

بررسی تأثیر استفاده از لجن فرآوری شده بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی محصول ذرت علوفه‌ای

سید محمد تفضلی^۱، علیرضا فرید حسینی^{۲*}، امین علیزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲

چکیده

کودهای شیمیایی از جمله منابعی هستند که به سرعت می‌توانند عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار دهند ولی مصرف زیاد و مداوم آنها خطرات محیط زیستی مثل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و غنی شدن آب‌ها را به دنبال دارد. لذا بهتر است بخشی از کودهای شیمیایی با کودهای آلی جایگزین شود. با توجه به کمبود مواد آلی در اغلب خاک‌های ایران، مصرف انواع مواد آلی از قبیل کود دامی و لجن فاضلاب شهری در خاک ضروری بنظر می‌رسد. به منظور شناخت تأثیر استفاده از لجن فرآوری شده بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی محصول ذرت علوفه‌ای، آزمایشی طی بهار و زمستان و در دو فصل زراعی در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ای واقع در شرق شهر مشهد در تصفیه خانه اولنگ-التیمور انجام شده است. در این پژوهش دو تیمار آبیاری با آب معمولی (A) و پساب (B) با اعمال کودهای شیمیایی (S)، حیوانی (D) و لجن فرآوری شده (L) در سه تکرار انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان داده است که در فصل اول و دوم زراعی تأثیر استفاده از کودها بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر بلال ذرت، کلروفیل a، b، t، سطح برگ و درصد رطوبت ذرت بین تیمارهای استفاده از آب و پساب تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد مشاهده شده است و بر درصد برگریزی گیاه ذرت نیز بین تیمارها تفاوت بسیار معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شده است. در این میان بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر بلال و کلروفیل برگ بین تیمارهای AS و AD تفاوت معنی داری مشاهده نشده است، بر درصد برگریزی نیز بین تیمارهای BL و BD تفاوت معنی داری مشاهده نشده است و بیشترین درصد برگریزی را شامل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پساب، ذرت، محیط زیست، کود، لجن، کلروفیل

مقدمه

هم اقتصادی باشد و هم در توسعه کشاورزی و تامین نیاز غذایی موثر واقع گردد (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸). در واقع در شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در دراز مدت مساله بحران منابع آب به صورت یک مساله جدی مطرح است (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۳)، توجه به منابع غیرمتعارف مانند پساب یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. از سوی دیگر افزایش حجم فاضلاب‌ها خود معضلی می‌باشد که سبب گردیده تصفیه خانه‌ها ظرفیت لازم جهت پالایش تمامی فاضلاب‌ها را نداشته باشند (حاج هاشم خانی و همکاران، ۱۳۹۳). هدف کلی از استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی، بهینه سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین است چرا که رهاسازی فاضلاب خام در طبیعت و آلوده نمودن محیط زیست می‌تواند بر کیفیت جریان‌های سطحی و زیرزمینی تأثیر بگذارد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۶). توجه به اینکه چرخه فاضلاب می‌تواند باعث افزایش آلودگی سفره های آب

خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر موجب شده است که منابع موجود آب شیرین سطحی در اکثر کشورهای واقع در کمربند مناطق خشک به اوج بهره برداری خود برسد و بالطبع فشار بیش از اندازه به منابع آب وارد آید. ایران نیز جزو کشورهای خاورمیانه است که بین ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش بارش سالانه نسبت به میانگین ریزش سالانه سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۶۱، در سال ۲۰۰۰ میلادی داشته است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). از اینرو این عوامل برنامه ریزان را وا داشته که در اندیشه فراهم کردن منابع جدید آب باشند. منابعی که

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: farid-h@um.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

متر بود. با افزایش لجن فاضلاب در خاک، قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش یافت. زیاد بودن مقدار املاح در لجن فاضلاب یا EC زیاد آن است که باعث افزایش قابلیت الکتریکی خاک می‌گردد (شیرانی و همکاران، ۱۳۸۹). از آنجایی که بخش عمده آب شرب مشهد از چاه‌های آب حومه شهر تامین می‌شود، مهمترین منابع آلوده کننده آب شرب در شهر مشهد، فاضلاب‌های خانگی می‌باشد (جنتی، ۱۳۸۷). لذا با توجه به کمبود آب در کشور و افزایش جمعیت و حجم فاضلاب‌های این شهر، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر کودهای مختلف همراه با آبیاری پساب و آب معمولی انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان آزمایش

پژوهش حاضر در دو فصل زراعی در سال ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ای واقع در شرق شهر مشهد در تصفیه خانه اولنگ-التیمور انجام شده است. گیاه مورد مطالعه ذرت علوفه ای بوده است که تاریخ‌های کاشت و برداشت این محصول مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- تاریخ کاشت و برداشت ذرت علوفه ای

کشت اول	تاریخ کاشت	۱۳۹۵/۰۲/۱۱
	تاریخ برداشت	۱۳۹۵/۰۴/۲۵
کشت دوم	تاریخ کاشت	۱۳۹۶/۰۲/۱۵
	تاریخ برداشت	۱۳۹۶/۰۴/۲۷

محل کشت در تصفیه خانه فاضلاب التیمور واقع در ۲۵ کیلومتری شرق مشهد بوده است. موقعیت جغرافیایی این تصفیه خانه در سیستم تصویری درجه و دقیقه در ۱۴ و ۳۶ عرض شمالی و ۴۹ و ۵۹ طول شرقی و در سیستم نصف النهارهای متقاطع جهانی (UTM) در ۴۰۱۴۰۲۵ متر به سمت شمال و ۷۵۳۲۴۹ متر به سمت شرق و در زون ۴۰S قرار دارد.

گیاه مورد مطالعه

ذرت با نام علمی *Zea mays* از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و به خصوص طیور است. ذرت در بین محصولات زراعی، از لحاظ سطح زیر کشت، مقام سوم را در دنیا بعد از گندم و برنج دارا می‌باشد و یکی از منابع اصلی تامین غذای انسان، دام و مصارف صنعتی است. در طرح جامع علوفه کشور سهم قابل توجهی برای ذرت علوفه‌ای منظور شده است. بدیهی است یکی از ابزارهای افزایش تولید این محصول، افزایش عملکرد آن است. آمار سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصول ذرت علوفه ای در شهر مشهد در سال ۹۶-۱۳۹۵ در جدول ۲ آمده است (سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۴).

زیرزمینی مورد استفاده گردد، لذا در سال‌های اخیر طرح‌های جمع آوری فاضلاب و خروج این آب‌ها به خارج از محدوده‌های شهری در حال اجرا می‌باشد. در کشور ما نیز استفاده مجدد از پساب تصفیه شده در حال تبدیل شدن به روش مورد تایید جهت برگشت اجزای مفید فاضلاب به چرخه آب می‌باشد (للی و همکاران، ۱۳۸۹). کودهای شیمیایی از جمله منابعی هستند که به سرعت می‌توانند عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار دهند ولی مصرف زیاد و مداوم آنها خطرات زیست محیطی مثل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و غنی شدن آب‌ها را به دنبال دارد (Mahajan and Gupta, 2009). لذا بهتر است بخشی از کودهای شیمیایی با کودهای آلی جایگزین شود. با توجه به کمبود مواد آلی در اغلب خاک‌های ایران، مصرف انواع مواد آلی از قبیل کود دامی، کود مرغی و لجن فاضلاب شهری در خاک ضروری بنظر می‌رسد ولی این کودها به تنهایی نمی‌توانند تمامی نیاز گیاه به عناصر غذایی را تامین کنند (Mahajan and Gupta, 2009). علوفه ذرت به دلیل عملکرد بالا، مواد غذایی مناسب، امکان آسان سیلو شدن و ترکیب با مواد غذایی دیگر یکی از مهمترین علوفه‌های مورد استفاده در صنعت دامپروری است (Neylon and Kung, 2003). کشت ذرت و سایر گیاهان علوفه ای به عنوان منبع تامین غذای دام در اطراف شهرهای بزرگ کشور نظیر تهران، اصفهان، شیراز و... رایج است. در برخی از این مناطق از فاضلاب خام و تصفیه نشده و پساب‌های شهری جهت آبیاری این محصولات استفاده می‌گردد (هراتی و تمدن رستگار، ۱۳۹۲). ولی نژاد و همکاران (۱۳۸۱) تاثیر پساب تصفیه شده بر رشد و عملکرد ذرت را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه ذرت تحت تیمار آبیاری با پساب فاضلاب افزایش می‌یابد و استفاده از پساب نیاز به کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد. در تحقیقی Kiziloglu, et al (۲۰۰۸) در ترکیه انجام دادند، نشان داده شد که میزان محصول دهی کلم قرمز و گل کلم آبیاری شده با پساب در مقایسه با آبیاری با آب چاه‌های عمیق ۲۰ درصد افزایش داشته است. هر چند که بعضی از فلزات سنگین (سرب، نیکل و کادمیوم) در محصولات مذکور افزایش یافته است. نتایج تحقیقات انجام شده توسط مستشاری (۱۳۸۰) نشان می‌دهد که استفاده از فاضلاب در اراضی کشاورزی قزوین باعث افزایش غلظت فلزات سنگین سرب، مس، کادمیوم و روی در خاک‌های تحت آبیاری با پساب تا چندین برابر میزان آن‌ها در خاک‌های زراعی مشاهده شده است. مطالعات جامع Ladwani, et al (۲۰۱۲) در ارتباط با ارزیابی اثرات آبیاری با فاضلاب بر خصوصیات خاک در مناطق خشک و نیمه خشک نشان داد که آبیاری خاک‌های شنی و رسی با فاضلاب باعث افزایش شوری خاک تا عمق حدود ۱/۵ متری می‌شود. تیمار سه بار لجن فاضلاب به مقدار ۴۵ تن در هکتار بیشترین تاثیر را بر افزایش شوری خاک داشت. در این تیمار مقدار EC برابر ۳/۱۴ و در تیمار شاهد مقدار آن برابر ۱/۲۹ دسی زیمنس بر

جدول ۲- آمار سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصول ذرت علوفه ای در شهر مشهد

محصول	سطح زیر کشت (ha)	تولید (ton)	عملکرد (kg/ha)
ذرت علوفه ای	۱۵۰۰	۶۵۰۰۰	۴۳۳۳۳,۳

مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام پذیرفت. تیمارها آبیاری با پساب و آب معمولی به عنوان عامل اصلی و سه سطح کود شیمیایی، کود دامی و لجن فاضلاب با سه تکرار به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شده است. جدول ۳ تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش و شکل ۱ جانمایی تیمارها در مزرعه را نشان میدهد.

خصوصیات اقلیمی منطقه

جدول ۵ خصوصیات اقلیمی منطقه کشت گیاه مورد مطالعه را در بازه زمانی کاشت تا برداشت نشان می دهد.

ویژگی آب آبیاری و پساب

از آنجا که در این تحقیق آبیاری گیاه با پساب و آب معمولی انجام شد، بنابراین آگاهی از کیفیت آب آبیاری ضروری می باشد. به منظور تعیین کیفیت آب قبل از هر آبیاری نمونه برداری از پساب

جدول ۴-الف- نتایج تجزیه آب

معیار	آب	استاندارد
Ph	۸,۱۶	۶-۸,۵
EC	۳۳۰	-
کلسیم	۳۸,۴	-
منیزیم	۷,۸	۱۰۰
سدیم	۲۵,۲	-
نیترات	۵,۷۷	۵۰
پتاسیم	۰,۹۳	۱۰
منگنز	۱	۱
هیدروکسید	۰	۲

جدول ۴-ب- نتایج تجزیه پساب

معیار	پساب	استاندارد
NTU	۱۲,۱۷	۰,۰۵
TSS	۱۲	۴۰
NO3	۱۴۲	-
NH4	۳,۵	۹
BOD	۱۷	۱۰۰
COD	۴۰	۲۰۰
TN	۳۲	-

جدول ۵- متغیرهای دما و رطوبت نسبی منطقه کشت

متغیر ماه	دماي حداقل (C)	دماي حداکثر (C)	متوسط دما (C)	سرعت باد
اردیبهشت ۹۵	۲,۲	۳۲,۴	۱۵	۳,۳
اردیبهشت ۹۶	۱	۳۳	۱۵,۴	۳,۶
خرداد ۹۵	۱۳	۳۶,۸	۲۳	۳,۵
خرداد ۹۶	۱۰	۳۸,۹	۲۴,۲	۳,۴
تیر ۹۵	۱۴,۹	۴۰,۴	۲۶,۷	۳,۹
تیر ۹۶	۱۶,۴	۴۰,۳	۲۷,۷	۳,۹

عملیات کاشت

برای کاشت از بذر رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. این رقم ذرت دارای دانه‌های درشت و شاخه و برگ زیاد می‌باشد که بیشتر اوقات برای سیلو و علوفه سبز مصرف می‌شود. بلال آن نسبتاً بزرگ و دارای ۱۶-۳۰ ردیف دانه می‌باشد. این رقم در گروه ذرت‌های دیررس قرار می‌گیرد. عملیات کاشت در هفته اول تیر ماه سال ۹۵ و ۹۶ به صورت جوی و پشته‌ای و با دست صورت گرفت. دو عدد بذر با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از همدیگر، با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و در عمق ۵ سانتی‌متری از خاک وسط پشته قرار داده شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری معمولی برای کل زمین انجام گردید.

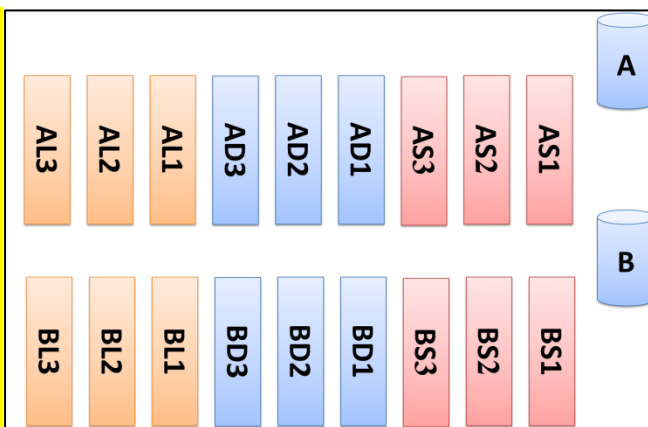
عملیات داشت

عملیات داشت شامل تنک کردن برای رسیدن به تراکم مورد نظر و همچنین وجین علف‌های هرز در زمان مورد نظر انجام گرفت. وجین علف‌های هرز در دو مرحله رشد رویشی به صورت دستی انجام شد. وجین اول در مرحله ۳-۴ برگی و وجین دوم در مرحله ۸ برگی صورت گرفت. همچنین همانطور که ذکر شد، دو سوم باقی‌مانده کود شیمیایی کود حیوانی و لجن نیز در دو مرحله رشدی گیاه به زمین داده شد که اولین مرحله آن در زمان ۳-۲ برگی گیاه و دومین مرحله آن در زمان ۸ برگی انجام گرفت.

جدول ۳- تیمارهای مورد استفاده در پژوهش

B			A					
L			S			D		
AL1	AL2	AL3	AS1	AS2	AS3	AD1	AD2	AD3
BL1	BL2	BL3	BS1	BS2	BS3	BD1	BD2	BD3

A: آب معمولی، B: پساب، L: کود لجن، S: کود شیمیایی، D: کود دامی



شکل ۱ - شماتیک جانمایی تیمارها در مزرعه

عملیات برداشت

بهترین زمان برداشت ذرت علوفه‌ای، زمانی است که ذرت در

اواخر مرحله شیری و اوایل مرحله خمیری است. در این مرحله ماده خشک گیاه حدود ۳۵-۳۰ درصد است (یعنی حدود ۷۰-۶۵ درصد آب

نرم افزار اکسل استفاده شده است.

نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژیک

خصوصیات مورفولوژیک اندازه گیری شده در این پژوهش شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه ذرت، تعداد برگ هر بوته، درصد برگریزی هر بوته و قطر بلال ذرت علوفه ای بوده است. جدول ۶ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تأثیر استفاده از آب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات مورفولوژیک ذرت علوفه ای کشت شده در سال اول و دوم را نشان می دهد. جدول ۷ و ۸ به ترتیب مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات مورفولوژیک ذرت علوفه ای در کشت های سال اول و دوم را نشان می دهند. در ادامه به تشریح هر یک از پارامترهای اشاره شده بصورت مجزا پرداخته شده است.

دارد) که تأثیر خوبی بر کیفیت علوفه و نهایتاً کیفیت سیلو خواهد داشت. بر همین اساس برداشت نهایی در مرحله خمیری شدن دانه و در تیرماه به صورت دستی صورت گرفت. از هر کرت تعداد ۵ بوته از پشته های وسط کرت و پس از حذف ریف های حاشیه انتخاب گردید. گیاهان از محل طوقه (از یک سانتی متری بالای سطح خاک) با تیغ استریل بریده شدند و پس از شستشو با آب مقطر و اسید، در آون تهویه دار در دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشک گردیدند. پس از خشک شدن گیاهان، عملکرد خشک قسمت های هوایی گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتالی تا دو رقم اعشار تعیین شد و با استفاده از آسیاب برقی، کل اندام هوایی گیاه آسیاب شد.

روش تحلیل داده ها

داده های این طرح که بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بوده است با استفاده از نرم افزارهای Minitab.17 و MSTAT-C و با آزمون مقایسه میانگین LSD و در سطوح ۱٪ و ۵٪ تجزیه و تحلیل شده است. برای رسم نمودارها نیز از

جدول ۶- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تأثیر استفاده از آب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات مورفولوژیک ذرت علوفه ای دوره کشت اول و دوم

کشت	منبع تغییرات	df	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر بلال ذرت	درصد برگریزی
کشت اول	تکرار	۲	۱,۳	۱,۱	۰,۸۹	۱,۶
	تیمار	۵	*۱۶۱,۳	*۳۵,۴۵	*۱۴۶,۹	**۲۷۲,۵
کشت دوم	تکرار	۲	۱,۲	۱,۰۲	۰,۸۱	۲,۲۳
	تیمار	۵	*۵۲,۳۳	*۴۰,۲۴	*۱۵۱,۳	**۴۸۱,۱۳

ns, *, ** ← به ترتیب یعنی: اختلاف معنی دار نیست، در سطح ۵٪ معنی دار، در سطح ۱٪ بسیار معنی دار

جدول ۷- مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات مورفولوژیک ذرت علوفه ای دوره کشت اول

شاخص	واحد	AS	AD	AL	BS	BD	BL
ارتفاع بوته	cm	140.0ab	142.0a	137.0abc	129.7d	134.5bc	120.3e
قطر ساقه ذرت	mm	25.9a	24.4ab	23.8bc	21.4d	20.7de	15.1f
قطر بلال ذرت	mm	53.0ab	53.9a	52.4abc	49.2e	51.1cd	42.2f
درصد برگریزی	درصد	6.7f	13.3de	13.3d	20.0c	26.7ab	33.3a

هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

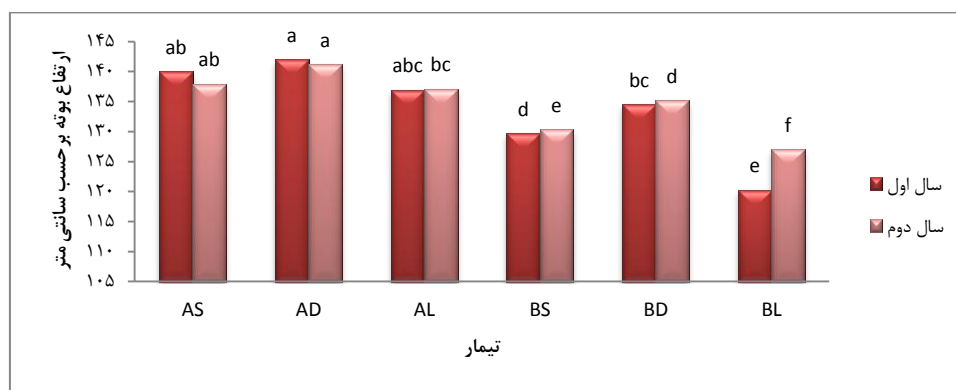
جدول ۸- مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات مورفولوژیک ذرت علوفه ای دوره کشت دوم

شاخص	واحد	AS	AD	AL	BS	BD	BL
ارتفاع بوته	cm	137.95ab	141.20a	137.15bc	130.4e	135.2d	127.0f
قطر ساقه ذرت	mm	26.1a	25.1ab	24.0c	22.3cd	21.1de	14.7f
قطر بلال ذرت	mm	53.6a	52.8ab	51.9c	50.1cde	51.7cd	41.4f
درصد برگریزی	درصد	9.9ef	11.1e	16.5d	24.1bc	25.4b	36.2a

هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای

مطابق جدول ۶ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۷، در سال اول بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۱۴۲ سانتیمتر و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۱۲۰,۳ سانتی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار آب-کود دامی (AD) با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. در تیمارهای آبیاری شده با پساب استفاده از پساب-کود دامی (BD) با تیمار آب معمولی-کود لجن (AL) تفاوت معنی‌داری نداشته است. مطابق جدول ۸، در سال دوم بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب-کود دامی (AD) با مقدار ۱۴۱,۲ سانتی‌متر و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با مقدار ۱۲۷ سانتی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار آب-کود دامی (AD) با تیمار آب-کود



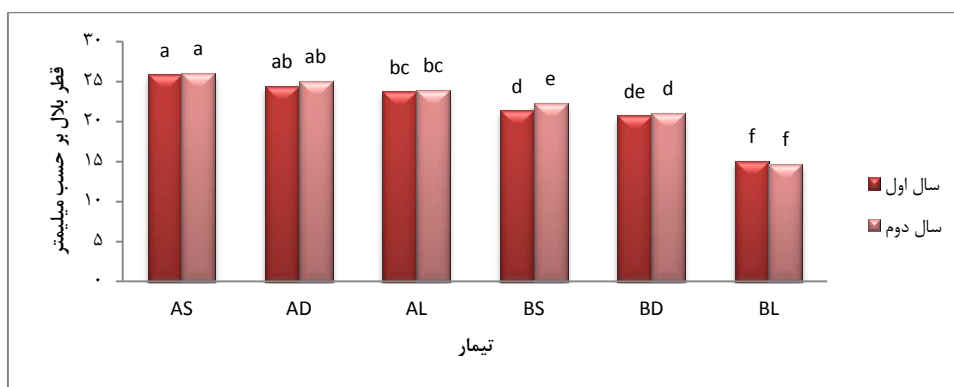
شکل ۲- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت

قطر ساقه ذرت علوفه‌ای

مطابق جدول ۶ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، قطر ساقه ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۷، در سال اول بیشترین قطر ذرت مربوط به تیمار آب-کود شیمیایی (AS) با مقدار ۲۵/۹ میلی‌متر و کمترین قطر ذرت مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با مقدار ۱۵/۱ میلی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تیمار آب-کود دامی (AD) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. تمامی تیمارهای آبیاری شده با پساب با تیمارهای آب معمولی تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ داشته اند. مطابق جدول ۸، در سال دوم هم مشابه سال اول بیشترین قطر ساقه ذرت مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AS) با مقدار ۲۶/۱ میلی‌متر

شیمیایی (AS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. بر خلاف سال اول کشت، تمامی تیمارهای آبیاری شده با پساب با تیمارهای آب معمولی تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ داشته‌اند. علی‌رغم آیشویی قبل از کشت این بررسی نشان دهنده این است که آبیاری با پساب می‌تواند تأثیرات خود را بر زمین کشت شده در کشت‌های آتی متحمل کند. یون و کوان (۲۰۰۱) در بررسی خود دریافتند که آبیاری با فاضلاب به دلیل وجود نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری بر تیمارهای اعمال شده کشت برنج داشته است. رضوانی مقدم و میرزایی نجم آبادی نیز در پژوهشی در سال ۱۳۸۸ تأثیر معنی‌دار استفاده از پساب بر ارتفاع گیاه ارزن علوفه‌ای را گزارش نمودند. سایر پژوهش‌های مرتبط در این زمینه عبارتند از: سالاریان و همکاران، ۱۳۹۶؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کورانس و همکاران، ۲۰۱۱؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۲؛ چارتزولاکیس و کلاپاکی، ۲۰۰۰ و متین سیزن و همکاران، ۲۰۰۶. شکل ۲ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

و کمترین قطر ساقه ذرت مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۱۴/۷ میلی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تیمار آب-کود دامی (AD) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. بر خلاف سال اول، در کشت سال دوم بین تیمارهای آب-کود لجن (AL) و پساب-کود شیمیایی (BS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است. دای و توکر در سال ۱۹۹۷ به نتایج مشابهی بر گیاه سورگوم دست یافتند. دی و همکاران (۱۹۷۹) مشاهده کردند که گندم آبیاری شده با پساب گیاهانی کوتاه‌تر و قطر ساقه کوتاه‌تری نسبت به گندم رشد یافته با فاضلاب می‌باشد. شکل ۳ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر قطر ساقه ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

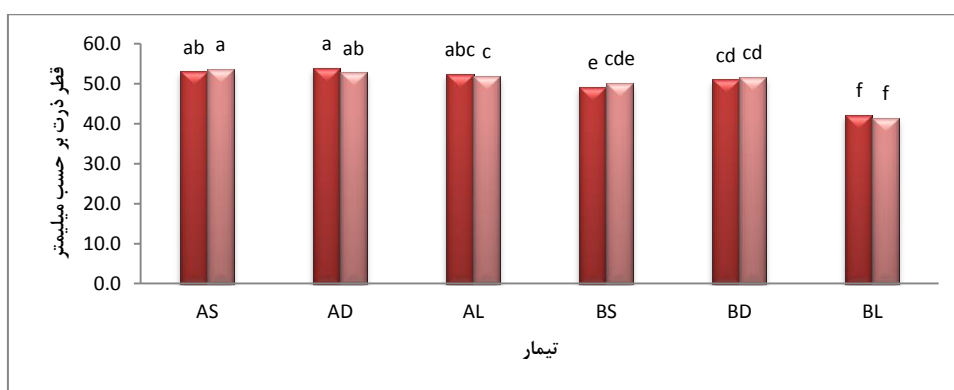


شکل ۳- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر قطر ساقه ذرت در دو دوره کشت

قطر بلال ذرت علوفه‌ای

مطابق جدول ۶ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، بر قطر بلال ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۷، در سال اول بیشترین قطر بلال ذرت مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۵۳/۹ میلی‌متر و کمترین قطر ذرت مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۴۲/۲ میلی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) و آب-کود لجن (AL) و پساب-کود لجن (BL) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. در تیمارهای آبیاری شده با پساب استفاده از پساب-کود شیمیایی (BS) و پساب-کود لجن (BL) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ با تیمارهای دیگر داشته‌اند. مطابق جدول ۸، در سال دوم بیشترین قطر بلال ذرت مربوط به تیمار آب با کود

شیمیایی (AS) با مقدار ۵۳/۶ میلی‌متر و کمترین قطر بلال ذرت مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با مقدار ۴۱/۴ میلی‌متر بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تیمار آب-کود دامی (AD) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. این در شرایطی است که بر خلاف سال اول کشت، در سال دوم در تیمارهای آبیاری شده با پساب-کود دامی و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری در قطر بلال با تیمار آب-کود لجن مشاهده نشده است. کورانس و همکاران، ۲۰۱۱ در پژوهشی گزارش نمودند که قطر میوه فلفل دلمه در اثر اعمال تنش شوری کاهش می‌یابد. متین سیزن و همکاران در سال ۲۰۰۶ روند کاهشی مشابه با این پژوهش را برای قطر عرضی میوه در اثر تنش کم‌آبیاری گزارش نموده‌اند. شکل ۴ نمودار مقایسه ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر قطر بلال ذرت علوفه ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.



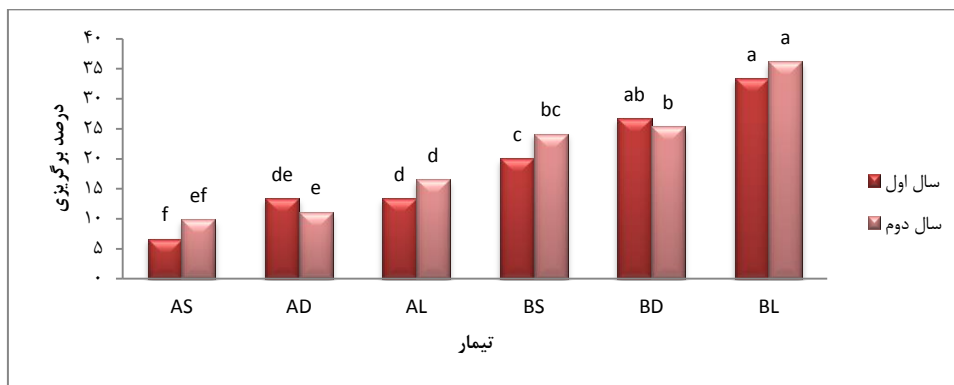
شکل ۴- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر قطر بلال ذرت علوفه ای در دو دوره کشت

علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های بسیار معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده

مطابق جدول ۶ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن بر درصد برگ‌ریزی ذرت

(BL) با مقدار ۳۶/۲ درصد و کمترین درصد برگ‌ریزی در تیمار آب-کود شیمیایی (AS) با مقدار ۹/۹ مشاهده شده است. مشابه سال اول در سال دوم، در تیمارهای آبیاری شده با آب معمولی و تیمارهای پساب تفاوت بسیار معنی داری مشاهده شده است که این نتیجه تاثیر استفاده از پساب بر عملکرد مورفولوژی گیاه را بخوبی نشان می‌دهد. شکل ۵ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر درصد برگ‌ریزی ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

شده است. مطابق جدول ۷، در سال اول بیشترین درصد برگ‌ریزی مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با ۳۳/۳ درصد برگ‌ریزی و کمترین درصد برگ‌ریزی مربوط به تیمار آب-کود شیمیایی (AS) با ۶/۷ درصد بوده است. مطابق این جدول تیمار BL با تیمار پساب-کود دامی (BD) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. در سال اول در تیمارهای آبیاری شده با آب معمولی با تیمارهای آبیاری شده پساب تفاوت بسیار معنی‌داری مشاهده شده است. مطابق جدول ۸، در سال دوم بیشترین درصد برگ‌ریزی مربوط به تیمار پساب با کود لجن



شکل ۵- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر درصد برگ‌ریزی ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت

ذرت علوفه‌ای در کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد. جدول ۱۰ و ۱۱ به ترتیب مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای در کشت‌های سال اول و دوم را نشان می‌دهند. در ادامه به تشریح هر یک از پارامترهای اشاره شده بصورت مجزا پرداخته شده است.

خصوصیات فیزیولوژیکی

خصوصیات فیزیولوژیکی اندازه گیری شده در این پژوهش شامل وزن تر برگ، ساقه و ریشه، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، کلروفیل a، کلروفیل b، سطح برگ و درصد رطوبت ذرت علوفه‌ای بوده است. جدول ۹ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تأثیر استفاده از آب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات فیزیولوژیکی

جدول ۹- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تأثیر استفاده از آب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای

ای دوره کشت اول و دوم							
کشت	منبع تغییرات	df	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل t	سطح برگ	درصد رطوبت ذرت
سال اول	تکرار	۲	۲۶۵	۳،۱	۲،۸۷	۹،۱	۲،۰۱
	تیمار	۵	*۳۳،۲	*۲۰،۱	*۹۳،۱	*۱۴۸۴۷۶	*۸۴،۷
سال دوم	تکرار	۲	۳،۱۲	۳،۵	۳،۱	۸،۸۷	۴،۴۳
	تیمار	۵	*۶۹،۵	*۳۷،۱	*۲۰۰،۶	*۲۱۹۷۹۲	*۴۳،۷

جدول ۱۰- مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای دوره کشت اول

شاخص	واحد	AS	AD	AL	BS	BD	BL
کلروفیل a	No	20.1ab	22.3a	15.5c	13.5e	17.1c	15.0cd
کلروفیل b	No	16.2ab	17.3a	16.1bc	12.0de	13.5d	10.0f
کلروفیل t	No	36.3ab	39.6a	31.1c	25.5e	30.6cd	25.0e
سطح برگ	No	1931.0a	1720.0b	1460.7d	1521.3c	1413.3de	1308.0f
درصد رطوبت بلال	%	90.1a	89.8bc	87.1de	91.0ab	89.3cd	75.2f

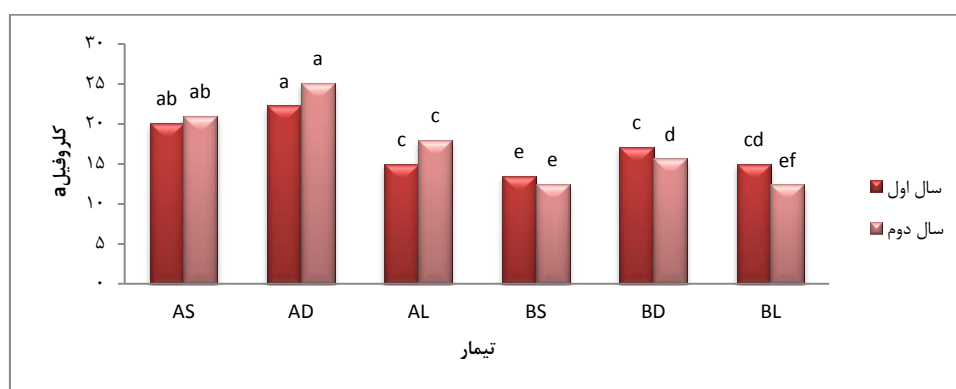
جدول ۱۱- مقایسه میانگین استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت علوفه ای دوره کشت دوم

شاخص	واحد	AS	AD	AL	BS	BD	BL
کلروفیل a	No	21.0ab	25.1a	18.0c	12.5e	15.7d	12.4ef
کلروفیل b	No	17.1c	20.1a	19.1ab	13.0d	13.0d	11.0de
کلروفیل t	No	38.2b	45.2a	37.1bc	25.5de	28.7d	23.4ef
سطح برگ	No	1945a	1810b	1320e	1432c	1420cd	1280f
درصد رطوبت ذرت	%	91.2a	87.2cd	90.1ab	86.2ef	87.8c	79.1g

کلروفیل a

مطابق جدول ۹ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، کلروفیل a ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و سال دوم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۱۰، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۲۲/۳ و کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۱۵ بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) و تیمار آب-کود لجن و پساب-کود لجن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند. مطابق

جدول ۱۱، در سال دوم بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۲۵/۱ و کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۱۲/۴ بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. در سال دوم در تیمارهای آبیاری شده با آب معمولی با تمام تیمارهای آبیاری شده با پساب تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ داشته‌اند. شکل ۶ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن کلروفیل a ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

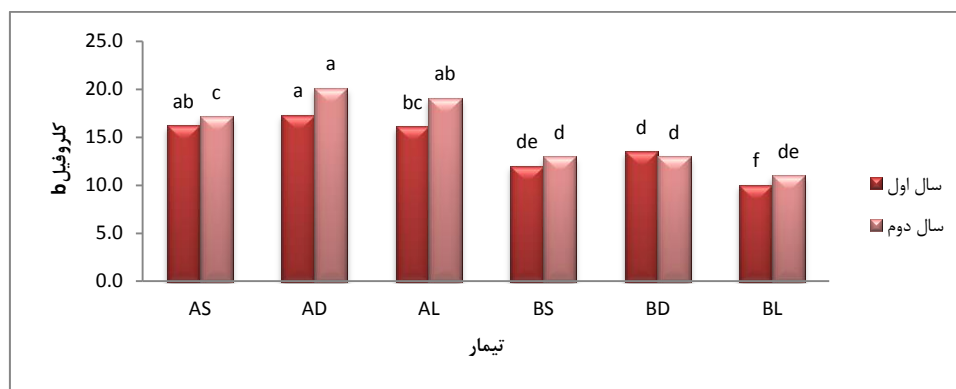


شکل ۶- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر کلروفیل a ذرت علوفه ای در دو دوره کشت

کلروفیل b

مطابق جدول ۹ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، بر کلروفیل b ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۱۰، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۱۷/۳ و کمترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۱۰ بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. تیمارهای پساب-کود دامی و کود شیمیایی

نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند. مطابق جدول ۱۱، در سال دوم بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار آب-کود دامی (AD) با مقدار ۲۰/۱ و کمترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با مقدار ۱۱ بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود لجن (AL) و تیمارهای آبیاری شده با پساب با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند. شکل ۷ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن کلروفیل b ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

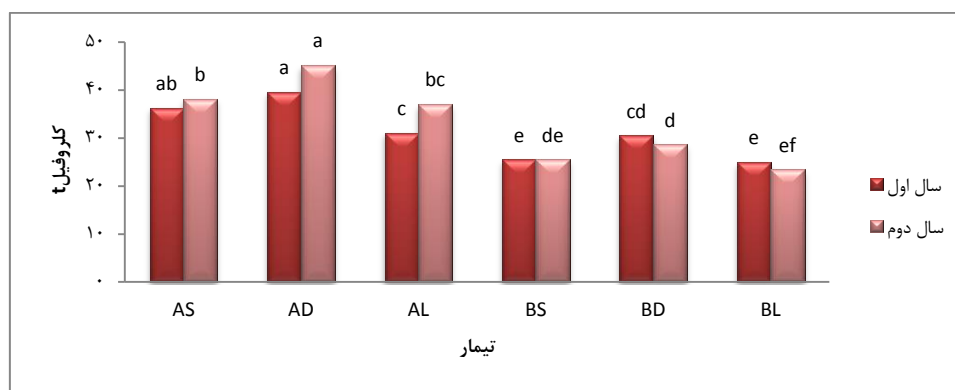


شکل ۷- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر کلروفیل b ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت

کلروفیل t

مطابق جدول ۹ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، بر کلروفیل t ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۱۰، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل t مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۳۹/۶ و کمترین میزان کلروفیل t مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۲۵ بوده است. مطابق این جدول تیمار AD با تیمار آب-کود شیمیایی (AS) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. تیمار آب-کود لجن (AL) نیز با تیمار پساب-کود دامی (BD) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته اند. مطابق

جدول ۱۱، در سال دوم بیشترین میزان کلروفیل t مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) با مقدار ۴۵/۲ و کمترین میزان کلروفیل t مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۲۳/۴ بوده است. تیمار AD با تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته است. در این بین تیمارهای آب-کود شیمیایی (AS) با آب-کود لجن (AL) و نیز تیمارهای آبیاری شده با پساب با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته اند. با افزایش میزان شوری میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد. کاهش کلروفیل برگ‌ها باعث کاهش فتوسنتز می‌گردد (دراژوئیز، ۱۹۹۴). شکل ۸ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن کلروفیل t ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.



شکل ۸- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر کلروفیل t ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت

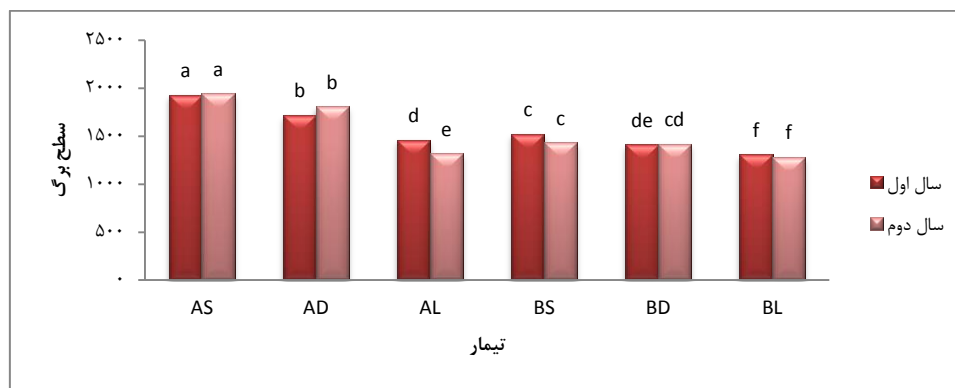
سطح برگ

مطابق جدول ۹ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، بر سطح برگ ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۱۰، در سال اول بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار آب-کود

شیمیایی (AS) با مقدار ۱۹۳۱ و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار پساب-کود لجن (BL) با مقدار ۱۳۰۸ بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته است. در سال اول پساب-کود دامی (BD) با تیمار آب-کود لجن (AL) تفاوت معنی‌داری نداشته است. مطابق جدول ۱۱، در سال دوم بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار آب-کود شیمیایی (AS) با مقدار

معمولی با تیمارهای پساب تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. شکل ۹ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر سطح برگ ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

۱۹۴۵ و کمترین مقدار سطح برگ مربوط به تیمار پساب- کود لجن (BL) با مقدار ۱۲۸۰ بوده است. مشابه سال اول تیمار AS با تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته است. نکته قابل توجه این است که در سال دوم در تمام تیمارهای آبیاری شده با آب

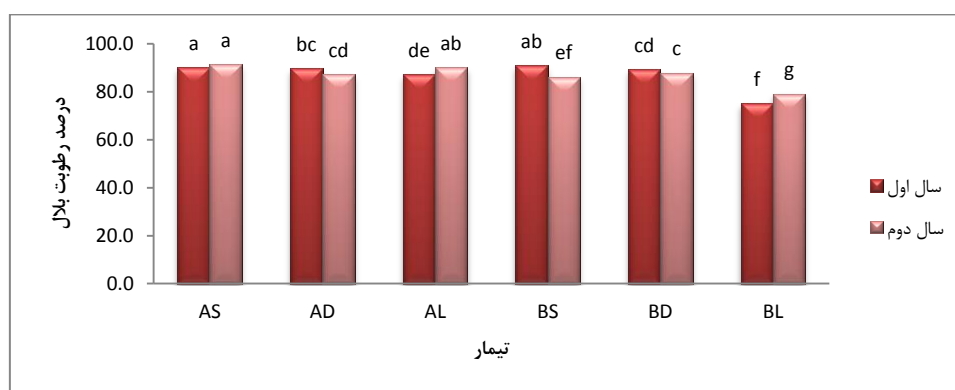


شکل ۹- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر سطح برگ ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت

معنی‌دار در سطح ۵٪ داشته است. مطابق جدول ۱۱، در سال دوم بیشترین درصد رطوبت ذرت مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AS) با مقدار ۹۱/۲ درصد و کمترین درصد رطوبت ذرت مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۷۹/۱ درصد بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تیمار آب- کود لجن (AL) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. در سال دوم تیمار پساب- کود دامی (BD) با تیمار آب- کود دامی (AD) تفاوت معنی‌داری نداشته است. شکل ۱۰ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر درصد رطوبت ذرت علوفه‌ای در دو دوره کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهد.

درصد رطوبت ذرت

مطابق جدول ۹ تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، بر درصد رطوبت ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف بین تیمارها در کشت سال اول و سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. مطابق جدول ۱۰، در سال اول بیشترین درصد رطوبت ذرت مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AS) با مقدار ۹۰/۱ درصد و کمترین درصد رطوبت ذرت مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) با مقدار ۷۵/۲ درصد بوده است. مطابق این جدول تیمار AS با تیمار پساب- کود لجن (BL) تفاوت معنی‌دار نداشته است ولی با سایر تیمارهای تفاوت



شکل ۱۰- مقایسه استفاده از آب و پساب با کودهای دامی، شیمیایی و لجن بر درصد رطوبت بلال در دو دوره کشت

آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف در کشت

نتیجه‌گیری

کلیه خصوصیات مورفولوژیک (به جز درصد برگ‌ریزی) تحت

پساب‌های خانگی محدوده گلشهر و آلودگی‌های ناشی از آن محدوده منطقه پنج شهرداری مشهد. اولین سمینار ملی جایگاه آبهای بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب. مشهد.

حاج هاشم خانی، م.، قبادی نیا، م.، طباطبایی، س. ح.، حسین پور، ع. ر. و هوشمند گوچی، س. ۱۳۹۳. تاثیر روش کاربرد زئولیت اصلاح شده بر کیفیت پساب شهری خروجی و نفوذپذیری خاک. نشریه آب و خاک، ۲۸(۳): ۵۸۷-۵۹۶.

سالاریان، م. داوری. ک.، علیزاده، الف. لگزبان، م.، فاضلی، م. ۱۳۹۸. چارچوب دستیابی به چشم انداز مشترک در مدیریت مشارکتی- راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کشف رود). مجله اکوهیدرولوژی. سال ششم. شماره ۴. صص ۸۶۵-۸۸۶.

سالاریان، م.، علیزاده، الف. داوری، ک.، انصاری، ح. ۱۳۹۶. اثر سطوح مختلف شوری و آب آبیاری بر شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرد فلفل دلمه گلخانه‌ای در سیستم هوشمند آبیاری قطره‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران. سال ۱۱. شماره ۳. صص ۳۲۲-۳۳۴.

سالاریان، م. توسعه منابع آب و تحولات مدیریتی نوین در آبیاری. ۱۳۹۳. نشریه آب و توسعه پایدار. سال ۱. شماره ۲. ص ۸۳.

سالاریان، م.، علیزاده، ا.، داوری، ک. و انصاری، ح. ۱۳۹۶. تاثیر سطوح مختلف آبیاری و شوری بر شاخص‌های مورفولوژیک و کیفیت فلفل دلمه با سیستم هوشمند آبیاری قطره‌ای. نشریه آبیاری و زهکشی. دوره ۱۱، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۶، صفحه ۱۰۴۹-۱۰۶۳.

شیرانی، ح.، حاج عباسی، م. ع.، افیونی، م. و دشتی، ح. ۱۳۸۹. اثر تجمعی لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب، ۳: ۲۸-۳۶.

صادقی، م.، احمدیان، الف. غلامی تپله بنی، ح. گلپایگانی، الف. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی بروی خصوصیات مورفولوژیکی در گیاهچه خیار *Cucumis sativus* فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) و کدو *Legenaria vulgaris* پس از عملیات کاشت در زمین اصلی. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. اهواز - دانشگاه پیام نور استان خوزستان - سال ۱۳۹۰.

لیلی، م.، سمائی، م. ر. و دهستانی، س. ۱۳۸۹. مدیریت فاضلاب شهری. تهران. انتشارات اندیشه رفیع. ۲۹۳ صفحه.

مستشاری، م. ۱۳۸۰. بررسی شدت و گستردگی آلودگی خاک‌ها به عناصر سنگین و گیاهان آبیاری شده با فاضلاب در قزوین، مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک.

سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است، اما در فاکتور درصد برگ‌ریزی، در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است.

طبق نتایج بدست آمده در سال اول کشت بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) بوده است. همچنین در سال دوم نیز بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب با کود دامی (BD) بوده است. طبق نتایج بدست آمده در سال اول و نیز دوم کشت بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AD) و کمترین قطر ساقه مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) بوده است.

طبق نتایج بدست آمده در سال اول و نیز دوم کشت کمترین قطر بلال مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) بوده است. در سال اول کشت بیشترین قطر بلال مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و در سال دوم بیشترین قطر بلال مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AS) بوده است. طبق نتایج بدست آمده در سال اول کشت بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) بوده است. همچنین در سال دوم نیز بلندترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و کوتاهترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار پساب با کود دامی (BD) بوده است.

برخلاف سایر خصوصیات مورفولوژیک، درصد برگ‌ریزی تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های بسیار معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده شده است. در سال اول و نیز دوم کشت بیشترین درصد برگ‌ریزی مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) و کمترین درصد برگ‌ریزی مربوط به تیمار آب با کود شیمیایی (AS) بوده است. خصوصیات فیزیولوژیک شامل، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، کلروفیل a، کلروفیل b، سطح برگ و درصد رطوبت ذرت علوفه‌ای تحت آبیاری با آب و پساب با در نظر گرفتن کودهای مختلف شیمیایی، دامی و لجن، ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف در کشت سال اول و نیز کشت سال دوم تفاوت‌های معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است. در سال اول و نیز سال دوم کشت بیشترین کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل t مربوط به تیمار آب با کود دامی (AD) و بیشترین مقدار آن‌ها مربوط به تیمار پساب با کود لجن (BL) بوده است.

منابع

جنتی، س.، رشیدی، غ و مطلبی، م. ۱۳۸۷. بررسی وضعیت دفع

- and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. Volume 61, Issue 6, pages 514-522.
- Ladwani, K.D., Ladwani, K.D., Manik, V.S. and Ramteke, D.S. 2012. Impact of domestic wastewater irrigation on soil properties and crop yield. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(10):1-7.
- Mahajan, A. and Gupta, RD. 2009. Integrated Nutrient Management (INM) in a Sustainable Rice- Wheat Cropping System. Springer.
- Metin Sezen, S. Yazar, A. and Eker, S. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agricultural Water Management* 81. 115-131.
- Neylon, J. M., and Kung, L. 2003. Effects of Cutting Height and Maturity on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Cows. *J. Dairy Sci.* 36: 2961-2963.
- Wong, J., Mak, K., Chan, N., Lam, A., Fang, M., Zhou, L., Wu, Q. and Liao, X. 2001. Co composting of soybean residues and leaves in Hong Kong. *Bioresource Technol.* 76: 99-106.
- نجفی، پ، موسوی، ف. و فیضی، م. ۱۳۸۶. اثر کاربرد فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد و کیفیت گندم. *مجله علوم خاک و آب*، ۲۱(۲).
- نجفی، پ، موسوی، س. ف. و فیضی، م. ۱۳۸۵. تاثیر کاربرد آبیاری قطره ای زیر سطحی با پساب فاضلاب در آبیاری دو محصول گوجه فرنگی و بادمجان. *مجله علوم خاک و آب*، ۲۰(۱): ۱۶۳-۱۵۵.
- هراتی، م. و تمدن رستگار، م. ۱۳۹۲. بررسی تجمع فلزات سنگین در ذرت علوفه ای تحت آبیاری با فاضلاب (منطقه جنوب شهر تهران). *نشریه زراعت*، ۱۰۱: ۱۵۱-۱۳۹.
- Chartzoulakis, K., Klapaki, G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hort.* 86, 247-260.
- Kiziloglu, F.M., Turan, M., Shahin, U., Kuslu, Y., and Dursun, A. 2008. Impact of domestic wastewater irrigation on soil properties and crop yield. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(10):1-7.
- Kurunc, A., Unlukara, A., and Cemek, B. 2011. Salinity

Effect of Processed Sludge on Morphological and Physiological Characteristics of Forage Maize Crop

S.M. Tafazoli¹, A. Faridhosseini^{2*}, A. Alizadeh³
Recived: Nov.05, 2019 Accepted: Jan.12, 2020

Abstract

Chemical fertilizers are among the resources that can quickly supply nutrients to the plant, but their continued and high consumption poses environmental hazards such as contamination of surface and ground water and enrichment of water. Therefore, it is best to replace some of the fertilizers with organic fertilizers. Due to the lack of organic matter in most soils of Iran, it is necessary to consume a variety of organic materials such as municipal manure and sewage sludge. In order to understand the effect of using sludge on morphological and physiological characteristics of forage maize crop, an experiment was conducted during spring and winter in two seasons in 1976-96 at a farm east of Mashhad at Olang-Altumur refinery. In this study two irrigation treatments with ordinary water (A) and effluent (B) were applied in three replications using chemical fertilizers (S), animal (D) and processed sludge (L). The results showed that the effect of fertilizers application on plant height, stem diameter, corn ear diameter, chlorophyll a, b, t, leaf area and percentage of maize moisture content in water use and wastewater treatments were significant in the first and second crop season. There was a significant difference between treatments at 5% level and a significant difference between treatments at 1% level. There was no significant difference between AS and AD treatments on plant height, stem diameter, ear diameter and leaf chlorophyll, while no significant difference was observed between BL and BD treatments and the highest percentage of weeding.

Keywords: Corn, Wastewater, Environment, Fertilizer, Sludge, Chlorophyll

1- Ph.D. Student, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

2- Associate Professor, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

3- Professor, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

(* - Corresponding Author Email: farid-h@um.ac.ir)