نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۸، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۳، ص. ۲۱۵-۲۰۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 18, Apr.-May. 2024, p. 205-215

مقاله علمی-پژوهشی

شاخص‌های مدیریت آب سامانه‌های آبیاری در تولید ذرت علوفه‌ای (مطالعه موردی: استان‌های تهران و البرز)

محمدمهدی نخجوانی مقدم[1*]، ابوالفضل ناصری[2]، فریبرز عباسی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۹

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی شاخص‌های مدیریت آب سامانه‌های آبیاری در تولید ذرت علوفه‌ای در مزارع تحت مدیریت کشاورزان در دو استان تهران و البرز اجرا گردید. بر این اساس تعدادی از مزارع ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی و قطره‌ای) در سه شهرستان اسلامشهر، پاکدشت و شهرری (استان تهران) و ساوجبلاغ (استان البرز) در طول فصل رشد پایش شدند. حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب با اندازه‌گیری مستقیم دبی جریان و با ثبت برنامه آبیاری تعیین گردید. نیاز آبی (تبخیر- تعرق) ذرت علوفه‌ای با روش پنمن مانتیث فائو و با اعمال ضرایب گیاهی در مناطق یاد شده برآورد گردید. در پایان فصل زراعی عملکرد و مقدار بهره‌وری آب به دست آمد. حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در طول دوره رشد در مزارع منتخب متفاوت بود. میانگین حجم آب آبیاری در سه روش قطره‌ای، بارانی و سطحی به ترتیب برابر ۳۷۹۹، ۶۶۵۹ و ۷۲۴۰ مترمکعب در هکتار بود. نتایج نشان داد در مزارعی که از روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای استفاده کرده‌بودند، بطور میانگین به‌ترتیب ۱۸، ۱۳ و ۳۲ درصد کمتر از نیاز ناخالص آبیاری گیاه، آب مصرف شد. میانگین حجم آب آبیاری ذرت برای مناطق اسلامشهر، پاکدشت، شهرری و ساوجبلاغ به‌ترتیب ۶۸۲۶، ۵۹۲۳، ۶۱۳۴ و ۸۱۲۶ مترمکعب در هکتار تعیین گردید. میانگین عملکرد در مزارعی که دو روش آبیاری بارانی و سطحی استفاده کرده بودند، در منطقه اسلامشهر به ترتیب برابر ۵۱/۳ و ۵۲/۸ تن در هکتار و در منطقه پاکدشت به‌ترتیب برابر ۴۹ و ۵۵/۵ تن در هکتار بود. بیشترین مقدار بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در منطقه پاکدشت و با کاربرد آبیاری قطره‌ای ۲۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بارانی، قطره‌ای، سطحی، ذرت علوفه‌ای

مقدمه

کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، محسوب می شود. علاوه بر کمبود باران، توزیع زمانی و مکانی آن نیز بسیار غیریکنواخت است. بطوریکه حتی پرباران‌ترین نقاط کشور نیز در فصل تابستان نیاز به آبیاری دارد. از سوی دیگر در اکثر مناطق کشور آب لازم برای محصولات کشاورزی از طریق منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. بنابراین فنّاوری مصرف بهینه آب در ایران بسیار حائز اهمیت است. ارزیابی کلی از پتانسیل بخش کشاورزی نشان می‌دهد که سطح زیرکشت و زمین‌های موجود کشاورزی چندان توسعه‌پذیر نیستند و تأمین تمام حجم آب موردنیاز این بخش نیز قطعاً در پتانسیل اقلیمی کشور وجود ندارد. درنتیجه بهترین راه مقابله با چنین بحران نزدیکی، تلاش برای مدیریت صحیح مصرف آب کشاورزی و بالا بردن راندمان مصرف آب در تولیدات کشاورزی است.

ذرت (Zea mays L.) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی ایران است که با دو هدف تولید دانه و علوفه کشت می‌شود. ذرت به دلیل محتوای ماده خشک بالا و عملکرد علوفه سبز و همچنین مناسب برای تولید سیلو بدون نیاز به مواد افزودنی در تغذیه دام بسیار مهم است (Keskin et al., 2018). علاوه بر خواص تغذیه‌ای بالا، سازگاری ذرت با طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی و خاک، آن را به عنوان یک منبع تغذیه مناسب برای دام‌ها تبدیل می‌کند (Shiferaw et al., 2011). در بین غلات، ذرت از نظر سطح زیرکشت در جهان بعد از گندم و شلتوک قرار دارد و از نظر تولید در رتبه اول قرار دارد.

۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، البرز، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: mehdin55@yahoo.com)

تولید ذرت در جهان در سال ۲۰۲۰ مساحتی معادل ۲۰۱۹۸۳۶۴۵ هکتار را پوشش داده و میانگین عملکرد آن ۵۷۵۴۷ کیلوگرم در هکتار بود (FAO, 2022). یکی از مسائل مهم و قابل توجه در مورد ذرت تأمین آب مورد نیاز آن و همچنین مراحل مختلف آبیاری این گیاه است. مقدار آب مورد نیاز برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک در ذرت‌های زودرس حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ لیتر و در مورد ذرت‌های دیررس ۳۵۰ تا ۴۰۰ لیتر می‌باشد. در مناطقی که در طول دوره رشد آن، میزان بارندگی برای تأمین نیاز آبی گیاه کافی نباشد، می‌بایست مزارع ذرت را به موقع آبیاری نمود. مقدار آب و مراحل آبیاری بسته به شرایط جوی محیط بین ۷ تا ۱۲ روز متغیر است. هرگاه در مراحل آبیاری و مقدار مصرف آب دقت کافی به عمل نیاید و آب به اندازه کافی در اختیار ریشه ذرت قرار نگیرد، گیاه تشنه مانده و در صورتی که این وضع ادامه یابد ذرت به نقطه پژمردگی رسیده و اگر زمان کمبود آب مصادف با گل‌دادن باشد و این مدت تا دو روز ادامه یابد عملکرد تا ۲۲ درصد کاهش پیدا می‌کند. هرگاه کمبود تا مدت ۶ روز ادامه یابد مقدار کاهش محصول به ۵۰ درصد خواهد رسید. بنابراین در مناطق معتدل و در ماه‌های بهار، ۸ تا ۱۲ روز و در تابستان هر ۷ تا ۱۰ روز و در مناطق گرم و در فصل بهار هر ۷ تا ۱۰ روز و در تابستان هر ۵ تا ۷ روز یک بار می‌بایست ذرت را آبیاری نمود (گلشن راد، ۱۳۸۵).

نّوروود طی یک تحقیق ۴ ساله بر روی ذرت در منطقه کانزاس آمریکا، متوجه شد که پس از برداشت ذرت، مقادیر قابل توجهی آب همچنان در پروفیل خاک باقی می ماند؛ این موضوع اهمیت آبیاری به موقع و به مقدار موردنیاز ذرت را تایید می کند تا گیاه قبل از پایان فصل رشد بتواند از آب موجود برای تولید دانه استفاده نماید و این حجم زیاد آب از دسترس خارج نگردد (Norwood, 2000).

حیدری سورشجانی و همکاران (۱۳۹۴) طی پژوهشی به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت علوفه‌ای در منطقه شهرکرد پرداختند. آنها نتیجه گرفتند در شرایط عدم محدودیت منابع آبی، بیشترین عملکرد ذرت با مصرف آب به میزان ۷۸۲ میلی‌متر به دست آمد. همچنین نتایج آنالیز اقتصادی نشان داد که در شرایط محدودیت منابع آبی، عمق آب آبیاری بهینه برای ذرت علوفه‌ای در منطقه مذکور در حدود ۵۸۰ میلی‌متر (معادل ۸۶ درصد عمق آبیاری کامل) بود.

حسن‌لی و همکاران در منطقه مرودشت استان فارس روش‌های آبیاری تحت فشار شامل قطره‌ای سطحی (تیپ) و زیرسطحی را به عنوان استراتژی‌های بهبود مدیریت آب و کم‌آبیاری پیشنهاد کردند. حداکثر صرفه‌جویی در مصرف آب (با کاربرد آب به میزان ۵۹۰۷ مترمکعب در هکتار) و همچنین بالاترین عملکرد ذرت (۱۲/۱ تن در هکتار) در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۹۴ درصد در مقایسه با روش آبیاری جویچه‌ای به دست آمد (Hassanli et al., 2009).

افراسیاب و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی را با بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد وکارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) طی دو سال در منطقه اسلام‌آباد انجام دادند. در پایان فصل رشد حجم آب مصرف‌شده برای تیمارهای ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی با احتساب راندمان ۹۰ درصد به‌ترتیب برابر ۴۳۲۸، ۶۴۹۲، ۸۶۵۶ و ۱۰۸۲۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد. همچنین آنها نتیجه گرفتند که با کاهش حجم آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبیاری ذرت، کارایی مصرف محصول مذکور به میزان ۳۶ درصد کاهش یافت (از ۱/۲۵ به ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب).

پایرو و همکاران نشان دادند که زمان آبیاری تأثیر مهمی در مقدار ماده خشک ذرت دارد و حساسیت ذرت به آب در زمان پرشدن و خمیری‌شدن دانه می‌باشد (Payero et al., 2009). کریمی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که عملکرد ذرت علوفه‌ای در تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی تفاوت معنی‌داری نداشت. نیلاهیان و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند محدودیت آب در اواخر رشد رویشی و مراحل اولیه زایش بر فیزیولوژی و عملکرد ذرت علوفه‌ای تأثیر می‌گذارد، این امر بیانگر آن است که زمان آبیاری یک عامل کلیدی برای بهینه‌سازی تولید ذرت علوفه‌ای در مناطق کم آب است (Nilahyane et al., 2020).

اخوان و همکاران (۱۳۹۳) طی پژوهشی سه ساله، تاثیر کاربرد روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) بر عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه مغان را مورد مطالعه قرار دادند. حجم آب آبیاری در سطوح آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب برابر ۳۰۴۸، ۴۵۶۲، ۵۶۸۴ و ۷۲۶۵ مترمکعب در هکتار بود. مقایسه میانگین سه ساله عملکرد دانه بیانگر آن بود که تیمار آبیاری براساس ۱۲۵ درصد نیاز آبی دارای بیشترین عملکرد به میزان ۸/۲۳ تن در هکتار بود. درتامین نیاز آبی باوجود درنظرگرفتن راندمان آبیاری برابر۹۰ درصد، امکان مقداری تلفات (ناشی ازعدم توزیع یکنواخت وگرفتگی موردی لوله های تیپ) وجود داشت که عملکرد بالاتر درتیمار آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۷/۴۸ تن در هکتار) می تواند ناشی از این مسئله باشد.

ناصری (۲۰۲۱) و بهراملو و ناصری (۲۰۱۹) نیازخالص آبی، حجم آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب در تولید ذرت را در شرایط مختلف اقلیمی بررسی نموده‌اند (Nasseri., 2019 ; Bahramloo and Nasseri, 2019). همچنین عباسی و همکاران (۱۳۹۷) آب مصرفی، عملکرد و بهروری آب در تولید ذرت علوفه‌ای را در سطح کشور بررسی نموده و گزارش نمودند که در پایاب شبکه‌های مدرن و سنتی، میانگین عملکرد ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۵۰/۵ و ۵۴/۳ تن بر هکتار، میانگین حجم آب آبیاری به‌ترتیب ۶۹۸۳ و ۹۰۸۵ مترمکعب بر هکتار، میانگین بهره‌وری آب به ترتیب ۷/۵ و ۶/۳ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب و میانگین راندمان کاربرد آب به ترتیب ۷۳ و ۶۸

درصد برآورد شد.

با توجه به اینکه در شرایط کنونی آمار دقیقی از شاخص های مدیریت آبیاری گیاهان علوفه‌ای در کشور وجود ندارد. مطالعه حاضر در تعدادی از مزارع ذرت علوفه‌ای استان‌های تهران و البرز انجام گردید. در تحقیق حاضر دو مورد به عنوان فرضیات تحقیق مد نظر قرار گرفت؛ الف) حجم آب کاربردی و بهره وری آب ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری در دو استان تهران و البرز یکسان نیست. ب) حجم آب آبیاری در مزارع ذرت علوفه‌ای مناطق مذکور کمتر از نیاز ناخالص آبیاری است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه

استان تهران از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. استان تهران در بین دو وادی کوه و کویر و در دامنه‌های جنوبی رشته کوه البرز گسترده شده‌است. استان البرز با وسعتی حدود ۵۱۴۲ کیلومتر مربع با مختصات جغرافیایی بین ۳۵ درجه و۳۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و۳۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. استان البرز بین خط الرأس چین‌خوردگی البرز مرکزی و حاشیه غربی دشت کویر واقع شده و به این ترتیب آب و هوای استان عمدتاً متأثر از عامل ارتفاع است. بر اساس آخرین آمار نامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی (بی نام، ۱۴۰۰) مناطق برتر کشت ذرت علوفه‌ای در دو استان تهران و البرز انتخاب شدند. بر این اساس سه شهرستان اسلامشهر، پاکدشت و شهرری در استان تهران و شهرستان ساوجبلاغ در استان البرز به عنوان مناطق پایلوت انتخاب شدند. در این پایلوت‌ها تعداد ۲۵ مزرعه ذرت علوفه‌ای در طول فصل زراعی مورد پایش زراعی، خاکی و آبی قرار گرفتند. در این پژوهش، منابع آبی و مزارع طوری انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. با نمونه‌برداری از خاک و منبع آب مربوط به هر مزرعه، بافت خاک (لومی شنی، لومی رسی، رسی سیلتی) و EC خاک و آب آبیاری (۰/۹ تا ۳/۴۷ دسی‌زیمنس بر متر) در آزمایشگاه شیمی آب و خاک موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی کرج تعیین گردید.

مشخصات مزارع آزمایشی

سطح زیرکشت مزارع ذرت علوفه‌ای بین ۲ تا ۲۴ هکتار و متوسط آن‌ها حدود ۷/۵ هکتار بود. سطح زیرکشت اغلب مزارع (۵۰ درصد) کمتر از ۵ هکتار بود. شوری آب آبیاری مزارع مورد مطالعه بین ۰/۲۶ تا ۲/۴۷ دسی‌زیمنس بر متر و شوری خاک مزارع مورد مطالعه بین ۰/۴۲ تا ۴/۵۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. در غالب مزارع (۹۰ درصد) شوری آب کمتر از آستانه تحمل به شوری ذرت علوفه‌ای (۱/۲ دسی-زیمنس بر متر) بود (Ayers and Westcot, 1985). شوری خاک ۸۰ درصد از مزارع کمتر از آستانه تحمل به تنش ذرت علوفه‌ای (۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر) بود (Ayers and Westcot, 1985).

در مزارع مورد مطالعه، روش آبیاری غالب از نوع سطحی بود (۶۰ درصد). در حدود ۳۰ درصد مزارع نیز از روش آبیاری بارانی استفاده کرده‌بودند و ۱۰ درصد باقیمانده نیز به روش آبیاری تیپ اختصاص داشت.

تاریخ کاشت مرسوم ذرت علوفه‌ای در مناطق مورد مطالعه از اواخر دهه سوم خرداد شروع و تا اوایل مرداد ماه بود. بجز یک مزرعه که در آن از رقم KSc706 استفاده شده بود در سایر مزارع رقم ذرت علوفه‌ای مورد استفاده از نوع KSc704 بود. تاریخ برداشت ذرت علوفه‌ای نیز از اواخر شهریور ماه شروع و تا اواسط آبان ماه ادامه یافت. در دو منطقه اسلامشهر و شهرری تمامی مزارع در مهر ماه برداشت گردیدند. در منطقه پاکدشت ذرت علوفه‌ای در فاصله زمانی حدودا ۴۰ روزه برداشت گردید. طول دوره رشد ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب متغیر (بین ۸۶ تا ۱۱۳ روز) بود. به طوری‌که بین کمترین و بیشترین طول دوره رشد در حدود یکماه اختلاف وجود داشت. میانگین طول دوره رشد ذرت علوفه‌ای در مناطق مورد مطالعه برابر ۹۷ روز بود. در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار برخی پارامترهای اندازه‌گیری شده مزارع مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۱ – محدوده تغییرات برخی پارامترهای اندازه‌گیری شده در مزارع مورد مطالعه

منطقه	شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	سطح مزارع (هکتار)	طول دوره رشد (روز)
اسلامشهر	۰/۸±۰/۱۶	۱/۴±۰/۳۴	۸/۳±۶	۹۶±۶
پاکدشت	۰/۸±۰/۳	۱/۷±۰/۹	۷/۹±۷/۵	۱۰۰±۱۲
شهر ری	۱/۷±۰/۷	۳/۲±۱/۴	۳/۵±۰/۵	۹۲±۱۲
ساوجبلاغ	۰/۳۶±۰/۰۵	۰/۵۲±۰/۱۵	۸۷±۴/۹	۹۷±۰/۸
کل	۰/۸±۰/۴۸	۱/۵±۱	۷/۵±۵/۳	۹۷±۸/۲

برنامه آبیاری

میزان آب آبیاری و عملکرد ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب به طور مستقیم اندازه‌گیری گردید. در نهایت در پایان فصل رشد با مجموع مقادیر مذکور، حجم و عمق کل آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب تعیین گردید. همچنین از طریق مراجعه حضوری به مزارع منتخب، تکمیل پرسشنامه (شامل اطلاعات؛ سطح زیرکشت هر محصول و سطح کل اراضی زیر منبع آبی، موقعیت دقیق مکانی، روش آبیاری، منبع آب آبیاری (سطحی، زیرزمینی)، زمان برداشت از منبع آبی، نوع شبکه (مدرن، سنتی) و ....)، ثبت برنامه آبیاری و اندازه‌گیری دبی منبع آب تعیین گردید. دبی منابع آبی در مزارعی که سیستم آبیاری از نوع تحت فشار بود، با استفاده از دستگاه فلومتر التراسونیک که مخصوص اندازه گیری دبی در لوله است، میزان دبی منبع آب تعیین گردید. در سایر مزارع منتخب، دبی منبع آب با استفاده از دستگاه Mainsteream Communicator V1.11 که مخصوص اندازه گیری دبی در کانال آب است، اندازه گیری گردید. در طول فصل رشد با اندازه‌گیری دبی منبع آب در طی دو یاسه مرحله، تغییرات احتمالی دبی منبع آب مزارع منتخب بررسی شد.

با توجه به سطح زیرکشت ذرت علوفه‌ای، عمق آب آبیاری نیز تعیین گردید. بدین طریق برای هر کدام از نوبت های آبیاری در مزارع منتخب، حجم و عمق آب آبیاری تعیین گردید. برای برآورد نیاز آبی خالص ذرت علوفه‌ای در مناطق مورد مطالعه، ابتدا تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از نرم افزار ETo-Calculator (Raes, 2012) به روش پنمن مانتیث فائو و با اعمال ضرایب گیاهی در مناطق یاد شده برآورد گردید. بدین منظور از اطلاعات هواشناسی نزدیکترین ایستگاه-های هواشناسی به مناطق مورد مطالعه استفاده شد. در منطقه اسلامشهر اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهریار و برای مناطق شهرری و پاکدشت اطلاعات ایستگاه هواشناسی ورامین مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات هواشناسی مورد استفاده شامل متوسط روزانه مقادیر درجه حرارت حداکثر و حداقل هوا، درصد رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری (متر بر ثانیه) و تعداد ساعات آفتابی در شبانه روز در یک دوره آماری ۸ ساله بودند. پس از تعیین مقادیر تبخیر – تعرق مرجع، میزان تبخیر-تعرق پتانسیل ذرت علوفه‌ای (نیاز آبی خالص) در مناطق مورد مطالعه با استفاده از از رابطه تجربی ذیل برآورد گردید.

$$ETc = Kc \cdot ETo \qquad (۱)$$

برای تعیین مقادیر ضریب گیاهی (Kc) در مراحل مختلف رشد ذرت علوفه‌ای، ابتدا با توجه به مشاهدات مزرعه‌ای، مراحل چهارگانه رشد ذرت علوفه‌ای مشخص شد. سپس ضرایب گیاهی مربوط به هر مرحله رشد بر اساس پیشنهاد نشریه فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) انتخاب گردید. بارندگی موثر در دوره رشد محصول در مزارع مورد مطالعه ناچیز بود. برای مقایسه میزان آب داده‌شده توسط کشاورزان با نیاز آبیاری واقعی در مزارع منتخب، نیاز ناخالص آبیاری ذرت از طریق تقسیم نیاز خالص آبی محصول بر راندمان آبیاری در هر کدام مزارع تعیین گردید. با توجه به نظر کارشناسان و شیوه آبیاری در مزارع مورد مطالعه، پتانسیل راندمان آبیاری برای روش‌های قطره‌ای، بارانی و سطحی به ترتیب به میزان ۹۰، ۷۵ و ۶۰ درصد در نظر گرفته شد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج و بحث

تحلیل تغییرات حجم آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری

از تحلیل واریانس برای بررسی تغییرات حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای استفاده گردید (جدول ۲). تحلیل نشان داد تفاوت آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

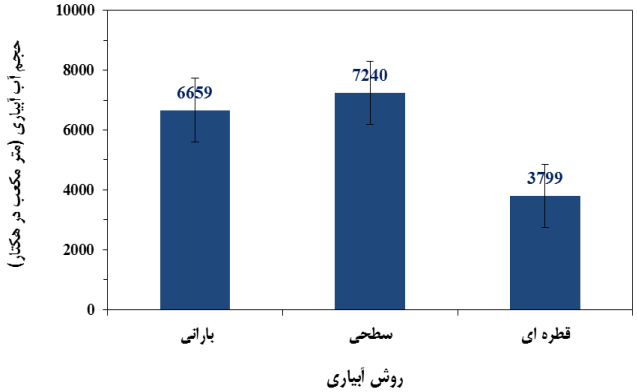
جدول ۲- تحلیل واریانس حجم آب آبیاری در تولید ذرت علوفه‌ای

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین سامانه‌ها	۲/۱۲×۱۰^{۷}	۲	۱/۰۶×۱۰^{۷}	۶/۴	۰/۶ درصد
درون سامانه‌ها	۳/۶۵×۱۰^{۷}	۲۲	۱/۶۶×۱۰^{۶}		
کل	۵/۷۷×۱۰^{۷}	۲۴			

میانگین حجم آب آبیاری تولید ذرت علوفه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد، مقایسه گردید. بر مبنای میانگین آب آبیاری، می‌توان سامانه-های آبیاری را به دو خوشه تقسیم نمود. در خوشه اول حجم آب آبیاری در روش تیپ (۳۷۹۹ مترمکعب در هکتار)، در خوشه دوم آب آبیاری در سامانه سطحی (۷۲۴۰ مترمکعب در هکتار) و سامانه بارانی (۶۶۵۹ مترمکعب در هکتار) قرار داشت.

بین کمترین و بیشترین مقدار آب آبیاری در مزارع ذرت در حدود ۷۰۰۰ مترمکعب اختلاف وجود داشت. در بین مناطق مورد مطالعه بیشترین حجم آب آبیاری در منطقه ساوجبلاغ (۱۰۶۷۰ مترمکعب در هکتار) و کمترین در منطقه پاکدشت (۳۱۲۰ مترمکعب در هکتار)

مشاهده گردید. در منطقه ساوجبلاغ دامنه تغییرات حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای نسبت به ۳ منطقه دیگر بزرگتر (بین ۴۴۷۸ تا ۱۰۶۷۰ مترمکعب در هکتار) بود. در منطقه اسلامشهر علی‌رغم اینکه کشاورزان از دو نوع روش آبیاری بارانی و سطحی استفاده کرده بودند، ولی در این منطقه نسبت به ۳ منطقه دیگر نوسان کمتری در مقدار آب آبیاری مزارع مشاهده گردید. تعداد دفعات آبیاری مزارع در بین روشهای مختلف آبیاری متفاوت بود بیشترین تعداد نوبت آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای (۲۱ نوبت آبیاری) مشاهده گردید. از مجموع ۲۵ مزرعه منتخب، در ۱۶ مزرعه روش آبیاری مورد استفاده از نوع سطحی بود. در این مزارع نیز تعداد دفعات آبیاری متفاوت و بین ۵ تا ۱۰ نوبت در نوسان بود.



شکل ۱ - میانگین حجم آب آبیاری مزارع ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری

حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در طول دوره رشد در مزارع منتخب متفاوت بود. میانگین میزان آب آبیاری در مزارع منتخب سه منطقه اسلامشهر، پاکدشت، شهرری و ساوجبلاغ به ترتیب برابر ۶۸۲۵، ۵۹۲۲، ۶۱۳۴ و ۸۱۲۶ مترمکعب در هکتار بود. همچنین متوسط حجم آب آبیاری در کل مزارع منتخب برابر ۶۸۰۰ مترمکعب در هکتار بود. مشاهده می‌شود در منطقه پاکدشت نسبت به سایر مناطق، ذرت علوفه‌ای میزان آب کمتری را مصرف نموده‌است این امر می تواند ناشی از تفاوت اقلیم و همچنین محدودیت بیشتر منابع آبی در منطقه مذکور باشد. بر اساس نتایج بدست آمده میانگین حجم آب آبیاری ذرت علوفه ای در استان تهران برابر ۶۳۲±۶۳۸۴ متر مکعب در هکتار و در استان البرز برابر ۸۲۳±۸۱۲۶ متر مکعب در هکتار بدست آمد. غالبی و همکاران (۱۳۹۵) حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در استان البرز در دو مزرعه جداگانه با کاربرد روش آبیاری سطحی به میزان ۱۰۲۰۸ و ۱۱۴۸۰ متر مکعب در هکتار گزارش نمودند. دلیل تفاوت یافته‌های این پژوهش با نتایج غالبی و همکاران (۱۳۹۵) می تواند ناشی از تفاوت در منبع تامین آبیاری، نوع واریته بکارفته، طبقه-بندی اقلیمی مزارع مختلف، نوع مدیریت آبیاری و ... باشد.

نیاز آبی ذرت علوفه‌ای

مقادیر تبخیر- تعرق گیاه ذرت (نیاز آبی خالص) به ازاء تاریخ کاشت و دوره رشدهای متفاوت ذرت علوفه‌ای در جدول۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که دو عامل موثر در میزان نیاز آبی گیاه ذرت علوفه‌ای تاریخ کاشت و طول دوره رشد گیاه هستند.

نتایج نشان داد با تاخیر در کاشت گیاه و کاهش طول دوره رشد مقادیر به دست آمده برای نیاز آبی گیاه کاهش یافتند. بیشترین مقادیر نیاز آبی گیاه در مزرعه واقع در روستای جهان‌آباد شهرستان شهرری به میزان ۶۶۲ میلی‌متر برآورد گردید. مزرعه مذکور دارای زودترین تاریخ کاشت (۲۴ خرداد ماه) در بین مزارع منتخب بود. میانگین نیاز آبی ذرت علوفه‌ای مزارع منتخب برابر ۵۴۵ میلیمتر حاصل گردید. مقدار تبخیر- تعرق (ETc) ذرت به دست آمده در مناطق مختلف به دلیل تفاوت در زمان کاشت و شرایط آب و هوایی متفاوت بود. در این خصوص میزان ETc ذرت برای مناطق نیمه‌خشک ترکیه با روش بارانی ۵۲۵ و ۵۷۴ میلیمتر (کاکر، ۲۰۰۴) و برای مناطق جنوب غرب ترکیه با آبیاری تیپ ۵۸۱ میلیمتر (یازار و همکاران، ۲۰۰۲) گزارش شده است. مقدار ETc ذرت در مناطق نیمه‌خشک چین ۵۷۲ میلیمتر (لی و همکاران، ۲۰۰۳) و ۴۲۴ میلیمتر (کانگ و همکاران، ۲۰۰۳) گزارش شده است. در ایران نیز قیصری و همکاران (۱۳۸۵) میزان ETc ذرت علوفه‌ای را برای یک دوره رشد ۹۰ روزه در سال ۱۳۸۳ به میزان ۶۹۵ میلیمتر گزارش کرده‌اند.

جدول ۳- مقادیر تبخیر تعرق مرجع (ETo) و نیاز آبی خالص ذرت علوفه‌ای (ETc) در طول دوره رشد

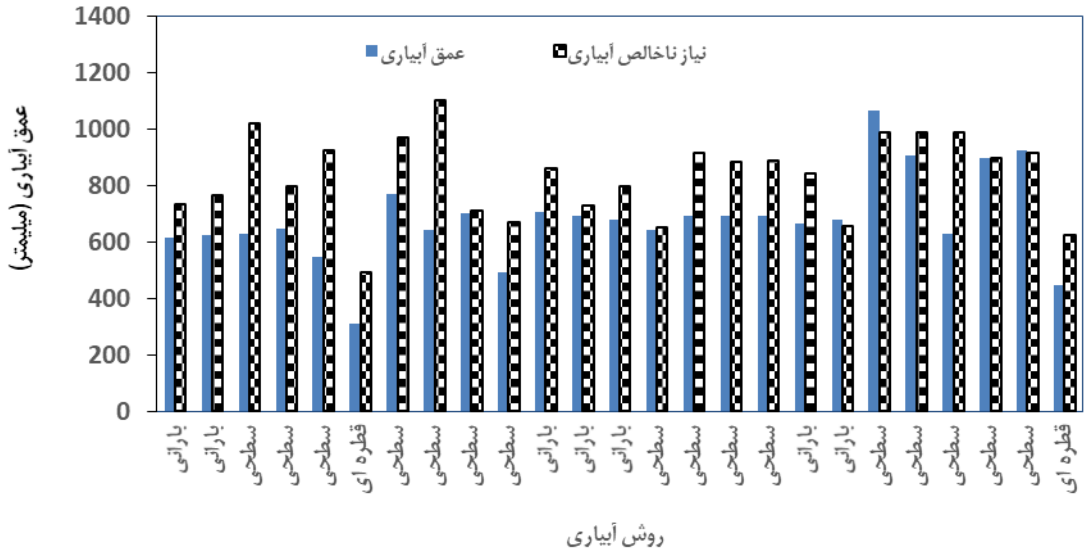
ردیف	منطقه	طول دوره رشد	نیاز آبی درطول دوره رشد بر اساس داده‌های هواشناسی(mm)	نیاز آبی بر اساس سند ملی آب کشور (برنامه OPTIWAT)(mm)
۱	اسلامشهر	۱۰۷ روز	۶۴۵/۴	۷۰۹
۲		۹۷ روز	۵۴۷/۸	۶۳۳
۳		۱۰۳ روز	۵۹۸/۷	۶۶۹
۴		۹۱ روز	۳۸۹/۹	۴۴۹
۵		۹۲ روز	۵۴۹/۳	۶۶۹
۶		۹۲ روز	۵۳۰/۳	۶۴۳
۷		۹۵ روز	۵۳۴/۳	۶۲۸
۸		۱۰۵ روز	۶۳۲/۲	۷۰۲
۹		۹۰ روز	۴۹۳/۳	۵۹۹
۱۰	پاکدشت	۱۱۲ روز	۵۴۹/۲	۶۲۹
۱۱		۱۱۳ روز	۵۷۵/۵	۶۵۵
۱۲		۱۱۳ روز	۶۱۱/۲	۶۹۷
۱۳		۸۶ روز	۴۷۹/۷	۶۶۰
۱۴		۹۰ روز	۵۵۵/۴	۷۵۱
۱۵		۹۶ روز	۴۴۲	۵۴۶
۱۶		۹۵ روز	۵۸۲	۷۵۹
۱۷	شهرری	۱۰۶روز	۶۶۲	۶۵۷
۱۸		۸۴ روز	۴۲۷	۴۵۷
۱۹		۸۵ روز	۴۰۲	۴۲۴
۲۰	ساوجبلاغ	۹۷ روز	۵۹۴/۲	۴۶۹
۲۱		۹۷ روز	۵۹۴/۲	۴۶۹
۲۲		۹۷ روز	۵۹۴/۲	۴۶۹
۲۳		۹۸ روز	۵۳۷/۴	۴۲۷
۲۴		۹۶ روز	۵۴۸/۳	۴۶۷
۲۵		۹۸ روز	۵۶۰/۷	۴۵۱

در شکل ۲ عمق آب داده‌شده به مزارع منتخب با نیاز ناخالص آبیاری ذرت موردمقایسه قرارگرفته است. براین اساس در تمامی مزارع ذرت مناطق پاکدشت و شهرری، کشاورزان گیاه را کمتر از نیاز واقعی آبیاری نمودند. متوسط درصد کم‌آبیاری اعمال‌شده در مزارع پاکدشت و شهرری به ترتیب ۲۷ و ۲۱ درصد بود. در منطقه اسلامشهر بجز در یک مزرعه که عمق آب داده‌شده توسط کشاورز اندکی بیشتر از نیاز ناخالص آبیاری محصول (۳ درصد) بود، در سایر مزارع، کشاورزان ذرت را بطور میانگین ۱۶ درصد کمتر از نیاز واقعی آبیاری نمودند. در منطقه ساوجبلاغ که کشاورزان در ۵ مزرعه از روش آبیاری سطحی استفاده کرده بودند، بجز یک مزرعه که کم‌آبیاری ۳۶ درصدی اعمال شد در ۴ مزرعه باقیمانده، عمق آب داده‌شده تقریبا برابر میزان نیاز آبیاری ناخالص محاسباتی بود. در منطقه مذکور یکی از کشاورزان با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای، ذرت را ۲۸ درصد کمتر از نیاز آبیاری ناخالص آبیاری نمود. بطور کلی نتایج نشان داد در مزارع ذرت منتخب دو استان تهران و البرز که از روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای استفاده کرده‌بودند بطور میانگین به‌ترتیب ۱۸، ۱۳ و ۳۲ درصد کمتر از نیاز ناخالص آبیاری گیاه، آب مصرف شد. (شکل ۲).

عملکرد ذرت علوفه‌ای

برای بررسی تغییرات عملکرد ذرت علوفه‌ای در سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای از تحلیل واریانس استفاده گردید (جدول ۴). تحلیل نشان داد تفاوت عملکرد محصول در سامانه‌های آبیاری در سطح احتمال مورد قبول معنی‌دار نبود (جدول ۴).

میانگین عملکرد محصول در سامانه تیپ ۶۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، در سامانه بارانی ۵۰۶۱۱ کیلوگرم در هکتار و در سامانه سطحی ۵۳۲۰۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳).

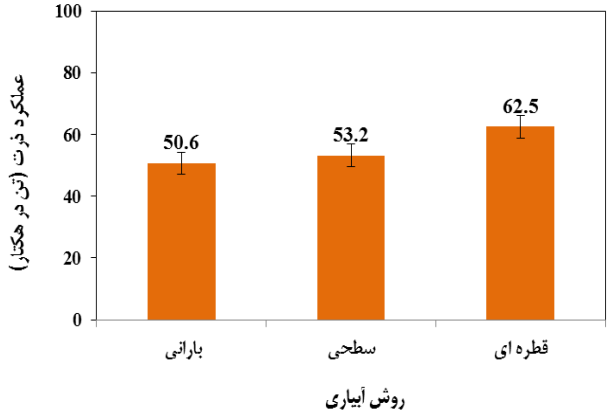


شکل ۲ – عمق آب داده‌شده و نیاز ناخالص آبیاری در مزارع ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری

جدول ٤- تحلیل واریانس عملکرد ذرت علوفه‌ای

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین سامانه‌ها	۲/۱۹×۱۰^{۸}	۲	۱/۱۰×۱۰^{۸}	۱/۲	۳۲ درصد
درون سامانه‌ها	۲/۰۱×۱۰^{۹}	۲۲	۹/۱۴×۱۰^{۷}		
کل	۲/۲۳×۱۰^{۹}	۲۴			

نتایج نشان داد که کاربرد روش آبیاری تاثیرات متفاوتی را بر میزان عملکرد ذرت در مزارع منتخب نداشت. به عنوان مثال کاربرد مناسب روش آبیاری بارانی به همراه مدیریت خوب کشاورز در روستای نصیرآباد شهرستان اسلامشهر سبب شد تا متوسط عملکرد ذرت در منطقه مذکور به میزان ۶۶ تن در هکتار حاصل گردد. در عین حال در همین منطقه، مدیریت نامناسب کشاورز به همراه طراحی و اجرای اشتباه روش آبیاری بارانی در مزارع منطقه احمدآباد مستوفی سبب شد تا عملکرد ذرت علوفه‌ای کمتر از ۳۴ تن در هکتار حاصل گردد. میانگین عملکرد در مزارعی که از دو روش آبیاری بارانی و سطحی استفاده کرده بودند، در منطقه اسلامشهر به ترتیب برابر ۵۱/۳ و ۵۲/۸ تن در هکتار و در منطقه پاکدشت به ترتیب برابر ۵۵/۴۹۵ تن در هکتار بود. در بین روش‌های آبیاری، بیشترین عملکرد به میزان ۶۲/۵ تن در هکتار با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای حاصل گردید. میانگین عملکرد ذرت در روش آبیاری سطحی در حدود ۵ درصد بیشتر از روش آبیاری بارانی بود.



شکل ۳ – میانگین عملکرد مزارع ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری

دامنه عملکرد ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب بین ۳۳/۵ تا ۶۸ تن در هکتار بود. در مناطق اسلامشهر و ساوجبلاغ دامنه تغییرات عملکرد محصول زیاد بود. در دو منطقه پاکدشت و شهرری نسبت به این دو منطقه تغییرات کمتری در میزان عملکرد ذرت مشاهده گردید. میانگین عمکرد ذرت در کل مزارع منتخب تقریبا برابر ۵۳/۲ تن در هکتار بود. در بین ۲۵ مزرعه منتخب ۴۴ درصد مزارع عملکرد بالاتر از این مقدار داشتند. در بین مناطق مورد مطالعه بالاترین میانگین عملکرد مربوطه به منطقه اسلامشهر بود. میانگین عملکرد ذرت علوفه‌ای در مناطق اسلامشهر، پاکدشت، شهرری و ساوجبلاغ به ترتیب به میزان ۵۱/۹، ۵۵، ۵۶/۸ و ۵۱/۳ تن در هکتار بود.

تحلیل تغییرات بهره‌وری آب

از تحلیل واریانس برای بررسی تغییرات بهره‌وری آب در تولید ذرت علوفه‌ای در سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای استفاده گردید (جدول ۵). تحلیل نشان داد تفاوت آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۵- تحلیل واریانس بهره‌وری آب در تولید ذرت علوفه‌ای

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین سامانه‌ها	۱۶۵/۸۹	۲	۸۲/۹۴	۱۸/۳	کمتر از یک درصد
درون سامانه‌ها	۹۹/۷۳	۲۲	۴/۵۳		
کل	۲۶۵/۶	۲۴			

میانگین بهره‌وری آب در تولید ذرت علوفه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد، مقایسه گردید. بر مبنای میانگین بهره‌وری آب، می‌توان سامانه‌های آبیاری را به دو خوشه تقسیم نمود. در خوشه اول بهره‌وری آب در تیپ (۱۷/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب)، در خوشه دوم بهره‌وری آب در سامانه سطحی (۷/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) و سامانه بارانی (۷/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) قرار داشت (شکل ۴).

میانگین بهره‌وری آب در مزارعی که دو روش آبیاری بارانی و سطحی استفاده کرده بودند، در منطقه اسلامشهر به ترتیب برابر ۷/۵ و ۷/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب و در منطقه پاکدشت به ترتیب برابر ۷/۹ و ۸/۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. در بین روش‌های آبیاری، بیشترین بهره‌وری آب به میزان ۲۰/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای حاصل گردید.

دامنه تغییرات میزان بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در مزارع منتخب بین ۴/۲۲ تا ۲۰/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود این دامنه وسیع مقادیر بهره‌وری آب در مناطق مورد مطالعه بیش از هر چیز دیگری بیانگر تاثیر قابل توجه نوع مدیریت زراعی و آبی بر میزان بهره‌وری آب در مزارع ذرت است. بیشترین میزان بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در منطقه پاکدشت و با کاربرد روش آبیاری تیپ حاصل گردید (۲۰/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب). همچنین کمترین میزان بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در منطقه ساوجبلاغ و با کاربرد روش آبیاری سطحی حاصل گردید (۴/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب). در منطقه شهرری نسبت به سه منطقه دیگر تغییرات کمتری در میزان بهره‌وری آب ذرت مشاهده گردید.

شکل ٤ - میانگین بهره‌وری آب مزارع ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری

میانگین بهره‌وری آب ذرت در کل مزارع منتخب برابر ۸/۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود. در بین ۲۵ مزرعه منتخب، ۴۰ درصد مزارع بهره‌وری آب بالاتر از این مقدار داشتند. در بین مناطق مورد مطالعه بالاترین میانگین بهره‌وری آب مربوطه به منطقه اسلامشهر بود. میانگین بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در مناطق اسلامشهر، پاکدشت، شهرری و ساوجبلاغ به‌ترتیب به میزان ۷/۶، ۸/۴، ۹/۴ و ۵/۶ کیلوگرم بر مترمکعب تن در هکتار بود (عدد ارائه شده برای میزان بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در مناطق پاکدشت و ساوجبلاغ بدون در نظر گرفتن میزان بهره‌وری آب حاصل از کاربرد روش آبیاری تیپ است).

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر اولین فرضیه این بود که مقدار آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در روش‌های مختلف آبیاری متفاوت است. نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر صحت فرضیه مذکور را تایید نمود چراکه بر اساس نتایج به دست آمده متوسط حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در سه روش آبیاری بارانی، سطحی و تیپ با یکدیگر متفاوت بود. میانگین حجم آب آبیاری در سه روش آبیاری تیپ ، بارانی و سطحی به‌ترتیب برابر ۳۷۹۹، ۶۶۵۹ و ۷۲۴۰ مترمکعب در هکتار بود. دومین فرضیه این بود که مقدار آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در مناطق مختلف کمتر از نیاز آبیاری ناخالص برآورد شده با استفاده از روش‌های محاسباتی است. نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر صحت فرضیه مذکور را برای ۷۲ درصد مزارع منتخب تایید نمود. در ۲۸ درصد مزارع باقیمانده، عمق آب داده‌شده تقریبا برابر نیاز آبیاری ناخالص محاسباتی بود. حجم آب آبیاری ذرت علوفه‌ای در چهار منطقه مورد مطالعه (اسلامشهر، پاکدشت و شهرری) با یکدیگر متفاوت بود. حجم آب آبیاری ذرت برای مناطق اسلامشهر، پاکدشت، شهرری و ساوجبلاغ به‌ترتیب برابر ۶۸۲۵، ۵۹۲۲، ۶۱۳۴ و ۸۱۲۶ مترمکعب در هکتار تعیین گردید. در این رابطه علاوه بر تاثیر اقلیم، پارامترهای دیگری از جمله مدیریت کشاورز، حجم منابع آب در دسترس و .. نقش داشتند.

منابع

اخوان، ک. شیری، م ر. و کاظمی آذر، ف. ۱۳۹۳. اثر میزان آب آبیاری قطره‌ای وآرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه ای. نشریه پژوهش آب در کشاورزی /ب/ ۲۸ (۱): ۱۰۵-۹۷.

افراسیاب، پ. دلبری، م. جعفری، ح. ۱۳۹۵. بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت در روش آبیاری قطره‌ای نواری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای در اسلام آباد غرب. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۷(۳): ۷۴۱-۷۳۱.

حقایقی، س. ا. و بهراملو، ر. ۱۳۸۹. مدیریت پایدار منابع آب زیر زمینی با نگرش مصرف بهینه آب کشاورزی در استان های خراسان رضوی و همدان (مطالعه موردی حوضه‌های آبریز نیشابور و اسد آباد). گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به شماره ثبت ۸۹/۹۹۵، ۱۲۳ صفحه.

حیدری، ن. ۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان درکشور. مجله مدیریت آب و آبیاری، ۱(۲): ۵۷-۴۳.

حیدری سورشجانی، س.، شایان‌نژاد، م.، نادری، م. و حقیقتی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای (رقم NS) و تعیین عمق بهینه آبیاری آن در شرایط کمبود آب. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۹(۷۳): ۱۳۷-۱۲۵.

سالمی، ح.، جهاد اکبر، م. ر. و نیکویی، ع. ر. ۱۳۹۲، ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و جویچه‌ای در مزارع چغندرقند، مجله چغندرقند، ۲۹(۲): ۱۸۸-۱۷۵.

عباسی، ف.، ناصری، ا.، نخجوانی مقدم، م.م.، سلامتی، ن.، جلینی، م.، خرمیان، م.، دهقانیان، س. ا.، افشین گمرکچی، ی.، اسلامی، ع.، اخوان، ک.، فرزام نیا، م.، باغانی، ج.، و اکبری، م.. ۱۳۹۷.. مقایسهٔ برخی شاخص های مدیریت مصرف آب در تولید ذرت علوفه‌ای در پایاب شبکه های آبیاری مدرن و سنتی .*تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی*،(۷۳) ۱۹: ۱۵۶-۱۴۳.

قیصری، م.، میرلطیفی، س. م.، همایی، م. و اسدی، م. ا. ۱۳۸۵. تعیین نیاز آبی ذرت علوفه‌ای و ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷(۳۶): ۱۴۲-۱۲۵.

کریمی، م.، اصفهانی، م.، بیگلوئی، م.، ربیعی، ب. و کافی قاسمی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲(۲): ۱۰۹-۹۱.

گلشن راد، ن. ۱۳۸۵. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (T-tape) دردو روش کاشت یک ردیفه ودو ردیفه با تراکم های مختلف در ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۰. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، ۱۴۸ ص.

غالبی، س.، شهابی‌فر، ج.، میرزایی بافتی، م.، گمرکچی، ا. و محمدی کیا، ر. ۱۳۹۵. بررسی و ارزیابی نقش مدیریت‌های مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح بهره‌برداران ذرت‌کار استان قزوین.

گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی شماره ۲۰۵۷ موسسه تحقیقات خاک و آب

نیکخواه، م.، رحیمیان، م. ح.، روستا، م. ج. و رزاقیان، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی راهکارهای مدیریتی افزایش شاخص کارآیی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور. نشریه آب و توسعه پایدار، ۱(۳): ۵۸-۵۳.

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture, 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Rome, Italy.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crop Research. 89:1-16.

Darusman, A. H., L. R. and Stone, W. E. Spurgeon, and F. R. Lamm, 1997. Water flux below the root zone vs. irrigation amount in drip-irrigated corn. Agronomy Journal. 89: 375–379.

FAO, 2022. The State of Food and Agriculture, Crop Statistics. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (Accessed 22 September 2022).

Hassanli, A.M., Ebrahimizadeh, M.A. and Beecham, S. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. Agricultural Water Management. 96(1): 93-99.

Kang, S., Gu, B., Du, T. and Zhang, J. 2003. Crop coefficient ana ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region. Agricultural Water Management. 59:239-254.

Keskin, B., Akdeniz, H., Temel, S. and Eren, B. 2018. Determination of feeding values of different grain corn (Zea mays L.) varieties. Ataturk Univ. J. Agric. Fac., 49 (1) (2018): 15-19.

Li, Y. L., Cui, J. Y., Zhang, T. H. and Zhao, H. L. 2003. Measurement of evapotranspiration of irrigated spring wheat and maize in a semi-arid region of north China. Agricultural Water Management. 61:1-12.

Nasseri, A., 2021. Long-term Water Productivity of Maize (Zea mays L.) From Limited Irrigation Conditions under Moderate Semi-arid Environment. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(3): .400-410.

Bahramloo, R. and Nasseri, A., 2019. Water use efficiency and water production function of corn under full and deficit irrigation in a cold semi-arid environment. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences. 29(2):213-224.

Nilahyane, A., Islam, M.A., Mesbah, A.O., Herbert, S. K. and Garcia, A. G. 2020. Growth, water productivity, nutritive value, and physiology responses of silage corn to water stress. Agronomy Journal. 112(3):1625-1635.

Norwood, C. A., 2000. Water use and yield of limited – irrigated and dryland corn. Soil Science. 64:365-370.

Payero, J., Tarkalson, D., Irmak, S., Davision, D. and Petersen, J. 2009. Effect of Timing of a Deficit-Irrigation Allocation on Corn Evapotranspiration, Yield, Water use efficiency and Dry mass. Agricultural Water Management. 96: 1387-1397.

Raes, D. 2012. The ETo calculator, evapotranspiration from a reference surface. Reference Manual. Version 3.2. FAO. FAO, via delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Shiferaw, B., Prasanna, B.M., Hellin, J. and Bänziger, M. 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Secur. 3 (3) (2011): 307-327.

Yazar, A., Sezen, S. and Gencel, B. 2002. Drip irrigation of corn in the southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. Irrig. Drain. 51:293-300.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 18, Apr.-May. 2024, p. 205-215

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۸، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۳، ص. ۲۱۵-۲۰۵

Water Management Indicators of Irrigation Systems in Forage Corn Production Case study: Agroclimatic Conditions of Tehran and Alborz Provinces

M.M. Nakhjavanimoghaddam[1]*, A. Nasseri [2], F. Abbassi[3]

Recived: Sep.19, 2023 Accepted: Jan.29, 2023

Abstract

This study was accomplished to investigate water management indicators of irrigation systems in forage corn production in Tehran and Alborz Provinces. Forage corn farms were monitored during the growing season in the cities of Eslamshahr, Pakdasht, Shahr-rey and Savojbolagh. Corn applied irrigation water was determined by recording the irrigation schedule and measuring the flow rates. The water requirement of forage corn was estimated by Penman-Monteith method and by applying plant coefficients. The yield and water productivity for forage corn farms were obtained at the maturity stage. Irrigation applied water was statistically different during the growth season for the farms. Irrigation water averaged 3799, 6659 and 7240 m^3 ha^{-1} for drip, sprinkler and surface irrigation systems, respectively. Results indicated that the farms with surface, sprinkler and drip irrigation consumed 18%, 13% and 32% less water than the gross irrigation requirement, respectively. The average volume of corn irrigation water in the four regions Islamshahr, Pakdasht, Shahrari and Savojbolagh was 6826, 5923, 6134 and 8126 m3/ha, respectively. Corn yield for sprinkler and surface irrigation systems averaged 51.3 and 52.8 t ha^{-1} for Eslamshahr and 49 and 55.5 t ha^{-1} for Pakdasht, respectively. The highest water productivity (20.83 kg m^{-3}) in Pakdasht obtained from drip irrigation.

Keywords: Irrigation, Drip, Forage corn, Sprinkler, Surface.

۱- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Associate Professor, Agricultual Engineering Research Depertment, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
3- Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: mehdin55@yahoo.com)