

تأثیر آبیاری با پساب بر برخی ویژگی‌های چمن ژاپنی در بافت‌های مختلف خاک

فاطمه سروش^۱، سید فرهاد موسوی^{۲*}، خورشید رزمجو^۳، جهانگیر عابدی کوپایی^۴ و بهروز مصطفی‌زاده^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۲۲

چکیده

در این پژوهش، تأثیر آبیاری با پساب ثانویه تصفیه‌خانه شاهین‌شهر بر برخی ویژگی‌های چمن در سه بافت خاک بررسی شد. آزمایش در داخل گلدان به صورت طرح آزمایشی فاکتوریل با سه فاکتور و سه تکرار در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در مدت ده ماه اجرا شد. فاکتور اول میزان اختلاط آب و پساب (شامل: ۱۰۰٪ آب، ۲۵٪ پساب و ۷۵٪ آب، ۵۰٪ پساب و ۷۵٪ آب، ۲۵٪ پساب و ۱۰۰٪ آب و ۲۵٪ پساب)، فاکتور دوم بافت خاک (لوم شنی، لوم و لوم رسی) و فاکتور سوم ارقام چمن (DALZM1, DALZM2, DALZM3, DALZJ1 و MAYCO) بود. استفاده از پساب باعث افزایش رنگ، ارتفاع و وزن خشک چمن گردید. حداکثر رنگ و ارتفاع با کاربرد ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب و حداکثر وزن خشک با آبیاری با ۱۰۰٪ پساب به دست آمد. بیشترین درجه رنگ (۵/۵۳) مربوط به رقم DALZM3 بوده و رقم DALZJ1 بیشترین ارتفاع (۱۲/۵ سانتی‌متر) و ماده خشک (۱۸۰/۷ گرم در گلدان) را داشت. اثر درصد پساب و رقم نشان داد که بیشترین درجه رنگ (۵/۷۳) را واریته DALZM3 تحت آبیاری ۱۰۰٪ پساب و واریته DALZJ1 بیشترین ارتفاع (۱۳/۵ سانتی‌متر) و وزن خشک (۲۴۸/۳ گرم در گلدان) را تحت تیمار آبی ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب داشت. بنابراین استفاده از پساب تأثیر منفی روی خصوصیات اندازه‌گیری شده نداشت.

کلمات کلیدی: آبیاری، فاضلاب تصفیه شده، چمن، بافت خاک

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، استفاده مجدد از پساب می‌تواند وسیله‌ای برای جبران کمبود آب باشد (۳). استفاده از پساب تصفیه شده در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آب‌هایی می‌شود که علاوه بر کشاورزی می‌تواند به مصارف دیگر نظیر شرب برسد (۸). استفاده از پساب برای آبیاری گیاهان زینتی مانند چمن قابل قبول است، به خصوص که به دلیل غیر خوراکی بودن این گیاه میزان نگرانی عمومی در این مورد تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت (۷). آب مورد استفاده در آبیاری فضای سبز و چمن معمولاً پساب ثانویه است و ممکن است محتوی مواد شیمیایی و بیولوژیک مضر باشد، بنابراین استفاده از روش‌های آبیاری غیر مستقیم نظیر آبیاری زیرزمینی که ارتباط مستقیم با انسان و گیاه ندارند به حفظ سلامت عمومی کمک خواهد کرد (۹).

چمن گیاهی است که به مقدار زیاد به فسفر، پتاسیم و نیتروژن نیاز دارد و این نیاز را می‌تواند از پساب تأمین نماید. همچنین عناصر ریزمغذی مورد نیاز چمن به مقدار کافی در پساب موجود است و نیز چمن اثرات زیان آور پساب را به خوبی تحمل می‌کند (۷،۵). تحقیقات صفری سنجانی و حاج‌رسولیا (۲) نشان داد که آبیاری با پساب توانسته است خاک‌های شور و سدیمی را به یک خاک مناسب برای کشاورزی تبدیل کند و اینکار باعث افزایش چشمگیر مواد آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب لایه صفر تا ۴۰ سانتی‌متری خاک شده است که این مواد می‌توانند مورد استفاده گیاهان کشت شده قرار گیرند.

تحقیقات پیشین نشان داده است که استفاده از پساب، ویژگی‌های (رنگ، تراکم، ارتفاع و ماده خشک) چمن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش پساب در آب آبیاری باعث بهبود استقرار و سرعت بخشیدن به رشد می‌شود و پوشش چمنی را نسبت به تیمار شاهد که نیتروژن دریافت نکرده است افزایش می‌دهد (۱۰). مترام (۱۲) بیان نمود که چمن‌های فستوکا و اگروتیس در ابتدای کاربرد فاضلاب

خانگی به طور قابل ملاحظه‌ای تیره‌تر از آنهایی بودند که با آب معمولی آبیاری شدند، به هر حال در انتهای بررسی چمن‌ها علائم سوختگی جوانه را به علت شورتر بودن فاضلاب نسبت به آب معمولی نشان دادند. در این تحقیق، ارتفاع و عملکرد (بیومس) چمن‌های آبیاری شده با فاضلاب افزایش معنی‌دار داشت. همچنین کوبین و همکاران (۱۴) نشان دادند که کاهش ناچیز کیفیت چمن با آبیاری با پساب منطبق بر افزایش شوری خاک بوده است. به علاوه توماس و همکاران (۱۵) گزارش کردند که پساب به طور قابل ملاحظه‌ای سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شود لیکن این افزایش، اثر معکوسی بر کیفیت چمن‌های Tifway (برموداگراس) و Jamur (چمن ژاپنی) ندارد. کاربرد پساب برای دیگر گیاهان فضای سبز نیز مورد بررسی قرار گرفته است. کوئین و همکاران (۱۳) مشاهده کردند که آبیاری درخت *Pinus ponderosa* با پساب، ده برابر آب سطحی علائم سوختگی برگ را افزایش داد. تجزیه برگ‌ها انباشته شدن سدیم، کلر و بُر را در برگ‌های درختان آبیاری شده با پساب نشان داد.

ترکیب شیمیایی و بیولوژیک پساب فاضلاب برای آبیاری چمن و فضای سبز بسیار مهم است. در اغلب موارد پسابی که فرایند تصفیه پیشرفته یا ثانویه را پشت سر گذاشته، برای آبیاری چمن مناسب است (۹). مشکل سمیت زمانی پیش می‌آید که عناصر به میزان زیادی در چمن و دیگر گیاهان انباشته شوند. شدت خسارت وارد شده توسط عناصر سمی بستگی به عواملی مثل مرحله رشد گیاه، غلظت عناصر سمی و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. چمن‌ها اگر مرتباً چیده شوند، نسبت به سایر گیاهان تحمل بیشتری نسبت به انباشتگی عناصر در بافت‌های گیاهی دارند (۹،۴). ستاری و همکاران (۱) در تحقیق اثر ترکیبات خاک (درصدهای مختلف خاک زراعی، کود دامی و شن) و رژیم‌های آبیاری بر رشد چمن اسپورت در اصفهان به این نتیجه رسیدند نوع خاک به غیر از رنگ، سایر صفات مورد

برای انجام آزمایش، خاک مزرعه لورک (مزرعه آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان) که دارای درصد بالایی از رس است و ترکیب آن با مقداری شن برای تهیه بافت‌های لوم و لوم‌شنی، استفاده شد. هر سه خاک قبل از شروع آزمایش با ۱۰٪ کود دامی مخلوط شدند. پس از کشت چمن برای افزایش رشد و یکنواختی تراکم چمن به هر گلدان حدود ۰/۵ گرم کود اوره داده شد و سپس تا انتهای آزمایش هیچ گونه کود دیگری به گلدان‌ها افزوده نشد. جدول ۲ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک لوم رسی را در شروع آزمایش نشان می‌دهد.

این تحقیق به صورت یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که در آن فاکتور اول میزان پساب (شامل پنج سطح: ۱۰۰٪ آب، ۲۵٪ پساب و ۷۵٪ آب، ۵۰٪ پساب و ۵۰٪ آب، ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب و ۱۰۰٪ پساب)، فاکتور دوم بافت خاک (لوم شنی، لوم و لوم رسی) و فاکتور سوم ارقام چمن (وارته‌های DALZM1، DALZM2 و DALZM3 از *Zoysia japonica* و MAYKO و DALZJ1 از *Zoysia matrella*) بود. ارقام فوق به اختصار با M1، M2، M3، J1 و Mko نام‌گذاری شدند. اعمال تیمارهای آبی پس از استقرار کامل و یکنواخت چمن در گلدان‌ها شروع شد. لازم به ذکر است که قبل از اعمال تیمارهای آبی، خاک آبخوبی شد و شوری آن کاهش یافت.

رطوبت خاک با استفاده از روش وزنی تعیین گردید. آبیاری بر اساس ۵۰٪ تخلیه مجاز رطوبتی صورت گرفت. رنگ چمن‌ها با نظر کارشناس ارزیابی و بر اساس متوسط فصلی مقایسه شد. رنگ چمن با اعداد ۱ تا ۹ درجه‌بندی می‌شود که در این درجه‌بندی عدد ۹ بیانگر رنگ عالی، ۸ بسیار خوب، ۷ خوب، ۶ متوسط، ۵ یا کمتر نامناسب و ۱ رنگ کاملاً زرد است (۱۱، ۱۰).

اندازه‌گیری رنگ از مهر تا تیر به صورت ماهانه انجام گرفت.

مطالعه مانند ارتفاع، عرض برگ، طول برگ و میزان وزن تر و خشک چمن را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. چمن‌های ژاپنی (زوشیاگراس‌ها) گرمسیری بوده و بافت برگ‌ها بسیار ظریف تا بسیار پهن و رنگ سبز نسبتاً روشن دارند که تراکم پاخوری آنها بسیار خوب است. در تابستان به نگهداری ویژه و کوددهی نیاز دارند، اما میزان کود مورد نیاز آنها کمتر از سایر چمن‌هاست. کود زیاد و خارج از فصل باعث کاهش تعداد ریشه‌ها، افزایش بیماری‌ها و رشد ساقه‌ها می‌گردد (۶). این چمن‌ها تغییرات بالای درجه حرارت را به خوبی تحمل کرده ولی در زمستان به خواب می‌روند (۴).

چمن *Zoysia japonica* دارای برگ نسبتاً پهن می‌باشد و به وسیله ریزوم، استولن و بذر تکثیر می‌شود. در مقابل دمای کم مقاوم است و در خاک‌های فقیر رشد می‌کند، ولی برای کیفیت خوب احتیاج به کوددهی دارد. چمن *Zoysia matrella* بافت برگ‌ها باریک‌تر داشته و تراکم خوبی را ایجاد می‌کند. علاوه بر آن، این چمن احتیاج به نگهداری کمی دارد و بسیار مقاوم نسبت به پاخوری است (۸).

با توجه به سطح وسیع چمن‌کاری در شهر اصفهان، امکان استفاده از پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه شاهین‌شهر برای آبیاری فضای سبز در سراسر سال، تأمین نیاز چمن به نیتروژن به جای کودهای متداول و از طرفی جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر آبیاری با درصد‌های مختلف پساب بر ویژگی‌های ارقام چمن ژاپنی (*Zoysia spp.*) در بافت‌های مختلف خاک بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه چاه اناری واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. منبع آب آبیاری، ترکیب‌های مختلف آب آب شرب شهر اصفهان و پساب تصفیه شده (ثانویه) از تصفیه‌خانه فاضلاب شاهین‌شهر بود. جدول ۱ متوسط کیفیت این دو منبع آب آبیاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی آب و پساب استفاده شده در آبیاری

پساب	آب آشامیدنی	واحد	پارامترهای اندازه‌گیری شده
۷/۴۰	۷/۴۱	-	pH
۱/۶۰	۰/۵۹	دسی‌زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی
۵۴/۱۲۵	-	میلی‌گرم بر لیتر	نیتروژن کل
۱/۲۲۵	۰/۹۰۰	میلی‌اکی والان بر لیتر	نیتروژن آمونیاکی
۰/۲۴	۰/۰۸	میلی‌اکی والان بر لیتر	پتاسیم
۰/۱۵	۰/۱۰	میلی‌اکی والان بر لیتر	فسفر

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لوم رسی در شروع آزمایش

Pb	Fe	CO ₃ H	pH	Mg	Ca	Na	K	P	EC	OM	N
(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(dS/m)	(%)	(%)
۲/۹	۳/۹	۹۷۶	۶/۵	۹۶	۴۰۰	۴۱/۱۳	۶۹/۴	۶۵/۵	۶/۷۸	۱/۱۵	۰/۰۸

درصد رس، سیلت و شن

درصد رطوبت وزنی

رس	سیلت	شن	۱۵	۱۰	۵	۱	۰/۳*
۲۵/۵	۴۰/۵	۳۴	۱/۲	۱۳/۵	۱۴/۵	۱۹/۹	۲۱**

*مکش بر حسب کیلوپاسکال **رطوبت وزنی

در این دو خاک وجود نداشت. در بین سه نوع خاک مورد آزمایش، رنگ چمن در خاک لوم بیشترین (۴/۹) و در خاک لوم شنی کمترین (۴/۸) بود (جدول ۳). لیکن به دلیل اثر متقابل معنی‌دار بین درصد اختلاط پساب و بافت خاک، خاک لوم رسی با تیمار آبی ۱۰۰٪ پساب بیشترین مقدار عددی رنگ را داشت (جدول ۳) که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪ آب) ۹/۱٪ افزایش نشان داد.

ارقام *Z. matrella* (M1, M2, M3) کیفیت رنگ بهتری در مقایسه با ارقام *Z. japonica* (Mko و J1) داشتند (جدول ۴). همچنین جدول ۴ نشان می‌دهد هر یک از واریته‌ها با تیمار آبی خاصی بهترین کیفیت را داشتند، به طوری که رقم J1 و M3 با آبیاری با ۱۰۰٪ پساب، M1، M2 و Mko در تیمار ۷۵٪ پساب رنگ بهتری را نشان داده‌اند، که به دلیل اثر متقابل معنی‌دار بین رقم و درصد اختلاط پساب با آب آبیاری می‌باشد.

در کل، ارقام M1, M2, M3, J1 و Mko به ترتیب ۱۳/۸٪، ۹/۲٪، ۳/۴٪، ۱۴/۳٪ و ۱۰/۳٪ نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪ آب) افزایش رنگ داشتند. رنگ بالای رقم M3 نسبت به سایر ارقام (جدول ۴) به خاطر خصوصیات این چمن بوده و ارتباطی با افزایش درصد پساب در آب آبیاری پیدا نمی‌کند و پساب تأثیر بیشتری در افزایش رنگ رقم J1 نسبت به سایر ارقام داشته است.

همچنین اثر متقابل معنی‌دار بین ارقام چمن و بافت خاک از نظر رنگ چمن مشاهده شد. نتایج جدول ۵ نشان داد که رنگ چمن‌های J1 و M2 تحت تأثیر سنگینی و سبکی خاک کشت شده در آن قرار نمی‌گیرد. بیشترین مقدار رنگ (۵/۶۵) را رقم M3 در خاک لوم شنی داشت، در حالی که به طور متوسط، ارقام رنگ بهتری در خاک لوم نسبت به دو خاک دیگر داشتند.

ارتفاع

ارتفاع چمن با افزایش درصد پساب در آب آبیاری افزایش یافت (جدول ۶). اما تغییر ارتفاع چمن بین

ارتفاع چمن از طوقه تا نوک برگ در سه قسمت هر گلدان (به صورت مثلثی) اندازه‌گیری شد. این عمل قبل از هر سرزنی چمن صورت گرفت. رشد چمن نیز به صورت وزن خشک قسمت هوایی در نظر گرفته شد و پس از هر بار چیدن چمن، نمونه‌های گیاهی در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس توزین شدند. مجموع چین‌های برداشت شده چمن در سرزنی‌ها در محاسبات استفاده شد. نتایج به کمک نرم‌افزارهای SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و آزمون مقایسه میانگین‌ها با روش LSD در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

رنگ

درصد پساب در آب آبیاری تأثیر بسیار معنی‌داری بر رنگ چمن داشت به طوری که با افزایش درصد پساب تا ۷۵٪ رنگ چمن افزایش یافت (جدول ۳). چمن‌های آبیاری شده با ترکیب ۲۵٪ آب و ۷۵٪ پساب بیشترین رنگ (میانگین ۵) را داشتند. پس از آن، افزایش درصد پساب کاربردی باعث بروز اختلاف معنی‌داری در رنگ چمن نشد به طوری که میانگین کیفیت رنگ چمن‌های آبیاری شده با ۱۰۰٪ پساب، ۴/۹۵ بوده است. افزایش رنگ چمن با افزایش میزان پساب در آب آبیاری به علت وجود نیتروژن در پساب بود. افزایش نیتروژن تا ۷۵٪ پساب مناسب بوده و پس از آن به علت شورتر بودن پساب نسبت به آب، رنگ چمن کاهش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش درصد پساب، میزان مواد مغذی و کودی آب آبیاری (نیتروژن) افزوده شده و باعث تیره‌تر شدن رنگ چمن شده است (جدول ۳). این نتیجه با نتایج مترام (۱۲) و کویین و همکاران (۱۴) هم‌خوانی دارد.

چمن‌های مورد مطالعه در خاک لوم و لوم رسی کیفیت رنگ بهتری داشته ولی اختلاف معنی‌داری بین رنگ چمن

تیمارهای ۰.۵٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ پساب معنی‌دار نبود. فسفر) موجب افزایش رشد طولی شده است لکن در چمن‌های آبیاری شده با ۷۵٪ پساب بیشترین ارتفاع (۹/۱ سانتی‌متر) و با ۱۰۰٪ آب کمترین ارتفاع (۷/۸ سانتی‌متر) را داشتند. وجود مواد مغذی مورد نیاز چمن (نیتروژن و چمن با آبیاری با پساب را نشان داد. کاهش داده است. نتایج مترام (۱۲) نیز افزایش ارتفاع تیمار ۱۰۰٪ پساب، اثرات شوری اندکی افزایش رشد را

جدول ۳- اثر درصد اختلاط پساب و بافت خاک و اثر متقابل آنها بر رنگ چمن

میانگین	درصد اختلاط					بافت خاک
	۵۰٪ آب و ۵۰٪ پساب		۷۵٪ آب و ۲۵٪ پساب		۱۰۰٪ آب	
	۱۰۰٪ پساب	۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب	پساب	پساب	۱۰۰٪ آب	
۴/۸۲ B**	۴/۶۳ fg	۵/۰۷ ab	۴/۸۵ de	۴/۹۲ cd	۴/۶۵ fg*	لوم شنی
۴/۹۰ A	۵/۰۶ ab	۴/۸۸ d	۵/۰۴ a-c	۴/۹۵ b-d	۴/۵۹ g	لوم
۴/۸۹ A	۵/۱۷ a	۵/۰۸ a	۴/۸۲ de	۴/۶۷ fg	۴/۷۴ ef	لوم رسی
	۴/۹۵ AB	۵/۰۰ A	۴/۹۰ BC	۴/۸۴ C	۴/۶۶ D	میانگین

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

** میانگین‌های ردیف یا ستون (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

جدول ۴- اثر متقابل درصد اختلاط پساب و رقم بر رنگ چمن

میانگین	درصد اختلاط					رقم چمن
	۱۰۰٪ پساب	۷۵٪ آب و ۲۵٪ پساب	۵۰٪ آب و ۵۰٪ پساب	۲۵٪ آب و ۷۵٪ پساب	۱۰۰٪ آب	
۴/۹۶ C**	۴/۹۹ f	۵/۱۹ de	۴/۹۴ f	۵/۰۹ ef	۴/۵۶ gh*	M1
۵/۱۴ B	۵/۰۲ f	۵/۴۵ bc	۵/۲۱ de	۵/۰۲ f	۴/۹۹ f	M2
۵/۵۳ A	۵/۷۳ a	۵/۳۴ cd	۵/۴۷ bc	۵/۵۴ b	۵/۵۵ b	M3
۴/۳۲ E	۴/۵۷ g	۴/۴۷ g-i	۴/۳۴ i	۴/۱۷ j	۴/۰۰ j	J1
۴/۴۲ D	۴/۴۵ g-i	۴/۵۹ g	۴/۵۳ gh	۴/۴۰ hi	۴/۱۶ j	Mko

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.
 ** میانگین‌های ردیف (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

جدول ۵- اثر متقابل بافت خاک و رقم بر رنگ چمن

میانگین	رقم چمن					بافت خاک
	Mko	J1	M3	M2	M1	
۴/۸۲ B**	۴/۲۲ g	۴/۳۰ g	۵/۶۵a	۵/۰۸ c	۴/۸۴ e*	لوم شنی
۴/۹۰ A	۴/۵۰ f	۴/۳۳ g	۵/۴۶ b	۵/۱۷ c	۵/۰۶ cd	لوم
۴/۸۹ A	۴/۵۵ f	۴/۳۴ g	۵/۴۷ b	۵/۱۵ c	۴/۹۵ de	لوم رسی

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.
 ** میانگین‌های ردیف (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

(جدول ۴) این عامل باعث بیشتر شدن میزان عملکرد در تیمار ۱۰۰٪ پساب (۱۲۴/۴ گرم بر گلدان) شده است، اگرچه تفاوت بین تیمارهای آبی ۷۵٪ و ۱۰۰٪ پساب از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. ارقام M3 و J1 با آبیاری با ۷۵٪ پساب بیشترین وزن خشک را داشتند (به ترتیب ۶۸/۸ و ۲۴۸/۳ گرم در هر گلدان) که ۱۶۷/۷٪ و ۱۳۱/۶٪ نسبت به تیمار ۱۰۰٪ آب افزایش داشتند. این در حالی است که ارقام M1، M2 و MKO با آبیاری با ۱۰۰٪ پساب ماده خشک بیشتری داشتند و به ترتیب ۹۸/۶٪، ۱۳۷٪ و ۶۳/۳٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند.

ماده خشک چمن در بافت لوم حداکثر و معادل ۱۱۳/۴ گرم بر گلدان بود (جدول ۸). ارقام *Z. japonica* (J1) و *Mko* ماده خشک بیشتری نسبت به ارقام *Z. matrella* (M1، M2، M3) داشتند (جدول ۸) که دلیل آن می‌تواند ارتفاع بیشتر آنها باشد (جدول ۶). تحلیل آماری نشان داد که تأثیر متقابل درصد پساب و رقم بر ماده خشک چمن معنی‌دار نیست. همچنین مقایسه وزن خشک قسمت هوایی ارقام در سه نوع بافت خاک مورد مطالعه نشان می‌دهد که ماده خشک ارقام *Z. matrella* (M1، M2، M3) چندان تحت تأثیر بافت خاک کشت شده در آن قرار نگرفته است در حالی که ماده خشک ارقام *Z. japonica* (J1 و *Mko*) در خاک لوم بیشتر بوده است (جدول ۸).

در مجموع، استفاده از پساب ثانویه خانگی برای آبیاری چمن از لحاظ صفات رنگ، ارتفاع و ماده خشک مورد بررسی در این تحقیق مفید بوده و رنگ و ارتفاع و ماده خشک چمن را افزایش داد. مواد مغذی موجود در پساب صفات چمن (رنگ، ارتفاع و وزن خشک) را تحت تأثیر قرار داد. بنابراین بهتر است میزان نیتروژن و مواد آلی موجود در پساب محاسبه شده و در برنامه کودی چمن $\frac{100}{100} \times 100$ با این روش، از کوددهی اضافی که علاوه بر هزینه کود، رشد چمن را تحت تأثیر قرار داده و نیاز به چمن‌زنی مکرر را افزایش می‌دهد، جلوگیری می‌شود. اثر

ارتفاع چمن تحت تأثیر بافت خاک کشت شده در آن قرار نگرفت و اختلاف ارتفاع چمن در بافت‌های مختلف خاک معنی‌دار نبود. در بین پنج رقم زوشیاگراس مورد مطالعه، ارقام *Z. japonica* (J1 و *Mko*) ارتفاع و میزان رشد بیشتری نسبت به ارقام *Z. matrella* (M1، M2 و M3) داشتند و این اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۶). اثرات متقابل درصد پساب و بافت خاک و همین‌طور اثر بافت خاک و رقم روی ارتفاع چمن معنی‌دار نبود.

واکنش رشد پنج رقم چمن مورد بررسی، تحت تیمارهای مختلف پساب متفاوت بود. چنانچه در جدول ۴ دیده می‌شود ارتفاع رقم M3 با افزایش درصد پساب در آب آبیاری افزایش یافت. ارتفاع این چمن با آبیاری با ۱۰۰٪ پساب به ۸/۷ سانتی‌متر رسید که نسبت به تیمار شاهد ۵۸/۲٪ افزایش داشت. بیشترین ارتفاع چمن رقم M2 (۷/۸ سانتی‌متر)، با آبیاری با ۷۵٪ و یا ۱۰۰٪ پساب به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۴٪ افزایش نشان داد.

بیشترین ارتفاع رقم M1 نیز در تیمار آبی ۱۰۰٪ پساب به دست آمد و نسبت به تیمار شاهد ۲۶/۲٪ افزایش نشان داد. همچنین رقم J1 با اعمال تیمار آبی ۷۵٪ پساب بیشترین ارتفاع (۱۳/۵ سانتی‌متر) و ۱۳/۴٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد داشت. بیشترین ارتفاع (۱۰/۲ سانتی‌متر) قرائت شده مربوط به رقم *Mko* با آبیاری با ۲۵٪ پساب به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۹/۳٪ افزایش نشان داد. ارتفاع این رقم چمن با افزایش درصد پساب در آب آبیاری افزایش چندانی نسبت به تیمار شاهد پیدا نکرده و در ۱۰۰٪ پساب کاهش ارتفاع نسبت به تیمار شاهد دیده می‌شود.

وزن ماده خشک چمن

وزن خشک قسمت هوایی چمن با افزایش درصد پساب در آب آبیاری افزایش یافت (جدول ۷). تیمار آبی ۱۰۰٪ پساب باعث بالا رفتن تراکم در چمن شده و به رغم بالاتر بودن ارتفاع در تیمار آبی ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب

همچنین رنگ ارقام مختلف در سه نوع بافت خاک مورد مطالعه متفاوت بود در حالی که ماده خشک ارقام *Zoysia matrella* تحت تأثیر خاک کشت شده در آن قرارنگرفت ولی ارقام *Zoysia japonica* در خاک لوم ماده خشک بیشتری داشتند و رقم و بافت خاک اثر متقابل معنی‌داری بر ارتفاع چمن نداشتند.

متقابل درصد اختلاط پساب و بافت خاک بر ارتفاع و عملکرد چمن معنی‌داری نبود ولی درجه رنگ چمن در خاک لوم رسی در تیمار ۱۰۰٪ پساب حداکثر بود. در میان ارقام مورد مطالعه رقم J1 در نتیجه آبیاری با پساب بیشترین افزایش رنگ نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪ آب) داشت و رقم M3 نسبت به سایر ارقام افزایش ارتفاع و عملکرد بیشتری نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪ آب) یافت.

جدول ۶- اثر متقابل درصد اختلاط پساب و رقم چمن بر ارتفاع (سانتی متر)

میانگین	درصد اختلاط					رقم چمن
	۱۰۰٪ پساب	۷۵٪ آب و ۲۵٪ پساب	۵۰٪ آب و ۵۰٪ پساب	۲۵٪ آب و ۷۵٪ پساب	۱۰۰٪ آب	
۶/۹ C**	۷/۷ f-h	۷/۴ g-j	۶/۸ g-j	۶/۹ d	۶/۱ jk*	M1
۷/۲ C	۷/۸ fg	۷/۸ fg	۷/۲ g-j	۷/۲ g-j	۶/۳ i-k	M2
۷/۰ C	۸/۷ ef	۷/۲ g-j	۷/۲ g-j	۶/۵ h-k	۵/۵ k	M3
۱۲/۵ A	۱۲/۲ bc	۱۳/۵ a	۱۳/۲ ab	۱۱/۷ c	۱۱/۹ c	J1
۹/۴ B	۸/۶ ef	۹/۴ de	۹/۵ de	۱۰/۲ d	۹/۳ de	Mko
	۸/۹ AB	۹/۱ A	۸/۸ AB	۸/۵ B	۷/۸ C**	میانگین

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

** میانگین‌های ردیف یا ستون (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

جدول ۷- اثر متقابل رقم و درصد اختلاط پساب بر وزن خشک قسمت هوایی چمن (گرم بر گلدان⁺)

رقم چمن	درصد اختلاط				
	۱۰۰٪ آب	۷۵٪ آب و ۲۵٪ پساب	۵۰٪ آب و ۵۰٪ پساب	۲۵٪ آب و ۷۵٪ پساب	۱۰۰٪ پساب
M1	۳۹/۱ op*	۸۹/۲ f-k	۶۲/۶ k-o	۸۰/۸ f-l	۷۳/۰ C**
M2	۴۹/۶ m-p	۹۷/۵ d-h	۶۶/۳ i-o	۶۳/۳ k-o	۷۵/۰ C
M3	۲۵/۷ n-p	۶۸/۸ h-n	۵۷/۱ l-o	۴۳/۹ n-p	۵۲/۱ D
J1	۱۰۷/۲ c-f	۲۴۸/۳ a	۱۷۷/۹ b	۱۲۹/۶ c	۱۸۰/۷ A
Mko	۷۶/۳ g-m	۹۴/۹ e-i	۱۱۹/۲ c-e	۹۳/۵ e-g	۱۰۱/۷ B
میانگین	۵۹/۶ D**	۱۱۹/۶ A	۹۶/۷ B	۸۲/۰ C	۱۲۴/۴ A

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

** میانگین‌های ردیف یا ستون (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

+ سطح مقطع گلدان شماره ۱۰، سیصد و هشتاد سانتی‌متر مربع می‌باشد.

جدول ۸- اثر متقابل بافت خاک و رقم چمن بر وزن خشک قسمت هوایی چمن (گرم بر گلدان⁺)

میانگین	رقم چمن					بافت خاک
	Mko	J1	M3	M2	M1	
۸۶/۷ B**	۹۴/۵ d	۱۵۱/۸ b	۵۱/۸ hi	۷۱/۵ e-h	۶۴/۳ g-i*	لوم شنی
۱۱۳/۴ A	۱۱۸/۶ c	۲۲۹/۸ a	۴۵/۶ i	۸۷/۷ d-f	۸۵/۵ d-g	لوم
۸۹/۵ B	۹۱/۹ de	۱۶۱/۰ b	۵۹/۳ hi	۶۶/۱ f-i	۶۹/۰ f-h	لوم رسی
میانگین	۱۰۱/۷ A	۱۸۰/۷ C	۵۲/۱ D	۷۵/۰ B	۷۳/۰ A**	

* میانگین‌های ردیف و ستون (اثرات متقابل) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

** میانگین‌های ردیف یا ستون (اثر اصلی) که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

+ سطح مقطع گلدان شماره ۱۰، سیصد و هشتاد سانتی‌متر مربع می‌باشد.

منابع

- ستاری م.، خ. رزمجو، پ. نجفی و ن. اعتمادی. ۱۳۸۶. اثر ترکیبات خاک و رژیم‌های آبیاری بر رشد و کیفیت چمن اسپورت در اصفهان. پژوهش در علوم کشاورزی، سال سوم، شماره اول، صفحات ۵۶-۴۵.
- صفری سنجانی ع. و ش. حاج‌رسولیا. ۱۳۸۰. پیامد آبیاری با پساب پالایشگاه فاضلاب شمال اصفهان بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های ناحیه برخوار. علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۱، صفحات ۸۷-۷۹.
- عابدی کوپایی ج.، م. افیونی، ف. موسوی، ب. مصطفی زاده، و م. باقری. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری بارانی و سطحی با فاضلاب تصفیه شده بر شوری خاک. آب و فاضلاب، شماره ۴۵، صفحات ۱۲-۲.

4. Berry W.L. 1974. The use of effluent water in your management program: Characteristics of effluent

water. California Turfgrass Culture, 24(4): 26-27.

5. **Carrow R.N. and R.R. Duncan. 2000.** Wastewater and seawater use for turfgrasses: Potential problems and solutions. Irrigation Association of Australia 2000 Conference Proceeding, Melbourne, Australia.
6. **Ervin E. 1998.** Summer care of warm-season Zoysiagrass and Bermuda grass lawns. Missouri Environment and Garden, Available at: <http://agebb.missouri.edu/turf/lawnnews/summerwarm.htm>.
7. **Gamito P., A. Arsenio, M.L. Faleiro, J.C. Brito, J. Beltrao, D. Anac and P. Martin-Prevel. 1999.** The influence of wastewater treatment on irrigation water quality. International Workshop on Improved Crop Quality by Nutrient Management, Izmir, Turkey.
8. **Hanson A.A. and F.V. Juska. 1969.** Turfgrass Science. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin. 715p.
9. **Harivandi A. 1982.** The use of effluent water for turfgrass irrigation. California Turfgrass Culture, 32 (3-4): 1-4.
10. **Hayes A.R., C.F. Mancino, W.Y. Forden, D.M. Kopec and I.L. Pepper. 1990.** Irrigation of turfgrass with secondary sewage effluent. II. Turf quality. Agronomy Journal, 82: 943-946.
11. **Morris K.N. 2002.** National Turfgrass Evaluation Program. 1997. National Bermudagrass Test. NTEP No. 02-7. USDA, Beltsville, MD.
12. **Mortram A. 2003.** The effects of irrigating turfgrass with wastewater. International Turfgrass Bulletin, 219: 30-32.
13. **Qian Y.L., J.M. Fu, J. Klett, and S.E. Newman. 2005.** Effects of long-term recycled wastewater irrigation on visual quality and ion concentrations of Ponderosa Pine. Journal of Environmental Horticulture, 23(4):185-189.
14. **Qian Y.L., S.J. Wilhelm and K.B. Marcum. 2001.** Comparative responses of two Kentucky bluegrass cultivars to salinity stress. Crop Science, 41:1895-1900.
15. **Thomas J.C., R.H. White, J.T. Vorheis, H.G. Harris and K. Diehl. 2006.** Environmental impact of irrigating turf with type I recycled water. Agronomy Journal, 98: 951-961.