

Investigating the effect of different soil textures on morphological characteristics and the amount of essential oil of *Lippia citriodora* medicinal plant

Mohammad Ali Hakimzadeh Ardakani^{*1} , Mina Haghjoo² , Gholamhosein Moradi³ , Motahareh Esfandiari⁴ 

¹Associate Professor, School of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

²Graduated M.Sc. Student, School of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

³ Associate Professor, School of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

⁴Postdoctoral Researcher, School of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

Abstract

Introduction

The physical properties of soil are essential because of their role in supporting plant growth. These characteristics determine how the plant interacts with the soil, absorption of water and nutrients, root penetration, soil temperature, and the activity of microorganisms. Among the physical properties of soil, soil texture has a significant impact. On the other hand, with the increase in the population and the pharmaceutical industry's need for medicinal plants as the primary raw material for drug production, attention and research on the *Lippia citriodora* plant are essential. *L. citriodora* is effective in treating colds, asthma, colic, fever, diarrhea, dyspepsia, insomnia, and anxiety. *L. citriodora* tea is relaxing and soothing to the nerves. Its analgesic, anti-inflammatory, and antioxidant effects have been proven. Plants containing essential oil, such as *L. citriodora* may differ in yield and quality of oil according to the type of soil texture, so in order to achieve the highest yield of essential oil and the best quality, the soil should be adapted to the type and needs of the plant for better growth and development be provided. Therefore, the purpose of this research is to investigate the effects of different soil textures on the growth and development and the amount of essential oil of *L. citriodora* in greenhouse conditions.

Materials and Methods

This research has been carried out in pots in the research greenhouse of Yazd University in the crop year of 2017-2018. The experiment was conducted as a randomized complete block design in three replications for five months. Plastic pots with drains of 18 heights, opening diameter of 17 cm, and drain diameter of one cm were used for growing seedlings. The pots with different soil textures (loamy, sandy loam, sand, and silty clay loam) based on the calculation of the weight percent of soil moisture at the field capacity (FC) were irrigated. The length of the stem and roots were measured with a ruler with mm accuracy. A caliper was used to measure the thickness of the stem. The samples of shoots and roots were kept in an oven at 70 °C for 48 hr. A digital scale with an accuracy of 0.001 gr was used to measure the dry weight of the shoots and roots of the plants. In order to measure the root volume after separating and washing the roots, the roots of each replicate were placed inside a graded cylinder with a certain amount of water, and the volume of the root was measured in mm based on the change in the water volume inside the cylinder. To measure the plant leaf surface, five leaves of different sizes were randomly separated from each repetition and different parts of the plant, and using the ADC Bioscientific Ltd model (AM200) device, the total surface size of each of five leaves was measured in each repetition. The essential oil of *L. citriodora* was extracted by distillation method with water from a Cloninger machine. In this way, in order to increase the contact surface of the water with the plant in the process of extracting essential oils, first the dry leaves of the *L. citriodora*, were turned into powder by an electric mill and immediately transferred into a 2000 ml flask, then 500 ml of water was added to it. After boiling in water for three hr, the heat source was cut off and the resulting essential oil was poured into opaque glass containers and stored in a refrigerator at 4 °C. To check the statistical effects of each treatment on the study variables, the normality of the data was checked using the Kolmogorov-Smirnov test at the 95% confidence level. One-way analysis of variance (ANOVA) was

also used and Duncan's test was applied to compare means. Pearson's correlation method was performed to check the correlation between soil texture and measured traits.

Results and Discussion

The results showed the significant effects of soil type on the amount of *L. citriodora* essential oil ($P \leq 0.001$). It has shown significant effects on plant height and root volume ($P \leq 0.01$) and on the thickness of the stem, the number of leaves per plant and the dry weight of the leaves ($P \leq 0.05$). While on some other traits, such as the number of plant branches, fresh weight of aerial parts, fresh weight of leaves, leaf area, root length fresh and dry weight of roots, no significant difference was observed. The results of Pearson's correlation coefficients showed that there is a positive and significant relationship between different soil textures and measured traits. The highest correlation for root length and leaf area was observed with coefficient of 0.89 and 0.80, respectively ($P \leq 0.01$). The results of the mean comparison showed that the highest length of the plant was in loamy texture and the lowest was related to silty clay loam texture, the highest number of leaves and dry matter in the aerial part was reported as well as root volume related to loamy texture. To investigate the effect of soil texture on the percentage of essential oil of *L. citriodora* showed that the highest percentage of essential oil is in silty clay loam texture and, the lowest percentage is related to sandy soil texture.

Conclusion

The results of investigating the effect of different soil textures on the morphological characteristics of *L. citriodora* medicinal plant showed that the maximum amount of stem thickness, number of leaves per plant, dry leaf weight, plant height, shoot dry weight, and root volume in *L. citriodora* was in sandy loam soil texture. Moreover, the highest percentage of essential oil is in silty clay loam texture and the lowest percentage is related to sandy soil texture. According to the obtained results, the *L. citriodora* plant needs a medium amount of nutrients for growth and development. Since the number of leaves produced by the *L. citriodora* plant in loam and sandy loam soil texture was more than in other textures. Therefore, it can be concluded that the performance of *L. citriodora* medicinal plant for producing essential oil in each plant is higher in loamy and sandy loam soils.

Keywords: Physical and chemical properties of soil, Medicinal plant, Plant growth, Greenhouse cultivation

Article Type: Research Article

*Corresponding Author, E-mail: hakim@yazd.ac.ir

Citation: Hakimzadeh Ardakani, M.A., Haghjoo, M., Moradi, Gh., & Esfandiari, M. (2023). Investigating the effects of different soil textures on morphological characteristics and the amount of essential oil of *Lippia citriodora* medicinal plant. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(1), 14-25.

DOI: 10.22098/mmws.2022.10991.1095

DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.1.11.3

Received: 16 June 2022, Received in revised form: 24 July 2022, Accepted: 24 July 2022, Published Online: 26 July 2022
Water and Soil Management and Modeling, Year 2023, Vol. 3, No. 1, pp. 14-25

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)





بررسی تأثیر بافت‌های مختلف خاک بر خصوصیات مورفولوژیکی و میزان اسانس گیاه دارویی به‌لیمو (*Lippia citriodora*)

محمدعلی حکیم زاده اردکانی^{۱*}، مینا حق جو^۲، غلامحسین مرادی^۳، مطهره اسفندیاری^۴

^۱ دانشیار، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
^۳ دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
^۴ محقق پسادکتری، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر بافت‌های مختلف خاک بر روی رشد و میزان اسانس گیاه دارویی به‌لیمو به منظور انتخاب بهترین نوع بافت خاک جهت پرورش و اسانس‌گیری در شرایط گلخانه در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ انجام شده است. بدین منظور آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای مورد آزمایش شامل چهار نوع بافت خاک لومی، شنی‌لومی، شنی، لومرسی‌سیلتی بودند. نتایج نشان داد که تأثیر نوع خاک بر میزان اسانس گیاه به‌لیمو در سطح یک هزارم ($P \leq 0.001$)؛ بر ارتفاع گیاه و حجم ریشه در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) و در سطح پنج درصد هم بر ضخامت ساقه، تعداد برگ هر بوته و وزن خشک برگ اثرات معناداری از خود نشان داده است ($P \leq 0.05$). نتایج ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد ارتباط مثبت و معناداری بین بافت‌های مختلف خاک و صفات اندازه‌گیری شده وجود دارد؛ بالاترین همبستگی مربوط به طول ریشه و سطح برگ به ترتیب با ضریب ۰/۸۹ و ۰/۸۰ مشاهده شد ($P \leq 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای بررسی تأثیر بافت خاک بر درصد اسانس گیاه دارویی به‌لیمو نشان داد که، در بافت لوم رسی سیلتی بیش‌ترین درصد اسانس وجود دارد و کم‌ترین آن مربوط به بافت خاک شنی است. با توجه به نتایج بدست آمده گیاه به‌لیمو برای رشد و نمو از نظر مواد غذایی مورد نیاز در حد متوسط است. از آنجایی که مقدار برگ تولیدی گیاه به‌لیمو در خاک لومی و لومی شنی از سایر بافت‌ها بیشتر گزارش شد؛ بنابراین، بافت لومی و لومی شنی جهت کشت گیاه دارویی به‌لیمو به منظور رسیدن به بهترین نتیجه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، رشد گیاه، گیاه دارویی، کشت گلخانه‌ای

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hakim@yazd.ac.ir

استناد: حکیم‌زاده اردکانی، م.ع.، حق‌جو، م.، مرادی، غ.، و اسفندیاری، م. (۱۴۰۲). ارزیابی تأثیر نوع خاک بر خصوصیات مورفولوژیکی و میزان اسانس گیاه دارویی به‌لیمو (*Lippia citriodora*). مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۳(۱)، ۱۴-۲۵.

DOI: 10.22098/mmws.2022.10991.1095

DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.1.11.3

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۲، دوره ۳، شماره ۱، شماره صفحه ۱۴ تا ۲۵

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی



۱- مقدمه

Aidi Wannan et al. (2000) نیز در مورد اسانس گیاه مورد (*Myrtus communis L*) نشان داد که در مرحله گل‌دهی، میزان اسانس در هر دو وارته بیشتر از مرحله میوه‌دهی است.

خصوصیات فیزیکی خاک، به دلیل نقش مهمی که در حمایت از رشد گیاه دارد، حائز اهمیت است. این خصوصیات، تعیین‌کننده چگونگی اثر متقابل گیاه با خاک، جذب آب و مواد غذایی، نفوذ ریشه‌ها، دمای خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. از میان خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک دارای تأثیر زیادی است. از طرفی با افزایش جمعیت و نیاز صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به عنوان ماده خام اولیه تولید دارو، توجه و پژوهش پیرامون گیاه به‌لیمو دارای اهمیت است.

Esfandiari et al. (2017) به‌منظور بررسی اثرات نوع خاک و عمق کاشت بر خصوصیات سبزشدگی بذر گیاه دارویی پونه‌سای کرک ستاره‌ای (*Nepeta asterotricha*)، سه نوع بافت با سه عمق کشت را مورد بررسی قرار دادند. اثرات نوع بافت خاک همراه با مبدا بذر گیاه دارویی پونه‌سای کرک ستاره‌ای (*Nepeta asterotricha*)، هم توسط Hakimzadeh et al. (2017) مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که از میان بافت‌های مختلف خاک، بافت لوم شنی و شنی بهترین عملکرد را دارا است.

تأثیر بافت خاک بر جوانه‌زنی و زنده‌مانی بذر جاتروفا نیز مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که استقرار گیاه در خاک‌های لوم شنی و شنی بالاتر است (Valdes-Rodriguez et al., 2013). با بررسی اثر زمان بارش و بافت خاک بر عملکرد گندم بهاره (Yonghe et al., 2013) بیان کردند که خاک دارای بافت سنگین رسی دارای بازده تحمل به تنش خشکی بالاتر است. پژوهش‌های (Pahla et al., 2014) با بررسی اثر نوع بافت خاک (رسی و شنی) و تیمارهای مختلف قبل از کاشت، در سبز شدن گیاه *Acacia sieberana* به این نتیجه رسیدند که بذور تیمار شده و کاشته شده در خاک شنی دارای بهترین درصد و کوتاه‌ترین زمان سبز شدگی است.

Aghhavani Shajari et al. (2015) در تحقیق خود دریافتند که خصوصیات فیزیکی خاک به‌خصوص بافت خاک بر تمامی خصوصیات رشدی گیاه زعفران تأثیرگذار است، به‌طوری که استفاده از خاک دارای بافت سبک‌تر، باعث ایجاد شرایط بهینه جهت رشد بنه و در نهایت افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران گردید. (Ranjbar et al., 2016) کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی *Salvia hydrangea* در دو رویشگاه مختلف استان مازندران را بررسی کردند؛ نتایج نشان داد که بازده و درصد ترکیبات مشترک اسانس در دو رویشگاه تفاوت معناداری در سطح یک درصد وجود دارد؛ به‌طوری که بیش‌ترین درصد

سال‌های طولانی است که محصولات طبیعی به دست آمده از گیاهان دارویی به دلیل خواص درمانی آنها به‌طور گسترده مصرف می‌شود (Genc et al., 2019). اهمیت محصولات طبیعی به-دست آمده از گیاهان دارویی و معطر به دلیل وجود ترکیبات فعال، از جمله ترکیبات دارای اسانس است (Erenler et al., 2017; Guzel et al., 2016). گیاه دارویی به‌لیمو با نام علمی *Lippia citriodora* از خانواده شاه پسند (*Verbenaceae*) است

Bahramsoltani et al. (2018) درختچه‌ای به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر، دارای ساقه بلند، زاویه‌دار و منشعب، با برگ‌های ساده، خشن، فراهم و مجتمع به تعداد ۳-۴ عددی به رنگ سبز روشن، گل‌ها کوچک و دارای جامی است که از خارج سفید و از داخل آبی مایل به بنفش است (Mozafarian, 2013). کاسه گل آن لوله‌ای شکل منتهی به دندانه باریک و جام گل آن مرکب از ۴ لوب پهن است. ۴ پرچم دارد که ۲ به ۲ مساوی هستند. میوه آن شفت مانند و دارای ۲ دانه است (Aldeen et al., 2015).

مهم‌ترین ترکیبات به‌لیمو (*L. citriodora*) مربوط به رایحه برگ‌های آن است. این مواد بسیارخوشبو هست و مهم‌ترین آن‌ها سیترال (به میزان ۳۰ تا ۳۵ درصد) نرول و ژرانیول است. ترکیب‌های عمده اسانس گیاه به‌لیمو در سایر مطالعات ژرانیال، میرسنون، لیمونن، ژرانیول، سیترونلول، نرال، ایزومنون، توجون، بتا گوانین و غیره گزارش شده است (Zare et al., 2015). با استفاده از سیترال یکی از مواد موثره به‌لیمو، (Santos et al., 2022) توانستند با آزمایش بر روی گربه‌ماهی نقره‌ای و کپور علفزار در القا و حفظ بی‌هوشی بدون بدون مرگ و میر در آن‌ها گامی در جهت توسعه داروهای جدید برای ماهی‌ها بردارند.

به‌لیمو (*L. citriodora*) دارای تاریخچه طولانی در درمان سرماخوردگی، آسم، کولیک، تب، اسهال، سوء هاضمه، بی‌خوابی و اضطراب است (Etemad et al., 2012). چای به‌لیمو آرام-بخش و تسکین‌دهنده اعصاب است. اثرات ضد درد، اثرات ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد (El-Hawary, 2012) صفات کمی و کیفی بذر به‌لیمو (*L. citriodora*) را (Shahhoseni et al., 2012) بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که اسانس بذر از سرشاخه‌های رویشی بسیار بیشتر بود. ترکیبات شیمیایی گیاه به‌لیمو (*L. citriodora*) را (Babaei Abrak et al., 2014) مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد اسانس گیاه به‌لیمو می‌تواند کاندید مناسبی جهت درمان بیماری‌های تخریب نورونی باشد.

در پژوهشی (Ibtissem et al., 2009) گزارش کردند که بیش‌ترین درصد اسانس گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana*) در مرحله گل‌دهی کامل است. نتایج پژوهش‌های

مشخصات برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد استفاده در جدول (۱) آمده است. پس از گذشت تقریباً ۵ ماهه نمونه‌ها جهت ارزیابی خصوصیات مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. به‌منظور اندازه‌گیری طول ساقه و ریشه ابتدا از محل یقه ساقه و ریشه از هم جدا شد، سپس طول آن‌ها با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهان از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، و برای اندازه‌گیری ضخامت ساقه از کولیس استفاده شد، نمونه‌های اندام هوایی و ریشه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار گرفتند و بعد از آن وزن خشک توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری حجم ریشه پس از جدا کردن و شستشوی ریشه، ریشه‌های هر تکرار در داخل استوانه مدرج با میزان آب مشخص گذاشته شدند، از روی تغییر حجم آب درون استوانه حجم ریشه بر حسب میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد (Moghiminejad et al., 2022). برای اندازه‌گیری سطح برگ گیاه به‌طور تصادفی از هر تکرار تعداد ۵ عدد برگ با اندازه‌های متفاوت و از نقاط مختلف گیاه جدا شد و با استفاده از دستگاه Bioscientifd ADC مدل (AM200) اندازه‌گیری شد.

استخراج اسانس گیاه به‌لیمو با روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا برگ خشک گیاه توسط آسیاب برقی به صورت پودر درآمد و بلافاصله به داخل بالن دستگاه کلونجر منتقل شد؛ باید توجه داشت که گیاه بیش از اندازه آسیاب نشود؛ زیرا در صورتی که گیاه بیش از اندازه خرد شده باشد، به محض باز کردن در آسیاب مقداری از اسانس خارج می‌شود. ۵۰۰ میلی‌لیتر آب در یک بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتری ریخته بعد از جوش آمدن آب، حدود ۳ ساعت عمل اسانس‌گیری انجام شد. ۲۰ دقیقه بعد از قطع حرارت و سرد شدن دستگاه، اسانس حاصل را به داخل ظروف شیشه‌ای و مات ریخته شد و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند؛ برای به‌دست آوردن درصد اسانس از فرمول بازده اسانس بر اساس رابطه (۲) به‌دست آمد (Handa, 2008).

(۲) $100 \times (\text{وزن خشک گیاه (g)} \div \text{وزن اسانس (g)}) =$ بازده اسانس
برای بررسی اثرات هر تیمار بر روی متغیرهای موجود، ابتدا اقدام به بررسی نرمال بودن داده‌های هر صفت با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف در سطح اطمینان ۹۵ درصد گردید. برای صفاتی که توزیع نرمال داشتند از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن، و برای بررسی همبستگی بین بافت خاک و صفات اندازه‌گیری شده از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیه

ترکیبات مشترک و بازده اسانس در ارتفاع ۲۰۰۰ متر از منطقه هزار جریب به‌شهر بود و با افزایش ارتفاع بازده اسانس و درصد ترکیبات مشترک اسانس‌ها نیز افزایش یافته بود. اسانس‌گونه‌های مختلف آویشن نیز در شرایط زراعی تفاوت توسط Mirza et al. (2017) مورد ارزیابی قرار گرفت. گیاهان حاوی اسانس ممکن است از نظر عملکرد و کیفیت روغن با توجه به نوع بافت خاک تفاوت داشته باشد؛ بنابراین، برای دست یافتن به بالاترین بازده اسانس و بهترین کیفیت، می‌بایست بافت خاک با توجه به نوع و نیاز گیاه برای رشد و تکامل بهتر فراهم گردد (Khalid and Ahmed, 2021).

Tursun (2022) به منظور بررسی تغییرات در عملکرد و اجزای اسانس گیاه ریحان بنفش (*purple basil*) نمونه‌های گیاهی را از انواع رویشگاه با بافت‌های مختلف خاک (رسی، شنی لومی، لومی شنی رسی) جمع‌آوری نمود و نتیجه گرفت که بیشترین عملکرد اسانس برای گیاهانی بود که در بافت لومی شنی رشد کرده بودند.

در ارتباط با همین موضوع (Bigdeloo et al. (2013) پژوهشی دریافته‌اند که میزان اسانس آویشن کرمانی (*Thymus carmanicus Jalas*) در خاک‌های سبک و شنی نسبت به خاک‌های سنگین و رسی بیش‌تر است. با توجه به تقاضای روزافزون جهانی برای استفاده از گیاهان دارویی و افزایش سریع جمعیت و نیاز صنایع داروسازی به گیاهان دارویی، توجه و پژوهش پیرامون این دسته از گیاهان ضروری است. لذا هدف از انجام این تحقیق ارزیابی بافت‌های مختلف خاک بر روی رشد و نمو و میزان اسانس گیاه دارویی به‌لیمو *L. citriodora* در شرایط گلخانه است.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در گلخانه پژوهشی دانشگاه یزد به‌صورت گلدانی انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به مدت ۵ ماه اجرا شد. برای کشت نهال از گلدان‌هایی پلاستیکی و زهکش‌دار به ارتفاع ۱۸ و قطر دهانه ۱۷ و قطر زهکش ۱ سانتی‌متر استفاده شد. به منظور بهبود وضعیت زهکشی، در کف گلدان‌ها به ارتفاع ۲ سانتی‌متر سنگریزه ریخته شد. نهال‌های ریشه‌دار یک‌ساله به‌لیمو از مرکز تحقیقات شهرستان میبد تهیه شد. پس از استقرار نهال‌ها و سازگاری با شرایط جدید و پس از گذشت دو هفته آبیاری گلدان‌ها با بافت‌های مختلف خاک (لومی، شنی لومی، شنی و لوم رسی سیلتی) بر اساس محاسبه درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (FC) اعمال گردید؛ رابطه (۱) (Jahantigh, 2021):

$$FC\% = 100 \times (\text{وزن خاک خشک} / \text{وزن خاک مرطوب}) \quad (1)$$

¹ Kolmogrov-Smirnov test

آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و رسم نمودارها در محیط Excel نسخه ۱۸ انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه
Table 1- Chemical and physical characteristics of the studied soil

نوع بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	ظرفیت مزرعه (%)	EC(dS/m)	pH	آهک% (CaCO ₃)	ماده آلی % (OM)
لومی	10	44	46	27	2.98	7.15	12.75	0.65
شنی لومی	8	12	80	21	1.94	7.21	12.37	0.36
شنی	2	8	90	8	1.23	7.26	15.22	0.32
لوم رسی-سیلتی	36	48	16	32	4.98	7.84	15.37	1.8

۳- نتایج و بحث

درصد مشاهده نشد (شکل ۱). همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است بیشترین میانگین ارتفاع گیاه به‌لیمو در بافت لومی مشاهده شد (۵۳/۶۶ سانتی‌متر) و کم‌ترین میانگین مربوط به بافت لوم رسی سیلتی بود (۳۴/۳۳ سانتی‌متر) که اختلاف معناداری در سطح پنج درصد با بافت شنی از خود نشان نداد.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها برای تعداد برگ هر بوته در بافت‌های مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد بیش‌ترین تعداد برگ در هر بوته (۱۹۸) در بافت لومی است که اختلاف معناداری در سطح پنج درصد با بافت شنی لومی نداشته است و کم‌ترین تعداد برگ در هر بوته در بافت لوم رسی سیلتی (۱۱۰/۳۳) بود که اختلاف معناداری در سطح پنج درصد با بافت شنی نداشت.

با اندازه‌گیری و مقایسه میانگین‌ها برای وزن خشک اندام هوایی گیاه به‌لیمو در تیمارهای مختلف خاکی بیش‌ترین ماده خشک در بخش هوایی مربوط به بافت لومی با میانگین ۶/۶۵ گرم) که با بافت شنی لومی اختلاف معناداری در سطح پنج درصد نداشت و کم‌ترین آن مربوط به بافت لوم رسی سیلتی با میانگین (۴/۳۹ گرم) که با بافت شنی اختلاف معناداری در سطح پنج درصد نداشت (شکل ۴).

با اندازه‌گیری و مقایسه میانگین‌های حجم ریشه نتایج نشان داد که بیش‌ترین حجم ریشه گیاه به‌لیمو با میانگین ۸ میلی‌لیتر) در بافت خاک لومی مشاهده شد و کم‌ترین آن با میانگین (۱ میلی‌لیتر) مربوط به بافت خاک لوم رسی سیلتی بود که با تیمارهای شنی و شنی لومی اختلاف معناداری در سطح پنج درصد نداشت (شکل ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای بررسی تأثیر بافت خاک بر درصد اسانس گیاه دارویی به‌لیمو نشان داد که در بافت لوم رسی سیلتی بیش‌ترین درصد اسانس وجود دارد و کم‌ترین آن مربوط به بافت خاک شنی است که با بافت شنی لومی اختلاف معناداری در سطح پنج درصد نداشت (شکل ۶).

نتایج تجزیه واریانس، بین بافت‌های مختلف خاک و شاخص‌های رشدی گیاه دارویی به‌لیمو در (جدول ۲) آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده اثر نوع خاک بر روی میزان اسانس گیاه به‌لیمو در سطح یک هزارم معنادار شده است ($P \leq 0.001$); در حالی که بر روی برخی صفات دیگر، مانند تعداد انشعاب بوته، وزن تر اندام هوایی، وزن تر برگ، سطح برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه اختلاف معناداری مشاهده نشد در مقابل اثر نوع بافت خاک بر رشد گیاه دارویی به‌لیمو بر ارتفاع گیاه و حجم ریشه در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد و در سطح پنج درصد هم اثرات معناداری بر ضخامت ساقه، تعداد برگ هر بوته و وزن خشک برگ از خود نشان داد، ($P \leq 0.05$) (جدول ۲).

نتایج همبستگی پیرسون بین بافت‌های مختلف خاک و صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که ارتباط مثبت و معناداری در برخی متغیرها وجود دارد؛ بالاترین همبستگی مربوط به طول ریشه و سطح برگ به ترتیب با ضریب ۰/۸۹ و ۰/۸۰ است ($P \leq 0.01$). همبستگی مثبت و معناداری در سطح پنج درصد هم بافت خاک با ارتفاع گیاه و حجم ریشه داشت به ترتیب با ضرایب ۰/۶۹ و ۰/۶۱ ($P \leq 0.05$). همبستگی مثبت و معناداری نیز بین بافت خاک و اسانس گیاه به‌لیمو با ضریب ۰/۵۸ وجود داشت؛ در مقابل برای سایر صفات اندازه‌گیری شده با بافت خاک، اختلاف معناداری در سطح پنج درصد مشاهده نشد.

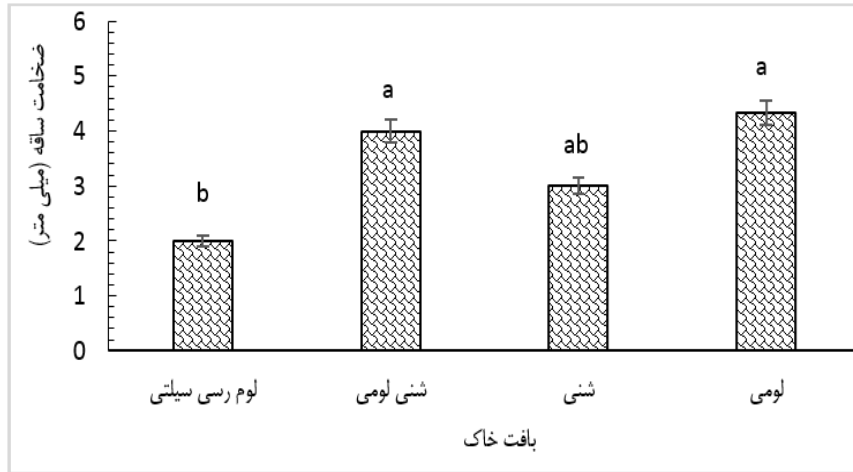
نتایج مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای صفات معنی‌دار شده در اشکال زیر آمده است، همان‌طور که مشاهده می‌گردد اثرات نوع خاک بر ضخامت ساقه در سطح پنج درصد معنادار شده است؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین (۴/۳۳ میلی‌متر) مربوط به بافت لومی است که اختلاف معناداری با بافت شنی لومی و شنی از خود نشان نداده است و کم‌ترین میانگین (۲ میلی‌متر) مربوط به بافت لوم رسی سیلتی است که، اختلاف معناداری با بافت شنی سطح پنج

جدول ۲- تجزیه واریانس یک‌طرفه اثرات بافت خاک بر خصوصیات مورفولوژیکی به‌لیمو

Table 2- One-way analysis of variance of the effects of soil texture on the morphological characteristics of the *L. citriodora*

متغیر وابسته	مجموع مربعات خطا	درجه آزادی	مجموع مربعات خطا	آماره F	مقدار sig
ضخامت ساقه	210.972	3	1.000	7.136	0.012*
	14.000	8	0.374۰		
	6867.778	11	1.374		
ارتفاع گیاه	3	3	632.917	15.069	0.001**
	8	8	112.000		
	11	11	744.917		
تعداد برگ هر بوته	3.639	3	20603.333	4.638	0.037*
	1.250	8	11845.333		
	32448.667	11	32448.667		
تعداد انشعاب بوته	0.385	3	10.917	2.911	0.101 ^{ns}
	0.097	8	10.000		
	20.917	11	20.917		
وزن تر اندام هوایی	4.193	3	1.154	3.969	0.053 ^{ns}
	0.525	8	0.775		
	1.929	11	1.929		
وزن خشک اندام هوایی	2.006	3	12.580	7.993	0.009**
	0.654	8	4.197		
	16.777	11	16.777		
وزن تر برگ	0.581	3	6.019	3.066	0.091 ^{ns}
	0.079	8	5.235		
	11.254	11	11.254		
وزن خشک برگ	8136.014	3	1.743	7.330	0.011*
	5543.133	8	0.634		
	2.377	11	2.377		
سطح برگ	58.778	3	24408.043	1.468	0.295 ^{ns}
	68.333	8	44345.060		
	68753.10	11	68753.10		
طول ریشه	2.111	3	176.333	0.860	0.500 ^{ns}
	0.245	8	546.667		
	723.000	11	723.000		
حجم ریشه	0.426	3	6.334	8.604	0.007**
	0.282	8	1.963		
	8.297	11	8.297		
وزن تر ریشه	0.074	3	1.298	1.510	0.283 ^{ns}
	0.091	8	2.258		
	3.536	11	3.536		
وزن خشک ریشه	0.223	3	0.725	0.819	0.519 ^{ns}
	0.056	8	0.725		
	0.947	11	0.947		
اسانس	210.972	3	0.169	47.063	0.000
	14.000	8	0.010		
	0.179	11	0.179		

*** معناداری در سطح یک هزارم، ** معناداری در سطح ۱ درصد، * معناداری در سطح ۵ درصد، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنادار



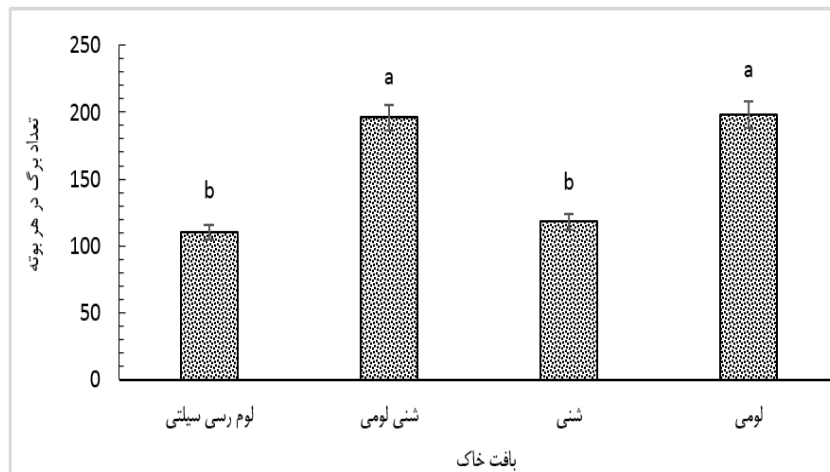
شکل ۱- مقایسه میانگین ضخامت ساقه در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 1-Mean comparison of the thickness of the plant stem in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level



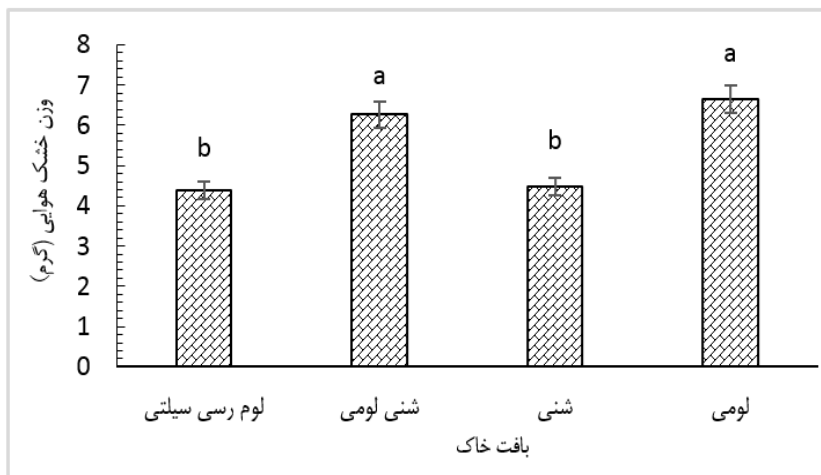
شکل ۲- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 2- Mean comparison of the plant height in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد برگ در هر بوته در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 3-Mean comparison of the number of leaves in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level



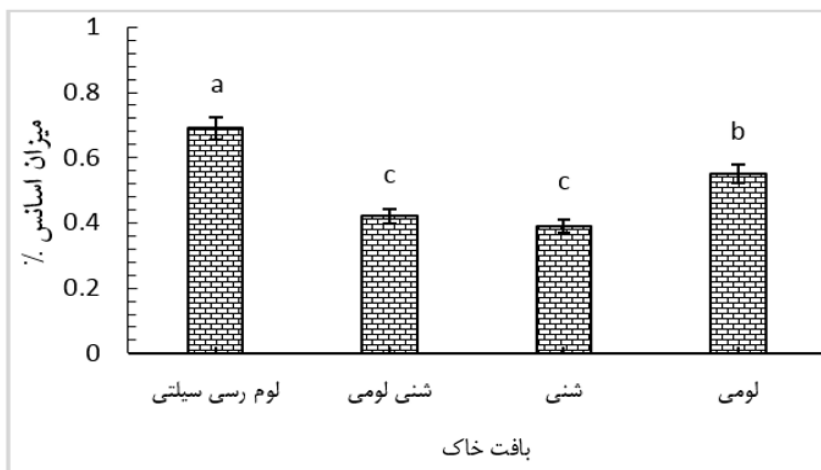
شکل ۴- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 4-Mean comparison of the dry weight of shoot in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level



شکل ۵- مقایسه میانگین حجم ریشه در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 5- Mean comparison of the volume of root in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level



شکل ۶- مقایسه میانگین درصد اسانس در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Figure 6-Mean comparison of the percentage of essential oil in the different treatments using Duncan test at 95% confidence level

۴- نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر اثر بافت‌های مختلف خاک از جمله لومی، شنی - لومی، شنی، لوم رسی سیلتی بر روی رشد و میزان اسانس گیاه به‌لیمو در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار ضخامت ساقه، تعداد برگ در هر بوته، وزن خشک برگ، ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی و حجم ریشه در بافت لومی است که اختلاف معناداری در سطح پنج درصد با بافت شنی لومی نداشت؛ (Khorramdel et al., 2014). پژوهشی دریافته‌اند که حداکثر تعداد گل زعفران در بافت لوم شنی است با افزایش ۱۸ درصدی در مقایسه با بافت لوم و لوم رسی. در همین رابطه Koochaki et al. (2014) در بررسی خود دریافته‌اند، خاک‌هایی با بافت سنگین به علت افزایش نگهداری آب و وجود منافذ ریزتر تهویه ریشه را با مشکل روبرو می‌سازند لذا بافت‌های لومی به دلیل شرایط تهویه‌ای بهتر برای ریشه امکان جذب و توسعه بهتری را برای ریشه فراهم می‌آورد.

پژوهش‌های Sajadi et al. (2016) نیز نشان داد که بیش‌ترین رشد طولی گیاه لوبیا قرمز در خاک لوم شنی است و بافت‌های لومی و لومی رسی در مرتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بیش‌ترین تعداد پیاز گل لاله هیبرید هم در بافت شنی لومی در مقایسه با بافت لومی بود (Khalighi et al., 2006).

در بافت لوم رسی سیلتی صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده کم‌ترین مقدار را نشان دادند البته به جز وزن خشک ریشه، که در سطح پنج درصد با بافت شنی اختلاف معناداری از خود نشان نداد، نتایج بدست آمده با تحقیقات Esfandiari et al.,

منابع

- اسفندیاری، م.، حکیمی، م.ح.، و حکیم‌زاده اردکانی، م.ع. (۱۳۹۶). اثر بافت خاک و عمق کشت بر سبز شدگی و بینه بذر پونه سای کرک ستاره‌ای (*Nepeta asterotricla*). علوم و فناوری بذر/ایران، ۶(۱)، ۱-۱۰.
- اقحوانی شجر، م.، رضوانی مقدم، پ.، کوچکی، ع.ر.، فلاحی، ح.ر.، و کلاتتری، ر. (۱۳۹۳). ارزیابی اثرات بافت خاک بر رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus L.*). زراعت و فناوری زعفران، ۲(۴)، ۳۱۱-۳۲۲.
- بابایی‌آبراک، س.، و ژبانی، ر. (۱۳۹۳). بررسی ترکیبات شیمیایی گیاه به‌لیمو (*Lippia citriodora*). تیمار شده با PC 12 در سلول-های H₂O₂. شقای خاتم، ۲(۱)، ۳۱-۳۹.
- بیگدلو، م.، ناظری، و.، و هادیان، ج. (۱۳۹۱). بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات ریخت‌شناختی و میزان اسانس آویشن کرمانی (*Thymus carmanicus Jalas*). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸(۴)، ۷۵۶-۷۶۶.
- جهانتیغ، م. (۱۴۰۰). اثرات روش‌های آبیاری زیرسطحی، سفالی و قطره‌ای بر رشد نهال توت در مناطق خشک (مطالعه موردی: منطقه سیستان). مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۱(۲)، ۲۵-۳۵.
- خرمدل، س.، قشم، ا.، امین‌غفوری، ا.، و اسماعیل‌پور، ب. (۱۳۹۲). ارزیابی اثر بافت خاک و سطوح پلیمر سوپر جاذب بر خصوصیات زراعی و عملکرد زعفران. پژوهش‌های زعفران، ۲(۱)، ۱۲۰-۱۳۵.
- رنجبر، س.، ابراهیمی، م.، و اکبرزاده، م. (۱۳۹۴). بررسی کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی *Salvia hydrangea L.* در رویشگاه‌های مختلف استان مازندران. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱(۱)، ۱۲-۲۴.
- زارع، ع.ا.، ملکوتی، م.ج.، بهرامی، ح.ع.، سفیدکن، ف.، و شاه‌حسینی، ر. (۱۳۹۳). ارزیابی عملکرد، کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی به‌لیمو (*Lippia citriodora*) تحت استفاده مصرف متعادل کود و پلیمر سوپر جاذب. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰(۶)، ۹۹۹-۱۰۱۱.
- Daniel et al. (2003) در پژوهش خود دریافته‌اند، که تولید اسانس می‌تواند تحت تأثیر عوامل خاکی قرار بگیرد. در این تحقیق بیش‌ترین درصد اسانس در بافت لوم رسی سیلتی مشاهده شد؛ دلیل این امر می‌تواند حضور یون پتاسیم در بافت‌های نسبتاً سنگین‌تر باشد؛ در گیاه مرزه (*Satureja hortensis L.*) هم بیش‌ترین اسانس در استفاده از یون پتاسیم مشاهده شد (Alizadeh et al., 2010).
- می‌توان بیان نمود که در این بافت (لوم رسی سیلتی) عناصر غذایی بیشتری به صورت املاح در اختیار گیاه بوده است؛ به نظر می‌رسد شوری نسبتاً بالاتر در بافت لوم رسی سیلتی باعث افزایش میزان اسانس در گیاه به‌لیمو شده است نتایج بدست آمده با نتایج Maftoun et al., (2003); Hasani et al., (2017) مطابقت دارد؛ Khalid et al., (2021); Bhatla and Lal, (2018) هم ارتباط مثبت و معناداری در رابطه با شوری و میزان اسانس تولیدی بیان کردند. نسبت به سایر بافت‌های سبک‌تر گیاه به‌لیمو با در اختیار داشتن ماده آلی و آهک بالاتر توانسته است از این منابع موجود در خاک استفاده نماید.
- با توجه به نتایج بدست آمده گیاه به‌لیمو برای رشد و نمو از نظر مواد غذایی مورد نیاز در حد متوسط است. از آن‌جا که مقدار برگ تولیدی گیاه به‌لیمو در خاک لومی و لومی شنی از سایر بافتها بیشتر شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد گیاه به‌لیمو برای تولید اسانس در هر پایه در خاک دارای بافت لومی و لومی شنی بالاتر است.

مقیمي نژاد، ف.، جعفری، م.، قاسمی آریان، ی.، و جهانتاب، ا. (۱۴۰۱). تأثیر مکمل‌های آبیاری آبیاری و آبسار بر خصوصیات مورفولوژیکی گونه *Atriplex canescens* در شرایط گلخانه‌ای. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۲(۲)، ۴۵-۵۴.

مظفریان، و.ا. (۱۳۹۲). شناسایی گیاهان دارویی و معطر ایران. انتشارات تهران: فرهنگ معاصر. ۱۴۴۴ صفحه.

میرزا، م.، شریفی عاشورآبادی، ا.، الهوردی ممقانی، ب.، و بهراد، ز. (۱۳۹۶). بررسی عملکرد اساس گونه‌های مختلف آویشن در شرایط زراعی متفاوت. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۴(۵)، ۳۴-۴۰.

سجادی، ز.، موسوی، س.م.، و معاف‌پوریان، غ. (۱۳۹۴). نقش بافت و مقدار ماده آلی خاک (خاک برگ) بر توانایی *Trichoderma longibrachiatum* در تحریک رشد گیاه لوبیا قرمز و کنترل نماتد *Meloidogyne javanica*. *دانش گیاه‌پزشکی ایران*، ۲۴(۲)، ۲۲۷-۲۴۰.

شاه‌حسینی، ر.، قربانی، ح.، صالح، ر.، و امیدییگی، ر. (۱۳۹۰). بررسی صفات کمی و کیفی اسانس بذر به‌لیمو (*Lippia citriodora*). *پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۱۸(۴)، ۹۱-۹۶.

کوچکی، ع.، عزیزی، ا.، سیاه‌مرگویی، آ.، و جهانی کندری، م. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر بافت خاک و تراکم بر خصوصیات بنه و عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus L.*). *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۳(۶)، ۴۵۳-۴۶۶.

References

- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E., & Khalighi, A. (2010). Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis L.* (Lamiaceae) cultivated in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (1), 33-40.
- Aidi Wannas, W., Hamdi, B.M., & Marzouk. B. (2000). GC comparative analysis of leaf essential oil from two myrtle varieties at different phenological stages. *Chromatographia*, 9, 145-150.
- Aghhavanian Shajarim, M., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A.R., Fallahi, H.R., & Taherpour Kalantar, R. (2015). Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus L.*). *Saffron agronomy and technology*, 2(4), 311-322 (in Persian).
- Bahramsoltani, R., Rostamiasrabadi, P., Shahpiri, Marques, A.M., Rahimi, R., & Farzaei, M.H. (2018). *Aloysia citrodora* Paláu (Lemon verbena): A review of phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 222(10), 34-51.
- Babaei Abrak S., & Zhiani, R. (2014). Investigation of Chemical Composition of *Lippia Citriodora*: Essential Oil of *Lippia Citriodora* Promote Survival of PC₁₂ Cells Following Treatment With H₂O₂. *Journal of Shefaye Khatam*, 2(1), 31-39 (in Persian).
- Bhatla, S.C., & Lal, M.A. (2018). Secondary metabolites. Pp. 1099-1166, In: Bhatla, S.C., & Lal, M.A. (eds), *Plant Physiology, development and metabolism*, Springer, Singapore.
- Bigdelool, M., Nazeri, V., & Hadian, J. (2013). Study on effect of some environmental factors on morphological traits and essential oil productivity of *Thymus caramanicus* Jalas. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(4), 756-766 (in Persian).
- Daniel, P.L., Carlos, B., & Ratiana, D. (2003). Land suitability evaluation using a combination of exploratory data analysis with a geographic information system on sugar cane areas. *Sugar Cane National Research Institute, Boyeros Cuba*, 209-214.
- El-Hawary, S., Yousif, M., & Abdel Motaal, A. (2012). Bioactivities, phenolic compounds and in-vitro propagation of *Lippia citriodora* Kunth cultivated in Egypt. *Bulletin of Faculty of Pharmacy. Cairo University*, 50, 1-6.
- Erenler, R., Pabuccu, K., Yaglioglu, A.S., Demirtas, I., & Gul, F. (2016). Chemical constituents and antiproliferative effects of cultured *Mougeotia nummuloides* and *Spirulina major* against cancerous cell lines. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 71 (3-4), 87-92.
- Esfandyari, M., Hakimi, M.H., & Hakimzadeh Ardakani, M.A. (2017). Effects of soil texture and planting depth on germination and survival of *Nepeta asterotricha*. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 6(1), 1-10 (in Persian).
- Etemad, L., Oskouei Shirvan, Z., Vahdati-Mashhadianm, N., Adel Moallem, S., & Zafari, R. (2016). Acute, Subacute, and Cell Toxicity of the Aqueous Extract of *Lippia citriodora*. *Jundishapur J Nat Pharm Prod*, 11(3), 32546.
- Genc, N., Yıldız, I., Karan, T., Eminagaoglu, O., & Erenler, R. (2019). Antioxidant activity and total phenolic contents of *Galanthus woronowii* (Amaryllidaceae). *Turkish Journal of Biodiversity*, 2(1), 1-5.
- Guzel, A., Aksit, H., Elmastas, M., & Erenler, R. (2017). Bioassay-guided isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Cyclotrichium organifolium* (Labill.). *Manden and Scheng. Pharmacogn Magazine*, 13(50), 316-320.
- Hasani, R., Mehregan, I., Larijani, K., Nejadstattari, T., & Scalone, R. (2017). Survey of the impacts of soil and climatic variations on the

- production of essential oils in *Heracleum persicum*. *Biodiversitas Journal of Biologic*, 18 (1), 365-377.
- Hakimzadeh Ardakani, M.A., Hakimi, M.H., & Sodaiezhadeh, H. (2016). Effects of Seed Source and Soil Texture on Germination and Survival of *Nepeta asterotricha* as a Medicinal Plant. *Journal of Rangeland Science*, 6(3), 242-252.
- Ibtissem, H.S., Maamouri, E., Chahed, T., Wannas, W.A., Kchouk, M., & Marzouk, B. (2009). Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana L.*). *Industrial Crops and Production*, 30, 395-402.
- Jahantigh, M. (2021). Effects of irrigation methods of subsurface, clay pot and drop on Mulberry growth in dry land region (Case study: Sistan area). *Water and Soil Management and Modeling*, 1(2), 25-35 (in Persian).
- Khalid, K.A., & Ahmed, A.M.A. (2021). Effect of soil type on Grapefruit and Shaddock essential oils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 2048-2056.
- Khalighi, A., Hojjati, Y., Babalar, M., & Naderi, R. (2006). Effects of cytokinin treatment and soil texture on quality and quantity Characteristic of onion and scallion in Darwin Hybrid Tulip, Apeldoorn figure. *Agronomy Journal in Agriculture and Gardening*, 73, 58-64.
- Khorramdel, S., Gheshm, R., Ghafari Afshani, A., & Esmailpour, B. (2014). Evaluation of soil texture and polymer impacts on agronomical characteristics and Yield of Saffron. *Journal of Saffron Research*, 1(2), 120-135 (in Persian).
- Koochaki, A., Azizi, A., Siah-Mergui, A., & Jahani Kandari, M. (2013). Investigating the effect of soil texture and density on corn characteristics and yield of saffron flower (*Crocus sativus L.*). *Journal of Agroecology*, 6(3), 453-466 (in Persian).
- Pahla, I., Muziri, T., Chinyise, T., Muzemu, S., & Chitamba, J. (2014). Effects of Soil Type and Different Pre-sowing Treatments on Seedling Emergence and Vigour of *Acacia sieberana*. *International Journal of Plant Research*, 4.2, 51-55.
- Maftoun, M., Hakimzadeh Ardekani, M.A., Karimian, N., & Ronaghy, A.M. (2003). Evaluation of Phosphorus Availability for Paddy Rice Using Eight Chemical Soil Tests Under Oxidized and Reduced Soil Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34(15-16), 2115-2129.
- Mirza, M., Sharifi Ashoorabadi, E., Allahverdi Mamaghani, B., & behrad, Z. (2017). Quality and quantity yield of thyme essential oil in different climatic conditions. *Institute of Forests and Rangeland*, 4(5), 34-40 (in Persian).
- Moghiminejad, F., Jafari, M., Ghasemi Aryan, Y., & Jahantab, E. (2022). Effect of irrigation supplements, Abyar & Absar on morphological characteristics of *Atriplex canescens* under greenhouse conditions. *Water and Soil Management and Modeling*, 2(2), 45-54 (in Persian).
- Mozaffarian, V.A. (2013). *Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran*. Tehran Publication: Farhang Moaser. 1444 pages (in Persian).
- Ranjber, S., Ebrahimi, M., & Akbarzadeh, M. (2014). Investigating the quantity and quality of essential oil of the medicinal plant *Salvia hydrangea L.* in different habitats of Mazandaran province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 1(1), 12-24 (in Persian).
- Sajadi, Z., Moosavi, M.R., & Moafpourian, Gh.R. (2016). Effect of soil texture and organic matter (leaf litter) content on the ability of *Trichoderma longibrachiatum* in promoting the growth of kidney bean and controlling *Meloidogyne javanica*. *Iranian Journal of Plant Protection*, 46(2), 227-240 (in Persian).
- Santos, A.C., Bianchini, A.E., Bandeira Junior, G., Garlet, Q.I., Teresinha de BBrasil, M., Heinzmann, B.M., Baldisserotto, B., Caron, B.O., & Cunha, M.A. (2022). Essential oil of *Aloysia citriodora Paláu* and citral: sedative and anesthetic efficacy and safety in *Rhombia quelen* and *Ctenopharyngodon idella*. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 49(1), 104-112.
- Shahhoseini, R., Ghorbani, H., Saleh, R., & Omidbaigi, R. (2012). Identification of essential oil content and composition of *Lippia citriodora* seed. *Journal of Plant Production*, 18(4), 91-96 (in Persian).
- Tursun, A.O. (2022). Impact of soil types on chemical composition of essential oil of purple basil. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29 (7), 103314.
- Valdes-Rodriguez, O.A., Sanchez-Sanchez, O., & Perez- Vazquez, A. (2013). Effects of soil texture on germination and survival of non-toxic *Jatropha curcas* seeds. *Biomass and bioengineering*, 48, 167-170.
- Zare, A.A., Malakoti, M.J., Bahrami, H.A., Sefidkon, F., Shahhoseini, R. (2015). Effect of balanced fertilization, biofertilizers and superabsorbent polymer on the yield and chemical compound characteristics of lemon verbena (*Lippia citriodora H. B. et K.*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 30(6), 999-1011 (in Persian).