2021, Vol.8, No.1, Pages 79 to 88
Journal of Water and Sustainable Development

۱۴۰۰، سال هشتم، شماره ۱، صفحات۷۹ تا ۸۸
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Applied/Case Study

نوع مقاله: کاربردی/ مطالعه موردی

Investigation of the Effect of Irrigation with Urban Wastewater on Growth Indices of Green Space Species in Tehran (*Nerium Oleander* and *Festuca*)

S. Partani[1*], A. Mahmoudi Mozafar[2]

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
2- MSc, Urban Human Ecology Research Group of Kargosha, Tehran, Iran.

*(Corresponding Author Email: S_partani@ub.ac.ir)

Received: 06-09-2020
Accepted: 22-10-2020

بررسی اثر آبیاری با پساب شهری بر شاخص‌های رشد گونه‌های فضای سبز تهران (خرزهره و فستوکا)

صادق پرتانی[1*]، عطیه محمودی مظفر[2]

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بجنورد، ایران.
۲- کارشناس ارشد، گروه پژهشی بوم‌شناسی انسانی شهری کارگشا، تهران، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: S_partani@ub.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۱

Abstract

This research is based on a field study of the role and effluent performance on the growth and maintenance of urban green space in the form of a research by designing experiments and building blocks for two different species as a real pilot, The field of evaluation has provided the possibility of reusing the effluent of Ekbatan treatment plant In this study, with the aim of identifying sustainable water sources in order to maximize recycling and pathology of the potential of using wastewater in Tehran to implement the goals of human ecology of sustainable development, the effect of irrigation with treated effluent on vegetative characteristics (including height, number of branches, etc.) The plant species of fennel *Nerium Oleander* and *Festuca* have been studied. The growth and yield of selected plants were evaluated and compared under complete treatment of effluent and well water. For this purpose, this study was conducted in the open space in the form of a multi-observation completely randomized controlled trial (CRD) design with three replications. The results showed that the growth rate of different organs under the influence of treatment conditions is noticeable and observable growth. Nerium Oleander had the greatest effect on the height and diameter of the canopy cover from the effluent treatment, while the effect of the effluent treatment in Festuca, in addition to the height and canopy cover, was also on the leaf length. Therefore, it can be concluded that the use of treated wastewater to irrigation of urban green space is possible and leads to more favorable plants growth.

Keywords: Green Space, Reuse, Urban Wastewater, Plant Growth Indices, Native Species.

چکیده

این پژوهش با بررسی میدانی نقش و عملکرد پساب بر میزان رشد و نگهداری فضای سبز شهری در قالب یک پژوهش با طراحی آزمایش و ساخت بلوک برای دو گونه مختلف به‌عنوان یک پایلوت واقعی، زمینه ارزیابی امکان استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه شهرک اکباتان را فراهم کرده است. در این تحقیق با هدف شناسایی منابع آب پایدار در راستای بازچرخانی حداکثری و آسیب‌شناسی پتانسیل استفاده از پساب شهر تهران جهت پیاده‌سازی اهداف اکولوژی انسانی توسعه پایدار، تأثیر آبیاری با پساب تصفیه شده برروی خصوصیات رویشی (شامل ارتفاع، تعداد شاخه و...) دو گونه گیاهی خرزهره (*Nerium oleander*) و فستوکا (*Festuca*) بررسی شده است. رشد و عملکرد گیاهان منتخب تحت شرایط تیمار کامل از پساب و آب چاه، بررسی و مقایسه شد. به این منظور، این تحقیق در فضای باز و در قالب طرح آزمایش‌های کاملاً تصادفی (CRD) چند مشاهده‌ای و در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد، میزان رشد اندام‌های مختلف گیاهان تحت تأثیر شرایط تیمار،رشد محسوس و قابل بررسی در پی دارد خرزهره بیشترین تأثیر را در ارتفاع و قطر تاج پوشش از تیمار پساب پذیرفت، درحالی‌که تأثیر تیمار پساب در فستوکا علاوه بر ارتفاع و تاج پوشش، روی طول برگ نیز بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت استفاده از پساب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز شهری میسر است و منجر به رشد مطلوب‌تر گیاهان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز، استفاده مجدد، پساب شهری، شاخص‌های رشد گیاهان، گونه‌های بومی.

DOI: 10.22067/jwsd.v8i1.88527

مقدمه

استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز راهکار مناسبی در راستای حفاظت از منابع آب موجود می‌باشد. کمبود منابع آب در شهرهای بزرگ و استفاده از منابع آب زیرزمینی یا سایر منابع آب تصفیه شده برای شرب موضوعی است که می‌تواند موجب تشدید چالش بحران آب شهری شود. میانگین بارندگی سالیانه در ایران، از یک سوم بارش سالانه در دنیا کمتر است (بابائی فینی و فرج زاده، ۱۳۸۱) در شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و رشد جمعیت منجر به افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زبرزمینی و فشار بر منابع تجدید پذیر شده و در دراز مدت مسئله بحران منابع آب به‌صورت یک مسئله جدی مطرح است، توجه به منابع غیر متعارف آب یک ضرورت اجتناب ناپذیر می‌باشد.

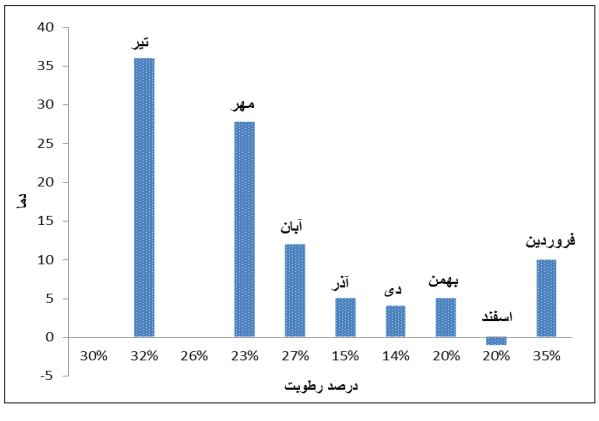
از سوی دیگر، متمرکز شدن مراکز جمعیتی و صنعتی در نقاط مختلف، باعث شکل‌گیری حجم بالایی از پساب فاضلاب می‌شود که عدم توجه به یافتن بهترین شیوه‌های دفع آن، مشکلات زیست‌محیطی زیادی را در اطراف این نقاط به همراه خواهد داشت (پرویني، ۱۳۷۲). در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی کشور صرف آبیاری کشاورزی می‌شود (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۸۹). یکی از عوامل موثر و پایدار و همواره در دسترس که می‌تواند موجب کاهش فشار وارد بر کمیت منابع آب شود، استفاده مجدد از پساب است. این مسئله ممکن است بر شیوه و بازده تخصیص آب بین بخش‌های مختلف کشاورزی و شرب اثر گذار باشد (Jeong و همکاران، ۲۰۱۶) .باتوجه‌به مشکلات ناشی از کمبود آب در مناطق خشک استفاده از آب‌های نامتعارف برای کشت گیاهان و احیای بیولوژیکی از گذشته پذیرش بیشتری داشته است. پژوهشگران در بررسی ویژگی‌های رویشی گیاه قره داغ تحت درصدهای مختلف پساب و لجن فاضلاب به این نتیجه رسیدند، هرچه پساب خالص‌تر باشد میزان رشد پارامترهای فیزیکی گیاه مطلوب‌تر است (کریم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). صیادمنش و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند هشت سال آبیاری با پساب تصفیه شده شهرک صنعتی آمل توانست زمین‌های شور سدیمی منطقه را بدون هیچ تیمار دیگری به یک خاک مناسب برای کشاورزی تبدیل کند. همچنین، آبیاری با فاضلاب صنعتی نتوانست غلظت عناصر سنگین در گیاهان منطقه را به مرز زیان‌آوری برساند. در شهر آپولیا[1] در حوزه مدیترانه با شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک نتایج ارزیابی آبیاری مزارع محصولات مختلف گیاهی (خیار، کاهو، هندوانه، خربزه، گوجه فرنگی، رازیانه) با استفاده از پساب تصفیه شده و آب چاه، جهت مقایسه اثرات منابع آبی مختلف در خاک و سبزیجات نشان داد، کیفیت و بازدهی محصولات آبیاری شده با پساب مناسب‌تر از محصولات آبیاری آب چاه می‌باشد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات فلزات سنگین حاصل از مصرف پساب صنعتی در خاک و گیاه تربچه را بررسی کردند. نتایج نشان داد، غلظت کل فلزات سنگین در خاک آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده بیشتر از غلظت این عناصر در خاک آبیاری شده با آب معمولی است. علاوه‌برآن آبیاری با پساب بر افزایش غلظت عناصر سنگین در غده و اندام هوایی گیاه تربچه موثر نبود. مرادی‌نسب و همکاران (۱۳۹۴) با هدف تأثیر پساب صنعتی بر کیفیت خاک اراضی فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه استان اصفهان، آبیاری شده با آب چاه و پساب صنعتی را بررسی نمودند، نتایج نشان داد pH خاک در اراضی آبیاری شده با پساب نسبت به تیمار شاهد آبیاری شده با آب چاه کمتر است. به‌طورکلی مدیریت آبیاری با پساب جهت فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه موجب بهبود کیفیت خاک این اراضی نسبت به گذشته شد (مرادی نسب و همکاران، ۱۳۹۴). کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان داده است، استفاده از فاضلاب‌ها به دلیل در برداشتن ترکیبات آلی، بر وضعیت حاصلخیزی موثر است. در نشست متخصصین سازمان جهانی بهداشت ۱۹۷۳ (FAO، ۲۰۱۰) اعلام شد تولید پسابی با کیفیت ۱۰۰۰کلیفرم در ۱۰۰میلی لیتر، از نظر فنی به راحتی امکان‌پذیر است و آبیاری بدون محدودیت محصولات با چنین پسابی، احتمالا مخاطرات بهداشتی بسیار محدودی خواهد داشتی‌شود. افزایش غلظت مواد مغذی در فاضلاب رشد گیاه را مطلوب‌تر خواهد کرد (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۵).

در این تحقیق، آثار استفاده مجدد از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان تهران به‌عنوان یکی از منابع پنهان آب، به‌صورت موردی بر رشد و عملکرد گیاهان رایج در فضای سبز شهری کلان‌شهر تهران، شامل خرزهره و فستوکا، تحت اعمال تیمارهای متفاوت آبیاری بررسی شد. هدف از این پژوهش، امکان‌سنجی و ارزیابی شرایط کیفی پساب تصفیه‌خانه شهرک غرب تهران جهت آبیاری فضای سبز و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد گیاهان فضای سبز است. بنابراین این پژوهش با بهره‌گیری از تجارب مطالعات پیشین و در مقیاس آزمایشگاهی-واقعی، به مقایسه جامع تأثیر استفاده مجدد از پساب تصفیه شده شهری بر رشد اندام‌های مختلف گیاه می‌پردازد تا بتوان یکی ازمنابع آب پنهان برای توسعه اکوسیستم شهری و کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی را امکان‌سنجی نمود.

مواد و روش‌ها

• منطقه مورد مطالعه

پس از طی مقدمات پژوهش شامل مطالعات کتابخانه‌ای و مرور منابع علمی و مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور و بررسی منطقه جغرافیایی، ارزیابی امکانات، تجهیزات و هماهنگی با سازمان‌های مرتبط با پژوهش ضمن برنامه‌ریزی به‌صورت ماهیانه این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی بدون تکرار و مدلسازی فیزیکی و میدانی فضای سبز واقعی انجام شد. مکان پژوهش در مجاورت بزرگراه شهید باقری و آلودگی‌های احتمالی آن شامل آلاینده‌های هوا و صوتی در دو بلوک واقع در منطقه ۸ تهران با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی در مدت ۱۲ماه انجام پذیرفت. شرایط اقلیمی (متغیرهای دما و رطوبت محیط) برگرفته از بایگانی سازمان هواشناسی استان تهران به‌صورت متوسط ماهانه ۱۰ ساله در منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- تغییرات متوسط دما و رطوبت ماهانه در منطقه مورد مطالعه

• گونه‌های گیاهی مورد مطالعه

براساس محدودیت‌های زمانی، مکانی و ساختار کیفی خاک موجود در پایلوت‌ها و به‌منظور نزدیک شدن به شرایط واقعی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب گونه‌های گیاهی متداول موجود در فضای سبز منطقه توسط سازمان فضای سبز شهرداری تهران در حال کاشت در منطقه؛ گونه‌های گیاهی خرزهره (*Nerium oleander*) و فستوکا (*Festuca*) انتخاب شد.

• روش انجام مطالعه میدانی و تیمارها

جهت کاشت از قالب طرح کاملا تصادفی (CRD) چند مشاهده‌ای دو گونه گیاهی خرزهره و فستوکا در دو بلوک و بدون تکرار استفاده و تعداد هر گونه از گیاهان در هر بلوک ۱۰ عدد کاشته شد. همان‌طورکه از نام طرح کاملاً تصادفی معلوم می‌شود، تیمارها به‌طور کاملا تصادفی در کرت‌ها یا واحدهای آزمایشی قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که شانس همه تیمارها برای قرار گرفتن در هر یک از کرت‌ها مساوی باشند. سپس برای آبیاری در این پژوهش از معمولی‌ترین نوع فاضلاب که حاصل اقدامات بهداشتی مانند استحمام، شستشوی لباس، پخت‌وپز و دیگر مصارف آشپزخانه و مواد زائد بدن انسان (مدفوع و ادرار) که منشا آن فاضلاب تصفیه شده شهرک اکباتان می‌باشد، در مدل فیزیکی و در شرایط نقطه‌ای استفاده شد. پس از استقرار کامل گونه‌ها و تشکیل تراکم مناسب و بدون افزودن کود، تیمارهای آبیاری به تفکیک اعمال شدند. همچنین به‌منظور جلوگیری از اختلاط تیمارهای آزمایش، فاصله مناسب بین بلوک‌ها (حداقل ۳ متر) در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری گونه‌های گیاهی در دو پایلوت در شرایط محیطی یکسان در ارتباط مستقیم با فرآیندهای شهری حمل و نقل، صوت، تردد عابرین) تحت اجرای طرح بلوک‌های کاملا تصادفی اجرا شد. یکی از پایلوت‌ها (هر پایلوت شامل سه بلوک و هر بلوک شامل سه قرص نهال گیاه مورد مطالعه بود) با آب فاضلاب (۱۰۰٪ پساب) و یکی با آب چاه (۰٪ پساب) در فواصل زمانی روزانه مطابق با عملیات آبیاری فضای سبز توسط شهرداری آبیاری شد. فاضلاب مورد نیاز به‌وسیله گالن‌های ۲۰ لیتری در فواصل زمانی هر سه روز یکبار از تصفیه‌خانه فاضلاب به محل اجرای آزمایش حمل و ذخیره شد. میزان کاربرد آب به‌وسیله آبپاش مدرج تنظیم (یک لیتر برای هر نهال که از نظر حجمی معادل حجم آبیاری مدیریت فضای سبز با آب چاه باشد) و مصرف شد. اولین آبیاری با هدف رساندن رطوبت خاک به ۱۰۰ درصد نیاز آبی، با آب چاه انجام گرفت. در ادامه هر هفته غلظت آب چاه کاهش داده شد، به‌طوری‌که درصدهای مختلفی (از حجم آب آبیاری) با فاضلاب (در نوبت اول ۰٪، نوبت دوم ۲۵٪، نوبت سوم ۵۰٪، ۷۵٪، نوبت چهارم ۱۰۰٪) جایگزین شد تا فرآیند آبیاری با پساب منجر به شوک در گیاه نشود و زمان سازگاری در گیاه به وجود آید و آب آبیاری به تدریج تبدیل به پساب شود. در مرحله بعد آزمایش تنها آبیاری با پساب صورت گرفت[۲].

در طول اجرای آزمایش، پارامترهای فیزیکی گیاه شامل افزایش طول، قطرتاج پوشش و ارتفاع تاج پوشش با در نظر گرفتن قسمت خمیده ساقه گیاه خرزهره (با استفاده از متر پارچه‌ای) در طول تحقیق هر سه روز یکبار اندازه‌گیری شد. برای آنالیز آماری از نرم‌افزار Minitab و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

• مشخصات آب و خاک بستر اجرای پایلوت و تیمارها

مشخصات کیفی پساب و آب چاه در طول مدت اجرای تحقیق در آزمایشگاه تصفیه‌خانه اکباتان مطابق با روش‌های استاندارد ذکر شده در مرجع معتبر استاندارد متد (APHA، ۱۹۹۸) به‌طور مستمر بررسی شد. در هر دوره نمونه‌برداری از خاک تعداد ۱۸ نمونه به‌صورت تصادفی از یک نقطه و دو نقطه در شعاع حداکثر ۲ متری آن و از اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت و پس از اختلاط به آزمایشگاه منتقل شد. غلظت کل آهن (Fe)، مس (Cu)، روی (Zn)، منگنز (Mn) در نمونه‌های خاک (پرتانی و همکاران، ۱۳۹۸) پس از هضم خاک توسط اسید نیتریک (تیزاب سلطانی) و عصاره گیری (رضایی کهخا و همکاران، ۱۳۹۰) با استفاده از دستگاه GBC-۹۳۲ قرائت شد. واکنش خاک به‌وسیله pH متر در گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره گل اشباع (Rhoades، ۱۹۸۲) ماده آلی خاک به روش اکسایش تر (Nelson و Somers، ۱۹۹۶) و بافت خاک با هیدرومتر (Gee و Bauder، ۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد. ازآنجایی‌که فرآیند آبیاری با پساب ویژگی‌های خاک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Irandoust و Tabriz، ۲۰۱۷) بررسی کیفیت خاک قبل و بعد از تیمار مهمترین بخش تحقیق می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد استفاده در طرح پایلوت‌های محل آزمایش قبل از کاربرد تیمارهای این پژوهش در جدول‌های (۱، ۲ و ۳) در دو مرحله آزمایش در عمق‌های ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری نشان داد، برای خاک با بافت لوم رسی و شنی، pH در حدود ۸/۵، هدایت الکتریکی ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر و وزن مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. سایر مشخصات شیمیایی خاک بعد از اعمال تیمارهای آبیاری به‌همراه میزان حداکثر مجاز پیشنهادی از سوی استاندارد (WHO، ۱۹۹۰) در جدول (۴ و ۵) ارائه شده است. ویژگی‌های شیمیایی مانند شوری، pH، غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف (FAO، ۲۰۱۰) و فلزات سنگین برای آب معمولی یکبار اندازه‌گیری شد.این آزمایش‌ها همچنین برای پساب تصفیه شده در فصول مختلف سال باتوجه‌به تغییرات فیزیکی، شیمیایی، بارندگی‌های فصل نیز موردآزمایش و اندازه‌گیری قرار گرفت که میانگین سالیانه نتایج در جدول (۶) ارائه شد. از آنجایی‌که این گیاهان مصرف خوراکی نداشته و در محدوده‌های کم‌دسترس (مانند حاشیه خیابان‌ها و بلوارهای اتوبان‌ها و بزرگراه‌ها، کاشت می‌شوند و مانند چمن برای استفاده تفریحی در تماس مستقیم با شهروندان نمی‌باشند، شمارش و تعیین کلیفرم‌ها انجام نگرفت.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در طرح پایلوت قبل از احداث (تاریخ انجام آزمایش:۹۵/۸/۱۷)

مشخصات	T.N.V	TotalN	Pave	Kave	O.C	Fe	Zn	Mn	Cu	SP
	٪	٪	Ppm	ppm	٪	Ppm	ppm	ppm	ppm	٪
حدود مطلوب مطابقwho	<۱۰	>۰/۱۵	۱۵	۳۵۰	۱/۵	۱۰-۸	۲	۸-۶	۲-۱	–
عمق ۰-۳۰	۱۰/۲	۰/۰۱	۱۴/۸	۳۰۸	۰/۲۳	۶/۸۴	۰/۳۲	۴/۹	۱/۲۲	۳۰/۱
عمق ۳۰-۶۰	۱۱/۸	۰/۰۲	۱۴	۲۱۶	۰/۰۹	۴/۵	۰/۴۲	۴	۰/۹۴	۲۸/۳

Total N: Total Nitrogen (نیتروژن کل)

(٪) SP: Saturation Ratio (درصد اشباع)

T.N.V.: Lime or calcium-containing (درصد آهک)

P_{ave}: Adorable Average Phosphorus concentration (غلظت فسفر قابل جذب)

K_{ave}: Adorable Average Potassium Concentration (غلظت پتاسیم قابل جذب)

OC: Organic Carbon (درصد کربن آلی)

جدول ۲- مشخصات فیزیکی خاک مورد استفاده در پایلوت طی دو مرحله آزمایش در عمق‌های ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری قبل از احداث

مشخصات	Clay	Sand	Silt	بافت
حدود مطلوب مطابق who	۳۰-۲۰	۵۰-۴۰	۴۰-۳۰	لوم رسی
عمق ۰-۳۰	۲۶	۵۰	۲۴	لوم رسی شنی
عمق ۳۰-۶۰	۲۶	۶۴	۱۰	لوم رسی شنی

جدول ۳- مشخصات شیمیایی (آنیونی و کاتیونی) خاک مورد استفاده در پایلوت قبل از احداث

کاتیون‌ها و آنیون‌ها در نمونه خاک (meq/L)													
مشخصات	EC Ds/m	pH	CO_3	HCO_3	Cl	SO_4	مجموع آنیون‌ها	Ca	Mg	Na	مجموع کاتیون‌ها	SAR	ESP
حدود مطلوب مطابق who	<۲	۷/۵-۷	۰	<۲	<۹	<۱۰	–	<۸	<۶	<۸	–	<۱۰	<۱۵
عمق ۰-۳۰	۵/۰۳	۸	۲/۱	۲/۷	۳۲/۳	۱۷/۳	۱۰۶	۱۰	۲۴	۷۲	۱۰۶	۱۷/۵	۱۹/۴

جدول ۴- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پایلوت ها بعد از احداث (۹۵/۱۲/۲۱)

مشخصات	عمق	T.N.V	TotalN	Pava	Kava	O.C	Fe	Zn	Mn	CU	SP
		٪	٪	Ppm	Ppm	Ppm	٪	Pmm	Pmm	ppm	ppm	٪
حدود مطلوب مطابق who	–	<۱۰	>۰/۱۵	۱۵	۳۵۰	۱/۵	۱۰-۸	۲	۸-۶	۲-۱	–
پایلوت	۳۰-۰	۱۲/۵	۰/۰۱	۵	۹۰	۰/۱۱	۷/۴	۰/۴۲	۶/۳	۱/۱۲	۳۰
پایلوت	۶۰-۳۰	۱۲/۵	۰/۰۱	۶/۸	۵۱	۰/۰۴	۵/۷	۰/۳۴	۴/۲	۰/۶۸	۲۵/۸

جدول ۵- مشخصات شیمیایی (آنیونی و کاتیونی) خاک مورد استفاده در طرح پایلوت بعد از احداث

کاتیون‌ها و آنیون‌ها در نمونه خاک (meq/L)													
مشخصات	EC Ds/m	pH	CO_3	HCO_3	Cl	SO_4	مجموع آنیون‌ها	Ca	Mg	Na	مجموع کاتیون‌ها	SAR	ESP
حدود مطلوب مطابق who	<۲	۷/۵-۷	۰	<۲	<۹	<۱۰	–	<۸	<۶	<۸	–	<۱۰	<۱۵
عمق ۰-۳۰	۳	۸/۳۱	۲/۱	۴/۲	۱۹	۱۱	۳۴/۵	۱۲	۱۴	۱۲۴	۳۴/۵	۴۵	۳۷/۷

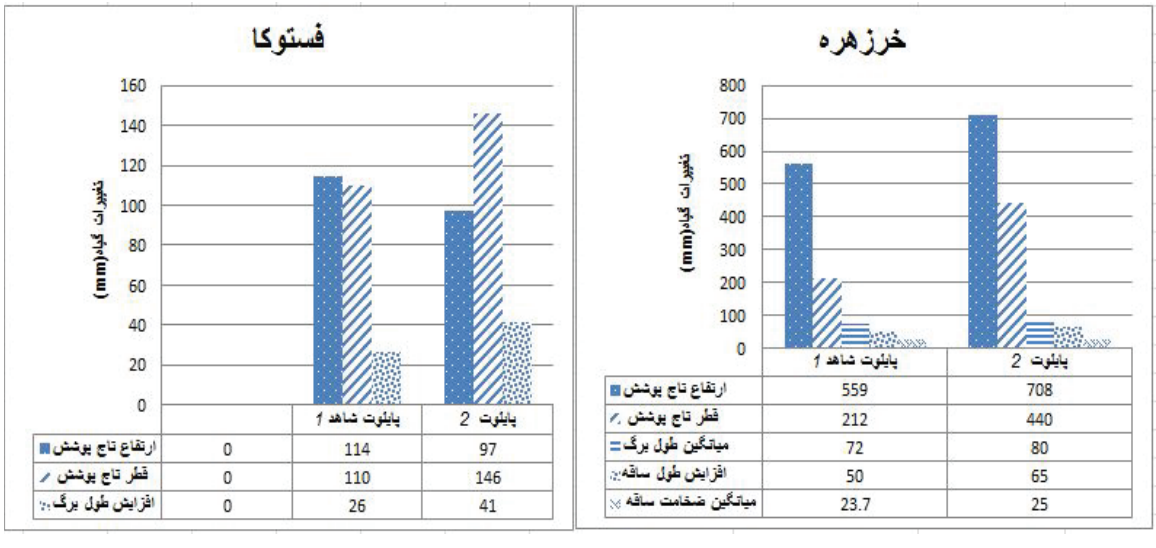
جدول ۶- مشخصات کیفیت آب و پساب مورد آبیاری در مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران

پارامتر	واحد	آب چاه	پساب	سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران*
pH	–	۷/۹	۷/۱۳	۶ – ۸/۵
فسفات	Mg/L	۰/۲	۲/۷۱	۵۰
نیترات	Mg/L	۴/۷۷	۱۹/۸	۱۳۰
نسبت جذب سدیم (SAR)[1]	–	۱/۰۸	۲/۷۵	۱۰
EC	ds/m	۰/۹۷	۰/۷۸	۲/۵ – ۷/۵
منیزیم	Meq/l	۴/۴۱	۲/۱۴	۸/۲
سدیم	Meq/l	۲/۱۵	۴/۷۳	–
کلسیم	Meq/l	۳۰/۱	۳/۸	–
پتاسیم	Meq/l	۰/۰۴	۰/۴۲	–
BOD۵	Ppm	۱۱	۳۵	۳۱
COD	Ppm	۱۷	۶۷	۱۰۰
TSS	Ppm	۹	۵۱	۴۰

* منبع: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (۱۳۸۹) و Abedi و همکاران (۲۰۰۱)

به‌منظور ارزیابی کیفیت آب معمولی و فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری از استانداردهای محیط‌زیست ایران (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲) نشریه ۵۳۵ (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۸۹) استفاده شد. براساس این استانداردها pH و شوری فاضلاب تصفیه شده مجاز است. اما غلظت عناصر کم‌مصرف و سنگین در فاضلاب قابل تأمل است. بنابراین تجمع این عناصر در خاک در طولانی مدت بر اثر کاربرد فاضلاب باید بررسی شود. مقایسه نتایج سنجش‌های آزمایشگاهی فاضلاب و آب چاه مورد مطالعه نشان داد غلظت مواد مغذی و فلزات سنگین (Ahmadi و همکاران،۲۰۲۰) در فاضلاب (پساب تصفیه‌خانه مورد مطالعه برای استفاده در آبیاری) بیشتر از آب چاه منطقه مورد مطالعه است.

در این پژوهش، به‌منظور مقایسه شرایط مختلف تیمار میزان رشد و عملکرد پارامترهای فیزیکی گیاهان بررسی شد. مطابق شکل (۲) میزان متوسط رشد نهایی تمام اندام‌های گیاه در طول آزمایش در شرایط آبیاری کامل با پساب خروجی تصفیه‌خانه (پایلوت ازمایشگاهی-میدانی ۲)، بیشتر از آب چاه (پایلوت ۱) بود؛ به‌عبارت دیگر، نه تنها آبیاری با پساب مانع از رشد گیاه نشد بلکه به افزایش آن و باروری بیشتر گیاه منتهی شد. این موضوع در تایید نتایج مطالعات پیشین (ولی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۱؛ شریعتی، ۱۳۷۵؛ گلچین و همکاران، ۱۳۹۳؛ طاهری و همکاران؛ ۱۳۹۷) می‌تواند ناشی از مقادیر تقریباً بالاتر ترکیبات نیتروژن و فسفر موجود در پساب خروجی تصفیه‌خانه باشد (رضوان مقدم و میرزائی نجم‌آبادی، ۱۳۸۸)، زیرا میزان رشد اندام‌های مختلف به‌عنوان تابعی از غلظت مواد مغذی موجود در آب شناخته می‌شود (Poorte و Nagel، ۲۰۰۰)



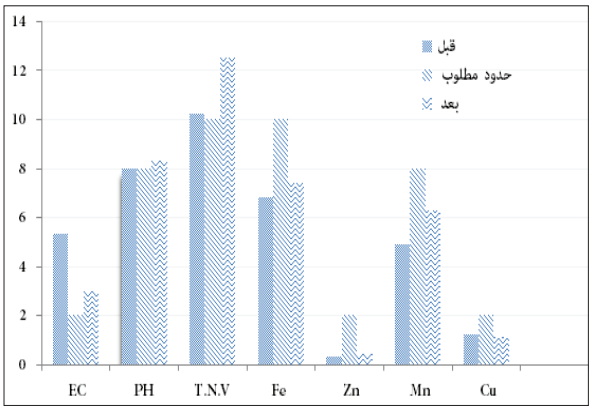
شکل ۲- میزان متوسط رشد نهایی اندام‌های گیاه

نتایج مطالعات آماری (لباسچی و شریفی، ۱۳۸۳؛ قنبری، ۱۳۹۴؛ اسدی و همکاران، ۱۳۹۷) تغییرات رشد اندام‌های گیاه در شرایط آبیاری مختلف، تفاوت محسوس و قابل بررسی (اختلاف بیش از دهدرصد El-Khateeb و همکاران، ۲۰۱۲) بین سنجش‌های نهایی گونه‌های تیمار شده و عادی) به‌ویژه بین آب چاه با نمونه‌های آبیاری شده با پساب را نشان می‌دهد. مشابهت در روند جذب و اندام‌های اساسی، تاییدی بر امکان استفاده از روش‌ها و نتایج مطالعات مشابه (ولی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۱) در جغرافیا و گونه‌های دیگر در ایران و کلان‌شهر تهران است. به‌عبارت دیگر میزان رشد گیاه و اندام‌های مختلف آن کاملا وابسته به کیفیت آب آبیاری است و علت آن نیز جذب مواد مغذی (مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و ترکیبات آلی موجود در پساب است. از آنجایی‌که توصیه‌های عمومی مآخذ معتبر جهانی بر رعایت و حفظ بهداشت عمومی استوار است و بنابراین میزان تصفیه لازم و نحوه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز محدود به ضوابط اعلام شده (محمدی، ۱۳۹۴) مطابق با معیارهای سازمان محیط‌زیست ایران (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهور، ۱۳۸۹) می‌باشد (احمدزاده و همکاران،۱۳۹۴).

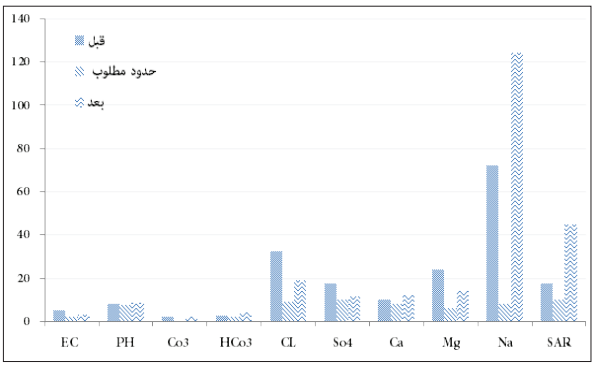
باتوجه‌به فاصله مقادیر هدایت الکتریکی و سایر مشخصات پساب استفاده شده با مقادیر توصیه شده در استاندارد سازمان محیط‌زیست ایران (۱۳۸۲) احتمال تخریب بافت خاک و تأثیر منفی بر نفوذ پذیری آن کم می‌باشد. بنابراین، در این تحقیق علاوه‌بر بررسی رشد و عملکرد گیاه، ارزیابی مشخصات کیفی

خاک نیز انجام گرفت. این مشخصات پیش از انجام مطالعات و پس از اتمام، به همراه حدود مجاز در جداول (۱ تا ۵) ارائه شد. در شکل‌های (۳ و ۴) مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در طرح پایلوت در عمق ۳۰ سانتی‌متری قبل و بعد از احداث نشان داده شده است. بررسی تغییرات عمقی فلزات سنگین در پروفیل خاک در هر یک از دو توده مورد بررسی نشان دهنده تفاوت قابل توجه و محسوس نتایج تأثیر آبیاری با منابع مختلف است (جدول ۱ و ۴)، به‌طوری‌که غلظت فلزات سنگین Pb، Cr، Mn، Fe خاک در هر دو توده، در لایه سطحی (۰-۳۰سانتی‌متر) بیشتر از لایه‌های عمقی می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر در غلظت فلزات سنگین با نتایج پژوهش طبری و صالحی (۱۳۹۰) مطابقت داشت. تغییرات کمتر غلظت فلزات سنگین در عمق‌های پایین‌تر خاک، به علت پویایی کم این فلزات و در نتیجه حرکت ضعیف آن‌ها به سمت لایه‌های پایینی خاک و آبیاری سطحی فاضلاب شهری می‌باشد. باتوجه‌به این که بافت خاک هر دو توده مطابق جدول (۲) لومی-رسی شنی است و از طرفی هرچه بافت خاک سنگین‌تر باشد میزان نفوذ پذیری فلزات سنگین در خاک کاهش می‌یابد، انتقال فلزات سنگین به لایه‌های زیرین خاک کم و این فلزات بیشتر در لایه‌های بالایی خاک انباشته می‌شوند. درحالی‌که برای برخی از فلزات سنگین (Pb، Cr، Mn، Fe) روند معکوسی گزارش کردند و بیان کردند این روند می‌تواند به دلیل تفاوت در بافت خاک (بافت شنی) و درصد پایین کربن آلی خاک در لایه‌های خاک باشد (El-Khateeb و همکاران ۲۰۱۲).

همانطور که در شکل‌های (۳ و ۴) مشاهده شد، میزان املاحی چون سدیم، کلسیم، منگنز، مس، روی و آهن افزایش داشته اما عناصری چون کلر، منیزیم و شوری کاهش داشته است. به دلیل جذب عناصر توسط گیاهان، تقریباً در کلیه نمونه‌ها عناصر غذایی ماکرو و میکرو کاهش یافته است. مقدار شوری EC و آنیون و کاتیون‌های خاک نیز روند کاهشی داشته و به‌طورکلی ESP و SAR کاهش و وضعیت خاک بهبود چشمگیری داشته است. باتوجه‌به اینکه عملکرد گیاه تحت شرایط آبیاری با پساب بیشتر از آب چاه بود و در مجموع نتایج مطلوبتری را در بر داشت؛ پیشنهاد می‌شود جهت آبیاری گیاهان فضای سبز شهری که مصرف خوراکی ندارند، پس از انجام مطالعات ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، از پساب تصفیه شده استفاده شود. شایان توضیح است نتایج این پژوهش می‌تواند برای توسعه پژوهش در سایر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر تهران باتوجه‌به ارزیابی کیفی فاضلاب خام آن‌ها بسیار مفید باشد. اما شهرهایی دیگر نظیر شهرهای صنعتی (مانند شهرک صنعتی عباس آباد) و تصفیه‌خانه‌های صنعتی نیازمند مطالعات موردی مشابه این پژوهش هستند تا نتایج قابل بررسی و مقایسه باشد.



شکل ۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پایلوت در عمق ۳۰ سانتی‌متری قبل و بعد از احداث (حد مطلوب براساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۸۲)



شکل ۴- مشخصات شیمیایی(آنیونی-کاتیونی) خاک مورد استفاده در پایلوت در عمق ۳۰ سانتی متر،قبل و بعد از احداث

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق ارزیابی میزان رشد و عملکرد خرزهره و فستوکا در صورت آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب شهرک اکباتان تهران در مقایسه با شرایط تیمار آب چاه بود. نتایج نشان داد آبیاری با پساب تصفیه‌خانه در مدت ۱۲ماه بدون ایجاد آثار منفی برکیفیت خاک (پرتانی و همکاران، ۱۳۹۸) موجب افزایش رشد و بهبود مشخصه‌های عملکردی گیاهان نسبت به شرایط تیمار با آب چاه می‌شود. بررسی تأثیر عملکرد و کارآیی آبیاری با پساب شهری بر شاخص‌های رشد بیولوژیکی و متغیرهای فیزیولوژیکی، حاصل بررسی‌های میدانی و مقایسه نتایج خروجی از سنجش متناوب متغیرها و شاخص‌های رشد گیاهی صورت گرفته، بیانگر آن است که میزان رشد اندام‌های مختلف گیاهان تحت تأثیر مستقیم کیفیت آب (یا پساب) آبیاری و میزان حضور مواد مغذی و ترکیبات آلی در پساب می‌باشد. نسبت فسفات

به نیترات بیانگر خصوصیات ازته فسفاته پساب به‌عنوان کود جهت آبیاری فضای سبز می‌باشد، به‌طوری‌که نسبت‌های بالاتر به شرایط کود فسفاته و برعکس به شرایط کود نیتراته نزدیک می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش مصرف کود شود. در این تحقیق مشاهده شد متوسط قطر ساقه، ارتفاع گیاهان نسبت به شرایط تیمار آب چاه بیشتر می‌باشد. نتایج حاصل به دلیل مشابهت در روند رشد اندام‌های اساسی، تاییدی بر نتایج و مطالعات پیشین می‌باشد.

پیشنهاد

لازم به ذکر است بررسی و نتیجه‌گیری بعد از دو بار آزمایش خاک بدون خطا نمی‌باشد، لذا پیشنهاد می‌شود بعد از چند نوبت آبیاری نمونه‌برداری انجام گیرد تا بتوان به نتیجه قطعی رسید. همچنین بررسی شاخص دوام سطح برگ نیز برای مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه و مدیریت محترم تصفیه‌خانه اکباتان، جناب آقای قاسمی، برای همکاری در انجام آزمایش‌ها و پرسنل بهره‌برداری تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان و شهرداری منطقه ۸ ناحیه ۸ تهران سپاسگزاریم.

پی‌نوشت‌ها

(منطقه‌ای در جنوب کشور ایتالیا) 1-APULIA

۲- لازم به ذکر است که بلوک (پایلوت) شاهد از ابتدای آزمایش تا پایان آزمایش با آب چاه آبیاری شد.

منابع

احمدزاده، س.، بیگی، ح. و ایرانپور، ر. ۱۳۹۴. پراکنش غلظت کل چهار عنصر کم مصرف گیاهی در دشت بروجن- فرادنبه و اثر آبیاری با پساب شهری. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۹(۱): ۱۰۵-۱۱۶.

اسدی. ر.، حسن‌پور، ف.، مهربانی. م.، باقی‌زاده. ا. و کاراتدیش. ف.، ۱۳۹۷. بررسی تأثیر کم آبیاری بر توزیع ریشه و رشد رویشی گیاه رزماری. مدیریت آب و آبیاری، ۸(۲): ۲۸۹-۳۰۱.

بابائی فینی، ا.ا. و فرج زاده، م. ۱۳۸۱. الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران، مدرس، ۶(۴):۵۱-۷۶.

پروینی، م. ۱۳۷۲. استفاده مجدد از پساب‌های شهری، راه حل دیگر و منبعی قابل اطمینان، فصلنامه امور آب، وزارت نیرو، مجله آب و توسعه، شماره ۴.

پرتانی، ص.، مدنی، س. و سیدسراجی، م. ۱۳۹۸. ارزیابی اثر میان مدت آبیاری با پساب تصفیه‌شده بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک. علوم محیطی، ۱۷(۲): ۶۹-۷۹

رحیمی، ق.، امرایی، ل. و کیمیایی طلب، ع. ۱۳۹۴. اثر آبیاری با پساب صنعتی بر روند تغییرات برخی فلزات سنگین در خاک و گیاه تربچه (Raphanus Sativus). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۶(۲۴): ۱۱-۲۰

رضایی کهخا، م.، کیخوایی، م.، رضایی، ۵. و سنچولی، ج. ۱۳۹۰. بررسی میزان فلزات سنگین در خاک کشاورزی و گیاهان آبیاری شده با فاضلاب شهری. دانشگاه علوم پزشکی زابل، International journal of basic science in medicine، ۳(۲): ۴۳-۵۹.

رضوان مقدم، پ. و میرزائی نجم آبادی، م. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده بر خصوصیات مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۱): ۶۳-۷۵.

سازمان حفاظت محیط‌زیست. ۱۳۸۲. ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی، چاپ اول، انتشارات دایره سبز، تهران.

شریعتی، م.ر. ۱۳۷۵. ارزیابی کیفیت شیمیایی فاضلاب و استفاده از آن در آبیاری. مجله آب، خاک و محیط زیست، ۱۰: ۵۱-۵۵.

صیادمنش شیاده، س.م.، قاجارسپانلو، م. و بهمنیار، م.ع. ۱۳۹۴. بررسی میزان برخی عناصر سنگین در خاک و گیاه کلزا در مزارع تحت آبیاری با پساب شهرک صنعتی آمل. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹(۲): ۱۴۱-۱۵۵.

طاهری، م.، علیزاده، ا.، فریدحسینی، ع.، انصاری، ح. ۱۳۹۷. بررسی انتقال نیترات از پساب تصفیه‌شده فاضلاب شهری به منظور استفاده مجدد از پساب برای کشت ذرت علوفه‌ای (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب نیشابور). آب و فاضلاب، ۲۹(۶): ۱۱۴-۱۲۳.

طبری کوچکسرایی، م. و صالحی، آ. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر آبیاری با استفاده از فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین در خاک. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۳(۴): ۴۹-۵۹.

عابدی، م. ج.، نیریزی، س.، ابراهیمی بیرنگ، ن.، ماهرانی، م.، مهردادی، ن.، و خالدی، ۵. ۱۳۸۱. استفاده از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. گروه کار سیستم آبیاری در مزرعه، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نوبت چاپ اول، تهران.

قنبری، ع.ا. ۱۳۹۴. مطالعه مراحل رشدونمو و فنولوژی

ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب. پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۲۸(۱۰۷):۱۹۰-۱۹۹.
کریم زاده، ح.ر.، رضایی، ر. و مهرابی، ش. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر خاک، پساب و لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های رویشی گیاه قره داغ. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۵(۴): ۸۱-۹۵.
گلچین، ل.، زهتاب سلماسی، س. و شفق کلوانق، ج. ۱۳۹۳. اثر آبیاری با پساب کارخانه خمیرمایه بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد باقلا (Vicia faba). اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)، ۲۹(۸):۲۹-۳۹
لباسچی، م. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۳. شاخص های رشد برخی گونه های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰(۳):۲۴-۲۶۱.
محمدی، پ. ۱۳۹۴. مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب‌ها برای آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
مرادی نسب، و.، شیروانی، م.، شمسایی، م. و بابایی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی شاخص های کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی خاک اراضی فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه آبیاری شده با آب چاه و پساب صنعتی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۹ (۷۴): ۱۰۱-۱۱۰.
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی). دفتر استانداردها و معیارهای فنی معاونت آب و آبفای وزارت نیرو. ۱۳۸۹. ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها نشریه شماره ۵۳۵، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی). دفتر استانداردها و معیارهای فنی معاونت آب و آبفای وزارت نیرو. ۱۳۸۸. راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی. انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
ولی نژاد، م.، مصطفی زاده، ب. و میرمحمدی میبدی، س. ع. ۱۳۸۱. اثر پساب تصفیه شده شاهین شهر بر خصوصیات زراعی و شیمیایی ذرت تحت سیستم‌های آبیاری بارانی و سطحی. مجله علوم کشاروزی و منابع طبیعی گرگان، ۹(۱): ۱۰۳-۱۱۵.
Abedi- Koupai J., Afyuni M., Mostafazadeh B and Bagheri M.R. 2001. Influence of Treated Wastewater and Irrigation Systems on Soil Physical Properties in Isfahan Province. ICID International Workshop on Wastewater Reuse Management. ICID International Workshop on Wastwater Reuse Management. ICID- CIID. September 19-20, 2001. Seoul, Korea.
APHA .1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington DC.
Ahmadi A., Mandi L., Loutfi K., El Ghadraoui A., El Mansour T. E., El Kerroumi A.and Ouazzani N. 2020. Agro-physiological responses of Koroneiki olive trees (Olea europaea L.) irrigated by crude and treated mixture of olive mill and urban wastewaters. Scientia Horticulturae, 263: 101-109.
El-Khateeb M.A., Arafa A.M., El-dayem A. M. A. and Watfa R.A. 2012. Effect of Sewage Water Irrigation on Macro Nutrients, Heavy Metals and Frequency Percentage of Fungi in Soil Cultivated with Woody Trees. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 4(2): 177–185.
FAO. 2010 Guidelines for Interpretation of Water Quality for Irrigation.
Jeong H., Kim H. and Jang T. 2016. Irrigation Water Quality Standards for Indirect Wastewater Reuse in Agriculture: A Contribution toward Sustainable Wastewater Reuse in South Korea. MPDI, 8(4):2-18.
Irandoust M. and Tabriz A.S. 2017. The effect of municipal wastewater on soil chemical properties. Solid Earth Discussions, Feb., 1–13.
Kim S. M., Park S. W., Lee J. J., Benham B. L. and Kim H. K. 2007. Modeling and assessing the impact of reclaimed wastewater irrigation on the nutrient loads from an agricultural watershed containing rice paddy fields. Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, 42(3): 305–315.
Lee C.S. 2012. Multi-objective game-theory models for conflict analysis in reservoir watershed management. Chemosphere, 87(6): 608-613.
Lonigro A., Montemurro N., Rubino P., Vergine P. and

Poorter H. and Nagel O. 2000 The Role of Biomass Allocation in the Growth Response of Plants to Different Levels of Light, CO2, Nutrients and Water: A Quantitative Review. Australian Journal of Plant Physiology, 27: 595-607.

Gee G.W. and Bauder J.W. 1986. Particle-size analysis. In: Klute, A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA. Madison. WI.

Rhoades J D. 1982. Soluble salinity. In: Method of soil analysis, part2. Second edition. ASA and SSSA. Madison, WI.

Pollice A. 2015. Reuse of treated municipal wastewater for irrigation in Apulia region. Environmental Engineering and Management, 14(7): 1665–1674.

Mohammadi A. , Kouhgardi E. and Maghsoudloo T. 2015. Qualitative Evaluation of Potential Impacts of Effluent of Genaveh Hospital Wastewater Treatment Plant on Soil and Plants . Environment Conservation Journal, 16SE: 251-258.

Nelson D.W., and Somers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter of soil analysis. Part3. Chemical Methods. Madision, Wisconsin. USA.