Evaluation of Soil Physico-Chemical Properties in *Myrtus communis* L. Stands in Southwest of Iran

Y. Azizi Kia[1], M. Moradi[1*], Z. Darvishpasand[2] and H. Taleshi[1]

Abstract

Myrtus communis is one the most important Mediterranean species in Zagros forest. Although, *Myrtus communis* widely spread in Zagros forest, little information is available about its distribution in south western of Iran. Due to the lack of information on *Myrtus communis* distribution in southern Zagros, in the present study soil physicochemical properties of *Myrtus communis* stands in Fars, Khuzestan, and Kohgiluyeh and Boyer Ahmad will be determined to generate basic information about soil properties information in *Myrtus communis* stands in south western provinces of Iran. In each site, five 25*25 meter plots were selected and soil samples were taken from the depth of 0-20 cm. Soil analysis include nitrogen, phosphorous, potassium, organic carbon, pH, soil texture, and bulk density. Our result indicated that the highest values for soil nitrogen and organic carbon belonged to the *Myrtus communis* stand in Nourabad Mamasani and were significantly higher compared to the studied sites. While the least values of soil nitrogen and organic carbon recorded for Andika were significantly lower, compared to the other studied sites. *Myrtus communis* stands in Nourabad Mamasani representing one of the highest soil productivity, compared to the other sites. Besides, *Myrtus communis* spreads in neutral or slightly alkaline soil. Soil textures studied were loam, sandy-loam, and silt-loam. Independent sample t-test showed that *Myrtus communis* stands had higher soil nitrogen, organic carbon, phosphorus, and potassium compared to the vicinity stands. Finally, *Myrtus communis* prefear loam soil, with neutral soil pH or slightly alkaline with high soil nutrients.

Keywords: Zagros forest, Mediterranean species, site demands, soil, nitrogen, soil nutrients.

Background and Objective: Knowledge about forest tree species and their site demands is a fundamental topic in silviculture and forest soil productivity (Kammesheidt, 2000; Zolfaghari et al., 2017; Ebrahimi Askari et al., 2019). Since it can result in increasing our knowledge and consequently provide positive effects on plantation and successful management (Moradi et al., 2017). Due to the importance soil properties in plant distribution, acquiring information about these properties is inevitable. *Myrtus communis* is one the most important Mediterranean species in Zagros forest. Although, *Myrtus communis* widely distributed in Zagros forest, little information is available about its distribution in south western of Iran. Due to the lack of information on *Myrtus communis* distribution in southern Zagros, in the present study soil physicochemical properties of *Myrtus communis* stands in Fars, Khuzestan, and Kohgiluyeh and Boyer Ahmad will be determined to generate basic information about soil properties information in *Myrtus communis* stands in

1- Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Khuzestan, I.R. Iran.
2- CEO., Khak Sabz Maroon Company, Behbahan, I.R. Iran.
* Corresponding author, Email: moradi4@gmail.com

south western provinces of Iran. Moreover soil sample from the vicity stands also will be taken to provide information for comparison of the *Myrtus communis* stands and vicinity lands.

Methods: To study soil physicochemical properties, *Myrtus communis* stands in Nourabad Mamasani; Fars province, Lendeh; Kohkiloye and Boyer Ahmad province, Dezful and Andika; Khuzesran province were selected. In each site, five 25*25 meter plots were selected and soil samples were taken from the depth of 0-20 cm. Soil samples were taken from the four corner and center of each plot and pooled together, finally one pooled soil sample for each plot was taken (Moradi et al., 2022). To compare *Myrtus communis* stands with the vicinity stands, same procedure was done to take soil sample from the vicinity stands. Soil analysis include nitrogen, phosphorous, potassium, organic carbon, pH, soil texture, and bulk density. To evaluate the differences between *Myrtus communis* sites, one way ANOVA was used. Beside, independent sampele t test was performed between soil variables in *Myrtus communis* stands and soil variables of the vicity sites. Finally, principle component analysis was used to determine the most important factor in *Myrtus communis* distribution.

Results: Our result indicated that the highest values for soil nitrogen and organic carbon belonged to the *Myrtus communis* stand in Nourabad Mamasani and were significantly higher compared to the studied sites. While the least values of soil nitrogen and organic carbon recorded for Andika were significantly lower, compared to the other studied sites. *Myrtus communis* stands in Nourabad Mamasani representing one of the highest soil productivity, compared to the other sites. The reason for this might be due to the higher tree density of *Myrtus communis* in the Nourabad Mamasani site. Dezful site indicated the highest soil bulk density that representing of the less soil properties compared to the other sites. This is due to the higher sand values in this site, since sand and propsity are highly correlated. Besides, *Myrtus communis* spreads in neutral or slightly alkaline soil. Studied soil textures were loam, sandy-loam, and silt-loam. Principal component analysis showed that 63 percent of the total variance was explained by the first and second axes. Broken-Stick Eigenvalue indicated that the first and second axes are significant. Soil bulk density and sand are significantly correlate with the negative side of the first axis while, soil clay, silt, and calcium carbonate are significantly correlated with the positive side of the first axis. In fact the mentioned soil parameters play important role in *Myrtus communis* distribution in Dezful, Lendeh and Andika. Soil pH, electrical conductivity, nitrogen, organic carbon, phosphorus, and tree density had no significant correlation with the first axis. First axis representing of the soil physical properties in *Myrtus communis* distribution. Soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, potassium, and tree density were significantly correlated with the second axis, respectively. In the other hand, second axis representing of the soil chemical properties, especially soil nutrient elements in *Myrtus communis* distribution. Principal component analysis well separated the four studied *Myrtus communis* sites. The result of independent sample t test for *Myrtus communis* stands and their vicinity sites showed that *Myrtus communis* stands had significan higher soil nutrient but soil EC, pH and calcium carbonate has no significant differences between *Myrtus communis* stands and their vicinity sites.

Conclusion: Based on the results, *Myrtus communis* prefers light soil texture and loam with neutral or slightly alkaline soil pH. Therefore, the most important factor in *Myrtus communis* distribution are light soil texture and high soil nutrients. This means in locations with such a condition, the plantation of the *Myrtus communis* is recommendable. Moreover *Myrtus communis* stands provide more fertile soil compared to the Brant's oak stands, agricultural lands, and wasteland.

References:

1. Kammesheidt, L., 2000. Some autecological characteristics of early to late successional tree species in Venezuela. Acta Oecol. 21(1), 37–48. https://doi.org/10.1016/S1146-609X(00)00108-9

2. Ebrahimi Askari, A., Moradi, M., Basiri, R., Mirzaei, J., Ghasemi, A., 2019. Evaluation of soil physiochemical properties and regeneration of Prosopis cineraria (L.) Druce stands in southern Iran. Iran J. For. 11(2), 255–267. (In Persian with English abstract)

3. Zolfaghari, Z., Moradi, M., Basiri, R., Ghasemi, A., 2017. Evaluation of soil physicochemical properties of Tecomella undulata in Busher province. For. Wood Pro. 70(2), 273–280. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/JFWP.2017.62484

4. Moradi, M., Jorfi, M.R., Basiri, R., Yusef Naanaei, S., Heydari, M., 2022. Beneficial effects of livestock exclusion on tree regeneration, understory plant diversity, and soil properties in semiarid forests in Iran. Land Degrad. Devt. 33(2), 324–332. https://doi.org/10.1002/ldr.4154

5. Moradi, M., Imani, F., Naji, H.R., Moradi Behbahani, S., Ahmadi, M.T., 2017). Variation in soil carbon stock and nutrient content in sand dunes after afforestation by *Prosopis juliflora* in the Khuzestan province (Iran). iForest 10, 585–589. https://doi.org/10.3832/ifor2137-010

بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه‌های گونه مورد (*Myrtus communis* L.) در جنوب غربی ایران

یاسر عزیزی‌کیا[1]، مصطفی مرادی[1*]، زهرا درویش‌پسند[2] و حمید طالشی[1]

چکیده

یکی از گونه‌های بسیار مهم در بافت جنگل‌های غرب و جنوب کشور، درختچه مورد (*Myrtus communis* L.) می‌باشد. مورد یک گونه مدیترانه‌ای است که با توجه به وسعت و دامنه پراکنش آن، اطلاعات کمی در رابطه با پراکنش این‌گونه در منطقه جنوب غرب کشور وجود دارد. در این مطالعه به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در توده‌های *M. communis* در استان‌های فارس، کهگیلویه و بویر احمد و همچنین خوزستان پرداخته شد تا بتوان اطلاعات پایه از خصوصیات خاک در مناطق پراکنش درختچه مورد در استان‌های جنوب غربی ایران مشخص کرد. نمونه‌برداری خاک در توده‌های مورد با استفاده از ۵ پلات ۲۵×۲۵ متر و از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. آنالیزهای خاک شامل ازت، فسفر، پتاسیم، کربن آلی، pH، بافت خاک و همچنین وزن مخصوص ظاهری بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار کربن آلی و ازت خاک مربوط به توده مورد شهرستان نورآباد ممسنی بود که دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر مناطق بود. همچنین کم‌ترین مقدار کربن آلی و ازت نیز مربوط به منطقه اندیکا بود. توده‌های مورد در خاک‌های با pH خنثی تا کمی قلیایی پراکنش دارد. بافت خاک در تمام مناطق مورد مطالعه ترکیبی از لومی، شنی-لومی و سیلتی- لومی بود. مقایسه میانگین آزمون *t* بین توده‌های مورد و مناطق مجاور مشخص کرد که مقدار کربن آلی خاک، ازت، فسفر و پتاسیم در توده‌های مورد نسبت به مناطق مجاور آن بالاتر می‌باشد. به‌طور کلی مورد طالب خاک‌های با بافت سبک و لومی بوده که در pH نزدیک به خنثی یا کمی قلیایی با حاصلخیز بالا پراکنش دارد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های زاگرس، گونه‌های مدیترانه‌ای، نیاز رویشگاهی، خاک، مواد غذایی، ازت.

مقدمه

یکی از مباحث اساسی در بررسی پراکنش گونه‌های جنگلی، مشخص کردن وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. از این‌رو در مطالعات مختلف همواره سعی شده است تا نیازهای رویشگاهی درختان مطالعه شود (Kammesheidt, 2000; Zolfaghari et al., 2017; Ebrahimi Askari et al., 2019). بنابراین به لحاظ اکولوژی آگاهی از این مسئله که هر گونه گیاهی چه نوع خاک و با چه مقدار مواد غذایی را ترجیح

۱- گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

۲- مدیرعامل، شرکت خاک سبز مارون، بهبهان، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: moradi4@gmail.com

نسخه پیش از انتشار

می‌دهد لازم و ضـــروری اســـت. زیرا می‌تواند منجر به افزایش شـناخت ما و در نتیجه تأثیرات مثبت در بحث جنگل‌کاری و در نتیجه افزایش موفقیت جنگل‌کاری‌ها شود.

پوشـــش گیاهی و خاک همواره بر یکدیگر تأثیر داشـــته‌اند (Moslemi Seyed Mahalle et al., 2019; Forogh Nasab et al., 2020; Skandari et al., 2020) که این مسئله یکی از دلایل پراکنش گونه‌های گیاهی در مناطق مختلف است. نه تنها به‌خاطر پراکنش گونه‌ها بلکه به جهت مســـائل مدیریتی نیز اطلاع از خصـوصـیات خاک مناسب برای رشـد گونه‌های جنگلی حائز اهمیت فراوان می‌باشـد (Li et al., 2012). مطالعات نشـان داده اســـت که خاک نقش مهمی در پراکنش درختان و درختچه‌ها دارنـد. بـه‌عنوان مثال رطوبـت و فســـفر خاک نقش مهمی در پـراکـنـش درخـتـان گـز (*Tamarix ramosissima*) دارنـد (Mohammadi et al., 2017)، کیکم (*Acer monspessulanum*) در خاک‌های با بافت ســنگین پراکنش دارد (Khodakarami et al., 2011)، انار شـــیطان (*Tecomella undulata*) در خاک‌های شنی-لومی پراکنش بیش‌تری دارد (Zolfaghari et al., 2017) و یـا ویژگی‌هـای فیزیکی خـاک کـه نقش مهمی در پراکنش کهور ایرانی دارند (Ebrahimi Askari et al., 2019).

درختچـه مورد (*Myrtus communis* L.) یکی از گونـه‌هـای مـدیترانـه‌ای در بـافـت جنگـل‌هـای زاگرس بوده که بـه‌صـــورت محدود و پراکنده در بخش‌های مختلف آن رویش دارد. اگرچه مطالعات پراکنده و محدودی در رابطه با نیازهای رویشـــگاهی این‌گونه در اسـتان‌های ایلام (Rostami and Ghorbani, 2017) و لرستان (Mirazadi and Pilehvar, 2014) انجام شده است اما با توجه به وسـعت پراکنش این‌گونه در کشـور، اطلاعات مربوط به خصـوصـیات خاک که این‌گونه در آن پراکنش دارد در منطقه جنوب غرب کشـــور موجود نیســـت. این‌گونه دارای خواص دارویی زیادی بوده و همواره از آن در موارد آرایشی و بهداشتی اسـتفاده شـده اسـت (Faten Ibrahim et al., 2021). با توجه به حجم تخریـب کمی و کیفی در جنگـل‌هـای زاگرس، نرخ مرگ‌ومیر بالا در برخی نقاط (Parnian Kalayeh et al., 2020) و تلاش برای احیا این جنگل‌ها به‌وسیله برنامه‌هایی همانند قرق (Moradi et al., 2022) این ضـــرورت احســـاس می‌شـــود تا نیازهای رویشـگاهی گونه‌های زاگرس بهتر شـناخته شـده و لذا بتوان از این گونه‌های برای احیا و غنی‌ســـازی جنگل در مکان مناسب استفاده کرد. با توجه به سرشت رطوبت‌پسندی درختچه مورد، درصـورتی‌که نیازهای خاکی آن به‌درسـتی مشـخص شـود می‌توان این‌گونه را برای افزایش غنا و تنوع زیســـتی در مناطق مناسب کشت کرد و از مزایای آن استفاده نمود.

با توجـه بـه کمبود اطلاعـات در رابطـه بـا درختچـه مورد در زاگرس جنوبی، در این مطالعه به بررسی خصوصیات فیزیکی و شـیمیایی خاک در اسـتان‌های فارس، کهگیلویه و بویر احمد و همچنین خوزستان پرداخته خواهد شد تا بتوان اطلاعات پایه از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق پراکنش این‌گونه در منطقه جنوب غرب ایران را مشخص کرد. بنابراین هدف این مطالعه مشـخص کردن وضـعیت خصـوصـیات خاک در مناطق پراکنش درختچه مورد در استان‌های جنوب غربی ایران و تعیین مهم‌ترین عوامل خاکی مؤثر در پراکنش درختچه مورد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

برای مطالعه خصـوصـیات خاک در توده‌های مورد سـه اسـتان فارس، کهگیلویه و بویراحمد و خوزســـتان انتخاب شـــدند. توده‌های *M. communis* در شـهرهای نورآباد ممسـنی در اسـتان فارس، لنده در استان کهگیلویه و بویر احمد، دزفول و اندیکا در استان خوزستان بود. خصوصیات مناطق مورد مطالعه در جدول (۱) بیان شده است.

توده بررسـی شـده در شـهرسـتان نورآباد ممسـنی (اسـتان فارس) در فاصـله پنج کیلومتری شـهر نورآبادممسـنی واقع شـده است. این ذخیره‌گاه در محاصره زمین‌های کشاورزی بوده و یک منطقه مسطح قرار دارد. توده بررسی شده در شهرستان لنده در منطقه موگرمون در فاصـــله حدود ۱۰ کیلومتری ضـــلع شـــرقی شهرستان لنده قرار دارد. گونه‌های موجود در منطقه شامل بلوط

نسخه پیش از انتشار

جدول ۱. مشخصات عمومی مناطق مورد مطالعه

Table 1. Information of the studied sites

	Latitude	Longitude	Density (N/ha)	Area (ha)	Elevation (m)	Temperature (°C)	Precipitation (mm)
Dezful	32° 37′ 28″ and 32° 37′ 31″	and 48° 50′ 7″ 48° 50′ 8″	696	4	1170	24	471
Andika	32° 9′ 25″ and 32° 9′ 24″	49° 28′ 59″ and 49° 28′ 55″	553	2	692	24	558
Lendeh	31° 0′ 16″ and 31° 1′ 35″	50° 29′ 7″ and 50° 28′ 1″	454	2.5	1100	25	750
Noorabad Mamasani	34° 2′ 30″ and 35° 2′ 30″	51 ° 33′ 30″ and 51 ° 33′ 24″	768	1.56	1000	21	515

ایرانی (*Quercus brantii*)، کلخنگ (*Pistacia khinjuk*)، انجیر کوهی (*Ficus* sp.) می‌باشد. در شهرستان دزفول در منطقه دژ محمد علی‌خان در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال شهر سردشت و ۶۵ کیلومتری شمال دزفول نیز توده مورد دیگری در استان خوزستان انتخاب شد. در این منطقه گونه‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، بادامک (*Amygdalus scoparia*)، زالزالک (*Crataegus* sp.) و بنه (*Pistacia* sp.) رویش دارد. آخرین توده انتخاب شده نیز در ۱۰ کیلومتری شهرستان اندیکا واقع در شمال خوزستان و نزدیک روستای قلعه لوت بود. این ذخیره‌گاه نیز در محاصره زمین‌های بایر قرار دارد (شکل ۱).

نمونه‌برداری

برای نمونه‌برداری توده‌های مورد بررسی، در هر یک از این توده‌ها پنج پلات ۲۵×۲۵ متر با فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر (بسته به موقعیت محل) پیاده شد. در چهارگوشه و مرکز هر پلات پنج نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری از محل سایه لنداز درختچه‌های مورد برداشت و با هم ترکیب شدند. سپس برای هر پلات یک نمونه خاک برداشت و برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه منتقل شد (Moradi et al., 2022). برای مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با توده‌های مجاور نیز از همین روش برای برداشت نمونه‌های خاک استفاده شد. لازم به ذکر است که ذخیره‌گاه شهرستان نورآباد ممسنی توسط زمین‌های کشاورزی احاطه شده بود. اما ذخیره‌گاه‌های لنده و دزفول توسط توده‌های بلوط احاطه شده بودند. همچنین ذخیره‌گاه لنده نیز توسط زمین‌های بایر احاطه شده بود.

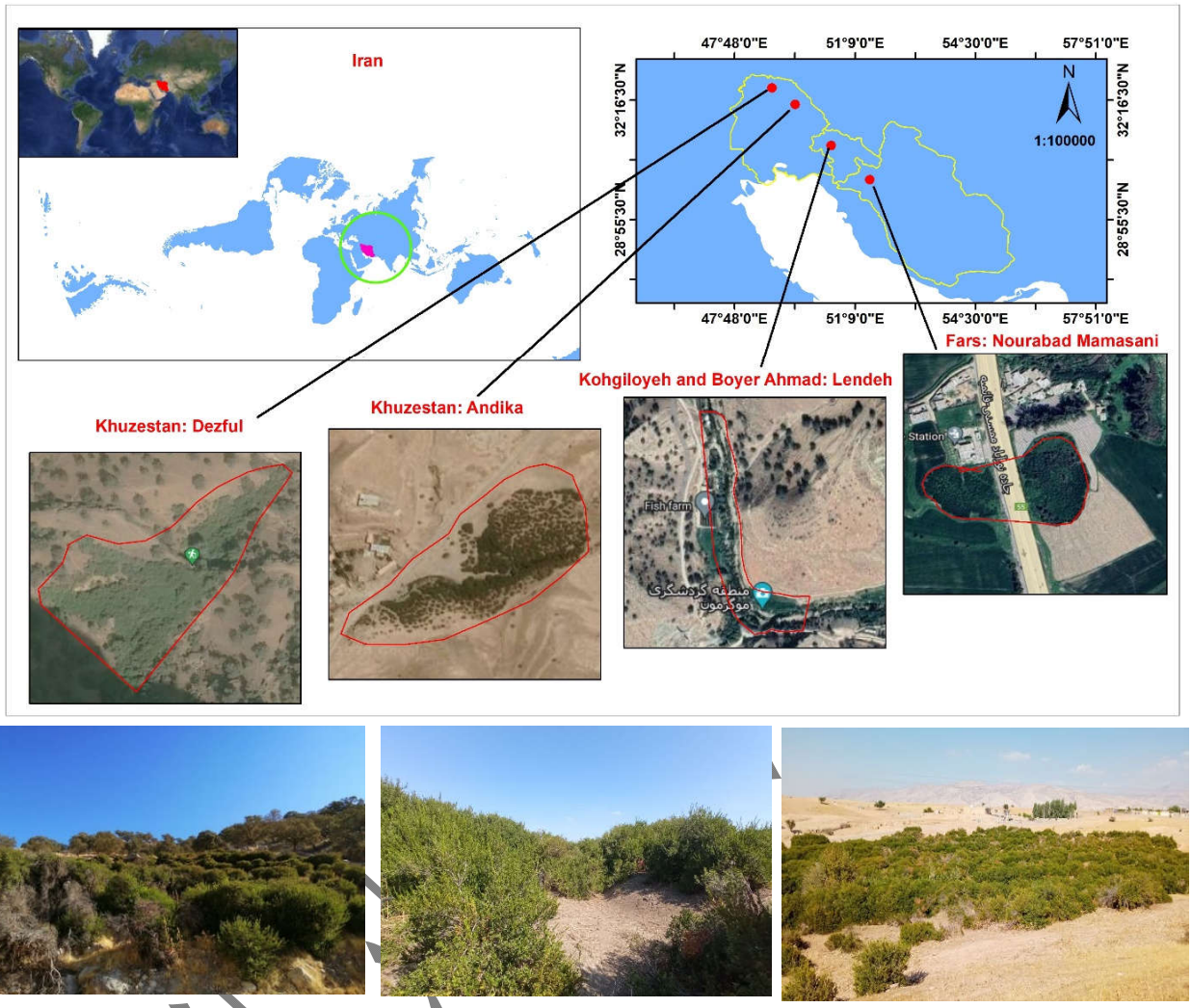
آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی خاک

نمونه‌های خاک در آزمایشگاه و دمای محیط خشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس این نمونه‌ها برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده قرار گرفتند. آنالیزهای خاک شامل ازت به روش کلجدال (Bremner and Mulvaney, 1982)، فسفر به روش السون (Olsen, 1954)، پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتر (Merwin and Peach, 1951) و کربن آلی (Walkley and Black, 1934) بودند. کربنات کلسیم نیز با استفاده از روش کلسیمتری اندازه‌گیری شد (Horváth et al., 2005). همچنین در این مطالعه بافت خاک (به روش هیدرومتری) و وزن مخصوص ظاهری به روش استوانه لندازه‌گیری شد (Gee and Bauder, 1986). مقدار pH نیز با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد.

آنالیزهای آماری

نرمال بودن داده با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف

نسخه پیش از انتشار



شکل ۱. مناطق مورد مطالعه استان‌های فارس، کهگیلویه و بویر احمد وهمچنین خوزستان (نقاط قرمز رنگ بر روی نقشه مناطق مورد مطالعه می‌باشد؛ از راست منطقه اندیکا، نورآبادممسنی و لنده).

Figure 1. Locations of the studied site in Fars, Khuzestan, and Kohgiluyeh and Boyer Ahmad (Red dots maps are the studied locations; From right; Andika, Nourabad Mamassani, and Lendeh)

مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای بررسی تفاوت موجود بین خصوصیات خاک در مناطق مورد مطالعه از تحلیل تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. درصورتی‌که اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها وجود داشت از آزمون چند دامنه دانکن برای مشخص کردن این تفاوت استفاده شد. برای مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بین توده‌های مورد و زمین‌های مجاور نیز از آزمون مقایسه میانگین (independent sample *t*-test) استفاده شد. در این آزمون همه توده‌های مورد به‌صورت یک گروه و همه زمین‌های مجاور (اعم از توده‌های بلوط، زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر) نیز به‌عنوان یک گروه در نظرگرفته شدند و وجود تفاوت معنی‌دار بین متغیرهای مورد بررسی در دو گروه، بررسی شد. این آزمون‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD (V. 5) تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) برای تعیین مهم‌ترین متغیرهای خاک در گسترش گونه مورد انجام شد.

نتایج

خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشـــان داد که بین مناطق مورد مطالعه از نظر برخی ویژگی‌های خاک تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). مقدار ازت موجود در خاک توده‌های مورد در استان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بیش‌ترین ازت خاک در توده *M. communis* شهرستان نورآباد ممسنی مشاهده شـد که دارای تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق بود (جدول ۳). بعد از آن مناطق دزفول و لنده بیش‌ترین مقدار ازت را داشـتند که تفاوت معنی‌داری را به لحاظ مقدار ازت خاک با یکدیگر نشـان ندادند اما با دیگر مناطق دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۳). همچنین کم‌ترین مقدار ازت مربوط به منطقه لندیکا بود که تفاوت معنی‌داری را با دیگر مناطق نشان داد (جدول ۳).

نتایج مربوط به کربن آلی خاک مشـابه با ازت خاک بود و بیش‌ترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به توده شهرستان نورآباد ممسـنی بود که دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر مناطق بود (جدول ۳). کم‌ترین مقدار کربن آلی نیز مربوط به منطقه لندیکا بود (جدول ۳). مناطق دزفول و لنده نیز جایگاه دوم را به لحاظ مقدار کربن آلی خاک به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشـان داد که کم‌ترین مقدار فسـفر مربوط به مناطق دزفول و اندیکا می‌باشـد که به‌صـورت معنی‌داری کم‌تر از دیگر مناطق بودند (جدول ۳). منطقه لنده اگرچه با اندیکا و نوراباد ممسنی دارای اختلاف معنی‌دار بود اما تفاوت معنی‌داری با منطقه دزفول نداشت (جدول ۳). در نهایت توده بررسی شده در شهرستان نورآباد ممسنی بیش‌ترین مقدار فسـفر خاک را داشـت که به‌صـورت معنی‌داری بیش‌تر از دیگر مناطق بود (جدول ۳).

نتایج بررسـی پتاسیم خاک در مناطق مورد مطالعه نشـان داد که منطقه نوراباد ممسنی بیش‌ترین مقدار پتاسیم خاک را داشت که دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر شـهرسـتان‌ها بود (جدول ۳). کم‌ترین مقدار پتاسـیم خاک نیز مربوط به مناطق دزفول و اندیکا بود که به‌صـورت معنی‌داری کم‌تر از دیگر شـهرسـتان‌ها بود (جدول ۳). اگرچه مقدار پتاسـیم خاک در منطقه لنده به‌صـورت معنی‌داری کم‌تر از نورآباد ممسـنی بود (جدول ۳) اما به‌صـورت معنی‌داری بیش‌تر از منطقه دزفول بود (جدول ۳). با این وجود اختلاف معنی‌داری بین منطقه لندیکا و لنده به لحاظ مقدار پتاسیم خاک مشاهده نشد (جدول ۳).

کم‌ترین مقدار کربنات کلسیم مربوط به دزفول بود و بعد از به‌ترتیب لندیکا بود که دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار کربنات کلسـیم نیز مربوط به مناطق لنده و نوراباد ممسـنی بود که به‌صـورت معنی داری بیش‌تر از دیگر مناطق بودند (جدول ۳). مناطق اندیکا و نورآباد ممسـنی نیز به لحاظ مقدار کربنات کلسیم در خاک تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۳).

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشـان داد که هدایت الکتریکی در توده‌های مطالعه شـده در شـهرسـتان‌های دزفول، اندیکا، لنده، و نورآباد ممسـنی تفاوت معنی‌داری را نشـان نمی‌دهد (جدول ۳). در رابطه با pH وضـعیت مقداری متفاوت بود و بیش‌ترین pH مربوط به شـهرسـتان نورآباد ممسـنی بود (جدول ۳) که دارای اختلاف معنی‌داری با شـهرسـتان لنده به‌عنوان پایین‌ترین مقدار pH بود (جدول ۳). شـهرسـتان‌های دزفول و اندیکا نیز تفاوت معنی‌داری را با شهرستان‌های نورآباد ممسنی و لنده نشان ندادند (جدول ۳).

خصوصیات فیزیکی خاک

بافت خاک در منطقه دزفول شـنی-لومی، اندیکا سـیلتی-لومی، لنده لومی و نورآباد ممسـنی سـیلتی-لومی بود. ذرات رس در مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشـان دادند. شـهرستان اندیکا بیش‌ترین مقدار رس در خاک (۲۴/۴ درصـد) را داشـت که به‌طور معنی‌داری بیش از سـایر مناطق مورد مطالعه بود (جدول ۳). درحالی‌که کم‌ترین مقدار رس (۱۰/۵ درصد) مربوط به توده مورد در شهرستان دزفول بود (جدول ۳). اگرچه مناطق لنده (۱۹/۴ درصـد) و نورآباد ممسـنی (۱۹/۶ درصـد) تفاوت معنی‌داری را به لحاظ محتوای رس نشان نداند اما با دیگر

نسخه پیش از انتشار

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه برای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در توده‌های *M. communis*

Table 2. Result of one way ANOVA for soil chemical and physical properties in *M. communis* stands

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
EC	Between Groups	0.037	3	0.012	0.115	0.950
	Within Groups	1.598	15	0.107		
	Total	1.635	18			
pH	Between Groups	0.223	3	0.074	2.272	0.122
	Within Groups	0.491	15	0.033		
	Total	0.714	18			
OC	Between Groups	34.145	3	11.382	9.279	0.001
	Within Groups	18.400	15	1.227		
	Total	52.546	18			
N	Between Groups	0.163	3	0.054	8.868	0.001
	Within Groups	0.092	15	0.006		
	Total	0.255	18			
P	Between Groups	2447.436	3	815.812	11.467	0.000
	Within Groups	1067.175	15	71.145		
	Total	3514.610	18			
K	Between Groups	231444.558	3	77148.186	12.374	0.000
	Within Groups	93518.600	15	6234.573		
	Total	324963.158	18			
$CaCo_3$	Between Groups	875.268	3	291.756	8.123	0.002
	Within Groups	538.768	15	35.918		
	Total	1414.036	18			
BD	Between Groups	0.081	3	0.027	24.463	0.000
	Within Groups	0.017	15	0.001		
	Total	0.098	18			
Clay	Between Groups	437.189	3	145.730	16.240	0.000
	Within Groups	134.600	15	8.973		
	Total	571.789	18			
Silt	Between Groups	880.947	3	293.649	8.311	0.002
	Within Groups	530.000	15	35.333		
	Total	1410.947	18			
Sand	Between Groups	2509.526	3	836.509	19.274	0.000
	Within Groups	651.000	15	43.400		
	Total	3160.526	18			

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در توده‌های مورد بررسی (اعداد شامل میانگین ± خطای معیار می‌باشند. حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین مناطق می‌باشد.)

Table 2. Soil chemical and physical properties in the studied stands (data are mean ± standard error; different letters representing of significant differences between the sites in each row)

	Noorabad Mamasani	Lendeh	Andika	Dezful
Nitrogen (%)	0.44± 0.11 a	0.29± 0.05 b	0.18± 0.06 c	0.31± 0.07 b
Organic carbon (%)	6.35± 0.71 a	4.25± 1.50 b	2.67± 0.90 c	4.50± 0.97 b
Phosphorus (mg/kg)	26.54± 6.90 a	19.83± 4.93 b	7.51± 1.80 c	11.17± 0.92 bc
Potassium (mg/kg)	527.40± 58.82 a	352.60± 72.68 b	302.40± 68.02 bc	223.50± 58.81 c
Calcium carbonate (%)	38.30± 7.33 ab	44.68± 6.13 a	35.24± 5.17 b	25.14± 4.70 c
pH	7.52± 0.26 a	7.33± 0.13 b	7.33± 0.16 ab	7.43± 0.08 ab
EC (dS/m)	1.31± 0.23 a	1.21± 0.37 a	1.23± 0.35 a	1.29± 0.34 a
Clay %	19.60± 2.19 b	19.40± 4.60 b	24.40± 2.19 a	10.50± 1.90 c
Silt %	51.00± 5.70 a	45.80± 5.80 a	53.60± 6.76 a	35.00± 5.22 b
Sand %	29.40± 4.61 bc	34.80± 7.19 b	22.00± 7.70 c	54.50± 6.35 a
Bulk Density (gr/cm3)	1.19± 0.01 d	1.40± 0.04 b	1.34± 0.02 c	1.53± 0.03 a

مناطق تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

کم‌ترین مقدار سیلت مربوط به منطقه دزفول بود و با دیگر مناطق تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). مناطق لنده، نورلباد ممسنی و لندیکا تفاوت معنی‌داری را با دیگر به لحاظ محتوای سیلت در خاک نشان ندادند (جدول ۳).

بیش‌تری محتوای شن (۵۴/۵۰ درصد) مربوط به شهرستان دزفول که تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق داشت (جدول ۳). بعد از آن شهرستان‌های لنده (۳۴/۸۰ درصد) و نورآباد ممسنی (۲۹/۴۰ درصد) بودند (جدول ۳). در نهایت کم‌ترین محتوای شن مربوط شهرستان اندیکا (۲۲/۰۰ درصد بود) که به‌صورت معنی‌داری کم‌تر از دیگر مناطق بود اما با منطقه نورآباد ممسنی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

وزن مخصوص ظاهری خاک در مناطق مورد مطالعه متفاوت و دارای تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۵۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) مربوط به منطقه دزفول بود که تفاوت معنی‌داری را نسبت به دیگر مناطق نشان می‌داد (جدول ۳). کم‌ترین مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک نیز مربوط به منطقه نورآباد ممسنی بود (۱/۱۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب) که اختلاف معنی‌داری را با دیگر مناطق نشان می‌داد (جدول ۳).

نتایج حاصل از آنالیز چند متغیره عوامل محیطی در ارتباط با گونه مورد

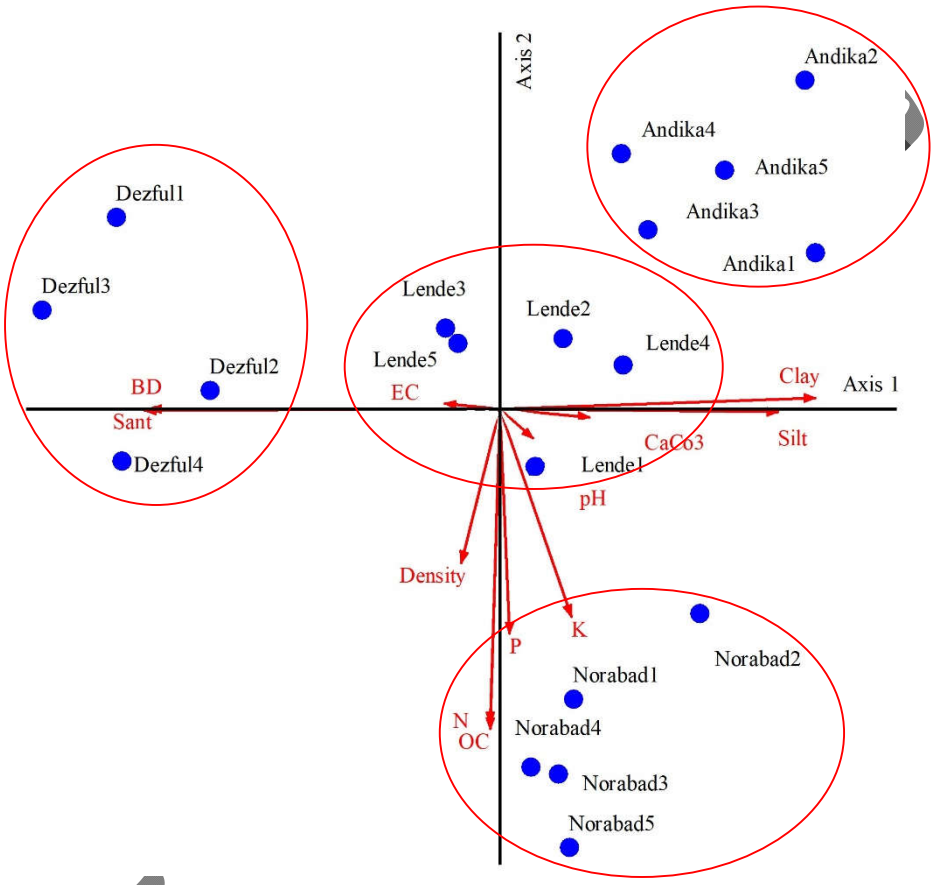
نتایج PCA نشان داد که حدود ۶۳ درصد کل واریانس مربوط به محور اول و دوم می‌باشد. آماره Broken-Stick Eigenvalue نیز نشان‌دهنده معنی‌دار بودن محورهای اول و دوم می‌باشد (جدول ۴).

نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که متغیرهای وزن مخصوص ظاهری و شن با بخش منفی محور اول همبستگی معنی‌داری دارند. درحالی‌که رس، سیلت و کربنات کلسیم با بخش مثبت محور اول همبستگی معنی‌داری دارند (جدول ۵، شکل ۲). به عبارت دیگر عوامل یاد شده نقش مهم و مؤثری در رشد و گسترش درختچه مورد در مناطق دزفول، لنده و تا حدودی اندیکا دارند (شکل ۲). متغیرهای pH، هدایت الکتریکی، ازت، کربن آلی، فسفر و تراکم درختان با محور اول همبستگی معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۵). به عبارت دیگر

جدول ۴. مقادیر ویژه، واریانس و Broken-Stick Eigenvalue مربوط به آنالیز مؤلفه‌های اصلی

Table 4. Eigenvalues, variance, and Broken-Stick Eigenvalue of principal component analysis

Axis	Broken-Stick Eigenvalue	Commutative variance	Variance	Eigenvalues
1	3.10	35.26	35.26	4.17
2	2.10	63.02	27.75	2.98



شکل ۲. تحلیل مؤلفه‌های اصلی مربوط به محورهای اول و دوم در مناطق مورد مطالعه

Figure 2. Principle component analysis of first and second axes in the studied sites.

محور اول بیش‌تر بیان کننده خصوصیات فیزیکی خاک در پراکنش درختچه مورد می‌باشد. از بین متغیرهای مورد بررسی، به‌ترتیب کربن آلی، ازت، فسفر، پتاسیم، و تراکم درختان با قسمت منفی محور دوم همبستگی معنی‌دار دارند (جدول ۵). به عبارت دیگر محور دوم بیش‌تر بیانگر نقش خصوصیات شیمیایی خاک و به‌ویژه عناصر تغذیه‌ای در پراکنش درختچه مورد می‌باشد.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌خوبی مناطق مورد مطالعه را تفکیک کرده است. همان‌طور که در شکل (۲) مشخص شده است توده مورد در شهرستان دزفول در قسمت انتهایی سمت چپ محور اول قرار گرفته است. درحالی‌که توده‌های مورد در شهرستان‌های اندیکا و نورآباد ممسنی به‌ترتیب در سمت مثبت و منفی محور دوم قرار گرفته‌اند (شکل ۲). در نهایت توده مورد در شهرستان لنده در مرکز تقاطع محورهای اول و دوم قرار گرفته است (شکل ۲).

جدول ۵. مقادیر ضریب همبستگی بین محور اول و محور دوم با متغیرهای مورد بررسی در آنالیز PCA

Table 5. Correlation coefficient between studied soil properties in the PCA and axes 1and 2

Variables	Axis 1	Axis 2
BD	-0.964**	-0.064 ns
Sand	-0.957**	-0.010 ns
Clay	0.909**	0.169 ns
Silt	0.854**	-0.093 ns
$CaCo_3$	0.484*	-0.150 ns
OC	-0.160 ns	-0.912**
N	-0.162 ns	-0.905**
P	0.160 ns	-0.764**
K	0.434 ns	-0.737**
Density	-0.316 ns	-0.634**
EC	-0.382 ns	0.113 ns
pH	0.292 ns	-0.273 ns

ns: عدم معنی‌داری، **: معنی‌داری در سطح خطای ۱٪، *: معنی‌داری در سطح خطای ۵٪

نتایج آزمون *t* برای مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بین توده‌های مورد و مناطق مجاور

به‌منظور مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در توده‌های مورد با منطقه مجاور مقایسه میانگین بین توده‌های مورد و مناطق مجاور انجام شد. در این مقایسه نتایج آزمون *t* مشخص کرد که توده‌های مورد نسبت به توده‌های اطراف خود حاصلخیزی بهتری دارند (جدول ۶). خصوصیات تغذیه‌ای خاک در توده‌های مورد نسبت به توده‌های بلوط، زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر به‌صورت معنی‌داری بهتر بود (جدول ۶). البته هدایت الکتریکی، و pH و کربنات کلسیم خاک در توده‌های مورد و توده‌های مجاور تغیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۶). خصوصیات فیزیکی خاک شامل وزن مخصوص ظاهری، درصد رس، رصد سیلت و درصد شن نیز در توده‌های مورد نسبت به توده‌های مجاور تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۶).

بحث

در این تحقیق مشخص شد که توده *M. communis* در شهرستان نورآباد ممسنی در استان فارس نسبت به بقیه مناطق مورد مطالعه و به لحاظ وضعیت حاصلخیزی خاک وضعیت مطلوب‌تری دارد و ازت، ماده آلی، فسفر و پتاسیم بالاتری در این شهرستان نسبت دیگر مناطق وجود داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده توده‌های مورد در استان فارس نسبت به کهگیلویه و همچنین خوزستان خصوصیات تغذیه‌ای بهتری دارند. بالاتر بودن مواد غذایی خاک در رویشگاه نورآیاد ممسنی می‌تواند به دلیل تراکم بیش‌تر درختان در این منطقه نسبت به دیگر مناطق باشد. زیرا درختان می‌توانند با لاشبرگ‌ریزی باعث تغییرات مثبت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شوند (Eskandari et al., 2020). از طرف دیگر مطالعات مشخص کرده که تراکم درختان یک عامل بسیار مهم در مقدار کربن آلی خاک می‌باشد (Zarafshar et al., 2024). در این مطالعه نیز بالاترین تراکم درختان مربوط به منطقه نورآباد ممسنی بود که بیش‌ترین کربن آلی خاک را داشت. در مطالعه رستمی و قربانی نیز تفاوت معنی‌داری بین خصوصیات خاک در توده‌های مورد در مناطق مختلف استان ایلام مشاهده شد (Rostami and Ghorbani, 2017). با این وجود در مطالعه آن‌ها مقدار ازت خاک به‌صورت میانگین بین ۰/۲۹ درصد تا ۰/۵۳ درصد بود درحالی‌که در این مطالعه میانگین درصد ازت برای مناطق مختلف بین ۰/۱۸ تا ۰/۴۴ به‌دست آمد.

عناصر غذایی خاک یکی از ارکان مهم در پراکنش گونه‌های گیاهی هستند که pH خاک نقش مهمی در آن دارد (Maleki et al., 2024). با آگاهی از آن‌ها می‌توان نقاط مستعد کشت گونه را تا حدودی مشخص کرد. pH خاک یک عامل کلیدی در استقرار و پراکنش گیاهان محسوب می‌شود که تأثیر اساسی بر بیولوژی خاک و فرایندهای فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. این فرایندها تأثیر مستقیمی بر رشد و توسعه گیاه دارند (Msimbira and Smith, 2020). pH خاک در این مطالعه و در تمام مناطق مورد مطالعه کمی بالاتر از خنثی بود و محدوده از ۷/۲ تا ۷/۵ را شامل می‌شد. با توجه به تقسیم‌بندی وازرت کشاورزی ایالات متحده

نسخه پیش از انتشار

جدول ۴ . نتایج آزمون t برای بررسی تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در توده‌های مورد نسبت به مناطق مجاور (متغیرهای مشخص شده دارای تفاوت معنی‌داری بین دو گروه بودند)

Table 4. Soil physical and chemical properties in the *M. communis* and vicinity stands based on independent sample *t*-test (Bold variables are significantly different between two groups)

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
EC	-1.441	36	0.159	-0.19669	0.13646
pH	-0.881	36	0.384	-0.05022	0.05698
OC	3.646	36	0.001	2.16189	0.59295
N	3.634	36	0.001	0.15048	0.04141
P	2.781	36	0.009	9.99768	3.59506
K	4.519	36	0.000	172.68111	38.20979
$CaCo_3$	-1.524	36	0.137	-5.66768	3.71932
BD	-3.863	36	0.000	-0.08666	0.02243
Clay	3.204	36	0.003	5.42415	1.69267
Silt	5.103	36	0.000	13.77090	2.69852
Sand	-5.047	36	0.000	-19.19505	3.80319

در محدوده خنثی تا کمی قلیایی قرار دارد (Burt, 2014). با توجه به این‌که بیش‌ترین معدنی شدن ازت در pH ۶/۵ تا ۸ اتفاق می‌افتد (Neina, 2019) می‌توان این‌گونه بیان کرد که توده‌های مورد به لحاظ pH بهترین وضعیت را برای معدنی شدن ازت دارند. با توجه به مطالعات موجود در رابطه با توده‌های مورد در استان‌های لرستان و ایلام می‌توان این‌گونه بیان کرد که در این استان‌ها مقدار pH کمی بالاتر از مناطق مورد مطالعه در این پژوهش بوده و حتی تا pH ۸ نیز گزارش شده است (Mirazadi and Pilehvar, 2014; Rostami and Ghorbani, 2017). هدایت الکتریکی خاک به‌عنوان یکی از متغیرهای مهم در جذب مواد غذایی شناخته می‌شود به‌نحوی‌که افزایش در مقدار هدایت الکتریکی می‌تولند منجر به ممانعت از جذب مواد غذایی به‌وسیله افزایش فشار اسمزی شود (Ding et al., 2018). نتایج این پژوهش مشخص کرد که مورد گونه‌ای است که به‌شدت طالب خاک‌های شیرین می‌باشد. در تمام مناطق مورد مطالعه هدایت الکتریکی خاک در محدود ۱/۲ تا ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که نشان‌دهنده شیرین بودن خاک می‌باشد.

توده‌های مورد در مناطق مورد مطالعه در خاک‌های سبک و غنی گسترش داشتند. بافت خاک عموما لومی، لومی–شنی، سیلتی–لومی از نظر بافت خاک، با مطالعات دیگر محققین در استان‌های ایلام (Rostami and Ghorbani, 2017) و لرستان (Mirazadi and Pilehvar, 2014) که توده‌های مورد علاوه بر این بافت‌های خاک در بافت خاک‌های رسی نیز گسترش داشتند، کمی متفاوت بود. در استان‌های ایلام و لرستان توده‌های مورد در خاک‌های رسی–لومی نیز گسترش داشتند که در استان‌های این پژوهش (فارس، خوزستان وکهگیلویه و بویر احمد) بافت خاک رسی مشاهده نشد.

منطقه دزفول بیش‌ترین وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۵۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) را دارا بود که نشان‌دهنده کم‌تر بودن تخلل خاک در این منطقه نسبت به دیگر مناطق است (Forogh Nasab et al., 2020). با توجه به این‌که منطقه دزفول بیش‌ترین مقدار شن در خاک را داشت شاید کم‌تر بودن تخلخل خاک در این منطقه مربوط به بالا بودن مقدار شن باشد چراکه رابطه مستقیمی بین مقدار شن و تخلخل خاک وجود دارد. وزن مخصوص ظاهری در توده‌های مورد در استان ایلام دارای دامنه‌ای بین ۱/۱۵ تا ۱/۳۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود (Rostami and Ghorbani, 2017). دلیل اختلاف بین وزن

مخصـوص ظاهری ایلام با مناطق فارس، کیکیلویه و خوزسـتان می‌تواند ناشـی از تفاوت در بافت خاک باشـد. زیرا در اسـتان ایلام بافت خاک رسـی–لومی می‌باشـد ولی در مناطق مورد بررسی در این پژوهش لومی و شنی–لومی می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده درختچه مورد، گونه‌ای است که در خاک‌های با بافت سبک و همچنین مواد غذایی بالا رویش دارد که pH خاک حدود ۷/۵ را می‌طلبد. خصـوصـیات فیزیکی خاک نقش مهمی در پراکنش این‌گونه دارد که در تحلیل PCA نیز مشـخص شـد. دیگر محققین نیز در رابطه با برخی گونه‌ها مثل کهور ایرانی، انارشـیطان و مورینگا خصـوصـیات فیزیکی خاک را یک عامل مهم در پراکنش آن‌ها دانسته‌اند (Keneshloo et al., 2013; Zolfaghari et al., 2017; Ebrahimi Askari et al., 2019).

آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌خوبی قادر به تفکیک مناطق چهارگانه مورد مطالعه در سه استان شد. همچنین مشخص کرد که مهم‌ترین متغیرهای خاکی مؤثر در پراکنش درختچه مورد در مناطق لنده و دزفول شامل وزن مخصوص ظاهری، مقدار شـن، رس، سـیلت و کربنات کلسـیم می‌باشـد که وزن مخصـوص ظاهری بیش‌ترین تأثیر را دارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که بافت خاک نقش مهمی در پراکنش این‌گونه دارد. اما متغیرهای کربن آلی، ازت، فسـفر و پتاسـیم نقش مهم‌تری در رشـد و پراکنش درختچه مورد در شهرستان نورآباد ممسنی داشته‌اند. در مطالعات دیگر محققین نیز به اهمیت بافت خاک و همچنین ازت در پراکنش گونـه‌های درختی شـاره شـده اسـت (Khodakarami et al., 2011; Zolfaghari et al., 2017; Ebrahimi Askari et al., 2019).

در مقایسـه با توده‌های بلوط ایرانی، زمین‌های کشـاورزی و همچنین زمین بایر، می‌توان این‌گونه بیان کرد که درختچه مورد باعث حاصـلخیزی بیش‌تر خاک شـده اسـت. چرا که در آزمون مقایسه میانگین نشان داد که توده‌های مورد وضعیت حاصلخیزی بهتر نسـبت به زمین‌های مجاور خود دارند. این مسـئله می‌تواند ناشی از فرایند لاشبرگ ریزی و همچنین حفاظت از این توده‌ها باشد. زیرا توده‌های مورد نظر به‌عنوان ذخیره‌گاه حفاظت شده‌اند کـه این خود نقش مهمی در جلوگری از تخریـب و در نتیجـه کاهش حاصلخیزی آن‌ها دارد (Jorfi et al., 2022).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دسـت آمده مشـخص شـد که درختچه مورد گونه‌ای طالب خاک‌های با بافت سـبک و لومی بوده که در pH نزدیک به خنثی یا کمی قلیایی پراکنش دارد. همچنین به لحاظ ماده آلی در خاک‌های خیلی حاصـلخیز پراکنش دارند. بنابراین مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش مورد را می‌توان به‌ترتیب وزن مخصـوص ظاهری، مقدار شـن، رس، سـیلت، ماده‌آلی، ازت و فسـفر دانسـت. به عبارت دیگر در مناطقی که چنین شـرایطی را داشـته باشـند، به همراه دیگر ملاحظات که در این پژوهش دیده نشـده اسـت، می‌توان اقدام به گسـترش این‌گونه با ارزش کرد. همچنین توده‌های مورد در مقایسـه با توده‌های بلوط ایرانی، زمین کشاورزی و زمین بایر حاصلخیزی بالاتری دارند.

تشکر و سپاسگزاری

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اذعان دارند هیچ‌گونه تضاد منافعی با شـخص، شرکت یا سازمانی برای این پژوهش ندارند.

منابع مورد استفاده

1. Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen total. In: Miller R H, Kieney DR. Method of Soil Analysis–part 2: Chemical and Microbiological Methods. Agronomy Series No. 9. American Society for Agronomy and Soil Sciences, Madison, pp. 595–624.
2. Burt, R., 2014. Soil survey staff. Soil survey field and laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report 51 (2.0) Soil Survey Staff (ed). US Department of Agri. Natural Resources Conservation Service.

نسخه پیش از انتشار

3. Ding, X., Jiang, Y., Zhao, H., Guo, D., He, L., Liu, F., Yu, J., 2018. Electrical conductivity of nutrient solution influenced photosynthesis, quality, and antioxidant enzyme activity of pakchoi (Brassica campestris L. ssp. Chinensis) in a hydroponic system. PloS one 13(8), e0202090. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202090
4. Ebrahimi Askari, A., Moradi, M., Basiri, R., Mirzaei, J., Ghasemi, A., 2019. Evaluation of soil physiochemical properties and regeneration of Prosopis cineraria (L.) Druce stands in southern Iran. Iran J. For. 11(2), 255–267. (In Persian with English abstract)
5. Faten Ibrahim, M., Fouad, R., El-Hallouty, S., Hendawy, S.F., Omer, E.A., Mohammed, R.S., 2021. Egyptian Myrtus communis L. Essential oil Potential role as invitro Antioxidant, Cytotoxic and α-amylase Inhibitor. Egypt J. Chem. 64(6), 3005–3017. https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2021.57354.3245
6. Forogh Nasab, M., Moradi, M., Moradi, G., Taghizadeh-Mehrjardi, R., 2020. Topsoil carbon stock and soil physicochemical properties in riparian forests and agricultural lands of southwestern Iran. Eurasian Soil Sci. 53, 1389–1395. https://doi.org/10.1134/S1064229321300013
7. Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods, pp. 383–411.
8. Horváth, B., Opara-Nadi, O., Beese, F., 2005. A simple method for measuring the carbonate content of soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 69(4), 1066–1068. http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2004.0010
9. Kammesheidt, L., 2000. Some autecological characteristics of early to late successional tree species in Venezuela. Acta Oecol. 21(1), 37–48. https://doi.org/10.1016/S1146-609X(00)00108-9
10. Keneshloo, H., Damizadeh, G., Achak, M.Y., 2013. Investigation on some autecology characteristics of Moringa peregrina (Forssk.) Fiori in south of Iran. Iran J. For. Poplar Res. 21(3), 481–494. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/IJFPR.2014.4727
11. Khodakarami, Y., Khanhasani, M., Sagheb Talebi, K., Zohrevandi, A., Poureza, M., Mashayekhi, S., 2011. The study of some ecological factors on *Acer monspesulanum* distribution in Kermanshah forests. Nat. Eco. Iran 1(4), 63–69. (In Persian with English abstract)
12. Maleki, S., Pilehvar, B., Mahmoodi, M.A., 2024. Comparison of soil organic matter in pure and mixed types of oak in North Zagros (case study: Armardeh Baneh forests). Ecol. Iran For. 12(23), 1–12. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/JNE.2023.366981.2609
13. Merwin, H., Peach, M., 1951. Exchangeability of soil potassium in the silt and clay fractions as influenced by the nature of the complementary exchangeable cations. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15, 152–128.
14. Mirazadi, Z., Pilehvar, B., 2014. An explanatory investigation of relation between Myrtle "Myrtus communis L." site ecological factors with different essential oil composition in Lorestan province. Iran J. For. 5(4), 399–410. (In Persian with English abstract)
15. Mohammadi, M., Mirzaei, J., Moradi, M., Naji, H.R., 2017. Soil physicochemical properties of Tamarisk (Tamarix ramosissima Ledeb.) sites in Ilam province. Iran J. For. Poplar Res. 25(3), 419–430. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/IJFPR.2017.112876
16. Moradi, M., Imani, F., Naji, H.R., Moradi Behbahani, S., Ahmadi, M.T., 2017. Variation in soil carbon stock and nutrient content in sand dunes after afforestation by *Prosopis juliflora* in the Khuzestan province (Iran). iForest 10, 585–589. https://doi.org/10.3832/ifor2137-010
17. Moradi, M., Jorfi, M.R., Basiri, R., Yusef Naanaei, S., Heydari, M., 2022. Beneficial effects of livestock exclusion on tree regeneration, understory plant diversity, and soil properties in semiarid forests in Iran. Land Degrad. Devt. 33(2), 324–332. https://doi.org/10.1002/ldr.4154
18. Moslemi Seyed Mahalle, S.M., Jalali, S.G., Hojjati, S.M., Kooch, Y., 2019. The effect of different forest types on soil properties and biodiversity of grassland cover and regeneration in central hyrcanian forests (Case Study: Seri-Alandan-Sari). Ecol. Iran For. 7(14), 10–21. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.29252/ifej.7.14.10
19. Msimbira, L.A., Smith, D.L., 2020. The roles of plant growth promoting microbes in enhancing plant tolerance to acidity and alkalinity stresses. Front. Sustain. Food Syst. 4, 106. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00106
20. Neina, D., 2019. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. Appl. Environ. Soil Sci. 1–9. https://doi.org/10.1155/2019/5794869
21. Olsen, S.R., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture.
22. Parnian Kalayeh, S., Moradi, M., Sefidi, K., Basiri, R., 2020. Coarse and fine woody debris and mortality rate of Persian oak estimation in relation to some environmental factors in Zagros Oak forest (Case study: Tange Alamdar, Behbahan). Iran J. For. 11(4), 519–532. (In Persian with English abstract)
23. Rostami, A., Ghorbani, M., 2017. Habitat conditions Study of Myrtus communis L. in forests reserves of Ilam province. J. Plant Res. (Iran J. Biol). 30(2), 367–378. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.23832592.1396.30.2.12.3
24. Skandari, F., Basiri, R., Moradi, M., 2020. Effect of *Quercus brantii* Lindl and *Cupresss sempervirens* L. var.

horizontahis on soil physical and chemical properties in Kohgiluyeh and boyerahmad. J. Plant Res. (Iran J. Biol.). 33(4), 770–780. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.23832592.1399.33.4.12.8
25. Walkley, A., Black, I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37(1), 29–38. http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003
26. Zarafshar, M., Vincent, G., Korboulewsky, N., Bazot, S., 2024. The impact of stand composition and tree density on topsoil characteristics and soil microbial activities. CATENA, 234, 107541, https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107541.
27. Zolfaghari, Z., Moradi, M., Basiri, R., Ghasemi, A., 2017. Evaluation of soil physicochemical properties of Tecomella undulata in Busher province. For. Wood Pro. 70(2), 273–280. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/JFWP.2017.62484

نسخه پیش از انتشار