The Effect of Irrigation with Treated Sewage Effluent on the Concentration of Nutrients (N, P, K) of Several Ground Cover plants (Case Study: Parand Treatment Plant)

S. M. Kashi[1*], S. Alizadeh Ajirlo[2] and N. Najafi

Abstract

The reduction of water resources due to the issue of global climate change and population growth is one of the most critical issues facing the designers and planners of the development of green spaces in cities. Against these challenges, there is an urgent need to improve the efficiency of water consumption and chain use of water resources with suitable options. In this regard, due to the significant volume of urban Effluent wastewater, its reuse in green space irrigation is important from the point of view of water resource management from an ecological and economic point of view. For this purpose, in this research, the effect of Effluent wastewater from Parand city treatment plant (located in the southwest of Tehran province) on the growth and performance of three types of cover plants (Frankenia thymifolia, Dichondra repens, Festuca glauca) as resistant, semi-resistant and sensitive species respectively was studie. This study was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications and the use of wastewater at 4 levels with irrigation treatments of zero (control), 50, 75, and 100% compared to fresh water, and then the concentration of nutrients (N, P, K) in the plant were evaluated. The results of the Investigations of plant analysis in this research showed that the nitrogen concentration in the shoots of Frankenia and Dichondra plants was at the optimal level (2.5-3.5 percent). Also, in the blue fescue plant, nitrogen concentration in the shoot and root was less than the optimal amount. The phosphorus concentration in the shoot and root of all cover plants was at the optimal level (0.2-0.4%). The potassium concentration in the shoots of Frankenia and Dichondra plants was at the optimal level (1.5-5%), but in the fescue plant, it was less than this amount, which indicated the deficiency of this nutrient. Also, the potassium concentration in the roots of Frankenia and Festuca plants was less than the optimal level, but in the roots of the Dichondra plant was at the optimal level.

Keywords: Nitrogen, phosphorus, potassium, Green Space, Nutrients.

Background and Objective: Today, Sewage Effluent wastewater treatment plant is recognized as a new and permanent source of attention by experts to compensate for underground water resources directly and indirectly, and treatment basically becomes meaningful when the wastewater is reused. The methods of using wastewater are extensive and sensitive, including artificial nutrition, agricultural irrigation, industries, fish farming, and green spaces.

1- Landscape Architecture Engineering, Agricultural Department, Tabriz University, Tabriz, Iran.
* Corresponding author, Email: kashi.phd@yahoo.com

The studies and researches conducted on the investigation of the use of Effluents in plant irrigation show that the use of Effluents has had a significant effect on some characteristics of soil and plants. Soleimani et al. (2023) evaluated the ecological risk and the accumulation of heavy metals in agricultural soils irrigated with sewage treatment effluent, river water and well water along with chemical fertilizers. The obtained result indicated that the low concentration of heavy metals and the presence of nutrients in the treated sewage effluent make this source the most suitable source of irrigation because it eliminates the need of farmers for chemical fertilizers and less heavy metals It enters the soil.

Methods: The concentration of nitrogen, phosphorus and potassium elements in the plant was measured by Kjeldahl, Olsen and ammonium acetate extraction methods (reading with Flame photometer model PFP7) respectively. Nitrogen in the plant was measured using the Kjeldahl method, which includes three stages of sample digestion, distillation and titration. Phosphorus was measured by a spectrophotometer. The amount of potassium in the plant samples was read by a Flame photometer.

Results: The results of the analysis of variance (mean square) in the parameters related to the plant decomposition test in this research showed that in examining the interaction effect of plant type and treatment type, the measured values of N, P, K in the Stems of cover plants were significant at the 5% probability level. Is.
The investigations carried out in this research show that the amount of nitrogen in the Stems of Frankenia and Dichondra plants is at the optimal level (2.5-3.5%), but in the fescue plant, the amount of nitrogen in the Stems is less than the optimal amount. It indicates the symptoms of deficiency in this plant. The amount of phosphorus in the Stems of all cover plants is at the optimal level (0.2-0.4%). The amount of potassium in the Stems of Frankenia and dichondra plants is at the optimal level (1.5-5%), but in the fescue plant, it is less than this amount, which indicates the symptoms of deficiency in this plant.

Conclusions: The investigations carried out in this research show that irrigation with complete effluent includes different changes on the vegetative characteristics of cover plants, so that each plant has shown a different response to complete effluent. The FR plant is the best plant in irrigation with complete effluent, because it has performed well in all measurement variables on vegetative traits. The FE plant was not significantly different from the control treatment in irrigation with complete effluent, and the DI plant also performed poorly in irrigation with complete effluent due to the reduction of some vegetative traits, and it is not recommended for planting in green spaces with irrigation with complete effluent.

Reffrences:
1. Ali Mohammadi, R., 2014. Investigating the changes in soil and plants caused by irrigation using municipal wastewater and its effect on alfalfa yield. Journal of water research in agriculture, 29(1), 35-47. https://doi.org/10.22092/jwra.2015.101324, (In Persian).
2. Babai Fini, A., Farajzadeh Assal, M., 2013. Spatial and temporal change patterns of rainfall in Iran. Scientific Works Publishing Center, Modarres University, 6(4),4, (In persian).

تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر غلظت عناصر غذایی (K، N و P) چند گیاه پوششی منظر (نمونه موردی: تصفیه‌خانه شهر پرند)

سید محسن کاشی[1]*، سعدالله علیزاده اجیرلو و نصرت‌اله نجفی

چکیده

کاهش منابع آب با توجه به مسئله تغییر اقلیم جهانی و رشد جمعیت یکی از بحرانی‌ترین مسائل پیش روی طراحان و برنامه‌ریزان توسعه فضاهای سبز در شهرها است. در برابر این چالش‌ها، نیاز فوری به بهبود کارایی مصرف آب و استفاده زنجیره‌ای از منابع آب با گزینه‌های مناسب وجود دارد. در این راستا با توجه به حجم قابل توجه پساب‌های شهری، استفاده مجدد از آن در آبیاری فضای سبز، از دیدگاه مدیریت منابع آب از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی، اهمیت دارد. به همین منظور در این پژوهش تأثیر پساب فاضلاب تصفیه‌خانه شهر پرند بر صفات رویشی و غلظت عناصر غذایی سه نوع گیاه پوششی (فرانکینیا، فستوکاآبی، دایکوندرا) در بستری با خاک لومی شنی بررسی می‌شوند. این مطالعه به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با استفاده از اختلاط آب و پساب در ۴ سطح با تیمارهای آبیاری صفر (شاهد)، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نسبت به آب شیرین و ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت و سپس غلظت عنصرهای غذایی N، P و K در گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی تجزیه گیاه نشان داد غلظت نیتروژن در گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه (۳/۵–۲/۵ درصد) بوده اما در گیاه فستوکاآبی غلظت نیتروژن از غلظت بهینه کم‌تر بود. مقدار فسفر در تمامی گیاهان پوششی در حد بهینه (۰/۴–۰/۲ درصد) می‌باشد. غلظت پتاسیم در گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه (۵–۱/۵ درصد) اما در گیاه فستوکاآبی از این مقدار کم‌تر بود که نشان‌دهنده کمبود این عنصر در این گیاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، فسفر، فضای سبز، مواد مغذی، نیتروژن.

مقدمه

گیاهان پوششی (زمین‌پوش‌ها) در حاشیه درختچه‌ها، زیر درختان، در میان گیاهان چندساله و نیز برای فرش کردن جایی که امکان استفاده از چمن وجود ندارد و یا روی شیب‌ها و به‌منظور کنترل فرسایش کاشته می‌شوند. در میان مجموعه غنی زمین‌پوش‌ها، گیاهانی یافت می‌شوند که می‌توانند جایگزین چمن شوند و می‌توان آن‌ها را برای جاهایی که کاشت چمن با شکست مواجه شده و یا مراقبت از آن دردسرساز بوده در نظر

۱- گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: kashi.phd@yahoo.com

نسخه پیش از انتشار

گرفت. زمین‌پوش‌ها راه حلی آشکار برای این مکان‌ها می‌باشد (Ghasemi-Qahsare, M., Kafi, M., 2014). همچنین آبیاری پوشش‌های گیاهی در فضای سبز یکی از چالش‌های مهم مدیران فضای سبز شهری به‌خصوص در مناطق گرم و خشک و نقاطی که آب فراوان برای آبیاری در دسترس نیست می‌باشد. بنابراین استفاده از آب‌های نامتعارف، در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست، رو به افزایش است. یکی از این منابع، فاضلاب‌های تصفیه شده است که علاوه بر تأمین آب می‌تواند بخشی از نیاز غذایی گیاه را نیز تأمین نماید (Narimani et al., 2012). آب شیرین یک منبع کمیاب و دارای توزیع غیریکنواخت در جهان است. کمبود آب و تقاضای فزاینده آن به‌خصوص در کشورهای خشک و نیمه‌خشک فشار زیادی را بر منابع آب به‌ویژه منابع آب زیرزمینی وارد کرده است، به‌طوری که سبب افت شدید سطح آب زیرزمینی در این مناطق گردیده و این کشورها را با وضعیت کم‌آبی روبرو نموده است (Salarian et al., 2017).

مطالعات و پژوهش‌های انجام شده از بررسی استفاده پساب‌ها در آبیاری گیاهان نشان می‌دهد، استفاده از پساب بر روی برخی خصوصیات خاک و گیاه دارای تأثیر معنی‌دار بوده است. Soleimani et al. (2023) به ارزیابی خطر اکولوژیکی و تجمع فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی آبیاری شده با پساب تصفیه فاضلاب، آب رودخانه و آب چاه به‌همراه کودهای شیمیایی پرداختند. نتیجه به‌دست آمده بیانگر این بود که غلظت کم فلزات سنگین و وجود عناصر غذایی در پساب فاضلاب تصفیه شده این منبع را به مناسب‌ترین منبع آبیاری تبدیل می‌کند زیرا نیاز کشاورزان به کودهای شیمیایی را از بین می‌برد و فلزات سنگین کم‌تری را به خاک وارد می‌کند. به‌منظور بررسی تأثیر سه نوع تیمار آبیاری شامل آب رودخانه، پساب آب پرورش ماهی و آب مختلط بر سرعت رشد و غلظت عناصر درشت و ریز مغذی در گیاهان ریحان و خرفه، پژوهشی تجربی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که آبیاری با پساب پرورش ماهی باعث افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد برگ و ارتفاع ساقه در هر دو گیاه شد. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس و منگنز در گیاه ریحان در تیمار آبیاری با پساب نسبت به تیمار آب رودخانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Kaab Omeir et al., 2020). نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داد که افزایش تقاضای آب، بخش کشاورزی را مجبور به استفاده از پساب به‌عنوان یک منبع جایگزین نموده است، نهال‌های آبیاری شده با پساب در مقایسه با آب شیرین از رشد طولی و قطری بیش‌تری برخوردار بودند و غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، فسفر، نیتروژن و آهن در خاک و گیاه افزایش داشت و این تفاوت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (Hayssam et al., 2013). آبیاری با پساب به مدت ۱۷ سال در تونس بر روی گیاه یونجه و خاک، تنها باعث تجمع و افزایش غلظت روی در خاک بستر در حد بحرانی شد (Belaid et al., 2012). بر اساس نتایج پژوهش دیگری در هند، آبیاری با پساب باعث افزایش عناصر غذایی پرمصرف (ازت، فسفر و پتاسیم) گیاه و عملکرد بیش‌تر محصول نسبت به کرت‌های آبیاری با آب شیرین شد (Singh et al., 2012). استفاده مجدد از پساب تصفیه شده فاضلاب با اعمال مدیریت خاص می‌تواند به‌عنوان یک تکنولوژی در مناطق خشک و کم آب منظور گردد (Pereira & Owes., 2002). کاربرد پساب در خاک منجر به تغییر خواص فیزیکی خاک شده و ظرفیت نگهداری و قابلیت هدایت الکتریکی آن را افزایش می‌دهد، درحالی‌که جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش و خاصیت (کاربری) زراعی خاک را بهبود می‌بخشد (Blance & Homero., 1998). استفاده از پساب عملکرد محصول علوفه را در ایالت پنسیلوانیا به اندازه ۱۳۵ درصد افزایش داد. حداکثر محصول شبدر قرمز با به‌کار بردن پساب به میزان ۲۵ میلی‌متر در هفته و حداکثر عملکرد یونجه با به‌کار بردن مقدار ۵۰ میلی‌متر در هفته به‌دست آمد. در بیش‌تر نمونه‌های انجام شده در این پژوهش غلظت سدیم، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش داشت به‌طوری‌که با به‌کار بردن مقادیر صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌متر پساب، غلظت فسفر در یونجه به‌ترتیب ۰/۲۴۵، ۰/۳۰۸

نسخه پیش از انتشار

و ۰/۳۴۳ گرم در هر صد گرم بود (Hamouri & Handouf., 1996).

Mozaffari Hashjin (2017) طی یک پژوهش تجربی به بررسی امکان‌سنجی استفاده از پساب‌های شهری برای آبیاری فضای‌سبز پرداخت. برای این منظور از گیاه پوششی چمن ترکیبی (اسپورت) و چمن پوآ که به‌طور معمول در فضاهای‌سبز شهری کاربرد دارند استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که آبیاری با پساب در مقایسه با آب شاهد منجر به کاهش عملکرد در پارامترهای رشدی اندام هوایی و ایجاد تفاوت معنی‌دار در رقم اسپورت نشد، درحالی‌که در رقم پوآ تأثیر تیمار پساب بر پارامترهای وزن تر و ارتفاع معنی‌دار بوده و با داشتن اثر منفی منجر به کاهش عملکرد این دو پارامتر شده است. در بررسی پارامترهای رشدی ریشه مشاهده شد که تیمار پساب در مقایسه با آب شاهد باعث افزایش در عملکرد پارامترهای رشدی در هر دو رقم اسپورت و پوآ شد که این افزایش در رقم اسپورت برای صفات وزن خشک و حجم ریشه معنی‌دار بوده است. Ali Mohammadi (2014) طی پژوهشی تجربی به‌منظور بررسی تأثیر غلظت عناصر موجود در پساب در مقایسه با آب آبیاری بر روی تغییرات حاصله در خاک و گیاه یونجه با استفاده از آب معمولی و پساب به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر چهار تیمار و سه تکرار پرداخت، نتیجه به‌دست آمده بیانگر این بود که غلظت عناصر N، P و K به‌ترتیب (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در گیاه بعد از استفاده از پساب افزایش یافته است.

با توجه به قرارگیری شهر پرند در منطقه گرم و خشک و همچنین نظر به استفاده شهرداری این شهر از پساب فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری گیاهان فضای‌سبز، پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات انجام شده بر روی صفات رویشی و غلظت عناصر غذایی گیاهان پوششی منطقه بعد از استفاده از پساب فاضلاب، انجام شد.

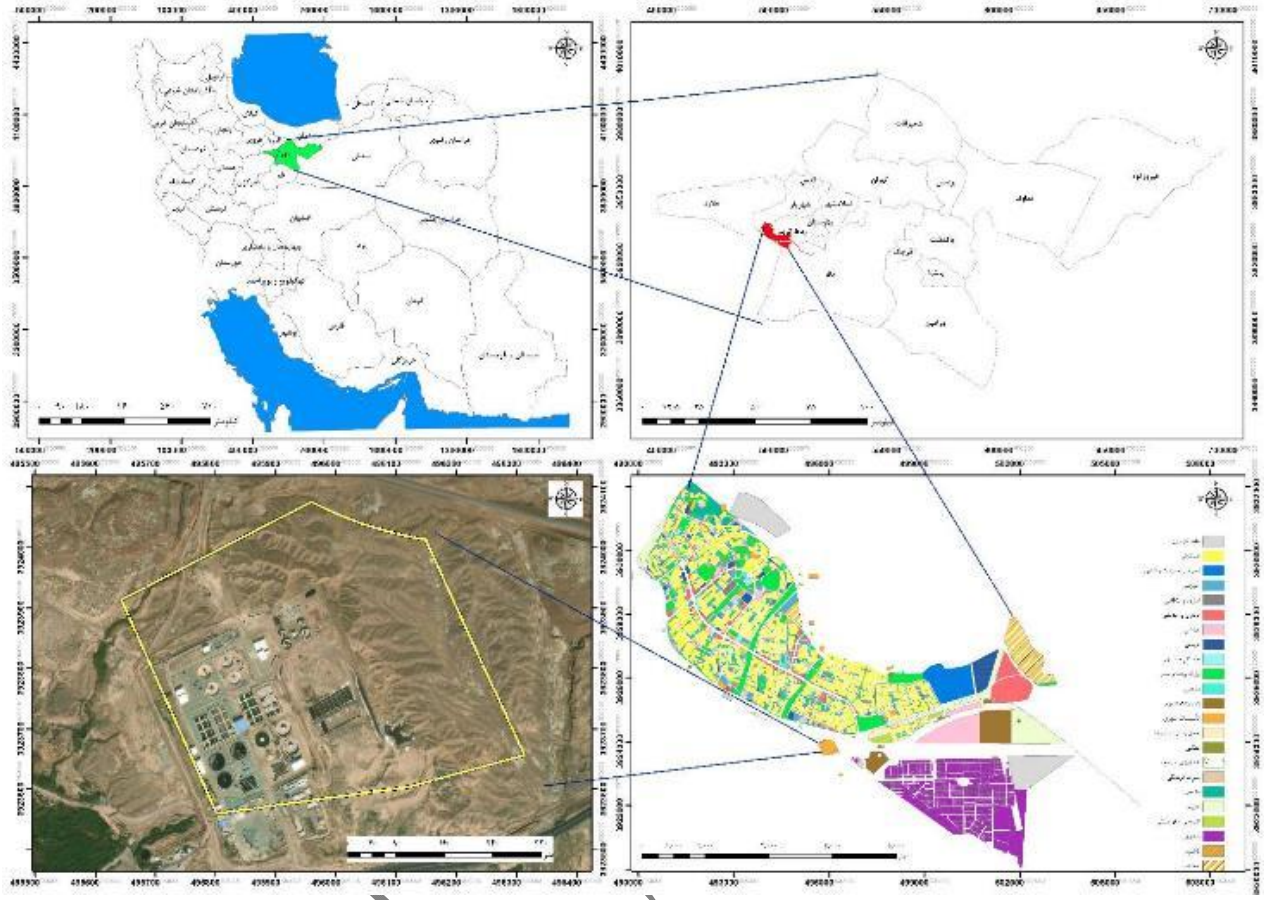
مواد و روش‌ها

در این پژوهش از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پرند استفاده شد. این تصفیه‌خانه در جنوب‌غربی شهر پرند از توابع شهرستان رباط‌کریم در استان قرار دارد. این شهر در ۳۳ کیلومتری جنوب‌غربی شهر تهران و در مسیر آزادراه تهران–ساوه و در مجاورت فرودگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره) واقع شده است. اراضی این شهر در حد فاصل شرایط اقلیمی شهر تهران و کویر بین ۳۵ درجه و ۲۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه تا ۲۵ درجه و ۲۵ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۳ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. شکل (۱)، موقعیت تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پرند را نشان می‌دهد.

در این پژوهش برای کاشت نشاء گیاهان پوششی، از گلدان‌های پلاستیکی به قطر بالا ۱۵ سانتی‌متر، قطر پایین ۱۲سانتی‌تر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر همراه با ۲ کیلوگرم خاک لومی شنی استفاده شده است. این مطالعه در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول نوع گیاه در سه گونه شامل (فرانکینیا *Frankenia thymifolia*، دایکوندرا *Dichondra repens* و فستوکاآبی *Festuca glauca*) و فاکتور دوم استفاده از پساب برای آبیاری در چهار تیمار (۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) مخلوط با آب لوله‌کشی شهری بود. سپس صفات رویشی گیاهان پوششی مانند ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک شاخسار، تعداد برگ و غلظت عناصر غذایی N، P و K مورد ارزیابی قرار گرفتند. شروع کاشت نشاها ۱۵ فروردین ماه ۱۴۰۲ و پایان دوره آبیاری ۱۵ تیر ماه ۱۴۰۲ بوده است. در طول این مدت، ۱۰ روز یک مرتبه متغیرهای اندام‌هوایی شامل طول شاخسار و تعداد برگ، برداشت و اندازه‌گیری گردید. در جدول (۱)، مشخصات تیمارها و علائم اختصاری مربوط به هر کدام ارائه شده است.

به‌منظور انجام آزمایش‌های لازم، بعد از جداسازی گیاهان از خاک درون گلدان‌ها، ابتدا ریشه به همراه اندام هوایی درون تشت آب شسته شدند و سپس جهت زدودن هر گونه آلودگی، به وسیله آب مقطر آب‌کشی انجام شد. جهت ارزیابی وزن ابتدا کل گیاه با ترازو به دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و سپس

نسخه پیش از انتشار



شکل ۱. موقعیت تصفیه‌خانه فاضلاب شهر پرند

Fig. 1. The location of Parand city sewage treatment plant

جدول ۱. مشخصات تیمارها و علائم اختصاری مربوط

Table 1. Description of treatments and related abbreviations

نوع تیمار آبیاری Type of irrigation treatment				
100%	75%	50%	0%	
FR100	FR75	FR50	FR0	فرانکینیا (FR)
FE100	FE75	FE50	FE0	فستوکاآبی (FE)
DI100	DI75	DI50	DI0	دایکوندرا (DI)

به‌منظور انجام آزمایش‌های مورد نظر، ریشه از اندام هوایی هر گیاه جدا شد و تمامی متغیرهای مورد بررسی به تفکیک مورد آنالیز قرار گرفت. غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه به‌ترتیب به روش کجلدال، اولسن و عصاره‌گیری با استات آمونیوم (قرائت با دستگاه فلیم فتومتر مدل PFP7) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیتروژن موجود در گیاه با استفاده از روش کجلدال که شامل سه مرحله هضم نمونه، تقطیر و تیتراسیون می‌باشد، صورت گرفت. روش کار بدین صورت بود که ابتدا هر قسمت از گیاهان خشک شده در آون، توسط آسیاب برقی به پودر تبدیل شد. لازم به‌ذکر است به دلیل آن‌که جنس گیاهان

هنگام آسیاب با یکدیگر مخلوط نشوند، بعد از هر نوبت آسیاب کردن، به‌وسیله پمپ باد کلیه قسمت‌های دستگاه آسیاب تمیز شد. سپس مقدار ۰/۳ گرم از پودر هر قسمت گیاهان پوششی با ترازوی به دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین و در لوله‌های مخصوص هضم ریخته شد. نحوه وزن بدین صورت بود که یک عدد سرباره را روی ترازو گذاشته و به‌وسیله اسپاتول فلزی پودر گیاهان جهت توزین روی آن ریخته شد. به‌منظور تسریع در عمل هضم، به محتویات هر لوله ۲/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۵۰ گرم سولفات مس به‌عنوان کاتالیزور اضافه شد و سپس ۱۰ ml اسید سولفوریک غلیظ (۹۸٪) به آن اضافه گردید و لوله‌ها بر روی اجاق هضم قرار گرفتند. نمونه‌ها حدود ۱۲ ساعت بعد به رنگ سبز شفاف درآمدند. در این مرحله، هضم به اتمام رسیده و دستگاه اجاق را خاموش کرده تا نمونه‌ها سرد شوند. پس از سرد شدن نمونه‌ها حدود ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه نموده و سپس با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۰ به بالن ژوژه ۱۰۰ ml صاف شده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله انجام تیتراسیون، مقدار اسید مصرف شده یادداشت شده و توسط رابطه (۱)، مقدار نیتروژن بر حسب درصد به‌دست آمد (Tabatabai., 2013):

$$0.01\ \text{mol/L} \times \frac{X}{1000} \qquad (۱)$$

که در آن X مقدار اسید مصرف شده در تیتراسیون می‌باشد.

اندازه‌گیری فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شده است. میزان پتاسیم موجود در نمونه‌های گیاهی توسط دستگاه فلیم فتومتر خوانده شده و در نهایت قرائت به‌دست آمده به‌صورت غلظت در ماده خشک گیاهی بر حسب mg/L محاسبه شد (Emami., 1996).

لازم به ذکر است در این پژوهش تجزیه و تحلیل آماری واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS V9.1 و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

شکل (۲)، گلدان‌های تحت کشت گیاهان پوششی را نشان می‌دهد.

شکل ۲. گلدان‌های تحت کشت گیاهان پوششی

Fig. 2. Pots under cultivation of cover plants

نتایج و بحث

کیفیت پساب مورد استفاده در این پژوهش و همچنین آنالیز شیمیایی خاک در شرایط اولیه، توسط آزمایشگاه آب و خاک دانشگاه شهید بهشتی تهران مورد آزمایش قرار گرفته که نتایج آن به‌ترتیب در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر خصوصیات اندازه‌گیری شده در شاخسار گیاهان پوششی در سطح احتمال ۵ درصد در جدول (۴)، آمده است. نتایج به‌دست آمده از بررسی اثرات متقابل نوع گیاه و تیمار نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده شاخسار بوده است.

مقایسه اثر متقابل تیمار و نوع گیاه بر میانگین پارامترهای رشدی شاخسار در جدول (۵)، نشان داده شده است. همان‌طور که از اطلاعات این جدول مشخص است، برای گیاه فرانکینیا بیش‌ترین مقدار ارتفاع ساقه به میزان ۲۴/۷۵ سانتی‌متر می‌باشد که با افزایش حدود ۲۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار شد. در گیاهان دایکوندرا و فستوکاآبی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری نبوده به‌طوری‌که در گیاه دایکوندرا حداقل رشد در تیمار DI100 به میزان ۱۴ سانتی‌متر و در تیمار DI0برابر ۱۴/۷۵ می‌باشد که طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند. گیاه فستوکاآبی نیز بیش‌ترین میزان رشد خود را به مقدار ۲۴/۲۵ سانتی‌متر در

نسخه پیش از انتشار

جدول ۲. نتایج مربوط به تجزیه شیمیایی پساب

Table 2. Results related to chemical decomposition of effluent wastewater

پارامتر Parameter	واحد the Unit	نتیجه آزمایش Test result
pH	-	7.40
هدایت الکتریکی (EC)	میکروزیمنس بر سانتی‌متر	1108
سختی کل	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	250
منیزیم (Mg)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	44
کلرید (Cl)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	124
نیترات (NO_3)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	6.43
کربنات (CO_3)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	0
بی‌کربنات (HCO_3)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	235
فسفات (PO_4)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	4.52
نیتروژن نیترات ($N\text{-}NO_3$)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	6.43
نیتروژن آمونیاکی ($N\text{-}NH_4$)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	2.9
کل مواد جامد معلق (TSS)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	65
کل مواد جامد محلول (TDS)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	734
اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی (BOD)	میلی‌گرم بر لیتر (mg/L)	3
کلی‌فرم مدفوعی	MPN/100ml	1100
تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود	تعداد در لیتر	0

تیمار FE0 به ثبت رسانیده است، این در حالی است که در تیمار FE100 تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشته و مقدار آن برابر ۲۳/۶۵ سانتی‌متر می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت گیاه فرانکینیا در آبیاری با تیمار FR100 بهترین رشد را داشته و مقاوم‌ترین گونه نسبت به آبیاری با پساب می‌باشد. هرچند گیاه فستوکاآبی به دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار در تیمارهای مختلف در آبیاری با پساب عملکرد مناسبی داشته است. گیاه دایکوندرا نیز در تیمار DI100 با مقدار ۱۴ سانتی‌متر کم‌ترین میزان رشد را داشت، بنابراین در آبیاری با پساب کامل، ضعیف عمل نموده است. Partani & Mahmoudi-Mozafar (2019) و

نسخه پیش از انتشار

جدول ۳. نتایج آنالیز شیمیایی و نوع بافت خاک در شرایط اولیه

Table 3. Results of chemical analysis and type of soil texture in initial conditions

ردیف Row	پارامترهای خاک Soil Parameters			روش انجام آزمایش Method of Test	نتیجه Result
	عنوان آزمایش Test Title	نماد Symbol	واحد The Unit		
1	پی اچ	pH	−	Electrometric	8.32
2	هدایت الکتریکی	EC	µS/Cm	Platinum Electrode	2870
3	فسفر قابل جذب	P	mg/L	Olsen	15.05
4	پتاسیم	K^+	mg/L	Direct Air-Acetylene Flame Atomic Emission Spectrometric	35
5	کل نیتروژن کجلدال	TKN	N%	Macro Kjeldahl	<0.1
6	کربن آلی	OC	C%	Titrimetric	0.253
7	درصد مواد خنثی‌شونده	TNV	%	Titrimetric	10.62
8	کلسیم	Ca^{2+}	mg/L	Mg/l Caco3	180
9	منیزیم	Mg^{2+}	mg/L	Mg/l Caco3	48
10	بی‌کربنات	HCO^{-}_{3}	mg/L	Mg/l	244
11	کربنات	CO^{2-}_{3}	mg/L	Mg/l	60
12	بافت خاک				لومی−شنی
13	سیلت Silt		%	Hydrometric	21.49
14	رس Clay		%	Hydrometric	11.74
15	شن Sand		%	Hydrometric	66.76

Malekian et al. (2017) در پژوهش‌هایی مشابه به بررسی خصوصیات اندام‌های مختلف گونه‌های گیاهی خرزهره و فستوکا و چمن برمودا گراس پرداختند و شاهد افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری با پساب بودند که با نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

در گیاه فرانکینیا وزن تر شاخسار در تیمار FR100 نسبت به تیمار FR0 با افزایش حدود ۴۵ درصدی معنی‌دار شد اما وزن خشک شاخسار با افزایش حدود ۲۵ درصدی معنی‌دار نشد، در گیاهان فستوکاآبی و دایکوندرا این نسبت بر عکس بوده و وزن تر و خشک شاخسار در تیمارهای FE0 و DI0 نسبت به تیمارهای FE100 و DI100 بیش‌تر می‌باشد. Menegassi et al. (2020) به ارزیابی آبیاری چمن با پساب تولیدی از صنعت

نسخه پیش از انتشار

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شاخسار گیاهان پوششی

Table 4. Anova (mean squares) for the effect of different treatments on the measured characteristics of the shoots of cover plants

میانگین مربعات					
تعداد برگ Leaf Number	وزن خشک شاخسار Stem Dry Weghit	وزن تر شاخسار Stem Wet Weghit	ارتفاع ساقه Stem Hight	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of Variable
612.111 *	77.279 *	46.221 ns	229.356 *	2	نوع گیاه Plant
29.954 ns	1.861 ns	19.379 ns	3.955 *	3	تیمار Treatment
145.370 *	3.115 *	95.282 *	8.782 *	6	نوع گیاه × نوع تیمار Plant×Treatment
17.00	0.905	15.574	0.833	24	خطای آزمایش error
12.07	19.36	17.92	4.59	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V%

ns و * به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ درصد

ns and * :non-significant, significant at $p \leq 0.05$

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های پارامترهای رشدی شاخسار گیاهان برای اثر متقابل نوع گیاه و تیمار

Table 5. Comparison of the average growth parameters of plant shoots for the interaction effect of plant type and treatment type

وزن خشک شاخسار Stem dry weight	وزن تر شاخسار Stem Wet weight	تعداد برگ Leaf Number	ارتفاع ساقه Stem Hight	تیمار Treatment	نوع گیاه Plant
4.73 bc	19.70 b	29.00 b	19.25 d	FR0	فرانکینیا *FR*
5.84 b	27.47 a	32.00 b	20.25 d	FR50	
4.19 cd	20.11 b	31.67 b	20.50 d	FR75	
5.93 b	28.61 a	35.67 b	24.75 a	FR100	
9.01 a	27.54 a	22.67 c	24.25 ab	FE0	فستوکا آبی *FE*
6.25 b	20.01 b	30.00 b	22.85 b	FE50	
6.62 b	18.18 b	30.00 b	22.50 cb	FE75	
7.38 b	22.44 ab	30.67 b	23.65 ab	FE100	
2.90 d	24.65 ab	52.67 a	14.75 e	DI0	دایکوندرا *DI*
2.21 d	19.47 b	47.00 a	15.50 e	DI50	
2.60 d	23.70 ab	34.67 b	15.50 e	DI75	
1.32 d	12.38 c	34.00 b	14.00 e	DI100	

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنادار نیستند.

Numbers that have at least one letter in common in each column do not have a significant difference according to Duncan's test

نسخه پیش از انتشار

کشـــتـارگـاه جهـت بررســـی متغیرهای وزن تر و خشـــک و خصـوصـیات شـیمیایی خاک طی آزمایشـی در بلوک‌های کاملاً تصـــادفی با پنج تیمار و چهار تکرار به نســـبت آب ســـطحی پرداختند و به این نتیجه دسـت یافتند که وضعیت تغذیه و رشد چمن آبیاری شده با پساب در مقابسه با آب سطحی حفظ شد و همچنین درصـد اشـباع فسفر، سدیم و قلیایی خاک تغییر یافت. همچنین وزن تر و خشـــک در تیمارهای آبیاری با پســـاب برتر بوده است. نتیجه این پژوهش نیز با نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضـــر هم‌خوانی دارد. به‌منظور بررســـی اثر آبیاری با ســـطوح مختلف پســـاب تصـــفیه‌خانه جنوب تهران بر توان گیاه پالایی شـنبلیله، آزمایشـی تحت شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار (شاهد، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و سه تکرار صـــورت گرفت. نتایج نشـــان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن تر و خشـــک اندام هوایی و ریشـــه به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و پساب ۱۰۰ درصد به ثبت رسید. در هر دو اندام هوایی و ریشـه گیاه شنبلیله، با افزایش درصد پساب، وزن تر و خشک کاهش یافت. علاوه بر این کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی در سـطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصـد نسـبت به شـاهد معنی‌دار بود، درحالی‌که در مورد وزن تر و خشـک ریشـه در تمام سـطوح نسـبت به شـاهد تفاوت معنی‌دار مشـاهده شـد (Fazeli and Eyni., 2019).

در گیاهان فرانکینیا و فسـتوکاآبی تعداد برگ‌ها در تیمارهای FR100 و FE100 به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای FR0 و FE0 شـــاهـد افزایش یافته، درحالی‌که در گیاه دایکوندرا تعداد برگ‌ها در تیمار DI100 به‌طور معنی‌داری نســـبت به تیمار DI0 کاهش یافته اســـت. Pandey & Singh (2015) در یک آزمایش نشـان دادند که آبیاری گندم با آب فاضـلاب تصفیه شده باعث افزایش تعداد دانه در سـنبله و عملکرد دانه می‌شود. Mousavi & Shahsavari (2014) نشان دادند که آبیاری با فاضلاب تصفیه شـده شـهری به دلیل وجود عناصر مغذی موجود باعث افزایش رشـد و عملکرد اجزاء ذرت می‌شود. به‌منظور بررسی اثر پساب تصـفیه شـده بر عملکرد گیاه ذرت آزمایشـی مزرعه‌ای در قالب سـه تیمار (آب چاه، پسـاب فاضلاب و مخلوط) و چهار تکرار انجام شـد. نتایج به‌دسـت آمده نشان داد بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته و تعداد برگ در آبیاری با پسـاب تصـفیه فاضلاب به‌دست آمد. میزان فسـفر و پتاسـیم اندازه‌گیری شده در برگ و ساقه در هر ســـه تیمار تفاوت معنی‌داری نداشـــت (Daneshvar et al., 2020).

نتایج تجزیه واریانس عناصـــر نیتروژن، فســـفر و پتاســـیم شـاخسـار و ریشه گیاهان در جدول (۶)، نشان داده شده است. همان‌طور که از این جدول مشخص است، در بررسی اثر متقابل نوع گیاه و تیمار، مقادیر نیتروژن شـاخسـاره، نیتروژن ریشـه و فسفر ریشه معنی‌دار شده اما سایر مقادیر معنی‌دار نشد.

میزان نیتروژن در شاخسار

با توجه به شـــکل (۳)، مقدار نیتروژن در شـــاخســـار گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه (۳/۵- ۲/۵ درصـد) می‌باشد. همچنین در گیاه فستوکاآبی مقدار نیتروژن در شاخساره از مقدار بهینه کم‌تر گزارش شده که نشان‌دهنده علائم کمبود در این گیاه می‌باشـد. لازم به ذکر اسـت، مقدار نیتروژن شـاخسـار گیاهان فرانکینیا، فستوکاآبی و دایکوندرا در تیمارهای FR100، FE100 و DI100 نسـبت به تیمارهای شـاهد به‌ترتیب با ۱۶، ۳۷ و ۲۳ درصد افزایش، دارای تفاوت معنی‌دار هستند.

Emongor et al. (2012) در آزمایشـی گلخانه‌ای به بررسی اثرات پســـاب فاضـــلاب تصـــفیه‌شـــده بر رشـــد و عملکرد گوجـه‌فرنگی پرداختنـد. نتایج به‌دســـت آمده بیانگر این بود که گیاهان گوجه‌فرنگی آبیاری شـده با پسـاب تصـفیه شـده رشـد رویشـــی (ارتفـاع بوتـه و تعـداد برگ) بـالاتری نســـبـت بـه گوجه‌فرنگی‌های آبیاری شـده با آب لوله کشی داشتند. همچنین گوجه‌فرنگی‌های آبیاری شـده با پسـاب تصـفیه شـده، دارای افزایش معنی‌دار عنـاصـــر غـذایی ($P<0.01$) در برگ همچون نیتروژن (۹۲٪)، فسفر (۴۵۰٪) و پتاسیم (۳۵٪) در مقایسه با آب لوله‌کشـی بوده است. Ali Mohammadi. (2014) طی پژوهشی تجربی به‌منظور بررسی تأثیر غلظت عناصر موجود در پساب در

نسخه پیش از انتشار

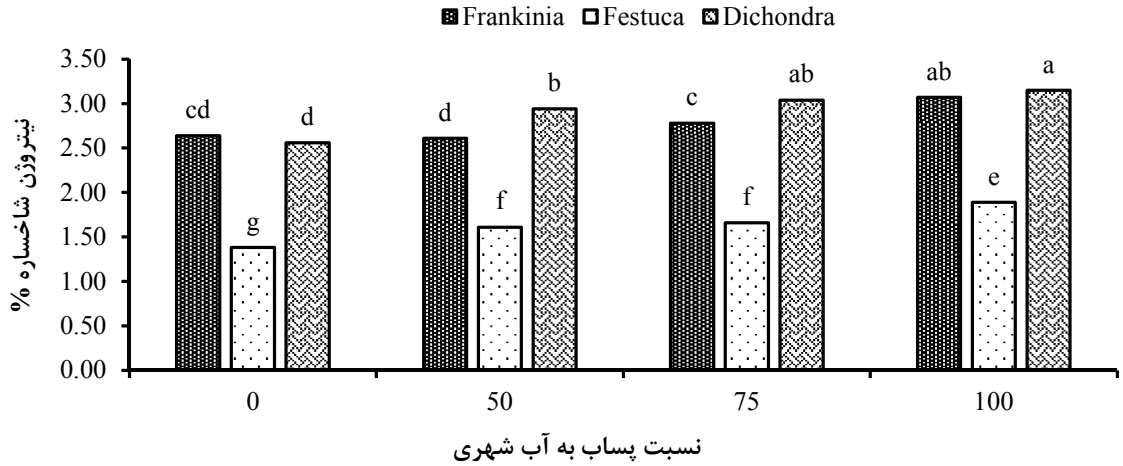
جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس پارامترهای مربوط به آزمایش تجزیه گیاه

Table 6. The results of the analysis of variance (mean square) on the parameters related to the plant decomposition test

پتاسیم ریشه Root Potassium	فسفر ریشه Root Phosphorus	نیتروژن ریشه Root Nitrogen	پتاسیم شاخساره Stem Potassium	فسفر شاخساره Stem Phosphorus	نیتروژن شاخساره Stem Nitrogen	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of Variable
32.312 *	0.014 *	0.571*	42.326 *	0.025 *	5.939 *	2	نوع گیاه Plant
0.170*	0.019 *	0.676 *	0.550 ns	0.003 *	0.412 *	3	تیمار Treatment
0.010 ns	0.006 *	0.06 *	0.547 ns	0.0001 ns	0.026 *	6	نوع گیاه × نوع تیمار Plant×Treatment
0.033	0.001	0.014	0.412	0.0001	0.008	24	خطای آزمایش Test Error
11.79	12.70	6.57	25.10	5.05	3.67	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V%

ns و * به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ درصد

ns and * are non-significant and significant at the 5% probability level, respectively



شکل ۳. نمودار اثر متقابل نوع گیاه و تیمار بر میانگین غلظت نیتروژن شاخسار

تیمارهای دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

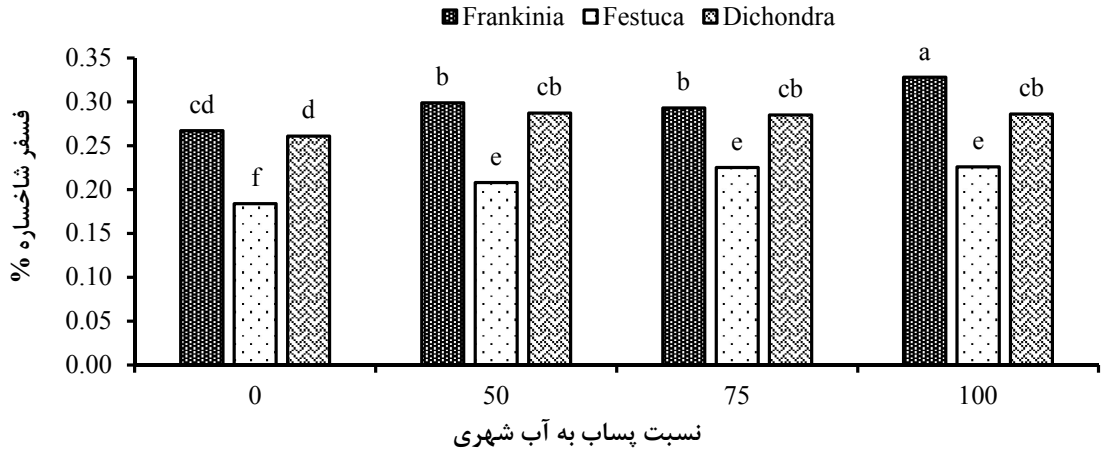
Fig. 3. Diagram of the interaction effect of plant type and treatment type on the average amount of nitrogen in Stems

Treatments with the same letter are not significantly different at 5% probability level

مقایسه با آب آبیاری بر روی تغییرات حاصله در خاک و گیاه یونجه با استفاده از آب معمولی و پساب به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر چهار تیمار و سه تکرار پرداخت، نتیجه به‌دست آمده بیانگر این بود که غلظت عناصر N، P و K در گیاه بعد از استفاده از پساب افزایش یافته است.

میزان فسفر در شاخسار

شکل (۴)، نمودار اثر متقابل نوع گیاه و تیمار بر میانگین مقدار

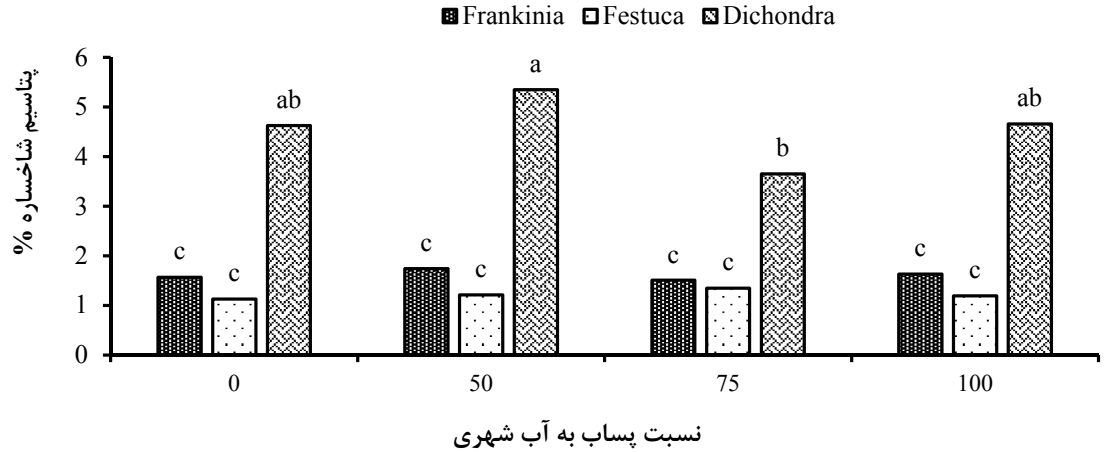


شکل ۴. نمودار اثر متقابل نوع گیاه و تیمار بر میانگین مقدار فسفر شاخسار

تیمارهای دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Fig. 4. Diagram of the interaction effect of plant type and treatment type on the average amount of phosphorus in Stems

Treatments with the same letter are not significantly different at 5% probability level



شکل ۵. نمودار اثر متقابل نوع گیاه و تیمار بر میانگین مقدار پتاسیم شاخسار

تیمارهای دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Fig. 5. Diagram of the interaction effect of plant type and treatment type on the average amount of potassium in Stems

Treatments with the same letter are not significantly different at 5% probability level

پارامتر فسفر شاخسار را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار ذکر شده می‌توان گفت مقدار فسفر در شاخسار تمامی گیاهان پوششی در حد بهینه (۰/۴- ۰/۲ درصد) می‌باشد که این مقدار در تیمارهای FR100، FE100 و DI100 نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب با افزایش حدود ۲۳، ۲۳ و ۱۰ درصد معنی‌دار هستند. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتیجه به‌دست آمده از پژوهش Ali Mohammadi (2014) هم‌خوانی کامل دارد.

میزان پتاسیم در شاخسار

شکل (۵)، نمودار اثر متقابل نوع گیاه و تیمار بر میانگین مقدار پتاسیم شاخسار را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های به‌دست آمده از این شکل می‌توان گفت، مقدار پتاسیم در شاخسار

گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه (۵- ۱/۵ درصد) بوده اما در گیاه فستوکاآبی از این مقدار کم‌تر می‌باشد که نشان‌دهنده علائم کمبود در این گیاه پوششی می‌باشد. همچنین مقدار پتاسیم در هیچ تیماری از گیاهان پوششی معنی‌دار نشد. به‌منظور بررسی اثر پساب تصفیه شده بر عملکرد گیاه ذرت آزمایشی مزرعه‌ای در قالب سه تیمار (آب چاه، پساب فاضلاب و مخلوط) و چهار تکرار انجام شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد بیش‌ترین میزان نیتروژن برگ و ساقه و دانه ذرت در آبیاری با پساب تصفیه فاضلاب و کم‌ترین مقدار در آبیاری با آب چاه به‌دست آمد. میزان فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شده در برگ و ساقه در هر سه تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت (Daneshvar et al., 2020).

نتیجه‌گیری

بررسی‌های به‌عمل آمده در این پژوهش نشان می‌دهد آبیاری با پساب کامل شامل تغییرات متفاوتی بر صفات رویشی گیاهان پوششی شده است، به‌طوری‌که هر گیاه پاسخ متفاوتی در مواجه به پساب کامل از خود نشان داده است. گیاه فرانکینیا بهترین پاسخ در آبیاری با پساب کامل را از خود نشان داده است چرا که در تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده بر روی صفات رویشی دارای عملکرد مناسب بوده است. گیاه فستوکاآبی در آبیاری با پساب کامل نسبت به تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌داری نبود و گیاه دایکوندرا نیز به دلیل کاهش بعضی از صفات رویشی در آبیاری با پساب کامل ضعیف عمل نمود و برای کاشت در فضای‌سبز با آبیاری با پساب کامل توصیه نمی‌گردد.

بررسی‌ها در خصوص تجزیه گیاهان پوششی نیز نشان داد، مقدار نیتروژن در شاخساره گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه می‌باشد، اما در گیاه فستوکاآبی مقدار نیتروژن در شاخساره از مقدار بهینه کمتر می‌باشد که نشان‌دهنده علائم کمبود در این گیاه می‌باشد. مقدار فسفر در شاخساره تمامی گیاهان پوششی در حد بهینه می‌باشد. مقدار پتاسیم در شاخسار گیاهان فرانکینیا و دایکوندرا در حد بهینه اما در گیاه فستوکاآبی از این مقدار کم‌تر می‌باشد که نشان‌دهنده علائم کمبود در این گیاه می‌باشد.

تشکر و سپاسگزاری

تضاد منافع

منابع مورد استفاده

1. Ali Mohammadi, R., 2014. Investigating the changes in soil and plants caused by irrigation using municipal wastewater and its effect on alfalfa yield. J.Water Agri. 29(1), 35–47.

2. Belaid, N., Neel, C., Lenain, J. F., Buzier, R., Kallel, M., Ayadi, A., Baudu, M., 2012. Assessment of metal accumulation in calcareous soil and forage crops subjected to long-term irrigation using treated wastewater: Case of El Hajeb - Sfax, Tunisia. J. Agri Envir, 158(1), 83–93. https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.002.

3. Blance, J.C., Homero L.V., 1998. Physico chemical and bacteriological characterization of wastewater from Mexico City, J.Water Sci, 37(1), 240–255, 1–8. https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00749-X.

4. Daneshvar, M., Fattahi, F., Rahmani, H., Modarres Sanavi, S.A.M., Sami, M., 2020. Effect of municipal wastewater irrigation and well water on plant and soil characteristics. J. N. Bio Sci, 12(2),409–419. https://doi.org/10.15835/NSB12210767.

5. Emami, A., 1996. Methods of Plant Analysis. first volume, Second ed, Publication No. 982, Water and Soil Research Institute, Agricultural Research and Training Organization, Ministry of Agriculture, Tehran. (In persian).

6. Emongor, V.E., Macheng, B.J., Kefilwe, S., 2012. Effects of secondray sewage effluent on the growth, development, fruit yield and quality of tomatoes (*Lycopersicon Karten*), J. Horti Sci , 944(944),29–40, https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.944.3

7. Fazeli, F., Eyni, H., 2019. Effect of urban wastewater treatment plant effluent irrigation on heavy metals uptake by fenugreek (*Trigonella Foenum graceum L.*), J. Plant Res, 35(1),24. (In persian).

8. Ghasemi- Qahsare, M., Kafi, M., 2014. Scientific and Practical Floriculture. Volume 3. First ed. Massoud Ghasemi-Qahsare publisher, Tehran. (In Persian).

نسخه پیش از انتشار

9. Hamouri, B. E., Handouf, A., Mekrane, M., Touzani, M., Khana, A., Khallayoune, K., Benchokrount, T., 1996. Use of wastewater for crop production under arid and saline conditions: yield and hygienic quality of the crop and soil contaminations. J. Water Sci, 33 (10-11), 327–334. https://doi.org/10.1016/0273-1223(96)00435-0
10. Hayssam, M. A., Siddiqui, M., Khamis, M. H., Hassan, F. A., Salem, M. Z. M., Ei- mahrouk, S. M., 2013. Performance of forest tree Khaya senegalensis (Desr.) A. juss. under sewage effluent irrigation. J. Eco Engin, 61(1), 117–126. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.09.051.
11. Kaab Omeir, M., Jafari, A., Shirmardi, M., Roosta, H., 2020. Effects of irrigation with fish farm effluent on nutrient content of basil and purslane. J. Bio Sci. 90(2), 825–831. https://doi.org/10.1007/s40011-019-01155-0.
12. Malekian, R., Hyderpour, M., Mostafizadeh Fard, B., Abdi Kopaei, J., 2017. Impact surface and subsurface irrigation with treated effluent on the properties of bermudagrass. J. Agri Sci, 4(1),15. (In persian).
13. Menegassi, C.L., Rossi, F., Dominical, D.L., Tommaso, G., Montes, C.R., Gomide, C.A., Gomes, T.M., 2020. Reuse in the agro-industrial: Irrigation with treated slaughterhouse effluent in grass. J. Clean Pro, 251, 119698. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119698.
14. Mousavi, S.R., Shahsavari, M., 2014. Effects of treated municipal wastewater on growth and yeild of maize. J. Bio, 35(3), 2249–3239.
15. Mozaffari Hashjin, A., 2017. Feasibility and Comparative Studies of Reuse of Karaj Treatment Plant Effluent for Green Space Irrigation. MSc Thesis, Tehran University, Tehran, Iran, (In Persian).
16. Narimani, H. Irannejad, P. Kiani, M. and Gharabali, R. 2012. Effect of irrigation with treated sewage effluent on the growth of Aldar pine in the forests of Isfahan iron smelting plant. Proceedings of 2nd Conference of International environmental protection & planning. August 24, Isfahan, Iran (In Persian).
17. Partani, S., Mahmoudi-Mozaffar, A., 2019. Investigating the effect of irrigation with urban sewage on the growth indicators of green space species in Tehran (*Nerium Oleander and Festuca*). J. water Devel, 8(1), 79–88. https://doi.org/10.22067/JWSD.V8I1.88527. (In Persian).
18. Pandey, R. and Singh, J. 2015. Effect of industrial wastewater irrigation on productivity of wheat crop. J. Envi Sci, 6(3),225. https://doi.org/10.6088/ijes.6045.
19. Pereira, L. S., Owes, T., 2002. Irrigation management under wader water scarcity. J. Water Manage, 57(3-30), 175–206. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6.
20. Salarian, M., Alizadeh, A., Davari, K., Ansari, H., 2017. The effect of different levels of salinity and irrigation water on physiological indicators and performance of hot pepper in a smart drip irrigation system. J. Irrig & Drain, 11(3), 322–334. (In Persian).
21. Singh, P. K., Deshbhratar, P. B., Ramteke, D. S., 2012. Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties yield and environment. J. Water Manage, 103: 100–104. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.10.022.
22. Soleimani, H., Mansouri, B., Kiani, A., Khalid Omer, A., Tazik, M., Ebrahimzadeh, GH. and Sharafi, K., 2023. Ecological risk assessement and heavy metals accumulation in agriculture soils irrigated with treated wastewater effluent, river water, and wellwater combined with chemical fertilizers. J. Water Sci. 25(2), 233–255, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14580.
23. Tabatabai, S., 2013. Principles of Plant Mineral Nutrition. First ed, Publications of Tabriz University, Tabriz. (In Persian).