Research Article

Evaluation of environmental factors on *Lonicera nummulariifolia* in Chaharmahal and Bakhtiari province

Fatemeh Nazar Pour[1], Mostafa Moradi[1*], Reza Basiri[1], Hamid Taleshi[1]

Extended Abstract

Background and Objectives: Understanding the site demands and characteristics of various plant species is essential for effective forest protection and restoration. Consequently, determining soil properties is one of the most critical steps in assessing the site requirements of different plant species. This research was conducted to investigate the site demands of *Lonicera nummulariifolia* in Chaharmahal and Bakhtiari Province. Additionally, it aims to identify the most significant soil factors influencing the distribution of *L. nummulariifolia*.

Materials and methods: Four sites were selected in Chaharmahal and Bakhtiari Province: Gazestan (1792 m above sea level), Samsami (2210 m a.s.l.), Kohrang (2215 m a.s.l.), and Ardal (1531 m a.s.l.). Soil samples were collected from a depth of 0-30 cm. The physicochemical properties of the soil, including nitrogen content, available potassium, organic carbon, pH, and electrical conductivity, were analyzed. Additionally, quantitative characteristics of the trees, such as diameter, height, and crown diameter, were measured. Soil properties were evaluated using one-way ANOVA. Furthermore, principal component analysis was employed to identify the most significant soil variables influencing the distribution of *L. nummulariifolia*.

Results: The results of this study indicated that the tallest and shortest trees had average heights of 2.26 meters and 1.57 meters, respectively, and belonged to the Kograng and Gazestan sites. Additionally, the tree origin at the Samsami site was coppice, while the other three sites featured high stands. The physicochemical properties of the soil revealed that electrical conductivity, nitrogen content, and organic matter levels showed no significant differences among the studied sites. Furthermore, soil pH was nearly neutral across all sites and did not exhibit significant variations. However, Koohrang and Gazestan recorded the highest significant levels of potassium. Also, Gazestan exhibited the lowest percentage of sand in the soil compared to the other studied sites. Conical correspondence analysis indicated that the most significant factors influencing the distribution of L. nummulariifolia are soil organic matter, nitrogen, potassium, electrical conductivity, clay content, slope, and aspect, in that order.

Conclusion: *L. nummulariifolia* requires sites with higher soil nutrient levels and organic carbon content. Additionally, it prefers a neutral soil pH. In other words, the physicochemical properties of the soil play a crucial role in the distribution of *L. nummulariifolia*. Understanding the site requirements of this species could aid in identifying suitable locations for reforestation efforts aimed at enriching the Zagros forests.

Keywords: *Lonicera nummulariifolia*, Site demand, Soil properties, Zagros.

[1]Department of Forestry, Faculty of Natural Science,

Behbahan Khatam Alanbia University of Technology,

*Corresponding author, E-mail address: moradi4@gmail.com

DOI: 10.21859/jfer.4.1.108
ISSN: 2423-4095

Received: 15.11.2024; Accepted: 18.01.2025

Online Published: 12.03.2025

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

مقاله پژوهشی

تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش گونه شن (Lonicera nummulariifolia Jaub. & Spach.) در استان چهارمحال و بختیاری

فاطمه نظرپور[۱]، مصطفی مرادی[۱*]، رضا بصیری[۱]، حمید طالشی[۱]

چکیده

سابقه و هدف: لازمه حفاظت و احیا جنگل‌ها، داشتن شناخت و آگاهی از ویژگی‌های رویشگاهی و نیازهای رویشگاهی گونه‌های مختلف جنگلی است. بنابراین تعیین ویژگی‌های خاکی از عوامل مهم و ضروری در تعیین نیازهای رویشگاهی گونه‌های مختلف است. این تحقیق با هدف درک بهتر نیازهای رویشگاهی گونه شن در استان چهارمحال و بختیاری و همچنین تعیین مهمترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مؤثر بر پراکنش این گونه انجام شده است.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این تحقیق چهار منطقه شامل گزستان (ارتفاع از سطح دریا ۱۷۹۲ متر)، صمصامی (ارتفاع از سطح دریا ۲۲۱۰ متر)، کوهرنگ (ارتفاع از سطح دریا ۲۲۱۵ متر) و اردل (ارتفاع از سطح دریا ۱۵۳۱ متر) در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند در این مناطق نمونه‌های خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری در زیر سایه‌انداز درختان برداشت شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل ازت، پتاسیم قابل جذب، ماده آلی خاک، اسیدیته، هدایت الکتیریکی و بافت خاک تعیین گردید. همچنین ویژگی‌های رویشی (قطر، ارتفاع، قطر تاج) نیز اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در مناطق مورد مطالعه با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین با استفاده از آزمون CCA (تحلیل تطبیقی متعارف) مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر در پراکنش گونه شن مشخص شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بلندترین و کوتاه‌ترین درختان با میانگین ۲/۲۶ و ۱/۵۷ متر به ترتیب در منطقه کوهرنگ و گزستان مشاهده شدند. همچنین منطقه صمصامی بر خلاف دیگر مناطق مورد مطالعه دارای درختان چند پایه بود. مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مورد بررسی مشخص کرد که میانگین هدایت الکتریکی، ازت و ماده آلی در مناطق مورد بررسی یکسان بوده و تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین اسیدیته خاک در مناطق مورد مطالعه حدود خنثی بود و تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. اما منطقه کوهرنگ و کزستان به صورت مشترک دارای بیشترین مقدار پتاسیم قابل جذب بودند که تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق مورد مطالعه داشت. در حالیکه کمترین مقدار پتاسیم قابل جذب در منطقه صمصامی مشاهده شد. در بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، بیشترین و کمترین مقدار سیلت به ترتیب در منطقه کزستان و کوهرنگ مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار درصد شن نیز در منطقه کزستان مشاهده شد. آنالیز CCA مشخص کرد که مهمترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه شن در استان چهارمحال و بختیاری به ترتیب شامل ماده آلی، ازت، پتاسیم، هدایت الکتریکی، رس، جهت جغرافیایی و شیب است.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که شن گونه‌ای است که در خاک‌های با مواد غذایی و ماده آلی بالا پراکنش دارد. همچنین این‌گونه اسیدیته خنثی و نزدیک به خنثی را ترجیح می‌دهد و نیز ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک نقش مهمی در پراکنش این‌گونه دارند و با اطلاع از این ویژگی‌ها می‌توان مناطق مستعد جنگل‌کاری با این‌گونه را به منظور افزایش غنای جنگل‌های زاگرس پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات خاک، زاگرس، نیاز رویشگاه، گونه شن.

[۱] گروه جنگل‌داری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: moradi4@gmail.com

DOI: 10.21859/jfer.4.1.108
ISSN: 2423-4095

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

مقدمه

جنگل‌ها به عنوان یکی از مهمترین اکوسیستم‌های زمینی دارای نقش‌های مهمی در چرخه مواد، حفاظت از خاک و تنوع‌زیستی و تنظیم شرایط اقلیمی هستند (Núñez *et al*., 2006)؛ بنابراین حفاظت و احیا آنها نقش مهمی در حفظ تنوع‌زیستی و خاک دارد. اما لازمه حفاظت و احیا، داشتن شناخت و آگاهی از ویژگی‌های رویشگاهی و نیازهای رویشگاهی گونه‌های مختلف جنگلی است. امروزه مطالعات گوناگونی در زمینه تعیین نیازهای رویشگاهی گونه‌های مختلف صورت گرفته است (Gonin *et al*., 2013; Shamohamadi *et al*., 2015; Zolfaghari & Zamani, 2016) اهمیت این مطالعات از آن جهت است که با آگاهی از آنها می‌توان شرایط احیا و همچنین مناطق دارای پتانسیل جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف را مشخص نمود. این مسئله خصوصاً در جنگل‌های زاگرس که دارای اهمیت ویژه‌ای در حفاظت از آب و خاک هستند، اهمیت دارد؛ زیرا با وجود تنوع زیستی بالا در جنگل‌های زاگرس (Mirzaei & Moradi, 2017) به شدت تحت رژیم‌های مختلف آشفتگی از جمله انسانی (Moradi Behbahani *et al*., 2017; Moradi *et al*., 2022) و طبیعی (Golmohamadi *et al*., 2017) هستند که باعث کاهش کمی و کیفی این جنگل‌ها به ویژه در استان چهار محال و بختیاری شده است (Heidari Safari & Kouchaki *et al*., 2015).

عوامل مختلفی می‌تواند در پراکنش گونه‌های گیاهی نقش داشته باشد که از آن جمله می‌توان به رطوبت خاک (Min & Kim, 1999)، ارتفاع از سطح دریا (Ehsani *et al*., 2015; Heydari *et al*., 2016) و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (Zolfaghari *et al*., 2017; Mirzaei *et al*., 2018; Ebrahimi Askari *et al*., 2019) اشاره کرد؛ بنابراین عوامل محیطی در محیط‌های مختلف می‌تواند باعث تفاوت در استقرار گونه‌های گیاهی در مناطق مختلف شوند و شناخت این عوامل نقش مؤثری در مدیریت بهتر منابع جنگلی دارد.

گونه شن یا پلاخور[1] یکی از گونه‌های با ارزش در جنگل‌های زاگرس است. گیاهی است دولپه، به ارتفاع ۵ متر، برگ‌های آن به طول ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر و کروی تا بیضوی شکل و خزان‌کننده است. نوک برگ‌ها گرد تا نوک‌دار و ته برگ گرد تا قلبی شکل است. میوه آن از نوع سته و دارای یک پوشش سفید است و بذرهای آن به رنگ سیاه تا ارغوانی دیده می‌شود (Javadinia *et al*., 2004). مطالعات نشان داده این گونه دارای خاصیت دارویی نیز هست و در درمان بیماری‌هایی مانند آسم، عفونت مجاری ادراری، تب، التهاب، گرفتگی عضلات و عفونت‌های باکتریایی مفید است، که ضرورت حفظ و احیای این گونه در عرصه‌های طبیعی را نشان می‌دهد (Javadinia *et al*., 2004). با توجه به تخریب وسیعی که در جنگل‌های زاگرس مشاهده شده و محدود شدن زادآوری در این جنگل‌ها، لازم است عوامل محیطی مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی مشخص گردد تا بتوان با توجه به شرایط محیطی منطقه در جنگل‌کاری‌ها از آن استفاده شود؛ زیرا اطلاعات مربوط به نیازهای رویشگاهی تعیین‌کننده توزیع گونه‌ها و پیش شرط مدیریت پایدار و حمایت و حفاظت اکوسیستم‌های جنگلی است (Walthert & Meier, 2017).

مطالعات مشخص کرده است؛ مواد غذایی خاک از مهمترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه‌های درختی‌اند (Walthert & Meier, 2017)؛ بنابراین تعیین ویژگی‌ها خاکی از عوامل مهم و ضروری در تعیین نیازهای رویشگاهی گونه‌های مختلف است. البته باید توجه داشت که پوشش گیاهی نیز یه عنوان یک فاکتور مهم تأثیرگذار بر ویژگی‌های خاک شناخته می‌شود (Augusto *et al*., 2003). پوشش‌گیاهی نیز با لاش‌ریزی و ایجاد سایه بر روی خاک می‌تواند باعث تغییر خصوصیات خاک شود (Moradi *et al*., 2017a). علاوه بر خاک ویژگی‌های رویشگاه از جمله ارتفاع از سطح دریا (Maroofi *et al*., 2005) و شیب دامنه (Mirzaei *et al*., 2016; Masoud Nejabat & Negahdar Saber, 2017) از عوامل مؤثر بر استقرار و پراکنش پوشش‌گیاهی محسوب می‌شوند. با توجه به عدم وجود اطلاعات در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گونه شن در استان چهارمحال و بختیاری، این تحقیق با هدف

[1] *Lonicera nummularifolia* Jaub. & Spach.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

تعیین مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر بر پراکنش گونه شن انجام‌شده است. با این پیش فرض که مواد غذایی خاک به ویژه ازت و ماده آلی نقش مهمی در پراکنش این گونه دارند.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

با توجه به پراکنش گونه شن در استان چهار محال و بختیاری، مهمترین مناطق پراکنش این گونه در استان شناسایی شدند که شامل گزستان، صمصامی، کوهرنگ و اردل می‌باشند (شکل ۱). مشخصات هر یک از این مناطق در ادامه توضیح داده شده است (جدول ۱). گزستان: این منطقه دارای طول جغرافیایی طول جغرافیایی ″۲۶′۵۰ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۴ ′۳۶ °۳۲ شمالی است. فاصله این منطقه تا مرکز استان چهار محال و بختیاری ۱۹۰ کیلومتر است که یک منطقه کوهستانی و جنگلی است. همچنین بر اساس اقلیم‌نگار آمبرژه دارای آب و هوای سرد و مرطوب است. این منطقه دارای گونه‌های درختی و درختچه‌ای شامل بلوط، شن ،کیکم، بنه، بادام کوهی، خنجوک و محلب است. اردل: این منطقه دارای طول جغرافیایی طول جغرافیایی ″۱۲ ′۴۱ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۴ ′۳۶ °۳۲ است. فاصله این منطقه تا مرکز استان ۹۴ کیلومتر است. بر اساس فرمول آقلیمی آمبرژه این منطقه دارای اقلیم سرد و مرطوب است. دارای آب و هوای معتدل مایل به سرد و خشک است. گونه‌های درختی و درختچه‌ای این منطقه شامل کیکم، آلبالوی وحشی، شن، بنه و زالزالک است.

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و فیزیوگرافی مناطق مورد مطالعه

Table 1- Physiographical and climate characteristics of studied sites

Studied sites رویشگاه‌های مورد مطالعه	Precipitation (mm) بارندگی (میلی‌متر)	Elevation (m) ارتفاع (متر)	Maximum temperature (°C) حداکثر درجه حرارات (سانتی‌گراد)	Minimum temperature (°C) حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)
Gazestan گزستان	1200	1892	40	-3
Ardal اردل	500	1531	35	-7
Kohrang کوهرنگ	1500	2215	40	-5
Samsami صمصامی	1300	2210	40	-10

کوهرنگ: این منطقه دارای طول جغرافیایی طول جغرافیایی ″۲۰ ′۴۸ ۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۱ ′۴۹ ۳۲ شمالی است. فاصله این منطقه تا مرکز استان ۱۸۰ کیلومتر است که بر اساس روش اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم سرد و مرطوب است. گونه‌های درختی و درختچه‌ای این منطقه شامل بلوط ایرانی، بنه، محلب، خنجوک و شن است. صمصامی: این منطقه دارای طول جغرافیایی طول جغرافیایی ″۱۲ ′۶ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۳۴ ′۷ °۳۲ شمالی است. فاصله این منطقه تا مرکز استان ۱۲۰ کیلومتر است. اقلیم این منطقه بر اساس روش اقلیمی آمبرژه سرد و مرطوب است. گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در این منطقه شامل: شن و زالزالک است.

روش انجام نمونه‌برداری

در مناطق چهارگانه ذکر شده (صمصامی، گزستان، اردل و کوهرنگ) توده‌های شن شناسایی و نمونه برداری خاک در این توده‌ها انجام شد. در هر توده چهار نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری در زیر سایه‌انداز درختان شن به صورت تصادفی برداشت شد (Mohammadi *et al*., 2017).

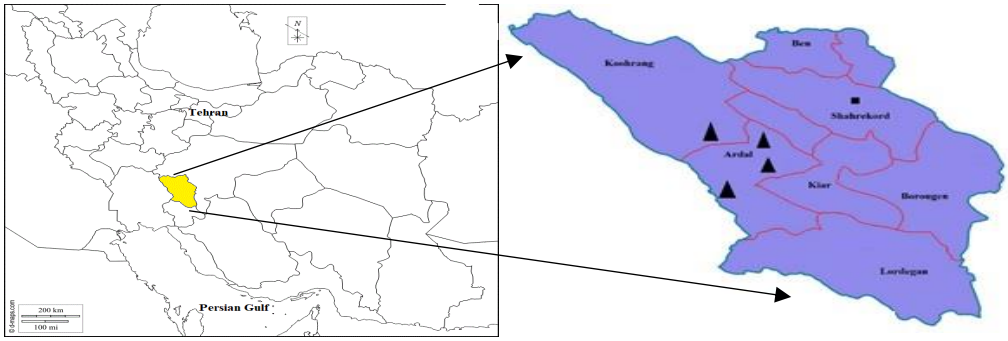
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

همچنین جهت دامنه، شیب زمین و ارتفاع از سطح دریا نیز برداشت شد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و بعد از خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری برای آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی خاک مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایشات مربوط به ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل محاسبه میزان ازت خاک به روش کجلدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، پتاسیم قال جذب با استفاده از دستگاه فلم‌فتومتر (Merwin & Peech, 1951)، ماده آلی خاک به روش والکی و بلک (Walkley & Black, 1951)، اسیدیته با دستگاه pH متر و هدایت الکتیریک خاک با دستگاه EC متر بود. همچنین آزمایشات مربوط به ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری و وزن مخصوص ظاهری خاک بود.

آنالیزهای آماری

داده‌های موجود ابتدا با استفاده از آزمون شاپیروویلک مورد ارزیابی نرمال بودن قرار گرفتند. سپس ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک و پارامترهای رویشی نیز در مناطق مورد مطالعه با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین با استفاده از آزمون CCA (تحلیل تطبیقی متعارف) مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر در پراکنش گونه شن مشخص شد. آزمون نرمالیته و تجزیه واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت و آزمون CCA با استفاده از نرم‌افزار CANOCO version 4.5 انجام شد.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در استان چهار محال و بختیاری (علامت مثلث نشان دهنده مناطق مورد بررسی است).

Figure 1- Location of the study sites in the Chaharmahal and Bakhtiari province (Triangles representing of the sampling sites)

نتایج

ویژگی‌های رویشی درختان مورد بررسی

نتایج حاصل از بررسی ارتفاع شن در مناطق مورد مطالعه نشان داد که منطقه کوهرنگ با میانگین ۲/۲۶ متر بلندترین درختان را دارد که دارای تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق مورد بررسی بود (جدول ۲). همچنین کوتاه‌ترین درختان در منطقه گزستان و اردل مشاهده شدند که دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر مناطق مورد بررسی بودند (جدول ۲). ارتفاع درختان در منطقه صمصامی حدواسط ارتفاع دیگر مناطق بودند و از این لحاظ تفاوت معنی‌داری بین این منطقه و دیگر مناطق مشاهد نشد (جدول ۲). منطقه صمصامی برخلاف دیگر مناطق مورد مطالعه دارای درختان چند پایه بودند و امکان اندازه‌گیری قطر برابر سینه در آنها وجود نداشت. بنابراین در آنالیزهای مربوط به بررسی قطر درخت این منطقه در نظر گرفته نشده است. نتایج بررسی قطر نشان داد که مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در رابطه قطر برابر سینه ندارند (جدول ۲). درختان مورد بررسی در منطقه گزستان، اردل و کوهرنگ به ترتیب دارای قطر براسینه ۲۵/۸، ۲۴/۱ و ۱۷/۹ سانتی‌متر بودند (جدول ۲).

منطقه گزستان با میانگین ۳/۲۹ متر بزرگترین قطر تاج درخت را به خود اختصاص داده بود و دارای تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق مورد بررسی بود. درحالی‌که منطقه اردل با میانگین ۲/۱ متر کوچکترین قطر تاج را دارا بودند و دارای تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق مورد بررسی بودند. مناطق

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

کوهرنگ و صمصامی به ترتیب با میانگین ۲/۴۵ و ۲/۶۴ متر تفاوت معنی‌دار با دو منطقه دیگر نداشتند (جدول ۲). عوامل اکولوژیکی شیب و جهت دامنه نیز در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کمترین شیب منطقه مربوط به صمصامی بوده است که داری میانگین شش درصد بود. اما کوهرنگ با شیب ۳۲ درصد بیشترین شیب را در مناطق مورد بررسی داشت (جدول ۱). جهت جغرافیایی درختان مورد بررسی از ۱۳۳ تا ۲۳۹ درجه متفاوت بود و از این نظر تفاوت معنی‌داری بین مناطق مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیوگرافی و جنگل‌شناسی درختان شن در مناطق مورد مطالعه (اعداد شامل میانگین ± اشتباه معیار است. حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین مناطق مورد بررسی است).

Table 2- Silviculture and physiographical characteristics of *L. nummularifolia* in the studied sites

Quantitative characteristics ویژگی‌های کمی	Gazestan گزستان	Ardal اردل	Kohrang کوهرنگ	Samsami صمصامی
Tree height (m) ارتفاع درخت (متر)	1.57 ± 0.13 [b]	1.62 ± 0.10 [b]	2.26 ± 0.21 [a]	1.83 ± 0.12 [ab]
Tree diameter (cm) قطر درخت (متر)	25.8 ± 3.4 [a]	24.1 ± 3.5 [a]	17.9 ± 2.15 [a]	Coppice شاخه زاد
Crown diameter (m) قطر تاج (متر)	3.29 ± 0.13 [a]	2.10 ± 0.22 [b]	2.45 ± 0.30 [ab]	2.64 ± 0.46 [ab]
Slope شیب	24 ± 2.06 [b]	8 ± 1.7 [c]	32 ± 3.8 [a]	6 ± 1.2 [c]
Aspect جهت	339 ± 5.9 [a]	234 ± 50.6 [b]	209 ± 55.8 [b]	133 ± 6.2 [c]

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مورد بررسی مشخص کرد که اکثر ویژگی‌های مورد بررسی یکسان بوده و تفاوت معنی‌داری در بین مناطق مورد مطالعه ندارد. میانگین هدایت الکتریکی، ازت و ماده آلی در مناطق چهارگانه مورد بررسی یکسان بوده و تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۳). همچنین اسیدیته خاک در مناطق مورد مطالعه حدود خنثی بود و تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). اما منطقه کوهرنگ و گزستان به صورت مشترک دارای بیشترین مقدار پتاسیم قابل جذب بودند که تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق مورد مطالعه داشت (جدول ۳). در حالیکه کمترین مقدار پتاسیم قابل جذب در منطقه صمصامی مشاهده شد (جدول ۳). همچنین منطقه اردل تفاوت معنی‌داری را با دیگر مناطق مورد بررسی در رابطه پتاسیم قابل جذب نشان نداد (جدول ۳). در بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، مقدار رس تفاوت معنی‌داری را با دیگر مناطق مورد بررسی نشان نداد (جدول ۳). در حالیکه بیشترین و کمترین مقدار سیلت به ترتیب در منطقه گزستان و کوهرنگ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با هم بودند (جدول ۳). در صورتی که منطقه اردل و صمصامی تفاوت معنی‌داری با دو منطقه دیگر نداشتند (جدول ۳). همچنین کمترین مقدار شن در منطقه گزستان مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌دار با دیگر مناطق بود (جدول ۳).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در مناطق مورد بررسی
Table 3- soil physicochemical properties in studied sites

Soil physiochemical properties ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک	Ardal اردل	Samsami صمصامی	Kohrang کوهرنگ	Gazestan گزستان
EC (ds/m) هدایت الکتریکی	2.13 ± 0.4 [a]	1.42 ± 0.16 [a]	2.39 ± 0.50 [a]	2.35 ± 0.34 [a]
pH اسیدیته	6.82 ± 0.30 [a]	6.88 ± 0.36 [a]	6.90 ± 0.16 [a]	6.49 ± 0.16 [a]
OC (%) ماده آلی	3.64 ± 0.82 [a]	2.45 ± 0.43 [a]	2.99 ± 0.85 [a]	4.19 ± 0.91 [a]
N (%) ازت	0.42 ± 0.09 [a]	0.28 ± 0.04 [a]	0.35 ± 0.10 [a]	0.49 ± 0.10 [a]
K (mg/kg) پتاسیم	488 ± 79 [ab]	303 ± 40 [b]	626 ± 71 [a]	656 ± 57 [a]
Clay (%) رس	32.5 ± 3.2 [a]	29.7 ± 4.2 [a]	32.5 ± 4.5 [a]	28 ± 3.8 [a]
Silt (%) سیلت	53 ± 1.8 [ab]	54 ± 4.6 [ab]	47.25 ± 5.6 [b]	63.5 ± 2.4 [a]
Sand (%) شن	14.7 ± 1.8 [a]	16.2 ± 7.4 [a]	20.7 ± 1.8 [a]	8.2 ± 1.8 [b]
Soil texture بافت خاک	Silty Clay Loam سیلت-رس-لومی	Clay Loam رسی-لومی	Clay Loam رسی-لومی	Silty Clay Loam سیلت-رس-لومی

تحلیل تطبیقی متعارف (CCA)

آنالیز CCA در مناطق مورد بررسی استان چهار محال و بختیاری نشان داد؛ محور اول و دوم در مجموع ۷۷/۳ درصد کل واریانس را به خود اختصاص داده‌اند و آزمون مونت کارلو نیز مشخص نمود که محور اول و دوم معنی‌دار است. همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک با محورهای اول و دوم نشان داد ماده آلی، نیتروژن، رس و هدایت الکتریکی با بخش منفی محور اول همبستگی معنی‌دار دارند در حالی که پتاسیم با بخش مثبت محور اول همبستگی معنی‌داری دارد و جهت و شیب با بخش منفی محور دوم همبستگی معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴ و شکل ۲). مهمترین ویژگی‌های اکولوژیکی و خاکی مؤثر در پراکنش شن به ترتیب شامل ماده آلی، ازت، پتاسیم، هدایت الکتریکی، رس، جهت جغرافیایی و شیب است (جدول۴).

همبستگی بین ویژگی‌های اکولوژیکی و مشخصات جنگل‌شناسی درختان

نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که قطر برابر سینه و ارتفاع درختان هیچ گونه همبستگی معنی‌داری با متغیرهای اکولوژیکی مورد بررسی ندارند (جدول ۵). اما قطر تاج همبستگی منفی معنی‌داری را با قطر تاج نشان داد (جدول ۵). هیچ گونه همبستگی معنی‌داری بین جهت جغرافیایی و شیب با ویژگی‌های جنگل‌شناسی درختان به‌دست نیامد (جدول ۵).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

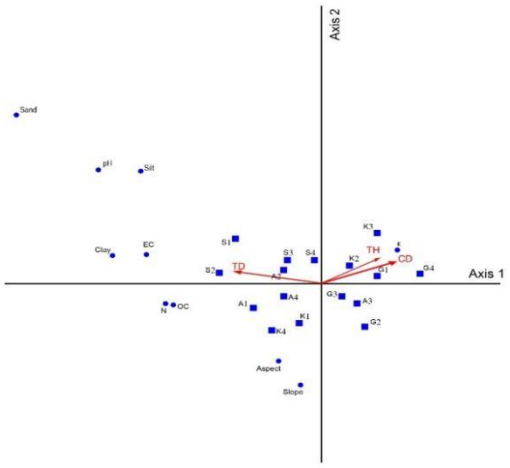
[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

جدول ۴- همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکوشیمایی خاک و محور اول و دوم تحلیل تطبیقی متعارف (EC: هدایت الکتریکی، OC: کربن آلی، N: ازت، K: پتاسیم)

Table 4- correlation between soil physicochemical properties and axes in CCA (EC: electrical conductivity; OC: organic carbon; N: nitrogen; K: potassium)

Soil properties ویژگی‌های خاک	Axis 1 محور ۱	Axis 2 محور ۲
EC (ds/m) هدایت الکتریکی	-0.540*	0.113
pH اسیدیته	-0.320	0.023
Clay (%) رس	-0.535*	0.434
Silt (%) سیلت	0.360	0.007
Sand (%) شن	-0.158	0.076
OC (%) ماده آلی	-0.750**	-0.177
N (%) ازت	-0.815**	-0.279
K (mg/km) پتاسیم	0.558*	-0.107
Slope (%) شیب	0.346	-0.667**
Aspect جهت	0.234	-0.797**

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



شکل ۲- آنالیز تحلیل تطبیقی متعارف در مناطق مورد مطالعه (مربع‌ها نشان‌دهنده نقاط نمونه برداری در هر منطقه می‌باشند. S: منطقه صمصامی؛ G: گزستان؛ A: اردل؛ K: کوهرنگ)

Figure 2- CCA analysis in studied sites (Triangles represent samples of each site; S: Samsami; G: Gazestan; A: Ardal; K: Kohrang)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

جدول ۵- همبستگی بین ویژگی‌های اکولوژیکی و مشخصات جنگلشناسی درختان (EC: هدایت الکتریکی، OC: کربن آلی، N: ازت، K: پتاسیم، clay: رس، Sand: شن، Silt: سیلت، H: ارتفاع درخت، CD: قطر تاج، DBH: قطر برابر سینه، Slope: شیب، Aspect: جهت جغرافیایی)

Table 5- correlation between soil physicochemical and silviculture properties (EC: electrical conductivity; OC: organic carbon; N: nitrogen; K: potassium, H: tree height; CD: crown diameter, DBH: diameter at the breast height)

	EC هدایت الکتریکی	pH اسیدیته	OC ماده آلی	N ازت	K پتاسیم	Clay رس	Silt سیلت	Sand شن	H ارتفاع درخت	CD قطر تاج	DBH قطر برابر سینه	Slope شیب	Aspect جهت
EC هدایت الکتریکی	1												
pH اسیدیته	0.07	1											
OC ماده آلی	-0.33	-0.41	1										
N ازت	-0.34	-0.41	0.99**	1									
K پتاسیم	0.22	-0.46	0.56*	0.56*	1								
Clay رس	0.40	0.23	-0.21	-0.23	0.01	1							
Silt سیلت	-0.27	-0.08	0.36	0.38	0.05	-0.47	1						
Sand شن	-0.05	-0.08	-0.18	-0.18	-0.05	-0.31	-0.68**	1					
H ارتفاع درخت	-0.25	0.12	-0.02	-0.02	0.03	-0.17	-0.28	0.46	1				
CD قطر تاج	-0.15	-0.27	-0.09	-0.07	-0.13	-0.58*	0.36	0.06	0.28	1			
DBH قطر برابر سینه	-0.28	-0.01	0.25	0.27	-0.32	-0.48	0.45	-0.14	-0.20	0.55	1		
Slope شیب	0.36	-0.11	0.07	0.08	0.58*	-0.01	-0.06	0.08	0.41	0.16	-0.26	1	
Aspect جهت	0.26	-0.44	0.43	0.44	0.49	-0.29	0.55*	-0.36	-0.33	0.29	0.38	0.40	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

بحث

ویژگی‌های خاک از مهمترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌های درختی هستند (Ebrahimi Askari *et al.*, 2019) که عوامل مختلفی از جمله گونه گیاهی (Moradi *et al.*, 2017b)، ویژگی‌های رویشگاه و عوامل انسانی (Moradi Behbahani *et al.*, 2017a) و غیره می‌تواند بر روی آن تأثیر بگذارد. نتایج این مطالعه مشخص کرد که گونه شن در خاک‌های لومی بیشترین پراکنش دارد. همچنین این گونه در چهار منطقه مورد بررسی در استان چهارمحال و بختیاری به لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تقریبا در

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

خاک‌های با ویژگی‌های مشابه گسترش دارد. این مسئله می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که این گونه دارای نیازهای رویشگاهی خاصی است و تنها در مناطقی که این نیازها براورده شود پراکنش دارد. غذایی و آب را برای گیاه تعیین کنند (Phogat *et al*., 2015). ماده آلی خاک به عنوان متغیری که دسترسی به مواد غذایی و آب را برای گیاه تعیین می‌کند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Grigal & Vance, 2000). دیگر محققین نیز ماده آلی و ازت را به عنوان یک فاکتور تعیین‌کننده در پراکنش گونه‌های گیاهی عنوان کرده‌اند که کمبود آن‌ها باعث کاهش رشد می‌شود (Rennenberg & Dannenmann, 2015). در این مطالعه نیز ماده آلی خاک در مناطق مورد پراکنش شن بالا و تا بیش از چهار درصد بود که می‌تواند نشان‌دهنده نقش ماده آلی در پراکنش این گونه باشد (Jafareiyan *et al*., 2017).

ویژگی‌های فیزیکی خاک از عوامل مهم در پراکنش گونه‌های گیاهی هستند (Ebrahimi Askari *et al*., 2019) و می‌توانند استقرار و فراهمی مواد اهمیت ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک نه تنها در تأمین مواد غذایی مورد نیاز درختان است بلکه می‌تواند باعث تأثیر بر روی اندازه درختان نیز شود (Li *et al*., 2010). البته در این مطالعه عمده ویژگی‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. اما شن در منطقه صمصامی فرم چند پایه داشت و بلندترین درختچه‌ها با ارتفاع حدود ۲/۲۶ متر در منطقه کوهرنگ مشاهده شدند. قطورترین درختان نیز در منطقه گزستان مشاهده شدند. وجود درختچه‌های چند پایه در منطقه صمصامی شاید به علت بهره برداری و قطع این درختان توسط مردم محلی باشد؛ زیرا بهره‌داری انسانی می‌تواند منجر به ایجاد حالت چند پایه شود (Kouba *et al*., 2015). در منطقه مورد مطالعه نیز آثار قطع بر روی این گونه در مناطق مورد بررسی برای استفاده مردم محلی به وضوح مشخص بود. دسترسی اسان مردم محلی به محل رویش شن ناشی از شیب کم عرصه در این منطقه بود. شیب در این منطقه حدود شش درصد بود. به همین دلیل دسترسی به این گونه برای مصارف محلی نیاز به پیماش مناطق پرشیب را نداشته و لذا می‌تواند دلیلی برای چند پایه شدن نیز باشد. همچنین قطورترین درختچه‌ها در منطقه گزستان شاید بتواند بیانگر این مسئله باشد که این گونه در منطقه گزستان سن بیشتر داشته است. زیرا با افزایش سن می‌توان انتظار داشت که قطر و دیگر ابعاد درخت نیز بزرگتر شود (Williams *et al*., 2007).

بافت خاک نقش مهمی در فراهمی آب برای گیاهان را دارد (Alhaj Hamoud *et al*., 2019). در این مطالعه مشخص شد که گونه شن در خاک‌های با بافت رسی- لومی و سیلتی-رسی- لومی پراکنش دارد. حضور شن در خاک‌هایی با این مشخصه می‌تواند بیانگر نیاز رطوبتی بالای این گونه باشد. زیرا مطالعات مشخص کرده که خاک‌های بافت رسی- لومی همراه با ماده آلی توانایی جذب و نگهداری آب بالاتری دارند (Costa *et al*., 2013). اسیدیته خاک نقش مهمی در پراکنش گیاهان دارد (Gentili *et al*., 2018) زیرا اسیدیته می‌تواند دسترسی به مواد غذایی خاک را تعیین کند (Moradi & Moradi, 2024). از این منظر و با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار برای اسیدیته در مناطق مورد بررسی می‌توان اینگونه بیان کرد که شن در خاک‌های با اسیدیته نزدیک به خنثی بیشترین پراکنش را دارد. شاید دلیل این امر فراهم بودن مواد غذایی بیشتر در pH خنثی باشد (Härdtle *et al*., 2004). پتاسیم تنها عنصری بود که در مناطق مورد مطالعه داری تفاوت معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن در منطقه کوهرنگ مشاهده شد. لازم به ذکر است که در منطقه کوهرنگ بلندترین درختان قرار داشتند. در مطالعه (Salehi *et al*., 2011) نیزهمبستگی معنی‌داری بین پتاسیم و ارتفاع درختان شاهده شد است. مطالعات نشان داده که عوامل فیزیوگرافی مثل شیب جهت تأثیر معنی‌دار و مهمی بر ویژگی‌های رویشی و همچنین پراکنش گونه‌های درختان دارند (Saremi *et al*., 2014; Jafareiyan *et al*., 2017). شیب عامل مهمی در پراکنش گونه‌های درختی است (Özkan *et al*., 2010). در مناطق مورد پژوهش شن در مناطقی با شیب کم (۶ درصد) تا مناطقی با شیب بالای ۳۲ درصد مشاهده شد در صورتی که در مطالعه Özkan و همکاران (۲۰۱۰) شن به عنوان گونه‌ای که در شیب کم رویش دارد، معرفی شده است.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان گفت که گونه شن در خاک‌های با مواد غذایی و ماده آلی بالا پراکنش دارد. همچنین این گونه اسیدیته خنثی و نزدیک به خنثی را ترجیح می‌دهد. به طور کلی می‌توان این گونه بیان کرد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک نقش مهمی در پراکنش این گونه دارند و با اطلاع از این ویژگی‌ها می‌تواند مناطق مستعد جنگل‌کاری با این گونه را به منظور افزایش غنای جنگل‌های زاگرس پیشنهاد داد. البته لازم به ذکر است که وجود آثار انسانی بر روی پایه‌ای این گونه در مناطق مورد مطالعه نشانگر استفاده مردم محلی از این گونه با ارزش جنگل‌های زاگرس است. که در صورت قطع بی رویه می‌تواند باعث نابودی بسیاری از پایه‌ها شود.

منابع

Alhaj Hamoud, Y., Wang, Z., Guo, X., Shaghaleh, H., Sheteiwy, M., Chen, S., Qiu, R. & Elbashier, M.M.A. 2019. Effect of irrigation regimes and soil texture on the potassium utilization efficiency of rice. *Agronomy*, 9: 100. [DOI:10.3390/agronomy9020100]

Augusto, L., Dupouey, J.L. & Ranger, J. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science*, 60(8): 823-831. [DOI:10.1051/forest:2003077]

Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total 1. Methods of soil analysis. Part 2. *Chemical and Microbiological Properties*, 31(1): 595-624. [DOI:10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c31]

Costa, A., Albuquerque, J.A., Costa, A., Pértile, P. & Silva, F.R. 2013. Water retention and availability in soils of the State of Santa Catarina-Brazil: Effect of textural classes, soil classes and lithology. *Brazilian Soil Science Society*, 37: 1535-1548. [DOI:10.1590/S0100-06832013000600010]

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. *Iranian Journal of Forest*, 11(2): 255-267. [In Persian]

Ehsani, S.M., Heshmati, G. & Tamartash, R. 2015. Effect of some environmental factors on plant distribution using LFA method (Case study: Valuyeh summer rangeland of Mazandaran province). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 6(1): 62-68.

Gentili, R., Ambrosini, R., Montagnani, C., Caronni, S. & Citterio, S. 2018. Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1355. [DOI:10.3389/fpls.2018.01335] [PMID] []

Golmohamadi, F., Hassanzad Navroodi, I., Bonyad, A.E. & Mirzaei, J. 2017. Effects of Some Environmental Factors on Dieback Severity of Trees in Middle Zagros forests of Iran (Case Study: strait Daalaab, Ilam Province). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 30(3): 644-655. [In Persian]

Gonin, P., Larrieu, L., Coello, J., Marty, P., Lestrade, M., Becquey, J. & Claessens, H. 2013. Autecology of broadleaved species. Paris: Institut pour le Développement Forestier, 10p.

Grigal, D.F., Vance, E.D. 2000. Influence of soil organic matter on forest productivity. New Zealand *Journal of Forestry Science*, 30: 169-205.

Härdtle, W., Oheimb, G., Friedel, A., Meyer, H. & Westphal, C. 2004. Relationship between pH-values and nutrient availability in forest soils - the consequences for the use of ecograms in forest ecology. *Flora*, 199: 134-142. [DOI:10.1078/0367-2530-00142]

Heidari Safari Kouchaki, A, Moradian Fard, F., Eskandari, A. & Rostami Shahraji T. 2015. Investigation of some quantitative and qualitative characteristics of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl) in Bazoft

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

forests of ChaharMahal and Bakhtiari province. *Journal of Forest Ecosystems Researches*, 2(1): 75-91. [In Persian]

Jafareiyan, N., Mirzaei, J., Moradi, M. & Heydari, M. 2017. Environmental characteristics and ordination of woody plant species and their relation with environmental factors in Ilam forest. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 24(3): 81-94. [In Persian]

Javadinia, K., Miri, R., Sabet, R. & Jafari, R. 2004. Composition of the essential oil of *Lonicera nummulariifolia*. *Journal of Essential Oil Research*, 16(3): 239-240. [DOI:10.1080/10412905.2004.9698709]

Kouba, Y., Martínez-García, F., de Frutos, Á. & Alados, C.L. 2015. Effects of Previous Land-Use on Plant Species Composition and Diversity in Mediterranean Forests. *PLoS ONE*, 10(9): e0139031. [DOI:10.1371/journal.pone.0139031] [PMID] []

Li, C., Li, Y., Ma, J., Fan, L. & Wang, Q. 2010. Spatial heterogeneity of soil chemical properties between *Haloxylon persicum* and *Haloxylon ammodendron* populations. *Journal of Arid Land*, 2(4): 257-265.

Maroofi, H., Sagheb-Talebi, K., Fattahi M., Sadri, M.H. 2005. Site demands and some quantitative characteristics of Lebanon oak (Quercus libani Oliv.) in Kurdistan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 13(4): 417-446. [In Persian]

Merwin, H.D. & Peech, M. 1951. Exchangeability of soil potassium in the sand, silt, and clay fractions as influenced by the nature of the complementary exchangeable cation. *Soil Science Society of America Journal*, 15: 125-128. [DOI:10.2136/sssaj1951.036159950015000C0026x]

Min, B.M. & Kim, J.H. 1999. Plant distribution in relation to soil properties of reclaimed lands on the west coast of Korea. *Journal of Plant Biology*, 42(4): 279-286. [DOI:10.1007/BF03030341]

Mirzaei, J. & Moradi, M. 2017. Relationships between flora biodiversity, soil physiochemical properties, and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) diversity in a semi-arid forest. *Plant Ecology and Evolution*, 150(2): 151-159. [DOI:10.5091/plecevo.2017.1249]

Mirzaei, J., Jaafarian, N., Moradi, M. & Heydari, M. 2017. Environmental characteristics and ordination of woody plant species and their relation with environmental factors in Ilam forest. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 24(3): 81-94. [In Persian]

Mirzaei, J., Maderi, M., Mosleh Arani, A., Heidari, M. & Jaafarzadeh, A. 2018. Environmental Factors Affecting the Distribution of *Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach in Zagros forest. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 6 (4): 1-15. [In Persian]

Mohammadi, M., Mirzaei J., Moradi, M. & Naji H.R. 2017. Soil physicochemical properties of Tamarisk (*Tamarix ramosissima* Ledeb.) sites in Ilam province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(3): 419-430. [In Persian]

Moradi Behbahani, S., Moradi M., Basiri, R. & Mirzaei J. 2017. Sand mining disturbances and their effects on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a riparian forest of Iran. *Journal of Arid Land*, 9(6): 837-849. [DOI:10.1007/s40333-017-0028-0]

Moradi, M., Imani, F., Naji, H.R., Moradi Behbahani, S. & Ahmadi, M.T. 2017(a). Variation in soil carbon stock and nutrient content in sand dunes after afforestation by *Prosopis juliflora* in the Khuzestan province (Iran). *IForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(3): 585-589. [DOI:10.3832/ifor2137-010]

Moradi, M., Imani, F., Naji, H.R., Moradi Behbahani, S. & Ahmadi, M.T. 2017(b). Arbuscular mycorrhizal fungi changes by afforestation in sand dunes. *Journal of Arid Environments*, 140: 14-19. [DOI:10.1016/j.jaridenv.2017.01.006]

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]

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 degradation and development*, 33(2): 324-332. [DOI:10.1002/ldr.4154]

Moradi, M., & Moradi, G.H. 2024. Carbon Sequestration of Mediterranean Tree Species in the Zagros Forest of Iran. Ecopersia, 12(4): 351-361.

Nejabat, M. & Negahdar Saber, M. 2017. Analysis of soil characteristics of wild pistachio (*Pistacia atlantica* sub sp mutica) in Fars province forests. *Journal of Zagros Forests Researches*, 3(2): 67-79. [In Persian]

Núñez, D., Nahuelhual, L. & Oyarzún, C. 2006. Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. *Ecological Economics*, 58(3): 606-616. [DOI:10.1016/j.ecolecon.2005.08.010]

Özkan, K., Gulsoy, S., Mert, A., Ozturk, N. & Muys, B. 2010. Plant distribution-altitude and landform relationships in karstic sinkholes of Mediterranean region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31: 51-60.

Phogat, V.K., Tomar, V.S. & Dahiya, R. 2015. Soil physical properties. Rattan R.K., Katyal J.C., Dwivedi B.S., Tapan Bhattachatyya A.K., Tarafdar J.C. (Eds.), pp. 135-171, In Soil Science: An Introduction, Indian Society of Soil Science, India.

Rennenberg, H. & Dannenmann, M. 2015. Nitrogen nutrition of trees in temperate forests- the significance of nitrogen availability in the pedosphere and atmosphere. *Forests*, 6(8): 2820-2835. [DOI:10.3390/f6082820]

Salehi, A., Mohammadi, A. & Safari A. 2011. Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagross forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 81-89. [In Persian]

Saremi, H., Kumar, L., Turner, R., Stone, C. & Melville, G. 2014. Impact of local slope and aspect assessed from LiDAR records on tree diameter in radiata pine (*Pinus radiata* D. Don) plantations. *Annals of Forest Science*, 71: 771-780. [DOI:10.1007/s13595-014-0374-4]

Shamohamadi, O., Asri, Y., Khaniki, G.B. & Rabie, M. 2015. Investigation on Habitat demands of *Malus orientalis* Ugl. in Zagros forests (case study: Divandareh, Kurdestan). *Biological Forum*, 7(1): 446-450.

Walkley, A. & Black, I.A. 1951. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1): 29-38. [DOI:10.1097/00010694-193401000-00003]

Walthert, L. & Meier, E.S. 2017. Tree species distribution in temperate forests is more influenced by soil than by climate. *Ecology and evolution*, 7(22): 9473-9484. [DOI:10.1002/ece3.3436] [PMID] []

Williams, V.L., Witkowski, E.T.F. & Balkwill, K. 2007. Relationship between bark thickness and diameter at breast height for six tree species used medicinally in South Africa. *South African Journal of Botany*, 73(3): 449-465. [DOI:10.1016/j.sajb.2007.04.001]

Zolfaghari R. & Zamani, S.M. 2016. Relation between natural regeneration of forest trees and shrubs species and environmental factors in protected area of western Dena (Posht kareh). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(2): 397-309. [In Persian]

Zolfaghari, Z., Moradi, M., Basiri, R. & Ghasemi, A. 2017. Evaluation of soil physicochemical properties of *Tecomella undulata* in Busher province. *Forest and Wood Products*, 70(2): 273-280. [In Persian]

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.61186/jfer.4.1.108]