تأثیر پساب تصفیه شده بر جذب برخی عناصر توسط چمن در بافت‌های مختلف خاک

فاطمه سروش* – فرهاد موسوی – خورشید رزمجو – بهروز مصطفی زاده فرد[1]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۳

چکیده

منابع آب شیرین برای آبیاری در ایران به صورت تدریجی رو به کاهش است. در نتیجه استفاده از پساب فاضلاب و دیگر آب‌های نامتعارف برای فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک رو به افزایش است. آبیاری با پساب خصوصیات خاک را تغییر می‌دهد. بنابراین یک مطالعه موردی برای ارزیابی اثر آبیاری با پساب روی میزان جذب عناصر مغذی و فلزات سنگین یک پوشش چمنی (رقم Dalzj1 از گونه زوشیاگراس) انجام شد. در این تحقیق اثر تیمارهای مختلف آبیاری با پساب ثانویه تصفیه‌خانه شاهین‌شهر، با درصدهای مختلف آب و پساب (۱۰۰درصد آب، ۵۰درصد آب و ۵۰درصد پساب، و ۱۰۰درصد پساب) در سه بافت خاک (لوم شنی، لوم و لوم رسی) بررسی شد. آزمایش در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از پساب برای آبیاری چمن باعث افزایش جذب گیاهی N و Cd می‌شود. بیشترین مقدار K، Ni، Co و Pb از خاک‌های آبیاری شده با ۵۰درصد پساب جذب چمن شد. غلظت P، Fe و Zn تحت تأثیر درصد پساب در آب آبیاری قرار نگرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای خاک از لحاظ جذب گیاهی N، P، K، Cd، Co، Ni، Fe و Zn اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. مقایسه میانگین‌ها، اختلاف معنی‌داری را در محتوای Pb چمن کشت شده در تیمارهای مختلف خاک نشان داد. اثرات متقابل بافت خاک و درصد پساب نشان داد که در کل، تغییر جذب با افزایش درصد پساب در آب آبیاری خطی نبود و بافت خاک تأثیری در جذب عناصر توسط این رقم زوشیاگراس نداشت.

واژه‌های کلیدی: پساب، جذب گیاهی، بافت خاک، زوشیاگراس

مقدمه

امروزه استفاده مجدد از پساب فاضلاب به عنوان یکی از منابع پایدار در کشاورزی حائز اهمیت می‌باشد (۱). استفاده از پساب برای آبیاری گیاهان زینتی مانند چمن قابل قبول است، به‌خصوص که به دلیل غیر خوراکی بودن این گیاه، میزان نگرانی عمومی برای استفاده از پساب تا حد قابل ملاحظه‌ای کمتر است. اما باید به تأثیر پساب بر گیاه، نگرانی از وجود پاتوژن‌ها و امکان آلوده کردن منابع آب سطحی و زیرزمینی توجه خاص کرد (۶). چمن گیاهی است که به مقدار زیاد فسفر، پتاسیم و نیتروژن نیاز دارد و این نیاز را می‌تواند از پساب تأمین نماید. همچنین عناصر کم مصرف مورد نیاز چمن به مقدار کافی در پساب موجود است. خصوصیات فیزیولوژیک چمن اثرات زیان‌آور بعضی از عناصر در پساب، مانند زیادی مقدار بر، را به خوبی تحمل می‌کند (۸ و ۹).

۱- به ترتیب دانشجوی دوره دکتری، استاد گروه آب، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، استاد گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. نویسنده مسئول Email: mousavi@cc.iut.ac.ir

ترکیب شیمیایی و بیولوژیک آب آلوده برای آبیاری چمن و فضای سبز بسیار مهم است. ترکیبات اصلی پساب تصفیه شده به ترکیب منبع آب شهری، تعداد و انواع تأسیسات تجاری و صنعتی وابسته است. در اغلب موارد، پسابی که فرآیند تصفیه پیشرفته (ثانویه) را پشت سر گذاشته باشد، برای آبیاری چمن مناسب است (۱۱). مشکل سمیت زمانی پیش می‌آید که عناصر به میزانی زیاد در چمن انباشته شوند. سمیت در نتیجه انباشتگی بر، کلراید، مس، نیکل، روی یا کادمیم اتفاق می‌افتد. چمن‌ها اگر مرتبا چیده شوند، نسبت به سایرگیاهان تحمل بیشتری نسبت به انباشتگی عناصر در بافت‌های گیاهی دارند. لیکن اگر از چمن به عنوان فیلتر زنده استفاده شود، بایستی همه چیدن‌ها حذف شود، چون این کار باعث می‌شود موادی که به وسیله چمن جذب می‌شود به خاک برگردانده نشود (۷ و ۱۱).

محققین اثر کاربرد فاضلاب تصفیه شده را بر سایر محصولات کشاورزی نیز بررسی کرده‌اند. راتان (۱۵) اثرات طولانی مدت آبیاری با فاضلاب دهلی را در مقایسه با آب چاه روی غلات، سبزی‌ها و گیاهان علوفه‌ای بررسی کرد. با وجود آن‌که محتوای تمام عناصر اندازه‌گیری شده به غیر از کادمیم و سرب در فاضلاب بیشتر از آب چاه بود، مقدار عناصر اندازه‌گیری شده در هر دو منبع آب آبیاری در حد مجاز برای آبیاری بود. تجزیه بافت‌های گیاهی نشان داد که غلظت عناصر فلزی در زیر حد بحرانی بود به طوری که مصرف سبزی‌های کشت شده با فاضلاب برای انسان بی‌خطر اعلام شد.

چمن ژاپنی یا زوشیاگراس (Zoysia grass) چمنی گرمسیری با بافت برگی بسیار ظریف تا بسیار پهن و رنگ سبز نسبتا روشن است که تراکم بسیار خوب و پاخور دارد (۱۰).

در این تحقیق به بررسی رقم *Dalzj1* که یک *Zoysia japonica* است، پرداخته شده است. *Z. japonica* در خاک‌های فقیر رشد می‌کند، ولی برای کیفیت خوب احتیاج به کوددهی دارد. این چمن برای زمین‌های ورزشی و همچنین منازل و پارک‌ها مناسب است (۱۰).

با توجه به مناسب بودن اقلیم منطقه اصفهان برای کشت چمن‌های گرمسیری، امکان استفاده از پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه شاهین‌شهر برای آبیاری فضای سبز در سراسر سال وجود دارد. چون چمن گیاهی است که به مقدار زیادی نیتروژن احتیاج دارد، لذا نیتروژن پساب می‌تواند جایگزین کودهای متداول شود. از طرفی، این‌کار از آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز جلوگیری می‌کند.

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر آبیاری با مقادیر متفاوت پساب بر جذب عناصر شیمیایی توسط چمن ژاپنی *(Dalzj1)* در سه بافت خاک و به صورت گلدانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

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

این تحقیق به صورت گلدانی و در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد که در آن پساب، فاکتور اول (شامل سه سطح: ۱۰۰درصد آب، ۵۰درصد پساب و ۵۰درصد آب، و ۱۰۰درصد پساب) و بافت خاک، فاکتور دوم (بافت‌های لوم شنی، لوم و لوم رسی) بود. چمن *Dalzj1* (که از ارقام *Zoysia japonica* است) در این گلدان‌ها کشت گردید.

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

پارامترهای اندازه‌گیری شده	واحد	آب آشامیدنی	پساب
pH	-	۷/۴۱	۷/۴۰
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۰/۵۹	۱/۶۰
نیتروژن کل	میلی‌گرم بر لیتر	-	۵۴/۱۲۵
نیتروژن آمونیاکی	میلی‌اکی والان بر لیتر	۰/۹۰۰	۱/۲۲۵
پتاسیم	میلی‌اکی والان بر لیتر	۰/۰۸	۰/۲۴
فسفر	"	۰/۱۰	۰/۱۵
سدیم	"	۱/۲۰	۷/۱۵
کلسیم	میلی‌اکی والان بر لیتر	۳/۷	۳/۵
منیزیم	"	۳/۵۰	۲/۲۲
آهن	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۷۰	۰/۰۵۳
روی	"	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳
نیکل	"	۰/۰۰۳	۰/۵۱۰
کادمیم	"	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
سرب	"	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
کبالت	"	۰/۰۰۴	۰/۰۱۰

برای انجام آزمایش، از خاک مزرعه لورک (مزرعه آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان) که دارای درصد بالایی از رس است استفاده شد. درصد رس، سیلت و شن خاک با روش هیدرومتری تعیین شد که در نتیجه، بافت خاک لوم رسی و وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد. در (جدول ۲) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاک آورده شده است. سپس با افزودن مقادیر محاسبه شده از شن به وزن مخصوص ۱/۷۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، دو خاک لوم و لوم شنی تهیه شد. در نهایت، خاک‌های مورد بررسی با ۱۰درصد کود دامی مخلوط شده و در تمام گلدان‌ها ریخته شد. از گلدان‌های پلاستیکی شماره ۱۰ با قطر دهانه ۲۲ سانتی‌متر استفاده شد و در هر گلدان حدود ۱۰ استولن (دستک) کاشته شد. پس از استقرار کامل و تشکیل تراکم مناسب، اعمال تیمارهای آبیاری شروع شد.

(جدول۲) - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لوم رسی در شروع آزمایش

N (٪)	OM (٪)	EC (dS/m)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	pH	CO_3H (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
۰/۰۸	۱/۱۵	۶/۷۸	۶۵/۵	۶۹/۴	۴۱/۱۳	۴۰۰	۹۶	۶/۵	۹۷۶	۳/۹	۲/۹	۲

درصد رطوبت وزنی

*۰/۳	۱	۵	۱۰	۱۵
**۲۱	۱۹/۹	۱۴/۵	۱۳/۵	۱/۲

*مکش بر حسب کیلوپاسکال

** رطوبت وزنی

درصد رس، سیلت و شن

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۳۴	۴۰/۵	۲۵/۵

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش وزنی استفاده شد. آبیاری بر اساس ۵۰درصد تخلیه مجاز رطوبتی صورت می‌گرفت. پس از ۱۰ ماه آبیاری و مراقبت از گلدان‌ها، چمن‌ها برای سومین بار برداشت گردید. قسمت هوایی چمن‌ها از طوقه جدا شده و در پاکت‌های کاغذی ریخته و سپس در آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. میزان جذب نیتروژن توسط چمن به روش کلدال (۱۴) ، فسفر به روش السن (۱۴) و پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر و با استفاده از منحنی استاندارد (۱۴) تعیین شد. برای اندازه‌گیری نیکل، کبالت، کادمیم، روی، آهن و سرب در گیاه به روش خاکسترگیری خشک عمل شد. سپس مواد خاکستر شده در اسید حل شده و عصاره‌گیری شدند و میزان فلزات سنگین داخل آن‌ها با دستگاه جذب اتمی خوانده شد (۱۲).

نتایج به کمک نرم‌افزار SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت و میانگین‌های به دست آمده با آزمون LSD در پایه آماری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نیتروژن

اثر درصد پساب در مقدار نیتروژن جذب شده درسطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و نیتروژن جذب شده توسط این چمن با افزایش درصد پساب در آب آبیاری افزایش یافت (جدول۴). این نتیجه با نتایج آلهندس و همکاران (۵) که گزارش کردند که در اثر آبیاری با فاضلاب خانگی در فلوریدا، مقدار جذب نیتروژن در چمن‌های گرمسیری برمودا‌گراس در طول مدت مطالعه به صورت خطی افزایش یافت، مطابقت دارد. گازران (۳) خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک چغندرقند و خاک را با کاربرد آب چاه و پساب فاضلاب تصفیه شده بررسی کرد. نتایج نشان داد که نیتروژن ماده خشک غده در تیمار پساب ۰/۴۱ و در تیمار آب چاه ۰/۲۲ درصد بود.

(جدول ۳) - نتایج تجزیه واریانس داده‌های نیتروژن، فسفر و پتاسیم چمن

پارامتر	درصد پساب	بافت خاک	درصد پساب× بافت خاک
N	۱/۲۲۳**	۰/۲۲۹ ns	۱/۴۹۰**
P	۴۷۰۵۰ ns	۵۶۴۵۸ ns	۸۶۹۸ ns
K	۱۰۳۴۷۴۹۵*	۲۹۵۶۲۷۳ ns	۲۱۲۰۲۵۸ ns
Cd	۱۵/۰۸*	۱/۵۸ ns	۱/۳۳ ns
Co	۱۱۹*	۹۱ ns	۱۸ ns
Ni	۲۴۹۰**	۱۲۱ ns	۴۸ ns
Fe	۱۸۵۶۶ ns	۱۵۵۲۵۶ ns	۲۸۵۵۹۸*
Zn	۱۰۴۹ ns	۱۴۸۳ ns	۲۰۴۳*
Pb	۴۲**	۲۰*	۷*

**معنی‌دار در سطح ۱٪، * معنی‌دار در سطح ۵٪ و ns غیر معنی‌دار

(جدول ۴) - اثر درصد پساب و بافت خاک و اثر متقابل آنها بر جذب نیتروژن (mg/kg)

	تیمار			
بافت خاک	۱۰۰٪ آب	۵۰٪آب و ۵۰٪ پساب	۱۰۰٪ پساب	میانگین
لوم شنی	۰/۹۶۹ cd*	۱/۴۱۷ b	۰/۲۶۶ e	۱/۱۹۸ A
لوم	۰/۶۳۰ de	۰/۸۳۶ d	۱/۵۰۵ b	۰/۸۸۴ B
لوم رسی	۰/۲۰۱ e	۱/۳۶۷ c	۲/۰۲۷ a	۰/۹۹۱ AB
میانگین	۰/۶۰۰ B	۱/۲۰۶ A	۱/۲۶۶ A	

*میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

بافت خاک، برداشت نیتروژن توسط گیاه را تحت تأثیر قرار نداد، درحالی که برهمکنش درصد پساب و بافت خاک درسطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش درصد پساب در آب آبیاری، جذب نیتروژن افزایش و دسترسی به این عنصر بیشتر شد ولی جذب نیتروژن از خاک لوم شنی تا سطح ۵۰درصد پساب افزایش و پس از آن کاهش یافت.

فسفر

تفاوت بین ترکیب‌های مختلف آب و پساب از لحاظ جذب فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۳). این نتیجه، خلاف نتایج آلهندس و همکاران (۵) است که نشان دادند جذب فسفر توسط برموداگراس با آبیاری با فاضلاب افزایش خطی داشت.

اثر بافت خاک تحت کشت و برهمکنش بافت خاک و درصد پساب نیز در جذب فسفر توسط این چمن معنی‌دار نبود (جدول۳).

پتاسیم

تفاوت بین ترکیب‌های مختلف آب و پساب درسطح ۵درصد معنی‌دار است ولی اختلاف بین بافت‌های مختلف خاک از لحاظ برداشت گیاهی معنی‌دار نیست (جدول ۳). معنی‌دار نبودن اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک نشان می‌دهد که تفاوتی در برداشت گیاهی پتاسیم از خاک‌های مختلف با توجه به میزان پساب در آب آبیاری دیده نمی‌شود.

در (جدول ۵) دیده می‌شود که بیشترین جذب گیاهی پتاسیم در تیمار ۵۰درصد پساب صورت گرفته است و جذب پتاسیم در تیمار ۱۰۰درصد پساب اگرچه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته ولی از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. این با نتایج آلهندس و همکاران (۵) که افزایش جذب پتاسیم در چمن‌های گرمسیری برموداگراس در اثر آبیاری با فاضلاب خانگی را به صورت خطی گزارش کردند، مطابقت ندارد.

(جدول ۵) - اثر درصد پساب و بافت خاک بر برخی عناصر موجود در چمن (mg/kg)

پارامتر	درصد پساب				بافت خاک	
	۱۰۰٪ آب	۵۰٪آب و ۵۰٪ پساب	۱۰۰٪ پساب	لوم شنی	لوم	لوم رسی
K	۹۷۵۵ b*	۱۱۸۸۴ a	۱۰۵۹۷ b	۱۰۸۰۶ a	۱۱۲۸۶ a	۱۰۱۴۵ a
Cd	۴/۶۷ b	۶/۵۰ a	۷/۱۶ a	۶/۱۷ a	۵/۶۷ a	۶/۵۰ a
Ni	۳۱/۵۰ b	۶۲/۶۷ a	۵۷/۱۷ a	۵۳/۷۵ a	۴۶/۵۰ a	۵۱/۰۸ a
Co	۱۶/۱۷ b	۲۳/۰۰ a	۲۱/۷۵ ab	۲۳/۰۸ a	۱۶/۸۳ b	۲۱/۰۰ ab

*میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

کادمیم

تفاوت جذب کادمیم بین تیمارهای مختلف آب و پساب درسطح ۵درصد معنی‌دار بود (جدول۳). تفاوت ایجاد شده به صورت جذب بیشتر کادمیم با افزایش درصد پساب در آب آبیاری بروز کرد. میزان این افزایش بین تیمارهای ۵۰درصد پساب و ۱۰۰درصد پساب معنی‌دار نبود (جدول ۵). عرفانی و همکاران (۲) با به‌کار بردن پساب برای آبیاری گوجه‌فرنگی نتیجه گرفتند که گیاهان آبیاری شده با پساب

خانگی (۰/۰۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به گیاهان آبیاری شده با آب چاه (۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کادمیم بیشتری جذب نموده‌اند. یغمائی (۴) با کاربرد فاضلاب‌های تصفیه شده خانگی در آبیاری ذرت دانه‌ای نشان داد که تیمار آبیاری با فاضلاب باعث افزایش عملکرد و غلظت فلزات سنگین در خاک و در دانه‌های ذرت تولید شده گردید. نتایج تحقیق گازران (۳) در مورد تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک چغندرقند و خاک با کاربرد آب چاه و پساب فاضلاب تصفیه شده نشان داد که در مورد عناصر سنگین در خاک‌ها پس از گذشت یک‌سال زراعی، در نتیجه اعمال تیمارهای مختلف، پیامد چشمگیری مشاهده نگردید.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف بین بافت‌های مختلف خاک از لحاظ برداشت گیاهی کادمیم معنی‌دار نیست. همین‌طور معنی‌دار نبودن برهمکنش درصد پساب و بافت خاک نشان می‌دهد که تفاوتی در برداشت گیاهی کادمیم از خاک‌های مختلف تحت تأثیر میزان پساب در آب آبیاری دیده نمی‌شود (جدول۳).

کبالت

اختلاف در جذب کبالت بین ترکیب‌های مختلف آب و پساب درسطح ۵درصد معنی‌دار است ولی اختلاف بین بافت‌های مختلف خاک از لحاظ برداشت گیاهی معنی‌دار نیست. معنی‌دار نبودن اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک نشان می‌دهد که تفاوتی در برداشت گیاهی کبالت از خاک‌های مختلف تحت تأثیر میزان پساب در آب آبیاری دیده نمی‌شود (جدول۳).

جذب گیاهی کبالت با افزودن پساب به آب آبیاری افزایش یافت که میزان این افزایش برای تیمار ۵۰درصد پساب بیشتر از تیمار ۱۰۰درصد پساب بود (جدول۵). شیخ و همکاران (۱۶) با اندازه‌گیری فلزات سنگین در گیاه و خاک‌های آبیاری شده با فاضلاب و آب معمولی نتیجه گرفتند که تفاوت معنی‌داری در جذب فلز کبالت با دو نوع آب آبیاری وجود نداشت.

نیکل

تفاوت جذب نیکل بین ترکیب‌های مختلف آب و پساب درسطح ۱درصد معنی‌دار بود ولی اختلاف بین بافت‌های مختلف خاک از لحاظ برداشت گیاهی معنی‌دار نیست (جدول ۳). معنی‌دار نبودن اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک نشان می‌دهد که تفاوتی در برداشت گیاهی نیکل از خاک‌های مختلف تحت تأثیر میزان پساب در آب آبیاری دیده نمی‌شود.

با افزودن پساب به آب آبیاری، برداشت گیاهی نیکل افزایش یافت. بیشترین افزایش جذب در تیمار ۵۰درصد پساب رخ داد. تفاوت بین تیمارهای ۵۰درصد و ۱۰۰درصد پساب معنی‌دار نبود (جدول۵). عرفانی و همکاران (۲) با کاربرد پساب تصفیه شده خانگی افزایش غلظت نیکل در ریشه گوجه فرنگی (۰/۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را نسبت به گوجه‌فرنگی آبیاری شده با آب چاه (۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده نمودند. در تحقیق راتان (۱۵) غلظت نیکل در اسفناج آبیاری شده با فاضلاب ۱۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که نسبت به غلظت این عنصر در اسفناج آبیاری شده با آب چاه (۱۳/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش نشان داد. بنابراین میزان جذب نیکل به غلظت این فلز در منبع آب آبیاری بستگی دارد.

آهن

ترکیب‌های مختلف آب و پساب و همچنین بافت‌های مختلف خاک مورد مطالعه سبب بروز تغییر معنی‌داری از

لحاظ برداشت گیاهی آهن نشدند (جداول ۳ و ۶). عرفانی و همکاران (۲) غلظت آهن در گیاه گوجه‌فرنگی آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده خانگی را ۱۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و درگیاه آبیاری شده با آب چاه ۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. راتان (۱۵) با اندازه‌گیری غلظت این عنصر در گندم، برنج، جو و اسفناج آبیاری شده با فاضلاب و آب چاه مشاهده کرد که غلظت آهن در برخی از این گیاهان با آبیاری با فاضلاب افزایش و بعضی دیگر کاهش یافته است.

برهمکنش میزان پساب آب آبیاری و بافت خاک، نشان داد که این چمن در خاک لوم و با آبیاری با ۵۰درصد پساب بیشترین آهن را جذب کرده است. این در حالی است که محتوای آهن چمن کشت شده در خاک لوم رسی و آبیاری شده با ۱۰۰درصد آب حداقل بود (جدول ۶). غلظت آهن در بافت گیاهی چمن کشت شده در خاک‌های لوم رسی و لوم شنی تحت تأثیر تیمار آبی اعمال شده قرار نگرفت ولی میزان جذب این فلز در خاک لوم در تیمار ۱۰۰درصد پساب به طور معنی‌داری کمتر از دو تیمار آبی دیگر بود.

(جدول ۶) - اثر درصد پساب و بافت خاک و اثر متقابل آنها بر جذب آهن (mg/kg)

بافت خاک	تیمار			
	۱۰۰٪ آب	۵۰٪آب و ۵۰٪ پساب	۱۰۰٪ پساب	میانگین
لوم شنی	۱۱۰۰ ab*	۷۷۲ b	۹۰۲ ab	۸۶۰ A
لوم	۱۲۴۵ a	۱۳۶۳ a	۷۳۰ b	۹۲۵ A
لوم رسی	۶۹۰ b	۷۶۰ b	۱۱۳۰ ab	۱۱۱۲ A
میانگین	۱۰۱۱ A	۹۶۵ A	۹۲۰ A	

* میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند

روی

ترکیب‌های مختلف آب و پساب و بافت‌های مختلف خاک مورد مطالعه سبب بروز تغییر معنی‌داری از لحاظ جذب روی نشدند (جداول ۳ و ۷). این نتیجه با نتایج شیخ و همکاران (۱۶) که عدم بروز اختلاف معنی‌دار روی با کاربرد پساب را گزارش کردند، مطابقت دارد.

اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک (جدول ۷) نشان داد که حداکثر جذب روی از خاک لوم شنی تحت تیمار۱۰۰درصد پساب و کمترین جذب از خاک لوم رسی تحت تیمار ۱۰۰درصد پساب صورت گرفت. این جدول نشان می‌دهد که محتوای فلز روی در بافت گیاهی چمن کشت شده در خاک لوم تحت تأثیر تیمار آبی اعمال شده قرار نگرفت. ولی میزان جذب این فلز در خاک‌های لوم شنی و لوم رسی به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰درصد پساب و ۱۰۰درصد آب به طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار آبی دیگر بود.

(جدول ۷) - اثر درصد پساب و بافت خاک و اثر متقابل آنها بر جذب روی (mg/kg)

بافت خاک	تیمار			
	۱۰۰٪ آب	۵۰٪آب و ۵۰٪ پساب	۱۰۰٪ پساب	میانگین
لوم شنی	۱۱۰/۰ bc*	۱۱۳/۵ bc	۱۴۹/۲ a	۱۲۴/۲۵ A
لوم	۱۲۱/۵ a-c	۱۰۳/۰ b-d	۱۲۹/۸ ab	۱۱۸/۰۸ AB
لوم رسی	۱۳۶/۰ ab	۸۹/۰ cd	۷۳/۸ d	۹۹/۵۸ B
میانگین	۱۲۲/۵ A	۱۰۱/۸۳ B	۱۱۷/۵۸ AB	

* میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

سرب

تفاوت بین ترکیب‌های مختلف آب و پساب از نظر جذب سرب توسط چمن درسطح۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). چمن مورد مطالعه در تیمار ۱۰۰درصد پساب کمترین و در تیمار ۵۰درصد پساب بیشترین سرب را جذب کرد (جدول ۸). تفاوت جذب سرب از خاک‌های مورد مطالعه در سطح ۵درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و برداشت گیاهی این عنصر از خاک لوم رسی به طور معنی‌داری کمتر از دو نوع خاک دیگر شد.

برهمکنش درصد پساب و بافت خاک، عدم تأثیر تیمارهای مختلف آبی در جذب سرب از خاک لوم رسی، بر عکس دو بافت خاک دیگر، را نشان داد.

(جدول ۸) - اثر درصد پساب و بافت خاک و اثر متقابل آنها بر جذب سرب (mg/kg)

	تیمار			
بافت خاک	۱۰۰٪ آب	۵۰٪آب و ۵۰٪ پساب	۱۰۰٪ پساب	میانگین
لوم شنی	۴/۲۵۲ c*	۸/۴۸۸ a	۱/۵۹۴ d	۵/۸۳۳ A
لوم	۴/۲۵۲ c	۴/۲۵۲ c	۰/۰۰۰ d	۴/۷۷۸ A
لوم رسی	۶/۳۶۶ b	۶/۳۶۶ b	۴/۷۶۳ bc	۲/۸۳۵ B
میانگین	۴/۹۵۷ B	۶/۳۶۹ A	۲/۱۲ C	

*میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

نتیجه

در مجموع، نتایج نشان داد که استفاده از پساب برای آبیاری چمن رقم Dalzj1 باعث افزایش جذب گیاهیN و Cd می‌شود. بیشترین مقدار K، Ni، Co و Pb از خاک‌های آبیاری شده با ۵۰درصد پساب جذب چمن شد. غلظت P، Fe و Zn تحت تأثیر درصد پساب در آب آبیاری قرار نگرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای خاک از لحاظ جذب گیاهی N، P، K، Cd، Co، Ni، Fe و Zn اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج راتان و همکاران (۱۵) نشان داده است که حلالیت فلزات در خاک به pH و کربن آلی خاک مربوط می‌شود. به این صورت که pH اثر منفی بر جذب فلزات از خاک دارد. درحالی که افزایش کربن آلی منجر به قابل جذب شدن فلزات، به جز منگنز، می‌شود. احتمالا تفاوت و تغییرات ناچیز pH، و کربن آلی خاک‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر سبب عدم بروز تغییرات معنی‌دار در جذب فلزات توسط خاک‌های مورد مطالعه شده است. تغییرات جذب عناصر با افزایش درصد پساب و تغییر بافت خاک روند غیر خطی داشت.

سپاسگزاری

بدین وسیله از سازمان پارک‌ها و فضای سبز وابسته به شهرداری اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان و مسئولین تصفیه‌خانه شاهین‌شهر که در تأمین بودجه و امکانات اجرای این تحقیق صمیمانه همکاری کردند قدردانی می‌شود.

منابع

۱- عابدی کوپایی، ج.، م. افیونی، ف. موسوی، ب. مصطفی زاده و م. باقری. ۱۳۸۴. تأثیر آبیاری بارانی وسطحی با فاضلاب تصفیه شده بر شوری خاک. آب و فاضلاب، شمارهٔ ۴۵، ص ۲-۱۲.

۲- عرفانی، ع.، غ. حق‌نیا و ا. علیزاده. ۱۳۸۰. تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده خانگی برعملکرد وکیفیت گوجه‌فرنگی. علوم وصنایع کشاورزی، جلد ۱۵، شماره ۱، ص ۶۵-۷۷.

۳- گازران، ع. ۱۳۷۶. پیامدهای استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب‌های خانگی در آبیاری چغندرقند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- یغمائی، ا. ۱۳۷۹. عملکرد ذرت دانه‌ای در آبیاری با فاضلاب خانگی و پیامدهای حاصل از آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

5- Alhands, M. N., S. A. Allick, A. R. Overman, W. G. Leseman and W. Vidak. 1995. Municipal water reuse at Tallahassee. Florida. Trans. ASAE 38(2): 411-418.

6- Asano, T. 1994. Irrigation with treated sewage effluents. PP. 199-227. In: K.K. Tanji and B. Yaron (Eds.), Management of Water Use in Agriculture, Chapter 9, Springer-Verlag, Berlin, Germany.

7- Berry, W. L. 1974. The use of effluent water in your management program- Characteristics of effluent water. California Turfgrass Culture 24(4): 26-27.

8- Carrow, R. N. and R. R. Duncan. 2000. Wastewater and seawater use for turfgrasses: Potential problems and solutions. Proc. 2000 Irrig. Assoc. of Australia, PP. 679-683, Melbourne, Australia.

9- Gamito, P., A. Arsenio, M. L. Faleiro, J. C. Brito, and J. Beltrao. 1999. The influence of wastewater treatment on irrigation water quality. In: D. Anaç and P. Martin-Prével (Eds.), International Workshop on: Improved Crop Quality by Nutrient Management, Bornova, Izmir, Turkey, PP. 267-270, Kluwer Academic Publishers.

10-Hanson, A. A. and F. V. Juska, 1969. Turfgrass Science. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

11-Harivandi, A. 1982. The use of effluent water for turfgrass irrigation. California Turfgrass Culture 32(3-4): 1-4.

12-Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.

13-Madyiwa, S., M. J. Chimbari, C. F. Schutte, and J. Nyamangara. 2003. Greenhouse studies on the phyto-extraction capacity of *Cynodon nlemfuensis* for lead and cadmium under irrigation with treated wastewater. Physics and Chemistry of the Earth 28: 859-867.

14-Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Soil Sci. Soc. Am. Inc., Second Edition.

15-Rattan, R. K., S. P. Datta, P. K. Chhonkar, K. Suribabu, and A. K. Singh. 2005. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater- a case study. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 310–322.

16-Sheikh, B., R. P. Cort, W. R. Kirkpatrick, R. S. Jaques, and T. Asano. 1990. Monterey wastewater reclamation study for agriculture. Research J. of the Water Pollution Control 62(3): 216-226.

Effect of treated wastewater on uptake of some elements by Turf grass in different soil textures

F.Soroush – F.Mousavi[*] – KH.Razmjoo – B.Mostafazadeh[1] - Fard

Abstract

There is a gradual decline in the availability of fresh water to be used for irrigation in Iran. As a consequence, the use of treated wastewater and other unconventional sources of water for landscape irrigation are on the rise in arid and semi arid areas. Irrigation with wastewater changes the soil properties. Hence, a case study was performed to assess the effects of treated wastewater irrigation on nutrient and heavy metal absorption of a turf cover (DALZJ1 variety). In this research, the advanced treated wastewater (TW) of Shahinshahr Wastewater Treatment Plant was used and the effects of different percentages of water and TW (100% water, 50% water and 50% TW, and 100% TW) on three soil textures (sandy loam, loam and clay loam) for a period of 10 months was studied. Statistical design was based on a completely randomized design with factorial arrangement, with three replications. The results indicated that using TW for irrigating turf grass increased plant uptake of N and Cd. The maximum amount of K, Ni, Co and Pb was absorbed by turf grass from soils irrigated with 50% TW. Also, the absorption of P, Fe and Zn was not affected by TW in the irrigation water. Analysis of variance showed that there was no significant difference between soil textures on plant uptake of N, P, K, Cd, Co, Ni, Fe and Zn. The comparison of means showed that there was significant difference in grass Pb content among soil textures. The interaction effects of soil texture and percent TW showed that variation of uptake with increasing TW percentage in irrigation water was not linear and soil texture had no effect on the uptake of elements by this Zoysia variety.

Key words: Wastewater, Plant uptake, soil texture, Turf grass, Zoysia grass

* - Corresponding auther Email: mousavi@cc.iut.ac.ir

1 - Contribution from College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran