نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۶۷۱-۶۶۰

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 660-671

اثر پساب تصفیه شده، همراه با محلول‌پاشی کود کامل بر برخی خصوصیات کمی و کیفی 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:۸۹/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش:۹۱/۱/۱۶

چکیده

به منظور مطالعه اثر پساب تصفیه شده، همراه با محلول‌پاشی کود کامل بر برخی خصوصیات کمی و کیفی علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica*) آزمایشی بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری: آبیاری با آب چاه در تمام مراحل رشد بعنوان شاهد، آبیاری با آب چاه و پساب یک در میان و آبیاری با پساب در کل دوره رشد، بعنوان فاکتور اصلی و سه سطح محلول‌پاشی: عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار و محلول پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار، بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی شامل: عملکرد علوفه خشک و خصوصیات کیفی علوفه نظیر دیواره سلولی (NDF)، دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF)، لیگنین (ADL)، خاکستر (ASH)، پروتئین خام (CP)، کربوهیدرات محلول در آب (WSC) و قابلیت هضم ماده خشک (DMD) بودند. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و خصوصیات کیفی علوفه داشتند. در بین تیمارهای آبیاری، آبیاری با پساب در کل دوره رشد سبب افزایش عملکرد علوفه خشک و خصوصیات کیفی مانند کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین خام، خاکستر، قابلیت هضم ماده خشک و کاهش معنی‌دار دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و لیگنین علوفه گردید. همچنین تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل بیشترین عملکرد علوفه و قابلیت هضم ماده خشک را در مقایسه با تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل و شاهد داشت.

واژه‌های کلیدی: پساب تصفیه شده، محلول‌پاشی، ارزن دم روباهی، عملکرد علوفه، کیفیت علوفه

مقدمه

محدودیت منابع آب شیرین از یک طرف و عدم توجه به بهره‌برداری صحیح و حفاظت از آن از طرفی دیگر، به مرور زمان شرایطی را بوجود می‌آورد که در اثر تخریب و زوال این منابع، دورنمای این موهبت الهی را بصورت یک بحران جدی تداعی نماید. وقتی تأمین آب شیرین تجدید شونده، پاسخگوی نیازی فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و مصارف شهری نباشد، ناگزیر توجه بشر بسوی پیدا کردن گزینه‌های دیگر جلب خواهد شد که از آن جمله می‌توان به پساب‌های تصفیه شده، فاضلاب شهری، آب دریا نمک زدایی شده و دیگر آب‌های غیرمتعارف اشاره کرد (۲۹).

تأمین پروتئین حیوانی مورد نیاز جامعه به سبب نقشی که در رشد و سلامت فکری و جسمی انسان دارد از شاخص‌های بارز رشد و توسعه یک کشور تلقی می‌شود. با توجه به سرانه مصرف اقلام پروتئینی و ظرفیت واحدهای تولیدی کشور، بدیهی است برای جلوگیری از خروج مبالغ هنگفتی ارز برای واردات این اقلام می‌بایست افزایش تولید داخلی را تشویق نمود (۱). در این راستا نقش گیاهان علوفه‌ای در تعلیف دام و در نتیجه تامین نیاز انسان به فرآورده‌های دامی از اهمیت غیر قابل انکاری برخوردار است (۱۲). با وجود این متأسفانه در کشور ما به تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر گیاهان زراعی کمتر توجه می‌شود. بنابراین کشت گیاهان علوفه-ای مانند ارزن که نیاز چندانی به آب تابستانه ندارند، راه حلی مناسب در جهت افزایش تولیدات دامی کشور می‌باشد. گونه‌هایی که با مصرف آب کمتر، ماده خشک بیشتری تولید کنند و به عبارت دیگر راندمان مصرف آب (WUE) بالاتری داشته باشند، از این نظر حائز

۱،۲،۳،۴و۵- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: AGB_GHANBARI@yahoo.com)

اهمیت است (۱۷).

رضوانی مقدم و برکی (۹) گزارش کردند آبیاری ارزن با پساب باعث کاهش معنی‌دار درصد فیبر گیاه و افزایش درصد پروتئین خام آن شد. جلالی (۷) با بررسی اثر پساب تصفیه شده بر کمیت و کیفیت علوفه سورگوم گزارش کرد آبیاری با پساب سبب افزایش خصوصیات کیفی همچون هیدرات‌های کربن محلول در آب، پروتئین خام، ماده خشک، خاکستر و کاهش معنی‌دار الیاف حاصل از شوینده خنثی، الیاف حاصل از شوینده اسیدی علوفه گردید. توسلی و همکاران (۴) با بررسی اثر پساب شهری همراه با کود دامی و شیمیایی بر عملکرد و خصوصیات کیفی علوفه ذرت گزارش کردند که پساب سبب افزایش عملکرد علوفه خشک شد. عرفانی و همکاران (۱۳) به این نتیجه رسیدند که فاضلاب تصفیه شده خانگی به علت دارا بودن عناصر غذایی مختلف مورد نیاز کاهو، باعث افزایش وزن اندام هوایی، اندام زیرزمینی، کل ماده تر و خشک گیاهی در تیمار آبیاری با فاضلاب نسبت به سایر تیمارها شده است. دای و توکر (۲۷) در پژوهشی روی سورگوم نشان دادند آبیاری با فاضلاب سبب افزایش عملکرد علوفه و کاهش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز گردید.

تولید محصولات کشاورزی به روش‌های مدرن در حال حاضر بر پایه مصرف سوخت‌های فسیلی و دیگر منابع محدود و تجدید ناپذیر استوار است. از این رو این نگرانی وجود دارد که تأثیر به‌کارگیری عوامل برون مزرعه‌ای (کود شیمیایی) در دراز مدت باعث کاهش ظرفیت بازدهی کشاورزی شود و افزایش تولید مواد غذایی به روال کنونی را غیر ممکن نماید (۱۶ و ۲۱). اما به منظور حصول پتانسیل عملکرد گیاهان پرمحصول، تأمین نیاز غذایی آنها از طریق مصرف متعادل کودهای شیمیایی ضروری است. بنابراین لازم است به منظور دستیابی به عملکرد بالقوه گیاهان، پایداری استفاده از خاک و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، مصرف کودهای شیمیایی بصورت محلول‌پاشی مورد بررسی قرار گیرد. و از طریق افزایش کارایی مصرف و جذب کودهای شیمیایی از مصرف بی‌رویه آن‌ها جلوگیری گردد. موحدی دهنوی و همکاران (۳۲) با آزمایشی روی گلرنگ گزارش کردند که محلول پاشی روی و منگنز سبب افزایش کربوهیدرات‌های محلول می‌شود. در پژوهشی دیگر شرفی و همکاران (۳۵) به این نتیجه رسیدند که مصرف عناصر ریز مغذی و بخصوص روی، سبب افزایش پروتئین خام در اندام‌های هوایی و دانه ذرت گردید. وایتی و چامبلیس (۴۰) به گزارش کردند که مصرف برگی عناصر ریز مغذی روی، آهن و منگنز با افزودن به ارتفاع ساقه باعث افزایش عملکرد ماده خشک و علوفه در گیاه ذرت می‌شود. پرهام فر (۶) با بررسی تأثیر عناصر میکرو و ماکرو بر کیفیت علوفه ارزن دم روباهی گزارش کرد که تغذیه گیاه با ازت، روی، مس و آهن سبب افزایش میزان پروتئین و کربوهیدرات‌های محلول گردید. تاکنون تحقیقات اندکی در مورد اثرهای کاربرد پساب و محلول‌پاشی بصورت توأم روی گیاهان زراعی انجام گرفته است. در معدود تحقیقات صورت گرفته عزیز مقدم (۱۴) با بررسی تاثیر پساب و محلول‌پاشی روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی علوفه ارزن در منطقه سیستان افزایش خصوصیات کمی مانند عملکرد علوفه، ارتفاع و قطر ساقه را در اثر استفاده از پساب و محلول‌پاشی گزارش نمود.

با توجه به کمبود عناصر میکرو و ماکرو در خاک‌های منطقه و همچنین سطح زیر کشت بالای ارزن در سیستان، این پژوهش به منظور دستیابی به روشی مناسب، جهت استفاده توأم از پساب تصفیه شده و محلول‌پاشی کود کامل برای حصول علوفه‌ای با عملکرد بالا و کیفیت مناسب می‌باشد.

مواد وروش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در ۲۵ کیلومتری شرق زابل (زهک) انجام شد. این منطقه 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. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی زهک، میانگین دراز مدت بارندگی (۳۰ ساله) در منطقه ۶۳ میلی‌متر و میزان تبخیر سالیانه بیش از ۴۶۷۰ میلی‌متر، که میانگین ۳۰ ساله دمای منطقه ۲۳ درجه سیلسیوس و حداقل دمای مطلق ۷- درجه می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد که بافت لوم شنی و دارای اسیدیته ۷/۱ و هدایت الکتریکی ۲/۶۸ دسی زیمنس بر متر بود. سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. زمین در سال قبل از اجرای آزمایش تحت آیش بود.

پس از تسطیح و آماده سازی زمین آزمایش، عملیات کاشت ارزن بصورت خشکه کاری در تاریخ ۲ اردیبهشت ماه صورت گرفت. به هنگام تهیه زمین مقادیر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به کرت‌های آزمایش مربوطه داده شد. بذور ارزن توسط دست در هر کرت آزمایشی بصورت ۶ ردیف ۴ متری با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۸ سانتی‌متر از هم کشت گردید. بذر ارزن دم روباهی (*Setaria ittalica*) مورد استفاده رقم اصلاح شده (KFM9) بود، که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. آبیاری اول در ۳ اردیبهشت ماه ۸۸ بلافاصله بعد از کشت و با استفاده از آب معمولی انجام شد. و از این مرحله به بعد هر ۶ روز یکبار تیمارهای آبیاری به صورت غرقابی اعمال شد. لازم به ذکر است که آبیاری با پساب از نوبت سوم آبیاری (۲۱ اردیبهشت ماه) و پس از استقرار گیاه ارزن

صورت گرفت (کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب چاه و پساب مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است). پساب تصفیه شده فاضلاب شهری از محل تصفیه خانه فاضلاب شهر زابل تأمین گردید. برای این منظور جهت انتقال پساب فاضلاب از تانکر ۵۰۰۰ لیتری استفاده شد. در هر نوبت آبیاری پساب لازم به مزرعه انتقال و مستقیماً توسط لوله‌ای که به پشت تانکر متصل بود به داخل کرت‌ها هدایت می‌شد. آبیاری در هر دو مورد یکسان و به روش غرقابی انجام گرفت. سیستم تصفیه فاضلاب زابل از نوع برکه‌های تثبیت می‌باشد. فاضلاب مورد نیاز از قسمت خروجی آخرین حوضچه برداشت شد. اولین محلول-پاشی با کود کامل در مرحله ساقه‌دهی (۲۸ اردیبهشت ماه، ۴ هفته بعد از کاشت) و دومین محلول پاشی در مرحله خوشه‌دهی (۲۸ خرداد ماه، ۸ هفته بعد از کاشت) توسط سمپاش پشتی صورت پذیرفت. برای محلول‌پاشی از کود کامل NABTA-LIB ساخت شرکت صنعتی-شیمیایی NABTA آمریکا استفاده گردید. مشخصات این کود در جدول ۳ آمده است. عملیات برداشت در مرحله شیری و در ۱۵ تیر ماه سال ۱۳۸۸ صورت گرفت.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

ویژگی‌های شیمیایی خاک		ویژگی‌های فیزیکی خاک	
نام شاخص	مقدار شاخص	نام شاخص	مقدار شاخص
PH	۷/۱	درصد رس	۱۲
EC (dS/m)	۴/۶۸	درصد سیلت	۱۸
P(mg/kg)	۰/۰۹	درصد شن	۷۰
K^{+}(mg/ kg)	۸۶/۸۶	بافت خاک	شنی لوم
Ca (mg/ kg)	۰/۱۹		
Fe^{+2}(mg/ kg)	۰/۰۰۳		
Cu^{+2}(mg/ kg)	۰/۱۱		
Zn^{+2}(mg/ kg)	۰/۰۴		
Mn^{+2}(mg/ kg)	۰/۰۷		

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

پارامتر	واحد	آب معمولی	مرز استاندارد (۱۲)	پساب	مرز استاندارد (۱۳)
pH	-	۷/۴	۷/۶	۸/۱	۷/۶
هدایت الکتریکی	Ds/m	۲/۶	۲/۶۱	۳/۱	۲/۹۷
ازت کل	mgl^{-1}	-	-	۲۳/۱۲	-
پتاسیم	mgl -1	۶/۷	-	۲۵/۲۷	-
فسفر	mgl^{-1}	-	-	۱۱/۱	۴/۱
سولفات	mgl^{-1}	۳۷۴/۴	۵۰۱/۱	۷۳۹/۲	-
سدیم	mgl^{-1}	۲۵۳/۲	۸۹۹/۳۰	۹۱۰/۸۹	-
کلسیم	mgl^{-1}	۱۱/۴۳	۲۰	۶/۲	-
منیزیم	mgl^{-1}	۷/۵۳	۲/۹۵	۳/۳	-
کلر	mgl^{-1}	۳۵/۳	<۱۴۲	۱۷/۷	-
آهن	mgl^{-1}	۰/۰۱۵	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۳
روی	mgl^{-1}	۰/۰۱۵	-	۰/۰۱۵	-
منگنز	mgl^{-1}	۰/۰۳	-	۰/۰۵	-
بر	Mgl^{-1}	-	-	۳/۳	-
مس	mgl^{-1}	-	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۲
کلیفرم‌های کل	MPN/100 ml	-	-	۸۵	-
BOD	mgl^{-1}	-	-	۳۰	-
COD	mgl^{-1}	-	-	۸۵	-

1- Biological oxygen demand
2- Chemical oxygen demand

جدول ۳- ترکیبات موجود در کود کامل مورد استفاده

نام	نیتروژن (N)	فسفر (P_2O_5)	پتاسیم (K_2o)	آهن (Fe)	مس (Cu)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مولیبدن (Mo)	بر (B_2O_5)
واحد	٪(w/w)	٪(w/w)	٪(w/w)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
مقدار	۲۰	۲۰	۲۰	۱۵۶	۶۰	۸۰	۵۵	۱۶	۹۶

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی علوفه تحت تاثیر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل

تیمار	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	دیواره سلولی (٪)	دیواره سلولی بدون همی سلولز (٪)	لیگنین (٪)
آبیاری				
آب معمولی	۶۹۶۲/۵c	۵۴/۳۱a	۲۸/۹۷a	۱۸/۶۹a
آب معمولی + پساب	۹۰۳۲/۷۸b	۵۱/۶۰b	۲۶/۱۸b	۱۵/۸۸b
پساب	۱۲۴۶۲/۴۴a	۵۰/۰۶c	۲۵/۲۸b	۱۴/۷۱c
محلول‌پاشی				
عدم محلول‌پاشی	۷۶۵۶/۷۸c	۵۳/۷۵a	۲۸/۳۷a	۱۷/۹۲a
۶۰۰ گرم کود کامل	۹۹۶۲/۳b	۵۱/۷۰b	۲۶/۱۵b	۱۶/۲۶b
۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۱۱۳۵/۶۷a	۵۰/۵۲b	۲۵/۹۱b	۱۵/۰۹c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

برای تعیین عملکرد علوفه خشک، نمونه‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و در نهایت عملکرد علوفه خشک در واحد سطح محاسبه گردید. و پس از آن نمونه‌های خشک شده ارزن به آزمایشگاه منتقل شده و بعد از آسیاب کردن خصوصیات کیفی علوفه تعیین گردید. صفات کیفی در آزمایشگاه موسسه جنگل‌ها و مراتع استان البرز اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های خشک شده با آون به وسیله آسیاب پودر گردیده (۰/۱ میلی‌متر) و ۱۰ گرم از نمونه‌های پودر شده با دستگاه NIRS اسکن و داده‌های مربوط به صفات کیفی علوفه از روی دستگاه یادداشت گردید. برای اندازه‌گیری صفات کیفی علوفه از دستگاه NIRS سری انفورماتیک ۸۶۲۰، ساخت شرکت پرتن[1] سوئد با ۲۰ طول موج در دامنه طول موج ۲۴۰۰-۵۰۰ نانومتر استفاده گردید.

در پایان پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، نتایج با نرم افزار آماری MSTAT-C تجزیه و مقایسات میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با کمک برنامه Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک

اثر تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل بر عملکرد علوفه خشک معنی‌دار بود ($P<0/05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد اثر خالص آبیاری با پساب بر عملکرد علوفه خشک افزایشی بود. بطوری که بیشترین عملکرد علوفه خشک (۱۲۴۶۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار پساب در کل دوره رشد و کمترین عملکرد علوفه خشک (۶۹۶۲/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). افزایش عملکرد علوفه خشک گیاهان در اثر استفاده از پساب را می‌توان بوجود مقادیر مناسب عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت داد که باعث بهبود شرایط عمومی خاک جهت رشد بهتر گیاه می‌شود. علیزاده و همکاران (۲۴) نیز افزایش عملکرد گیاه سورگوم را در تیمار آبیاری با فاضلاب در تمام مراحل رشد در مقایسه با تیماری که در تمام مراحل با آب چاه آبیاری شده بود گزارش کردند. قنبری و همکاران (۱۵) افزایش عملکرد کاه گندم را در اثر استفاده از فاضلاب در مقایسه با آب چاه گزارش نمودند. نظری و همکاران (۲۰) افزایش عملکرد وزن خشک اندام هوایی را در اثر استفاده از آب چاه + لجن فاضلاب گزارش کردند. منیر و همکاران (۳۳) با بررسی اثر طولانی مدت آبیاری با پساب بر گیاهان علوفه‌ای و برخی ویژگی‌های خاک گزارش کردند که آبیاری با فاضلاب به مدت ۲ سال موجب افزایش زیست توده در گیاه جو گردید.

در بین تیمارهای محلول‌پاشی، بیشترین عملکرد علوفه خشک از تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار حاصل شد که این دو تیمار با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی اختلاف آن‌ها با تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) معنی‌دار بود. تیمار محلول-پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل سبب افزایش ۴۵/۴۳ درصد عملکرد علوفه خشک نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). برنیان (۲۵) گزارش کرد که عملکرد و وزن خشک کاه گندم با مصرف کودهای روی

1- Perten

افزایش می‌یابد. خلیلی محله و رشدی (۸) با محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر ذرت سیلویی گزارش دادند که محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بر افزایش عملکرد علوفه خشک تاثیر معنی‌داری داشت. در پژوهشی دیگر وایتی و چامبلیس (۴۰) نشان دادند که مصرف برگی عناصر ریز مغذی روی، آهن و منگنز با افزودن به ارتفاع ساقه سبب افزایش عملکرد ماده خشک در گیاه ذرت می‌شود. برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل از نظر آماری معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد علوفه خشک (۱۴۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد علوفه خشک (۵۲۷۷ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۵). عزیز مقدم (۱۴) نیز افزایش عملکرد علوفه ارزن را در اثر استفاده توأم از پساب و محلول‌پاشی گزارش کرد.

دیواره سلولی

اثر تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل بر دیواره سلولی معنی‌دار بود ($P<0/05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری با پساب سبب کاهش معنی‌دار دیواره سلولی شدند. بیشترین درصد دیواره سلولی (۵۴/۳۱ درصد) در تیمار آب معمولی و کمترین درصد دیواره سلولی (۵۰/۰۶ درصد) در تیمار پساب در کل دوره رشد مشاهده گردید. هم‌چنین تیمار پساب و آب معمولی یک در میان سبب کاهش ۳/۷۱ درصدی دیواره سلولی نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). پایین بودن درصد دیواره‌های سلولی عمدتاً ناشی از بالا بودن درصد گل آذین و درصد برگ از کل علوفه تولیدی می‌باشد (۴۱). در این زمینه نتایج مشابهی توسط محققان دیگر در مورد کاهش فیبر گیاه سورگوم و ارزن در اثر مصرف پساب ارائه شده است (۹ و ۳۶).

تیمارهای محلول‌پاشی با کود کامل نیز اثر معنی‌داری در کاهش درصد دیواره سلولی داشتند. تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار به ترتیب سبب کاهش ۲/۰۵ و ۳/۲۳ درصدی دیواره سلولی نسبت به تیمار شاهد شدند. اختلاف بین تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۴). عناصر غذایی موجود در کود کامل بخصوص نیتروژن موجود در آن با افزایش ارتفاع ساقه و توسعه سطح برگ موجب کاهش درصد دیواره سلولی شده است. پرهام فر (۶) در رابطه با افزایش ارتفاع ساقه و به تبع آن کاهش دیواره سلولی در اثر کاربرد عناصر ریزمغذی روی ارزن نتایج مشابهی را گزارش کرد.

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر کاهش درصد دیواره سلولی داشتند. بیشترین درصد دیواره سلولی در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی و کمترین درصد دیواره سلولی در ترکیب‌های تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار مشاهده گردید. ترکیب تیماری پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی نیز باعث کاهش معنی‌دار درصد دیواره سلولی شد (جدول ۵). این موضوع را می‌توان به همبستگی مثبت بین عناصر غذایی موجود در پساب و کود کامل نسبت داد که موجب افزایش نسبت برگ به ساقه و در نتیجه کاهش درصد دیواره سلولی شده‌اند.

دیواره سلولی بدون همی سلولز

تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی اثر معنی‌دار بر درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز داشتند. تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان به ترتیب سبب کاهش ۱۴/۵۹ و ۱۰/۶۵ درصدی دیواره سلولی بدون همی سلولز نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۴). پساب به علت داشتن عناصر غذایی فراوان در ترکیب خود، موجب افزایش رشد رویشی، ارتفاع و حجم ساقه (در نتیجه نازک‌تر شدن آن)، توسعه سطح برگی در مقایسه با ساقه و کاهش سلولز و همی سلولز موجود گردید. رضوانی مقدم و برکی (۹) کاهش درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز را در اثر استفاده از فاضلاب در ارزن و سورگوم گزارش کردند. نتایج مشابهی در زمینه کاهش درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز توسط محققان گزارش شده است (۲۷ و ۳۷).

اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز کاهشی بود. بیشترین درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز (۲۸/۳۷ درصد) در تیمار عدم محلول‌پاشی و کمترین درصد (۲۵/۹۱ درصد) در تیمارهای محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار مشاهده گردید و اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار محلول‌پاشی مشاهده نشد. (جدول ۴). ووکوویچ و همکاران (۳۹) با بررسی تاثیر کودهای نیتروژنه بر کیفیت گراس‌ها گزارش کردند که استفاده از کودهای نیتروژنه سبب کاهش سلولز و همی سلولز موجود در دیواره سلولی می‌شود.

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر کاهش درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز داشتند. ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی، بیشترین درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز و ترکیب‌های تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل کمترین درصد دیواره سلولی بدون همی سلولز را داشتند. هم‌چنین اختلاف بین تیمارهای پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار با تیمارهای پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۵). غنی بودن پساب و کود کامل از عناصر غذایی بخصوص نیتروژن و تاثیر آن در نسبت برگ به ساقه یکی از دلایل این امر باشد (۲۷).

لیگنین

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای پساب باعث کاهش معنی‌داری در درصد لیگنین شدند (P<۰/۰۵). بیشترین درصد لیگنین (۱۸/۶۹ درصد) در تیمار شاهد و کمترین درصد آن (۱۴/۷۱ درصد) در تیمار پساب در کل دوره رشد مشاهده گردید. تیمار پساب و آب معمولی یک در میان با (۱۵/۸۸ درصد) دارای اختلاف معنی‌دار با پساب در کل دوره رشد و شاهد بود (جدول ۴). نتایج مشابهی در زمینه کاهش فیبر و لیگنین گیاه در اثر مصرف پساب توسط محققان دیگر ارائه شده است (۹ و ۳۸).

تیمارهای محلول‌پاشی کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در درصد لیگنین ایجاد نمودند. تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار به ترتیب سبب کاهش ۱۰/۲۰ و ۱۸/۷۵ درصدی لیگنین نسبت به شاهد گردیدند. و تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار نسبت به تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار درصد لیگنین کمتری داشت (جدول ۴).

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری (P<۰/۰۵) بر درصد لیگنین داشتند. ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی بیشترین درصد لیگنین و ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد کمترین درصد لیگنین را داشت. تفاوت بین ترکیب‌های تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی و پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی معنی‌دار نبود (جدول ۵). نتایج بدست آمده مطابق با نتایج دیگر پژوهش‌گران بود (۷ و ۲۷).

خاکستر

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که روند تغییرات خاکستر با استفاده از پساب افزایشی بود. تیمارهای پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان به ترتیب باعث افزایش ۳۹/۱۹ و ۲۳/۱۲ درصدی خاکستر علوفه نسبت به شاهد شد (جدول ۴). عناصر غذایی موجود در پساب با افزایش رشد رویشی و بدنبال آن افزایش عملکرد علوفه، موجب افزایش مواد آلی و معدنی موجود در ساختمان ارزن گردیدند. و همین افزایش در میزان عناصر معدنی موجود در ساختمان گیاه دلیل افزایش درصد خاکستر گیاه با مصرف پساب نسبت به شاهد بود. پژوهش‌گرهای زیادی افزایش میزان عناصر معدنی در ساختمان گیاه را در اثر مصرف پساب گزارش کردند (۲۰ و ۲۸).

تیمارهای محلول‌پاشی اثر معنی‌داری (P<۰/۰۵) در افزایش خاکستر علوفه ارزن داشتند. بیشترین درصد خاکستر (۱۱/۰۳ درصد) در تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین درصد آن (۹/۲۲ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید.

جدول ۵- اثر برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی علوفه

	تیمار	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	دیواره سلولی (٪)	دیواره سلولی بدون همی سلولز (٪)	لیگنین
آبیاری معمولی	عدم محلول‌پاشی	۵۲۷۷h	۵۶/۱۴a	۳۱/۳۷a	۲۰/۶۸a
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۷۲۳۴g	۵۴/۳۵ab	۲۶/۸۴bc	۱۸/۳۶b
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۸۴۵۹f	۵۲/۴۴bcd	۲۸/۷۲ab	۱۷/۰۵bc
پساب + آب معمولی	عدم محلول‌پاشی	۷۱۵۱g	۵۳/۴۵bc	۲۷/۴۵bc	۱۷/۸۴e
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۹۱۵۴e	۵۱/۴۹cde	۲۶/۴۵bc	۱۵/۶۴cd
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۰۷۹۰c	۴۹/۸۷de	۲۴/۶۵c	۱۴/۱۷d
پساب کل دوره رشد	عدم محلول‌پاشی	۱۰۵۴۰d	۵۱/۶۶cde	۲۶/۳۰bc	۱۵/۲۷d
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۱۲۵۸۰b	۴۹/۲۸e	۲۵/۱۹c	۱۴/۸۱d
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۴۱۵۰a	۴۹/۲۵e	۲۴/۳۶c	۱۴/۰۷d

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٦- مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفی علوفه تحت تاثیر آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل

تیمار	خاکستر (٪)	کربوهیدرات محلول در آب (٪)	پروتئین خام (٪)	قابلیت هضم ماده خشک (٪)
آبیاری				
آب معمولی	۸/۵۶c	۱۸/۷۸c	۱۰/۴۷b	۵۸/۵۶c
آب معمولی + پساب	۱۰/۶۵b	۲۰/۹۰b	۱۰/۸۳b	۶۱/۱۱b
پساب	۱۲/۰۴a	۲۳/۱۳a	۱۲/۵۴a	۶۳/۹۷a
محلول‌پاشی				
عدم محلول‌پاشی	۹/۲۲c	۱۹/۹۱b	۹/۹۹c	۵۹/۱۵ c
۶۰۰ گرم کود کامل	۱۰/۸۹b	۲۱/۳۹a	۱۱/۲۶b	۶۱/۶۹ b
۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۱/۰۳a	۲۱/۵۱a	۱۲/۶۰a	۵۹/۱۵ a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار با (۱۰/۸۹ درصد) بین این دو تیمار قرار گرفت (جدول ۴). خلیلی محله و رشدی (۸) افزایش درصد خاکستر ذرت را در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی آهن، مس و روی گزارش کردند.

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی در افزایش خاکستر معنی‌دار بود ($P<0/05$). بیشترین درصد خاکستر در ترکیب‌های تیماری پساب درکل دوره رشد و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین درصد خاکستر در تیمار آب معمولی و عدم محلول‌پاشی بدست آمد (جدول ۵). پای‌گذار و همکاران (۵) افزایش درصد خاکستر علوفه ارزن را در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی گزارش کردند.

پروتئین خام

اثر تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل بر درصد پروتئین خام معنی‌دار بود ($P<0/05$). تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان به ترتیب سبب افزایش ۱۹/۷۷ و ۳/۴۳ درصدی پروتئین خام نسبت به شاهد گردیدند (جدول ۶). افزایش درصد پروتئین خام با آبیاری فاضلاب ممکن است در نتیجه افزایش نیتروژن کل و نیتروژن قابل دسترس در خاک باشد (۲۲ و ۳۴). امامی و همکاران (۲) گزارش کردند که نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب اثر معنی‌داری بر میانگین درصد پروتئین خام ارزن علوفه‌ای داشت. بیشترین درصد پروتئین خام در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب و کمترین درصد آن در تیمار ۱۰۰ درصد آب چاه مشاهده شد. بسیاری از محققان افزایش درصد پروتئین خام را در اندام هوایی و دانه گیاهان در اثر مصرف پساب گزارش کرده‌اند (۱۵، ۲۲ و ۲۷).

تیمارهای محلول‌پاشی سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین خام گردید. بیشترین درصد پروتئین خام (۱۲/۵۴ درصد) در تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار (۱۰/۸۳ درصد) و کمترین درصد پروتئین خام (۱۰/۴۷ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۶). افزایش درصد پروتئین خام در اثر محلول‌پاشی را می‌توان به نقش اساسی نیتروژن و عناصری مانند روی، مس و آهن در پروتئین‌سازی مرتبط دانست. حضور عناصر ماکرو و میکروی موجود در کود کامل در افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه نقش بسزایی دارد. از سوی دیگر عناصری مانند مس و روی در ساختمان برخی پروتئین‌ها و همچنین در متابولیسم نیتروژن شرکت می‌کنند نتایج تحقیق‌های بسیاری از محققان افزایش میزان پروتئین خام در اندام هوایی و دانه گیاهان در اثر محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو تایید می‌کند (۸، ۳۵ و ۴۳).

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر افزایش درصد پروتئین خام داشت. بیشترین درصد پروتئین خام در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین درصد آن در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید. و ترکیب تیماری پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی نسبت به ترکیب تیماری آب معمولی و محلول‌پاشی پروتئین خام بیشتری داشت (جدول ۷).

کربوهیدرات محلول در آب

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای پساب در کل دوره رشد و پساب و آب معمولی یک در میان سبب افزایش معنی‌داری در میزان کربوهیدرات محلول در آب نسبت به تیمار شاهد شدند. بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در آب (۲۳/۱۳ درصد) در تیمار پساب در کل دوره رشد و کمترین مقدار آن (۱۸/۷۸ درصد) در تیمار

شاهد مشاهده گردید (جدول ۶). پساب به‌خاطر غنی بودن از مواد غذایی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه ارزن شده و بدنبال آن ماده سازی درون گیاه افزایش یافته و افزایش کربوهیدرات‌های ساختمانی و غیرساختمانی (محلول) مطمئناً می‌تواند با افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و بطور کلی رشد رویشی بالای ارزن در نتیجه مصرف پساب، همبستگی داشته باشد (۳۶). افزایش درصد کربوهیدرات گیاهان با مصرف پساب توسط محققان دیگر نیز گزارش گردیده است (۲۷ و ۳۱).

تیمارهای محلول‌پاشی سبب افزایش کربوهیدرات محلول گردیدند. تیمارهای محلول پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار به ترتیب موجب افزایش ۷/۴۳ و ۸/۰۳ درصدی کربوهیدرات محلول در آب نسبت به شاهد گردیدند (جدول ۶). عناصر ماکرو و میکروی موجود در کود کامل هر کدام به نحوی در متابولیسم سلول و افزایش کربوهیدرات محلول نقش دارند. روی، عنصری ضروری و کم مصرف است که با اثر بر آنزیم‌های گیاهی می‌تواند در سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، متابولیسم سلول و محافظت غشا از رادیکال‌های آزاد اکسیژن شرکت نماید (۳۰). منگنز نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و بسیاری دیگر از فرایندهای متابولیک گیاه نقش دارد (۲۳). در زمینه افزایش کربوهیدرات‌های محلول در اثر محلول‌پاشی نتایج مشابهی توسط محققان گزارش گردید (۳ و ۳۲).

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی بر افزایش کربوهیدرات‌های محلول معنی‌دار بود. روند تغییرات بدین صورت بود که ترکیب‌های تیماری پساب و محلول‌پاشی درصد بالاتری از کربوهیدرات محلول را نسبت به ترکیب‌های تیماری آب معمولی و محلول‌پاشی نشان دادند. بیشترین درصد کربوهیدرات محلول در ترکیب تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین درصد آن در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید. بین ترکیب‌های تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی، هم‌چنین پساب و آب معمولی یک در میان و محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. ولی ترکیب‌های تیماری آب معمولی و محلول-پاشی و عدم محلول‌پاشی با هم اختلاف داشتند (جدول ۷).

قابلیت هضم ماده خشک

تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک داشتند. تیمارهای آبیاری با پساب به‌طور معنی‌داری باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک علوفه ارزن شدند. بیشترین قابلیت هضم ماده خشک (۶۳/۹۷ درصد) در تیمار پساب در کل دوره رشد و پس از آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار پساب و آب معمولی یک در میان (۶۱/۱۱ درصد) و کمترین میزان قابلیت هضم ماده خشک (۵۸/۵۶ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۷).

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

	تیمار	خاکستر (٪)	کربوهیدرات محلول در آب (٪)	پروتئین خام (٪)	قابلیت هضم ماده خشک (٪)
آبیاری معمولی	عدم محلول‌پاشی	۷/۳۷d	۱۷/۳۳j	۸/۹۰d	۵۶/۰۹f
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۹/۱۴c	۱۹/۶۵ef	۱۰/۸۵bc	۵۹/۲۹e
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۹/۱۷c	۱۹/۳۷f	۱۱/۶۵b	۶۰/۳۱e
پساب + آب معمولی	عدم محلول‌پاشی	۹/۳۹c	۱۹/۸۸def	۹/۸۴d	۵۹/۲۳e
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۱۱/۲۵b	۲۱/۲۸cde	۱۰/۷۵c	۶۱/۲۷d
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۱/۳۱b	۲۱/۵۶bcd	۱۱/۹۷b	۶۲/۸۳b
پساب کل دوره رشد	عدم محلول‌پاشی	۱۱/۲۲b	۲۲/۵۳abc	۱۱/۲۳bc	۶۲/۱۵bc
	محلول‌پاشی با ۶۰۰ گرم کود کامل	۱۲/۳۰a	۲۳/۲۶ab	۱۲/۱۹b	۶۴/۵۱a
	محلول‌پاشی با ۱۲۰۰ گرم کود کامل	۱۲/۶۲a	۲۳/۶۱a	۱۴/۲۰a	۶۵/۲۸a

تیمارهای محلول‌پاشی افزایش معنی‌داری در میزان قابلیت هضم ماده خشک داشتند. بطوری که بیشترین میزان آن در تیمار محلول-پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۶). ویلمن و رضوانی مقدم (۴۱) در بررسی ۹ گونه گیاهی گزارش دادند که دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین عامل در قابلیت هضم ماده خشک می‌باشد. علاوه بر این درصد ساقه، تعداد برگ، تعداد پنجه و درصد دیواره سلولی بر میزان قابلیت هضم ماده خشک موثرند (۱۰، ۱۸، ۲۶ و ۴۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی با افزایش عملکرد علوفه، کاهش دیواره سلولی و افزایش کربوهیدرات‌های محلول سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک ارزن گردیدند.

برهم‌کنش تیمارهای آبیاری با پساب و محلول‌پاشی اثر معنی-داری بر افزایش قابلیت هضم ماده خشک گیاه ارزن داشتند. بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک در ترکیب‌های تیماری پساب در کل دوره رشد و محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار و کمترین میزان قابلیت هضم ماده خشک با اختلاف معنی‌دار در ترکیب تیماری آب معمولی و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۷). ترکیب پساب و محلول‌پاشی به دلیل وجود همبستگی مثبت بین عناصر غذایی موجود در ترکیب خود در افزایش کربوهیدرات محلول و کاهش دیواره سلولی گیاه ارزن موفق عمل کرده و موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک گیاه ارزن شده‌اند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که آبیاری با پساب و محلول‌پاشی کود کامل علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، سبب بهبود ویژگی‌های کیفی علوفه هم‌چون میزان کربوهیدرات محلول، پروتئین خام، خاکستر و به دنبال آن افزایش قابلیت هضم ماده خشک علوفه ارزن دم روباهی گردید. علاوه بر این برخی صفات نامطلوب بر کیفیت علوفه مانند دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و لیگنین در اثر استفاده از فاضلاب و محلول‌پاشی کود کامل کاهش یافت که نهایتاً این امر منجر به افزایش کیفیت علوفه شد. در رابطه با تیمارهای آبیاری نیز تیمار آبیاری با فاضلاب در کل دوره رشد و فاضلاب و آب معمولی یک در میان سبب افزایش کمیت و کیفیت علوفه نسبت به شاهد گردید. بیشترین قابلیت هضم ماده خشک نیز از همین تیمار حاصل شد. هم‌چنین تیمارهای محلول‌پاشی ۶۰۰ و ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار باعث افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه گیاه نسبت به شاهد شد. و در این بین تیمار محلول‌پاشی ۱۲۰۰ گرم کود کامل در هکتار نسبت به تیمار محلول‌پاشی ۶۰۰ گرم کود کامل در هکتار بهتر عمل کرد. هر چند فاضلاب دارای مقادیر مناسبی از عناصر غذایی است اما جهت حصول عملکرد دانه بالا و علوفه با کیفیت مطلوب، استفاده از فاضلاب همراه با محلول‌پاشی کودهای کامل میکرو و ماکرو بهترین کارایی را در برخوهد داشت.

منابع

۱- آقا علیخانی م.، اسحق احمدی م.، و مدرس ثانوی ع. م. ۱۳۸۶. تاثیر تراکم کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن مرواریدی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۷: ۲۷-۱۸.

۲- امامی ع.، رضوانی مقدم پ.، قدرت‌نما ا. و حافظیان س. ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر نسبت‌های مختلف فاضلاب تصفیه شده شهری بر برخی خصوصیات کیفی سه گیاه علوفه‌ای سورگوم، ذرت و ارزن. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۵. ۲: ۲۲۰-۲۱۱.

۳- بابائیان م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر شاخص های کمی و کیفی آفتابگردان در سه مرحله تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ازشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. ۵۳-۵۲.

۴- توسلی ا.، قنبری ا.، حیدری م.، پای‌گذار ی.، و اسماعیلیان ی. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب تصفیه شده، همراه با مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر غلظت عناصر و عملکرد ذرت. مجله آب و فاضلاب. ۷۵: ۸-۱.

۵- پای‌گذار ی.، قنبری ا.، حیدری م.، و توسلی ا. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی وکیفی ارزن مرواریدی تحت تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳. ۱۰: ۷۹-۶۷.

۶- پرهام‌فر ط. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کودهای ماکرو و میکرو و زمان برداشت بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن دم‌روباهی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه زابل. ۴۰-۱۰.

۷- جلالی ع. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر پساب تصفیه‌شده بر عملکرد کیفی سیلوی سورگوم علوفه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. ۷۰-۵۰.

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

۹- رضوانی مقدم پ.، و برکی ح. ۱۳۸۰. بررسی اثرات آب آبیاری حاصل از فاضلاب های خانگی تصفیه شده بر کیفیت و کمیت محصول ارزن علوفه‌ای. مجموعه مقالات همایش بین المللی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب زابل. ۴۶۸-۴۵۵.
۱۰- رضوانی مقدم پ.، و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۳. بررسی قابلیت هضم ماده خشک و درصد پروتیین علوفه سه رقم سورگوم علوفه‌ای در زمان-های مختلف برداشت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵: ۸۰۶-۷۹۶.
۱۱- رضوانی مقدم پ.، و میرزایی نجم آبادی م. 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. جلد ۷. ۱: ۷۴-۶۳.
۱۲- شانه‌چی م. ۱۳۸۳. تولید و مدیریت گیاهان علوفه ای(ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.
۱۳- عرفانی ع.، حق‌نیا غ.، و علیزاده ا. ۱۳۸۱. تاثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی های خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.جلد ۵: ۹۲-۷۱.
۱۴- عزیز مقدم ح. ۱۳۸۹. بررسی اثر فاضلاب تصفیه شده و محلول‌پاشی روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی دانه ارزن دم روباهی در منطقه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه زابل. دانشکده کشاورزی. ۴۴-۴۲.
۱۵- قنبری ا.، عابدی کوپایی ج.، و طایی سمیرمی ج. 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، سال دهم. ۴: ۷۴-۵۹.
۱۶- ملکوتی م. ج.، و طهرانی م.م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی « عناصر خرد با تأثیر کلان ». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۵۶-۵۴.
۱۷- ناخدا ب. ۱۳۷۷. بررسی اثرات تنش کم آبی برشاخصهای رشد و عملکرد کمی و کیفی ارزن علوفه‌ای ارزن نوتریفید. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹-۳۸.
۱۸- نباتی ج.، و رضوانی مقدم پ. ۱۳۸۵. اثر فاصل مختلف آبیاری بر صفات کمی و کیفی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵: ۸۰۶-۷۹۶.
۱۹- نصیری محلاتی م.، کوچکی ع.، و رضوانی مقدم پ. ۱۳۸۱. اثر تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی.(ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۵-۴۴.
۲۰- نظری م.ع. شریعتمداری ح.، افیونی م.، مبلی م.، و رحیلی ش. 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. سال دهم. ۳: ۱۱۰-۹۷.
۲۱- واثقی س.ح.، شریعتمداری م.، افیونی م.، و مبلی م.۱۳۸۲. اثر لجن فاضلاب بر غلظت تعدادی از عناصر غذایی و ویژگی‌های شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب. ۵۳: ۲۲- ۱۵.

22- Adjei M.B., and Jack Rechcigl E. 2002. Bahiagrass production and nutritive value as affected by domestic wastewater residuals. Journal of Agronomy, 94: 1400–1410.
23- Agrawala S.C., and Chaterjrr C. 1996. Physiology and biochemistry of micronutrient elements. In: Advancement in micronutrient research (ed), Hemantranjan, A., Scientific Publishers.
24- Alizadeh A.M., Bazari E., Velayati S., Hasheminia M., and Yaghmaie N. 2001. Irrigation of cron with wastewater. In: Ragab, Geof Pearce, Ju- Changkim, Saeed Nairizi, and Atef Hamdy. 52 nd ICID, International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, Korea. 137-146.
25- Brennan R.F. 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture, 41: 541-547.
26- Buxton D.R. 1996. Quality-relate characteristics of forage as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science, 59: 37-49.
27- Day A.D., and Tucker T.C. 1997. Effects of treated wastewater on growth, fiber, protein and amino acid content of sorghum grain. Journal of Environmental Quality, 6(3): 325-327.
28- El-Arby A.M., and Elbordiny M.M. 2006. Impact of reused wastewater for irrigation on availability of heavy metals in sandy soils and their uptake by plants. Journal of Applied Sciences Research, 2(2): 106-111.
29- Goosen M.F., and Shayya W.H. 1990. Water management purification and conservation in arid climates. Technomic. Publishing C. O., INC., 371.
30- Hemantaranjan A. 1996. Physiology and biochemical significance of zinc in plants. In: Advancement in micronutrient research (ed). Hemantranjan, A. (ed). Scientific Publishers, Joudhpur, Rajashtan, India.
31- Jacobs J., Rigby S., McKenzie F., Ryan M., Ward G., and Burch S. 1998. Effect of nitrogen on pasture yield and quality for silage in western Victoria. Department of Natural Resources and Environment, Warrnambool, Victoria, 3280.

32- Movahhedy-dehnavy M., Modarres-sanavy S.A.M., and Mokhtassi-bidgoli A. 2009. Foliar application of zinc and manganes improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial crops and products, 30: 82-89.
33- Munir J., Rusan M., Hinnawi S., and Rusan L. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. Desalination, 215: 143-152.
34- Paliwal K., Karunaichamy K.S.T.K., and Anonthavalli M. 1998. Effect of sewage water irrigation on growth, performance, biomass and nutrient accumulation in Hardwickia binata under nursery conditions. Bioresource Technology, 66:105-111.
35- Sharafi S., Tajbakhsh M., Majidi M., and Purmirza A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivar in Urmia. Soil and Water, 12: 85-94.
36- Smith K.F., Culvenor R.A., and Humphreys M.O. 2002. Growth and carbon partitioning in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cultivars selected for high water-soluble carbohydrate concentrations. Journal of Agricultural Science, 138 (4): 375-385.
37- Taha I.M., Hamza N.B., and Malik M.N. 2002. Utilization of treated sewage water forage production. Proceeding of International Symposium on Environment Pollution Control and Waste Management. Tunis, 7-10: 560-572.
38- Tas B.M. 2005. Perennial ryegrass for dairy cows: intake, milk production and nitrogen utilisation. PhD Thesis, Wageningen Universities, Wageningen.
39- Vuckovic S.B., Cupina A., Simic S., Prodanovic T., and Zivanovic R. 2005. Effect of nitrogen fertilization and under sowing on yield and quality of cynosuretum cristati-type meadows in hilly mountainous grasslands in Serbia. Journal of Center European Agriculture, 6(4):509-514.
40- Whitty E.N., and Chambliss C.G. 2005. Fertilization of field and forage crop. Nevada State University Publication, 21.
41- Wilman D., and Rezvani Moghaddam P. 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plant parts of nine forage species. Journal of Agricultural. Science, 131: 51-58.
42- Wilson J.R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. Journal of Agricultural Science. Cambridge, 122: 173-182.
43- Ziaeian A., and Malakoti M.J. 1998. Effect of micronutrient application and application time on increasing yield. Soil and Water, 2(1): 56-62.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 660-671

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۶۷۱-۶۶۰

Effect of Treated Wastewater, with Complete Fertilizer Sprayed on some Forage Quatity and Quality Criteria of Foxtail Millet (*Setaria italica*)

A. Ahmadi Aghtape[1]- A. Ghanbari[2*]- A. Sirousmehr[3]- B. Siahsar[4]- M.R. Asgharipour[5]

Received:13-2-2011
Accepted:4-4-2012

Abstract

This research was performed, in order to study effects of treated wastewater, with complete fertilizer sprayed on some forage quatity and quality criteria of foxtail millet (*Setaria italica*). A split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was carried out at the Agriculture Institute of Zabol University in year 2009. Treatments included three levels of irrigation: irrigation with tap water at all stages of grow (control), irrigation with wastewater and tap water alternately, irrigation with wastewater for all growing stages, as the main plot and sprayed with three levels of complete fertilizer: non spraying (control), Sprayed with 600 gram of complete fertilizer in per hectare, sprayed with 1200 gram of complete fertilizer in per hectare, as were the subplots. Traits evaluated were: forage yield and forage quality characteristics such as cell wall (NDF), cell wall without hemicelluloses (ADF), lignin (ADL), ash (ASH), crude protein (CP), water soluble carbohydrates (WSC) and dry matter digestibility (DMD). According to the results, irrigation with wastewater and sprayed fertilizer showed a significant effect on yield and forage quality characteristics. Among the irrigation treatments, irrigation with wastewater for all growing stages caused an increase of forage yield and quality characteristics such as soluble carbohydrate, crude protein, ash, dry matter digestibility and significant decrease of cell wall, cell wall without hemicelluloses and lignin. Also application at 1200 grams of fertilizer sprayed had maximum forage yield and dry matter digestibility in comparison with sprayed with 600 gram of complete fertilizer and control treatments.

Keywords: Treated wastewater, Sprayed, Foxtail millet (*Setaria italica*), Forage yield, Forage quality

1,2,3,4,5- PhD Student, Associate Professor and Assistant Professors of Agronomy and Plant Breeding Department, Agriculture Faculty, University of Zabol, Respectively
(*- Corresponding Author Email: AGB_GHANBARI@yahoo.com)