

بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)

و جوی پشته‌ای در وضعیت کشت یک ردیفه و دو ردیفه در ذرت دانه‌ای

جمال احمدآلی^{۱*} و معروف خلیلی^۲

چکیده

آب مهم‌ترین عامل محدودکننده کشاورزی است و استفاده بهینه از آن از اهمیت خاصی برخوردار است. به منظور بررسی کارایی مصرف آب در سیستم‌های آبیاری نشتی و میکرو (نوارهای آبیاری قطره‌ای تیپ) و بررسی کشت یک و دو ردیفه و تراکم در زراعت ذرت دانه‌ای رقم SC 704 آزمایشی در قالب طرح کرت‌های نواری خرد شده (strip split plot) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت سه سال (۱۳۸۴-۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دوآب به اجرا در آمد. فاکتور عمودی چهار تیمار آبیاری شامل سه سطح ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی با استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری نشتی و فاکتور افقی آرایش کاشت به صورت کشت یک و دو ردیفه و فاکتور فرعی تراکم شامل سه سطح ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ هزار بوته در هکتار بود. در این تحقیق تاثیر عوامل بر کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، بیوماس خشک و وزن هزار دانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای پروژه در سه سال متوالی نشان داد که در مورد تیمارهای آبیاری، کارایی مصرف آب در تیمارهای آبیاری قطره‌ای نواری در سطوح نیاز آبی ۸۰ و ۱۰۰ درصد دارای بیشترین مقدار بود و در تیمار آبیاری نشتی دارای کمترین مقدار بود ولی مقدار عملکرد در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری در سطح نیاز آبی ۱۲۰ درصد دارای بیشترین مقدار و در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری در سطح نیاز آبی ۸۰ درصد دارای کمترین مقدار بود. در مورد آرایش کاشت، مقادیر کارایی مصرف آب و عملکرد در آرایش کاشت دو ردیفه بیشتر از آرایش کاشت یک ردیفه بود. در مورد تراکم، کارایی مصرف آب و عملکرد در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار دارای بیشترین مقدار و در تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار دارای کمترین مقدار بود. در مورد اثرات متقابل روش آبیاری و تراکم، کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری در سطح نیاز آبی ۸۰ درصد و آرایش کاشت دو ردیفه و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار دارای بیشترین مقدار و در تیمار آبیاری نشتی دارای کمترین مقدار بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، تراکم، ذرت، کارایی مصرف آب، کشت دو ردیفه، میان‌دوآب

مقدمه

برای افزایش سطح زیر کشت این محصول است (افشار و همکاران ۱۳۸۶). سیستم آبیاری میکرو یکی از روش‌هایی است که علاوه بر حفظ یا افزایش عملکرد محصول، مقدار آب مصرفی را کاهش و کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهد. استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری برای محصولات زراعی در سال‌های اخیر مورد توجه می‌باشد و تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته است.

کوهی و همکاران (۱۳۸۴) تاثیر سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای نواری و تراکم بوته را بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در کشت یک و دو ردیفه مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که اعمال هر گونه تنش رطوبتی در مراحل نمو اندام‌های زایشی در ذرت باعث کاهش عملکرد می‌شود. همچنین بیشترین کارایی مصرف

آب مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی است. این حالی است که بخش کشاورزی بیش از ۹۰ درصد آب استحصال شده کشور را به خود اختصاص می‌دهد (باغانی و علیزاده ۱۳۷۹). یکی از عوامل مهم عدم توسعه کشت ذرت در ایران پایین بودن بازدهی آبیاری با روش‌های آبیاری مرسوم است و در نتیجه کمبود منابع آب

۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

* - نویسنده مسئول: (Email: jamal_ahmadaali@yahoo.com)

۲- مربی پژوهشی علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

مکعب و برای عملکرد قند خالص به ترتیب برابر با ۱/۴۰، ۱/۴۲، ۱/۰۲ و ۱/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب بود. تحقیقات انجام شده نشان داده که استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری در کشت چغندر قند با تامین نیاز آبی کامل گیاه، در مقایسه با آبیاری نشتی باعث کاهش ۳۷ تا ۶۰ درصد در مصرف آب می‌شود (صدر قاین و همکاران، ۱۳۸۶). کریم‌زاده (۱۳۸۱) در تحقیقی گزارش کرد که کارایی مصرف آب برای عملکرد غده چغندر قند در روش آبیاری قطره‌ای نواری برابر ۱۰/۶ و در روش آبیاری شیاری برابر ۴/۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب بود. نتایج تحقیقات باغانی و خوشبزم (۱۳۸۶) نشان داد که با تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای نواری، کارایی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای ۱۱۶٪ افزایش یافت و زراعت‌های گوجه فرنگی، چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب با ۹۸٪، ۹۲٪ و ۸۳٪ در مراحل بعدی قرار گرفتند. نتایج تحقیقات افشار و مهرآبادی (۱۳۸۴) نشان داد که کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری به میزان ۳۶ درصد نسبت به روش آبیاری شیاری در پنبه بیشتر بود. (1980) Csizinszky تأثیر دو روش آبیاری تراوا و قطره‌ای را بر عملکرد ذرت بررسی و گزارش کرد که آب مصرفی و عملکرد محصول در هر دو روش به ترتیب معادل ۹۷۸ و ۳۵۵ میلی‌متر و ۱۰/۶۸ و ۱۲/۱۴ تن در هکتار بود. (1974) Brosz and Wiersma در اوکلاهامای آمریکا سه روش آبیاری بارانی، قطره‌ای و زیر سطحی را در کشت ذرت بررسی نمودند و گزارش کردند که در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی با کاهش بیست درصد آب مصرفی، عملکرد محصول ۵ و ۱۵ درصد افزایش داشته است. (1995) Lamm et al. در کانزاس آمریکا طی سال‌های ۱۹۸۹ الی ۱۹۹۱ با مطالعه آب مورد نیاز آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مزرعه‌ای با خاک سیلتی - لومی در کشت ذرت گزارش کردند که با کاهش ۲۵ درصدی آب مورد نیاز گیاه عملکرد در مقدار حداکثر خود به میزان ۱۲/۵ تن در هکتار باقی می‌ماند. Abu- (1994) Awwad در جوردن والی در مزرعه‌ای با خاک رس و روش آبیاری قطره‌ای و بارانی را در چهار سطح آبیاری ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ برابر تبخیر از تشتک کلاس A مورد مقایسه قرار داد. در تیمارهای بدون محدودیت آب عملکرد در هر دو روش مشابه بود، ولی در تیمارهای با محدودیت آب عملکرد آبیاری قطره‌ای بیشتر گزارش شد. کارایی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای (۳۶۶ میلی‌متر) نسبت به آبیاری بارانی (۴۱۰ میلی‌متر) بیشتر بود.

هدف از انجام این مطالعه بررسی کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در نیازهای آبی مختلف و نشتی در کشت یک و دو ردیفه ذرت دانه‌ای در تراکم‌های متفاوت بود.

آب مربوط به تیمار: تراکم کشت ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار و سطح آبیاری ET ۱۲۵٪ و آرایش کشت دو ردیفه با مقدار ۱/۴۶ کیلوگرم در متر مکعب بود. نتایج تحقیقات طرفی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که مقدار کارایی مصرف آب محصول کاهو از ۲/۷ در روش آبیاری سطحی به ۷/۳ کیلوگرم بر متر مکعب در روش آبیاری قطره‌ای نواری رسید. آذری و همکاران (۱۳۸۵) تاثیر سطوح مختلف نیاز آبی گیاه ذرت را در روش آبیاری قطره‌ای نواری بررسی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مقادیر کارایی مصرف آب برای تیمارهای ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی به ترتیب برابر ۱/۶، ۱/۴ و ۱/۳ کیلوگرم دانه ذرت به ازای مصرف هر متر مکعب آب بود. کوهی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی اثر ۴ تیمار آبیاری شامل شاهد (برابر نیاز آبی خالص گیاه)، مکش در ۱/۲FC، ۱/۵FC و ۱/۸FC در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری را روی ذرت بررسی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که کارایی مصرف آب به ترتیب برابر ۰/۹۵، ۰/۸۸، ۰/۶۵ و ۰/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود. افشار و همکاران (۱۳۸۶) اثر تیمارهای آبیاری زیرسطحی در سه سطح (شامل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی کامل) و تیمارهای تراکم بوته در سه تراکم (شامل ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار) و دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه را بر روی ذرت دانه‌ای رقم ۷۰۰ در منطقه مشهد بررسی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که بیشترین میزان کارایی مصرف آب برابر ۰/۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و تراکم ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار با روش کاشت دو ردیفه، و کمترین آن به میزان ۰/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۵۰ درصد آبیاری بدست آمد. حامدی و جعفری (۱۳۸۴) اثرات روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و سطحی و چهار سطوح نیاز آبی ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد را بر روی ذرت مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب برای اثرات متقابل روش آبیاری و نیاز آبی در سطح احتمال ۱ درصد برابر ۱/۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب و متعلق به روش آبیاری قطره‌ای نواری و نیاز آبی ۸۰ درصد بود. قدمی فیروزآبادی و میرزایی (۱۳۸۵) اثر سه سطح نیاز آبی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در روش آبیاری قطره‌ای نواری را بر روی چغندر قند بررسی کردند. نتایج نشان داد که بالاترین و کمترین میزان کارایی مصرف آب در تولید شکر خالص به ترتیب مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی به میزان ۸۲۳ و تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به میزان ۶۲۳ گرم بر متر مکعب بود. بادبزن چی و برومند نسب (۱۳۸۶) اثر سطوح آبیاری به میزان ۱۰۰، ۹۰، ۷۰ و ۵۰ درصد تبخیر از تشتک را در روش آبیاری قطره‌ای نواری روی چغندر قند بررسی کردند. نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب برای غده به ترتیب برابر با ۸/۸۱، ۹/۰۲، ۶/۴۸ و ۹/۱۳ کیلوگرم بر متر

مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت ۳ سال (۱۳۸۴-۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دواب به منظور بررسی کارایی مصرف آب در سیستم‌های آبیاری نشتی و آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و بررسی کشت یک و دو ردیفه و تراکم در زراعت ذرت دانه‌ای رقم SC 704 در قالب طرح کرت‌های نواری خرد شده (strip split plot) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. در کرت‌های عمودی چهار تیمار آبیاری شامل سه سطح ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی با استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری نشتی و در کرت‌های افقی آرایش کاشت به صورت کشت یک و دو ردیفه در فاصله جوی و پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری و تراکم در سه سطح ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ هزار بوته در هکتار به صورت اسپلیت پلات قرار گرفتند (فاصله بوته‌ها بر روی ردیف‌ها برای هر کدام از تراکم‌های فوق به ترتیب برای کشت یک و دو ردیفه برابر (۱۷/۷، ۳۵/۵، ۱۴/۸، ۲۹/۶) و (۱۲/۷، ۲۵/۴) سانتی‌متر بود. از ترکیب سطوح مختلف تیمارها ۲۴ تیمار به دست آمد و در کل آزمایش ۷۲ کرت آزمایش با ابعاد ۶×۱۲ متر مربع ایجاد گردید. بدین منظور قطعه زمینی با ابعاد ۵۰×۱۳۰ متر انتخاب پس از عملیات تهیه زمین سه نمونه خاک مرکب جهت تعیین توصیه کودی تهیه گردید. مقدار کوددهی به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در دو نوبت (۱۵۰ کیلوگرم در هنگام کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در زمان ۷ برگی شدن) و مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات تریپل در هنگام کاشت به زمین آزمایش داده شد.

عملیات کاشت به منظور اعمال تیمارهای مورد نظر به صورت دستی در اواخر اردیبهشت ماه هر سال انجام گردید. قبل از آبیاری اول با استفاده از مته از عمق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری سه نمونه خاک تهیه شد که جهت تعیین بافت، EC، pH و SAR به آزمایشگاه ارسال گردید. اعمال تیمارهای سطوح آبیاری در آبیاری میکرو پس از چهار برگه شدن (حدود یک ماه پس از کاشت) انجام شد و نیاز آبی با استفاده از روش تشتک تبخیر و اعمال ضرایب گیاهی در طول دوره رشد تعیین گردید. سپس با فرض راندمان ۹۰ درصد، نیاز آبیاری تعیین گردید. عمق‌های آبیاری ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبیاری محاسبه و با توجه به سیستم آبیاری Tape (سطح سایه انداز) در هر پلات آزمایش توسط کنتور اعمال شد که محاسبات آن به صورت زیر می‌باشد:

$$ET_c = E_p \times K_p \times K_c$$

$$E_t = ET_c \times (0.1 \times P_c^{0.5})$$

$$d_n = E_t / 0.9$$

$$V = d_n \times A / 1000$$

که در روابط فوق

ETc = تبخیر و تعرق گیاه ذرت (بر حسب میلی‌متر در روز)،
Ep = تبخیر از تشت کلاس A (بر حسب میلی‌متر در روز)،
Kp = ضریب تشت، Kc = ضریب گیاهی ذرت، Et = نیاز آبی یا
تعرق روزانه (بر حسب میلی‌متر در روز)، Pc = سطح سایه‌انداز (بر
حسب درصد)، dn = عمق ناخالص آبی که در هر دور آبیاری (با توجه
به راندمان ۹۰ درصد آبیاری قطره‌ای) بایستی به گیاه داده شود (بر
حسب میلی‌متر)، V = حجم آبی که بایستی به تیمار مورد نظر داده
شود (بر حسب متر مکعب)، A = مساحت کرت (بر حسب متر مربع).

در آبیاری سطحی طول ۱۳۰ متر به صورت پیوسته آبیاری شد. بدین منظور پارامترهای شماره منحنی نفوذ در روش SCS، شیب زمین (که در این آزمایش به طور متوسط برابر $10^{-3} \times 1/99$ متر در متر یا حدود ۰/۲ درصد بود) و مناسب‌ترین دبی ورودی تعیین شد. سپس با اندازه‌گیری زمان پیشروی در طول ۱۳۰ متر در هر آبیاری زمان قطع آبیاری با توجه به عمق آبیاری با استفاده از روش SCS تعیین گردید. مقدار آب مصرفی در روش‌های موجود از ابتدای فصل کشت اندازه‌گیری شد. در مرحله ۶-۴ برگی عملیات داشت شامل کلتیواتور تیغه‌ای، کود سرک و کلتیواتور بیلچه‌ای در روش آبیاری سطحی (کلتیواتور بیلچه‌ای به ویژه در کشت دو ردیفه باعث خاکریزی پای بوته‌ها می‌شود) و در آبیاری میکرو کود سرک به صورت کود آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش انجام گردید. حدود یک ماه پس از کاشت، تنک و وجین آزمایش به صورت دستی انجام گرفت. پس از رسیدن محصول در نیمه اول مهر هر سال در هر پلات از دو خط وسط یک نمونه ۶ متر مربعی (۴×۱/۵) اخذ شده، عملکرد، وزن هزار دانه، وزن کل بیوماس خشک، تعداد بوته و تعداد بلال اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Mstac و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که اثر سال بر روی کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، بیوماس خشک و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. اثر فاکتور اصلی (روش آبیاری) بر روی کارایی مصرف آب، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است ولی بر روی بیوماس خشک تاثیری نداشت. اثر سال در روش آبیاری فقط برای وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر آرایش کاشت بر روی کارایی

صفات مختلف (جدول ۲) نشان داد که مقادیر کارایی مصرف آب و عملکرد در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقادیر به ترتیب برابر با ۱/۷۳ کیلوگرم بر متر مکعب و ۱۵/۴۳ تن در هکتار بودند. مقدار بیوماس خشک در تراکم ۱۰۵۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقدار برابر ۲۸/۰۲ تن در هکتار بود. وزن هزار دانه در تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقدار برابر ۲۸۹/۶ گرم بود.

مقایسات میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و تراکم بر روی صفات مختلف (جدول ۳) نشان داد که کارایی مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای نواری و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقدار برابر ۲/۰۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود. مقایسات میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و آرایش کاشت و تراکم بر روی صفات مختلف (جدول ۴) نشان داد که کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری با نیاز آبی ۸۰ درصد و آرایش کاشت دو ردیفه و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقدار برابر با ۲/۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود. کمترین مقدار کارایی مصرف آب به تیمار آبیاری نشتی اختصاص داشت. بیوماس خشک در روش آبیاری قطره‌ای نواری با نیاز آبی ۱۰۰ درصد و آرایش کاشت یک ردیفه و تراکم ۱۰۵۰۰۰ بوته در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفته و دارای بیشترین مقدار برابر با ۳۰/۶۹ تن در هکتار بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و در راستای مصرف بهینه آب کشاورزی می‌توان نکات زیر را مورد توجه قرار داد.
- جهت افزایش کارایی مصرف آب و استفاده بهینه از آن توصیه می‌شود که از روش آبیاری قطره‌ای نواری در سطح نیاز آبی ۸۰ درصد استفاده شود.
- از آرایش کاشت دو ردیفه استفاده شود.
- از تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار جهت کاشت ذرت استفاده شود.

مصرف آب و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر فاکتور تراکم بر روی کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، بیوماس خشک و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر سال در تراکم فقط بر روی بیوماس خشک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر روش آبیاری در تراکم فقط بر روی کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر سال در روش آبیاری در تراکم فقط بر روی کارایی مصرف آب و عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر روش آبیاری در آرایش کاشت در تراکم بر روی کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱ درصد و بر روی بیوماس خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر سال در روش آبیاری در آرایش کاشت در تراکم بر روی کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱ درصد و بر روی عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

برای مقایسات میانگین‌ها از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

مقایسات میانگین اثر روش آبیاری بر روی صفات مختلف (جدول ۲) نشان داد که مقدار کارایی مصرف آب در تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای نواری در یک کلاس مشترک قرار گرفته و با مقادیر ۱/۹۴ و ۱/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب دارای بیشترین مقدار بودند. کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری نشتی در یک کلاس متفاوت از دیگر تیمارها و دارای کمترین مقدار برابر ۱/۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب بود. مقدار عملکرد در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای نواری با بیشترین مقدار برابر ۱۶/۴۳ تن در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفت. مقدار عملکرد در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای نواری با کمترین مقدار برابر ۱۲/۹۸ تن در هکتار در یک کلاس مجزا قرار گرفت. وزن هزار دانه در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای نواری با کمترین مقدار برابر ۲۴۶/۳ گرم در یک کلاس مجزا از دیگر تیمارها قرار گرفت. مقایسات میانگین اثر آرایش کاشت بر روی صفات مختلف (جدول ۲) نشان داد که مقادیر کارایی مصرف آب و عملکرد در آرایش کاشت دو ردیفه بیشتر از آرایش کاشت یک ردیفه بوده و در یک کلاس متفاوت قرار گرفتند. مقایسات میانگین اثر تراکم بر روی

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در سه سال اجرای آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی مصرف آب	عملکرد	بیوماس خشک	وزن هزار دانه
سال	۲	۴/۲۸۸**	۳۹۴/۱۵۸**	۲۲۸۹/۳۹۰**	۲۰۵۲۹/۷۵۲**
اثر سال و تکرار	۶	۰/۴۲۸	۲۹/۰۸۳	۸۵/۵۳۳	۱۰۶۶۱/۰۵۲*
روش آبیاری	۳	۸/۳۱۶**	۱۲۹/۳۰۵**	۳۳/۹۸۴	۲۴۶۹۴/۱۳۰**
اثر سال در روش آبیاری	۶	۰/۲۶۰	۲۲/۵۲۴	۱۰۵/۶۷۲	۱۹۲۶۰/۱۱۳**
خطا	۱۸	۰/۲۰۸	۱۷/۷۴۸	۴۹/۸۵۵	۲۹۴۵/۱۸۴
آرایش کاشت	۱	۰/۲۹۰*	۱۹/۸۸۰*	۰/۱۲۰	۱۴۵۲/۵۲۶
اثر سال در آرایش کاشت	۲	۰/۰۹۸	۷/۰۹۵	۱۵/۱۲۵	۳۵۸/۷۸۱
خطا	۶	۰/۰۳۷	۱/۷۴۳	۱۲/۷۶۵	۳۱۲/۲۵۶
روش آبیاری*آرایش کاشت	۳	۰/۰۲۴	۰/۹۰۰	۳/۸۲۳	۵۰۸/۳۳۵
اثر سال در روش آبیاری*آرایش کاشت	۶	۰/۰۱۲	۰/۷۸۴	۸/۰۴۶	۳۰۰/۱۹۹
خطا	۱۸	۰/۰۷۸	۴/۸۶۳	۲۰/۵۰۵	۵۲۹/۶۰۸
تراکم	۲	۰/۳۲۰**	۲۳/۴۹۴**	۴۴۰/۰۰۹**	۸۹۴/۱۶۳۵**
اثر سال در تراکم	۴	۰/۰۳۸	۲/۸۱۷	۶۶/۸۲۷**	۹۴۲/۳۱۵
روش آبیاری*تراکم	۶	۰/۰۴۲*	۱/۹۶۴	۵/۶۵۳	۴۵۲/۸۲۹
اثر سال در روش آبیاری*تراکم	۱۲	۰/۰۳۷*	۲/۵۹۶	۵/۵۲۵	۵۰۵/۹۱۰
آرایش کاشت*تراکم	۲	۰/۰۳۰	۲/۶۲۲	۲۲/۱۶۲	۱۹۵/۰۰۵
اثر سال در آرایش کاشت*تراکم	۴	۰/۰۶۲*	۵/۰۰۹*	۱۸/۲۳۸	۱۹۴/۸۶۱
روش آبیاری*آرایش کاشت*تراکم	۶	۰/۰۵۷**	۳/۸۸۰	۳۳/۲۸۰*	۷۲۸/۲۴۴
اثر سال در روش آبیاری*آرایش کاشت*تراکم	۱۲	۰/۰۵۷**	۳/۹۷۵*	۷/۸۴۸	۴۲۹/۴۸۰
خطا	۹۶	۰/۰۱۸	۱/۷۹۳	۱۴/۰۰۰	۷۲۹/۸۸۴
ضریب تغییرات	-	۸/۱۳	۹/۰۱	۱۴/۵۰	۹/۷۱

**، *، به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین روش آبیاری (فاکتور عمودی)، آرایش کاشت (فاکتور افقی) و تراکم (فاکتور فرعی) برای صفات مختلف در سه سال

آزمایش				
تیمار	کارایی مصرف آب (kg/m ³)	عملکرد (ton/ha)	بیوماس خشک (ton/ha)	وزن هزار دانه (gr)
I ₁ (آبیاری قطره‌ای نواری، ۸۰ درصد نیاز آبی)	۱/۹۴ a	۱۲/۹۸ c	۲۴/۷۸ a	۲۴۶/۳ b
I ₂ (آبیاری قطره‌ای نواری، ۱۰۰ درصد نیاز آبی)	۱/۹۳ a	۱۵/۷۷ ab	۲۶/۷۰ a	۲۸۶/۱ a
I ₃ (آبیاری قطره‌ای نواری، ۱۲۰ درصد نیاز آبی)	۱/۶۹ b	۱۶/۴۳ a	۲۶/۰۰ a	۲۹۰/۱ a
I ₄ (آبیاری نشتی)	۱/۱۰ c	۱۴/۲۸ bc	۲۵/۷۵ a	۲۹۰/۵ a
R ₁ (کاشت یک ردیفه)	۱/۶۳ b	۱۴/۵۶ b	۲۵/۸۳ a	۲۷۵/۷ a
R ₂ (کاشت دو ردیفه)	۱/۷۰ a	۱۵/۱۷ a	۲۵/۷۸ a	۲۸۰/۹ a
D ₁ (تراکم ۷۵۰۰ بوته در هکتار)	۱/۶۰ c	۱۴/۲۹ c	۲۳/۱۴ c	۲۸۹/۶ a
D ₂ (تراکم ۹۰۰۰ بوته در هکتار)	۱/۷۳ a	۱۵/۴۳ a	۲۶/۲۶ b	۲۷۷/۷ b
D ₃ (تراکم ۱۰۵۰۰ بوته در هکتار)	۱/۶۷ b	۱۴/۸۸ b	۲۸/۰۲ a	۲۶۷/۴ c

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

(جدول ۳) - مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری* تراکم برای صفات مختلف در سه سال آزمایش

تیمار	کارایی مصرف آب (kg/m ³)	عملکرد (ton/ha)	بیوماس خشک (ton/ha)	وزن هزار دانه (gr)
I ₁ D ₁	۱/۸۱c	۱۲/۱۱a	۲۱/۹۷a	۲۵۹/۶a
I ₁ D ₂	۲/۰۷a	۱۳/۸۳a	۲۵/۴۱a	۲۴۵/۹a
I ₁ D ₃	۱/۹۵b	۱۲/۹۹a	۲۶/۹۷a	۲۳۳/۵a
I ₂ D ₁	۱/۸۵c	۱۵/۱۱a	۲۳/۴۶a	۲۹۶/۸a
I ₂ D ₂	۱/۹۸ab	۱۶/۲۵a	۲۶/۹۲a	۲۸۰/۹a
I ₂ D ₃	۱/۹۵b	۱۵/۹۶a	۲۹/۷۱a	۲۸۰/۶a
I ₃ D ₁	۱/۶۸d	۱۶/۳۱a	۲۳/۵۴a	۳۰۵/۴a
I ₃ D ₂	۱/۷۱d	۱۶/۵۹a	۲۶/۳۵a	۲۹۱/۶a
I ₃ D ₃	۱/۶۹d	۱۶/۴۰a	۲۸/۱۲a	۲۷۳/۴a
I ₄ D ₁	۱/۰۵f	۱۳/۶۱a	۲۳/۵۸a	۲۹۶/a
I ₄ D ₂	۱/۱۶e	۱۵/۰۶a	۲۶/۳۴a	۲۹۲/a
I ₄ D ₃	۱/۰۹ef	۱۴/۱۸a	۲۷/۲۸a	۲۸۲/a

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

(جدول ۴) - مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری* آرایش کاشت* تراکم برای صفات مختلف در سه سال آزمایش

تیمار	کارایی مصرف آب (kg/m ³)	عملکرد (ton/ha)	بیوماس خشک (ton/ha)	وزن هزار دانه (gr)
I ₁ R ₁ D ₁	۱/۸۰ def	۱۲/۰۰ a	۲۱/۴۳ hi	۲۵۱/۶ a
I ₁ R ₁ D ₂	۲/۰۰ b	۱۳/۳۳ a	۲۵/۹۲ bcdefg	۲۴۴/۰ a
I ₁ R ₁ D ₃	۱/۸۴ cde	۱۲/۲۹ a	۲۶/۶۳ abcdef	۲۳۲/۱ a
I ₁ R ₂ D ₁	۱/۸۳ cde	۱۲/۲۲ a	۲۲/۵۰ fghi	۲۶۷/۷ a
I ₁ R ₂ D ₂	۲/۱۵ a	۱۴/۳۲ a	۲۴/۸۹ cdefghi	۲۴۷/۸ a
I ₁ R ₂ D ₃	۲/۰۵ ab	۱۳/۷۰ a	۲۷/۳۰ abcd	۲۳۴/۸ a
I ₂ R ₁ D ₁	۱/۷۳ efg	۱۴/۱۶ a	۲۱/۱۶ i	۲۹۱/۴ a
I ₂ R ₁ D ₂	۲/۰۵ ab	۱۶/۸۱ a	۲۸/۵۶ abc	۲۸۳/۰ a
I ₂ R ₁ D ₃	۱/۹۲ bcd	۱۵/۷۶ a	۳۰/۶۹ a	۲۸۵/۹ a
I ₂ R ₂ D ₁	۱/۹۶ bc	۱۶/۰۷ a	۲۵/۷۷ bcdefg	۳۰۲/۱ a
I ₂ R ₂ D ₂	۱/۹۲ bcd	۱۵/۶۸ a	۲۵/۲۸ bcdefgh	۲۷۸/۸ a
I ₂ R ₂ D ₃	۱/۹۷ bc	۱۶/۱۶ a	۲۸/۷۳ abc	۲۷۵/۴ a
I ₃ R ₁ D ₁	۱/۶۷ fg	۱۶/۲۳ a	۲۵/۰۴ bcdefghi	۲۹۹/۰ a
I ₃ R ₁ D ₂	۱/۶۶ fg	۱۶/۱۵ a	۲۷/۰۷ abcde	۲۹۲/۵ a
I ₃ R ₁ D ₃	۱/۶۲ g	۱۵/۷۴ a	۲۶/۹۷ abcde	۲۷۶/۰ a
I ₃ R ₂ D ₁	۱/۶۹ fg	۱۶/۳۹ a	۲۲/۰۳ ghi	۳۱۱/۹ a
I ₃ R ₂ D ₂	۱/۷۶ efg	۱۷/۰۳ a	۲۵/۶۳ bcdefg	۲۹۰/۷ a
I ₃ R ₂ D ₃	۱/۷۶ efg	۱۷/۰۶ a	۲۹/۲۷ ab	۲۷۰/۸ a
I ₄ R ₁ D ₁	۱/۰۵ h	۱۳/۵۴ a	۲۳/۰۳ efghi	۲۹۸/۷ a
I ₄ R ₁ D ₂	۱/۱۵ h	۱۴/۹۷ a	۲۶/۰۰ bcdefg	۲۸۶/۰ a
I ₄ R ₁ D ₃	۱/۰۶ h	۱۳/۷۷ a	۲۷/۴۶ abcd	۲۶۷/۹ a
I ₄ R ₂ D ₁	۱/۰۶ h	۱۳/۶۷ a	۲۴/۱۳ defghi	۲۹۴/۸ a
I ₄ R ₂ D ₂	۱/۱۷ h	۱۵/۱۴ a	۲۶/۷۶ abcde	۲۹۹/۲ a
I ₄ R ₂ D ₃	۱/۱۳ h	۱۴/۶۰ a	۲۷/۱۰ abcde	۲۹۶/۳ a

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

مراجع

طرفی، ک.، ع. ر. کیهانی و ع. شهیدی. (۱۳۸۵)، تجربه استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (Tape) در اراضی کشاورزی پشمینه‌زار اندیمشک. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب. ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت ماه ۱۳۸۵.

قدیمی فیروزآبادی، ع. و م. ر. میرزایی. (۱۳۸۵)، بررسی تاثیر آبیاری قطره‌ای (Tape) بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقدند. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۱: ۶-۱۱.

کریم‌زاده، م. (۱۳۸۱)، تاثیر سیستم‌های آبیاری بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی چغندرقدند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۱۵ صفحه.

کوهی، ن.، ا. علیزاده، ش. اشرفی و ا. نجفی. (۱۳۸۴)، تاثیر سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای (tape) و تراکم بوته بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در کشت یک و دو ردیفه. مجله پژوهشنامه علوم کشاورزی. ۱(۶): ۴۹-۵۸.

کوهی، ن.، م. فرزادام‌نیا و ش. اشرفی. (۱۳۸۶)، ارزیابی سطوح مختلف آبیاری با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) و بیلان رطوبتی خاک بر روی عملکرد ذرت دانه‌ای در کرمان. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار. صفحات: ۵۳۱-۵۳۹.

Abu-Awwad, A. (1994), Irrigation method and water quantity effects on sweet corn. *Journal of agronomy and crop science*, 173(3-4)271-278.

Brosz, D. D., and Wiersma, J. L. (1974), Comparing trickle, subsurface and sprinkler irrigation systems. Presented at annual meeting of the ASAE, June 23-26, paper No: 74-2045.

Csizinszky, A. A. (1980), Yield and water use of vegetable crops with seepage and drip irrigation systems. *Florida Scientist*, 43(4)285-295.

Lamm, F., Manges, H. B., Stonc, L. R., Khan, A., and Rogers D. (1995), Water requirement of subsurface drip irrigated corn in Kansas. *ASAE*, 38(2)441-448.

آذری، آ.، س. برومند نسب و م. بهزاد. (۱۳۸۵)، بررسی عملکرد گیاه ذرت در روش آبیاری قطره‌ای نواری (T-Tape). همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب. ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت ماه ۱۳۸۵.

افشار، ه. و ح. ر. مهرآبادی. (۱۳۸۴)، کارایی مصرف آب در زراعت پنبه در روش آبیاری میکرو. گزارش نهایی شماره: ۸۶/۱۳۸۸ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

افشار، ه.، ش. اشرفی، و ه. حسن زاده مقدم. (۱۳۸۶)، کاربرد آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و سطوح مختلف آبیاری در زراعت ذرت دانه‌ای رقم کرج ۷۰۰ در منطقه مشهد. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار. صفحات: ۲۸۳-۲۹۳.

بادبزن چی، م. و س. برومند نسب. (۱۳۸۶)، ارزیابی سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد و اجزا عملکرد چغندرقدند در روش آبیاری قطره‌ای نواری. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. ۱۶ الی ۱۹ بهمن ماه. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

باغانی، ج. و ا. علیزاده. (۱۳۷۹)، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای و شیاری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۱۸.

باغانی، ج. و ر. خوشبزم. (۱۳۸۶)، بررسی تولید و کارایی مصرف آب آبیاری در محصولات زراعی چغندرقدند، سیب زمینی، گوجه فرنگی و ذرت علوفه‌ای در روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی. گزارش نهایی شماره: ۸۶/۱۳۶۶ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

حامدی، ف. و ح. جعفری. (۱۳۸۴)، مقایسه سیستم آبیاری قطره‌ای نواری و سطحی از طریق سطوح مختلف نیاز آبی بر عملکرد ذرت. نهمین کنگره علوم خاک ایران.

صدر قاین، س. ح.، ق. زارعی و م. اکبری. (۱۳۸۶)، راهکارهای کاربردی توسعه سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) در زراعت چغندرقدند. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار. صفحات: ۲۶۷-۲۸۲.

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۱۳

Study on yield and water use efficiency of drip tape and furrow irrigation systems in single and two-row planting systems of grain corn

J. Ahmadaali^{1*} and M. Khalili²

Abstract

Water is the most important agricultural constraints and its optimum use is of great importance. An experiment was performed at the Miyandoab Agricultural Research and Natural Resources Station to study water use efficiency (WUE) of furrow and micro irrigation systems (strips of drip tape irrigation) and single and two-row planting systems of grain corn SC 704. The experimental design was randomized complete blocks arranged in Strip Split Plots with three replications for three years (2005-2007). Irrigation treatments were placed in vertical plots and planting array of different densities were placed in horizontal plots in the form of split plots. The vertical plots comprised four irrigation treatments, including: three levels (80%, 100% and 120%) of water requirement by use of drip tape irrigation and 100% of water requirement in furrow irrigation and the horizontal factor was planting array in the form of single-row and two-row planting and the (secondary) sub factor was comprised of three levels; 75, 90 and 105 thousand plants per hectare. In this research the impact of different factors on the water use efficiency, grain yield, dry biomass and 1000-kernel weight were studied. The results of the study during three successive years showed that in case of irrigation treatments the WUE in drip tape irrigation treatments of 80 and 100% had greatest value, but in furrow irrigation treatments it had the least value. The grain yield in drip tape irrigation at 120% of water requirement had the greatest value and at 80% of water requirement it had the least value. In case of planting array, the values of WUE and grain yield in two-row planting system were greater than those in single row planting system. In case of density, WUE and grain yield of the density 90000 plants per hectare had the greatest values and those of 75000 plants per hectare had the least values. In terms of the interaction between irrigation and density, WUE had the greatest value in the treatment tape drip irrigation at 80% of water requirement and 90000 plants per hectare. In terms of the interaction between irrigation system, planting array and density, WUE in the treatment drip tape irrigation at 80% of water requirement and two-row planting system with 90000 plants per hectare had the greatest value and in the treatment furrow irrigation it had the least value.

Key words: Drip Tape Irrigation, Density, Corn (*Zea mays*), Water Use Efficiency (WUE), Two-row Planting System, Miyandoab

1 - Scientific board Member of Agricultural Engineering Research Department, West Azarbayegan Agricultural and Natural Resources Research Center

(* - Corresponding author. Email: jamal_ahmadaali@yahoo.com)

2 - Scientific board Member of West Azarbayegan Agricultural and Natural Resources Research Center