مجله تحقیقات آب و خاک ایران (۴۰) ۲، ۱۳۸۸ (۱۱۷-۱۱۱)

بررسی کاربرد پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل به همراه کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد، اجزاء عملکرد دانه و تنظیم کننده های اسمزی ذرت KoSc704

یاسر اسماعیلیان[۱]، مصطفی حیدری[۲*] و احمد قنبری[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت[۲]استادیار و [۳] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات- دانشگاه زابل

چکیده

به منظور بررسی اثرات استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل به همراه کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد، اجزاء عملکرد دانه و دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین در ذرت سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی بصورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سال ۱۳۸۶ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام گرفت. تیمار اصلی طرح شامل دو نوع آب W_1= آبیاری با آب معمولی و W_2 = آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل در کل دوره رشد ذرت و تیمار فرعی شامل ۵ سطح کودی: F_1= شاهد (عدم استفاده ازکودهای دامی و شیمیایی)، F_2= استفاده از کود دامی به میزان توصیه شده، F_3= استفاده از نصف کود دامی توصیه شده، F_4= استفاده از کودهای شیمیایی K، P و N به میزان توصیه شده و F_5= استفاده از نصف کودهای شیمیایی K، P و N توصیه شده، بودند. نتایج نشان داد استفاده از پساب بصورت معنی داری سبب افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به آبیاری با آب معمولی می شود. تیمار پساب تاثیر مثبت و معنی داری بر کلیه اجزاء عملکرد دانه داشت، اما بیشترین تاثیر آن مربوط به وزن هزار دانه بود. در بین تیمارهای کودی، تیمار F_4 بیشترین تاثیر را بر افزایش عملکرد و کلیه اجزاء عملکرد دانه دارا بود. در مقایسه با آب معمولی، تیمار پساب سبب افزایش غلظت دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین در بافت سبز برگها شد و این افزایش در مورد پرولین بیشتر از کربوهیدرات بود. در بین تیمارهای کودی، تیمار F_4 بیشترین تاثیر را بر بالا بردن غلظت این دو ترکیب برعهده داشت.

واژه های کلیدی: پساب تصفیه شده، کودهای دامی وشیمیایی، عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی، ذرت

مقدمه

استفاده از پساب تصفیه شده شهری می تواند سهم زیادی در توسعه کشاورزی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک داشته باشد. امروزه با کاربرد این منبع آبی ارزشمند در کشاورزی، بخشی از مشکلات مرتبط با کمبود آب و نیاز به انواع کودها مرتفع شده و در نهایت منجر به افزایش تولید محصولات زراعی می گردد (Brussard and. Ferrera- Cenato, 1997).

هر چند تقاضا برای آب بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک روز به روز در حال افزایش است، اما در این مناطق آب با کیفیت بالا را تنها برای مصارف خانگی بکار می برند و از آب با کیفیت پائین تر برای آبیاری مزارع کشاورزی استفاده می نمایند. پساب تصفیه شده شهری در این بین منبع بسیار مهمی برای آبیاری مزارع در این مناطق به شمار می رود (Owen and Moline, 1970). با توجه به حجم گسترده کاربرد فاضلاب های شهری و خانگی در اراضی زراعی و کشاورزی حواشی شهرهای بزرگ کشور ما ایران، تحقیقات منطقه ای در این زمینه و مشاهده اثرات آبیاری با فاضلاب بر گیاهان زراعی که اهمیت زیادی در تامین غذا دارند ضروری بنظر می رسد.

Valinegad (۲۰۰۱) در بررسی تاثیر پساب تصیفه شده بر رشد و عملکرد ذرت نشان داد عملکرد دانه ذرت تحت تیمار آبیاری با پساب فاضلاب افزایش می یابد. همچنین استفاده از پساب تا حدی نیاز به کود های شیمیایی را کاهش می دهد. Erfani et al (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده خانگی باعث افزایش عملکرد گوجه فرنگی در مقایسه با آبیاری متعارف می شود. حتی استفاده از پساب در تولید محصولات زراعی ممکن است باعث گل دهی زود هنگام و یا تشکیل میوه هایی بزرگتر در مقایسه با کاربرد آب معمولی شود (Mohammad and Mazahreh, 2003).

هر چند استفاده از پساب تا حدی با برطرف کردن نیاز غذایی گیاهان می تواند منجر به افزایش تولید در آنها گردد اما به سبب بالا بودن غلظت دو یون سدیم و کلر در این دسته از آبها، این امر می تواند تا حدی سبب بروز اثرات شوری در گیاهان گردد. برای مثال تغییر در میزان دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین در بافت سبز برگ در طی استفاده از پساب نسبت به آب معمولی می تواند به نوعی بیان

* پست الکترونیک مکاتبه کننده haydari2005@yahoo.com

کننده واکنش درونی گیاهان در زمان استفاده از پساب برای رشد و نمو باشد. بدلیل بالا بودن میزان عنصر سدیم در پساب (جدول ۲) این امر منجر به تداخل در جذب سایر عناصر در گیاه شده، همچنین می تواند تا حدی سبب شور شدن محیط اطراف ریشه نیز شود. در این وضعیت گیاهان جهت مهیا کردن شرایط لازم برای ادامه جذب آب و عناصر غذایی، غلظت ترکیبات سازگار کننده همانند پرولین و کربوهیدرات ها را در اندام های خود افزایش می دهند (Rohi and. Tohidlo, 1998).

مطالعات بیوشیمیایی نشان داده که در گیاهان تحت تنش شوری، تعدادی از ترکیبات آلی (محلول های سازگار کننده) تجمع می یابد. البته این ترکیبات تداخلی در فرآیند های شیمیایی آنها وارد نمی کند. از جمله این ترکیبات می توان به انواعی از کربوهیدراتهای محلول (مانیتول، ساکارز، رافینوز و الیگو ساکارید) و ترکیبات نیتروژنه (اسید آمینه، پرولین و گلیسین - بتائین) اشاره کرد. ترکیبات سازگار کننده نقش مهمی در بهبود تنظیم اسمزی در گیاهان تحت تنش دارند (Ma et al., 1999).

در مطالعات صورت گرفته توسط محققینی از جمله Valinegad (۲۰۰۱) و Ayers and Westcot (۱۹۸۵) مشخص گردید پساب تا حدی می تواند عناصر مورد نیاز را در اختیار گیاهان قرار دهد، اما استفاده توام از منابع کودهای دامی و شیمیایی در این شرایط می تواند بر عملکرد گیاهان بیافزاید. کودهای شیمیایی در این بین سریع تر و به میزان موثرتری عناصر را در اختیار گیاهان قرار می دهند، اما کودهای دامی نیز محتوی اکثر عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان هستند (Levy and Kearncy, 1999).

عمده ترین منابع تامین کننده موادآلی خاک: فضولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست زباله های شهری می باشند که امروزه با توجه به کشاورزی ارگانیک، استفاده از آنها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است (Khademi et al., 1999). کود های آلی خصوصا کود های دامی در مقایسه با کود های شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می توانند به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند و به مرور این عناصر را در اختیار گیاهان قرار دهند. اما کود های دامی نمی توانند تمام احتیاجات غذایی گیاهان را برطرف سازند، البته با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب تعادل در بخش شیمیایی خاک خواهند شد (Levy and Kearncy, 1999).

Rohi and Tohidlo (۱۹۹۸) گزارش کردند که کود دامی موجب افزایش ماده آلی خاک شده، عملکرد چغندر قند را افزایش می دهد. Brussard and Ferrera- Cenato (۱۹۹۷) اظهار داشتند که ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه شده و سبب افزایش تعادل نیتروژنی و کارایی جذب فسفر می شوند. همچنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است. در مورد واکنش محصولات زراعی به کودهای شیمیایی نیز تحقیقات زیادی صورت گرفته است. دستیابی به مناسبترین میزان کود شیمیایی با توجه به عکس العمل مطلوب گیاهان جهت حصول عملکرد بهینه ضروری بوده و از اهمیت بالایی برخوردار است. Owen and Moline (۱۹۷۰)گزارش کردند که مقدار ماده خشک در سورگوم علوفه ای با مصرف کودهای نیتروژنه، فسفر و پتاس بالا می رود. Khademi et al (۱۹۹۹) با انجام آزمایش بر روی ذرت درمنطقه خوزستان اثر مقادیر مختلف پتاسیم را بررسی نمودند. آنها بیان کردند که با افزایش مصرف پتاسیم تا حد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه دزت افزایش می یابد. در این بین بیشترین میزان تجمع پتاسیم تنها تا ۷۷ روز پس از کاشت مشاهده گردید.

هدف از این آزمایش نیز، بررسی تاثیر استفاده از پساب تصفیه شده به همراه تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت در مقایسه با آب معمولی و تعیین رابطه این تیمارها با دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین بوده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۶- ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل (چاه نیمه) با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا در خاکی با بافت لومی- شنی انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیماراصلی شامل دو نوع آب W_1= آبیاری با آب معمولی و W_2 = آبیاری ذرت در کل دوره رشد با پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل و تیمار فرعی شامل ۵ سطح کودی: F_1= شاهد (عدم استفاده ازکودهای دامی و شیمیایی)، F_2= استفاده از کود دامی به میزان توصیه شده، F_3= استفاده از نصف کود دامی توصیه شده، F_4= استفاده از کودهای شیمیاییK، P وN به میزان توصیه شده و F_5= استفاده از نصف کودهای شیمیاییK، P وN توصیه شده، بودند. نتایج تجزیه شیمیایی پساب تصفیه شده در جدول ۲ آورده شده است.

میزان کود دامی توصیه شده براساس نتایج آزمایشات انجام شده مرکز تحقیقات کشاورزی زابل برای ذرت به میزان ۳۰ تن در هکتار کود گاوی و مقادیر کود شیمیایی براساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود سولفات پتاسیم برآورد گردیدکه در آزمایش بکار گرفته شدند. جهت اعمال تیمار کود شیمیایی، تمامی میزان کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم، به همراه نصف کود شیمیایی اوره به صورت یکنواخت و قبل از کاشت در سطح کرتهای مربوطه براساس نقشه طرح پخش و کاملا با خاک مخلوط شدند. باقیمانده کود اوره بصورت سرک در مرحله ۵-۴ برگی در اختیار گیاهان قرار داده شد. در مورد تیمار کود دامی، تمامی کود دامی در مرحله قبل از کاشت به صورت یکنواخت در سطح کرتها پخش و با خاک کرتهای مربوطه مخلوط شدند. در این آزمایش رقم ذرت سینگل کراسKoSc704 مورد بررسی قرار گرفت.

هر کرت فرعی آزمایش شامل ۶ خط کشت به طول ۵ متر و به فاصله ۷۵ سانتی متر بود. فاصله بوته ها در روی ردیف ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کنار به همراه دو بوته از ابتدا و انتهای ردیف ها بعنوان حاشیه محسوب شدند. همچنین فاصله بین کرتهای فرعی از یکدیگر ۷۵ سانتی متر و فاصله بین بلوکها از هم ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در تاریخ ۵ مرداد ماه ۱۳۸۵ بصورت خشکه کاری صورت گرفت. جهت اعمال تیمار آبیاری، برای آب معمولی (متعارف) از آب چاه استفاده می شد. اما برای پساب، پساب تصفیه شده از محل تصفیه خانه فاضلاب شهر زابل تامین و به مزرعه انتقال داده می شد. در هر مدار آبیاری، آبیاری بصورت غرقابی انجام می گرفت و آب و پساب لازم در اختیار گیاهان قرار داده می شد.

در پایان دوره آزمایش و پس از رسیدگی نهایی، جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاهان از ۴ ردیف وسط کرتها برداشت شد. و اجزاء عملکرد دانه شامل طول و قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار از هر کرت ۴ بوته بصورت تصادفی انتخاب شدند. در مرحله شیری شدن دانه ها مقادیر دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات، پرولین و کلروفیل در جوانترین برگها اندازه گیری شدند. کربوهیدراتهای محلول با استفاده از اتانول و براساس روش اسید سولفوریک (Schlegel, 1956)، پرولین با استفاده از روش Bates et al (۱۹۷۳) استخراج و میزان کلروفیل با استفاده از دستگاه SPAD اندازه گیری شدند.

در نهایت داده های حاصل با استفاده از نرم افزارSAS تجزیه و مقایسه میانگین ها براساس آزمون چند دامنه ای در سطح ۵٪ انجام پذیرفت. برای رسم نمودارها و جداول از برنامه EXCEL استفاده گردید.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

نام	واحد	مقدار
pH	-	۷/۴
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۱/۸
نیتروژن	درصد	۰/۰۵
فسفر	میلی گرم در کیلوگرم	۲/۶
پتاسیم	"	۹۸
بی کربنات	"	۷/۴۴
کلر	"	۱۳/۰۳
آهن	"	۳/۲
مس	"	۰/۷۳
روی	"	۰/۳۱
منگنز	"	۳/۶
بافت خاک		لوم- شنی

جدول ۲- تجزیه شیمیایی پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل

پارامتر	واحد	آب معمولی	پساب
pH	-	۷/۲	۷/۹۵
هدایت الکتریکی	ds/m	۲/۲	۳/۱
ارت کل	mgl^{-1}	-	۲۳/۱۲
پتاسیم	$meql^{-1}$	۶/۷	۲۵/۲۷
فسفر	"	-	۱۱/۱
سدیم	"	۲۵/۲	۱۰/۸۹
کلسیم	"	۱۱/۴۳	۶/۲
منیزیم	"	۷/۵۳	۳/۳
کلر	"	۳۵/۳	۱۷/۷
آهن	mgl^{-1}	۰/۰۱۵	۰/۰۱۰
روی	"	۰/۰۱	۰/۰۱۵
منگنز	"	۰/۰۳	۰/۰۵
BOD	"	-	۳۴
COD	"	-	۵۴

نتایج و بحث

الف- عملکرد دانه

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول ۳ نشان می دهد هر دو تیمار آبیاری و کود و اثر متقابل آنها تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه ذرت دارند. مقایسه میانگین های چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد استفاده از پساب تصفیه شده شهری در

مقایسه با آبیاری با آب معمولی، سبب افزایش عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ به میزان ۳۹/۱۹ درصد گردید (جدول ۴). Valinegad (۲۰۰۱) نتایج مشابهی را در بررسی کاربرد پساب تصفیه شده شاهین شهر در کشت ذرت دانه ای گزارش کرد. افزایش عملکرد دانه هر چند به سبب تاثیر مثبت پساب بر اجزاء عملکرد دانه بود، اما گمان می رود وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی همانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پساب نیز بر این افزایش موثر بوده باشد (Brussard and Ferrera- Cenato, 1997).

پساب هر چند دارای مقادیر مناسبی از عناصر غذایی است اما در صورت عدم استفاده از کودهای شیمیایی و یا دامی، عملکرد دانه ذرت می تواند کاهش یابد. در این آزمایش مشخص گردید که بالاترین عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در تیمار کودی F_4 (استفاده از کودهای شیمیایی P،K و N به میزان توصیه شده) و کمترین آن در تیمار F_1 (شاهد یا عدم استفاده از کودهای شیمیایی و دامی) بدست آمد. میزان افزایش عملکرد دانه در تیمار F_4 در مقایسه با شاهد ۳۳/۳ درصد بود (جدول ۴). این در حالی بود که استفاده از کود دامی به میزان توصیه شده تنها سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۲۶/۲ درصد در مقایسه با شاهد شد.

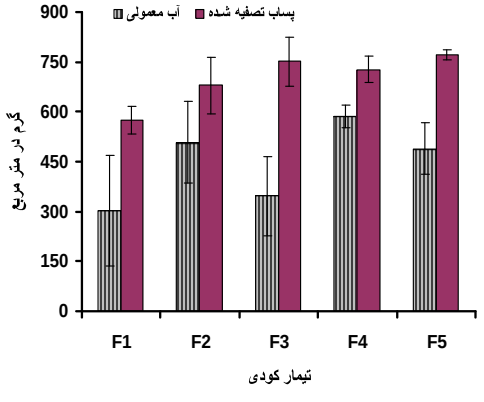
کودهای دامی هر چند حاوی مقادیر مناسبی از عناصر پر مصرف همانند نیتروژن و تا حدی عناصر کم مصرف می باشند، اما کم بودن افزایش عملکرد دانه درطی استفاده از آنها در مقایسه با کودهای شیمیایی می تواند مربوط به کاهش میزان جذب این عناصر توسط گیاهان باشد. Pimentel (۱۹۹۳) اعلام کرد در سال اول مصرف کود دامی تنها ۴۰ درصد نیتروژن آن توسط گیاهان قابل جذب خواهد بود. Ma et al (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند که ذرت تنها قابلیت استفاده از ۳۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن کل کودهای دامی را دارد.

اثر متقابل دو تیمار آبیاری و کودی دارای تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه ذرت بودند (جدول۳). در این بین تیمارهای W_2F_5 (آبیاری با پساب تصفیه شده و تیمار کودی نصف کودهای شیمیایی N، P و K توصیه شده) و W_1F_1 (آبیاری معمولی و بدون مصرف کود) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه بودند (شکل ۱). در شکل ۱ دیده می شود حتی در صورت عدم استفاده از هیچ گونه کود دامی و شیمیایی وتنها استفاده از پساب، عملکرد دانه ذرت به میزان ۲۷۴/۲ گرم در متر مربع در مقایسه با آبیاری معمولی افزایش می یابد. Monte and Sousa (۱۹۹۲) نیز در بررسی خود از افزایش عملکرد دانه تولیدی در سورگوم و ذرت در صورت استفاده از پساب گزارش کرده اند.

ب- اجزاء عملکرد دانه

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول ۳ نشان می دهد اثر تیمارهای کودی (بجز طول طبق) و آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، طول و قطر بلال و تعداد ردیف در بلال معنی دار بوده است. در این بین اثر متقابل این دو نیز بجز در مورد تعداد دانه در بلال و تعداد ردیف در بلال، در سایر موارد معنی دار نبود.

در جدول ۵ دیده می شود که همبستگی معنی دار و مثبتی بین کلیه اجزاء عملکرد با عملکرد دانه در ذرت وجود دارد. در این صورت با تغییر در هر یک از این اجزاء، عملکرد دانه می تواند تغییر یابد. مقایسه میانگین داده ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در جدول ۴ نشان داد استفاده از پساب تصفیه شده شهری در مقایسه با آب معمولی، بطور موثری کلیه اجزاء عملکرد دانه را بهبود بخشید و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه به میزان ۳۹/۱۹ درصد گردید. در بین اجزاء بیشترین تاثیر پساب مربوط به وزن هزار دانه دانه بود که نسبت به آب معمولی از افزایشی معادل ۲۵/۹ درصد برخوردار بود (جدول ۴). یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه می تواند مربوط به میزان کلروفیل موجود در برگها در طی مرحله پرشدن دانه باشد (Rohi and Tohidlo, 1998). در این آزمایش مشخص گردید که آبیاری با پساب تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل برگها دارد و سبب افزایش آن به میزان ۲۲/۵۴ درصد در مقایسه با کاربرد آب آبیاری معمولی در برگهای ذرت گردید. بعد از وزن هزار دانه به ترتیب تعداد دانه در بلال (۱۱/۸ درصد)، طول بلال (۹/۴ درصد)، عملکرد بیولوژیکی و قطر بلال (۸/۶ درصد) و تعداد ردیف در بلال (۷/۳ درصد) از بیشترین افزایش برخوردار بودند (جدول ۴).



شکل ۱- اثر متقابل تیمار آبیاری و کودی بر عملکرد دانه

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد دانه و تنظیم‌کننده‌های اسمزی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	تعداد ردیف در بلال	قطر بلال (سانتی‌متر)	طول بلال (سانتی‌متر)	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	کروفیل (قرائت SPAD)	پرولین (میکرومول در گرم وزن تر)	کربوهیدرات (میگرو گرم گلوکز در گرم وزن تر)
تکرار	۲	۴۳۸۵/۰۲ ns	۱۴/۴۶۱ ns	۰/۳۹ ns	۰/۱۳۲*	۰/۳۸۳ ns	۴/۰۵۳ns	۱۳۷۴/۰۵ns	۱/۲۷ns	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۲۴ns
آبیاری	۱	۵۶۶۰۴۱/۳۲**	۲۱۱۷/۶۴۰**	۷/۳۰۱**	۱/۴۳۸**	۱۲/۳۳۹**	۷۵/۰۵**	۳۲۹۵۸/۳۹**	۴۶/۶۵**	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۷ns
خطای a	۲	۱۷۲۱۹/۲	۸۳/۹۴۱	۰/۵۴۰	۰/۰۷۶	۳/۰۶۳	۳۰/۸۷۷	۱۲۰۲/۹۰	۱/۱۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۱۱
تیمار کودی	۴	۵۱۰۱۴/۴۷**	۱۴۲/۷۳۰ ns	۳/۴۰۳**	۰/۲۱۱**	۰/۷۰۸ ns	۲۲/۶۹۱*	۲۹۹۰/۹۸**	۱۱/۰۵**	۰/۰۳۳**	۰/۰۱۴ns
کود* آبیاری	۴	۳۰۷۹۴/۶*	۱۵۹/۹۷۷ ns	۲/۲۷۲*	۰/۰۴۰۶ns	۱/۵۶۷ns	۲۴/۲۶۵*	۱۱۰۵/۷۱ns	۸/۰۵**	۰/۰۰۶۹*	۰/۰۱۱ns
خطای b	۱۶	۷۳۷۱/۷۳	۸۱/۴۰۲	۰/۵۳۳	۰/۰۳۶	۰/۹۶۸	۷/۴۳۱	۵۹۶/۰۱۲	۱/۱۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۲۲
% CV		۱۵/۲	۸/۳۶	۵/۵	۴/۴۹	۸/۱	۱۰/۸	۱۰/۹	۱۰/۹	۸/۵	۶/۲

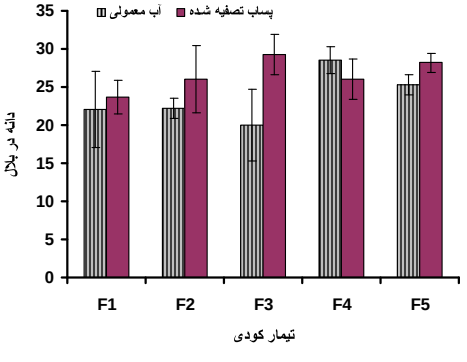
جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد، اجزای عملکرد دانه و تنظیم‌کننده‌های اسمزی

	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	تعداد ردیف در بلال	قطر بلال (سانتیمتر)	طول بلال (سانتیمتر)	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	کروفیل (قرائت SPAD)	پرولین (میکرومول در گرم وزن تر)	کربوهیدرات (میگرو گرم گلوکز در گرم وزن تر)
				تیمار آبیاری						
آبیاری معمولی	۴۲۶/۳۶b	۲۱۲۸/۲b	۱۲/۶۳b	۴/۰۲۲b	۱۱/۵۰a	۲۳/۶۳۰b	۱۸۹/۳۴b	۸/۵۹b	۰/۵۲b	۲/۳۸b
پساب	۷۰۱/۰۸a	۲۳۲۷/۹a	۱۳/۶۲a	۴/۴۶۰a	۱۲/۷۸a	۲۶/۷۹۳a	۲۵۵/۶۳a	۱۱/۰۹a	۰/۵۶a	۲/۴۳a
				تیمار کودی						
شاهد	۴۳۸/۱۰c	۲۱۲۰/۳b	۱۲/۴c	۳/۹۷۶c	۱۱/۵۹a	۲۲/۸۸۳b	۱۹۴/۶۷c	۸/۹b	۰/۶۳a	۲/۳۹a
دامی کامل	۵۹۳/۹۷ab	۲۱۴۸/۵b	۱۲/۹۳bc	۴/۲۸۰ab	۱۲/۱۹a	۲۴/۱۳۳ab	۲۲۶/۲۷ab	۸/۲۹b	۰/۵۵a	۲/۴۴a
نصف دامی	۴۹۹/۱۸bc	۲۱۷۷/۸b	۱۲/۴۶c	۴/۱۳۱bc	۱۲/۳۳a	۲۴/۶۵۰ab	۲۰۵/۳۳bc	۹/۵۲b	۰/۵۸ab	۲/۴۳a
شیمیایی کامل	۶۵۷/۱۵a	۲۴۱۴/۷a	۱۴/۰۱a	۴/۳۹۸a	۱۲/۵۰a	۲۷/۶۱۷a	۲۴۸/۶۹a	۱۱/۲۴A	۰/۴۲c	۲/۴۳a
نصف شیمیایی	۶۳۰/۲۱a	۲۲۷۹/۱۷ab	۱۳/۸۱ab	۴/۴۲۱a	۱۲/۱۰a	۲۶/۷۷۵a	۲۳۷/۴۸a	۱۱/۲۶a	۰/۵۴b	۲/۳۲a

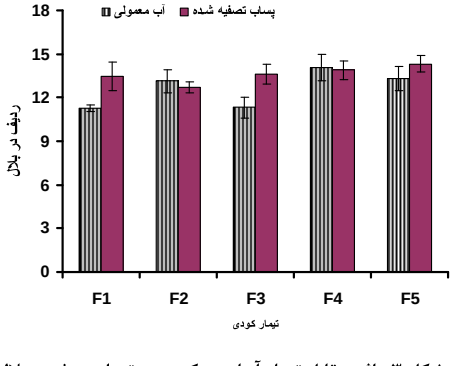
تفاوت حروف در هر ستون نشاندهنده اختلاف معنی دار می باشد

جدول ۵- همبستگی بین عملکرد، اجزای عملکرد دانه و تنظیم‌کننده‌های اسمزی

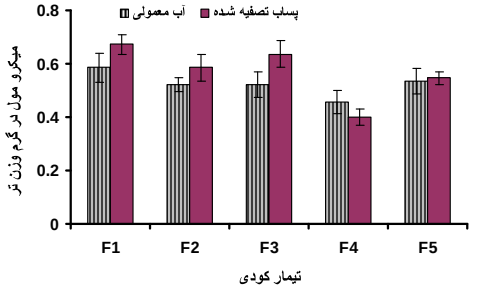
	کربوهیدرات	پرولین	کلروفیل	عملکرد بیولوژیکی	تعداد ردیف	عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	قطر بلال	طول بلال
کربوهیدرات	۱									
پرولین	-۰/۱۸۱	۱								
کلروفیل	۰/۰۷۲	-۰/۱۲۹	۱							
عملکرد بیولوژیکی	۰/۱۱۱	-۰/۲۵۳	۰/۵۳**	۱						
تعداد ردیف	۰/۱۳۸	-۰/۲۲۳	۰/۴۶**	۰/۶۹۷**	۱					
عملکرد	-۰/۰۲۹	-۰/۰۶۲	۰/۵۴**	۰/۶۳۹**	۰/۷۸۱**	۱				
وزن هزار دانه	-۰/۰۷۷	-۰/۱۵۷	۰/۷۰۱**	۰/۴۶۷**	۰/۵۲۰**	۰/۷۳۳**	۱			
تعداد دانه در ردیف	۰/۰۶۱	۰/۰۹۹	۰/۴۴**	۰/۵۲۳**	۰/۵۸۸**	۰/۷۲۲**	۰/۳۷۷ *	۱		
قطر بلال	-۰/۲۰۶	-۰/۰۴۸	۰/۶۳**	-۰/۵۴ **	۰/۷۲**	۰/۸۴۴**	۰/۷۹۲**	۰/۶۲۹**	۱	
طول بلال	-۰/۰۹۶	-۰/۰۹۹	۰/۴۵**	۰/۳۷*	۰/۵۲۴**	۰/۸۰۵**	۰/۵۳۸**	۰/۷۸۶ **	۰/۷۸۶**	۱



شکل ۲- اثر متقابل تیمار آبیاری و کودی بر تعداد دانه در بلال



شکل ۳- اثر متقابل تیمار آبیاری و کودی بر تعداد ردیف در بلال



شکل ۴- اثر متقابل تیمار آبیاری و کودی بر میزان پرولین

تیمار کودی نیز در این آزمایش با تاثیر معنی دار بر اجزاء عملکرد (جدول ۳) منجر به افزایش عملکرد دانه گردید . در این بین مشخص شد اعمال کامل کودهای شیمیاییK، P وN توصیه شده (F_4) از بیشترین تاثیر نسبت به سایر تیمارهای کودی بر کلیه اجزاء عملکرد دانه برخوردار بود (جدول ۴). Marschener (۱۹۹۵) اعلام کرد در اثر مصرف متعادل عناصر غذایی، تعداد دانه، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه در گیاهان زراعی افزایش می یابد.

اثر متقابل تیمار کودی و آبیاری تنها بر دو جزء تعداد دانه و تعداد ردیف در بلال معنی دار بود. همانطور که در شکل ۲ دیده می شود بیشترین تعداد دانه در ردیف با میانگین ۲۹/۳ دانه در بلال مربوط به تیمار W_2F_3 (آبیاری با پساب و اعمال نصف کود دامی توصیه شده) است. گمان می رود کود دامی با بهبود ساختمان خاک و ایجاد شرایط لازم، امکان جذب بیشترعناصر موجود در پساب را برای گیاه فراهم کرده است که در نهایت، این امر سبب تولید دانه بیشتر در بلال گردید. بیشترین تعداد دانه در ردیف بعد از تیمار فوق مربوط به تیمار های W_1F_4 (آبیاری معمولی و اعمال کامل کود شیمیایی N، P و K) با میانگین ۲۸/۵ دانه و تیمار W_2F_4 (آبیاری با پساب و اعمال کامل کود شیمیایی N، P و K) با میانگین ۲۸/۲ دانه در بلال بودند. دلیل برابری بین دو تیمار آبیاری معمولی و پساب در افزایش یکسان دانه در بلال می تواند مربوط به وجود عناصر غذایی قابل دسترس در خود پساب باشد (Marschener, 1995) از اینرو در طی اعمال کود شیمیایی، احتمالا بالا رفتن غلظت خود این عناصر در محیط ریشه تا حدی تداخل هایی در جذب عناصر برای گیاهان بوجود آورده که نتوانسته اند به میزان مناسبی از بالا رفتن غلظت عناصر در محیط ریشه استفاده نمایند.

در مورد تعداد ردیف در بلال نیز تا حدی نتیجه مشابه ای بدست آمد (شکل ۳) بطوریکه بیشترین تعداد ردیف در بلال در تیمار W_2F_5 (آبیاری با پساب و اعمال نصف کود شیمیایی N، P و K توصیه شده) با میانگین ۱۴/۳ ردیف بدست آمد و در مرتبه بعدی تیمار W_1F_4 (آبیاری معمولی و اعمال کامل کود شیمیایی N، P و K) با میانگین ۱۴/۱ ردیف قرار داشت.

ج- تنظیم کننده های اسمزی

در این آزمایش تیمار آبیاری تاثیر معنی داری بر میزان تجمع دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین داشت، بطوریکه استفاده از پساب به میزان ۷/۱۴ و ۲/۰۵ درصد به ترتیب بر میزان پرولین و کربوهیدرات نسبت به آبیاری معمولی افزود (جدول ۴). پرولین در واقع بعنوان یک شاخص در تعیین میزان حساسیت به تنش شوری نیز به شمار می رود (Munns, 1993).

در جدول ۵ دیده می شود همبستگی منفی بین میزان این دو ترکیب با عملکرد دانه وجود دارد. این امر بیان می کند که تنظیم اسمزی با اتکا به این دو ترکیب برای گیاه هزینه بر بوده، هر چه بر میزان سنتز این دو ترکیب بیشتر افزوده شود به مراتب به میزان بیشتری از عملکرد دانه کاسته خواهد شد.

تیمار کودی نیز بر میزان تجمع این دو ترکیب تاثیر معنی داری داشت (جدول ۳) و سبب افزایش آنها شدند. در مورد دو ترکیب کربوهیدرات و پرولین، کود دامی نسبت به شیمیایی از تاثیر بیشتری برخودار بود. بطوریکه کربوهیدرات در تیمار F_2 (اعمال تیمار کامل کود دامی توصیه شده) و پرولین در تیمار F_3 (اعمال نصف کود دامی توصیه شده) از بالاترین میزان تجمع برخوردار بودند (جدول ۴). اثر متقابل این دو تنها در مورد پرولین معنی دار بود (جدول ۳)، بطوریکه بالاترین میزان پرولین در تیمار W_2F_3 و کمترین آن در تیمار W_2F_4 بدست آمد (شکل ۴).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش می توان نتیجه گرفت که استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب شهری می تواند در مقایسه با آب معمولی، سبب افزایش عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ گردد. این افزایش به سبب تاثیر مثبت بر وزن هزار دانه می باشد. به دلیل بالا بودن عنصر سدیم دراین نوع آبها، استفاده مداوم از آنها می تواند در دراز مدت سبب شور شدن خاک اراضی زراعی گردد که در نتیجه، واکنشهایی را در سطح سلول بوجود می آورد که نمونه آن افزایش دو ترکیب سازگار کننده کربوهیدرات و پرولین در بافت سبز برگ ذرت بود.

REFERENCE

Ayers R. S. and Westcot, D. E. W. (1985). Water Quality for Agriculture. 29 Rev. 1, FAO, Rome.

Bates S., Waldern R. P. and Teare E. D. (1973). Rapide determination of free proline for water stress

studies. Plant and Soli, 39, 205-207.

Brussard L. and Ferrera- Cenato R. (1997). Soil ecology in sustainable agricultural system. New York: Lewis publishers, USA. 168p.

Chaudhry M. A., Rehman A., Naeem M. A. and Mushtaq N. (1999). Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan J. Soil Sci, 16, 63-68.

Erfani A., Haghnia G. and Alizadeh A. (2001). Effect of treated wastewater on yield and quality tomato. Jpurnal of Agricultural sciences and technology, 15 (1), 65-76 (In Farsi).

Good A. and Zaplachiniski S. (1994). The effects of drought on free amino acid accumulation and protein syntesis in *Brassica napus*. Physiologia Plantarum, 90, 9–14.

Khademi Z., Balali M. R. and Malakouti M. J. (1999). Potassium accumulation and corn yield related to potassium. International Symposium on Balanced Fertilization and Crop Response to potassium. SWRI- IPI, Tehran. Iran (In Farsi).

Levy D. B. and Kearncy W. F. (1999). Irrigation of native rangeland using treated wastewater from *in situ ur* anium processing. J. Env. Qual, 28,208-217.

Ma B. L., Dwyer L. M. and Gregorich E. G. (1999). Soil nitrogen amendment effects on seasonal nitrogen mineralization and nitrogen cycling in maize production. Agron. J, 91, 1003-1009.

Mahida U. N. (1981). Water pollution and disposal of wastewater on land. Tata McGrow-Hill Publishing Company limited. New Delhi, 323 P.

Marschener H. (1995). Minearal nutrition of higher plants. Academic press. New York.

Martin M., Miceli F., Morgan J. A., Scalet M. and Zerbi G. (1993). Synthesis of osmotically active substrates in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. J. Agric. Crop Sci, 171, 176-184.

Mohammad M. J and Mazahreh N, (2003). Changes in soil fertility parameter in response to irrigation of forage crop with secondary treated wastewater. Comm. Soil Sci Plant Anal, 34, 1281-1294.

Monte M. H. and Sousa M. S. (1992). Effects on crops of irrigation with facultative pond effluent. Wat. Sci Tech, 26, 1063-1612.

Munns R. (1993). Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell and Environment,16, 15-24.

Owen F. G.and Moline W. J. (1970). Sorghum for forage. In: J.S.Wall and W.M. Ross(ed.) sorghum production and utilization. West Port Connecticut, Avi Pub. Co. PP.382-415.

Pimentel D. (1993). Economics and energies of organic and conventional farming. J. Agric. Environ. Ethics, 6, 53-60.

Rohi A. and Tohidlo G. (1998). A sudy of interaction between manure and nitrogen on some of soil physical parameters and yield of suger beet on rotation between of suger beet and wheat. Interpretation of Natural Research center of Suger beet, pp 30 (In Farsi) .

Schlegel H. G. (1956). Die verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. Planta, 47, 510-514.

Tohidlo G., Sadeghian Motahar S. Y. and Kashani A. (1999). A study of water use efficiency on some of physiological parameters in three race suger beet under optimum and water stress condition. MSC dissertation, University of Azad, Karag.

Valinegad M. (2001). Effects of treated wastewater, rain or trickle and surface irrigation and soil characters on yield of three crops. MSC thesis, Isfehan university of Technology (In Farsi).

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.