

تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای

پرویز رضوانی مقدم و مجتبی میرزائی نجم آبادی^۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد، اجزاء عملکرد علوفه و خصوصیات مورفولوژیکی ذرت علوفه‌ای (*Zea mays var. SC704*)، دو رقم سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor var. sugar graze, speedfeed*) و ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum var. nutrifeed*)، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی شماره یک موسسه کشت و صنعت مزرعه نمونه آستان قدس رضوی در سال زراعی ۸۱-۸۰ انجام شد. در این بررسی از کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب شامل ۵ سطح (۰٪، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪ فاضلاب) و چهار گیاه علوفه‌ای به ترتیب در کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی قرار گرفتند. خصوصیات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ و گل آذین و عملکرد علوفه خشک مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله، نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک نشان داد. با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۷۵٪، ارتفاع بوته افزایش یافت و با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۱۰۰٪، قطر ساقه، عملکرد علوفه خشک افزایش نشان داد. با این وجود بین تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ فاضلاب از نظر ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد علوفه خشک گیاهان مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تعداد پنجه در هر بوته با افزایش میزان فاضلاب روند کاهشی نشان داد. بین سطوح مختلف فاضلاب از نظر درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ و گل آذین، اختلاف معنی‌داری مورد مطالعه، اختلافات معنی‌داری از نظر تمامی صفات مورد بررسی دارا بودند. اثر متقابل بین نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب و گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ و گل آذین، عملکرد علوفه خشک معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای شوگرگریز در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب (۲۳/۱ تن در هکتار) و کمترین مقدار ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید در تیمار ۱۰۰٪ آب چاه (۵/۴ تن در هکتار) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب تصفیه شده، آبیاری، ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای، عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه.

مقدمه

ضمن جایگزینی از لحاظ اقتصادی قابل استفاده و در توسعه هر چه بیشتر کشورها موثر باشد. پیش بینی می‌شود با توجه به روند افزایش جمعیت جهان، طی ۴۰ سال آینده، تولید مواد غذایی در جهان حداقل تا ۳ برابر افزایش یابد (۵). بنابراین نیاز به آب برای تولید بیشتر غذا اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این میان آب‌های غیر متعارف خصوصاً فاضلاب‌های تصفیه شده غنی از عناصر غذایی متنوع جایگاه خاصی را در تامین نیازهای آینده تولید غذا دارا می‌باشد (۱۸).

در آغاز هزاره سوم با توجه به غیر اقلیم جهانی و به تبع آن تغییر الگوهای بارندگی و افزایش روز افزون جمعیت در عمده کشورهای خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران، استفاده از آب‌های غیر متعارف از جمله فاضلاب‌های تصفیه شده را در تولید محصولات کشاورزی بعنوان یک منبع مطمئن، اجتناب ناپذیر می‌نماید. محققین و برنامه‌ریزان پیوسته در حال بررسی و یافتن منابع آبی هستند که بتواند

۱- برترتیب عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و کارشناس ارشد کشاورزی سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان جنوبی.

کاربرد لجن فاضلاب شهری که غنی از عناصر کمیاب می‌باشد، عملکرد ذرت، سورگوم، سودانگراس و سویا بخاطر غلظت‌های فیتوتوکسیک عناصر کمیاب خاک کاهش می‌یابد. هنینگ و همکاران (۲۴) نتیجه گرفتند که تیمار لجن با مقادیر کم فلزات سنگین، بیشترین عملکرد را برای گیاه ذرت به همراه داشت.

کلاب و همکاران (۲۰) اثر پساب شهری تصفیه شده را در چند ایالت آمریکا بر عملکرد ذرت و تعدادی گیاهان علوفه‌ای مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که تاثیر پساب در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی به صورت نترات آمونیوم از نظر تامین نیاز گیاه کاملاً قابل رقابت می‌باشد. حسین و همکاران (۲۷) در عربستان سعودی اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده و نیتروژن را روی عملکرد و راندمان مصرف نیتروژن در محصول گندم بررسی کردند و نتیجه گرفتند راندمان مصرف نیتروژن در کشتهایی که با فاضلاب تصفیه شده آبیاری می‌شدند، نسبت به کتهایی که آب چاه دریافت می‌کردند و نیتروژن به مقدار مشابهی داشتند، خیلی بیشتر بود. این بررسی در شرایط مزرعه با استفاده از دو نوع آب نیتروژن دار و بدون نیتروژن در یک خاک لومی شنی و خاک شنی لوم در سال‌های ۹۳-۹۲ و ۹۴-۹۳ انجام شد.

عرفانی و همکاران (۷) گزارش کردند که عملکرد میوه گوجه فرنگی در آبیاری کامل با فاضلاب ۴۷/۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد با استفاده از آب چاه بود. واثقی و همکاران (۱۲) گزارش کردند افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش رشد گیاه ذرت شد. والمیس و همکاران (۳۴) دریافتند که عملکرد دانه جو با افزودن لجن فاضلاب خانگی به خاک تا مقادیر خاصی افزایش یافت ولی پس از آن حد، تاثیری در عملکرد دانه جو نداشت. افیونی و همکاران (۱) با بررسی تاثیر سطوح مختلف لجن فاضلاب بر عملکرد کاهو و اسفناج گزارش کردند با افزایش سطح فاضلاب عملکرد کاهو و اسفناج بطور معنی‌داری افزایش یافت. آنها نتیجه‌گیری کردند که این افزایش احتمالاً ناشی از میزان بالای ازت و فسفر موجود در لجن فاضلاب باشد.

عرفانی و همکاران (۸) اثر سطوح مختلف آبیاری با فاضلاب تصفیه شده خانگی را بر عملکرد و کیفیت کاهو مطالعه کردند آنها دریافتند که در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب بیشترین عملکرد برگ کاهو حاصل شد. بر اساس نتایج

هر چند استفاده پسابها از سابقه نسبتاً طولانی برخوردار است، اما امروزه کشاورزان بیش از هر زمان دیگر به پسابهای شهری به عنوان منبع آب آبیاری چشم دوخته‌اند. مهمترین علت این توجه، کاهش روز افزون منابع آب و لزوم انتقال آب از فواصل بسیار طولانی می‌باشد. در ابتدا پسابها جهت حاصلخیز کردن خاک در تولیدات زراعی بهره برداری می‌شد اما امروزه علاوه بر آن از پسابها جهت رفع کمبود آب آبیاری، افزایش بازدهی مصرف آب و جلوگیری و کاهش آلودگی منابع آبهای سطحی و زیرزمینی استفاده می‌شود (۲، ۳، ۱۸ و ۳۵).

گیاهان علوفه‌ای چهار کربنه سطح زیر کشت وسیعی از زمینهای زراعی جهان را به خود اختصاص داده‌اند، که بطور عمده مناطق خشک و نیمه خشک را شامل می‌شود. سورگوم، ذرت و ارزن بطور وسیعی در نواحی خشک و نیمه خشک جهان کشت کار می‌شود و سهم قابل توجه‌ای در تغذیه دامها و انسان در عمده کشورهای افریقایی، آمریکایی و آسیایی دارند. بطوریکه ۴۹-۳۵ درصد محصولات زراعی در آسیا را این گیاهان تشکیل می‌دهند (۳۰، ۲۳، ۱۷، ۱۶، ۱۵ و ۳۲).

یغمایی (۱۳) در آزمایشی درصدهای مختلف آبیاری با پساب بر عملکرد ذرت را مورد مطالعه قرار داد. بر اساس نتایج وی بیشترین عملکرد دانه و بیوماس کل در تیمار ۱۰۰ درصد پساب شهری مشاهده و با کاهش پساب عملکرد نیز کاهش یافت. هرناندز و همکاران (۲۵) اثر لجن را روی عملکرد محصولات و دسترسی به فلزات سنگین بررسی کردند، که نتایج نشان داد کاربرد لجن عملکرد ذرت و جو را افزایش می‌دهد. جنکینز و همکاران (۲۹) گزارش کردند عملکرد سورگوم علوفه‌ای در آبیاری با آب فاضلاب در مقایسه با آب چاه بطور معنی‌داری افزایش داشت. ال جلود و همکاران (۱۵) دریافتند آب فاضلاب در مقایسه با آب چاه بطور معنی‌داری رشد و عملکرد ذرت و سورگوم علوفه‌ای را افزایش داد. آنها گزارش کردند نسبت افزایش عملکرد سورگوم علوفه‌ای در مقایسه به ذرت علوفه‌ای در تیمار آبیاری با آب فاضلاب بیشتر بود.

هوک و همکاران (۲۶) گزارش کردند که نیتروژن به صورت نترات در فاضلاب باعث کاهش عملکرد محصول میشود. برتی و ژاکوب (۱۹) گزارش کردند که در صورت

گرفته شد. کاشت بذور در تاریخ ۱۷ اردیبهشت سال ۱۳۸۰ انجام شد. تراکم بوته برای گیاهان مورد نظر ۲۰ بوته در مترمربع همزمان با تنک کردن و وجین علف‌های هرز که یک ماه پس از کاشت انجام شد، در نظر گرفته شد. زمین محل اجرای طرح در سال قبل تحت آیش بود و برای اولین بار با استفاده از فاضلاب آبیاری می‌شد.

آبیاری بصورت سطحی و به روش فاروئی انجام گردید. دور آبیاری هر ۱۰ روز یکبار در نظر گرفته شد. به منظور دستیابی به نسبت‌های آب چاه و فاضلاب از دور آبیاری استفاده شد (جدول ۱). بدین ترتیب که در نوبت اول کرت‌های مورد نظر با آب چاه آبیاری شدند و در نوبت‌های بعدی کرت‌هایی که نیاز به آب فاضلاب داشتند با آب فاضلاب آبیاری می‌شدند. فاضلاب تصفیه شده مورد نیاز برای انجام عملیات آبیاری از تصفیه خانه آستان قدس رضوی واقع در نزدیکی محل آزمایش تأمین گردید.

برداشت سورگوم‌ها در ۵۰٪ گلدهی، برداشت ذرت در مرحله شیری - خمیری (۳۳) و برداشت ارزن علوفه‌ای هنگامیکه ارتفاع گیاه به ۱/۲ متر رسید انجام شد (۲۱). سورگوم اسپید فید و ارزن علوفه‌ای هر یک دارای دو چین، سورگوم شوگر گریز و ذرت علوفه‌ای فقط یک چین علوفه تولید کردند. تاریخ‌های برداشت سورگوم اسپید فید بترتیب ۲۷ تیر و ۲۵ شهریور ۱۳۸۰ انجام شد. برداشت‌های ارزن علوفه‌ای در تاریخ‌های ۹ مرداد و ۲۶ شهریور صورت گرفت و برداشت ذرت علوفه‌ای و سورگوم شوگر گریز بترتیب در تاریخ‌های ۲۳ مرداد و ۳ شهریور ماه سال ۱۳۸۰ انجام شد. یک روز قبل از برداشت از هر کرت بطور تصادفی ۵

عرفانی و همکاران (۸) کاربرد فاضلاب، مقدار نیتروژن کل، سفر قابل جذب، بر محلول و عناصر سنگین خاک افزایش داد ولی این افزایش زیر مرز استانداردهای بین المللی بود. نظری و همکاران (۱۱) اثر پساب‌های مختلف را بر عملکرد گندم، جو و ذرت را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند کار برد پساب‌ها در مقایسه با آب چاه سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاهان مورد مطالعه گردید.

هدف این تحقیق بررسی اثرات نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب بر روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد علوفه چهار گیاه علوفه‌ای بود، تا بهترین نسبت ترکیب آب چاه و فاضلاب در آبیاری گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی شماره یک مؤسسه کشت و صنعت مزرعه نمونه آستان قدس رضوی انجام شد. طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

نسبت‌های ۰٪ (W1)، ۲۵٪ (W2)، ۵۰٪ (W3)، ۷۵٪ (W4) و ۱۰۰٪ (W5) آب چاه و فاضلاب در کرت‌های اصلی و گیاهان ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ (*Zea mays* var. SC704)، سورگوم واریته‌های اسپید فید و شوگر گریز (*Sorghum bicolor* var. Speedfeed and Sugar graze) و ارزن علوفه‌ای واریته نوتریفید (*Pennisetum americanum* var. Nutrifed) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

برای بدست آوردن نسبت‌های فوق در عمل، از نوبت‌های آبیاری استفاده شد (جدول ۱).

به علت استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری گیاهان و به علت ماهیت آزمایش در این طرح از هیچ گونه کود شیمیایی و دامی در ابتدای آزمایش و طی رشد استفاده نشد. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی رسی بود.

طول هر کرت فرعی ۶ متر و عرض آن ۳/۷۵ متر (۵ ردیف کاشت) و فاصله کرت‌های فرعی ۰/۷۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۰/۷۵ متر در نظر گرفته شد (مساحت هر کرت فرعی ۲۲/۵ متر مربع) همچنین در یک بلوک فاصله بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک ۳ متر در نظر

جدول ۱: نحوه اجرای نسبت‌های آب چاه و فاضلاب

نسبت‌های اختلاط					نوبت‌های آبیاری
W5	W4	W3	W2	W1	
۱۰۰٪ فاضلاب	۷۵٪ فاضلاب	۵۰٪ فاضلاب	۲۵٪ فاضلاب	۰٪ فاضلاب	اول دوم سوم چهارم پنجم ششم هفتم هشتم تالی آخر
فاضلاب	آب چاه	آب چاه	آب چاه	آب چاه	
فاضلاب	فاضلاب	فاضلاب	آب چاه	آب چاه	
فاضلاب	فاضلاب	آب چاه	فاضلاب	آب چاه	
فاضلاب	فاضلاب	فاضلاب	فاضلاب	آب چاه	
فاضلاب	آب چاه	آب چاه	آب چاه	آب چاه	
فاضلاب	فاضلاب	فاضلاب	آب چاه	فاضلاب	
فاضلاب	فاضلاب	آب چاه	فاضلاب	فاضلاب	

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی آب چاه و فاضلاب مورد استفاده و مرز استاندارد آلوده کننده در فاضلاب برای مصارف کشاورزی^۱.

استاندارد	آب چاه مورد استفاده	فاضلاب مورد استفاده	خصوصیات شیمیایی	استاندارد	آب چاه مورد استفاده	فاضلاب مورد استفاده	خصوصیات شیمیایی
۶-۸/۵	۷/۹	۷/۹	PH	-	-	۳۲	NH3-N
-	۰/۰۵۸	۱/۱	EC(ds/m)	-	-	*	NO3-N
-	۶۳/۷	۸۵/۸	Na(ppm)	-	-	۱۴	Org.-N
-	۲۴	۳۵/۵	Ca (ppm)	-	-	۶۷۰	Alkalinity
۱۰۰	۱۵	۱۸/۲	Mg (ppm)	-	-	۱۸۹	Hardness
۱	۰/۸۶	۰/۹	B(ppm)	۳	۰/۰۶	۰/۱	Fe (ppm)
۶۰۰	۱۲/۴	۱۱۸	Cl (ppm)	۱	۰/۰۲	۰/۰۸	Mn (ppm)
-	۰/۱۸	۲/۸	P (ppm)	۲	۰/۰۱	۰/۲۳	Zn (ppm)
-	۲/۳	۲۴/۶	K (ppm)	۱	۰/۱	۰/۸۵	Pb (ppm)
-	۲/۴۵	۲/۸۷	SAR	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۵	Cd (ppm)
۱۰۰	-	۱۱۰	BOD5	۰/۰۵	*	*	Co (ppm)
۲۰۰	-	۱۴۵	COD	۲	*	۰/۲	Ni (ppm)
				۰/۲	*	۰/۰۵	Cu (ppm)

^۱ سازمان حفاظت محیط زیست ایران

گزارش کردند. به نظر می‌رسد با توجه به نتایج حاصله، فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده اثر سویی بر گیاهان مورد مطالعه نداشته باشد ولی در صورت تداوم استفاده از آن ممکن است در دراز مدت به دلیل تجمع در خاک اثرات سویی را بر خاک داشته باشد.

جهت محاسبات آماری در این بررسی از نرم افزار Excel 2000 استفاده شد مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام شد و سطح احتمال بکار رفته در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها سطح احتمال ۵٪ بود.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه داشت (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۷۵٪ فاضلاب با میانگین ارتفاع ۲۲۳ سانتیمتر و کم‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار ۱۰۰٪ آب چاه با میانگین ۱۸۳ سانتیمتر بود. تیمارهای ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ فاضلاب در یک سطح و بالاتر از ۰٪ و ۲۵٪ فاضلاب قرار داشتند (جدول ۵). جنکینز و همکاران (۲۹) گزارش کردند آبیاری با آب فاضلاب باعث افزایش ارتفاع سورگوم علوفه‌ای گردید. یون و کوان (۳۶) دریافتند آبیاری با فاضلاب باعث افزایش طول ساقه در برنج شد. قنبری و همکاران (۹) نشان دادند با افزایش نسبت آب

بوته انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه و تعداد گره ثبت شد در هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و نیم متر از انتهای کرت و دو ردیف کناری، گیاهان باقی مانده در سطحی معادل ۱۱/۲۵ متر مربع از ارتفاع ۱۰ سانتیمتر با داس برداشت و توزین شد. سپس تعداد ۵ بوته از هر کرت جهت تعیین درصد ماده خشک و ۵ بوته جهت تعیین درصد اجزای عملکرد علوفه بصورت تصادفی انتخاب شدند. برای تعیین ماده خشک نمونه، نمونه در درون آون و در دمای C ۷۰ به مدت ۶۰ ساعت قرار داده شد. برای تعیین اجزای عملکرد نمونه، نمونه برگ، ساقه، غلاف برگ و گل آذین تفکیک شده و درون آون قرار داده شد تا خشک شود سپس درصد هر یک از اجزا محاسبه شد.

کیفیت آب چاه و فاضلاب تصفیه شده

در جدول ۲ ترکیب شیمیایی فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده همراه با مقادیر استاندارد آلوده کننده در فاضلاب برای مصارف کشاورزی سازمان حفاظت محیط زیست ایران نشان داده شده است. در این فاضلاب بجز کادمیم و بر که مقادیر آنها در مرز آلوده کنندگی بود مقادیر دیگر عناصر از جمله آهن، منگنز، روی، سرب، نیکل، مس و منیزیم کمتر از مقادیر استاندارد بود. مقادیر کلیه عناصر در فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با آب چاه بیشتر بود. کوچی و همکاران (۱۰) و قنبری و همکاران (۹) نتایج مشابهی را

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه در چین اول درنسبتهای مختلف آب چاه وفاضلاب در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

میانگین مربعات								درجه آزادی	منابع تغییرات
در صد گل آذین	درصد غلاف برگ	در صد ساقه	در صد برگ	تعداد پنجه	تعداد گره	قطر ساقه	ارتفاع بوته		
۲۹۶/۵۹	۹/۷۳	۳۰/۷۵	۱۲۸/۲۴	-/۳۹	-/۷۷	۲/۴۴۸	۳۳۷۸/۷۵	۳	بلوک
۴۱۴/۸۴	۳۶/۱۲	۱۸۰/۲۴	۳۱۸/۰۶	۴/۴۹**	۲۷/۴۴**	۸۶/۸۴**	۲۰۲۳۲/۶۸**	۴	نسبت فاضلاب
۵۸۴/۳۳	۴۸/۶۳	۷۲/۸۸	۴۲۹/۸۶	۴/۲۵	۴/۵	۱۳/۴	۴۱۰۳/۸	۱۲	خطای اصلی
۷۰۳۸/۳۸**	۴۹/۹۳*	۱۰۵۶۳/۱۴**	۲۲۰۲۸/۴۵**	۲۷۲/۴۳**	۱۳۱۸/۹**	۱۷۹/۱۲**	۱۷۹۹۳۹/۶**	۳	گیاهان علوفه‌ای
۴۲۶/۵۵	۵۸/۹۱	۷۱۳/۷۶	۴۴۸/۶۳	۵/۵۷	۷/۹۸	۹/۳۴	۳۰۱۰/۱۵	۱۲	اثرمتقابل نسبت فاضلاب و گیاهان علوفه‌ای
۲۰۰/۱/۴	۲۳۰/۵۶	۲۱۶۰/۱۱	۲۲۸۰/۹۴	۱۲/۲۱	۲۴/۵۲	۵۱/۴۶	۸۱۴۶/۸۱	۴۵	خطای فرعی

** و * : بترتیب در سطح یک درصد و ۵ در صد معنی دار می‌باشند.

در افزایش قطر ساقه گیاهان علوفه‌ای مورد آزمایش نشان داد (جدول ۳). بطوریکه بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب و تیمار ۷۵٪ فاضلاب با ۱۲/۹ و ۱۲/۸ میلی‌متر و کمترین آن در تیمار آب چاه (شاهد) با ۱۰/۲ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۵).

بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه نیز از نظر قطر ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). بطوریکه ذرت بیشترین قطر ساقه را با میانگین ۱۴/۲ میلی‌متر و کمترین مربوط به ارزن علوفه‌ای با میانگین ۱۰/۲ میلی‌متر بود. بین ارزن، سورگوم اسپید فید، سورگوم شوگرگریز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

تعداد پنجه در هر بوته

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه در گیاهان مورد مطالعه دارا بود (جدول ۳). تعداد پنجه با افزایش نسبت فاضلاب با آب آبیاری از یک روند

فاضلاب در آب آبیاری گندم متوسط طول میانگره‌ها افزایش یافت. با توجه به اینکه آب فاضلاب غنی از مواد غذایی خصوصاً نیتروژن می‌باشد بنابراین افزایش ارتفاع بوته در گیاهان مورد مطالعه در نسبت‌های بالاتر فاضلاب دور از انتظار نیست (جدول ۲).

بین گیاهان علوفه‌ای از نظر ارتفاع اختلافات معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین ارتفاع مربوط به ذرت با میانگین ۲۴۷ سانتیمتر و کمترین مربوط به ارزن نوتریفید با ۱۳۰ سانتی متر بود (جدول ۶). بین ذرت و سورگوم شوگرگریز اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع مشاهده نشد. پائین بودن ارتفاع در ارزن علوفه‌ای نوتریفید بعلت تعداد پنجه‌های بسیار زیاد آن می‌باشد. الجالود و همکاران (۱۶) افزایش ارتفاع بوته ذرت و سورگوم را در اثر کاربرد فاضلاب گزارش کردند.

قطر ساقه

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تاثیر معنی‌داری

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس عملکرد چین اول و کل علوفه تر و خشک درنسبتهای مختلف آب چاه وفاضلاب در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد کل علوفه خشک	عملکرد کل علوفه تر	عملکرد علوفه خشک (چین اول)	عملکرد علوفه تر (چین اول)		
۹۳۳۸۳	۲۳۳۹۹/۶۷	۵۸/۵۲	۱۰۶۶/۰۶	۳	بلوک
۴/۲۴E+08**	۹۵۵۷/۹۷**	۲۹۶/۱۶**	۷۴۳۷/۹۲**	۴	نسبت فاضلاب
۱/۶۷E+08	۲۶۳۷/۸۳	۹۹/۱۲	۱۵۳۱/۵۱	۱۲	خطای اصلی
۴/۵E+08**	۵۱۲۶/۱۹**	۱۹۷۶/۹۴**	۲۶۳۳۳/۳**	۳	گیاهان علوفه‌ای
۱/۳۵E+08	۱۹۲۰/۶۴	۷۱/۵۷	۱۵۱۲/۶۸	۱۲	اثرمتقابل نسبت فاضلاب و گیاهان علوفه‌ای
۳/۰۷E+08	۶۴۴۷/۱۴	۲۶۴/۰۶	۵۰۰۳/۹۲	۴۵	خطای فرعی

** و * : بترتیب در سطح یک درصد و ۵ در صد معنی دار می‌باشند.

جدول ۵: میانگین ارتفاع بوته، فطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک (برداشت اول) و عملکرد کل علوفه خشک در نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد پنجه (در هر بوته)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	عملکرد کل علوفه خشک (تن در هکتار)
% فاضلاب (شاهد)	۱۸۲b	۱۰/۲c	۲/۲۰a	۱۰/۰c	۱۳/۰c
% ۲۵ فاضلاب	۱۹۵b	۱۰/۹bc	۲/۱۸a	۱۱/۸bc	۱۵/۱bc
% ۵۰ فاضلاب	۲۱۶a	۱۱/۶b	۱/۹۵ab	۱۳/۳ab	۱۷/۷ab
% ۷۵ فاضلاب	۲۲۳a	۱۲/۸a	۱/۸۶ab	۱۴/۸a	۱۸/۸a
% ۱۰۰ فاضلاب	۲۲۲a	۱۲/۹a	۱/۵۵b	۱۵/۲a	۱۹/۰a

در هر ستون حروف غیرمشابه از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد.

جدول ۶: میانگین ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک (برداشت اول) و عملکرد کل علوفه خشک در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد پنجه (در هر بوته)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	عملکرد کل علوفه خشک (تن در هکتار)
سورگوم اسپیدفید	۲۰۸b	۱۱/۲b	۲/۱۳b	۷/۶۰c	۱۸/۱a
ذرت	۲۴۷a	۱۴/۲a	۰/۰۱d	۱۶/۴۰b	۱۶/۴b
سورگوم شوگرگریز	۲۴۶a	۱۱/۲b	۰/۸۰c	۱۹/۳۲a	۱۹/۳a
ارزن نوتریفید	۱۳۰c	۱۰/۲b	۴/۸۶a	۸/۷۳c	۱۳/۰c

در هر ستون حروف غیرمشابه از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد.

درصد برگ

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر در صد برگ گیاهان مورد مطالعه نداشت (جدول ۳). با این وجود بیشترین مقدار درصد برگ در تیمار آب چاه (شاهد) با میانگین ۴۱/۹٪ و کمترین مقدار درصد برگ در تیمار ۷۵٪ فاضلاب با میانگین ۳۵/۷٪ مشاهده شد (جدول ۷). با افزایش نسبت فاضلاب با آب آبیاری ارتفاع بوته افزایش یافت که خود منجر به افزایش در صد ساقه در بیوماس تولیدی شد. از آنجاییکه بین در صد برگ و درصد ساقه یک ارتباط معکوسی وجود دارد لذا کاهش در صد برگ دور از انتظار نیست (جدول ۱۱).

بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر درصد برگ مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین درصد برگ در ارزن علوفه‌ای با میانگین ۶۶/۲٪ و کمترین آن در ذرت با ۲۲/۲٪ مشاهده شد (جدول ۸). با توجه به همبستگی منفی بالا بین ارتفاع و در صد برگ گیاهان علوفه‌ای مورد نظر ($r = -0/82$) پائین بودن ارتفاع در ارزن علوفه‌ای، باعث شد تا اختصاص مواد فتوسنتزی به برگها نسبت به ساقه‌ها،

کاهش بر خوردار بود (جدول ۵). بین تعداد پنجه و ارتفاع بوته یک رابطه معکوسی وجود دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش نسبت فاضلاب در آب آبیاری، ارتفاع بوته افزایش یافت ولی تعداد پنجه کاهش پیدا کرد. بین تعداد پنجه در هر بوته و ارتفاع بوته یک همبستگی منفی بالایی مشاهده شد ($r = -0/89$) (جدول ۱۱). یون و کوان (۳۶) گزارش کردند آبیاری با فاضلاب باعث افزایش قدرت پنجه زنی در برنج شد. به نظر می‌رسد واکنش گیاهان مختلف به آبیاری با آب فاضلاب متفاوت است.

بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری از لحاظ تعداد پنجه در هر بوته مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین تعداد پنجه در ارزن علوفه‌ای با میانگین ۴/۸۶ پنجه در هر بوته و کمترین آن در ذرت با ۰/۰۱ پنجه در هر بوته مشاهده شد (جدول ۶). به نظر می‌رسد اختصاص مواد فتوسنتزی به پنجه‌ها در گیاهانی که از تعداد بیشتری پنجه در هر بوته برخوردارند مانع افزایش ارتفاع بوته می‌شود. سورگوم اسپیدفید نیز به همین دلیل تعداد پنجه در هر بوته کمتری نسبت به سورگوم شوگرگریز داشت.

جدول ۸: میانگین درصد برگ، ساقه، غلاف برگ و گل آذین در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

صفت مورد مطالعه	در صد برگ	در صد ساقه	در صد غلاف	در صد گل آذین
سورگوم اسپیدفید	۳۱/۸	۴۷/۵	۱۴/۳	۶/۴۶
ذرت	۲۲/۱	۳۸/۴	۱۵/۵	۲۳/۹۸
سورگوم شوگرگریز	۳۴/۲	۴۸/۹	۱۵/۱	۱/۹۸
ارزن نوتریفید	۶۶/۲	۲۰/۰	۱۳/۴	۰/۳۷

در هر ستون حروف غیرمشابه از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد.

ساقه ($r = -0.64$) دور از انتظار نیست.

درصد غلاف برگ

تاثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب بر درصد غلاف برگ در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه معنی دار نبود (جدول ۳). ولی بیشترین درصد غلاف برگ مربوط به تیمار ۲۵٪ فاضلاب با ۱۵/۴٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۵٪ فاضلاب با ۱۳/۷٪ می‌باشد (جدول ۷). با افزایش نسبت فاضلاب با آب آبیاری در صد برگ کاهش و در صد ساقه افزایش یافت. با توجه به اینکه غلاف برگ از نظر ساختاری شباهت بیشتری به پهنک برگ در مقایسه با ساقه دارد لذا کاهش در صد غلاف برگ با افزایش نسبت فاضلاب با آب آبیاری مشابه تغییرات پهنک برگ می‌باشد.

بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه اختلاف معنی داری از نظر درصد غلاف برگ مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین در صد غلاف برگ در ذرت و سورگوم شوگرگریز به ترتیب با ۱۵/۵٪، ۱۵٪ و کمترین در صد غلاف برگ در ارزن نوتریفید با ۱۳/۴٪ دیده شد (جدول ۸). بین سورگوم اسپیدفید، ذرت و سورگوم شوگرگریز اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین بین سورگوم اسپیدفید و ارزن علوفه‌ای اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با توجه به اینکه از نظر فیزیکی و مکانیکی غلاف برگ وظیفه نگهداری برگ بر روی ساقه را دارد لذا به نظر می‌رسد هرچه اندازه و وزن پهنک برگ بیشتر باشد غلاف برگ قوی تر و در نهایت سنگین تری را برای حمایت از پهنک برگ نیاز دارد. با توجه به اینکه برگ‌های ذرت و سورگوم شوگرگریز در مقایسه با ارزن درشت تر و سنگین تر است لذا در صد بیشتر غلاف برگ در این گیاهان قابل پیش بینی است.

جدول ۷: میانگین درصد برگ، ساقه، غلاف برگ و گل آذین در نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب

صفت مورد مطالعه	در صد برگ	در صد ساقه	در صد غلاف	در صد گل آذین
٪ فاضلاب (شاهد)	۴۱/۹۸	۳۷/۱۸	۱۵/۰۸	۶/۰۰۸
۲۵٪ فاضلاب	۳۸/۴۸	۳۹/۹۸	۱۵/۴۸	۶/۲۴۸
۵۰٪ فاضلاب	۳۸/۶۸	۳۶/۹۸	۱۴/۸۸	۹/۶۴۸
۷۵٪ فاضلاب	۳۵/۷۸	۳۸/۷۸	۱۳/۷۸	۱۱/۹۶۸
۱۰۰٪ فاضلاب	۳۸/۲۸	۴۰/۷۸	۱۳/۹۸	۷/۱۷۸

در هر ستون حروف غیرمشابه از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد.

در مقایسه با سایر گیاهان مورد مطالعه بیشتر باشد. از آنجائیکه تعداد پنجه با درصد برگ همبستگی مثبتی دارد ($r = 0.85$)، درصد برگ در گیاه ارزن نوتریفید نسبت به سایر گیاهان مورد مطالعه بیشتر بود. در سورگوم اسپیدفید نیز به علت پنجه زنی بیشتر نسبت به سورگوم شوگرگریز اختصاص مواد فتوسنتزی برای تولید پنجه و رشد رویشی آنها بیشتر بود. بنابراین سهم مواد فتوسنتزی در افزایش ارتفاع بوته در سورگوم اسپیدفید نسبت به سورگوم شوگرگریز کمتر بوده و در نتیجه ارتفاع آن نیز پائین تر بود. دانش و همکاران (۴) نیز افزایش درصد برگ را در نتیجه کاربرد فاضلاب در گیاه چغندر قند گزارش کرد. دای و تکر (۲۲) در مطالعه‌ای روی گیاه سورگوم نشان دادند آبیاری با فاضلاب باعث افزایش عرض برگ شد که خود افزایش در صد برگ را به همراه دارد. قنبری و همکاران (۹) دریافتند طول و عرض برگ پرچمی در گندم در آب آبیاری با فاضلاب در بیشترین مقدار خود بود.

درصد ساقه

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تاثیر معنی داری بر درصد ساقه در گیاهان علوفه‌ای مورد نظر نداشتند (جدول ۳). با این وجود بیشترین درصد ساقه در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب مشاهده شد (جدول ۷).

بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه اختلاف معنی داری از لحاظ در صد ساقه مشاهده شد (جدول ۳). سورگوم شوگرگریز با ۴۸/۷٪ و سورگوم اسپیدفید با ۴۷/۵٪ بیشترین در صد ساقه و ارزن نوتریفید با ۲۰٪ کمترین در صد ساقه را دارا بودند (جدول ۸). پائین بودن درصد ساقه در ارزن علوفه‌ای با توجه همبستگی منفی بین تعداد پنجه و در صد

درصد گل آذین

نتایج حاصله نشان داد که نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر درصد گل آذین نداشت (جدول ۳). اما با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۷۵٪ در صد گل آذین از یک روند افزایشی برخوردار بود (جدول ۷). بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر درصد گل آذین مشاهده شد (جدول ۳). ذرت بیشترین درصد گل آذین (۲۴/۰٪) و ارزن علوفه‌ای نوترفید از کمترین در صد گل آذین (۰/۳۸٪) برخوردار بودند (جدول ۸). با توجه به همبستگی منفی بین درصد برگ و درصد گل آذین، پائین بودن درصد گل آذین در ارزن علوفه‌ای نوترفید قابل پیش بینی است ($r = -0/59$).

عملکرد علوفه خشک (برداشت اول)

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه خشک (برداشت اول) در گیاهان علوفه‌ای داشت (جدول ۴). بیشترین عملکرد علوفه خشک مربوط به تیمارهای ۱۰۰٪ و ۷۵٪ فاضلاب به ترتیب با ۱۵/۲ و ۱۴/۸ تن در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار آب چاه (شاهد) با میانگین ۰/۱۰ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۵). با افزایش میزان فاضلاب عملکرد علوفه خشک در هکتار افزایش یافت که این نشان دهنده نقش فاضلاب در تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان مورد مطالعه می‌باشد. دانش و همکاران (۴) نیز در تحقیقات خود بر روی چغندر قند استفاده از پساب را عامل افزایش ماده خشک ذکر کرد. عرفانی و همکاران (۷) گزارش کردند در آبیاری با فاضلاب عملکرد بیولوژیکی در گیاه گوجه فرنگی بطور معنی‌داری بیشتر از آبیاری با آب چاه بود. یون و کوان (۳۶) دریافتند آبیاری با فاضلاب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج در مقایسه با شاهد شد. دای و تکر (۲۲) دریافتند با افزایش آب فاضلاب عملکرد دانه سورگوم در مقایسه با آب چاه افزایش یافت. قنبری و همکاران (۹) نشان دادند عملکرد بیولوژیکی گندم در آبیاری با فاضلاب ۱۱/۵ تن در هکتار یعنی دو برابر بیشتر از آبیاری با آب چاه با ۵/۸ تن در هکتار بود.

در بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه نیز اختلاف عملکرد علوفه خشک در هکتار از لحاظ آماری معنی‌دار بود

(جدول ۴). حداکثر مقدار عملکرد علوفه خشک در برداشت اول متعلق به سورگوم شوگر گریز با میانگین عملکرد ۱۹/۳ تن در هکتار و حداقل آن مربوط به سورگوم اسپید فید و ارزن علوفه‌ای نوترفید بترتیب با ۸/۷ و ۷/۶ تن در هکتار مشاهده شد. بین سورگوم اسپید فید و ارزن علوفه‌ای نوترفید اختلاف معنی‌داری در عملکرد علوفه خشک در برداشت اول مشاهده نشد (جدول ۶).

عملکرد کل علوفه خشک (مجموع دو برداشت)

نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب بر عملکرد کل علوفه خشک تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۴). بطوریکه بیشترین عملکرد کل علوفه خشک مربوط به تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ فاضلاب به ترتیب با ۱۹/۰ و ۱۸/۸ تن در هکتار و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار آب چاه (شاهد) با میانگین ۱۳/۰ تن در هکتار بود. روند نتایج مشابه عملکرد علوفه خشک در برداشت اول بود یعنی با افزایش میزان فاضلاب عملکرد کل علوفه خشک افزایش یافت (جدول ۵). مونت و اسوزا (۳۱) با بررسی اثر فاضلاب بر عملکرد گیاهان ذرت، سورگوم و آفتابگردان گزارش کردند عملکرد گیاهان با آب فاضلاب در مقایسه با آب چاه همراه با کودهای شیمیایی بیشتر بود.

در بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه نیز اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد کل علوفه خشک مشاهده شد (جدول ۴). حداکثر عملکرد کل علوفه خشک در سورگوم شوگر گریز و سورگوم اسپید فید به ترتیب با میانگین ۱۹/۳ و ۱۸/۱ تن در هکتار و کمترین مقدار آن در ارزن علوفه‌ای نوترفید با ۱۳/۰ تن در هکتار دیده شد (جدول ۶). بنابراین استفاده از فاضلاب شهری علاوه بر کاهش آلودگی زیست محیطی، نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز برای کشاورزی دارد. نظری و همکاران (۱۱) گزارش کردند که بیشترین و کمترین عملکرد وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهان ذرت، گندم و جو بترتیب در تیمار آب چاه بعلاوه لجن و آب چاه حاصل شد. آنها نتیجه‌گیری کردند این افزایش عملکرد احتمالاً به دلیل نیتروژن و فسفر موجود در لجن و آب پسابها و همچنین بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک جهت رشد بهتر گیاهان می‌باشد.

قنبری و همکاران (۹) اثر آبیاری با پساب فاضلاب

آذین از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۳ و ۴).
 بیشترین عملکرد کل علوفه خشک (۲۲/۰ تن در هکتار) در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب و در سورگوم اسپید فید و کمترین آن با ۱۱،۰ تن در هکتار در تیمار آب چاه (شاهد) و در ارزن نوتروفید شد (جدول ۹). با توجه به اینکه ساقه نقش مهمتری در عملکرد ماده خشک گیاهان علوفه‌ای دارد لذا پایین بودن عملکرد ماده خشک ارزن نوتروفید ناشی از پایین بودن درصد ساقه می‌باشد (جدول ۹).

ذرت بر خلاف دیگر گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه بعد از برداشت چین اول رشد مجددی نداشت با این وجود ذرت بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک را در تیمار ۷۵٪ فاضلاب با ۲۰/۰ تن در هکتار و کمترین مقدار آن را در تیمار آب چاه (شاهد) با میانگین ۱۲/۱ تن در هکتار تولید کرد. با توجه به اینکه سهم ساقه در عملکرد ماده خشک تولیدی در ذرت در مقایسه با دیگر گیاهان مورد مطالعه بیشتر بود بالا بودن عملکرد ماده خشک در این گیاه تنها از یک چین دور از

تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم را در منطقه سیستان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب با کاربرد آب فاضلاب افزایش یافت. علیزاده و همکاران (۱۴) گزارش کردند عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذرت در تیمار آبیاری با آب فاضلاب در تمام مراحل رشد در مقایسه با شاهد (آب چاه) بیشترین مقدار بود. آنها اضافه کردند که اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف از نظر غلظت عناصر سنگین در دانه ذرت مشاهده نشد. عرفانی آگاه (۶)، حسین و همکاران (۲۷)، هنینگ و همکاران (۲۴)، جاراش و همکاران (۲۸) نتایج مشابهی بدست آوردند.

اثرات متقابل نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب و گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه بر خصوصیات مورفولوژیکی ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک در چین اول، عملکرد کل علوفه خشک، درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ و درصد گل

جدول ۹: اثر متقابل ارقام مورد مطالعه و نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، و تعداد پنجه در هر بوته عملکرد علوفه خشک (برداشت اول) و عملکرد کل علوفه خشک در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد پنجه (در هر بوته)	عملکرد علوفه خشک (برداشت اول) (تن در هکتار)	عملکرد کل علوفه خشک (تن در هکتار)
۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپید فید	۱۸۳	۱۰/۲	۲/۵۵	۵/۳۶	۱۲/۲
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم اسپید فید	۲۰۰	۱۰/۴	۱/۲۰	۶/۴۶	۱۵/۸
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپید فید	۲۱۳	۱۱/۲	۱/۹۵	۸/۵۱	۲۱/۳
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم اسپید فید	۲۲۳	۱۲/۴	۲/۲۰	۷/۶۲	۱۹/۳
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپید فید	۲۲۴	۱۱/۷	۱/۸۵	۱۰/۰	۲۲/۰
۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۲۰۹	۱۲/۴	۰/۰۱	۱۲/۱	۱۲/۱
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۲۴۱	۱۳/۰	۰/۰۱	۱۶/۱	۱۶/۱
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۲۶۱	۱۴/۳	۰/۰۱	۱۶/۷	۱۶/۷
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۲۶۸	۱۵/۴	۰/۰۱	۲۰/۰	۲۰/۰
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۲۵۵	۱۵/۷	۰/۰۱	۱۷/۱	۱۷/۱
۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگر گریز	۲۲۶	۹/۵۵	۰/۹	۱۶/۸	۱۶/۸
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم شوگر گریز	۲۲۰	۱۰/۳	۱/۰	۱۷/۰	۱۷/۰
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگر گریز	۲۵۵	۱۰/۹	۰/۸۵	۱۸/۵	۱۸/۵
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم شوگر گریز	۲۶۴	۱۲/۰	۰/۶۵	۲۱/۲	۲۱/۲
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگر گریز	۲۶۴	۱۳/۲	۰/۶۰	۲۳/۱	۲۳/۱
۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتروفید	۱۱۳	۸/۶۸	۵/۳۵	۵/۹۰	۱۱/۰
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتروفید	۱۲۰	۹/۷۹	۵/۶۰	۷/۴۷	۱۱/۴
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتروفید	۱۳۴	۱۰/۱	۵/۰	۹/۳۹	۱۴/۲
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتروفید	۱۳۷	۱۱/۴	۴/۶۰	۱۰/۵	۱۴/۵
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتروفید	۱۴۵	۱۰/۹	۳/۷۵	۱۰/۴	۱۳/۸

درارزن علوفه‌ای نوتریفید عملکرد علوفه خشک در برداشت اول در تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ فاضلاب بیشترین مقدار را بترتیب با ۱۰/۵ و ۱۰/۴ تن در هکتار دارا بود، و کمترین مقدار آن در تیمار آب چاه (شاهد) با میانگین ۵/۹ تن در هکتار مشاهده شد. بیشترین مقدار عملکرد کل علوفه خشک (مجموع دو چین) در تیمار ۷۵٪ فاضلاب بامیانگین ۱۴/۵ تن در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار آب چاه (شاهد) بامیانگین ۱۱/۰ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۹).

کوچی و همکاران (۱۰) در یک بررسی بر روی مقدار کل عناصر سنگین در لایه ۲۰-۰ سانتیمتری خاکهای آبیاری شده با فاضلاب حاصل از تصفیه خانه آستان قدس رضوی در یک دوره شش ساله گزارش کردند مصرف فاضلاب اثر سویی بر مقدار کل عناصر نداشته و مقدار آنها در همه خاکهای مورد مطالعه زیر حد مجاز بود. عرفانی و همکاران (۷ و ۸) گزارش کردند که استفاده از آب فاضلاب در آبیاری کاهو و گوجه فرنگی هیچ گونه تاثیر سویی بر خاک نداشت.

نتیجه گیری

نتایج حاصله حاکی از آن است که فاضلاب تصفیه شده بعلاوه دارا بودن عناصر غذایی ازت و فسفر عملکرد علوفه خشک گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه را افزایش داد. نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تاثیر معنی داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک نشان داد. ارتفاع بوته در تیمار ۷۵٪ فاضلاب بیشترین مقدار را نشان داد. در حالیکه بیشترین قطر ساقه و عملکرد علوفه

جدول ۱۰: اثر متقابل ارقام مورد مطالعه و نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب بر درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ و درصد گل آذین (برداشت اول) در گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه

صفت مورد مطالعه	درصد ساقه	درصد غلاف برگ	درصد گل آذین
۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپیدیفید	۴۰/۵	۱۴/۱	۶/۴۸
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم اسپیدیفید	۵۴/۰	۱۷/۲	۲/۹۶
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپیدیفید	۴۳/۰	۱۴/۰	۱۰/۸
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم اسپیدیفید	۴۷/۵	۱۲/۹	۷/۸۳
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم اسپیدیفید	۵۲/۵	۱۳/۳	۴/۱۹
۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۴۲/۶	۱۷/۱	۱۷/۵
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۴۰/۱	۱۶/۳	۲۲/۰
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۳۶/۰	۱۵/۳	۲۵/۹
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۳۳/۲	۱۳/۵	۳۳/۶
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم ذرت	۴۰/۴	۱۵/۲	۲۰/۸
۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگرگریز	۴۷/۲	۱۴/۸	۰
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم شوگرگریز	۴۶/۲	۱۵/۱	۰
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگرگریز	۴۸/۳	۱۶/۰	۱/۸۰
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم شوگرگریز	۵۲/۲	۱۴/۵	۴/۵۰
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم شوگرگریز	۴۹/۴	۱۵/۲	۳/۶۵
۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتریفید	۱۸/۰	۱۴/۱	۰
۲۵٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتریفید	۱۹/۴	۱۳/۱	۰
۵۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتریفید	۲۰/۳	۱۴/۱	۰
۷۵٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتریفید	۲۱/۹	۱۳/۹	۱/۸۸
۱۰۰٪ فاضلاب و سورگوم ارزن نوتریفید	۲۰/۳	۱۱/۹	۰

انتظار نبود. واثقی و همکاران (۱۲) گزارش کردند که وزن خشک اندامهای هوایی ذرت با افزایش مقدار لجن فاضلاب در خاکها افزایش یافت.

سورگوم شوگرگریز نیز همانند ذرت فقط یک چین علوفه تولید کرد. بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک سورگوم شوگرگریز در تیمار ۱۰۰٪ آب فاضلاب با ۲۳/۱ تن در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار آب چاه (شاهد) بامیانگین ۱۶/۸ تن در هکتار حاصل شد.

جدول ۱۱: ضریب همبستگی بین برخی از صفات مورد مطالعه

صفات	عملکرد	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد پنجه در بوته	درصد برگ	درصد ساقه	درصد غلاف برگ
عملکرد	۱						
ارتفاع بوته	۰/۵۱ ***	۱					
قطر ساقه	۰/۳۶ **	۰/۶۲ ***	۱				
تعداد پنجه	۰/۴۲ ***	۰/۸۹ ***	۰/۶۰ ***	۱			
درصد برگ	۰/۱۸	۰/۸۲ ***	۰/۵۶ ***	۰/۸۵ ***	۱		
درصد ساقه	۰/۱۱	۰/۶۶ ***	۰/۱۸	۰/۶۴ ***	۰/۷۶ ***	۱	
درصد غلاف برگ	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۲۷ *	۰/۳۵ **	۰/۳۸ ***	۱

***، **، * و * بترتیب به مفهوم معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۱ در صد می باشد

اثر متقابل بین نسبتهای مختلف آب چاه و فاضلاب و گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای شوگر گریز در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب با ۱/۲۳ تن درهکتار و کمترین عملکرد ماده خشک در ارزن نوتروفید در تیمار آب چاه (شاهد) با ۱۱/۰ تن درهکتار مشاهده شد (جدول ۹).

سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیر عامل محترم وقت مزرعه نمونه آستانقدس رضوی جناب آقای مهندس بازاری، آقای مهندس برکی مسئول محترم وقت بخش تحقیقات و دیگر کارشناسان محترم وقت مزرعه نمونه آستانقدس رضوی بخاطر فراهم سازی شرایط این مطالعه و تقبل هزینه‌های اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

خشک (برداشت اول و مجموع دو برداشت) در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب مشاهده شد. نسبتهای مختلف آب چاه و فاضلاب از نظر درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف برگ، درصد گل آذین، اختلافات معنی‌داری نشان ندادند. با این وجود کمترین درصد برگ و غلاف در تیمار ۷۵٪ فاضلاب و بیشترین درصد برگ در تیمار آب چاه (شاهد) مشاهده شد. همچنین بیشترین درصد ساقه در تیمار ۱۰۰٪ فاضلاب و بیشترین درصد گل آذین در تیمار ۷۵٪ فاضلاب مشاهده شد (جدول ۵ و ۷).

بین گونه‌های مختلف گیاهان علوفه‌ای از نظر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، درصد برگ، درصد ساقه، درصد غلاف و گل آذین، و عملکرد علوفه خشک (برداشت اول و مجموع دو برداشت) اختلافات معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶ و ۸).

منابع

- ۱- افیونی، م.، ی. رضایی نژاد و ب. خیامباشی. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۲ (۱): ۳۰-۱۹.
- ۲- جبلی، س. ج. ۱۳۷۸. تجارب جهانی بکارگیری پسابها در آبیاری. مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پسابها در آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره ۲۸. صفحات ۵۲-۳۵.
- ۳- حسن اقلی، ع.، ع. لیاقت و م. میراب زاده. ۱۳۸۵. تاثیر آبیاری با فاضلاب خانگی خام ورودی و پساب تصفیه ثانویه تصفیه خانه فاضلاب شهرک اکباتان بر میزان انتقال فسفر به زیر عمق توسعه ریشه‌ها. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰ (۴): ۴۳-۲۹.
- ۴- دانش، ش.، غ. حق‌نیا و ا. علیزاده. ۱۳۷۰. اثر فاضلابهای تصفیه شده خانگی بر عملکرد و کیفیت محصول چغندر قند و چغندر علوفه‌ای. گزارش نهایی، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد. شماره ۶۸.
- ۵- شرکت مهندسی مشاور طوس آب. ۱۳۷۰. بررسی نیاز آبی شرب، کشاورزی و صنعت. جلد پنجم. مطالعات طرح جامع تامین آب مشهد.
- ۶- عرفانی آگاه، ع. ۱۳۷۸. بررسی کارایی فاضلابهای تصفیه شده خانگی. مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پسابها در آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره ۲۸. صفحات ۸۰-۶۱.
- ۷- عرفانی، ع.، غ. حق‌نیا و ا. علیزاده. ۱۳۸۰. تاثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده خانگی بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۱۵ (۱): ۷۷-۶۵.
- ۸- عرفانی، ع.، غ. حق‌نیا و ا. علیزاده. ۱۳۸۱. تاثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگیهای خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۱): ۹۲-۷۱.
- ۹- قنبری، ا.، 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): ۷۵-۵۹.
- ۱۰- کوچی، م.، ا. فتوت، غ. حق‌نیا و ا. لکزیان. ۱۳۸۵. بررسی شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین سرب، کبالت، کادمیم، نیکل، روی و مس در خاکهای آبیاری شده با فاضلاب. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۰ (۲): ۵۴-۴۵.
- ۱۱- نظری، م.، ع. ح. شریعتمداری، م. افیونی، م. مبلی و ش رحیلی. ۱۳۸۵. اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو و ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰ (۳): ۱۱۱-۹۷.
- ۱۲- واقتی، س.، م. افیونی، ح. شریعتمداری و م. مبلی. ۱۳۸۲. اثر لجن فاضلاب و pH خاک بر قابلیت جذب عناصر کم مصرف و فلزات سنگین. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۷ (۳): ۱۰۶-۹۵.
- ۱۳- یغمایی، ا.ا. ۱۳۷۹. عملکرد ذرت دانه‌ای در آبیاری با فاضلاب خانگی و پیامد های حاصل از آن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. دانشکده کشاورزی.

- 14-Alizadeh, A., M.E. Bazari, S. Velayati, M. Hasheminia and A. Yaghmaie. 2001. Irrigation of corn with wastewater . In: Ragab, R., G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy (Eds.), pp. 147-154. ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, South Korea.
- 15-Al-jaloud, A., G. Hussain, A. Al-saati, and S. Karimullah. 1993. Effect of municipal treated wastewater on yield of maize and sorghum soil properties. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 7: 173-179.
- 16-Al-jaloud, A., G. Hussain, A. Al-saati, and S. Karimullah. 1995. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and Sorghum plant in a pot. *J. Plant Nut.*, 18:1677-1692.
- 17-Alma, D., B. Gonzalez, and J.G.W. Jones. 1995. Models of sorghum and pearl Millet to predict forage dry matter production in semi-arid mexico. 1.simulation Models. *Agric. Sys.*, 47:133-145.
- 18- Baozhen, W. 1981. The development of ecological wastewater treatment and utilization system (EWTUS) in China. *Wat. Sci. Tech.*, 19:51-63.
- 19-Berti, W.R., and L.W. Jacobs. 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, 25: 1025-1023.
- 20- Cllap, C.E., A.J. Pallazo, W.E. Learn, G.C. Marten, and D.R. linden.1987. Uptake of nutrient by plants irrigated with municipal wastewater of fluent. *Army Crops of Engineers, CRREL, Hanover, N.H.*, 1: 395-404.
- 21-Craufurd, B.Q., and F.R. Bidinger. 1988. Effect of the duration of the vegetative phase on crop growth, development and yield in two contrasting pearl millet hybrids .*J. Agric. Sci., Camb*, 110:71-79.
- 22-Day, A.D., and T.C. Tucker. 1977. Effects of treated wastewater on growth, fibre, protein and amino acid content of sorghum grain. *J. Environ. Qual.*, 6: 325-327.
- 23-Dogget, H. 1988. *Sorghum* , 2 nd. Edition Longman, Harlow.pp. 512.
- 24-Henning, B., H.G.Snyman, and T.A.S. Aveling. 2001. Plant-soil interactions of sludge-borne heavy metals and the effects on maize (*Zea mays* L.) seedling growth. *Water South Africa*, 27: 71-78.
- 25-Hernandez, T., J. Moreno, and F. Costa. 1991. Influence of sewage sludge application on crop yield and heavy metal availability. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 37: 201-210.
- 26-Hook, J.E., L.T. Kardose, and W.E. Sopper. 1973. Effect of land disposal of wastewater on soil phosphorous relations. In: Sopper W. E. and L.T. Kardos (Eds.), *Recycling Treated Municipal wastewater and sludge Through Forest and Cropland* . pp. 220-229. Univ. Park PA: Pennsylvania State Univ. Press.
- 27-Hussain ,G.H., A.A. AL-Jaloud, and S. Karimulla. 1996. Effect of treated effluent irrigation and nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of wheat. *Agri. Wat. Manage.*, 30: 175-184.
- 28-Jaraush-wehrheim, B., B. Mocqut, and M. Mench. 2000. Distribution of sludge-borne manganese in field - grown maize. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 31:305-319.
- 29- Jenkins, C.R., I. Papadopoulos, and Y. Stylianou. 1994. Pathogens and wastewater use for irrigation in Cyprus. pp. 978-989. In *Proceedings of International Conference on Land and Water*, Valenzano, Bari, Italy.
- 30-Kelly, T.G., and P.P. Ruo. 1993. Sorghum and Millets in Asia. In Byth, D.E.(Ed.), *Sorghum and Millets commodity and research Environments*. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, PP. 95-117.
- 31-Mont, H.M. and M.S. Esousa. 1992. Effects on crops of irrigation with effluent water. *Sci. Tech.*, 26: 1603-1613.
- 32-Olufayo, A., C. Baldy, and P. Ruelle. 1996. Sorghum yield, water use and canopy temperatures under different levels of irrigation. *Agri. Wat. Manage.*, 30: 77-90.
- 33-Snyman, L.D., and H.W. Joubert. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of sorghum. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57:63-73.
- 34-Valmis, J., D.E. Williams, J.L. Corey, A.L. Page and T.J. Ganje. 1985. Zinc and cadmium uptake by barely in field plots fertilized seven years with urban and suburban sludge. *Soil Sci.*, 139:81-87.
- 35-Xie, M., U. Kuffer, and L. Moigne. 1993. Using water efficiently .World Bank Technical Paper number 206. The World Bank ,Washington D.C.
- 36-Yoon, C.G. and S.K. Kwun. 2001. Feasibility study of reclaimed wastewater irrigation to paddy rice culture in Korea. In: Ragab, R., G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy (Eds.), pp. 127-136. ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, South Korea.

Effect of different sewage and water ratios on morphological traits, yield and yield components of four forage species

P. Rezvani Moghadam, M. Mirzaei Najmabad¹

Abstract

In order to study of sewage and water ratios and morphological traits, yield and yield components of four forage species including maize (*Zea may var. SC704*), sorghum (*Sorghum bicolor var. Sugar graze* and *Speedfeed*) and millet (*Pennisetu of m americanum var. nutrifeed*), an experiment was done in research station of Industrial and Agricultural Institute of Astane Ghodse Razavi, Mashhad, during 2001 growing season. The experiment was done as split plot design based on randomized complet block design with four replications. Treatments including as 0%, 25%, 50%, 75% and 100% sewage and water ratios in main plots respectively, and four forage species (maize, sorghum (two cultivars) and millet) in sub plots. Morphological traits such as height of plant, diameter of stem, number of tillers per plant, percentage of leaves, stems, leaf sheath, inflorescence and dry matter yield were recorded. The results showed that significant differences existed among the sewage and water ratios treatments on height of plants, diameter of stems, number of tillers per plant and dry matter yield at 1% probability level. With increasing the different sewage and water ratios to 75%, height of plants and to 100%, diameter of stem and dry matter yield were increased. There were no significant differences between different levels of sewage and water ratios on percentage of leaves, stems, leaf sheath and inflorescence. There were significant differences between different forage species at all parameters. Intraction between different levels of sewage and water ratios and four forage species was not significant. The highest dry matter yield was belong to sorghum (var. sugar graze) at 100% sewage and water ratios with 23.1 t./ha and the lowest dry matter yield was obtained in forage millet at fresh water (check) with 11.0 t./ha.

Key words: Sewage-fresh water, forage maize, forage sorghum, forage millet, yield and yiel component

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Institute of Management and Planning, Southern Khorasan Province, respectively