نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۲، ص. ۲۰۷-۲۰۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 1, Spring. 2013, p. 200-207

اثر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica*)

امیر احمدی آغ‌تپه[۱]- احمد قنبری[۲]- علیرضا سیروس مهر[۳*]- براتعلی سیاه سر[۴]- محمدرضا اصغری پور[۵]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۱۰/۵

چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری با پساب تصفیه شده و محلول‌پاشی کود کامل بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica*)، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری: آبیاری با آب چاه در تمام مراحل رشد (شاهد)، آبیاری با آب چاه و پساب یک در میان، آبیاری با پساب در کل دوره رشد، بعنوان عامل اصلی و سه سطح محلول‌پاشی با کود کامل (NABTA-LIB): عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار، بعنوان عامل فرعی بودند. صفات اندازه گیری شده شامل: وزن تر و خشک برگ و ساقه، عملکرد تر و خشک علوفه، عملکرد دانه، ارتفاع ساقه، نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علوفه بودند. نتایج نشان داد آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی به جز نسبت برگ به ساقه داشت. علاوه بر این در بین تیمارهای آبیاری، سطوح تیماری آبیاری با پساب در کل دوره رشد، و پساب و آب معمولی یک در میان سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و علوفه، و اجزای عملکرد علوفه گردید. در بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل بالاترین عملکرد علوفه و دانه را داشت.

واژه‌های کلیدی: آب چاه، دوره رشد، نسبت برگ به ساقه، وزن خشک برگ

مقدمه

به دلیل توسعه شهرها و افزایش مصرف سرانه آب، روزانه حجم زیادی پساب فاضلاب تولید می‌شود. استفاده صحیح از این منبع عظیم آب در بخش کشاورزی علاوه بر گسترش سطح زیر کشت و افزایش تولید محصولات زراعی، از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌کند. براساس گزارش ارایه شده، بهترین گزینه استفاده از پساب فاضلاب، کاربرد آن در کشاورزی است (۱۵). در کشاورزی پایدار، استفاده پایدار از منابع موجود و کاهش نهاده‌ها مورد توجه می-باشد (۳). استفاده از فاضلاب در کشاورزی علاوه بر تامین نیاز آبی گیاه زراعی، مواد غذایی مورد نیاز گیاه را نیز تامین می‌کند (۱۱). اغلب گیاهان زراعی هنگاهی که با فاضلاب آبیاری می‌شوند، عملکرد بیشتری حاصل کرده و نیاز کمتری به کودهای شیمیایی دارند که در نتیجه آن مقداری از هزینه‌های تولید کاسته می‌شود (۱۲).

رضوانی مقدم و میرزایی نجم آبادی (۵) در بررسی نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای گزارش کردند که پساب تأثیر معنی‌داری در افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته و عملکرد علوفه خشک داشت. توسلی و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از پساب فاضلاب در مقایسه با آب معمولی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه تر و خشک و عملکرد دانه ذرت می‌شود. طاها و همکاران (۱۷) گزارش کردند که آبیاری سورگوم با فاضلاب در مقایسه با آب معمولی بطور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد ماده خشک و ارتفاع بالای گیاه شد. در پژوهشی دیگر، منیر و همکاران (۱۶) به این نتیجه رسیدند که آبیاری با فاضلاب به مدت ۲ سال موجب افزایش بیوماس در گیاه جو گردید.

یکی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد گیاهان زراعی در بسیاری از کشورها، در درجه اول مربوط به فقدان عناصر غذایی مورد

۱، ۲، ۳ و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد، استادیار و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: asirousmehr@uoz.ac.ir)
۴- دانشیار بیومتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

Archive of SID
www.SID.ir

نیاز گیاهان می‌باشد. از این رو تغذیه معدنی گیاهان یکی از شاخص‌ترین امیدهای حل بحران غذایی جهان خواهد بود. در این راستا محلول‌پاشی کودهای مایع و تغذیه برگی، یکی از روش‌های مؤثر و کارای کوددهی در انواع محصولات کشاورزی می‌باشد و توسط آن می‌توان عناصر غذایی را در اسرع وقت و مستقیماً در اختیار شاخه، برگ و میوه گیاه قرار داد (۹). پای‌گذار و همکاران (۲) گزارش کردند که محلول پاشی با عناصر ریز مغذی روی و منگنز باعث بهبود عملکرد و کیفیت علوفه شده است. خلیلی محله و رشدی (۴) افزایش عملکرد علوفه تر و اجزای عملکرد ذرت را با محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز گزارش کردند. در تحقیقی دیگر وایتی و چامبلیس (۱۸) گزارش کردند که مصرف برگی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز با افزودن به ارتفاع ساقه باعث افزایش عملکرد ماده خشک و علوفه تر ذرت می‌شود.

با توجه به بحران کم آبی در منطقه سیستان و کمبود برخی عناصر درشت و ریز مغذی در خاک این منطقه، این پژوهش به منظور دستیابی به روشی مناسب، جهت استفاده توأم از پساب تصفیه شده و کود کامل جهت حصول بالاترین عملکرد کمی علوفه و دانه ارزن دم روباهی، در راستای اصلاح الگوی مصرف آب و کود در منطقه صورت گرفت.

مواد وروش‌ها

این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در ۲۵ کیلومتری شرق زابل (زهک) انجام گرفت. زهک با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی، در ارتفاع ۴۸۳ متری از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن در اقلیم خشک بسیار گرم، با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. زمین در سال قبل از اجرای آزمایش تحت آیش بوده است. ویژگی های کیفیت شیمیایی آب معمولی و پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل در جدول ۲ آورده شده است.

تیمارها شامل سه سطح آبیاری: آبیاری با آب چاه در تمام مراحل رشد (شاهد)، آبیاری با آب چاه و پساب یک در میان، آبیاری با پساب در کل دوره رشد، بعنوان عامل اصلی و سه سطح محلول‌پاشی با کود کامل (NABTA-LIB): عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار، بعنوان عامل فرعی بودند. پس از تسطیح و آماده سازی زمین آزمایش عملیات کاشت ارزن بصورت خشکه کاری و با دست در تاریخ ۲ اردیبهشت ماه صورت گرفت.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کلسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	بافت خاک
۷/۱	۲/۸۶	۰/۰۹	۸۶/۸۶	۰/۱۹	۰/۰۰۳	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۷	شنی لوم

جدول ۲- کیفیت شیمیایی آب معمولی و پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل

پارامتر	واحد	آب معمولی	پساب
pH	–	۷/۴	۸/۱
هدایت الکتریکی	ds/m	۲/۶	۳/۱
نیتروژن کل	mgl^{-1}	-	۲۳/۱۲
پتاسیم	mgl^{-1}	۶/۷	۲۵/۲۷
فسفر	mgl^{-1}	-	۱۱/۱
کلسیم	mgl^{-1}	۱۱/۴۳	۶/۲
آهن	mgl^{-1}	۰/۰۱۵	۰/۱۰
روی	mgl^{-1}	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
منگنز	mgl^{-1}	۰/۰۳	۰/۰۵
BOD[1]	mgl^{-1}	–	۳۰
COD[2]	mgl^{-1}	–	۸۵

1- Biological oxygen demand
2- Chemical oxygen demand

Archive of SID

www.SID.ir

هنگام تهیه زمین ۱۰۰،۱۰۰ و۷۵ کیلوگرم در هکتاربترتیب کود سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و نیتروژن از منبع اوره به کرت‌ها شد. هر کرت آزمایشی دارای ۶ ردیف بطول ۴ متر با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۸ سانتی‌متر بود. بذر ارزن دم روباهی (*Setaria italica*) مورد استفاده رقم اصلاح شده (KFM9) بود، که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) تهیه شد. آبیاری اول در ۳ اردیبهشت ماه بلافاصله بعد از کشت و با استفاده از آب معمولی انجام گرفت. آبیاری با پساب از نوبت سوم آبیاری (۲۱ اردیبهشت ماه) و پس از استقرار گیاه ارزن صورت گرفت. پساب تصفیه شده فاضلاب شهری از محل تصفیه خانه فاضلاب شهر زابل تأمین گردید. آبیاری در هر دو مورد یکسان و به روش غرقابی انجام می‌گرفت. سیستم تصفیه فاضلاب زابل از نوع برکه‌های تثبیت می‌باشد. اولین محلول‌پاشی با کود کامل در مرحله ساقه دهی (۴ هفته بعد از کاشت) و دومین محلول پاشی در مرحله خوشه دهی (۸ هفته بعد از کاشت) توسط سمپاش پشتی صورت پذیرفت. از کود کامل NABTA-LIB ساخت شرکت صنعتی-شیمیایی NABTA آمریکا استفاده به عمل آمد. مشخصات این کود در جدول ۳ ارایه شده است.

به منظور تعیین ارتفاع ساقه، وزن تر برگ و ساقه، وزن خشک برگ و ساقه، ۱۰ بوته از هر کرت را بطور تصادفی انتخاب کرده و میانگین آنها برای هر کرت محاسبه شد. جهت خشک کردن، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در خشک کن الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. جهت تعیین نسبت برگ به ساقه، وزن برگ‌ها بر وزن ساقه‌ها تقسیم شد. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر، در مرحله شیری شدن دانه، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای از هر پلات یک متر مربع برای اندازه‌گیری عملکرد کل برداشت شد و مقدار آن به هکتار تعمیم گردید. جهت تعیین عملکرد دانه، بعد از رسیدن گیاه بطور کامل (پانیکول زرد و دانه سخت) با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، بذرهای کل یک متر مربع از هر کرت توزین، و عملکرد دانه به دست آمده به هکتار تعمیم داده شد. جهت محاسبه نسبت دانه به علوفه، وزن دانه به وزن علوفه خشک تقسیم گردید. نتایج با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C تجزیه و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که آبیاری با پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان افزایش معنی‌داری در ارتفاع ساقه نسبت به شاهد داشتند، بطوری که بیشترین ارتفاع ساقه در استفاده از پساب در کل دوره رشد و کمترین ارتفاع ساقه درآبیاری معمولی (شاهد) مشاهده گردید (جدول۴). با توجه به اینکه پساب غنی از مواد غذایی بخصوص نیتروژن می‌باشد، بنابراین نیتروژن موجود باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نهایت افزایش ارتفاع ساقه دور از انتظار نیست. رضوانی مقدم و میرزایی نجم آبادی (۵) افزایش ارتفاع ساقه ارزن علوفه‌ای را در اثر استفاده از پساب گزارش کردند.

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تیمار محلول-پاشی اثر معنی‌داری بر افزایش ارتفاع ساقه نداشت (جدول ۶).

برهمکنش تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی بر ارتفاع ساقه معنی-دار بود. ترکیب تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی موجب افزایش در ارتفاع ساقه گردید. بیشترین ارتفاع ساقه در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و کمترین ارتفاع ساقه در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول-پاشی مشاهده گردید (جدول ۷).

وزن تر و خشک برگ

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد و آبیاری با پساب و آب معمولی یک در میان به ترتیب سبب افزایش ۱۱/۱۷ و ۳/۲۹ درصدی وزن تر برگ نسبت به شاهد شدند. همچنین بالاترین وزن خشک برگ در استفاده از پساب در کل دوره رشد و کمترین وزن خشک برگ در کاربرد آب معمولی مشاهده گردید (جدول ۴).

تیمارهای محلول‌پاشی نیز سبب افزایش وزن تر و خشک برگ گردید. بطوری که محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار دارای بیشترین وزن تر و خشک برگ و عدم محلول‌پاشی دارای کمترین وزن تر و خشک برگ بودند (جدول ۴). از آنجایی که برگ‌ها محل انجام واکنش‌های اولیه فتوسنتز و غذاسازی می‌باشند، این افزایش وزن را می‌توان به افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه افزایش وزن برگ‌ها مرتبط دانست (۹).

جدول ۳- ترکیبات موجود در کود کامل مورد استفاده

نیتروژن ٪(w/w)	فسفر ٪(w/w)	پتاسیم ٪(w/w)	آهن (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مولیبدن (ppm)	بر (ppm)
۲۰	۲۰	۲۰	۱۵۶	۶۰	۸۰	۵۵	۱۶	۹۶

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی علوفه تحت تأثیر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل

تیمارها	عملکرد علوفه تر	عملکردعلوفه خشک	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
آبیاری						
آب معمولی	۳۰۲۱۲b*	۶۹۶۲/۵ c	۱۰۳۱۷/۵ c	۲۳۸۰c	۱۴۴۶۶/۳ b	۳۶۴۸/۸ c
آب معمولی + پساب	۳۴۰۶۱/۳ a	۹۰۳۲/۷۸ b	۱۱۱۰۴/۴ b	۲۸۳۶/۸ b	۱۵۷۸۴/۴ a	۴۴۳۱/۲ b
پساب	۳۴۸۱۲a	۱۲۴۶۲/۴ a	۱۱۴۷۰a	۳۲۲۲/۳ a	۱۶۲۷۵/۶ a	۵۴۶۵/۳ a
محلول پاشی(کود کامل)						
عدم محلول‌پاشی	۳۱۵۰۹b	۷۶۵۶/۸ a	۱۰۱۶۳/۳ c	۲۰۵۱/۱ c	۱۴۸۱۷/۸ b	۳۸۷۱/۸ c
۶۰۰ گرم	۳۳۹۷۵a	۹۹۶۲/۳ b	۱۱۱۳۰b	۲۹۰۹/۸ b	۱۵۸۶۲/۵ a	۴۶۹۴b
۱۲۰۰ گرم	۳۴۴۷۰a	۱۱۱۳۵/۷ a	۱۱۶۸۹/۰ a	۳۵۳۷/۱ a	۱۶۰۰۱/۱ a	۵۰۹۵/۷ a

*- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

برهمکنش تیمارهای پساب و محلول‌پاشی بر وزن تر و خشک برگ ارزن معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر و خشک برگ در ترکیب پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و کمترین مقدار آنها در ترکیب آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۵).

وزن تر و خشک ساقه

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر ساقه از تیمار پساب در کل دوره رشد بدست آمد، که اختلاف آن با تیمار پساب و آب معمولی یک در میان معنی‌دار نبود. در حالی- که کمترین وزن تر ساقه در تیمار شاهد مشاهده گردید، که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مصرف پساب داشت (جدول ۴). تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان به ترتیب سبب افزایش ۴۹/۷۸ و ۲۱/۴۴ درصدی وزن خشک برگ در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۶). بنظر می‌رسد که عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف موجود در پساب و بخصوص نیتروژن نیتراتی موجب افزایش رشد طولی و قطری ساقه شده و در نتیجه میزان وزن تر و خشک ساقه با مصرف پساب افزایش می‌یابد (۸).

روند تغییرات وزن تر ساقه به این صورت بود که با محلول‌پاشی، افزایش معنی‌داری مشاهده گردید. تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار بیشترین و در تیمار شاهد کمترین وزن تر ساقه بدست آمد (جدول ۴). محلول‌پاشی نیز اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه داشت. بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل مشاهده گردید. و کمترین وزن خشک ساقه با اختلاف معنی‌دار در تیمار شاهد بود (جدول ۶). می‌توان نتیجه گرفت، بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مثبت عناصر ریز مغذی موجود در کود کامل هم‌چون آهن و روی می‌تواند در فتوسنتز و عملکرد فتوسیستم‌های نوری در افزایش شاخص‌های رشد از قبیل قطر ساقه موثر باشد (۹). نتایج مشابهی توسط بسیاری از محققان (۴ و ۱۰) گزارش گردیده است.

برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی بر وزن تر و خشک ساقه معنی‌دار بود و سبب افزایش وزن تر و خشک ساقه گردید. بیشترین وزن تر و خشک ساقه در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین وزن تر و خشک ساقه آن با اختلاف معنی‌دار در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۵).

نسبت برگ به ساقه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب با اینکه موجب افزایش جزیی نسبت برگ به ساقه شد ولی این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۶). تیمار پساب در کل دوره رشد به ترتیب سبب افزایش ۴/۱۴ و ۶/۳۸ درصدی نسبت برگ به ساقه در مقایسه با تیمار پساب و آب معمولی یک در میان و شاهد گردید (جدول ۶).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها، نسبت برگ به ساقه در اثر محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش یافته است. برهمکنش تیمارهای پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر نسبت برگ به ساقه نداشت (جدول ۷).

عملکرد علوفه تازه و خشک

تاثیر تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل بر عملکرد علوفه تر و خشک افزایشی معنی‌داری بود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک از تیمار آبیاری با پساب در کل دوره رشد و کمترین آنها از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۴). افزایش عملکرد علوفه تازه و خشک گیاهان را می‌توان بوجود مقادیر مناسب عناصر غذایی از جمله

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پساب مرتبط دانست که باعث رشد بهتر گیاه گردیده است. طاها و همکاران (۱۷) گزارش کردند آبیاری سورگوم با فاضلاب در مقایسه با آب معمولی بطور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد ماده خشک و ارتفاع بالای گیاه گردیده است.

در بین تیمارهای محلول‌پاشی، بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک از تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل حاصل شد که تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل سبب افزایش ۸/۶ درصد عملکرد علوفه تر و ۳۱/۲۴ درصد عملکرد علوفه خشک نسبت به عدم محلول پاشی گردید (جدول ۴). وایتی و چامبلیس (۱۸) نشان دادند که مصرف برگی عناصر ریز مغذی روی، آهن و منگنز با افزایش ارتفاع ساقه سبب بهبود عملکرد ماده خشک و علوفه تر در ذرت می‌شود.

برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل از نظر آماری معنی‌دار بود. در این بین بیشترین میزان علوفه تر و عملکرد علوفه خشک مربوط به تیمار پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین مقدار علوفه تر و علوفه، با اختلاف معنی‌دار در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۵).

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی بصورت یک در میان موجب افزایش معنی‌داری عملکرد دانه نسبت به شاهد شد، بطوری که بیشترین عملکرد دانه در استفاده از پساب در کل دوره رشد و کمترین میزان عملکرد دانه در آبیاری معمولی (شاهد) مشاهده گردید (جدول ۶). اسماعیلیان و همکاران (۱۴) گزارش کردند استفاده از فاضلاب تصفیه شده شهری در مقایسه با آبیاری معمولی سبب افزایش عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ به میزان ۳۹/۱۹ درصد گردید.

روند تغییرات عملکرد دانه در اثر استفاده از محلول‌پاشی نیز افزایشی بود. تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ و۱۲۰۰گرم کود کامل به ترتیب افزایش ۹/۱۶ و ۱۱/۹۵ درصدی را نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۶). بنظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه ارزن را مطابق با عملکرد علوفه این گیاه می‌توان به افزایش شیره پرورده این گیاه در زمان پر شدن دانه در اثر مصرف عناصر ماکرو و میکرو نسبت داد. پای‌گذار و همکاران (۲) افزایش عملکرد دانه ارزن را در اثر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی، گزارش کردند.

جدول ۵- اثر برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمی علوفه برحسب کیلو گرم در هکتار

تیمارها		عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه
آبیاری معمولی	عدم محلول‌پاشی	۲۸۶۳۰d	۵۲۷۷h	۹۵۳۳g	۱۶۳۷i	۱۴۰۶۰d
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۳۰۶۲۰c	۷۲۳۴g	۱۰۳۴۰f	۲۵۳۸f	۱۴۵۱۰d
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۳۱۸۱۰bc	۸۴۵۹f	۱۱۰۴۰d	۳۰۳۲d	۱۴۸۳۰cd
پساب + آب معمولی	عدم محلول‌پاشی	۳۱۸۵۰bc	۷۱۵۱g	۱۰۲۲۰f	۲۱۴۷h	۱۵۰۰۰cd
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۳۵۰۹۰a	۹۱۵۴e	۱۱۳۰۰c	۲۸۱۶e	۱۶۱۰۰abc
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۳۵۲۵۰a	۱۰۷۹۰c	۱۱۸۰۰b	۳۵۴۸b	۱۶۲۵۰abc
پساب کل دوره رشد	عدم محلول‌پاشی	۳۲۶۹۰b	۱۰۵۴۰d	۱۰۷۴۰e	۲۳۷۰g	۱۵۳۹۰bcd
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۳۵۳۹۰a	۱۲۵۸۰b	۱۱۴۴۰c	۳۲۶۵c	۱۶۵۲۰ab
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۳۶۳۵۰a	۱۴۱۵۰a	۱۲۲۳۰a	۴۰۳۲a	۱۶۹۲۰a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٦- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی علوفه تحت تأثیر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل

تیمارها	نسبت برگ به ساقه	عملکرد دانه (kg/ha)	نسبت دانه به علوفه	ارتفاع ساقه (cm)
آبیاری				
آب معمولی	۰/۷۰a*	۹۴۱/۱۳c	۰/۱۳a	۸۶/۸۲c
آب معمولی + پساب	۰/۷۱a	۱۰۶۳b	۰/۱۲b	۹۳/۷۷b
پساب	۰/۷۲a	۱۱۷۶/۸۹a	۰/۰۹c	۹۷/۶۷a
محلول‌پاشی				
عدم محلول‌پاشی	۰/۶۹b	۹۹۵/۶۶c	۰/۱۳a	۹۱/۵۳a
۶۰۰ گرم کود کامل	۰/۷۰ab	۱۰۸۶/۸۷b	۰/۱۱b	۹۳/۴۰a
۱۲۰۰ گرم کود کامل	۰/۷۳a	۱۱۱۴/۶۶a	۰/۱۰c	۹۴/۰۰a

*- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی نیز سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه گردید، بطوری که بیشترین عملکرد دانه در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و کمترین عملکرد دانه مربوط به ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی حاصل شد (جدول ۷).

نسبت دانه به علوفه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی موجب کاهش معنی‌داری در نسبت دانه به علوفه شد. بیشترین نسبت دانه به علوفه در تیمار شاهد و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار پساب و آب معمولی یک در میان و کمترین نسبت دانه به علوفه در تیمار پساب در کل دوره رشد مشاهده گردید (جدول ۶).

تیمارهای محلول‌پاشی نیز موجب کاهش معنی‌داری در نسبت دانه به علوفه شد. بطوری که بیشترین مقدار نسبت دانه به علوفه در تیمار شاهد و کمترین نسبت دانه به علوفه در تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل بدست آمد (جدول ۶).

برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر کاهش نسبت دانه به علوفه داشت. بطوری که بیشترین نسبت دانه به علوفه در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی و کمترین نسبت دانه به علوفه در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار مشاهده گردید (جدول ۷). پساب بخاطر غنی بودن از مواد غذایی بخصوص نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و بدنبال آن افزایش بیشتر عملکرد علوفه نسبت به دانه شده است (۶).

همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد

به منظور بررسی رابطه بین صفات کمی و اجزاء عملکرد علوفه و دانه، همبستگی ساده بین این صفات با استفاده از نرم افزار SAS محاسبه گردید. عملکرد علوفه تر با اکثر صفات به جز نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علوفه، رابطه مثبت و معنی‌داری دارد، اما بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار در وزن تر برگ و وزن تر ساقه مشاهده شد. این همبستگی برای وزن تر ساقه ($r = ۰/۹۹^{**}$) و وزن تر برگ ($r = ۰/۹۴^{**}$) می‌باشد. همچنین عملکرد علوفه خشک رابطه مثبت و معنی‌داری با اکثر صفات به جز نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علوفه دارد. بیشترین همبستگی در وزن تر ($r = ۰/۹۳^{**}$) و خشک ساقه ($r = ۰/۹۹^{**}$) مشاهده می‌شود و این نشان می‌دهد که وزن برگ و وزن ساقه از اجزاء مهم تعیین کننده عملکرد علوفه بوده و با افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه عملکرد علوفه تر و خشک افزایش می‌یابد.

جدول ۷- اثر برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمی علوفه

تیمار		وزن خشک ساقه (kg/ha)	نسبت برگ به ساقه	عملکرد دانه (kg/ha)	نسبت دانه به علوفه	ارتفاع ساقه (cm)
آبیاری معمولی	عدم محلول‌پاشی	۳۱۵۰h*	۰/۶۸a	۸۶۴/۷f	۰/۱۶a	۸۴/۷۷e
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۳۶۵۷g	۰/۷۱a	۹۵۵/۳e	۰/۱۳b	۸۷/۶۳de
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۴۱۲۰f	۰/۷۵a	۹۸۳/۷e	۰/۱۲c	۸۸/۲۳cde
پساب + آب معمولی	عدم محلول‌پاشی	۳۶۵۸g	۰/۶۸a	۹۷۹/۳e	۰/۱۴b	۹۱/۵۰bcd
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۴۵۱۳e	۰/۷۰a	d۱۰۸۵	۰/۱۲c	۹۴/۲۰abc
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۵۱۲۳c	۰/۷۳a	c۱۱۲۴	۰/۱۱d	۹۵/۶۳ab
پساب کل دوره رشد	عدم محلول‌پاشی	۴۸۰۸d	۰/۷۰a	cd۱۱۱۱	۰/۱۱d	۹۷/۲۷ab
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۵۵۴۴b	۰/۶۹a	b۱۱۸۴	۰/۰۹e	۹۷/۶۳ab
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۶۰۴۴a	۰/۷۲a	a۱۲۳۶	۰/۰۹e	۹۸/۱۳a

*-میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی صفت نسبت برگ به ساقه با عملکرد علوفه تر ($r= ۰/۳۳^{ns}$) و خشک ($r= ۰/۳۳^{ns}$) مثبت و غیر معنی‌دار بود و همبستگی نسبت دانه به علوفه با عملکرد علوفه تر ($r= -۰/۸۹^{**}$) و خشک ($r= -۰/۹۶^{**}$) منفی و غیر معنی‌دار می‌باشد، علت این است که با افزایش عملکرد علوفه، نسبت دانه به علوفه به دلیل بیشتر بودن میزان علوفه کاهش نشان می‌دهد. علاوه بر این ارتفاع ساقه رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد علوفه تر ($r= ۰/۸۹^{**}$) و خشک ($r= ۰/۹۱^{**}$) داشت. بنابراین هر عاملی که سبب افزایش ارتفاع ساقه گردد، در افزایش عملکرد علوفه تر و خشک مؤثر می‌باشد (جدول ۸).

ضیائی و همکاران (۷) گزارش کردند که صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و ارتفاع ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد ماده خشک کوشیا داشتند.

عملکرد دانه با صفات مورد مطالعه به جز نسبت برگ به ساقه همبستگی معنی‌دار و مثبت را نشان داد. بیشترین همبستگی با عملکرد ماده خشک ($r= ۰/۹۸^{**}$) و نسبت دانه به علوفه ($r= ۰/۹۵^{**}$) و کمترین همبستگی را با وزن خشک برگ ($r= ۰/۸۳^{**}$) داشت. افزایش عملکرد دانه در رابطه با عملکرد علوفه را می‌توان به افزایش سطوح فتوسنتزی بخصوص برگ‌ها نسبت داد (۱۳).

جدول ۸- همبستگی ساده بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

	ارتفاع ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	نسبت دانه به علوفه	عملکرد دانه
ارتفاع ساقه	۱/۰۰	۰/۷۹*	۰/۶۷*	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۰/۱۰ns	۰/۸۹**	۰/۹۱**	-۰/۸۸**	۰/۹۵**
وزن تر برگ		۱/۰۰	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۰/۹۲**	۰/۶۰ns	۰/۹۴**	۰/۹۱**	-۰/۹۲**	۰/۹۰**
وزن خشک برگ			۱/۰۰	۰/۸۵**	۰/۸۸**	۰/۶۸ns	۰/۸۶**	۰/۸۷**	-۰/۸۸**	۰/۸۳**
وزن تر ساقه				۱/۰۰	۰/۹۵**	۰/۲۵ns	۰/۹۹**	۰/۹۳**	-۰/۸۸**	۰/۹۶**
وزن خشک ساقه					۱/۰۰	۰/۳۶ns	۰/۹۲**	۰/۹۹**	-۰/۹۵**	۰/۹۹**
نسبت برگ به ساقه						۱/۰۰	۰/۳۳ns	۰/۳۶ns	-۰/۵۱ns	۰/۲۹ns
عملکرد علوفه تر							۱/۰۰	۰/۹۰**	-۰/۸۹**	۰/۹۵**
عملکرد علوفه خشک								۱/۰۰	-۰/۹۶**	۰/۹۸**
نسبت دانه به علوفه									۱/۰۰	۰/۹۵**
عملکرد دانه										۱/۰۰

**، * و ns- به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار

منابع

۱- توسلی، ا.، ا. قنبری، م. حیدری، ی. پای گذار، و ی. اسماعیلیان. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب تصفیه شده همراه با مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر غلظت عناصر و عملکرد ذرت. مجله آب و فاضلاب، ۲۱ (۷۵): ۴۴-۳۷.

۲- پایه گذار، ی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی علوفه و دانه ارزن مرواریدی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه زابل. ص ۳۸.

۳- حق نیا، غ. و ع. کوچکی. (مترجمان). ۱۳۷۵. مدیریت پایدار خاک. چاپ گوتنبرگ. ایران صحاف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۱۴۲-۱۴۰.

۴- خلیلی محله، ج. و م. رشدی. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. نهال و بذر، ۲۴(۲): ۲۹۳-۲۸۱.

۵- رضوانی مقدم، پ. و م. میرزایی نجم آبادی. ۱۳۸۸. تاثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۱): ۷۴-۶۳.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- زادهوش، ع. و ح. فرداد. ۱۳۸۰. بررسی اثر آبیاری با فاضلاب (پساب) بر عملکرد کمی و کیفی محصول گندم. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۳): ۴۸۵-۴۷۹.

۷- ضیایی، س.، م. کافی، ح. ر. خزاعی، ج. شباهنگ، و م. ر. سلیمانی. ۱۳۸۷. اثر تراکم بوته و تعدادچین بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه و دانه کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schrad) تحت شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهشهای زراعی ایران،۶(۲): ۳۴۲-۳۳۵.

۸- قنبری، ا.، ج. عابدی کوپایی، و ج. طایی سمیرمی. ۱۳۸۵. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم و برخی ویژگی‌های خاک در منطقه سیستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۴) (الف): ۷۴-۵۹.

۹- ملکوتی، م. ج و م. م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی « عناصر خرد با تأثیر کلان ». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ص ۲۹۹.

۱۰- موحدی دهنوی، م.، س. ع. م. مدس ثانوی، ع. سروش زاده، و م. جلالی. ۱۳۸۳. تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول کل، کلروفیل و فلورسانس کلروفیل در ارقام مختلف گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. مجله بیابان،۹(۱): ۱۰۱-۹۳.

11- Asano, T., and A. D. Levine. 1996. Wastewater reclamation and reuse: Post, present and future. J. of Water Science Tech., 33(10-11), 1-14.

12- Barau, R. B., R. Sheikh, R. Cort, R. Cooper, and D. Ryrie. 1987. Reclaimed water for irrigation of vegetables eaten raw. Calif. J. of Agricultural Sci., 41(7-8), 4-7.

13- Channappagoudar, B. B., S. M. Hiremath, N. R. Biradar, R. V. Koti, and T. D. Bharamagoudar. 2008. Physiological basis of yield variation in foxtail millet. J. of Karnataka Agriculture Sci., 20(3), 481-486.

14- Esmailian, Y., M. Heidari, and A. Ghanbari. 2008. Effect of municipal wastewater with manure and chemical fertilizer on grain yield and yield component in corn KOSC 704. J. of Agronomy., 7(3), 277-280.

15- FAO. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 47.

16- Munir, J., M. Rusan, S. Hinnawi, and L. Rusan. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. Desalination, 215, 143-152.

17- Taha, I. M., N. B. Hamza, and M. N. Malik. 2002. Utilization of treated sewage water forage production. Proceeding of International Symposium on Environment Pollution Control and Waste Management. Tunis. 7(10), 560-572.

18- Whitty, E. N., and C. G. Chambliss. 2005. Fertilization of field and forage crop. Nevada State University Publication, 21.

Archive of SID

www.SID.ir