.، سهرابی، ت.، رسول‌زاده، ع.، نظری، ب. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد آبیاری جویچه‌ای در مزارع تحت مدیریت زارعان و ارائه راهکارهای کاربردی در بهبود آن (مطالعه موردی: کشت و صنعت و دامپروری مغان). مدیریت آب و آبیاری، ٦ (۱): ۲۸-۱۵.

۷. رضاوردی‌نژاد، و.، سهرابی، ت.، حیدری، ن.، عراقی‌نژاد، ش.، مأمن‌پوش، ع. ۱۳۸۸. بررسی عرضه و تقاضا و برآورد بهره‌وری آب در حوزه آبریز زاینده رود (مطالعه موردی: شبکه آبیاری سمت راست آبشار). نشریه آبیاری و زهکشی، ۲ (۳): ۹۹-۸۸.

۸. رضاوردی‌نژاد، و.، سهرابی، ت.، فیضی، م.، حیدری، ن.، عراقی نژاد، ش. ۱۳۸۹. الگوبندی عملکرد محصولات مختلف در شرایط شوری آب آبیاری با استفاده از مدل SWAP. مجله دانش آب و خاک، ۲۰ (٤): ۱۱۱-۹۷.

۹. رضاوردی‌نژاد، و.، جنوبی، ر.، بشارت، س.، عباسی، ف. بررسی و تحلیل متغیرهای جریان و هندسی بر عملکرد بهینه آبیاری نواری با استفاده از مدل WinSRFR. تحقیقات آب و خاک ایران، ٤٦ (٤): ۷۰٦-٦۹۵.

۱۰. رضاوردی‌نژاد، و.، نورجو، ا. ۱۳۹۲. بهینه‌سازی عملکرد آبیاری جویچه‌ای با استفاده از مدل WinSRFR در شرایط تحکیم بستر کاشت چغندرقند. نشریه آب و خاک، ۲۷ (٦): ۱۲۹۳-۱۲۸۱.

۱۱. عباسی، ف.، مأمن‌پوش، ع.، باغاتی، ج.، کیانی، ع. ۱۳۷۸. ارزیابی بازدهی روش‌های آبیاری سطحی و نحوه کار آن‌ها در سطح کشور. گزارش پژوهش نهایی به شماره ثبت ۸۸/٤۹ مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

۱۲. عباسی، ف.، شینی‌دشتگل، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی و بهبود مدیریت آبیاری جویچه‌ای در اراضی تحت کشت نیشکر خوزستان. دانش آب و خاک، ۲٦ (٤/۲): ۱۲۱-۱۰۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳. غلامی، ز.، ابراهیمیان، ح.، نوری، ح. ۱۳۹۵. بررسی بهره‌وری آب آبیاری در سامانه های آبیاری بارانی و سطحی (مطالعه موردی: دشت قزوین). علوم و مهندسی آب، ۳۹ (۳): ۱۴۶-۱۳۵.

۱۴. فاطمی، م.، شکرالهی، ا. ۱۳۷۲. ارزیابی بازدهی آبیاری در شبکه آبیاری دز. مجموعه مقالات ششمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۱۵. قدمی فیروزآبادی، ع.، سیدان، م. ۱۳۸۶. ارزیابی بازده کاربرد آبیاری شیاری تحت مدیریت زارعین (مطالعه موردی: دشت بهار- همدان). نشریه پژوهش کشاورزی، ۷ (۳): ۸۹-۷۹.

۱۶. کانونی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۸ (۲): ۳۲-۱۷.

۱۷. لیاقت، ع.، مکاری قهرودی، ا.، نوری، ح.، ستوده‌نیا، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی سامانه‌های آبیاری دشت قزوین با تعیین بازده‌های آبیاری کلاسیک و نئوکلاسیک. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۶ (۲): ۳۴۳-۳۵۱.

۱۸. منوچهری، غ. ۱۳۷۲. مسائل مربوط به الگوی مصرف آب. بولتن کمیسیون آب شورای پژوهش‌های علمی کشور. شماره ۶.

19. Jensen, M.E. and Allen, R.G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirement. ASCE, No. 70.

Archive of SID

www.SID.ir