

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

امیر احمدی آغ‌تپه<sup>۱</sup> - احمد قنبری<sup>۲</sup> - علیرضا سیروس مهر<sup>۳\*</sup> - براتعلی سیاه سر<sup>۴</sup> - محمدرضا اصغری پور<sup>۵</sup>

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 علفه 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 اندازه‌گیری شده شامل: وزن تر و خشک برگ و ساقه، عملکرد تر و خشک علفه، عملکرد دانه، ارتفاع ساقه، نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علفه 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 علفه، و اجزای عملکرد علفه گردید. در بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل بالاترین عملکرد علفه و دانه را داشت.

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

### مقدمه

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 علفه‌ای گزارش کردند که پساب تأثیر معنی‌داری در افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته و عملکرد علفه خشک داشت. توسلی و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از پساب فاضلاب در مقایسه با آب معمولی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد علفه تر و خشک و عملکرد دانه ذرت می‌شود. طاه 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

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 می‌باشد (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 هنگامی که با فاضلاب آبیاری می‌شوند، عملکرد

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

### مواد و روش‌ها

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. ویژگی‌های کیفی 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 محلول پاشی با کود کامل (NABTA-LIB): عدم محلول پاشی (شاهد)، محلول پاشی 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.

نیاز گیاهان می‌باشد. از این رو تغذیه معدنی گیاهان یکی از شاخص‌ترین امیدهای حل بحران غذایی جهان خواهد بود. در این راستا محلول پاشی 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 محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز گزارش کردند. در تحقیقی دیگر وایتی و چامبلیس (۱۸) گزارش کردند که مصرف برگی عناصر ریز مغذی 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.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

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

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	mg l <sup>-1</sup>	-	۲۳/۱۲
پتاسیم	mg l <sup>-1</sup>	۶/۷	۲۵/۲۷
فسفر	mg l <sup>-1</sup>	-	۱۱/۱
کلسیم	mg l <sup>-1</sup>	۱۱/۴۳	۶/۲
آهن	mg l <sup>-1</sup>	۰/۰۱۵	۰/۱۰
روی	mg l <sup>-1</sup>	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
منگنز	mg l <sup>-1</sup>	۰/۰۳	۰/۰۵
BOD <sup>۱</sup>	mg l <sup>-1</sup>	-	۳۰
COD <sup>۲</sup>	mg l <sup>-1</sup>	-	۸۵

1- Biological oxygen demand

2- Chemical oxygen demand

## 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 در آبیاری معمولی (شاهد) مشاهده گردید (جدول ۴). 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 نجم‌آبادی (۵) افزایش ارتفاع ساقه ارزش علفه‌ای 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 معنی‌دار 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).

هنگام تهیه زمین ۱۰۰، ۱۰۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار ترتیب 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 محلول‌پاشی 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 ارائه 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، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در خشک کن الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. جهت تعیین نسبت برگ به ساقه، وزن برگ‌ها بر وزن ساقه‌ها تقسیم شد. برای اندازه‌گیری عملکرد علفه 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 علفه، وزن دانه به وزن علفه 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.

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

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی علوفه تحت تأثیر آبیاری با پساب و محلول پاشی کود کامل

تیمارها	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
آبیاری						
آب معمولی	۳۰۲۱۲b*	۶۹۶۲/۵ c	۱۰۳۱۷/۵ c	۲۳۸۰ c	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	۱۱۴۷۰ a	۳۲۲۲/۳ a	۱۶۲۷۵/۶ a	۵۴۶۵/۳ a
محلول پاشی (کود کامل)						
عدم محلول پاشی	۳۱۵۰۹b	۷۶۵۶/۸ a	۱۰۱۶۳/۳ c	۲۰۵۱/۱ c	۱۴۸۱۷/۸ b	۳۸۷۱/۸ c
۶۰۰ گرم	۳۳۹۷۵a	۹۹۶۲/۳ b	۱۱۱۳۰ b	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.

عملکرد فتوسنتسم‌های 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 محلول پاشی 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 محلول پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین وزن تر و خشک ساقه آن با اختلاف معنی‌دار در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول پاشی 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 میانگین‌ها، نسبت برگ به ساقه در اثر محلول پاشی نسبت به شاهد افزایش یافته است. برهمکنش تیمارهای پساب و محلول پاشی اثر معنی‌داری بر نسبت برگ به ساقه نداشت (جدول ۷).

#### عملکرد علوفه تازه و خشک

تأثیر تیمارهای آبیاری با پساب و محلول پاشی 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

برهمکنش تیمارهای پساب و محلول پاشی بر وزن تر و خشک برگ ارزش معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر و خشک برگ در ترکیب پساب در کل دوره رشد و محلول پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و کمترین مقدار آنها در ترکیب آب معمولی و عدم محلول پاشی 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 پر مصرف 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 محلول پاشی، افزایش معنی‌داری مشاهده گردید. تیمارهای محلول پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار بیشترین و در تیمار شاهد کمترین وزن تر ساقه بدست آمد (جدول ۴). محلول پاشی نیز اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه داشت. بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار محلول پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار محلول پاشی 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 دانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها 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 و ۱۲۰۰ گرم 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 علفه 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.

نیترژن، فسفر و پتاسیم در پساب مرتبط دانست که باعث رشد بهتر گیاه گردیده است. طاه‌ها 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 علفه 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 علفه تر و ۳۱/۲۴ درصد عملکرد علفه خشک نسبت به عدم محلول‌پاشی گردید (جدول ۴). وایتی و چامیلیس (۱۸) نشان دادند که مصرف برگی عناصر ریز مغذی روی، آهن و منگنز با افزایش ارتفاع ساقه سبب بهبود عملکرد ماده خشک و علفه تر در ذرت می‌شود.

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

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

تیمارها	عملکرد علفه تر	عملکرد علفه خشک	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه
عدم محلول‌پاشی	۲۸۶۳۰d	۵۲۷۷h	۹۵۳۳g	۱۶۳۷i	۱۴۰۶۰d
آبیاری معمولی	۳۰۶۲۰c	۷۲۳۴g	۱۰۳۴۰f	۲۵۳۸f	۱۴۵۱۰d
محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۳۱۸۱۰bc	۸۴۵۹f	۱۱۰۴۰d	۳۰۳۲d	۱۴۸۳۰cd
عدم محلول‌پاشی	۳۱۸۵۰bc	۷۱۵۱g	۱۰۲۲۰f	۲۱۴۷h	۱۵۰۰۰cd
پساب + آب معمولی	۳۵۰۹۰a	۹۱۵۴e	۱۱۳۰۰c	۲۸۱۶e	۱۶۱۰۰abc
محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۳۵۲۵۰a	۱۰۷۹۰c	۱۱۸۰۰b	۲۵۴۸b	۱۶۲۵۰abc
عدم محلول‌پاشی	۳۲۶۹۰b	۱۰۵۴۰d	۱۰۷۴۰e	۲۳۷۰g	۱۵۳۹۰bcd
پساب کل دوره رشد	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 ۶- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی علفه تحت تأثیر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل

تیمارها	نسبت برگ به ساقه	عملکرد دانه (kg/ha)	نسبت دانه به علفه	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.

پاشی و کمترین نسبت دانه به علفه در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول پاشی 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 علفه نسبت به دانه شده است (۶).

#### همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد

به منظور بررسی رابطه بین صفات کمی و اجزاء عملکرد علفه و دانه، همبستگی ساده بین این صفات با استفاده از نرم افزار SAS محاسبه گردید. عملکرد علفه تر با اکثر صفات به جز نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علفه، رابطه مثبت و معنی داری دارد، اما بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار در وزن تر برگ و وزن تر ساقه مشاهده شد. این همبستگی برای وزن تر ساقه ( $r = 0.99^{**}$ ) و وزن تر برگ ( $r = 0.94^{**}$ ) می باشد. همچنین عملکرد علفه خشک رابطه مثبت و معنی داری با اکثر صفات به جز نسبت برگ به ساقه و نسبت دانه به علفه دارد. بیشترین همبستگی در وزن تر ( $r = 0.93^{**}$ ) و خشک ساقه ( $r = 0.99^{**}$ ) مشاهده می شود و این نشان می دهد که وزن برگ و وزن ساقه از اجزاء مهم تعیین کننده عملکرد علفه بوده و با افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه عملکرد علفه تر و خشک افزایش می یابد.

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

#### نسبت دانه به علفه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب و محلول پاشی موجب کاهش معنی داری در نسبت دانه به علفه شد. بیشترین نسبت دانه به علفه در تیمار شاهد و پس از آن با اختلاف معنی دار در تیمار پساب و آب معمولی یک در میان و کمترین نسبت دانه به علفه در تیمار پساب در کل دوره رشد مشاهده گردید (جدول ۶).

تیمارهای محلول پاشی نیز موجب کاهش معنی داری در نسبت دانه به علفه شد. بطوری که بیشترین مقدار نسبت دانه به علفه در تیمار شاهد و کمترین نسبت دانه به علفه در تیمار محلول پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل بدست آمد (جدول ۶). برهمکنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول پاشی تأثیر معنی داری بر کاهش نسبت دانه به علفه داشت. بطوری که بیشترین نسبت دانه به علفه در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول-

جدول ۷- اثر برهم کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول پاشی بر برخی ویژگی های کمی علفه

ارتفاع ساقه (cm)	نسبت دانه به علفه	عملکرد دانه (kg/ha)	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک ساقه (kg/ha)	تیمار
۸۴/۷۷e	۰/۱۶a	۸۶۴/۷۴	۰/۶۸a	۳۱۵۰h*	عدم محلول پاشی
۸۷/۶۳de	۰/۱۳b	۹۵۵/۳e	۰/۷۱a	۳۶۵۷g	آبیاری معمولی
۸۸/۲۳cde	۰/۱۲c	۹۸۳/۷e	۰/۷۵a	۴۱۲۰f	محلول پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل
۹۱/۵۰bcd	۰/۱۴b	۹۷۹/۳e	۰/۶۸a	۳۶۵۸g	عدم محلول پاشی
۹۴/۲۰abc	۰/۱۲c	d۱۰۸۵	۰/۷۰a	۴۵۱۳e	پساب + آب معمولی
۹۵/۶۳ab	۰/۱۱d	c۱۱۲۴	۰/۷۳a	۵۱۲۳c	محلول پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل
۹۷/۲۷ab	۰/۱۱d	cd۱۱۱۱	۰/۷۰a	۴۸۰۸d	عدم محلول پاشی
۹۷/۶۳ab	۰/۰۹e	b۱۱۸۴	۰/۶۹a	۵۵۴۴b	پساب کل دوره رشد
۹۸/۱۳a	۰/۰۹e	a۱۲۳۶	۰/۷۲a	۶۰۴۴a	محلول پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل

\*-میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

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 ( $r=0/98^{**}$ ) و نسبت دانه به علفه ( $r=0/95^{**}$ ) و کمترین همبستگی را با وزن خشک برگ ( $r=0/82^{**}$ ) داشت. افزایش عملکرد دانه در رابطه با عملکرد علفه را می‌توان به افزایش سطوح فتوسنتزی بخصوص برگ‌ها نسبت داد (۱۳).

همبستگی صفت نسبت برگ به ساقه با عملکرد علفه تر ( $r=0/33^{ns}$ ) و خشک ( $r=0/33^{ns}$ ) مثبت و غیر معنی‌دار بود و همبستگی نسبت دانه به علفه با عملکرد علفه تر ( $r=-0/89^{**}$ ) و خشک ( $r=-0/96^{**}$ ) منفی و غیر معنی‌دار می‌باشد، علت این است که با افزایش عملکرد علفه، نسبت دانه به علفه به دلیل بیشتر بودن میزان علفه کاهش نشان می‌دهد. علاوه بر این ارتفاع ساقه رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد علفه تر ( $r=0/89^{**}$ ) و خشک ( $r=0/91^{**}$ ) داشت. بنابراین هر عاملی که سبب افزایش ارتفاع ساقه گردد، در افزایش عملکرد علفه تر و خشک مؤثر می‌باشد (جدول ۸).

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 علفه تر	عملکرد علفه خشک	نسبت دانه به علفه	عملکرد دانه
۱/۰۰	۰/۷۹*	۰/۶۷*	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۸۹**	۰/۹۱**	-۰/۸۸**	۰/۹۵**
۱/۰۰	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۴**	۰/۹۱**	-۰/۹۲**	۰/۹۰**
۱/۰۰	۰/۸۵**	۱/۰۰	۰/۸۸**	۰/۸۸**	۰/۶۸ <sup>ns</sup>	۰/۸۶**	۰/۸۷**	-۰/۸۸**	۰/۸۳**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۹۹**	۰/۹۳**	-۰/۸۸**	۰/۹۶**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۲**	۰/۹۹**	-۰/۹۵**	۰/۹۹**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۸۹**	۰/۹۵**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۹۶**	۰/۹۸**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵**
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

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

## منابع

- ۱- توسلی، 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): ۳۷-۴۴.
- ۲- پایه گذار، ی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی علفه 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 علفه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۱): ۶۳-۷۴.

- 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): ۳۳۵-۳۴۲.
- 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 محلول پاشی 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.