

کاربرد پساب در آبیاری زراعت ذرت با استفاده از سیستم‌های آبیاری شیاری و قطره‌ای

حسین دهقانی سانج^۱، محمد ذونعمت کرمانی^۲ و رسول اسدی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۲

چکیده

فاضلاب شهری از جمله منابع آب غیرمتعارف است که امکان استفاده از آن در آبیاری محصولات کشاورزی حائز اهمیت است. کاربرد این منابع آبی با روش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به علت توجه به مسایل زیست محیطی بیش‌تر توصیه شده است. در این تحقیق کاربرد فاضلاب تصفیه شده شهری توسط دو سیستم آبیاری شیاری و قطره‌ای بر شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت‌دانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش که به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، ۴ تیمار (T_1 = آبیاری شیاری با آب چاه، T_2 = آبیاری شیاری با پساب، T_3 = آبیاری قطره‌ای با آب چاه و T_4 = آبیاری قطره‌ای با پساب) و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی چوپار کرمان در دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد کاربرد پساب منجر به کاهش pH و افزایش آهن، روی و EC خاک مورد مطالعه شد. همچنین کاربرد پساب در سیستم آبیاری قطره‌ای منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد، کارایی مصرف آب، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بلال نسبت به سایر تیمارها شده است. به طوری که بیش‌ترین مقادیر صفات مزبور که در تیمار T_4 به دست آمدند، به ترتیب ۱۱/۲ کیلوگرم در هکتار، ۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب، ۳۰۳/۸۷ گرم و ۴۹ عدد اندازه‌گیری گردید. میزان صرفه‌جویی آب در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به شیاری در حدود ۲۱۰۰ مترمکعب در هکتار بود، لذا سیستم آبیاری قطره‌ای ضمن افزایش عملکرد می‌تواند در کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از عناصر موجود در آب مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آب چاه، آبیاری شیاری، آبیاری قطره‌ای، پساب و ذرت‌دانه‌ای

مقدمه

تصفیه فاضلاب، بخش قابل توجهی از این منابع را شامل می‌شود، چرا که رشد جمعیت شهری از یک سو و بالا رفتن سطح بهداشت شهری از سوی دیگر، میزان مصرف آب را افزایش داده و مصرف زیاد آب، صعود میزان فاضلاب را به همراه خواهد داشت (نجفی و همکاران، ۱۳۸۴).

در ایران نیز توسعه شهرها و افزایش مصرف آب شهری، باعث تولید روزافزون فاضلاب گردیده است. افزایش فاضلاب موجب بروز اشکالات و نارسایی‌هایی در جوامع شهری و حتی روستایی کشور شده است. این نارسایی‌ها عموماً در برگزیده مسائل بهداشتی و آلودگی محیط، به هم خوردن رابطه طبیعی بیلان آب و بالا آمدن سطح آب-های زیرزمینی و آلودگی منابع مختلف می‌باشند. از این رو با توجه به اولویت استفاده مجدد از فاضلاب، در آبیاری اراضی کشاورزی (Mojiri, 2011) و همچنین توجه به بخشی از استراتژی ملی، جهت حفظ سلامتی محیط زیست و اقتصادی‌ترین استفاده از منابع آب موجود بایستی با ایجاد تأسیسات لازم برای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، روند آلوده‌سازی محیط زیست را به سمت بهبودی، سوق داد (Jahantigh, 2008).

از آن جایی که پساب فاضلاب جزء آب‌های کم کیفیت محسوب می‌شود، کاربرد آن در کشاورزی نیازمند مدیریت خاصی است که مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی را برای انسان، خاک، گیاه و

با توجه به پراکنش نامتعادل منابع آب، میزان تقاضای آب در مناطقی که بیش از چهل درصد جمعیت زمین را دارا می‌باشند، از میزان منابع آب موجود در این مناطق پیشی گرفته است. همچنین داده‌ها و اطلاعات گزارش شده در سال‌های اخیر، از شرایط بحران آب در بسیاری از کشورهای این مناطق حکایت می‌کند (Qadir et al, 2007). بنابراین، بایستی سیاست‌ها و راه‌کارهای استفاده کارا از منابع آب، همراه با پیش‌بینی فناوری‌های مورد نیاز، برای مقابله با این عامل مهم و محدود کننده، مدنظر قرار گیرد. این عوامل موجب گردیده‌اند که برنامه‌ریزان در اندیشه فراهم آوردن منابع جدید آب باشند، منابعی که هم اقتصادی باشند و هم در توسعه کشاورزی و تأمین مواد غذایی مؤثر واقع گردند. در این میان پساب حاصل از

۱- دانشیار پژوهش، بخش مهندسی آبیاری و زهکشی، موسسه تحقیقات فنی و

مهندسی کشاورزی

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،

کرمان، ایران

۳- عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان دانشگاه آزاد

اسلامی واحد کرمان

* (نویسنده مسئول : Email: rakh_802@yahoo.com)

منابع آب به حداقل رساند. در صورتی که به توان کاربرد پساب را با روش‌های مناسب آبیاری در هم آمیخت، هم‌زمان می‌توان در جهت مرتفع ساختن مشکلات بهداشتی، آلودگی و بحران آب گام مهمی برداشت. آبیاری قطره‌ای، از جمله روش‌هایی است که با کم‌ترین تماس بین خاک، گیاه و انسان می‌تواند مخاطرات زیست‌محیطی کاربرد پساب را به حداقل رساند (ملکیان و همکاران، ۱۳۸۷). در خصوص کاربرد پساب در سیستم‌های مختلف آبیاری و اثرات آن تحقیقات محدودی انجام شده است.

نجفی و همکاران (۱۳۸۴)، در تحقیقی در بررسی اثرات فاضلاب تصفیه شده شهری در کشت سیب‌زمینی، پنج تیمار مختلف آبیاری که شامل آبیاری جوی و پشته، آبیاری قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی در عمق ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری، با آب چاه و پساب، مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که کاربرد روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی منجر به کنترل بیش‌تر آلودگی‌های زیست-محیطی شده و در مقایسه با روش آبیاری سطحی مشکلات آلودگی خاک را کاهش می‌دهد. اورن در مقایسه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی اذعان داشت که در مواقعی که از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شود، آلودگی سطوح خاک حداقل و در زمانی که از سیستم بارانی استفاده شود، به دلیل پخش آب در سطح خاک و روی گیاه، مقدار آلودگی حداکثر خواهد شد (Oron, 1992).

پساب‌ها دارای کیفیت‌های متفاوتی هستند و نتایج تحقیقات انجام شده در مکان‌های مختلف به راحتی قابل تعمیم نیست. بنابراین توصیه شده است تا در پایاب مراکز تصفیه و ارائه دهنده پساب‌ها ارزیابی‌های اولیه برای کاربرد آن‌ها در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی انجام شود. لذا هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرات فاضلاب تصفیه شده از تصفیه‌خانه شهر کرمان بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت‌دانه‌ای تحت شرایط استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با شرایط متعارف (آبیاری شیاری با آب چاه) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه اجرای طرح

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان جوپار واقع در استان کرمان در دو سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ و ۱۳۸۹-۱۳۹۰ اجرا گردید. منطقه جوپار در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر کرمان و در محدوده جغرافیایی ۳۰°۳' عرض شمالی و ۵۷°۷' طول شرقی واقع گردیده و دارای ارتفاع ۱۸۹۳ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد.

قالب طرح و روش اجرا

به‌منظور ارزیابی اثرات سیستم‌های آبیاری شیاری و قطره‌ای با

استفاده از فاضلاب تصفیه شده شهری، بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت‌دانه‌ای، آزمایشی در زمینی به ابعاد ۱۲×۲۱ متر، در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، به اجرا درآمد. این آزمایش در قالب ۴ تیمار (T_۱= آبیاری شیاری با آب چاه، T_۲= آبیاری شیاری با پساب، T_۳= آبیاری قطره‌ای با آب چاه و T_۴= آبیاری قطره‌ای با پساب) اجرا گردید. در این آزمایش، تیمارها در کرت‌هایی به عرض ۳ متر و طول ۶ متر که شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر بودند، قرار گرفتند. فاصله بوته‌های کشت شده در هر ردیف کشت ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارهای آزمایش که به صورت عمودی کنار هم قرار گرفتند، ۱/۵ متر بود و تعداد کل کرت‌ها با احتساب تکرارها به ۱۲ کرت رسید.

جهت محاسبه دور آبیاری در روش آبیاری شیاری که عرف منطقه می‌باشد؛ نمونه خاک از مزرعه تهیه و در آزمایشگاه پارامترهای فیزیکی و هیدرولیکی آن تعیین شد. بر همین اساس پارامترهای درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی و تخلیه مجاز رطوبتی محاسبه و به ترتیب ۳۱، ۱۲/۶ و ۰/۶۵ به دست آمد. لذا بر همین اساس دور آبیاری برای تیمار آبیاری شیاری، با توجه به بافت خاک و مشخصات نگهداشت آب در خاک ۶ روز تعیین شد که تقریباً متناسب با متوسط دور آبیاری در منطقه نیز بود. هم‌چنین برای این تیمار از زارعین منطقه جهت آبیاری کمک گرفته شد و هر زمان که زارعین زمان خاتمه آبیاری را اعلام می‌کردند حجم آب آبیاری یادداشت می‌گردید. در روش آبیاری قطره‌ای، نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن - مانتیث اصلاح‌شده توسط فائو، و اعمال ضریب گیاهی تعیین شد. پارامترهای مربوط به فرمول پنمن - مانتیث از ایستگاه هواشناسی شهر کرمان در فاصله ۲۸ کیلومتری، اخذ گردید. ضریب گیاهی با توجه به منحنی تغییرات ضریب گیاهی ذرت‌دانه‌ای در طول فصل رشد برای دوره‌های آبیاری، با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۵۶ فائو تعیین شد (Allen et al, 1998). دور آبیاری برای همه تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۳ روز بود. آب مورد نیاز گیاه در تیمارهایی که با آب چاه آبیاری می‌شدند، از چاه موجود در محل آزمایش تأمین گردید و در تیمارهای آبیاری شده با پساب، پس از محاسبه نیاز آبی و برآورد میزان آب مصرفی گیاه در طول دوره رشد، میزان پساب تصفیه شده شهری مورد نیاز، از تصفیه‌خانه شهر کرمان به محل آزمایش حمل و در یک مخزن در کنار مزرعه مورد مطالعه، ذخیره شد و برحسب نیاز هر تیمار مورد استفاده قرار گردید. لازم به ذکر است حداکثر نیاز آبی روزانه ذرت بر اساس سند ملی آب ۳۴ میلی‌متر و در ۲۷۵ ماه می‌باشد.

در هر دو روش آبیاری مقدار آب ورودی به هر کرت با استفاده از کنتور حجمی کالیبره شده، اندازه‌گیری و متناسب با تیمار مورد نظر در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. لذا میزان آب مصرفی در تیمارهای شیاری

به قطعات (m³) می‌باشد.

نتایج پژوهش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تحلیل خصوصیات کیفی خاک

همان‌طور که در جدول ۱ مشخص شده است، با افزایش میزان پساب، pH خاک کاهش می‌یابد. کاهش pH خاک در تیمارهای استفاده شده از پساب، احتمالاً به دلیل تجزیه مواد آلی موجود در پساب عوامل اسیدی تولید می‌گردد و کاهش pH خاک را به دنبال دارد (Mojiri, 2011). واتقی و همکاران (۱۳۸۴)، ادعان داشتند که کاهش pH خاک می‌تواند منجر به افزایش آهن و روی موجود در خاک گردد، که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

۹۹۰۰ مترمکعب در هکتار و در تیمارهای قطره‌ای ۷۸۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

جدول‌های ۱ و ۲ برخی خصوصیات شیمیایی خاک (قبل و بعد از آزمایش) و آب چاه و پساب (همرا با استاندارد)، مورد استفاده را نشان می‌دهند. پارامترهایی که در این پژوهش اندازه‌گیری شدند عبارتند از: الف) عملکرد که برای اندازه‌گیری آن در هر کرت از دو ردیف کشت شده وسط استفاده شد و دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه حذف شدند، ب) اجزاء عملکرد که شامل وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف که بر روی ۱۰ بلال که به‌صورت تصادفی از دو ردیف کشت شده وسط، انتخاب شدند و ج) میزان آب مصرفی. کارایی مصرف آب (WUE) از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$WUE = \frac{Y_T}{V_T} \quad (1)$$

در این رابطه، کارایی مصرف آب بر حسب $\frac{kg}{m^3 \cdot ha}$ ، Y_T : ذرت برداشت‌شده در واحد سطح ($\frac{Kg}{ha}$) و V_T : حجم آب تحویلی

جدول ۱- نتایج تجزیه برخی خصوصیات‌های شیمیایی خاک عرصه مورد مطالعه

PH	EC (dS/m)	N (%)	Na (meq/l)	Cl (meq/l)	K (me/l)	Fe (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)
قبل از انجام آزمایش								
۷/۳	۱/۰۷	۰/۰۹	۴۹۶	۵۹۸	۱۴/۶	۱/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۳
بعد از انجام آزمایش (در سیستم‌های آبیاری شیاری و قطره‌ای با آب چاه)								
۷/۳	۱/۱۵	۰/۰۹	۴۹۳	۶۰۰	۱۴/۴	۱/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۳
بعد از انجام آزمایش (در سیستم آبیاری قطره‌ای با پساب)								
۷/۱	۱/۲۶	۰/۱۲	۵۴۲	۶۴۲	۱۶/۴	۱/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۷
بعد از انجام آزمایش (در سیستم آبیاری شیاری با پساب)								
۶/۸	۱/۴۲	۰/۱۹	۶۵۰	۶۹۷	۱۷/۹	۱/۳۲	۰/۰۸	۰/۰۹

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب چاه و فاضلاب مورد استفاده و مرز استاندارد آلوده‌کننده فاضلاب برای مصارف کشاورزی*

پارامتر اندازه‌گیری شده	آب چاه	پساب مورد آزمایش	مرز استاندارد آلوده‌کننده در مصارف کشاورزی
pH	۶/۱	۶/۹	۶-۸/۵
هدایت الکتریکی (dS/m)	۱/۵	۱/۱	-
کلسیم (meq/l)	۲۳/۴	۱۳۵/۲	-
منیزیم (meq/l)	۱۵/۱	۷۹/۲	۱۰۰
فسفر (meq/l)	-	۱۷/۶	-
پتاسیم (meq/l)	-	۲۵/۴	-
سدیم (meq/l)	-	۱۰/۲	-
کلر (meq/l)	-	۶/۳	-
نیترژن کل (%)	-	۲۹/۲	-
روی (ppm)	-	۰/۰۰۲	۲
کادمیوم (ppm)	-	۰/۰۴	۰/۰۵
آهن (ppm)	-	۰/۲۹	۳
BOD (ppm)	-	۳۴	۱۰۰
COD (ppm)	-	۵۱	۲۰۰

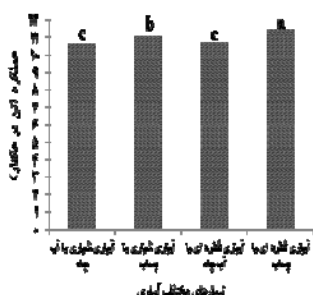
*: استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران

جدول ۴- خلاصه تجزیه واریانس طرح

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	کارایی مصرف آب	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه
سال	۱	۹۲۰۴۱۶/۶۶**	۰/۰۱۲**	۳۵/۵۲**	۱۰۴/۱۶**	۸۴/۳۷**
خطا ۱	۴	۷۰۹۲۷۰/۸۳	۰/۰۱	۸۶/۴۷	۴۱/۴۲	۳۲/۰۸
آبیاری	۳	۹۶۸۶۰۵/۵۵**	۰/۲۲**	۱۲۲/۴۳**	۵۳/۸۳**	۴۳/۹۳**
سال × آبیاری	۳	۲۱۶۱/۱۱	۰/۰۰۰۲	۱/۱۷	۱/۳۸	۰/۷۱
خطا ۲	۱۲	۲۷۳۳۷/۵	۰/۰۰۰۴	۲/۵	۱/۸۶	۱/۶۹
CV%		۱/۵	۱/۶	۰/۵۱	۲/۷۵	۵/۹

** معنی دار در سطح یک درصد

با افزایش میزان فاضلاب تصفیه شده، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد؛ به طوری که بیشترین عملکرد در تیمار آب چاه همراه با ۷۰ درصد فاضلاب تصفیه شده، به دست آمد. همچنین این محققین گزارش نمودند که به دلیل وجود عناصر غذایی ازت و فسفر در فاضلاب تصفیه شده، عملکرد محصول افزایش یافته است.



شکل ۱- مقایسه میانگین صفت عملکرد تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

کارایی مصرف آب

استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای علاوه بر کاهش آب مصرفی باعث افزایش عملکرد محصول شد (جدول ۴). کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای به طور معنی‌دار بیش از مقدار آن در سیستم آبیاری شیاری بود (جدول ۵)، به طوری که کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای، افزایش ۲۰ درصدی را نسبت به سیستم آبیاری شیاری از خود نشان داده است. در چند دهه گذشته امکان استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای برای محصولات مختلف زراعی مورد بررسی قرار گرفته (Cakir, 2004) و مشخص شده است در شرایط یکسان، روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش‌های مرسوم آبیاری، قادر به افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد محصولات مختلف است (Basal et al, 2009). به طوری که کریمی و گرمکچی (۱۳۸۷)، در تحقیقی به بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت-دانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای پرداختند. این محققین گزارش نمودند که میزان کارایی مصرف آب بین ۰/۸۸ تا ۱/۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد؛ که با دست‌آورده‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر، به‌رغم مصرف

همچنین در این تحقیق سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر آبیاری با پساب افزایش یافتند. به طوری که افزایش EC خاک آبیاری شده با پساب احتمالاً به دلیل بالا بودن غلظت کاتیون‌های مثل K و Na در پساب بوده که منجر به افزایش EC گردیده است (Jahantigh, 2008; Khai et al, 2008). همچنین این محققین، افزایش نیتروژن کل در خاک آبیاری شده با پساب را به اشکال مختلف نیتروژن در پساب نسبت دادند. نجفی و نصر افزایش سدیم و کلر موجود در خاک آبیاری شده با پساب را، به وجود مواد معدنی در پساب نسبت دادند (Najafi and Nasr, 2009).

تحلیل خصوصیات ذرت

نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه، در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج حاکی از آن است که اثر تیمارهای آبیاری بر روی تمامی صفات معنی‌دار است.

عملکرد

شکل ۱ مقایسه میانگین عملکرد ذرت دانه‌ای تحت اثر تیمار آبیاری را که توسط آزمون دانکن به دست آمده است، نشان می‌دهند. بر اساس نتایج تیمار پساب اعمال شده در سیستم آبیاری قطره‌ای با عملکرد ۱۱/۵ تن در هکتار، در گروه آماری (a) و تیمار آبیاری شیاری با پساب در گروه آماری (b) قرار گرفته است. لازم به ذکر است که عملکرد محصول در دو تیمار آبیاری شیاری و قطره‌ای با آب چاه به-ترتیب با اختلاف ۷/۲ و ۶/۸ درصدی نسبت به تیمار آبیاری قطره‌ای با پساب، در گروه آماری (c) قرار گرفتند. این نتایج دلالت به برتری مطلق آبیاری با پساب را دارد. دلیل این امر را می‌توان عناصر غذایی و مواد آلی موجود در پساب دانست که توسط میکروارگانیسم‌های موجود در خاک تجزیه شده و افزایش هوموس خاک و بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصل‌خیزی خاک را در پی دارد که در نهایت باعث افزایش عملکرد می‌شود (Mojiri, 2011). رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۸)، در مقایسه تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، پنج سطح فاضلاب تصفیه شده را با آب چاه ادغام نمودند. این محققین عنوان کردند که

تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه در بلال

یکی از اجزاء مهم عملکرد هیبریدهای تک بلاله ذرت، تعداد دانه در ردیف است. همان طور که از جدول ۴ مشخص است تیمار آبیاری بر روی این صفت اثر معنی داری داشته است. هم چنین از شکل ۳ برمی آید که به رغم اختلاف ۴ درصدی در تعداد دانه در ردیف دو تیمار آب چاه و پساب اعمال شده در سیستم آبیاری قطره‌ای، در تیمار آبیاری با پساب، از لحاظ آماری در گروه آماری (a) قرار گرفته‌اند. تیمار آبیاری شیاری با پساب با تعداد ۴۵/۳۳ عدد دانه در ردیف، در گروه آماری (b) و تیمار آبیاری شیاری با آب چاه در بدترین جایگاه آماری قرار گرفته است.

تعداد ردیف دانه در هر بلال از دیگر اجزاء تشکیل دهنده عملکرد در ذرت بوده و به عنوان یک صفت اثری کم‌تر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و به رقم کشت شده بستگی دارد (Shakarami and Rafiee, 2009). با این حال همان طور که از جدول ۴ مشخص است تیمار آبیاری بر روی صفت فوق اثر معنی داری داشته است. هم چنین مقایسه میانگین این صفت نشان می‌دهد (شکل ۳)، که تیمار آبیاری قطره‌ای با آب چاه با تعداد ۲۱ عدد ردیف دانه، از بهترین وضعیت آماری برخوردار است؛ و بعد از آن تیمار آبیاری قطره‌ای با پساب با اختلاف ۱۰ درصدی در جایگاه دوم آماری قرار گرفته است. این نتایج حاکی از آن است که سیستم آبیاری قطره‌ای از تأثیر مثبتی، در جهت افزایش تعداد ردیف دانه برخوردار است.

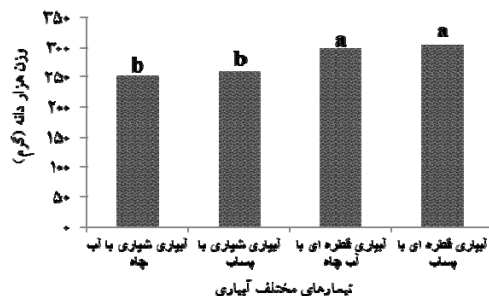
نتیجه گیری

با بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری عملکرد و شاخص‌های عملکرد مشخص شد اولاً کاربرد فاضلاب تصفیه شده شهری به واسط وجود عناصر غذایی، در آبیاری محصولات کشاورزی، باعث افزایش عملکرد محصول در مقایسه با کاربرد آب متعارف شده است، ثانیاً در بین دو تیمار اعمال شده در آبیاری با پساب (آبیاری شیاری و قطره‌ای)، بیش‌ترین عملکرد محصول در تیمار آبیاری قطره‌ای با مقدار ۱۱/۲ تن در هکتار مشاهده شد که نشان دهنده تأمین صحیح رطوبت در طول فصل رشد گیاه است.

یکسان آب در دو تیمار آب چاه و پساب در سیستم‌های آبیاری شیاری و قطره‌ای، کارایی مصرف آب با پساب در حدود ۷ درصد نسبت به کارایی مصرف آب با آب چاه بیش‌تر است؛ که نشان از برتری مطلق آبیاری با پساب نسبت به آب چاه می‌باشد (جدول ۵).

وزن هزار دانه

با توجه به جدول ۴، اثر تیمار آبیاری بر روی صفت وزن هزار دانه نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای اعمال شده می‌باشد. هم چنین همان طور که از مقایسه میانگین وزن هزار دانه حاصل از اثر تیمار آبیاری مشخص است (شکل ۲)، به رغم اختلاف ۳ درصدی در وزن هزار دانه دو تیمار آب چاه و پساب اعمال شده در سیستم آبیاری قطره‌ای، به نفع تیمار آبیاری با پساب، از لحاظ آماری در یک گروه آماری (a) قرار گرفته‌اند. از طرف دیگر دو تیمار آبیاری با آب چاه و پساب اعمال شده در سیستم شیاری نیز با وزن هزار دانه به ترتیب ۲۵۱/۷ و ۲۵۹/۴ گرم در گروه آماری (b) قرار گرفتند. در نهایت با توجه به شکل ۲، در صورت اعمال پساب در سیستم آبیاری قطره‌ای با توجه به مصرف کم‌تر آب نسبت به سیستم آبیاری شیاری، می‌توان بالاترین وزن هزار دانه را مشاهده کرد. دلیل این امر را می‌توان به این صورت بیان کرد که آبیاری بیش از حد ذرت علاوه بر افزایش رشد رویشی از جمله ارتفاع گیاه، منجر به آشوبی مواد غذایی از ناحیه ریشه گیاه شده که در نتیجه آن عملکرد کاهش پیدا می‌کند (Esmaeili et al, 2011).



شکل ۲- مقایسه میانگین صفت وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

جدول ۵- مقایسه میانگین کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	مقدار (کیلوگرم بر مترمکعب)
آبیاری شیاری با آب چاه	۱/۰۵ d
آبیاری شیاری با پساب	۱/۱ c
آبیاری قطره‌ای با آب چاه	۱/۳۴ b
آبیاری قطره‌ای با پساب	۱/۴۴ a
میانگین کل	
آبیاری شیاری	۱/۰۷ b
آبیاری قطره‌ای	۱/۳۳ a
آبیاری با آب چاه	۱/۱۹ b
آبیاری با پساب	۱/۲۷ a

water requirements. FAO-56. FAO, Rome, Italy. 11-27.

Basal, H., Dagdelen, N., Unay, A. and Yilmaz, E. 2009. Effects of deficit drip irrigation ratios on Cotton (*Gossypium Hirsutum*) yield and fiber quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 159: 19-29.

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

Esmaili, Y., Ghanbari, A., Babaeian, M. and Tavassoli, A. 2011. Influence of organic and inorganic fertilizers and wastewater irrigation on yield and quality traits of corn. *Journal of Agricultural and Environment*. 4: 658-666.

Jahantigh, M. 2008. Impact of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties in an arid region. *Pakistanian Journal of Biological Sciences*. 11: 2264-2268.

Khai, N., Tuan, P., Vinh, C. and Oborn, I. 2008. Effects of using wastewater as nutrient sources on soil chemical properties in peri periurban agricultural systems. *Journal of Science, Earth Sciences*. 24: 87-95.

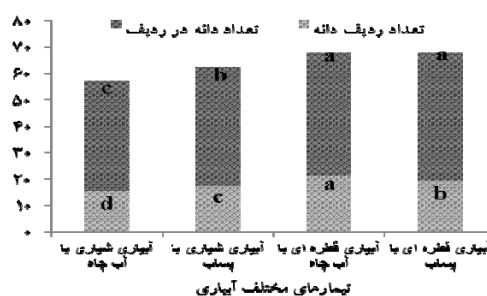
Mojiri, A. 2011. Effects of municipal wastewater on physical and chemical properties of saline soil. *Journal of Biology, Environment Science*. 14: 71-76.

Najafi, P. and Nasr, S. 2009. Comparison effects of wastewater on soil chemical properties in three irrigation methods. *Research on Crops*. 10: 277-280.

Oron, G., Demalach, Y., Hoffman, Z. and Manor, Y. 1992. Effect of effluent quality and application method on agricultural productivity and environmental control. *Journal of Water Science Technology*. 26: 1593-1601.

Qadir, M., Sharma, B., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R. and Karajeh, F. 2007. Nonconventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Journal of Agricultural Water Management*. 8: 2-22.

Shakarami, G. and Rafiee, M. 2009. Response of corn to planting pattern and density in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment*. 5: 69-73.



شکل ۳- مقایسه میانگین صفات تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

همچنین در آبیاری قطره‌ای به دلیل راندمان آبیاری بالاتر و احتمالاً کاهش میزان تخریب سطحی، کارایی مصرف آب ذرت از افزایش ۲۰ درصدی نسبت به سیستم آبیاری شیاری برخوردار بود. لذا کاربرد پساب در سیستم آبیاری قطره‌ای در کشت ذرت در استان کرمان می‌تواند راه‌کاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب باشد.

منابع

رضوانی مقدم، پ. و میرزایی، م. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه با فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سرگوم و ارزن. *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱: ۶۳-۷۷.

کریمی، م. و گرمکچی، ا. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری ذرت دانه‌ای در کشت یک و دو ردیفه در سیستم آبیاری قطره‌ای. *مجموعه مقالات دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی*.

ملکیان، ر.، حیدرپور، م.، مصطفی‌زاده، ب. و عابدی، ج. ۱۳۸۷. تأثیر آبیاری سطحی و زیرسطحی با پساب تصفیه شده بر خصوصیات چمن. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. شماره ۴: ۱۶-۲۷.

نجفی، پ.، موسوی، ف. و فیضی، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در روش‌های مختلف آبیاری سیب-زمینی. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. شماره ۱: ۲۲۷-۲۳۷.

Allen, R., Pereira, L., Raes, D. and Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop*

Application of Municipal Wastewater in Irrigation of Corn under Furrow and Drip Irrigation Systems

H. Dehghanisani¹, M. Zounemat-Kermani² and R. Asadi^{3*}

Received: Nov. 23, 2013

Accepted: Aug. 13, 2014

Abstract

Municipal wastewater is marginal quality water and using this for irrigation can an important consideration with its disposal is being planned in arid and semi-arid region. Therefore, in order to investigate the effect of furrow and drip irrigation systems on yield, yield components and water use efficiency of corn with using municipal wastewater, a field experiment was carried out during 2012 growing season at experimental farm of Jopar Agriculture Research in Kerman province. The treatments were laid out in split plot a Randomized Complete Block Design (RCBD) design with three replications. The treatments were comprised of four different irrigation, including, T₁: furrow irrigation for groundwater, T₂: furrow irrigation for wastewater, T₃: drip irrigation for groundwater and T₄: drip irrigation for wastewater. The results showed, using wastewater led to reduced pH and increase Fe, Zn and Ec. Also In comparison with drip irrigation, furrow irrigation caused parsimony of water usage equal 2100 m³ ha⁻¹, Also the maximum of yield, water use efficiency, 1000-grain weight and number of seeds in a row content observed in drip irrigation for wastewater treatment about 11.23 kg/h, 1.44 kh/m³, 303.78 gr and 49 respectively, but number of rows of seed increase in drip irrigation for groundwater. Therefore, due to the problem of water supply to plant species in the arid and semi-arid regions, nutrient present in wastewater using this, can have a significant role in the stability of plants, reducing costs of irrigation and fertilizers and reduce environmental pollution.

Key words: Wastewater, Groundwater, Furrow irrigation, Drip irrigation, Corn

1- Associate Professor, Irrigation and Drainage Discipline, Agricultural Engineering Research Institute (AERI)

2- Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid-Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

3- Member of Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University Kerman Branch, Kerman.

(*-Corresponding Author Email: rakh_802@yahoo.com)