Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Effect of Using Urban Sewage Wastewater on Quantitative and Qualitative Performance of *Pelargonium graveolens* L.

Zahra Zamani[1], Zahra Mahjoub[2], Reza Tamrtash[*3]

1. PhD. of Rangeland Sciences, Department of Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
2. MSc. of Rangeland Sciences, Department of Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
3. Corresponding author; Associate Prof., Department of Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: rezatamartash7@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 2

Article history:
Received: 25.02.2024
Revised: 15.05.2024
Accepted: 23.07.2024

Keywords:
Sewage wastewater,
Pelargonium graveolens,
Medicinal plant,
Qualitative yield.

Abstract

Background and objectives: Increasing population growth and demand for water and food, coupled with limited water resources and recent droughts, have directed attention towards the use of unconventional water sources. This research aims to investigate the effects of different levels of irrigation with urban sewage effluent on the quantitative and qualitative yield of Pelargonium graveolens.

Methodology: This study was conducted in a completely randomized design with five levels of sewage effluent (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) and three repetitions under pot cultivation conditions in Ramzanpur greenhouse, Babol city. Laboratory analysis was performed at Babol Water Factory and the University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari. Variables measured included the number of root branches, stem length, leaf area index, number of leaves, number of lateral branches, fresh and dry weight of the plant, and the compounds extracted from the essential oil of the aerial parts before the flowering stage. Essential oil was extracted using a Clevenger apparatus and analyzed with a gas chromatograph connected to a mass spectrometer. Data were statistically analyzed using SPSS software.

Results: The qualitative analysis of Pelargonium graveolens revealed 12 compounds in the GC/MS output. Variance analysis indicated that sewage effluent significantly affected stem length ($p\leq0.05$), leaf area index ($p\leq0.01$), and all essential oils ($p\leq0.01$). The highest stem length was observed at 75% effluent (174.74 cm) and the highest leaf area index at 100% effluent (4.95). The compounds Butanoic Acid, Geraniol, β-bourbonene, δ-cadinene, and Spathulenol showed significant differences at all levels. Correlation analysis demonstrated significant relationships between morphological attributes and essential oil compounds. Notably, stem length had a high negative correlation with Geraniol ($R\geq0.7$, $p\leq0.01$) and a negative moderate correlation with 2,6-octadiene ($0.5\leq r\leq0.7$, $p\leq0.05$). The number of leaves correlated negatively with 2,6-octadiene, while Germacrene D had a positive correlation with leaf area. Plant dry weight showed a negative moderate correlation with δ-cadinene.

Conclusion: Pelargonium graveolens can maintain quantitative and qualitative growth for at least one growing season when irrigated with a mixture of 50% wastewater and 50% normal water. The use of wastewater positively influenced soil

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

nutrients, resulting in proper growth, increased biomass, and enhanced production of secondary metabolites. It is recommended to use urban wastewater in accordance with existing standards for irrigating this plant, especially under water shortage conditions.

Cite this article: Zamani, Z., Z. Mahjoub, R. Tamrtash, 2024. Effect of Using Urban Sewage Wastewater on Quantitative and Qualitative Performance of *Pelargonium graveolens* L. Journal of Rangeland, 18(2): 306-325.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

اثر استفاده از پساب فاضلاب شهری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی شمعدانی عطری(*Pelargonium graveolens* L.)

زهرا زمانی[۱]، زهرا محجوب[۲]، رضا تمرتاش[۳*]

۱. دکتری علوم مرتع، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲. کارشناسی ارشد علوم مرتع، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: rezatamartash7@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۳؛ جلد ۱۸، شماره ۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۱۰/۲۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۹

واژه‌های کلیدی:
آب های نامتعارف،
شمعدانی عطری،
گیاهان دارویی،
ماده موثره.

چکیده

سابقه و هدف: رشد روز افزون جمعیت و افزایش تقاضا برای آب و غذا در کنار محدودیت منابع آب و خشکسالی‌های اخیر، نظر برنامه‌ریزان و متخصصین این حوزه را به استفاده از آب‌های نامتعارف معطوف کرده است. در همین راستا، هدف از این پژوهش بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری با پساب فاضلاب شهری بر عملکرد کمی و کیفی گونه شمعدانی عطری است.

مواد وروش‌ها: پژوهش حاضر در قالب طرح کاملا تصادفی در پنج سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پساب در آب شهری) همراه با سه تکرار در شرایط کشت گلدانی در گلخانه رمضان‌پور در شهرستان بابل و عملیات آزمایشگاهی آن در کارخانه بابل آب و دانشگاه علوم و منابع طبیعی ساری اجرا شد. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل تعداد انشعابات ریشه، طول ساقه، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن‌تر و خشک گیاه و مقدار ترکیبات مستخرج از اسانس اندام‌های هوایی شمعدانی‌عطری قبل از مرحله گلدهی بوده است. اسانس گیاه توسط دستگاه کلونجر استخراج و آنالیز آن توسط دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی انجام و ترکیبات موجود در اسانس گزارش شدند. داده‌های به‌دست آمده در محیط نرم افزار SPSS مورد بررسی آماری قرار گرفتند.

نتایج: نتایج حاصل از بررسی شاخص های کیفی گیاه شمعدانی عطری نشان داد در میان ترکیبات مستخرج از خروجی دستگاه GC/MS، در مجموع ۱۲ترکیب یافت شد. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گونه شمعدانی عطری در سطوح مختلف پساب نشان داد پساب اثر معناداری بر طول ساقه ($p\leq0.05$)، شاخص سطح برگ ($p\leq0.01$) و همه ترکیبات مستخرج از اسانس ($p\leq0.01$) داشته است. بطوریکه در نتایج دریافتی، بیشترین طول ساقه در شرایط ۷۵درصد (۱۸/۷۴ سانتی متر) و بالاترین شاخص سطح برگ در شرایط ۱۰۰ درصد پساب بوده است (۴/۹۵). همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین ترکیبات مستخرج از اسانس نشان داد ترکیبات Butanoic acid ، Geraniol، β- Bourbonene، δ-Cadinene و Spathulenol در تمامی سطوح نسبت به شاهد تفاوت معنی داری را نشان داده اند. ضریب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه *Pelargonium graveolens* نشان داد که صفت طول ساقه با ترکیب Geraniol بالاترین همبستگی منفی ($r\geq0.7$) را در سطح ۰/۰۱ و با ترکیب 2,6-Octadiene همبستگی منفی و متوسطی ($0.5\leq r\leq0.7$) در سطح ۰/۰۵ داشته است. همچنین صفت تعداد برگ با ترکیب 2,6-Octadiene همبستگی منفی و متوسطی را نشان داده است. این درحالی است که ترکیب GermacreneD با صفت سطح برگ همبستگی متوسط و مثبتی را دارا

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

است. ضریب همبستگی میان وزن خشک گیاه با ترکیب δ-Cadinene نیز بیانگر همبستگی منفی و متوسط است.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های مقاله حاضر، بیان می‌شود که گیاه شمعدانی عطری در شرایط استفاده از پساب ترکیب شده با آب معمولی به نسبت ۵۰ درصد، حداقل طی یک دوره رویشی می تواند به رشد مطلوب خود از نظر کمی و کیفی ادامه دهد. به طوریکه استفاده از پساب در این مطالعه، با تاثیر بر مواد مغذی خاک، سبب رشد مناسب، افزایش بیوماس و تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاه شمعدانی‌عطری شده است. لذا استفاده از ترکیب فاضلاب شهری با رعایت استانداردهای موجود و آب معمولی در جهت آبیاری این گونه گیاهی و یا به منظور پرورش و اهلی سازی آن در شرایط کم‌آبی توصیه می‌شود.

استناد: زمانی، ز.، ز. محجو، ر. تمرتاش، ۱۴۰۳. اثر استفاده از پساب فاضلاب شهری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی شمعدانی عطری(*Pelargonium graveolens* L.). مرتع، ۱۸(۲): ۳۰۶-۳۲۵.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تاثیر زیادی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی دارد (۱۹). از آن‌جا که ایران به شدت از لحاظ کمبود منابع آب رنج می‌برد، در بلند مدت بحران منابع آب می‌تواند به یک مسئله بحرانی تبدیل شود (۱۵ و ۲۸). لذا استفاده از منابع آبی نامتعارف که منجر به کاهش فشار بر منابع آب شیرین شود، روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. نامتعارف بودن، دلیل بر غیرمصرفی بودن این منابع نیست بلکه خصوصیات فیزیکی وشیمیایی آن‌ها موجب می‌شود تا ضمن کاربرد، عملیات و مدیریت ویژه‌ای به کارگرفته شود (۲). استفاده مجدد از هرگونه منابع آب نامتعارف باید گونه‌ای باشد که کمترین اثرات زیست محیطی را به همراه داشته باشد (۲۰).

با توجه به اینکه در ایران بخش بزرگی از آب مورد استفاده شهرهای بزرگ به فاضلاب شهری تبدیل می‌شود (۱۵و ۳۹)، افزایش تدریجی فاضلاب‌های شهری، جایگزینی آب مورد نیاز تولیدات گیاهی با پساب تصفیه شده حاصل از فاضلاب‌های شهری، به عنوان منبع آبی مطمئن و ارزان قیمت تاحدودی می‌تواند از مشکلات ناشی از تامین آب شیرین و معضلات بهداشتی این فاضلاب‌ها بکاهد (۶ و ۷). افزایش حاصلخیزی زمین یکی از هزینه‌های عمده جاری در فعالیت‌های کشاورزی است در حالی که پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها دارای مواد مغذی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم در حد مطلوب است به‌طوری که مطالعات انجام شده نشان داده که بسیاری از گیاهان آبیاری شده با پساب نیازی به افزودن کودهای شیمیایی یا حیوانی ندارند (۳۴ و ۴۲). بنابراین با اعمال مدیریت مناسب و استفاده صحیح از پساب‌ها می‌توان ضمن تأمین بخشی از نیازهای غذایی گیاهان زراعی و دارویی، سبب بهبود حاصلخیزی خاک شده و فرصتی برای پیوستن ایمن‌تر پساب‌های شهری به چرخه آب فراهم گردد (۳۰ و ۴۲). با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، در سال‌های اخیر توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی شده است که با افزایش مصرف آن‌ها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، ضروری است (۲۶). نظر به نقش حیاتی گیاهان دارویی و استفاده گسترده از آنها در پیشبرد اهداف ملی و دستیابی به معیارهای جهانی در راستای تحقق سلامت و نشاط جامعه، خودکفایی، ایجاد اشتغال، توسعه اقتصادی، زیست محیطی، امنیت غذایی و حفظ ذخایرژنتیکی بررسی این گیاهان در زمینه های مختلف امری اجتناب ناپذیر است (۱۳، ۱۶، ۲۵، ۲۷ و ۲۹). شعمدانی‌عطری با نام علمی *Pelargonium graveolens* گیاهی است کند رشد و چندساله که از تیره شعمدانی(Geraniaceae) است. عصاره برگ گیاه شعمدانی عطری غنی از ترکیبات فلاونوییدی و اسیدهای چرب ضروری است(۱۰ و ۱۹). انواع ویتامین‌ها مانند ویتامین A وE و کومارین نیز از ترکیبات شاخص این عصاره است. اسانس شعمدانی‌عطری بویی تند و شبیه عطر رز دارد و حاوی ترکیبات اسانسی شامل ژرانیول، سیترونلول، ترپینئول و الکل‌ها است (۱۰ و ۱۹). اسانس برگ های این گیاه با سه جنبه کاربرد طبی، عطری - ادویه‌ای و صنایع غذایی اهمیت ویژه‌ای دارد و خواص ضد باکتریایی، ضدقارچی و ضد میکروبی آن گزارش شده است (۹ و ۱۹).

کریم پور و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعاتی که به بررسی اثر استفاده از آب‌های نامتعارف مغناطیسی و شور بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه مریم گلی (*Salvia* L.) انجام دادند بیان نمودند که استفاده از آب مغناطیسی از کاهش معنی‌دار وزن اندام هوایی گیاه مریم گلی جلوگیری کرده و تغییرات غیرقابل توجهی در اسانس گیاه مریم گلی به وجود آورده است.

قاسمی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی تاثیر فاضلاب تصفیه شده شهری بر رشد و فیزیولوژی گیاه ختمی (*Althaea offivinalis*) پرداختند و بیان داشتند که تیمار فاضلاب سبب افزایش طول گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ گیاهان شد. همچنین بیشترین میزان رشد در تیمار گیاهان با فاضلاب رقیق نشده بدست آمد. در پاسخ به تیمار فاضلاب، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی از قبیل کلروفیل‌های a، b وکلروفیل کل و کاروتنوئیدها افزایش معنی‌دار یافت و بیشترین میزان افزایش در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب مشاهده شد. آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها در پاسخ به فاضلاب افزایش یافتند درحالیکه میزان پروتئین‌ها کاهش یافت. در پاسخ به آبیاری فاضلاب، عناصر سرب و کادمیوم در ریشه و برگ

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

گیاهان یافت نشد و به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان‌دهنده واکنش مثبت گیاه ختمی، به آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده شهری بود.

شهیدی و همکاران (۲۰۲۳) طی مطالعه‌ای به بررسی تأثیر نوع آبیاری با ترکیب پساب تصفیه شده و آب شور بر جذب برخی فلزات سنگین در بذر جو (*Hordeum vulgare*) پرداختند. نتایج مطالعات آنها نشان داد نتایج نشان داد که غلظت آرسنیک جو در تمامی تیمارها ناچیز بوده و دامنه تغییرات منگنز بین ۶۸/۴ تا ۹۶/۵ و آلومینیوم بین ۳۹ تا ۱۱۵/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده که مطابق با استاندارد خوراک دام است. در این راستا غلظت منگنز و آلومینیوم در تیمار آبیاری به‌ترتیب ۷۹/۴ و ۵۳/۷ و در تیمار آبیاری مختلط ۷۸/۳ و ۵۲/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. با تغییر رژیم آبیاری از ۵۰ درصد نیاز آبی به ۱۰۰ درصد، نقش شوری آب در تجمع فلزات کاهش و نقش مواد آلی فاضلاب تصفیه شده افزایش یافت. نتایج این تحقیق از نظر تاثیر سطح آب آبیاری یک در یک و اختلاط با پساب تصفیه شده و آب نمک در کاهش تجمع فلزات سنگین در دانه جو، به عنوان دو راهکار مدیریتی کم‌هزینه، راهنمای خوبی در استفاده ایمن از این آب‌های نامتعارف هستند.

صحرائیان و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق خود بر تغییرهای مورفوفیزیولوژیک و ترکیب‌های اسانس مرزه باغی (*Satureja hortensis*) آبیاری شده با پساب تصفیه شده نتیجه گرفتند با ترکیب آب چاه و پساب تصفیه شده ویژگی‌های رشدی و عملکرد اسانس افزایش یافته و مصرف آب موردنیاز برای آبیاری گیاه کاهش یافته است. ریگی‌کاروندری و همکاران (۲۰۱۹) در تأثیر آبیاری با پساب بر خصوصیات کمی گیاه دارویی رزماری(*Rosmarinus officinalis*) و السوکری و همکاران (۲۰۲۰) بر گیاه معطر پونه کوهی (*Origanum vulgare*) بیان نمودند که عملکرد اندام هوایی، عملکرد شاخه گلدار، مقدار اسانس و غلظت برخی عناصر در برگ گیاهان مانند آهن کلسیم فسفر نیتروژن و منگنز در شرایط آبیاری با فاضلاب به طور معنی داری افزایش یافته است. جمالی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی اثر آب‌های نامتعارف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کینوا (*Chenopodium quinoa*) بیان نمودند که برخی عناصر مورد نیاز گیاه نظیر سدیم، پتاسیم، کلسیم وکلر در پساب سبب افزایش عملکرد گیاه کینوا شده است. علی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی که باعنوان آبیاری با پساب بر روی نهال *Khaya senegalensis* انجام دادند بیان داشتند که نهال‌های آبیاری شده با پساب در مقایسه با آب معمولی از رشد طولی و قطری بیشتری برخوردار بوده و غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، روی و آهن در خاک و نهال به طور معنی داری افزایش داشته است. احسان و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی اثر آبیاری با آب‌های نامتعارف بر روی ترکیبات اسانس گونه رز معطر (*Rosa damascena*) اظهار داشتند که استفاده از فاضلاب تصفیه شده تفاوت‌های کمی در ترکیبات عطری و ترکیب شیمیایی اسانس ایجاد کرده است.

با توجه به اینکه تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل موثر در مراحل رشد گیاهان دارویی است؛ استفاده از پساب تصفیه شده به‌دلیل دارا بودن مواد آلی و معدنی فراوان به عنوان جایگزین آب مورد نیاز کشاورزی در شرایط کم آبی ضروری به نظر می‌رسد و می‌تواند در مدیریت منابع آبی نقش چشم‌گیری داشته باشد (۷).

لذا نظر به اینکه در رابطه با اثرات پساب بر گیاهان دارویی خصوصا در رابطه با گیاه مرتعی شمعدانی عطری تحقیقات کمتری انجام شده است؛ هدف اصلی این پژوهش بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری با پساب فاضلاب شهری بر عملکرد کمی و کیفی این گونه می باشد تا بتوان راهکار مناسبی به منظور تعیین غلظت مناسب پساب فاضلاب برای افزایش تولید محصول و اسانس ارائه داد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر پساب بر ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه شمعدانی عطری در شرایط گلخانه‌ای در گلخانه زینتی رمضان‌پور در شهرستان بابل و عملیات آزمایشگاهی آن درکارخانه بابل آب و دانشگاه علوم و منابع طبیعی ساری در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملا تصادفی در پنج سطح (۱۰۰درصد پساب)، (۷۵ درصد پساب + ۲۵درصد آب شهری)، (۵۰ درصد پساب +۵۰ درصد آب شهری)، (۲۵ درصد پساب + ۷۵ درصد آب

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

شهری)، (۱۰۰ درصد آب شهری) در سه تکرار اجرا گردیده است.

بذر شمعدانی عطری از مرکز بذر در تهران تهیه گردید. بذرها پس از ضدعفونی با با هیپوکلریت سدیم یک درصد و شستشو با آب مقطر به گلدان‌ها منتقل و در عمق حداکثر ۰/۵ سانتی‌متر کشت شدند و روی آن‌ها توسط لایه‌ای از ماسه‌بادی به‌منظور تسهیل در جوانه‌زنی پوشانده شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت. همچنین برای جلوگیری از اثر سله بر سبز شدن و ظهور گیاهچه شمعدانی معطر تا زمان خروج گیاهچه مرتب پس از خشک شدن خاک سطحی آبیاری انجام گرفت. برای کشت گلدانی، از گلدان‌هایی با قطر ۲۰ سانتی‌متر استفاده و عملیات وجین علف‌های هرز در مرحله پنج‌برگی انجام شد. اعمال تیمار آبی با پساب در مرحله ۴-۵ برگی آغاز شد. پس از کشت، تیمارهای آبی به فاصله زمانی هر هفته استفاده شده و پساب تصفیه شده به صورت هفتگی از ایستگاه تصفیه فاضلاب شهری بابل تهیه و به گلخانه محل کشت گیاهان منتقل شد (شکل ۱).

شکل ۱: آبیاری گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف پساب

خاک مورد استفاده نیز، قبل از کشت گیاه به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل و خصوصیات آن اندازه‌گیری شد(جدول ۱).

جدول ۱: خصوصیات خاک مورد استفاده

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	آهن (پی پی ام)	منگنز (پی پی ام)
رسی- شنی	۱/۵	۷/۸۶	۰/۰۶	۵/۱	۷/۳	۵/۲

آب مورد استفاده در آبیاری، ازپساب تصفیه‌شده فاضلاب شهری بابل برداشت گردید. خصوصیات پساب تصفیه‌شده براساس گزارشات تصفیه‌خانه شهرک صنعتی بابل در جدول نشان داده شده است (جدول ۲).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

جدول ۲: مشخصات پساب مورد استفاده در آبیاری (فاضلاب تصفیه‌شده بابل)

ردیف	فاکتور	نتایج	محدوده استاندارد بر مبنای استانداردها و معیارهای فنی معاونت آب و آبفای وزارت نیرو (۳۴).
۱	اسیدیته	۷/۹	۸- ۶/۵
۲	هدایت الکتریکی	۰/۹۱	۷/۵ – ۲/۵
۳	فسفات(پی پی ام)	۲۰	۵۰
۴	نیترات (پی پی ام)	۱۵/۸	۱۳۰
۵	منیزیم (میلی گرم بر لیتر)	۲/۵۴	۸/۲
۶	منگنز(میلی گرم بر لیتر)	۰/۰۴ - ۰	۱
۷	کدورت آب (میلی گرم بر لیتر)	۷۲/۲ – ۴/۱۱	۵
۸	آهن(پی پی ام)	۰/۱۲ – ۰/۰۴	۳
۹	سختی آب(پی پی ام)	۶۴۰- ۴۶۰	۵۰۰- ۲۰۰
۱۰	سولفات (پی پی ام)	۶۴۰- ۵۲۸	۵۰۰
۱۱	کلر(پی پی ام)	۱۷۰۰- ۱۱۶۰	۶۰۰
۱۲	کل مواد جامد محلول (میلی گرم بر لیتر)	۶۰۰	۱۵۰۰
۱۳	کل مواد جامد معلق در آب(میلی گرم بر لیتر)	۹۲/۸- ۱۶/۴	۴۰
۱۴	اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی(میلی گرم بر لیتر)	۱۲/۹	۱۰۰
۱۵	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (میلی گرم بر لیتر)	۲۴-۵۵	۲۰۰

برداشت گیاهان براساس مشاهده علائم ظاهری رسیدگی که به صورت زردی و خشکی برگ‌ها بود انجام شد که پیش از مرحله گلدهی صورت پذیرفت. به منظور بررسی رشد گیاه، شاخص های مربوط به اندام هوایی گیاه شامل طول ساقه، تعدادشاخه‌های جانبی، تعداد و شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک با ۳ تکرار اندازه‌گیری شدند. به‌طوریکه طول ساقه توسط کولیس برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه های جانبی و تعداد برگ نیز شمارش و ثبت شد. جهت اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، از هر گیاه موجود در گلدان یک برگ به صورت تصادفی انتخاب و سطح برگ آن‌ها به وسیله‌ی دستگاه سطح برگ سنج (مدل دلتا) اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت گردید. درنهایت نمونه‌های گیاهی برای تعیین وزن تر و خشک به وسیله‌ی ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند.

به منظور استخراج اسانس؛ اندام هوایی گیاه پیش از مرحله گلدهی برداشت شد. سپس ۱۰۰ گرم از برگ های تازه خرد شده از هر تیمار با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس روغنی گیاه به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت استخراج گردید (۴۳). اسانس حاصل توسط سولفات سدیم به مقدار یک دهم وزن به دست آمده ، آبگیری شد و تا زمان تزریق به دستگاه‌های کروماتوگرافی در دمای ۴ درجه سانتی گراد در ظروف شیشه ای دربدار در یخچال نگهداری شد. سپس آنالیز اسانس های به‌دست آمده توسط دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی با مشخصات GC: VARIAN CP-3800 و MS: VARIAN saturn 2200 با نوع ستون vf-5ms، طول و قطر ستون 30m×0.32mm×0.25micron، درجه حرارت محل تزریق: 60-240◦C at 5◦C/min، همراه با گاز حامل هلیوم و حجم تزریق نمونه 2µL انجام شد و ترکیبات موجود در اسانس گزارش شدند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی و کیفی، پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف، اثر پساب بر عملکرد کمی و کیفی گیاه شمعدانی عطری توسط آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت. همچنین رابطه همبستگی بین عملکرد گیاه و هر یک از تیمارها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون به‌دست آمد. تمامی آزمون‌های فوق توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت پذیرفت. نمودارها در محیط اکسل رسم شدند.

نتایج

به‌منظور ارزیابی معنی‌داری اثر سطوح مختلف آبیاری با پساب بر روی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه مورد نظر از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده گردید. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی *Pelargonium graveolens* در سطوح مختلف پساب نشان داد پساب اثر معناداری بر طول ساقه و

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

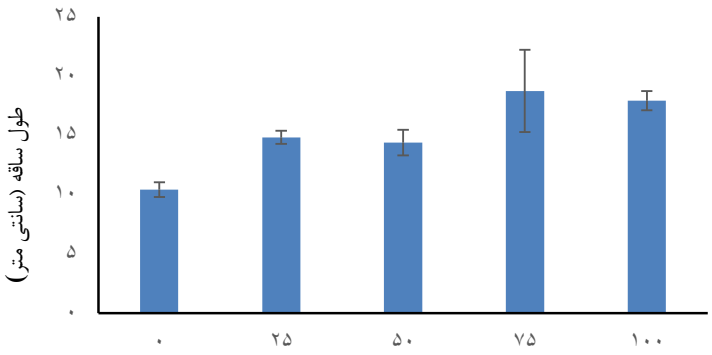
شاخص سطح برگ به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد دارد (جدول ۳).

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب

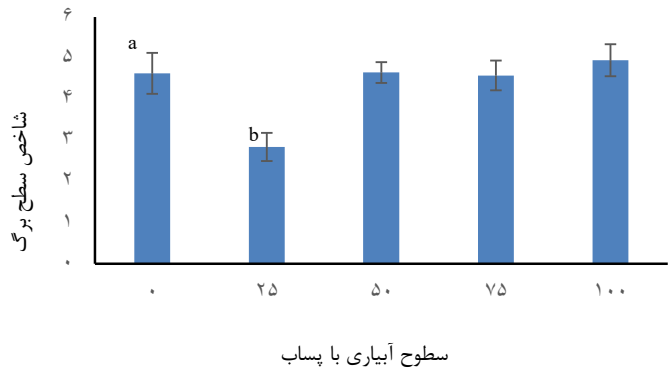
منبع تغییرات	صفات مورد بررسی	درجه آزادی	آماره F
آبیاری	تعداد انشعابات ریشه	۴	۰/۵۰^{ns}
	طول ساقه	۴	۳/۷۱*
	شاخص سطح برگ	۴	۴/۹۳**
	تعداد شاخه های جانبی	۴	۰/۹۲^{ns}
	تعداد برگ	۴	۱/۴۶^{ns}
	وزن تر گیاه	۴	۰/۳۶^{ns}
	وزن خشک گیاه	۴	۱/۸۱^{ns}

ns: عدم معنی داری/ **: معنی دار در سطح یک درصد/ *: معنی دار درسطح پنج درصد

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات طول ساقه و شاخص سطح برگ (تنها صفاتی که اثر پساب بر آنها معنی دار شده است) در گیاه *Pelargonium graveolens* در سطوح مختلف پساب نشان داد طول ساقه در سطح شاهد اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح داشته اما در سطح ۲۵ و ۵۰ درصد پساب نسبت به هم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد پساب نسبت به هم دیده نشده است. برای صفت شاخص سطح برگ اختلاف معنی‌داری در سطح ۲۵ درصد پساب نسبت به سایر سطوح نشان داده نشده است (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲: مقایسه میانگین طول ساقه گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب

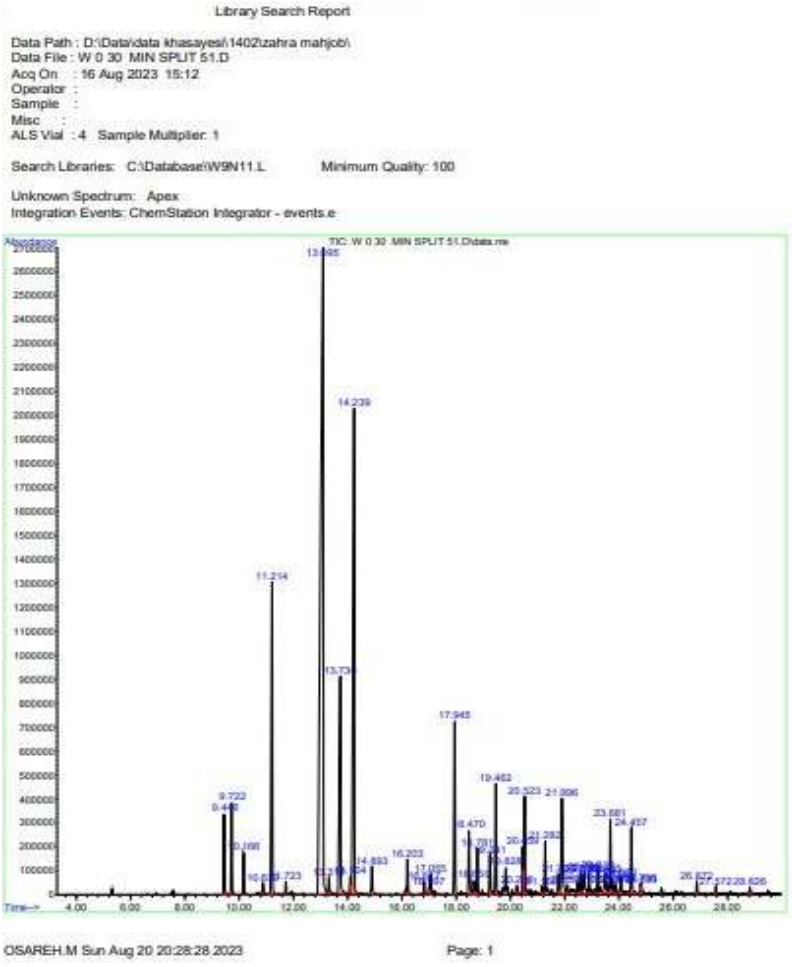


شکل ۳: مقایسه میانگین شاخص سطح برگ گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب

کروماتوگرام اسانس شمعدانی عطری در سطوح مختلف در شکل ۴ الی ۸ نمایش داده شده است.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

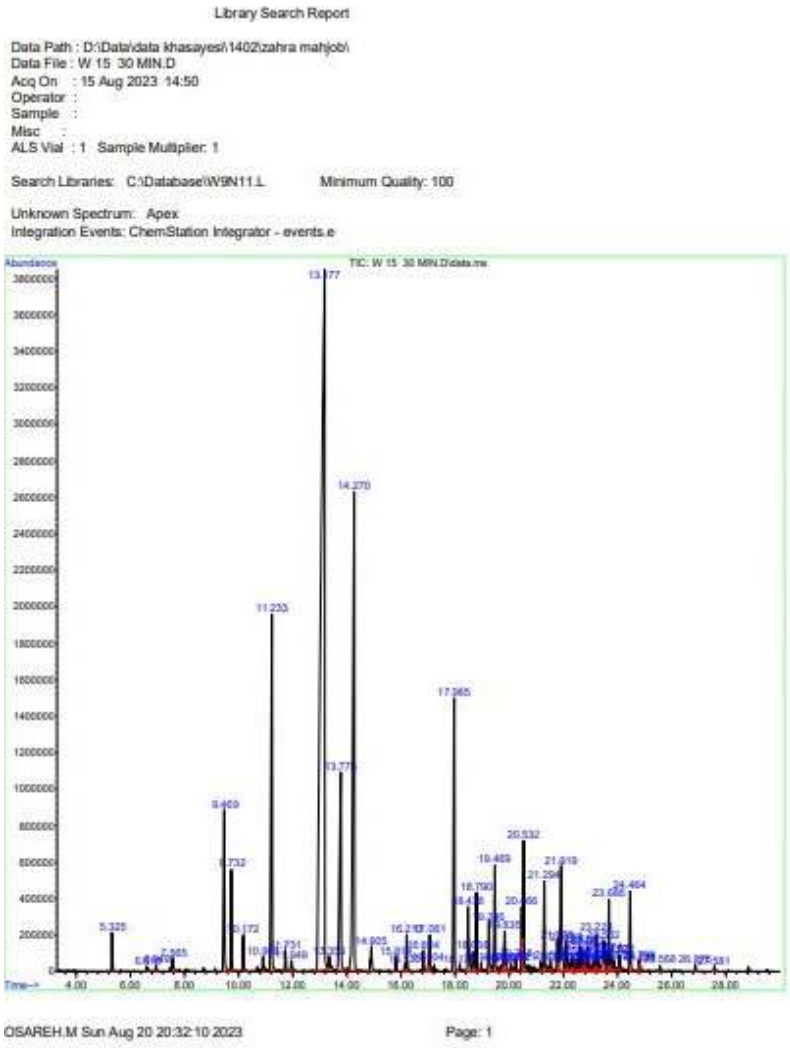
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]



شکل۴: کروماتوگرام اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطح شاهد

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

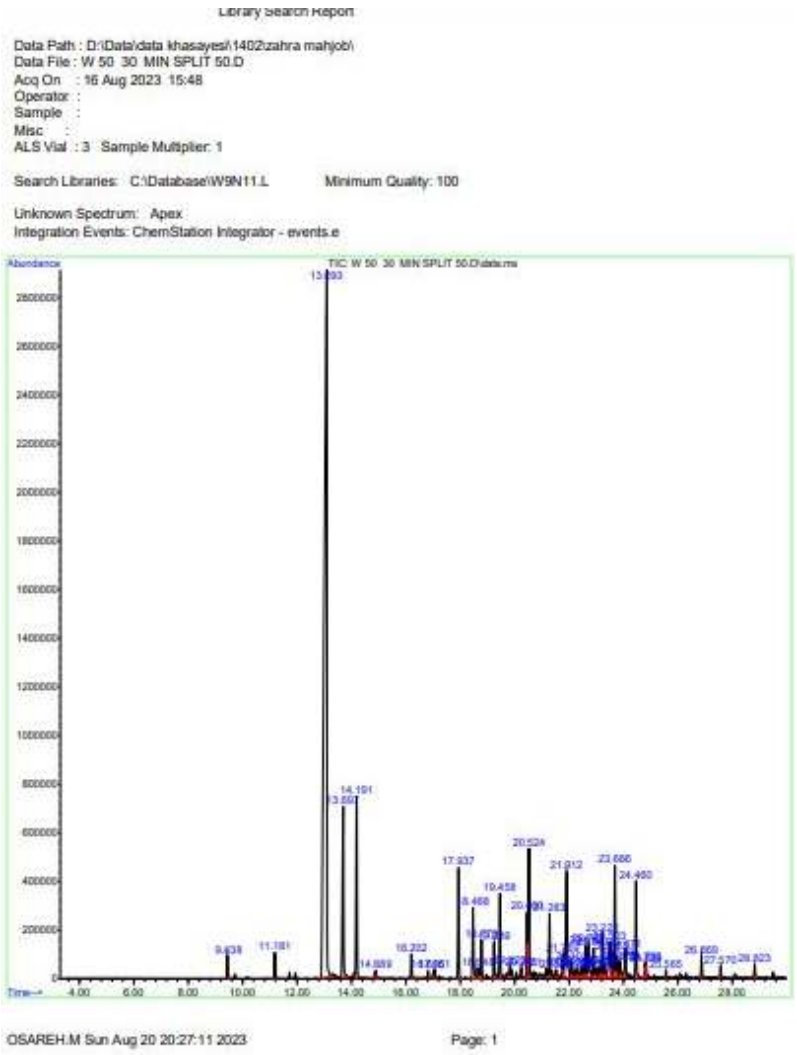
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]



شکل ۵: کروماتوگرام اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطح ۲۵ درصد پساب

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

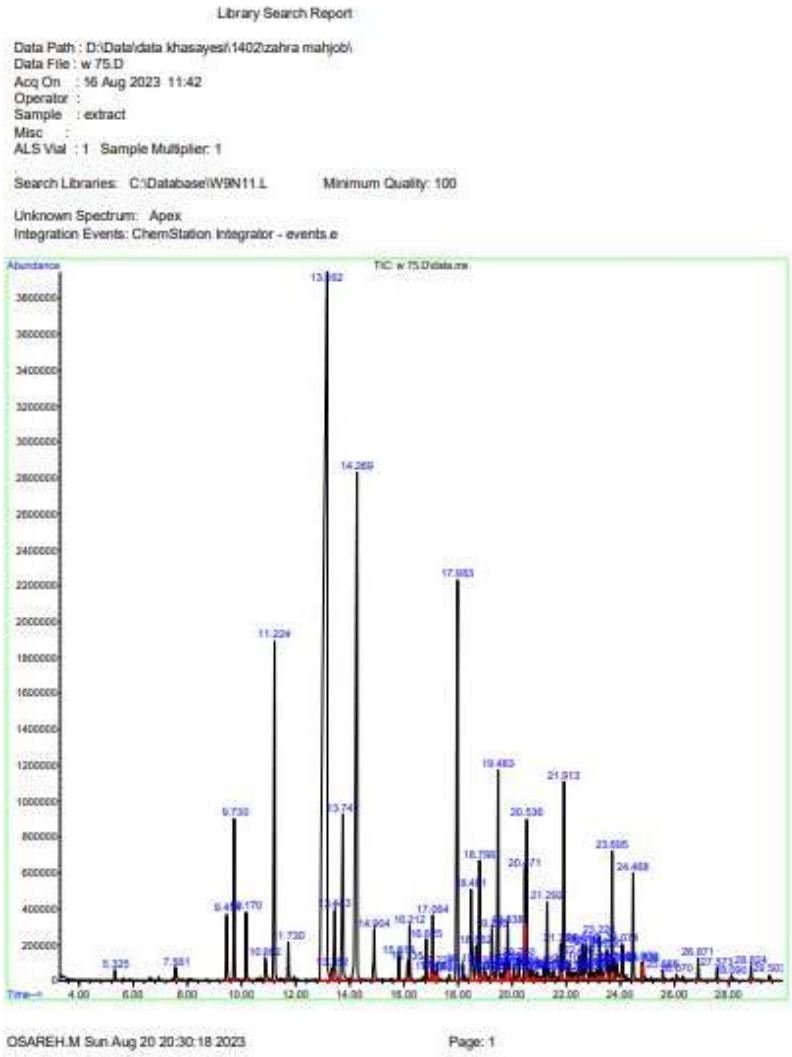
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]



شکل ۶: کروماتوگرام اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطح ۵۰درصد پساب

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

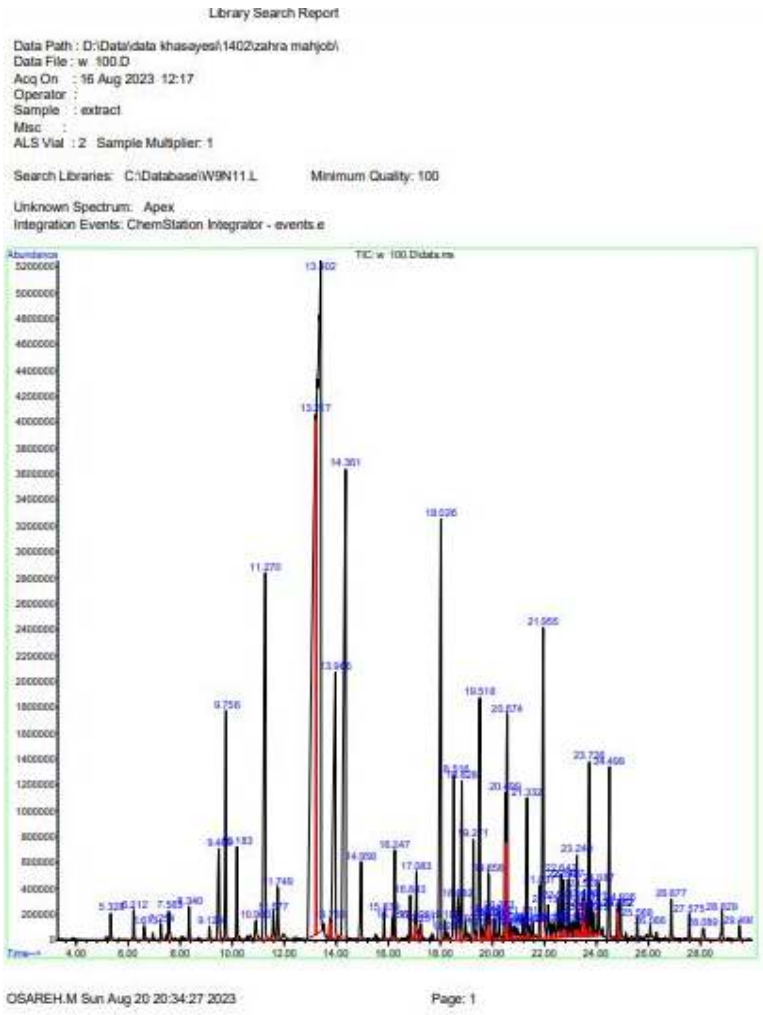
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]



شکل ۷: کروماتوگرام اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطح ۷۵درصد پساب

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]



شکل ۸: کروماتوگرام اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطح ۱۰۰درصد پساب

نتایج حاصل از بررسی شاخص های کیفی گیاه شمعدانی عطری نشان داد در میان ترکیبات مستخرج از خروجی دستگاه GC/MS، در مجموع ۱۲ترکیب یافت شد (جدول ۴).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

جدول ۴: ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس
۱	2,6-Octadiene, 2,6-dimethy	۹۷۷
۲	Butanoic acid	۱۰۹۷
۳	Citronellol	۱۱۵۱
۴	Geraniol	۱۲۵۶
۵	Geranyl acetate	۱۳۷۵
۶	β- Bourbonene	۱۴۱۲
۷	Caryophyllene	۱۴۱۹
۸	Germacrene D	۱۴۴۸
۹	Bicyclogermacrene	۱۴۹۹
۱۰	δ-Cadinene	۱۵۲۲
۱۱	Spathulenol	۱۵۸۹
۱۲	Geranyl tiglate	۱۶۹۶

تجزیه واریانس ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب نشان داد پساب اثر معنی‌داری بر همه ترکیبات در سطح ۰/۰۱ ($P\leq0.01$) دارد (جدول ۵).

جدول ۵: تجزیه واریانس ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب

منبع تغییرات	ترکیبات	درجه آزادی	آماره F
آبیاری	2,6-Octadiene	۴	۱۱۰/۷۴**
	Butanoic acid	۴	۲۳۱/۳۹**
	β-Citronellol	۴	۲۴۶/۱۴**
	Geraniol	۴	۸/۵۵**
	Geranyl acetate	۴	۳۶/۴۸**
	β- Bourbonene	۴	۲۱/۸۴**
	Caryophyllene	۴	۹/۴۳**
	GermacreneD	۴	۱۸۵/۲۱**
	Bicyclogermacrene	۴	۴۰/۵۲**
	δ-Cadinene	۴	۱۹۲/۶۵**
	Spathulenol	۴	۴/۲۵*
	Geranyl tiglate	۴	۱۸/۲۰**

ns: عدم معنی داری/ **: معنی دار در سطح یک درصد/ *: معنی دار درسطح پنج درصد

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب نشان داد ترکیبات Butanoic acid ، Geraniol، β- Bourbonene، δ-Cadinene و Spathulenol در تمامی سطوح نسبت به شاهد تفاوت معنی داری را نشان داده است (جدول ۶).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

جدول ۶: مقایسه میانگین ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب

	شاهد	%۲۵	%۵۰	%۷۵	%۱۰۰
2,6-Octadiene	۱۲/۰۷a	۱۱/۰۳a	۰/۱۶b	۰/۶۲b	۱/۴۳b
Butanoic acid	۰/۹۹b	۰/۱۴d	۰/۲۷c	۰/۱۸cd	۱/۱۵a
β-Citronellol	۳۸/۲۱b	۳۸/۴۶b	۴۵/۶۰a	۳۱/۶۰c	۱۶/۳۳d
Geraniol	۵/۴۲a	۴/۴۶ab	۴/۵۶ab	۲/۷۵c	۳/۷۴bc
Geranyl acetate	۰/۱۱c	۰/۰۷c	۱/۰۳a	۰/۰۸c	۰/۵۹b
β- Bourbonene	۰/۳۹c	۰/۵۲bc	۰/۲۳d	۰/۸۰a	۰/۵۴b
Caryophyllene	۳/۳۸bc	۳/۷۵bc	۲/۵۵c	۵/۷۲a	۴/۴۸b
GermacreneD	۲/۱۴a	۰/۱۰b	۲/۱۵ a	۰/۱۸b	۲/۲۸a
Bicyclogermacrene	۰/۴۶b	۰/۸۹a	۰/۳۰c	۰/۹۲a	۰/۵۹b
δ-Cadinene	۰/۹۰b	۰/۱۳c	۱/۴۷a	۱/۴۳a	۰/۱۵c
Spathulenol	۰/۳۵c	۰/۴۹ab	۰/۵۵ a	۰/۴۲bc	۰/۴۴bc
Geranyl tiglate	۱/۲۴b	۱/۲۶b	۲/۲۹a	۱/۳۸b	۱/۵۴b

ضریب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه *Pelargonium graveolens* نشان داد که صفت طول ساقه با ترکیب Geraniol بالاترین همبستگی منفی ($r\geq0.7$) را در سطح ۰/۰۱ و با ترکیب 2,6-Octadiene همبستگی منفی و متوسطی($0.5\leq r\leq0.7$) در سطح ۰/۰۵ داشته است. همچنین صفت تعداد برگ با ترکیب 2,6-Octadiene همبستگی منفی و متوسطی را نشان داده است. این درحالی است که ترکیب GermacreneD با صفت سطح برگ همبستگی متوسط و مثبتی را دارا است. ضریب همبستگی میان وزن خشک گیاه با ترکیب δ-Cadinene نیز بیانگر همبستگی منفی و متوسط است (جدول ۷).

جدول ۷: همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و ترکیبات مستخرج از اسانس گیاه شمعدانی عطری

	تعداد انشعابات ریشه	طول ساقه	شاخص سطح برگ	تعداد شاخه های جانبی	تعداد برگ	وزن تر	وزن خشک
β-Citronellol	۰/۱۱	-۰/۴۸	-۰/۲۸	-۰/۲۷	-۰/۲۸	۰/۰۳	-۰/۲۹
Geraniol	۰/۳۰	**-۰/۷۱۷	-۰/۱۵	-۰/۲۸	-۰/۳۱	۰/۰۹	۰/۰۷
2,6-Octadiene	۰/۲۳	*-۰/۵۸۰	-۰/۴۴	-۰/۳۱	*-۰/۵۳۱	۰/۳۱	۰/۲۸
Geranyl acetate	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۳۸	-۰/۲۹	-۰/۲۵
β- Bourbonene	-۰/۱۳	۰/۳۴	-۰/۰۲	۰/۰۵	۰۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۳۲
Caryophyllene	-۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۳۷
GermacreneD	۰/۱۲	-۰/۳۱	*۰/۵۵۶	-۰/۰۲	۰/۳۳	-۰/۲۲	-۰/۲۳
Bicyclogermacrene	-۰/۱۴	۰/۳۸	-۰/۴۶	۰/۰۶	-۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۳۹
δ-Cadinene	-۰/۲۵	-۰/۰۷	۰/۳۷	-۰/۲۲	۰/۱۷	-۰/۱۹	*-۰/۵۸۱
Butanoic acid	۰/۱۵	-۰/۱۹	۰/۴۵	-۰/۰۳	۰/۱۹	-۰/۱۱	۰/۱۲
Spathulenol	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۲۳	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۰۲
Geranyl tiglate	-۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۷	-۰/۳۱	-۰/۴۷

*: معنی داری در سطح پنج درصد **: معنی داری در سطح یک درصد

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از بررسی شاخص های کیفی گیاه شعمدانی عطری در مجموع ۱۲ ترکیب یافت شده است. این در حالیست که در یافته های حاصل از مطالعات سایر محققین تعداد ترکیبات مختلفی با درصدهای متفاوتی برای گیاه شعمدانی‌عطری بیان شده است که با پژوهش حاضر از نظر تعداد ترکیبات و درصد آنها تفاوت دارد. بنظر می‌رسد که اختلاف در ترکیبات و درصد اسانس می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های اکولوژیک محل رویش گیاه باشد (۲۳، ۲۴ و ۳۲).

طبق نتایج دریافتی از تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی گیاه شمعدانی عطری در سطوح مختلف آبیاری با پساب، شاخص‌طول ساقه تحت تأثیر آبیاری با نسبت‌های مختلـف فاکتور پساب در سطح ۵ درصد

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

معنی‌دار شده است که در این رابطه ولی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۱) و علی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۹) بیان نمودند استفاده از پساب با افزایش میزان نیتروژن سبب افزایش میزان طول ساقه می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. همچنین شاخص سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده که با نتایج ذونعمت کرمانی و همکاران (۲۰۱۵) در یک راستا است. بطوریکه آنها بیان نمودند دلیل این امر آن است که پساب با افزایش میزان مواد غذایی در خاک از جمله نیتروژن و جذب آن توسط گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود.

صفات تعداد انشعابات ریشه، تعداد شاخه های جانبی، تعداد برگ، وزن تر و خشک گیاه علیرغم تفاوت در مقدارشان در سطوح مختلف، اختلاف معنی داری را از خود نشان ندادند. در این راستا کریم پور و همکاران (۲۰۲۴) و قاسمی و همکاران (۲۰۲۳) اظهار داشتند که استفاده از آب های نامتعارف سبب افزایش طول ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ گیاهان می گردد. به طوریکه حد مطلوب رشد در تیمار صد در صد پساب به‌دست آمده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. این درحالیست که محققین از قبیل عرفانی و همکاران (۲۰۰۲)؛ شهریاری و همکاران (۲۰۱۰) ؛ قاسمی و همکاران (۲۰۱۴) در این رابطه بیان نمودند که پساب سبب اختلاف معنی‌داری در صفات نام برده می‌شود. به‌نظر می‌رسد علت این امر، می‌تواند مغایرت در گونه مورد مطالعه و شرایط رویشگاهی منطقه باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات طول ساقه و شاخص سطح برگ گیاه *Pelargonium graveolens* در سطوح مختلف پساب نشان داد بیشترین طول ساقه در شرایط ۷۵درصد و بالاترین شاخص سطح برگ در شرایط ۱۰۰ درصد پساب بوده است. که با مطالعات قاسمی و همکاران (۲۰۲۳)؛ عابد و همکاران (۲۰۲۲)؛ زارع و همکاران (۲۰۱۵)؛ سهرابی و همکاران (۲۰۱۷)؛ سلیمانی و همکاران (۲۰۰۷) و فاتولولومی و همکاران (۲۰۱۵) و صحراییان و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. در این راستا قاسمی و همکاران (۲۰۲۳) بیان نمودند که آبیاری با پساب تصفیه شده خصوصا در غلظت ۱۰۰ درصد سبب افزایش شاخص‌های رشد گیاه شده است. یکی از دلایل این امر می تواند وجود مقادیر بالایی از مواد آلی و مواد مغذی ضروری مانند نیتروژن و فسفر باشد. به طوریکه گیاه در مرحله رشد رویشی با دریافت نیتروژن از محیط به وسیله کنترل سوخت و ساز پروتئین‌ها به تشکیل برگ‌های جدید ساقه و ریشه کمک می‌کند (۴۴).

آنالیز واریانس ترکیبات موجود در اسانس گیاه در شرایط آبیاری با پساب بیانگر آن بود که اثر پساب برترکیب Spathulenol در سطح ۵ درصد و سایر ترکیبات در سطح یک درصد معنی‌دار بود. این درحالیست که کریم پور و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعاتشان بیان داشتند که آبیاری با آب های نامتعارف اثر معنی‌داری بر اسانس گیاه مریم گلی (*Salvia* L.) نداشت که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد. پیش بینی می‌شود علت این تفاوت، در نوع گونه مورد مطالعه، نوع آبیاری و نحوه استفاده از آب نامتعارف باشد.

در رابطه با همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و ترکیبات اسانس تحقیقات بحرینی نژاد و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که درصد اسانس با هیچ یک از صفات رویشی مورد بررسی در گیاه پونه‌سای (*Nepeta* sp.) همبستگی معنی‌داری نداشته است که با یافته های پژوهش حاضر تطابق ندارد که علت آن می‌تواند ناشی از گونه مورد مطالعه باشد.

به‌طورکلی با توجه به یافته‌های مقاله حاضر، بیان می‌شود که گیاه شمعدانی عطری در شرایط استفاده از پساب ترکیب شده با آب معمولی به نسبت ۵۰ درصد، حداقل طی یک دوره رویشی می‌تواند به رشد مطلوب خود از نظر کمی و کیفی ادامه دهد. لذا استفاده از ترکیب فاضلاب شهری با رعایت استانداردهای موجود و آب معمولی در جهت آبیاری این گونه گیاهی و یا به منظور پرورش و اهلی‌سازی آن در شرایط کم آبی توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به سبب فراهم نمودن شرایط لازم جهت انجام آزمایشات در آزمایشگاه مرکزی تشکر و قدردانی می نمایند.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

References

1. Abeed, A. H., M. Ali, M. A. Eissa & S. A. Tammam, 2022. Impact of sewage water irrigation on *Datura innoxia* grown in sandy loam soil. BMC Plant Biology, 22(1): 1-15.
2. Afshin, A., & A. Shahidi. 2017. The First National Conference on Sustainable Development in Agriculture and Natural Resources, Focusing on Environmental Culture. Tehran. 1-8. (In Persian).
3. Ahsan M., A. Younis, M. Nafees, A. Tufail, Q. Shakeel, M. Raheel, F. Nawaz, M.J. Jaskani, M. Amin, M. Sajid, G. Akhtar, A. Bukhsh, U.H. Siddiqua, M.A. Raza, T. Schwinghamer, & H. Zulfiqar, 2021. Marginal quality water arbitrated essential oil contents in metal hoarded flower petals of scented roses. Ecotoxicology and Environmental Safety 226: 1-13.
4. Ali, H. M., M. H. Siddiqui, M. H. Khamis, F. A. Hassan, M. Z. Salem & E. S. M. El-Mahrouk, 2013. Performance of forest tree *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. under sewage effluent irrigation. Ecological engineering, 61: 117-126.
5. Alinezhad Jahromi, H., A. Mohammadkhani, & M. H. Salehi, 2012. The Effect of Using Urban Wastewater of ShahreKord on Growth, Yield and Accumulation of Lead and Cadmium in Medicinal Plant Lemon Balm (*Melissa officinalis*). Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 16(6): 173-185. (In Persian).
6. Alinezhadian, A. & A. Maleki, 2019. Evaluating the efficiency of water consumption and corn yield in irrigation with urban wastewater in regions with dry and cold climate. The First National Conference on Challenges on Water Resources and Agriculture. Isfahan. 1-8. (In Persian).
7. Arzani, H., B. Aslan panjeh., A. Tavili., M.A. Zare Chahouki. & A. Mohajeri, 2014. Short-term and long-term grazing capacity of pastures in Semirom region of Isfahan province. Journal of Rangeland Management, 1(3): 1-20. (In Persian).
8. Bahreini Nezhad, B., B. Abbaszadeh, F. Sefidkan, & Z. Jabralansar, 2018. Evaluation of growth characteristics and essential oil compounds in two medicinal species *Nepeta assurgens* Hausskn. & Bornm and *Nepeta eremokosmos* Rech. Scientific Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 35(4): 655-676. (In Persian).
9. Carmen, G. & G. Hancu, 2014. Antimicrobial and antifungal activity of pelargonium roseum essential oils. Adv. Pharm. Bull, 4: 511-521.
10. Cavar, S. & M. Maksimovic, 2012. Antioxidant activity of essential oil and aqueous extract of pelargonium graveolens L Her. Food control, 23: 263-267.
11. Elsokkary, I. H. & A.F. Aboukila. 2020. Beneficial additive values of wastewater irrigation of two aromatic plants grown in low fertile soil. Water Science, 34(1): 42-132.
12. Erfani, A., G. Haghnia & A. Alizadeh. 2002. Yield and Chemical Composition of Lettuce and Some Soil Characteristics as Affected by Irrigation with Wastewater. Journal of Crop Production and Processing, 6(1): 71-92. (In Persian).
13. Farajollahi, A., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand, R. Yari& B. Gholinejad, 2012. The effects of environmental factors on distribution of plant communities in rangelands of Bijar protected region. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(1): 108-119. (In Persian).
14. Fathololomi, S., Sh. Asghari & E. Goli Kalanpal, 2015. Effects of municipal sewage sludge on the concentration of macronutrients in soil and plant and some agronomic traits of wheat. Journal of Soil Management and Sustainable, 5(2): 49-70.
15. Fazli, F & H. Eyni, 2022. Effect of urban wastewater treatment plant effluent irrigation on heavy metals uptake by fenugreek (*Trigonella Foenum graceum* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 35(2): 403-415. (In Persian).
16. Foroozeh., M & Z. Mirdeylami, 2019. The effect of environmental factors on essential oil composition of *Achillea milefolium* L. Journal of Rangeland, 13(4): 596-609. (In Persian).
17. Ghasemi, F., A. Javanmard & Sh. Haji hashemi, 2023. Investigating the effect of urban treated wastewater on the growth and physiology of *Althaea officinalis*. Plant environmental physiology, 72(18): 115-128.
18. Ghasemi, Z., A.A. Karimian., H.R. Azimzadeh & H. Sodaiezadeh, 2014. The effect of irrigation with treated and untreated municipal wastewater on the growth of Ligustrum vulgare under greenhouse conditions. Second National Conference on Water Crisis. Shahrekurd, 1-8. (In Persian).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

19. Hakimi, L., M. Naiebzadeh & E. Khaligi, 2019. Investigating the effect of Glycine betaine and humi-forthi on morpho-physiological and biochemical properties *Pelargonium graveolens* under water stress. Journal of Plant production research, 26(3): 37-56. (In Persian).
20. Hooshmand sarkhosh, A & M. Hooshmand sarkhosh. 2016. Evaluation of the effect of irrigation with treated wastewater on plant cover. (Case study: Saipa sewage treatment plant). The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering. Tehran. 1-11. (In Persian).
21. Jamali, S. & H. Ansary, 2020. Investigation the Effect of Unconventional Water on Yield and Yield Components of Quinoa. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 14(1): 331-343.
22. Karimpour, F., M. Khoshravesh, M. A. Gholami Sefidkouhi, & V. Akbarpour, 2024. Response of the Medicinal Plant *Salvia* L. to Magnetized Saline Irrigation Water. Journal of Water Research in Agriculture, 37(4): 401-413.
23. Kavoosi, G. & V. Rowshan. 2013. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin: effect of collection time. Food chemistry, 138(4): 2180-2187.
24. Kazemizadeh, Z., Z. Habibi & L. Moradi. 2008. Investigation of chemical composition the essential oil of the two populations of *Teucrium hyrcanicum* at two different sites. Journal of Medicinal Plants, 28(4): 87-93. (In Persian).
25. Kiasi, Y., M. Foroozeh., Z. Mirdeylami & H. Niknahad, 2020. Environmental Factors and the Presence of Medicinal Species in Khosh Yeylagh Rangelands in Golestan Province. Journal of Rangeland, 14(3): 462-478. (In Persian).
26. Leithy S., T. Meseir & E. Abdallah, 2006. Effect of bio fertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 773-779.
27. Mahmoodi, A., & K. Gholamipoor Fard. Comparative Phytochemical Analysis of Shirazi Thyme Medicinal Plant (*Zataria multiflora* Boiss.) in Cultivated and Natural Habitats. Journal of Rangeland, 17(2): 232-246. (In Persian).
28. Marzougui, N., M. Trad-Rais, F. Guasmi, M. Oukhay & S. Rejeb. 2018. International journal of innovative Science, Enginerng & Technology, 12: 84-91.
29. Mohammadi-Rad, Z., E. Sheidai-Karkaj, M. Mofidi-Chelan & M. Younessi-Hamzekhanlu. The relationship between the morphological traits of the medicinal plant *Stachys inflata* Benth and environmental factors. Journal of Rangeland, 17(1): 119-130. (In Persian).
30. Rahimi, T., H. Hassanpourdarvishi, T. Nooralvandi & H. Mozaffari, 2013. The effect of drought stress on the essential oil and morphological characteristics of indigenous stands of *Matricaria chamomilla* L. under irrigation conditions with household sewage water. Production of agricultural plants under environmental stress conditions (agricultural sciences). 5(1): 47-55. (In Persian).
31. Rigi Karvandri A., A. Mehraban, H.R. Ganjali, K. Miri & H. Mobasr, 2019. Effect of Quantity and Quality of Irrigation on Quantitative Traits of *Rosmarinus Officinalis* L. Iran journal of Irrigation and Drainage, 14(2): 402-413. (In Persian).
32. Saadatfar, A., S. Hosseijafari & E. Tavasolian. 2020. Effect of edaphic conditions on phytochemical performance of medicinal plant (*Ferula assa-foetida* L.) in two natural habitats in Kerman province. Ecophytochemistry of medicinal plants, 8(1): 1-15. (In Persian).
33. Sahraeian, H., E. Asrari & M.J. Saharkhiz, 2017. Changes in Morpho-Physiological, Biochemical and Essential Oil Components of Summer Savory (Satureja hortensis L.) Irrigated with Refined Sewage Water. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 18(4): 377-388. (In Persian).
34. Sayo, S., J.M. Kiratu, & G.S. Nyamato, 2020. Heavy metal concentrations in soil and vegetables irrigated with sewage effluent: A case study of Embu sewage treatment plant, Kenya. Scientific African. 1-8p. e00337.
35. Shahidi, A., A. khashei, H. Bagheri & A. Afshin, 2023. The effect of the type of irrigation with the combination of purified wastewater and salt water on the absorption of some heavy metals in barley seeds. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 16(6): 1098-1111. (In Persian).
36. Shahriari. A.R., S. Noori, J. Abedi koupaie, & F. Asaleh. 2010. The effect of irrigation with treated sewage effluent on the growth of *Nitraria schoberi* plant under greenhouse conditions. Journal of Science and Techniques of Greenhouse Cultivation, 1(4): 13-21. (In Persian).
37. Sohrabi, N., A. Alinejadian Bidabadi, M. Feizian & A. Maleki, 2017. A Comparative Study of the Effects of Sewage Sludge on Heavy Metals Concentrations and Some Morphological Characteristics of Lettuce. Iranian Journal of Soil Science, 31(2): 291-303. (In Persian).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]

38. Soleymani, A., P. Najafi & H. Laraei, 2007. Effects of using treated municipal wastewater on physiological growth indices in Maize. Journal of Research in Agricultural Science, 2(1): 11-24.
39. Tajrishy, M., 1998. Tehran´s Wastewater Management Through a New Integrated Approach. Journal of water and wastewater, 9(4): 4-11. (In Persian).
40. Valinezhad, M., B. Mostafazadeh & A. Mirmohammadi meybodi, 2001. The effect of Shahin Shahr treated wastewater on the agricultural and chemical properties of corn. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 9(1): 94-103. (In Persian).
41. Vice president for strategic planning and supervision (Deputy of Strategic Supervision, Executive Technical System Office). Technical standards and criteria office of the Ministry of Energy's water and sanitation department. 2010. Environmental criteria for reuse of return water and wastewater. Publication No. 535. Publications of the vice president's planning and strategic supervision. (In Persian).
42. Weinberg Z.G., G. Ashbell, Y. Chen, M. Gamburg & S. Sela, 2004. The effect of sewage irrigation on safety and hygiene of forage crops and silage. Animal Feed Science and Technology Journal, 344: 271-280.
43. Zarali, M., M. Hojati, S. Tahmuzi dideban, & H. Jouyandeh. 2016. Evaluation of chemical compounds and antibacterial activity of *Echinophora cinerea* Boiss. and *Stachys lavandulifolia* Vahl. plant essential oils in laboratory conditions. Quarterly Journal of Food Science and Industry, 13(52): 1-12. (In Persian).
44. Zare, M., M. Chorom & N. Moallemi. 2015. Effect of treated urban sewage sludge on soil essential nutrients, soil chemical properties and physiological properties of olive tree. Journal of Agricultural Engineering, 37(2): 1-15.
45. Zounemat kermani, M., R. Asadi & H. Dehghanisanij. 2015. The effect of different amounts of municipal wastewater on the performance of cotton. Journal of Water Research in Agriculture, 29(1): 63-74. (In Persian).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.8.6]