دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره چهارم، شماره هشتم، بهار و تابستان ۹۵
http://pec.gonbad.ac.ir

ارزیابی اثر آبیاری با پساب شهری بر تجمع برخی عناصر شیمیایی در گیاه و خصوصیات اکولوژیکی گیاه اکالیپتوس *Eucalyptus camadulensis* Dehnh.

رضا قضاوی*[1]، مینا ارست[2]
[1]دانشیار، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه کاشان
[2]دانشجوی دکتری بیابانزدایی، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه کاشان
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۴

چکیده

استفاده از فاضلاب‌های شهری، باعث صرفه جویی در استفاده از منابع آب و کاهش آلودگی آن می‌شود و میزان آب و مواد غذایی در دسترس گیاهان را افزایش می‌دهد. درختان به‌عنوان عناصر زنده در اکوسیستم قادر هستند از طریق جذب و ذخیره در اندام هوایی، بخشی از مواد آلاینده را به مواد غیر مضر تبدیل نمایند. اکالیپتوس *Eucalyptus camadulensis* Dehnh. از جمله درختان سریع‌الرشدی است که توان بالایی در جذب آب و آلاینده‌های خاک دارد. پژوهش حاضر در اطراف تصفیه‌خانه فاضلاب شهری حصارسرخ، واقع در دشت قم به منظور ارزیابی تأثیرات پساب بر گیاه اکالیپتوس و احیای این اراضی انجام شد. مکان‌های مطالعاتی شامل درختان آبیاری شده با پساب و آب چاه بودند. در این مناطق فراوانی، تراکم گونه‌ای و درصد تاج پوشش گیاه مورد مطالعه و نیز شاخص غنا، تنوع گونه‌ای و یکنواختی گیاهان به روش تصادفی در ۱۰ پلات ۱۰×۱۰ متر، اندازه‌گیری و عناصر شیمیایی سدیم، پتاسیم، کلسیم و فسفر در نمونه‌های گیاهی بررسی شد. سپس، داده‌ها در قالب طرح فاکتوریل و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بدست آمده حاکی از افزایش درصد پوشش تاجی و کاهش غنای گونه‌ای این گیاه در منطقه آبیاری شده با پساب و فاقد تأثیر مشخصی بر یکنواختی و تنوع گونه‌ای می‌باشد. همچنین آبیاری با پساب موجب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، بر مقدار عناصر، در اندام هوایی گیاه شد. به‌نحوی‌که نسبت به تیمار شاهد، عناصر فسفر، پتاسیم و سدیم به‌ترتیب به میزان ۲۵/۰۸، ۳۸/۰۴ و ۴۰/۰۲ درصد افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: **تراکم گونه‌ای، تنوع گونه‌ای، فاضلاب شهری**

*نویسنده مسئول: ghazavi@kashanu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

مقدمه

یکی از راه‌های بسیار مهم در مبارزه با بیابانزایی، افزایش پوشش گیاهی است. لذا انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط این اکوسیستم‌ها در راستای احیاء از یک طرف و تأمین منابع آب ارزان قیمت، برای استقرار آن از طرف دیگر، امری ضروری است (ارست و همکاران، ۱۳۹۳). در بسیاری از نقاط کشور ایران، کمبود آب و تشدید آن بر اثر خشکسالی‌های اخیر، آن‌چنان به وضعیت حاد و بحرانی رسیده است که برنامه‌ریزان و مدیران منابع آب را مجبور ساخته تا در برنامه‌ریزی‌های توسعه منابع آبی، به کلیه منابع متعارف و غیرمتعارف آب عطف توجه نمایند (مظفری و همکاران، ۱۳۹۲). تا کنون حجم قابل توجهی از منابع آبی کشور به دلیل کیفیت پایین، مورد استفاده قرار نگرفته و یا در استفاده از آنها ضوابط و معیارهای زیست محیطی لحاظ نگردیده است (شجاعی، ۱۳۹۳). اما باور این است که بخشی از این منابع که مشکلات کیفی کمتری داشته یا مشکلات آنها با اتخاذ روش‌های کاربردی مناسب قابل اغماض می باشد، باید با در نظرگیری مسایل زیست محیطی در برنامه‌های توسعه و بهره‌وری منابع آب گنجانده شوند (ارست، ۱۳۹۳). استفاده از فاضلاب شهری و خانگی برای آبیاری و تولید محصولات کشاورزی، به عنوان منبع آبی سرشار از عناصر کودی موردنیاز گیاه، از دیرباز در بسیاری از دنیا رواج داشته است (Dunigan, 1980 ؛Davis, 1984). کشور ایران به دلیل شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک و کمبود منابع آبی قابل دسترس، می‌تواند با استفاده از پساب‌ها، با استرس کمبود آب مقابله کند. جهت استفاده از آب‌های نامتعارف ضمن توجه به شرایط آب و هوایی، گیاهی و اجتمایی- فرهنگی، نیازمند توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه و سایر عوامل مرتب با آن است (محمدزاده، ۱۳۹۰). توسعه شهرها و افزایش مصرف آب شیرین در سال‌های اخیر، کاهش منابع آبی در کشور از یکسو و وجود اقلیم خشک در ایران و خشکسالی‌های اخیر از سوی دیگر باعث شده تا نظر اکثر متخصصین به استفاده مجدد از فاضلاب‌ها و منابع آب‌های نامتعارف در کشاورزی جلب شود. در چنین شرایطی با توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن جوامع و حرکت آن‌ها به سمت کشاورزی پایدار، نیازمند استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده مورد نیاز است (ارست و همکاران، ۱۳۹۳؛ Abedi-Koupai *et al.*, 2003).

استفاده از پساب‌ها از دو جهت حائز اهمیت است: اول از جهت کنترل آلودگی‌های آن، عدم رهاسازی آن در رودخانه‌ها و حفظ محیط زیست و دوم از جهت مواد غذایی موجود در فاضلاب‌ها که برای گیاهان بسیار سودمند است (بهروز و لیاقت، ۱۳۸۱؛ شهریاری و همکاران، ۱۳۸۸؛ Abedi-koupai, 2002؛ Bahri, 1999). پساب‌های خانگی با هر کیفیتی، اگر در کشاورزی به‌عنوان آب آبیاری مصرف شود موجب کاهش مصرف کودهای ازته، فسفره و پتاسه می‌شوند (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۸). فاضلاب دارای عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است که به صورت بالقوه آلوده کننده آب‌های

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

جاری می‌باشند ولی این عناصر به‌عنوان کود محلول باعث افزایش حاصل‌خیزی خاک شده و دسترسی گیاه را به غلظت بالایی از عناصر مغذی را، تسهیل می‌کند (Guo, 2002؛ Stewart, 2007). از آنجا که مقدار عناصر غذایی در فاضلاب شهری در اغلب موارد بیش از نیاز گیاهان زراعی است، از این رو درختان در این شرایط می‌توانند زیتوده بیشتری نسبت به درختان آبیاری شده با آب چاه تولید کنند (امام قلی، ۱۳۹۰؛ طبری و همکاران، ۱۳۸۶؛ عابدی و نجفی، ۱۳۸۰). هوپمانس و همکاران (Hopmans *et al.*, 1990)، با بررسی هفت گونه درختی آبیاری شده با فاضلاب شهری، استوارت و همکاران (Stewart *et al.*, 1990)، با بررسی دوره ۴ ساله بر درختان *Eucalyptus grandis*، بادشا و همکاران (Baddesha *et al.*, 1977) با مطالعه روی درختان اکالیپتوس، بوسکورت و یاریلکا (Yarilga & Bozkurt, 1003) روی درختان سیب، سینگ و باتی (Singh & Bhati, 2003) با تحقیق روی میزان بیوماس تولیدی و زنده‌مانی نهال‌های اکالیپتوس، سینگ و باتی (Singh & Bhati, 2003) با مطالعه اندام‌های هوایی دو ساله *Dalbergia sissoo* نشان دادند که استفاده از فاضلاب شهری سبب افزایش رشد، تولید بیومس و درصد تاج پوشش گیاهی می‌شود که علت آن را غلظت بالای عناصر ماکرو و میکرو در فاضلاب شهری به‌خصوص غلظت بالای P، N ،K وجود موادآلی و دسترسی راحت‌تر گیاه به این عناصر ذکر کردند. کولمانس و همکاران (Ceulemans *et al.*, 1993) و میرز و همکاران (Myers *et al.*, 1996) بیان کردند که کاربرد فاضلاب با تاثیر بر پروسه فیزیولوژیک گیاه سبب تسهیل در برگ‌دهی و درنتیجه افزایش درصد تاج پوشش گیاه می‌شود. در پی آن با افزایش تعداد برگ‌های گیاه جذب انرژی خورشیدی بالا رفته و فرآیند متابولیسم و جذب بیشتر کربن دی اکسید سبب افزایش رشد گیاه می‌شود.

فایگین و همکاران (Feigin *et al.*, 1991) به استفاده از فاضلاب‌های شهری در امر آبیاری به‌عنوان منبعی سرشار از عناصر کودی مورد نیاز گیاه در کشورهای مختلف اشاره کرده‌اند. پدرنو و همکاران (Pedreno *et al.*, 1996)، سلیوانوفسکایا و همکاران (Selivanovskaya *et al.*, 2001)، کلر و همکاران (Keller *et al.*, 2002) نیز بیان کردند که به علت وجود عناصر مورد نیاز گیاه در فاضلاب یا لجن حاصله از آن رشد گیاه افزایش می‌یابد. رشسیگل (Rechcigl, 2002) ارزش غذایی *Bahiagrass* را در آبیاری با پساب مورد مطالعه قرار داد و گزارش کرد پساب باعث افزایش درصد پروتئین علوفه تولیدی گردید. اورن و همکاران (Oron *et al.*, 1992) با به کار بردن پساب فاضلاب در مزارع آزمایشی واقع در فلسطین اشغالی به این نتیجه رسیدند که با آبیاری قطره‌ای پساب، میزان فسفر نسبت به شاهد افزایش نشان داده است و فسفر هنگامی که از منبع آب نزدیک ریشه گیاه فراهم می‌شوند بهتر جذب خواهند شد. سروش و همکاران (Soroush *et al.*, 2008) تأثیر آبیاری با پساب ثانویه تصفیه خانه شاهین شهر را بر برخی ویژگی‌های چمن در سه بافت خاک بررسی کردند. آزمایش گلدانی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار در

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

مدت ده ماه اجرا شد. در تمام موارد استفاده، پساب باعث افزایش رنگ، ارتفاع، درصد پوشش، وزن خشک چمن‌ها و عملکرد آن‌ها گردید.

واسکوز- مانتیل (Vazquez-Montiel *et al.*, 2004) برای ارزیابی اثرات نیتروژن فاضلاب بر خاک و و گیاه، آزمایشاتی بر روی گیاهان ذرت و سویا انجام دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاربرد مقادیر بالای پساب در طول رشد، غلظت‌های بالاتری از نیتروژن را در دو محصول در مقایسه با گیاهان شاهد، موجب شد. بهروز و لیاقت (۱۳۸۱) افزایش کمی و کیفی محصول گیاهان سویا، یونجه و جعفری، در اثر آبیاری با پساب در مقایسه با آبیاری با آب چاه را نشان دادند و تجمع عناصر مفید در اندام‌های هوایی این گیاهان را در پی استفاده از پساب خانگی گزارش نمودند. عابدی و همکاران (۲۰۰۵) اعلام کردند نتایج تاثیر آبیاری با فاضلاب خانگی تصفیه شده بر روی محصولات زراعی، افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات را نشان می‌دهد. صفاری و همکاران (۱۳۸۷) در پی تحقیقی که در آن برای آبیاری لوبیا از پساب خانگی استفاده نمودند، چنین عنوان شد که آبیاری با تیمار پساب (با نسبت ۲۵ درصد آب چاه- ۷۵ درصد پساب) و تیمار صد در صد آب چاه، افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه لوبیا را در تیمار ترکیب پساب و آب چاه ایجاد نموده است. با توجه به کمبود منابع آب در کشور، استفاده از پساب‌های خانگی می‌تواند منجر به کاهش استفاده از منابع آب شیرین شده، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و آلودگی‌های ایجاد شده در محیط زیست و مخاطرات ایجاد شده جهت سلامت انسان‌ها و موجودات زنده را کاهش داد. لذا تاثیر استفاده از این آب‌ها بر خصوصیات اکولوژیکی گیاهان و محیط زیست نباید نادیده گرفته شود. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی اثر آبیاری با پساب شهری بر تجمع برخی عناصر شیمیایی آلاینده در گیاه اکالیپتوس *Eucalyptus camadulensis Dehnh* و تاثیر آن بر خصوصیات اکولوژیکی این گیاه است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در دشت قم (′۳۹ ،°۵۰ تا ′ ۰۴، °۵۱ طول شرقی و ′ ۳۷، °۳۴ تا ′۴۹، °۳۴ عرض شمالی) قرار دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه ۱۷۹/۹۳ کیلومترمربع می‌باشد. ارتفاع متوسط منطقه ۹۳۰ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط حداقل درجه حرارت سردترین‌ماه سال ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداکثر گرم‌ترین ماه سال ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط میزان بارندگی سالانه آن ۱۰۱/۵ میلی‌متر است. براساس روش دومارتن منطقه دارای اقلیم خشک و خاک آن لوم رسی می باشد (ارست، ۱۳۹۳). در این منطقه گیاه اکالیپتوس *Eucalyptus camadulensis* Dehnh. جهت کنترل بیابان از سال ۱۳۸۵ کشت شده و در حدود پنج سال اخیر به کمک پساب آب مورد نیاز آن‌ها تأمین شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

پساب تصفیه شده از تصفیه‌خانه فاضلاب حصار سرخ واقع در قم جهت آبیاری عرصه‌های اکالیپتوس کاری شده، مورد استفاده قرار گرفت. روش تصفیه به صورت لجن فعال می‌باشد. در این مطالعه دو عرصه با ویژگی‌های یکسان خاک (جدول ۱)، که یکی به‌وسیله پساب تصفیه شده و دیگری با آب معمولی آبیاری غرقابی (با دور آبیاری ۱۴ روزه) شده است، بررسی شد. در جدول (۲) نیز ویژگی‌های پساب تصفیه‌شده که به‌عنوان آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است در مقایسه با استانداردها نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دو منطقه مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	خاک آبیاری شده با پساب	خاک آبیاری شده با آب چاه
شن (درصد)	۳۱	۳۱
سیلت (درصد)	۳۹	۳۹
رس (درصد)	۳۰	۳۰
جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۳۴	۱/۳۰
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm)	۰/۵۵	۰/۵۶
pH عصاره گل اشباع	۷/۶۱	۷/۶۰
EC عصاره اشباع ($ds\ m^{-1}$)	۰/۷۵	۰/۷۸
ماده آلی	۳/۹۲	۳/۹۰

جدول ۲- پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب، پساب و مرز آلوده‌کننده برای آبیاری (ارست، ۱۳۹۳)

معیار کیفی آب	واحد	پساب تصفیه شده	آب	مقادیر مجاز توصیه شده در استاندارد ایران
pH	-	۷/۸۱	۷/۴۱	۶/۵-۸/۵
EC	ds/m	۱/۲	۰/۵۹	۰/۷-۳
فسفر	mg/l	۱۹	۳	-
سدیم	mg/l	۸/۱۶	۲/۳	۳۹/۱
کلسیم	mg/l	۲/۹۴	۳/۵۱	-
SAR	(mmol/l)/2	۱/۷۵	-	-
BOD	mg/l	۱۱۵	-	۱۰۰
COD	mg/l	۱۴۰	-	۲۰۰
کلیفرم (MPN)	-	۵۵۷۵۰	-	۱۰۰۰
TSS	mg/l	۶۳	-	۰
SS	mg/l	۳/۱	-	-
مواد آلی	درصد	۷/۳۴	۳/۶۲	-

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

در این مطالعه ابتدا برای تعیین سطح پلات‌ها از روش سطح حداقل استفاده شد. برای مطالعه پوشش گیاهی *Eucalyptus camadulensis Dehnh* که به فاصله ۸ در ۱۰ متر کاشته شده بودند، ۲۰ پلات با سطح ۱۰×۱۰ متر انتخاب و به صورت تصادفی در چهار تکرار در مناطق تحت آبیاری با پساب و شاهد (آب چاه) مستقر شد.

در هر کدام از پلات‌ها درصد پوشش، تعداد پایه‌ها، وفور گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه تعیین شد. تنوع گونه‌ای از مفاهیم مهم در مدیریت پوشش گیاهی است (Wilson and Tilman, 2002). تنوع گونه‌ای از دو مولفه تشکیل شده است که اولی مربوط به تعداد گونه‌هاست و به آن غنای گونه‌ای اطلاق می‌شود. دومین مولفه تنوع، یکنواختی می‌باشد که به توزیع افراد گونه‌ها مربوط است (Kent and Coker, 1994). شاخص غنای گونه‌ای تعداد کل گونه‌ها را در جامعه نشان می‌دهد. شاخص‌های تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی را به یک مقدار واحد تبدیل می‌کنند. یک مقدار مفروض از یک شاخص تنوع ممکن است از ترکیبات گوناگون غنای گونه‌ای و یکنواختی حاصل شده باشد (Ceulemans *et al.*, 1993). در این مطالعه برای تعیین یکنواختی گونه (E) از شاخص سیمپسون (رابطه ۱)، تنوع گونه‌ای (d) از شاخص شانون (رابطه ۲) و غنای گونه‌ای (H) از شاخص مارگالف (رابطه ۳) استفاده شد (Bahri، 1999؛ آذرنیوند و چاهوکی، ۱۳۸۹).

$$E = \frac{1 - D}{S} \qquad (۱)$$

(L-D): شاخص اصلاح شده سیمپسون و S: تعداد کل گونه‌ها

$$D = \frac{S - I}{S \ln N} \qquad (۲)$$

S: تعداد کل گونه‌ها و N: مجموع تراکم کل گونه‌ها

$$H = -\Sigma Pi(LnPi) \qquad (۳)$$

P_i: وفور گونه‌ای

برای محاسبه میزان تغییرات عناصر معدنی فسفر، پتاسیم، کلسیم و سدیم نیز به‌صورت تصادفی از شاخه‌های هر نهال پنج برگ کاملاً رشد کرده و تکامل یافته (نمونه‌ها از شاخه‌های غیر بارده و از پیرامون تاج درخت انتخاب شدند) چیده و نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد.

عناصر سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه نورسنج شعله‌ای یا فلیم فتومتر مدلJENWAY PEP7 استفاده شد. به این منظور ۵۰ میلی‌گرم از پودر حاصل از بخش هوایی (برگ‌های جمع‌آوری شده) در

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

ارلن‌های ۲۵ میلی‌لیتری ریخته به آن‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۶۹ درصد اضافه شد و درب آن‌ها با پارافین بسته شد. پس از طی ۴۸ ساعت ارلن مایرها را در زیر هود ضد اسید توسط هیتر ۵۰ درجه به آرامی جوشانده تا محلول حاصل شفاف شود. در ادامه به ارلن مایرهای خنک شده سه میلی‌لیتر اسید پرکلریک خالص اضافه کرده و مجدداً حرارت داده شد تا دیگر هیچ گونه تصاعد بخار خرمایی رنگ مربوط به اسید نیتریک نداشته باشد و محلول کاملا شفافی بدست آید. در آخر حجم نهایی لوله آزمایش به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از اتمام مراحل آزمایش یون‌های سدیم و پتاسیم را در نمونه‌های مورد آزمایش محاسبه کرده و در نهایت بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گیاهان گزارش گردید (Vazquez- Montiel *et al.*, 2004).

برای محاسبه میزان فسفر نمونه‌های گیاهی نیز پس از رساندن حجم لوله‌ها به ۱۰ میلی‌لیتر، از محلول حاصله مقدار فسفات طبق روش اروینگ و مکلوگلین (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه میزان کلسیم نیز از روش کمپلکسومتری استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پس از انجام آزمایش‌های لازم و تعیین پارامترهای مورد نظر (درصد تاج پوشش گیاهی، تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای گیاه و میزان پتاسیم، فسفر، سدیم و کلسیم موجود در اندام هوایی گیاه)، تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی توسط نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و برای رج‌بندی از روش خطی استفاده شد. در ابتدا آزمون نرمال‌سازی داده‌ها (کلموگروف-اسمیرنوف) انجام شد و مشخص شد که داده‌ها بطور کلی از توزیع نرمال تبعیت می‌کردند، سپس داده‌ها در قالب طرح فاکتوریل و با استفاده از آزمون دانکن با احتمال پنج درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

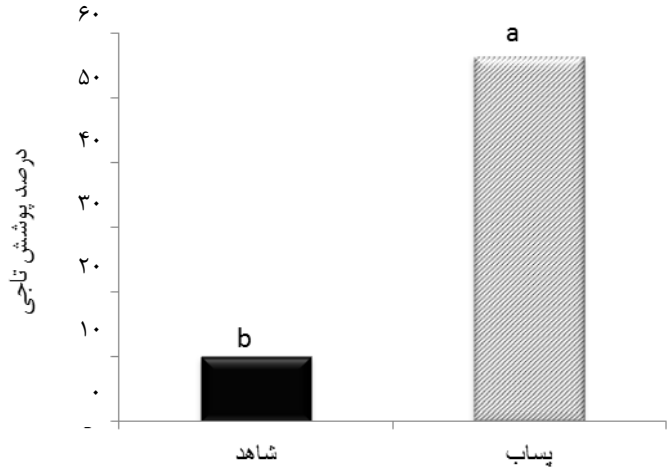
تأثیر آبیاری با پساب بر درصد پوشش تاجی: نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده افزایش درصد پوشش تاجی گیاه اکالیپتوس طی آبیاری با پساب نسبت به نمونه‌های شاهد و اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها می‌باشد (جدول ۳). رشد زیاد این گیاهان طی آبیاری با پساب را می‌توان به حضور موادآلی بیشتر در پساب (۳۴/ ۷ درصد در شاهد و ۳/۶۲ درصد در آب چاه (جدول ۲)، نسبت داد. میانگین درصد تاج پوشش مناطق آبیاری شده با فاضلاب و شاهد به‌ترتیب ۵۶/۲۸، ۹/۹۸ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۱). همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان درصد تاج پوشش در نمونه‌های گیاهی آبیاری شده با پساب حدود پنج برابر، بیشتر از نمونه‌های شاهد بوده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آب چاه و پساب شهری بر درصد تاج پوشش، تنوع و غنای گونه‌ای

	میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	درصد پوشش تاجی	تنوع گونه‌ای	غنای گونه‌ای
تکرار	۳	۴۳۶۱/۲۶۶**	۰/۰۰۹**	۰/۸۵۲**
خطا	۶	۱/۴۶۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۲**
F	-	۲۹۷۷/۸۵۳	۱۴۵/۸۰۲	۱۰۹۲۱/۱۰۲
کل	۱۹	۴۳۱۵/۰۶۱	۰/۰۰۹	۰/۸۶۵

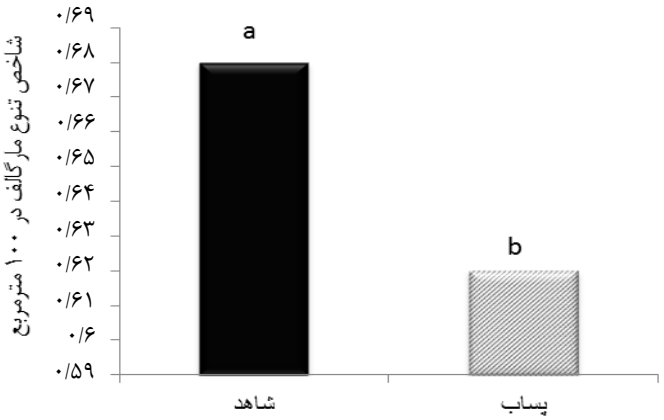
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵



شکل ۱- درصد تاج پوشش اکالیپتوس (*Eucalyptus camadulensis* Dehnh.) آبیاری شده با پساب شهری و آب چاه

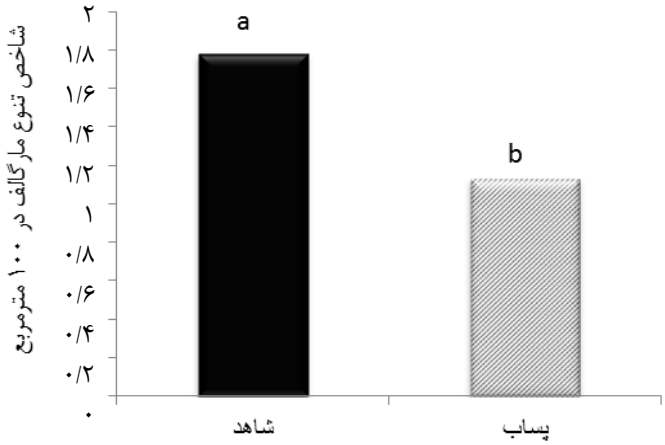
بررسی اثر آبیاری با پساب بر تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای: مقدار شاخص سیمپسون بین ۰ تا ۱ تغییر می‌کند. این شاخص منعکس کننده چیرگی است، زیرا در مقایسه با گونه‌های نادر نسبت به گونه‌های با وفور زیاد حساس‌تر است. شاخص تنوع گونه‌ای در منطقه شاهد معادل ۰/۶۸ مترمربع و در منطقه تحت آبیاری با فاضلاب ۰/۶۲ مترمربع محاسبه شد (شکل ۲) و دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]



شکل ۲- شاخص تنوع گونه‌ای در مناطق تحت تیمارها
(آبیاری شده با پساب شهری و آب چاه)

میانگین غنای گونه‌ای مناطق آبیاری شده با فاضلاب ۱/۱۳ مترمربع و منطقه شاهد ۱/۷۸ مترمربع می‌باشد و دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. اگرچه در منطقه شاهد میزان غنای بیشتری وجود داشته است، ولی براساس نتایج مشخص می‌شود که در منطقه آبیاری شده با فاضلاب شهری نیز گونه‌ها روند طبیعی رشد خود را ادامه داده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- غنای گونه‌ای گیاهان تحت تأثیر تیمارها
(آبیاری شده با پساب شهری و آب چاه)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

تأثیر آبیاری با پساب بر میزان پتاسیم، فسفر، سدیم و کلسیم موجود در اندام هوایی گیاه: نتایج حاصل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بین فاکتورهای آزمایش اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد در میزان پتاسیم و فسفر و سدیم در تیمار پساب وجود دارد. به نحوی که نمونه‌های گیاهی مناطق آبیاری شده با پساب با ۲/۰۰۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بافت پتاسیم و با افزایش ۳۸/۰۴ درصد نسبت به‌نمونه‌های شاهد بیشترین میزان میانگین پتاسیم را در گیاه اکالیپتوس به خود اختصاص داد. میزان فسفر نیز با مقدار ۲/۳۱۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک بافت و با افزایش ۲۵/۰۸ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشترین میزان میانگین فسفر را در گیاه اکالیپتوس به خود اختصاص داد که این موضوع با توجه به میزان بالای فسفر در تیمار پساب نسبت به نمونه‌های شاهد قابل توجیه است. همچنین تیمار آبیاری با پساب با مقدار ۰/۴۷۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک بافت و با افزایش ۴۰/۰۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشترین میزان میانگین سدیم را در گیاه اکالیپتوس به خود اختصاص داد. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها و تجزیه واریانس نمونه‌های شاهد و تیمار پساب مشخص شد که میزان کلسیم در اثر آبیاری با پساب افزایش بیشتری نسبت به شاهد (آب چاه) داشته است ولی تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری بر روی میزان، فسفر، پتاسیم، کلسیم و سدیم در نمونه‌های گیاهی.

		میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	پتاسیم	فسفر	کلسیم	سدیم
تکرار	۳	۰/۰۷۱**	۰/۰۰۳۰۸۴**	۱۶/۳۹۱**	۰/۰۶۶**
خطا	۲۵	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۱۴۱۸**	۲۹/۳**	۰/۰۰۰۰۳۴۸**
F	-	۲۴۰/۷۲۸	۲۲۲/۹۸۵	۷۹۶/۳۵۶	۱۲۸۳/۱۹۳
کل		۸۵/۵۳۳	۰/۲۶۵	۱/۰۸۲	۰/۳۲۲

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

آبیاری با پساب شهری با ایجاد شرایط رطوبتی مناسب به‌دلیل دائمی بودن آن در تمام فصول برعکس آب چاه، با توجه به رو به اتمام بودن و شور شدن منابع آب زیرزمینی می‌تواند نقش منبع جایگزین را به خوبی ایفا کند. همچنین این منبع با داشتن مواد آلی بیشتر از آب چاه منجر به افزایش درصد تاج پوشش گیاهان می‌شود. در مناطق خشک مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاه، کمبود رطوبت است. انجام آبیاری رطوبت موردنیاز گیاهان را فراهم نموده و منجر به استقرار نهال‌های کشت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

شده و افزایش رشد اندام هوایی و در نتیجه افزایش تاج پوشش شده است (امام قلی، ۱۳۹۰). طی بررسی‌های انجام شده توسط محققین متعدد، بر روی گونه‌های زراعی این نتیجه حاصل شد که قطر و ارتفاع تاج گونه‌های آبیاری شده با پساب بیش‌تر از گونه‌های آبیاری شده با آب چاه می‌باشد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (آقابراتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ صادقی، ۱۳۸۱).

نتایج به‌دست آمده از پژوهش بر روی تاغ و قره داغ با آبیاری با پساب، نشان داد که استفاده از پساب شهری برای آبیاری نهال‌های کشت شده با فراهم کردن رطوبت مورد نیاز گیاهان در برخی از مکان‌های مطالعاتی، باعث افزایش معنی‌دار درصد پوشش‌تاجی شد (امام قلی، ۱۳۹۰؛ شاه‌آبادی، ۱۳۹۰). ملکیان و همکاران (۱۳۸۷) طی بررسی تاثیر پساب بر خصوصیات ظاهری چمن برمودا‌گراس نشان دادند، در اثر آبیاری با پساب، میزان ارتفاع و عملکرد چمن به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از آبیاری با آب چاه شد.

با توجه به نتایج مطالعات صحرایی (درصد تاج پوشش، تعداد پایه‌های هر گونه و تعداد گونه‌ها) مشخص شد که کاشت درخت اکالیپتوس و آبیاری آن با فاضلاب اثر قابل توجهی بر تنوع گونه‌ای منطقه تحت مطالعه نداشته است. البته با در نظر گرفتن مقادیر بالای نمک محلول در خاک منطقه (ارست، ۱۳۹۳) و در نتیجه آن، رسانایی بالای الکتریکی در آن، حتی با فراهم نمودن رطوبت مورد نیاز برای رشد گیاهان، محدودیت‌های خاکی مانع از استقرار گونه‌های مختلف در منطقه می‌شود و تنها گونه‌های خاصی که با محدودیت‌های ادافیکی خاک قادر به بقا هستند، در منطقه مستقر می‌شوند (امام‌قلی، ۱۳۹۰). غنای گونه‌ای در مناطق خشک با رقابت بین گونه‌ای محدود می‌شود و مانع از گسترش و افزایش گونه‌هایی با سازگاری کم‌تر می‌شود و میزان کافی رطوبت و شرایط ادافیکی مناسب منجر به افزایش غنای گونه‌ای در منطقه می‌شود (شاه‌آبادی، ۱۳۹۰). نتایج به‌دست آمده از پژوهش بر روی تاغ و قره داغ با آبیاری با پساب نیز نشان داده است که استفاده از پساب شهری برای آبیاری نهال‌های کشت شده بر روی تنوع گیاهی این مناطق تاثیر معنی‌داری نداشت (شاه‌آبادی، ۱۳۹۰؛ امام قلی، ۱۳۹۰؛ ارست و همکاران، ۱۳۹۳).

در رابطه با عناصر معدنی در تیمار پساب در گیاه اکالیپتوس در مورد عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و سدیم مشاهده گردید مقادیر آنها همزمان با تغییر این عناصر در منبع تامین آب، در گیاه نیز تغییر می‌کند. به‌نظر می‌رسد میزان عناصر موجود در آبیاری و خاک به طور مستقیم بر میزان این عناصر در بافت گیاهی تاثیرگذار است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۲). پساب تأمین کننده مواد غذایی لازم برای رشد گیاه است و محیط را از نظر مواد آلی و عناصر غذایی غنی ساخته که این نیز مزید بر علت شده و رشد گیاهان را تسریع و تسهیل نموده است. طبری و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی بر روی درختان کاج به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌داری بین غلظت عناصر غذایی برگ درختان آبیاری شده با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

فاضلاب شهری و آب چاه وجود دارد. غلظت این عناصر در برگ درختان آبیاری شده با فاضلاب شهری بیشتر از آب چاه بود. واسکوز-مانتیل (Vazquez-Montiel *et al.*, 2004) برای ارزیابی اثرات عناصر غذایی فاضلاب بر خاک و گیاه، آزمایشاتی بر روی دو گیاه ذرت و سویا انجام دادند. نتایج نشان داد که کاربرد پساب در طول رشد، غلظت‌های بالاتری از عناصر غذایی را در هر دو محصول در مقایسه با گیاهان شاهد، موجب شد. مظفری و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تاثیر استفاده از فاضلاب خانگی، زه‌آب اولیه و آب چاه بر میزان عناصر معدنی بر سه گیاه کلزا، یونجه و اسفناج به نتیجه رسیدند که فاضلاب خانگی تصفیه شده باعث افزایش عناصر غذایی در گیاهان مورد آزمایش می‌شود. با توجه به این موضوع اکثر محققین که در این زمینه فعالیت کرده‌اند از جمله عابدی و همکاران،(۱۳۸۲) و حسن‌پور و همکاران (۱۳۸۹) بر این نکته تاکید دارند که استفاده از فاضلاب‌های خانگی با رعایت تمامی استانداردهای موجود می‌تواند بر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی اثر مثبت بگذارد، ضمن اینکه استفاده از فاضلاب‌های خانگی با تقویت و حاصل‌خیزی خاک می‌تواند موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی گردد. نتایج تحقیق آقابراتی و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر آبیاری با فاضلاب شهری بر میزان فسفر، کلسیم و پتاسیم بر درختان زیتون (*Olea europaea* L.) در فضای سبز شهری تهران نشان از افزایش معنی‌دار این عناصر در گیاه مورد مطالعه بود. اما عنصر سدیم در این گیاه افزایش معنی‌داری با آبیاری با فاضلاب نسبت به آب چاه نشان نداد. نتایج این مطالعه نیز تفاوت معنی‌داری بین میزان سدیم در دو تیمار نشان نداد. خصوصیات ذاتی گیاه به‌دلیل تاثیر نامطلوب عنصر سدیم ایجاب می‌کند که حداکثر غلظت سدیم در ریشه باقی بماند و جابه‌جایی آن به اندام هوایی بسیار ناچیز باشد. احتمالاً چون یون سدیم در ساختار گیاهی نقشی نداشته و تنها فشار اسمزی در گیاهان فعالیت می‌کند، می‌تواند عدم اختلاف در میزان این عنصر در اندام هوایی در دو تیمار (آب چاه و پساب) توجیه پذیر باشد.

بالا بودن غلظت عناصر غذایی در فاضلاب شهری نسبت به آب چاه، سبب افزایش غلظت این عناصر درخاک می شود. در واقع فاضلاب محتوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه چون ازت، فسفر، پتاس و عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، منگنز است که در حالت معمولی آلوده کننده بالقوه آب‌های جاری محسوب می‌شوند ولیکن این عناصر را می‌توان به‌عنوان کود محلول جهت کشت و زرع و درختکاری به کار برد.

دشت قم جزء مناطق خشک و بیابانی محسوب می‌شود و با مشکل کمبود آب شیرین مواجه است، شرایط زیستی گیاه اکالیپتوس نیز با مناطق خشک مانند قم سازگار است. همچنین این گیاه با وجود شاخ و برگ انبوه خود در مقابل گرد و غبار از آسیب به تاسیسات در این منطقه جلوگیری می‌کند. به همین دلیل در این مناطق اقدام به کشت این گیاهان شد. بنابراین، استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان آب آبیاری می‌تواند تأمین کننده آب کافی برای رشد، استقرار و بقای گیاه اکالیپتوس *Eucalyptus camadulensis* Dehnh. باشد و محدودیت عمده کاشت این گیاه را در منطقه مذکور، رفع

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

کند. به علاوه پساب به عنوان یک منبع غنی از مواد مغذی منجر به افزایش میزان قابل توجهی از درصد تاج پوشش درختان اکالیپتوس در این منطقه به نسبت گیاهان شاهد شد. استفاده از پساب در دشت قم، با وجود رفع کمبود آب و تأمین کود کافی برای رشد گیاهان، منجر به تأثیر منفی بر غنای گونه‌ای می‌شود. نتایج تاثیر آبیاری با پساب تصفیه شده بر این گیاه نشان داد که اگر بتوانیم قبل از ورود این‌گونه آب‌های آلوده به مزارع آن‌ها را تصفیه نماییم، نه‌تنها بر عملکرد کمی و کیفی محصولات اثرات مثبت خواهد داشت بلکه برای خاک‌های زراعی نیز به لحاظ غنی‌تر شدن آن‌ها از عناصر مفید مانند N، P و K و سایر مواد آلی و معدنی، مفید خواهد بود و باعث صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی و به تبع آن کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف آن‌ها خواهد گردید.

بنابراین، اگر مدیریت به نحوی باشد که این منابع آبی با سایر آلاینده‌ها از جمله فاضلاب‌های صنعتی مخلوط نگردد می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای را در صرفه جویی در منابع آبی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی داشته باشد؛ ضمن اینکه خاک می‌تواند به عنوان یک فیلتر بیوشیمیایی در کاهش آلاینده‌ها ایفای نقش نماید. هرچند پساب مورد بحث در این مطالعه، از میزان اسیدیته و رسانایی الکتریکی بالایی نسبت به آب چاه برخوردار بود ولی در حد استاندارد قرار دارد و در کشت این گیاهان محدودیتی ایجاد نخواهد کرد. مهم‌ترین هدف از کشت این درختان در این منطقه، ایجاد مانع گیاهی برای جلوگیری از فرسایش بادی و بروز گرد و غبار می‌باشد، بنابراین استفاده از پساب برای آبیاری این درختان و افزایش و بهبود رشد می‌تواند امری مفید و مناسب باشد. به علت وجود محدودیت‌های ادافیکی در منطقه، پیشنهاد می‌شود، استانداردهای آبیاری قبل از انجام کشت و زراعت رعایت شود.

منابع

آذرنیوند، ح. زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۸۹. بوم‌شناسی مرتع. انتشارات دانشگاه تهران.

آقابراتی، ا. حسینی، س.م. اسماعیلی، ع. مارالیان، ح. ۱۳۸۸. اثر آبیاری با فاضلاب شهری بر خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک، تجمع عناصر غذایی و کادمیوم در درختان زیتون ، علوم محبطی،سال ششم (۳):۱-۱۰.

ارست، مینا، ۱۳۹۳. بررسی اثر آبیاری با آب‌های نامتعارف بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: دشت قمرود)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران دانشکده منابع طبیعی.

ارست، م. شجاعی، س. زهتابیان غ ر. خسروی، ح. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر پساب بازیافتی تصفیه خانه قم در احیای اراضی بیابانی و توسعه برپوشش گیاهی منطقه (مطالعه موردی: دشت قم). اولین همایش ملی محیط زیست.

ارست، م. زهتابیان غ ر. خسروی، ح. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر آب خاکستری بر کیفیت خاک. دومین همایش ملی بحران آب.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

امام قلی، خباط. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر فاضلاب شهری در احیای اراضی بیابانی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و پوشش گیاهی (مطالعه موردی:دشت سگزی اصفهان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

بهره‌مند، م.ر. افیونی، م. حاج عباسی، م.ع. و رضایی‌نژاد، ی. ۱۳۸۱. اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶ (۴): ۱-۱۰.

بهروز، ر.و لیاقت، ع. ۱۳۸۱. مدیریت استفاده از فاضلاب در کشاورزی، یازدهمین کنفرانس کمیته آبیاری زهکش. ص ۱۰۲-۱۱۸.

شهریاری، ع ر. نوری، س. عابدی کوپایی، ج. و آصالح، ف. ۱۳۸۸. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد گیاه قره داغ تحت شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال اول (۴):۱۳-۲۱.

شاه‌آبادی، طیبه،۱۳۹۰. پیامدهای پساب شهری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پوشش گیاهی در مناطق خشک (مطالعه موردی شرق اصفهان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان دانشکده منابع طبیعی.

شجاعی، سعید، ۱۳۹۳، اثر استفاده از آبهای نامتعارف در احیا یا تخریب خاک مناطق خشک (مطالعه موردی: زابل). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران دانشکده منابع طبیعی.

صادقی، ح. ۱۳۸۱. کاشت، داشت، برداشت زیتون. نشر آموزش کشاورزی، صفحه ۴۱۴.

صفاری، م. و فتحی، ح. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر عملکرد و کیفیت دو گونه لوبیا و برخی ویژگی‌های خاک.

سومین همایش ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. صفحه ۱۷-۲۹.

طائی سمیرمی، ج. ۱۳۸۴. بررسی اثر آبیاری با فاضلاب شهری زابل بر عملکرد کمی و کیفی خاک و ویژگی‌های شیمیایی خاک پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل.

طبری، م. صالحی، آ. محمدی، ج. علی‌عرب، ع. ۱۳۸۶. استفاده مجدد از پساب فاضلاب شهری-پتانسیل پساب فاضلاب جهت استفاده در تولید جنگل‌کاری (کاج تهران). دهمین همایش ملی بهداشت محیط، صفحه ۷، تهران.

عابدی، م.ج. نجفی، پ. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی (ترجمه). انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

محمدزاده، ا.ر. ۱۳۹۰. استفاده از پساب شهری در تولید محصولات کشاورزی. دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب- کاربردها در کشاورزی و فضای سبز.

مظفری، ح. شیرانی‌راد، ا.ح. دانشیان، ج. ۱۳۹۲. ارزیابی مقدار برخی از عناصر معدنی و فلزات سنگین در کلزا، یونجه و اسفناج پس از آبیاری با درجات مختلف فاضلاب خانگی. نشریه علوم و غذایی و تغزیه، ۱۰ (۴).

ملکیان، ر. حیدرپور، م. مصطفی‌زاده فرد، ب. عابدی کوپایی، ج. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری سطحی و زیرسطحی با پساب تصفیه شده بر خصوصیات چمن برموداگراس. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ، سال پانزدهم، شماره ۴.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

Abedi-koupai J. 2002. Agricultural practices and nitrate contamination of groundwater in central Iran Proceeding of 3rd International Iran and Russia conference, Moscow, Russia. 242-243.

Abedi-Koupai J., Mostafazadeh-fard B., Afyuni M., Bagheri M.R. 2003. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. J. of Plant Soil and Environ. 52(82): 335-344.

Baddesha H.S., Chabbra R., Ghuman B.S. 1997. Change in soil chemical properties and plant nutrient content under Eucalyptus irrigated with sewage water. Indian Soc. Soil Sci.45: 358-362.

Bahri A. 1999. Agricultural reuse of wastewater and global water management. Water Sci. and Technol. 40(4-5): 339-346.

Bozkurt M.A. Yarilga T. 2003. The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy et al accumulation in apple trees growing in dry conditions. Turk. J. Agri. 27: 285-292.

Ceulemans R.J., Pontailler F.M. Guittet J. 1993. Leaf allometry in young poplar stands: reliability of leaf area index estimation, site and clone effects. Biomass Bioenergy, 4: 776-769.

Chaideftou E., Costas A. Thanos, Bergmeier E., Kallimanis A., Dimopoulos P. 2009. Seed bank composition and above-ground vegetation in response to grazing in sub-Mediterranean oak forests (NW Greece). Plant Ecol. 201: 255-265.

Davis R.D. 1984. Cadmium in sludge used as Fertilizer. Environmental protection. 117-126.

Dunigan E.P. 1980. Nutrient and coli form losses in runoff from fertilizer and Wastewater sludge treated soil, Journal of Environment. 53-138.

Feigin A., Ravina I., Shalheret J. 1991. Irrigation with treated sewage effluent. Berlin: Springer-Verlag.

Guo L.B., Sims R.E.H., Horne D.J. 2002. Biomass Production and Nutrient Cycling in Eucalyptus Short Rotation Energy Forests in New Zealand: I. Biomass and Nutrient Accumulation Bioresourece Technology. 273-283.

Hopmans P., Stewart H.T.L., Flinn D.W., Hillman T.J. 1990. Growth biomass production and nutrient accumulation by seven tree species irrigated with municipal effluent at Wodonga Australia. Forest Ecology and Management, 30: 203-211.

Kass A., Gavrieli I., Yechieli Y., Vengosh A., Starinsky A. 2004. The impact of freshwater and wastewater irrigation on the chemistry of shallow ground water: a case study from the Israeli Coastal Aquifer. Journal of Hydrology. 1-18.

Kent M., Coker, P. 1994. Vegetation description and analysis. A practical approach. Wiley, Chichester.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

Keller C., McGrath S.P., Dunham S.J. 2002. Trace metal leaching through a soil grassland system after sewage sludge application. J. Environ. Qual. 31: 1550-1560.

Madrigal J., Douglas A.K., Peter L.M., Julio, R.G. Francisco, A.S. 2011. Bottom-up control of consumers leads to top-down indirect facilitation of invasive annual herbs in semiarid Chile. Journal of Ecology, 282-288.

Myers B.J., Theiveyanath S.O., Brian N.O., Bond W.J. 1996. Growth and water use of Eucalyptus grandis and Pinus radiata plantation irrigated with effluent. Tree Physiuol, 16: 211-219.

Oron G., Campos C., Gillerman L., Salgot M. 1999. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. Agricaltural Water Management, 38: 223-234.

Pescod, M.B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. F.A.O. Irrigation and Drainage Paper 47.

Pedreno J.N., Gomez I., Moral R., Mataix J. 1996. Improving the agricultural value of a semi-arid soil by addition of sewage sludge and almond residue. Agriculture, Ecosystems and Environment, 58: 115-119.

Selivanovskaya S.Y., Latypova V.Z., Kiyamova S.N., Alimova F.K. 2001. Use of microbial parameters to access treatment methods of municipal sewage sludge applied to grey forest soils of Tatarstan. Agriculture, Ecosystem and Environment, 86: 145-153.

Simeoni L.A., Barabari R.K.A., Sabey B.R. 1984. Effect of small-scale composting of Wastewater sludge on heavy metal availability to plants. Journal of Environment. 68-264.

Singh G., Bahati M. 2005. Growth of Dalbergia sissoo in desert regions of western India using municipal effluent and plant chemistry. Bioresource Technology, 96: 1019-1028.

Singh G., Bahati M. 2003. Growth and mineral accumulation in *Eucalyptus camaldulensis* seedlings irrigated with mixed industrial effluents. Bioresource Technology, 88: 221-228.

Sing, S. and H. C. Sharma. 1982. Effect of profile moisture and nitrogen levels on yield and oil content by raya (*Brassica juncea* L. Czen). Haryana Agric. Univ. J. Res., 12: 486-494.

Sharma R., Agrawal M., Marshall F. 2007. Heavy Metal Contamination of Soil and Vegetables in Suburban Areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety, 258-266.

Soroush F., Mousavi F., Razmjoo KH., Mostafazadeh-Fard B. 2008. Effect of treated wastewater on uptake of some elements by Turf grass in different soil textures. Journal of Water and Soil. 22: 285-294.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

Stewart H.T.L., Hopmans P., Flinn D.W., Hillman T.J. 1990. Nutrient accumulation in Trees and soil following irrigation with municipal effluent in Australia. Environ. Pollution, 63: 155-177.

Tabari M., Salehi A. 2009. The use of municipal wastewater in afforestation: effects on soil properties and Eldar Pine trees. Polish Journal of Environment Study, 18: 1113-1121.

Tanji KK. 1997. Irrigation with marginal quality waters: issue, Journal of Irrigation. 165-169.

Tandom H.L.S. 1995. Methods of Analysis of soils, plants, Water and Fertiliser. New Dehli, India.

Vazquez-Montiel, O., Horan, N.J., Mara D.D. 2004. Effects of nitrogen application using treated wast waters on nitrogen uptake and crop yield based pot trias with maize and soybean. Wat. Res. 29: 194-199.

Wilson, S.D., Tilman, D. 2002. Quadratic variation in old-field spe- cies richness along gradients of disturbance and nitrogen. Ecology, 83: 492-504.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-25]