نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۵، بهمن-اسفند ۱۴۰۰، ص. ۱۳۳۷-۱۳۲۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 15, Feb.-Mar. 2022, p. 1328-1337

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر اجزای عملکرد و عملکرد ذرت (سینگل کراس ۷۰٤)

فاطمه علیزادگان[۱]، محمدعلی غلامی سفیدکوهی[۲]*، سعید شیوخی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

چکیده

امروزه مدیریت کارآمد و بهره‌گیری مطلوب از منابع نامتعارف آب در کشاورزی نقش مهمی را در کاهش مخاطرات زیست‌محیطی و منابع آب سطحی ایفا می‌کند. در این پژوهش، به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده شهر ساری بر اجزای عملکرد و عملکرد ذرت (سینگل کراس ۷۰۴)، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای آزمایشی شامل؛ عامل منبع آب آبیاری پساب و آب چاه، عامل آبیاری روش زیرسطحی و روش قطره‌ای نوار تیپ در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در شرایط لایسیمتری، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. بر پایه نتایج، تأثیر منبع آب آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و شاخص برداشت گیاه ذرت بسیار معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). به‌طوری‌که میانگین صفات ذکرشده در آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده نسبت به آب چاه به ترتیب با مقادیر ۹۱۸/۶۶ کیلوگرم بر هکتار، ۱۳۱۹/۵۵ کیلوگرم بر هکتار، ۳۰۲/۱۳ گرم، ۴۴/۳۳ و ۸۱ بالاتر بود. تأثیر روش آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد زیست‌توده و تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت بسیار معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱). بر پایه یافته‌ها، روش آبیاری زیرسطحی نسبت به روش قطره‌ای نوار تیپ نتایج مطلوب‌تری را نشان داد. آبیاری با فاضلاب مقدار عناصر مغذی بیشتری به‌ویژه نیتروژن را در مقایسه با آب چاه در اختیار گیاه قرار می‌دهد که بدین ترتیب افزایش رشد اندام‌های گیاهی را در پی خواهد داشت؛ بنابراین با افزایش میزان بهره‌وری سیستم فتوسنتزی گیاه، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج و با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده از پساب تصفیه‌شده شهری به روش آبیاری زیرسطحی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌های نامتعارف، زیرسطحی، ساری، عناصر مغذی، نوار تیپ

مقدمه

در سال‌های اخیر، رشد روزافزون جمعیت جهان با افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی از یکسو و خشک‌سالی‌های پی‌درپی از سوی دیگر، موجب شده است که فشار بر منابع موجود آب شیرین در اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک به اوج خود برسد. در کشور ایران برداشت منابع آب زیرزمینی در مقایسه با سایر کشورها به‌مراتب بیشتر است (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۱). لذا در شرایطی که کشور به‌شدت ازلحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در درازمدت با چالش بحران منابع آب روبرو است، توجه به منابع آب نامتعارف یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰). درنتیجه کمبود منابع آب کشاورزی و افزایش هزینه کودهای شیمیایی و شناسایی ارزش عناصر غذایی فاضلاب‌ها، هزینه قابل‌توجه عملیات پیشرفته تصفیه فاضلاب برای برخی مصارف و بسیاری از عوامل دیگر، توجه ویژه‌ای به استفاده از فاضلاب در زمینه‌های گوناگون و در رأس آن‌ها کشاورزی معطوف شده است (حسینی، ۱۳۹۳). استفاده مجدد از فاضلاب برای اهداف آبیاری در بخش کشاورزی، میزان آبی را که باید از منابع آب استخراج شود را کاهش می‌دهد (Singh and Agrawal., 2012). تحقیقات متعددی در رابطه با آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده روی ویژگی‌های خاک و گیاه در جهان صورت گرفته است که می‌توان به (Petousi et al.,2019)، (Nazario et al., 2019)، (Mahfooz et al.,2020)، (Ayars et al., 2015) و (Abd Elrahman et al., 2012)، قضاوی و ارست (۱۳۹۵)، بدیعی و همکاران (۱۳۹۵)، ذونعمت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- مربی گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ma.gholami@sanru.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.6.8.8

کرمانی و همکاران (۱۳۹۴) و دهقانی سانیج و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد. استفاده از فاضلاب (خام یا تصفیه‌شده) در آبیاری را می‌توان گزینه‌ای مناسب برای جبران کمبود آب قابل‌دسترس در نظر داشت. لذا در راستای توسعه پایدار، بررسی پیامدهای کاربرد فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به شمار می‌رود (مسعودی آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۰). آبیاری با فاضلاب بر خواص شیمیایی خاک از قبیل pH، مواد آلی، هدایت الکتریکی و غلظت عناصر غذایی بسیار تأثیرگذار است. به‌طوری‌که افزایش مواد آلی خاک ارتباط تنگاتنگی با مواد آلی جامد موجود در فاضلاب دارد. بالا بودن میزان مواد آلی موجود در فاضلاب باعث، افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، نفوذپذیری خاک و بهبود و پایداری ساختمان خاک می‌شود (زارع و همکاران، ۱۳۹۳). آگورو و همکاران با بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری با پساب در خاک، نشان دادند که میزان آلودگی خاک توسط عناصر فلزی، با استفاده از فاضلاب و روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاهش یافت (Agoro et al., 2020). سینگ و اگراوال اظهار داشتند که استفاده از فاضلاب برای آبیاری در طی یک فصل می‌تواند میزان فسفر قابل‌جذب خاک را بین ۲۱ تا ۸۸ درصد و غلظت کاتیون‌های قابل‌تبادل خاک را بین ۲ تا ۳ برابر افزایش دهد (Singh and Agrawal., 2012). پاپن و همکاران، در پژوهشی ارزیابی روند تغییرات کیفی خاک در دو عمق (۱۵-۰) و (۳۰-۱۵) سانتی‌متر را موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد که نسبت جذب سدیم خاک در اثر کاربرد پساب و آب معمولی کاهش معنی‌دار داشت (پاپن و مکوندی، ۱۳۹۷). فاضلاب‌ها از یک‌سو به‌صورت بالقوه ازجمله عوامل آلوده‌کننده رودخانه‌ها و محیط‌زیست به شمار می‌آیند که کنترل آلودگی آن‌ها بسیار حائز اهمیت است؛ اما از سوی دیگر، عناصر غذایی موجود در آن به‌عنوان کود محلول هم دسترسی گیاه به غلظت مطلوبی از عناصر مغذی را فراهم می‌کند و هم نقش بسزایی در افزایش حاصلخیزی و باروری خاک ایفا می‌کند (قضاوی و ارست، ۱۳۹۵). تریپاتی و همکاران بامطالعه خواص بیومتریک و غلظت شیمیایی گل‌کلم تحت تأثیر آبیاری با آب فاضلاب شهری بیان کردند که با استفاده از آبیاری با فاضلاب شهری می‌تواند میزان استفاده از کودهای معدنی و آب تازه صرفه‌جویی کرد (Tripathi et al., 2016). با توجه به اینکه معمولاً مقدار عناصر غذایی موجود در فاضلاب شهری بیش از نیاز گیاهان زراعی است، ازاین‌رو انتظار می‌رود که عملکرد گیاهان آبیاری شده با آب چاه در مقایسه با گیاهان آبیاری شده با فاضلاب، کاهش یابد (امام قلی، ۱۳۹۰). نتایج مطالعه گاتا و همکاران، نشان داد که آبیاری با فاضلاب خانگی تصفیه‌شده تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش عملکرد کمی و کیفی تولیدات گیاهی داشت (Gatta et al., 2015).

از تحقیقات انجام‌شده محققان در سرتاسر جهان می‌توان دریافت که استفاده از پساب تصفیه‌خانه به علت محدودیت منابع آب به‌طور گسترده در مناطق خشک و نیمه‌خشک به کار گرفته‌شده است. ازآنجایی‌که تحقیقات نشان داده، استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده راه‌حل مناسبی برای کمبود آب و برطرف کردن نیاز کودی گیاهان است، به‌منظور آگاهی هرچه بیشتر از اثرات احتمالی آن‌ها در کشاورزی، پژوهش حاضر باهدف بررسی استفاده از پساب تصفیه‌خانه ساری بر عملکرد گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در شرایط لایسیمتری، آزمایشی بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. در این آزمایش عامل منبع آب آبیاری در ۲ سطح شامل: فاضلاب تصفیه‌شده و آب چاه و همچنین عامل روش آبیاری نیز در ۲ سطح شامل: قطره‌ای نوار تیپ و قطره‌ای زیرسطحی در نظر گرفته شد. عملیات کاشت گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، در تاریخ ۱۱ خرداد ۱۳۹۸ در عمق ۵ سانتی‌متری خاک و در فواصل ۲۰ سانتی‌متری در ردیف، به‌صورت دستی در ۱۲ لایسیمتر زهکش‌دار به شکل استوانه با قطر قاعده ۱۱۵ و ارتفاع ۱۴۵ سانتی‌متر از جنس پلی‌اتیلن انجام شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و ویژگی‌های کیفی منابع آب مورداستفاده در آزمایش (چاه و پساب تصفیه‌شده) در جداول (۱) و (۲) ارائه شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

عمق خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	K (mgr/kg)	P (mgr/kg)	N (%)	Mg (meq/lit)	Ca (meq/lit)	Na (mg/kg)	pH	EC (ds/m)
۰-۳۰	۳۹	۴۲	۱۹	۱۳۲/۷	۶/۵۰	۰/۰۸	۹/۱۶	۳/۷۲	۴/۳۵	۷/۶۸	۰/۶۵
۳۰-۶۰	۳۸/۰۶	۴۰/۹۴	۲۰/۸	۱۴۱/۷	۴/۸۱	۰/۰۸	۱۱/۳۸	۴/۴۴	۴/۷۸	۷/۷۳	۰/۷۸

جدول ۲- ویژگی‌های کیفی آب چاه و پساب تصفیه‌شده در آبیاری و حد استاندارد آلوده‌کننده فاضلاب برای مصارف کشاورزی

منابع آب	کدورت (NTU)	P (mg/l)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (meq/l)	Na^+ (meq/l)	No_3 (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD	pH	EC (ds/m)
پساب	۳/۴۸	۴/۱۳	۸۷/۲۲	۳/۷	۸/۸۴	۴۸/۸۴	۳۹/۷۱	۶/۵۱	۱۸/۹۲	۸/۰۷	۰/۹۸
چاه	۱۰	۲/۲۲	۷۱	۲/۹۹	۶/۶۹	۲/۳	۱۶	۱	۳	۷/۳	۰/۷۷
استاندارد	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۲۰۰	۶-۸/۵	۰/۷-۳

*استاندارد سازمان محیط‌زیست

مقدار و دور آبیاری اولیه به‌منظور سبز شدن و استقرار گیاه تا مرحله پنج‌برگی یکنواخت بود. تیمارهای موردنظر پس از استقرار گیاه در مزرعه اعمال شدند. برنامه آبیاری بر اساس مدیریت آبیاری دقیق انجام شد. بدین منظور، با پایش روزانه میزان رطوبت (رطوبت‌سنج Sentek مدل Diviner 2000) در منطقه توسعه ریشه، زمان آبیاری قبل از رسیدن رطوبت به حد بحرانی و مقدار آن نیز با استفاده از رابطه (۱)، بر اساس کمبود رطوبت خاک تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی انجام شد.

$$I_n = \sum_{i=1}^{m} (\theta_{FCi} - \theta_{BIi})i \times D_i \qquad (۱)$$

که در آن: In مقدار آب موردنیاز خاک برای رسیدن به حد ظرفیت زراعی (میلی‌متر)؛ θ_{FCi} مقدار رطوبت حجمی در حالت ظرفیت زراعی؛ θ_{BIi} میزان رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری در لایه i و Di ضخامت لایه i (میلی‌متر) است. در سیستم آبیاری زیرسطحی، از لوله‌های زیرسطحی سان‌استریم با قطره‌چکان‌های در خط با فواصل ۲۰ سانتی‌متر با دبی ۱/۶ لیتر بر ساعت به‌صورت دو ردیفه و در سیستم آبیاری نوار تیپ نیز از قطره‌چکان‌های بافاصله ۲۰ سانتی‌متر و دبی ۲/۵ لیتر بر ساعت استفاده شد. آب چاه با لوله به محل اجرای آزمایش انتقال داده شد و پساب مورداستفاده از تصفیه‌خانه شهر ساری واقع در روستای عالیواک تأمین گردید. فرآیند تصفیه فاضلاب در این تصفیه‌خانه، به‌صورت تصفیه فیزیکی (واحدهای ایستگاه پمپاژ، آشغال‌گیر، کانال چربی‌گیری و دانه‌گیر) و تصفیه بیولوژیک (زیستی) انجام می‌شود. در این فرآیند، جامدات آلی معلق توسط مخازن ته‌نشینی جدا شده و مواد آلی کلوئیدی با استفاده از فرآیند لجن فعال حذف می‌شوند. به این صورت که لجن‌های برگشتی در حوض‌های هوادهی مخلوط شده و سرانجام با ته‌نشینی و زلال‌سازی، پساب تصفیه‌شده مطابق با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست بر اساس حداقل قابل‌قبول عوامل کیفی، قابلیت بازگشت به چرخه محیط‌زیست را پیدا خواهد کرد.

بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک جهت تأمین نیاز غذایی گیاه، کود نیتروژن از منبع اوره در دو مرحله به مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار هم‌زمان با کود فسفرِ به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاس به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم به‌صورت قبل از کاشت و به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار داده شد (موسوی نیک، ۱۳۹۰).

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت، از هر لایسیمتر به‌صورت تصادفی ۳ بوته انتخاب و صفات موردنظر شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد زیست‌توده، وزن هزار دانه، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. همچنین داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه‌وتحلیل و آزمون مقایسه با استفاده از روش SNK انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) را ارائه می‌دهد.

- عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول ۳ و ۴، اثرات ساده استفاده از نوع منبع آب و روش آبیاری بر عملکرد دانه، دارای تفاوت بسیار معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۱$)، به‌طوری‌که میزان عملکرد دانه در منبع پساب و منبع آب چاه به ترتیب ۹۱۸/۶۶ و ۵۱۶/۱۷ کیلوگرم بر هکتار مشاهده شد. همچنین میزان عملکرد دانه در روش آبیاری زیرسطحی با مقدار میانگین ۸۹۷/۳۳ کیلوگرم بر هکتار، اختلاف بسیار معنی‌داری با روش آبیاری قطره‌ای نوار تیپ دارد. برخلاف نتایج اثرات ساده، اثر برهمکنش نوع منبع آب و روش آبیاری بر عملکرد دانه گیاه ذرت معنی‌دار نبود. آبیاری با فاضلاب مقدار عناصر مغذی بیشتری به‌ویژه نیتروژن را در مقایسه با آب چاه در اختیار گیاه قرار می‌دهد که بدین ترتیب افزایش رشد اندام‌های گیاهی را دری خواهد داشت؛ بنابراین با افزایش میزان بهره‌وری سیستم فتوسنتزی گیاه، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد. بدیعی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که آبیاری با فاضلاب به دلیل فراهم ساختن نیتروژن در خاک و افزایش کارایی جذب توسط گیاه، باعث افزایش سطح برگ گیاه شده و درنهایت افزایش عملکرد محصول را به دنبال داشت. نتایج پژوهش زارع و همکاران (۱۳۹۳) و قضاوی و ارست (۱۳۹۵) نیز گویای افزایش عملکرد درنتیجه استفاده از فاضلاب در آبیاری گیاه در مقایسه با آب

چاه بود. دهقانی سانیج و همکاران (۱۳۹۳) کاربرد پساب در آبیاری گیاه ذرت به روش قطره‌ای را مطلوب‌تر از آبیاری به روش شیاری گزارش کردند، درحالی‌که در این پژوهش آبیاری به روش زیرسطحی در مقایسه با روش قطره‌ای باعث افزایش عملکرد ذرت شد. هم سنجی یافته‌های حاصل از این پژوهش با نتایج Mousavi and Shahsavari (2014) نیز همخوانی داشت.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی طی دوره رشد گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد زیست‌توده	وزن هزار دانه	تعداد بلال در بوته	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	شاخص برداشت
منبع آب	۱	۶۰/۳۹**	۱/۴۸ ^{ns}	۴۳/۸**	۶/۵۴*	۲/۷۸^{ns}	۴/۹۷^{ns}	۲۲/۶۸**	۵۶/۳۵**
روش آبیاری	۱	۴۸/۳۵**	۴۸/۲۲**	۱۹/۴۲**	۴/۰۵^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۳۰/۵۴**	۴/۱۹^{ns}
منبع × روش	۱	۰/۵۴ ^{ns}	۳۳/۲۸**	۲/۸۸ ^{ns}	۸/۰۵*	۱/۰۰^{ns}	۱/۲۴^{ns}	۵۳/۱۵**	۴/۹۱^{ns}
خطا	۸	۴۰۵/۲۳	۲۷۲/۳۶	۷۵۶/۶۷	۸۴۷/۲۲	۰/۷۵	۲/۴۱	۳/۸۵	۹۷/۹۸
ضریب تغییرات	–	۱۲/۴۶	۵/۴۵	۲/۹۳	۱۰/۳۷	۲۵/۳۴	۱۲/۲۷	۴/۷۱	۱۶/۶

۰/۰۳ و ns به ترتیب سطوح معنی‌داری ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهند.

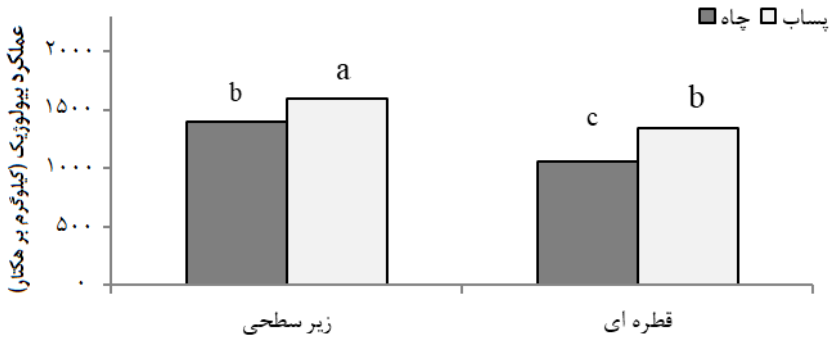
جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات ساده منبع آبیاری و روش آبیاری بر برخی صفات در طی دوره رشد گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤.

منابع تغییر	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد بلال در بوته	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	شاخص برداشت
منبع آب	چاه	۵۱۶/۱۷^{b}	۱۳۷۱/۱۱ ^{a}	۴۴۲۱/۰۲^{a}	۲۵۶/۱۷^{b}	۳/۰۰^{a}	۱۱/۶۶^{a}	۳۸/۹۳^{b}	۳۸/۱^{b}
	پساب	۹۱۸/۶۶^{a}	۱۳۱۹/۵۵^{a}	۳۹۵۱/۱۱^{b}	۳۰۲/۱۳^{a}	۳/۸۳ ^{a}	۱۳/۶۶^{a}	۴۴/۳۳^{a}	۸۱^{a}
روش آبیاری	زیرسطحی	۸۹۷/۳۳ ^{a}	۱۴۹۲/۳۵^{a}	۴۳۴۲/۵۳^{a}	۲۹۷/۵۵^{a}	۳/۵۰^{a}	۱۲/۵۰^{a}	۴۴/۷۶^{a}	۶۵/۴^{a}
	نوار تیپ	۵۳۸/۲۲ ^{b}	۱۳۱۸/۲۶^{b}	۴۰۲۹/۶۴^{b}	۲۶۳/۷۵^{a}	۳/۳۳^{a}	۱۲/۸۳^{a}	۳۸/۵۰^{b}	۵۳/۱^{a}

میانگین‌های با حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر استفاده از منابع آبیاری (چاه و پساب) بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت اثر معنی‌داری نداشت، اما اثر استفاده از نوع روش آبیاری بر این صفت، ازلحاظ آماری تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد ($P \leq$ ۰/۰۱). بر پایه نتایج به‌دست‌آمده بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در روش آبیاری زیرسطحی با مقدار میانگین ۱۴۹۲/۳۵ کیلوگرم بر هکتار و کمترین مقدار در روش آبیاری قطره‌ای با مقدار میانگین ۱۳۱۸/۲۶ کیلوگرم بر هکتار مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل نوع منبع و روش آبیاری بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت بسیار معنی‌دار بود ($P \leq$ ۰/۰۱). نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار منبع آب آبیاری پساب با استفاده از روش آبیاری زیرسطحی با مقدار میانگین ۱۵۸۸/۸۸ کیلوگرم بر هکتار بود و کمترین میزان عملکرد آن در تیمار منبع آب آبیاری چاه با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای با مقدار میانگین ۱۰۵۰/۲۲ کیلوگرم بر هکتار دیده شد (شکل ۱). میزان ماده انباشته‌شده در اندام‌های هوایی گیاه بیانگر عملکرد بیولوژیک گیاه است (کار اندیش و همکاران، ۱۳۹۲). لذا افزایش فعالیت‌های متابولیسمی و درنهایت افزایش وزن خشک کل اندام هوایی متأثر از افزایش شاخص سطح برگ و افزایش طول دوره سبزینگی خواهد بود (Yazar et al., 2009). بدیعی و همکاران (۱۳۹۵)، اظهار داشتند که فاضلاب خام و تصفیه‌شده عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار شاهد (آب معمولی آبیاری) افزایش دادند که در این میان فاضلاب خام در مقایسه با فاضلاب تصفیه‌شده برتری داشت و دلیل این برتری را کافی بودن عناصر مغذی به‌ویژه فسفر و نیتروژن نسبت به فاضلاب تصفیه‌شده بیان کردند.



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴

- عملکرد زیست‌توده

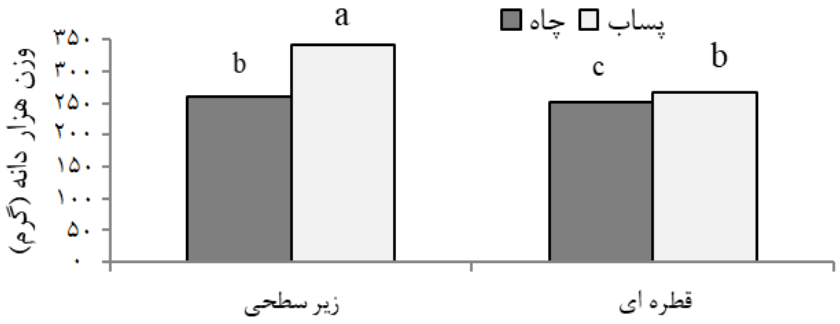
با توجه به نتایج جدول ۳، اثرات ساده منبع آب آبیاری و نوع روش آبیاری بر عملکرد زیست‌توده گیاه ذرت، دارای تفاوت بسیار معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۱$)، به‌طوری‌که بیشترین میانگین میزان عملکرد در منبع آبیاری چاه با مقدار ۴۴۲۱/۰۲ کیلوگرم بر هکتار و کمترین میزان میانگین در منبع آبیاری پساب با مقدار ۳۹۵۱/۱۱ کیلوگرم بر هکتار مشاهده شد (جدول ۴). همچنین بیشترین و کمترین میزان عملکرد در نوع روش آبیاری زیرسطحی و روش قطره‌ای به ترتیب با مقادیر میانگین ۴۳۴۲/۵۳ کیلوگرم در هکتار و ۴۰۲۹/۶۴ کیلوگرم در هکتار دیده شد. این در حالی بود که اثر برهمکنش منبع آب آبیاری و نوع روش آبیاری بر عملکرد زیست‌توده گیاه ذرت، تفاوت چندانی نداشت.

- وزن هزار دانه

بر پایه یافته‌های حاصل از جدول ۳، نتایج حاکی از آن بود که اثر منبع آبیاری بر وزن هزار دانه گیاه ذرت اثر معنی‌دار داشت ($P \leq ۰/۰۵$). بر پایه یافته‌ها، تیمار منبع پساب با مقدار میانگین ۳۰۲/۱۳ گرم بالاترین میزان را در مقایسه با تیمار منبع آب چاه با مقدار میانگین ۲۵۶/۱۷ گرم داشت (جدول ۴). این در حالی بود که تیمارهای منبع آب پساب با استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی اختلافی را نشان ندادند. همچنین نتایج حاکی از آن بود که اثر برهمکنش منبع آب آبیاری و نوع روش آبیاری بر وزن هزار دانه ازلحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۵$). به‌طوری‌که وزن هزار دانه در تیمار منبع آب پساب با استفاده از روش آبیاری زیرسطحی با مقدار میانگین وزن هزار دانه ۳۴۲/۹ گرم بیشترین میزان و تیمار منبع آب چاه با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای با مقدار میانگین وزن هزار دانه ۲۴۲/۲ گرم کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). وزن هزار دانه در تنظیم عملکرد جزء مؤثری می‌باشد و نسبت به سایر اجزای عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است (موسوی نیک، ۱۳۹۰). از طرفی، استفاده بیش‌ازحد فاضلاب به‌ویژه فاضلاب خام، نه‌تنها باعث افزایش عملکرد نشده بلکه ممکن است کاهش عملکرد را در پی داشته باشد. لذا استفاده بهینه از میزان فاضلاب تصفیه‌شده می‌تواند برخی از ویژگی‌های فیزیکی و حاصلخیزی خاک را افزایش دهد و درنتیجه با افزایش توان جذب عناصر مغذی توسط گیاه از خاک، عملکرد گیاه نیز افزایش یابد. موسوی و شهسواری، افزایش وزن هزار دانه ذرت را غنی بودن فاضلاب تصفیه‌شده از عناصر غذایی ازجمله؛ نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و آهن نسبت به آب چاه گزارش نمودند (Mousavi and Shahsavari., 2014).

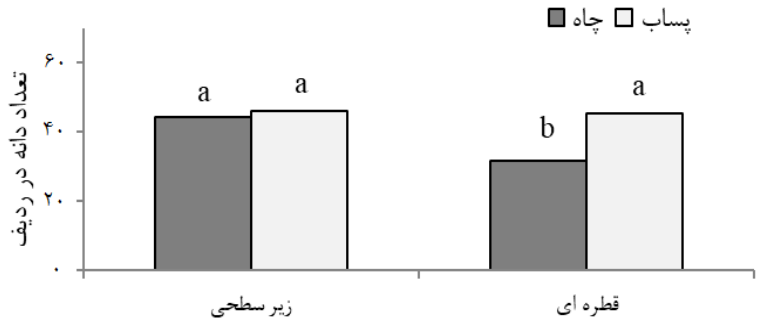
- تعداد دانه در ردیف

با توجه به نتایج گزارش‌شده در جدول ۳، اثرات ساده منبع و نوع روش آبیاری، بر صفت تعداد دانه در ردیف تفاوت بسیار معنی‌دار و چشمگیری داشت ($P \leq ۰/۰۱$). به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در ردیف با مقدار میانگین ۴۴/۳۳ در تیمار منبع آبیاری پساب و کمترین آن با مقدار میانگین ۳۸/۹۳ در تیمار منبع آبیاری چاه مشاهده شد (جدول ۴). همچنین نتایج نشان داد که نوع روش آبیاری زیرسطحی با مقدار میانگین ۴۴/۷۶ بیشترین و روش آبیاری قطره‌ای با مقدار میانگین ۳۸/۵۰ کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در ادامه و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، اثر برهمکنش نوع منبع آبیاری و روش آبیاری بر عملکرد تعداد دانه در ردیف نیز تفاوت بسیار معنی‌دار داشت ($P \leq ۰/۰۱$). به‌طوری‌که کمترین میزان صفت تعداد دانه در ردیف مربوط به منبع آب چاه با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای با مقدار میانگین ۳۱/۶۷ بود. این در حالی بود که سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند ولی نسبت به تیمار منبع آب چاه با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای برتری قابل‌توجهی نشان دادند (شکل ۳).



شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد وزن هزار دانه گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤

ناکافی بودن مقادیر هیدرات‌های کربن برای رشد سلول‌های جنینی و کاهش سطح فعال فتوسنتزی، چروکیدگی دانه‌ها را به همراه خواهد داشت؛ که بدین ترتیب زمینه کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد کل دانه را فراهم می‌سازد (Cheong et al., 2003). بر پایه گزارش بدیعی و همکاران (۱۳۹۵) در مرحله رشد زایشی گیاه، وجود عناصر غذایی کافی نقش بسیار بارز و بااهمیتی را در پر کردن دانه-های گیاه گندم ایفا می‌کنند؛ بنابراین در طی دوره رشد، با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. ازاین‌رو، افزایش تعداد دانه در ردیف در گیاه ذرت با استفاده از آبیاری با فاضلاب در مقایسه با آب چاه را به عناصر مغذی موجود در فاضلاب نسبت داد. یزدانی و همکاران (۱۳۹۶) نیز با بررسی اثر آبیاری با فاضلاب شهری تصفیه‌شده بر عملکرد ژنو تیپ‌های مختلف جو نشان دادند که آبیاری با فاضلاب در ژنو تیپ جو در مقایسه با سایر ژنو تیپ‌ها، دارای تعداد دانه بیشتری بود. نتایج رضوانی مقدم و میرزائی نجم‌آبادی (۱۳۸۸) نیز افزایش تعداد دانه در ردیف را در استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری گیاه ذرت نسبت به آب چاه را نشان داد.



شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤

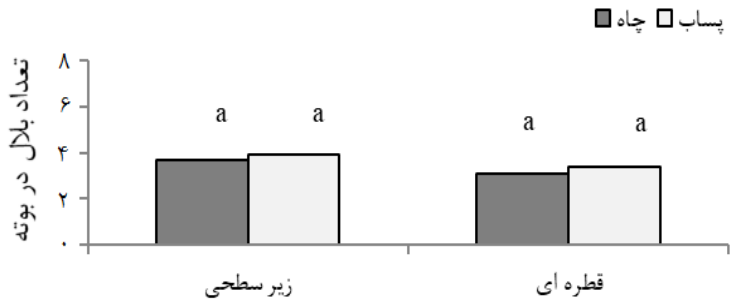
- شاخص برداشت

تجزیه‌وتحلیل نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۳)، دال بر تأثیر تیمار منبع آبیاری بر شاخص برداشت گیاه ذرت بود. درواقع اثر منبع آبیاری بر شاخص برداشت گیاه ذرت دارای تفاوت بسیار معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۱$). بر پایه یافته‌های حاصل، بیشترین و کمترین مقدار شاخص برداشت به ترتیب مربوط به منبع آب پساب با مقدار ۸۱ و منبع چاه با مقدار ۳۸/۱ بود (جدول ۴). درحالی‌که اثر تیمار نوع روش آبیاری و همچنین اثر متقابل نوع منبع آبیاری و روش آبیاری بر شاخص برداشت گیاه ذرت، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). یافته‌های این پژوهش با نتایج موسوی نیک (۱۳۹۰)، مبنی بر افزایش شاخص برداشت در گیاه ذرت با استفاده از آبیاری پساب مطابقت داشت. نوری اظهر و احسان زاده بیان کردند که برخی ارقام ذرت

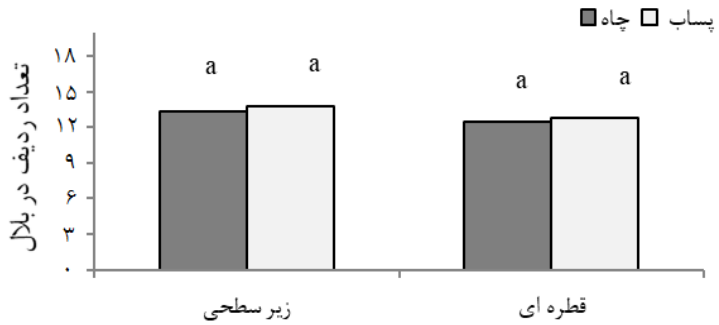
به‌ویژه هیبریدهای زودرس با تسهیم بیشتر ماده خشک به دانه‌ها، شاخص برداشت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهند (Nouri Azhar and Ehsanzadeh, 2007).

- تعداد بلال در بوته و تعداد ردیف در بلال

بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی بر صفات تعداد بلال در بوته و تعداد ردیف در بلال تأثیرگذار نبودند (جدول ۴). عدم تأثیرپذیری تیمارهای مختلف بر صفات مذکور، نشان‌دهنده‌ی ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه در مقابل تغییرات شرایط محیطی است. ازآنجاکه تعداد نهایی ردیف دانه پیش از سایر اجزای عملکرد بر روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود (زاغیان و همکاران، ۱۳۹۵)، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف دانه در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیکی برای دریافت مواد پرورده وجود نداشته و اثر تیمارهای موردمطالعه باعث تغییرات معنی‌دار روی این صفت نگردید. به‌عبارت‌دیگر، می‌توان این‌گونه بیان نمود که این صفات در طی دوره‌ی رشد گیاه کمتر دستخوش تغییر شده و تقریباً ثابت باقی ماندند. (شکل ۴ و ۵).



شکل ٤- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد بلال در بوته گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤



شکل ٥- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد ردیف در بلال گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر کشور ایران که دارای گستره وسیعی از مناطق خشک و نیمه‌خشک است، کمبود منابع آب شیرین و مواجه‌شدن با چالش بحران منابع آب امری اجتناب‌ناپذیر است و اهمیت استفاده از منابع نامتعارف آب بیش‌ازپیش احساس می‌شود. بر پایه نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، تأثیر منبع آب (پساب و چاه) و روش آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های گیاه ذرت ازجمله؛ عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت بسیار معنی‌دار بود. همچنین نتایج حاکی از آن بود که اثر برهمکنش نوع منبع آب و روش آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت معنی‌دار بود. به‌طوری‌که استفاده از منبع پساب به روش زیرسطحی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت را با مقادیر به خود اختصاص داد. درنهایت با توجه به یافته‌های حاصل، می‌توان افزایش اجزای عملکرد و عملکرد را به برتری استفاده از منبع آبیاری پساب به روش زیرسطحی در مقایسه با منبع آب چاه به روش قطره‌ای نسبت داد؛ بنابراین با توجه به این مهم ازیک‌طرف و اهمیت توجه به آلودگی بهداشتی احتمالی ناشی از استفاده از پساب حتی در صورت گندزدایی، از سوی دیگر پیشنهاد می‌نماید به‌منظور استفاده مناسب‌تر از منابع آب در دسترس، ضمن بازچرخانی آب خاکستری برای اهداف کشاورزی،

از روش آبیاری زیرسطحی نیز استفاده شود تا بتوان بهره‌وری آب را افزایش داد. بی‌تردید استفاده از سیستم کنترل مرکزی مناسب به‌منظور جلوگیری از گرفتگی احتمالی ناشی از پساب ضرورت می‌یابد.

منابع

امام قلی، خ. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر فاضلاب شهری در احیای اراضی بیابانی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و پوشش گیاهی (مطالعه موردی: دشت سگزی اصفهان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

بدیعی، آ.، کار اندیش، ف. و طباطبائی، س. م. ۱۳۹۵. تأثیر آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه‌شده شهری بر عملکرد گندم و ویژگی‌های میکروبی خاک و گیاه. نشریه دانش آب‌وخاک. ۲۶ (۴/۲): ۲۲۸-۲۱۵.

پاپن، پ.، مرادی نسب، و. و مکوندی، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی روند تغییرات کیفی خاک در اثر کاربرد زراعی آب خاکستری. چهارمین کنگره مهندسی و مدیریت آب‌وخاک ایران. آبان ماه.

حسینی، س. ۱۳۹۳. تأثیر آبیاری با پساب شهری تصفیه‌شده بر روی خاک، گیاه و محصول پسته. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

دهقانی سانیج، ح.، خزائی، ا. و ذاکری نیا، م. ۱۳۹۳. نقش آبیاری دقیق در مصرف آب و کارایی مصرف آب. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۸ (۱): ۱۸۶-۱۸۰.

دهقانی، ر.، فرقانی، ا. و اشرف زاده، ا. ۱۳۹۱. تأثیر آبیاری با پساب تصفیه‌خانه شهر انزلی روی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه ذرت. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

ذونعمت کرمانی، م.، اسدی، ر. و دهقانی سانیج، ح. ۱۳۹۴. اثر مقادیر مختلف پساب شهری بر عملکرد پنبه با آبیاری قطره‌ای. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۱): ۷۴-۶۳.

رضوانی مقدم، پ و میرزائی نجم‌آبادی، م. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ (۱): ۷۵-۶۳.

زارع، م.، چرم، م. و معلمی، ن. ۱۳۹۳. اثر لجن فاضلاب شهری تصفیه‌شده بر خصوصیات شیمیایی و عناصر غذایی ضروری خاک و خصوصیات فیزیولوژیکی نهال زیتون. مجله علمی کشاورزی. ۳۷ (۲): ۱-۱۵.

زاغیان، گ.، م. ر. نوری امام زاده‌ئی، ا.ر. قاسمی و ع. دانش شهرکی. (۱۳۹۵). تأثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی توأم با اعمال کم آبیاری روی راندمان مصرف آب و عملکرد گیاه ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب، گرایش آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

عابدی، م.ج.، و نجفی، پ. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. (۴۷): ۲۷۰.

قضاوی، ر.، و ارست، م. ۱۳۹۵. ارزیابی اثر آبیاری با پساب شهری بر تجمع برخی عناصر شیمیایی در گیاه و خصوصیات اکولوژیکی گیاه اکالیپتوس (Eucalyptus camadulensis Dehnh). نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان. ۴ (۸): ۲۹-۱۳.

موسوی نیک، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیکی ارقام ذرت دانه‌ای. مجله علمی اکو فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵ (۱۷): ۹۸-۸۹.

مسعودی آشتیانی، س.، پارسی نژاد، م. و عباسی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد فاضلاب شهری در آبیاری سورگوم بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۵ (۳): ۲۴۳-۲۵۳.

یزدانی، ع.، صفاری، م. و رنجبر، غ. ۱۳۹۶. اثر آبیاری با فاضلاب شهری تصفیه‌شده بر عملکرد دانه و تجمع فلزات سنگین در دانه ژنو تیپ‌های جو (Hordeum vulgare L). مجله علوم زراعی ایران. ۱۹ (۴): ۲۸۴-۲۹۶.

کار اندیش، ف.، میر لطیفی، س.م. شاهنظری، ع. عباسی، ف. و قیصری، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر آبیاری ناقص ریشه و کم آبیاری معمولی بر بهره‌وری آب و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت. مجله تحقیقات آب‌وخاک ایران. ۴۴ (۱):۴۴ - ۳۳.

Abd Elrahman, Sh. H., Mostafa, M. A. M., Taha, T. A., Elsharawy, M.a. o. and Eid, M.A. 2012. Effect of different amendments on soil chemical characteristics, grain yield and elemental content of wheat plants grown on salt-affected soil irrigated with low quality water. Annals of Agricultural Sciences. 57(2): 175-182.

Agoro, M. A., Adeniji, A. O., Adefisory, M.a. and Okoh, O. O. 2020. Heavy Metals in Wastewater and Sewage Sludge from Selected Municipal Treatment Plants in Eastern Cape Province, South Africa. Water. 12. 2746; doi:10.3390/w12102746.

Ayars, J. E., A. Fulton. and B. Taylor. 2015. Subsurface drip irrigation in California-Here to stay. Agricultural Water Management. 157: 39-47.

Cheong, Y. H., Kim, KN., Pandey, G. K., Gupta, R., Grant, J. J. and Luan, S. 2003. CBL1, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. The Plant Cell

corn hybrids at two irrigation regime in Isfahan region." Journal of Science and Technology. 41: 261-272.

Petousi, I., Daskalakis, G., Fountooulakis, M. S. Lydakis, D., Fletcher, L., Steniford, E. L. and Manios, T. 2019. Effects of treated wastewater irrigation on the establishment of young grapevines. Science of the Total Environment. 658: 485-492.

Singh, A., and Agrawal, M. 2012. Effects of Waste Water Irrigation on Physical and Biochemical Characteristics of Soil and Metal Partitioning in Beta vulgaris L. Agricultural Research. 1(4): 379–391.

Singh, P. K., P. B. Deshbhratar, and D. S. Ramteke.2012 "Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties, crop yield and environment." Agricultural Water Management. 103:100-104.

Tripathi, V., Rajput, T. B. S. and Patel, N. 2016. Biometric properties and selected chemical concentration of cauliflower influenced by wastewater applied through surface and subsurface drip irrigation system. Journal of Cleaner Production. 139: 142-153.

Yazar, A., Gokcel, F. and Sezen, MS. 2009. Corn yield response to partial root zone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. Plant Soil Environment. 55(11): 494–503.

15:1833-1845.

Gatta, G., Libutti, A., Gagliardi, A., Beneduce, L. Brusetti, L., Borruso, L., Disciglio, G. and Tatantino, E. 2015.Treated agro-industrial wastewater irrigation of tomato crop: Effects on qualitative/quantitative characteristics of production and microbiological properties of the soil.Agricultural Water Management. 149: 33-43.

Mahfooz, Y., Yasar, A., Guijan, L., Islam, Q. U., Tabinda Akhtar, A. B., Rasheed, R., Irshad, S. and Naeem, U. 2020. Critical risk analysis of metals toxicity in wastewater irrigated soil and crops: a study of a semi-arid developing region. Scientific Reports voL. 10, Article number: 12845.

Mousavi, Sayed Roholla, and Mahmood Shahsavari.2014 "Effects of treated municipal wastewater on growth and yield of maize (Zea mays)." Biological Forum. Vol. 6. No. 2. Research Trend.

Nazario, A. A., Goncalves, I. Z., Barbosa, E. A. A., Santos, L. N. S., Feitosa, D. R. C and Matsura, E. E. 2019. Impact of the Application of Domestic Wastewater by Subsurface Drip Irrigation on the Soil Solution in Sugarcane Cultivation. Applied and Environmental Soil Science. https://doi.org/10.1155/2019/8764162.

Nouri Azhar, J., and P. Ehsanzadeh.2007 "Study of relationship of some growth indices and yield of five

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 15, Feb.-Mar. 2022, p. 1328-1337

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۵، بهمن-اسفند ۱۴۰۰، ص. ۱۳۳۷-۱۳۲۸

Evaluation Of Treated Wastewater Irrigation Effect On Yield Components And Yield Of Maize (Single Cross 704)

F. Alizadegan[1], **M. A. Gholami Sefidkouhi**[2]*, **S. Shiukhy**[3]
Recived: Jul.02, 2021 Accepted: Aug.27, 2021

Abstract

Today, efficient management and optimal use of wastewater resources in agriculture play an important role in reducing environmental hazards and surface water resources. In this study, in order to Evaluation of Treated Wastewater Irrigation Effect on yield components and yield of maize (single cross 704), an experiment carry out in factorial experiment based on a completely randomized design with treatments included; Water source factor Wastewater, Well water, Irrigation subsurface method and drip method with three replication in 2018-2019 under lycimetric conditions, at the Sari Agriculture and Natural Resources University (SANRU). Based on the results, the effect of irrigation water source on grain yield, biological yield, biomass yield, 1000-seed weight, number of seeds per row and harvest index was very significant ($P\leq 0.01$). So that the average of the mentioned traits in irrigation with treated wastewater was higher than well water with the values of 918.66 kg/ha, 1319.55 kg/ha, 4421.02 kg/ ha, 302.13 g, 13.66 and 81, respectively. Also, the effect of irrigation method on grain yield, biological yield, biomass yield and number of grains per row of corn was very significant ($P\leq 0.01$).Based on the results, the subsurface irrigation method showed Superior results than the drip irrigation method. Irrigation with wastewater provides more nutrients especially nitrogen to the plant, compared to well water, which will increase the growth of plant organs.Therefore, plant yield increases with increasing the efficiency of the plant photosynthetic system. Finally, according to the findings, the increase in yield and yield components can be attributed to the superiority of using the wastewater source in the subsurface method compared to the well water source in both irrigation methods (subsurface and drop bar tape), and recommended it as a suitable alternative in irrigation of crops, especially corn.

Keywords: Bar tape, Nutrients, Sari, Subsurface, Wastewater

1- Master student, Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3- Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
(*- Corresponding Author Email: ma.gholami@sanru.ac.ir)