

Effect of evergreen *Juniperus sabina* L. and deciduous *Berberis integerrima* Bunge. species on some substratum soil physico-chemical characteristics

Reza Erfanzadeh ¹ | Mohammad Jafari² | Misagh Ghasempour¹ 

1- Rangeland Management Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Department of Reclamation of Arid & Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Email: rezaerfanzadeh@modares.ac.ir

Article Info.

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15 January 2022
Received in revised: 9 June 2022
Accepted: 12 July 2022
Published online: 21 June 2023

Keywords:
Fertile islands,
Grassland,
Allelopathy,
Woody plants,
Soil quality.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of *Juniperus sabina* (evergreen) and *Berberis integerrima* (deciduous) and herbaceous patches on some soil properties (pH, EC, aggregate stability, microbial respiration, organic carbon and nitrogen) in their habitats. In June, when maximum growth of the dominant plant species in rangelands of central Alborz was occurred, of each plant patch, 10 patches were randomly selected and soil were collected beneath of the canopy species in each from two depths: 10-0 and 20-10 cm (in total 60 soil samples). Then, soil physico-chemical characteristics were measured in the laboratory. In order to examine the differences between each soil characteristics associated with patches and depths, two-way ANOVA using GLM was applied. In addition, one-way ANOVA and post-hoc tests were used to compare soil characteristics between patches, in each depth separately. The results showed different effect of different patches on the soil characteristics. In upper soil layer, the highest contents of organic matter (4.62%) and aggregate stability (36.08) were observed under *J. sabina*, while the highest total nitrogen was found under *B. integerrima*. In deeper soil layer, the highest content of organic matter (5.19%) was found under *J. sabina*. The highest microbial respiration contents in both depths were observed under herbaceous patch. The variation of other soil characteristics was less pronounced by type of the patches. In general, the results of this study cleared that different woody plant species have different effects on soil characteristics, should be mentioned in the rangeland development and improvement projects.

Cite this article: Erfanzadeh R., Jafari, M., Gasempour, M. (2023). Effect of evergreen *Juniperus sabina* L. and deciduous *Berberis integerrima* Bunge. species on some substratum soil physico-chemical characteristics. *Journal of Range & Watershed Management*, 76 (1), 15-27.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2022.337418.1639>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

مقایسه تاثیر گونه‌ی همیشه سبز مای مرز (*Juniperus sabina* L.) و خزان کننده زرشک (*Berberis integerrima* Bunge.) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زیراشکوب

رضا عرفانزاده^{۱*} | محمد جعفری^۲ | میثاق قاسمیپور^۱

۱- گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲- گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

رایانامه: rezaerfanzadeh@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۳۱

کلیدواژه‌ها:

جزایر حاصلخیز،

علفزار،

آلوپاتی،

گونه‌های چوبی،

کیفیت خاک.

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر گونه همیشه سبز مای مرز (*Juniperus sabina*) و برگ ریز زرشک (*Berberis integerrima*) بر برخی ویژگی‌های خاک مراتع رویشگاه آن‌ها انجام شد. در خردادماه، همزمان با رشد غالب گیاهان در مراتع البرز میانی، از هر گونه (توده) ۱۰ پایه به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و نمونه‌های خاک از زیر تاج آنها از دو عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متر با مته برداشت شد (مجموعاً ۶۰ نمونه خاک به همراه توده علفی خارج از تاج آنها به عنوان کنترل) و سپس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت این ویژگی‌ها در ارتباط با نوع گونه و عمق خاک، تجزیه واریانس دو طرفه اعمال گردید. همچنین از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون مقایسه میانگین LSD برای مقایسه ویژگی‌های خاک در هر یک از عمق‌های ذکر شده بصورت جداگانه برای هر گونه (توده علفی) استفاده شد. نتایج تاثیر متفاوت گونه‌های چوبی در عمق‌های مختلف خاک را نشان داد. در عمق سطحی بیشترین مقدار ماده آلی کل (۴/۶۲ درصد) و پایداری خاکدانه (۳۶/۰۸ درصد) به طور معنی‌دار در زیر گونه *J. sabina* مشاهده گردید در حالی که بیشترین مقدار نیتروژن کل در زیر گونه *B. integerrima* (۵/۳۳ درصد) مشاهده شد. در عمق پایینی بیشترین مقدار ماده آلی کل (۵/۱۹ درصد) به طور معنی‌دار در زیر گونه *J. sabina* مشاهده شد. بیشترین مقدار تنفس میکروبی در هر دو عمق مربوط به توده علفی بود. تغییرات سایر ویژگی‌های خاک بین دو گونه چوبی و توده علفی معنی‌دار نبود. به طور کل نتایج این تحقیق حاکی از تاثیر متفاوت گونه‌های مختلف چوبی بر خاک مراتع می‌باشد که در فعالیتهای اصلاح و توسعه بایستی مد نظر قرار بگیرد.

استناد: عرفانزاده؛ رضا، جعفری؛ محمد، قاسمیپور؛ میثاق (۱۴۰۲). مقایسه تاثیر گونه‌ی همیشه سبز مای مرز (*Juniperus sabina* L.) و خزان کننده زرشک

(*Berberis integerrima* Bunge.) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زیراشکوب. نشریه مرتع و آبخیزداری، ۷۶(۱)، ۱۵-۲۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2022.337418.1639>



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

یکی از وسیع‌ترین زیست‌بوم‌های جهان، علفزارها می‌باشند که در آن گیاهان چوبی از اصلی‌ترین قسمت‌های پوشش گیاهی هستند (احمدی بانی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که گونه‌های چوبی در هر مکان بر ویژگی‌های محیطی به ویژه خاک زیراشکوب خود تاثیر زیادی می‌گذارند (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۰؛ قدسی و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعات نشان می‌دهد که گونه‌های گیاهی از جمله چوبی‌ها، پس از استقرار و گسترش، به شدت ویژگی‌های خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند (شلسینگر^۱ و همکاران، ۱۹۹۶؛ جانسون^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). بررسی رابطه بین این گونه‌ها و خاک زیراشکوب آنها در اکوسیستم علفزار برای احیا پوشش گیاهی مکان‌های تخریب یافته با استفاده از گونه‌های چوبی بومی بسیار مهم است. در واقع، ویژگی‌های خاک به وسیله فعالیت‌های ریشه و تجمع لاشبرگ زیر تاج پوشش این گیاهان تحت تاثیر قرار می‌گیرند (ناصری و همکاران، ۱۳۹۸؛ کارگر و همکاران، ۱۳۸۸). گونه‌های چوبی از قبیل درختچه‌ها و بوته‌ها به وسیله تاج پوشش متمرکز و فعالیت شدید ریشه خود باعث ارتقای کیفیت خاک زیر اشکوب خود می‌شوند (یانگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۱) و زمینه ساز تشکیل قطعات بسیار حاصلخیز می‌شوند (دگراف^۴ و همکاران ۲۰۱۴؛ لی^۵ و همکاران، ۲۰۰۸). این قطعات حاصلخیز در نتیجه انباشت و تجزیه لاشبرگ در طول سال‌ها اتفاق می‌افتد (جانسون^۶ و همکاران، ۲۰۱۶). گیاهان چوبی با ایجاد تغییر در ویژگی‌های محیطی زیر تاج پوشش خود (سیلویان و وال^۷، ۲۰۱۱)، باعث کاهش تابش مستقیم نور خورشید، افزایش رطوبت، حفاظت سطح خاک از فرسایش آبی و بادی و اضافه کردن ماده آلی تازه به خاک می‌شوند (گارسایاسانچز^۸ و همکاران، ۲۰۱۲). در این مورد مطالعات زیادی انجام شده است که به عنوان نمونه برخی محققان دریافته‌اند که تجمع لاشبرگ زیر تاج پوشش بوته‌ای‌ها در مراتع سنگال منجر به حاصلخیزی و افزایش بیشتر کیفیت خاک می‌شود (دیهو-سال^۹ و همکاران، ۲۰۲۱).

هر چند حضور گونه‌های چوبی به طور معمول اثر مثبت بر چرخه مواد مغذی خاک دارد اما میزان تاثیر در بین گونه‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد (تامسون^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۵) که با مطالعه ارتباطات بین این گونه‌ها و خاک می‌توان به وسعت این اثرات و نوع آن پی برد و در علفزارها استفاده نمود (جعفری و همکاران، ۱۳۸۳). افزون بر این در تمامی اکوسیستم‌ها این اثر مثبت گزارش نشده است به عنوان نمونه در توندرا محققین دریافته‌اند که گونه‌های بوته‌ای باعث کاهش میزان مواد آلی خاک می‌شوند (کمپین^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱).

تغییرات در شرایط سطحی خاک با برگ‌ها و ریشه‌های گیاهان چند ساله و یک ساله مرتبط است (گوبل^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۵). اصلاح ساختار فیزیکی و افزایش برخی عناصر در محدوده زیر تاج پوشش زمینه را برای استقرار سایر گونه‌های مرتعی با کیفیت و خوش خوراکی مطلوب‌تر فراهم می‌کند (گرگین کرجی و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و استفاده‌های مختلفی که بشر به طور مستقیم یا غیر مستقیم از آن می‌کند، شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی به ویژه خاک برای ثبات و پایداری آن امری اجتناب ناپذیر است (کارگر و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به این که در ایران، علفزارها عمدتاً در مکان‌هایی واقع‌اند که از توان و استعداد تخریب بالایی برخوردارند (امیدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲) و از چرای شدید متاثرند، در تحقیق حاضر سعی بر آن است که برای مدیریت هر چه بهتر علفزارهای ارتفاعات البرز در استان مازندران، تاثیر گونه‌های متفاوت درختچه‌ای که در یک رویشگاه واحد در کنار

¹ Schlesinger

² Johnson

³ Yang

⁴ de Graaff

⁵ Li

⁶ Johnson

⁷ Sylvain & Wall

⁸ Garcia-Sanchez

⁹ Diedhiou-Sall

¹⁰ Thompson

¹¹ Kemppinen

¹² Goebel

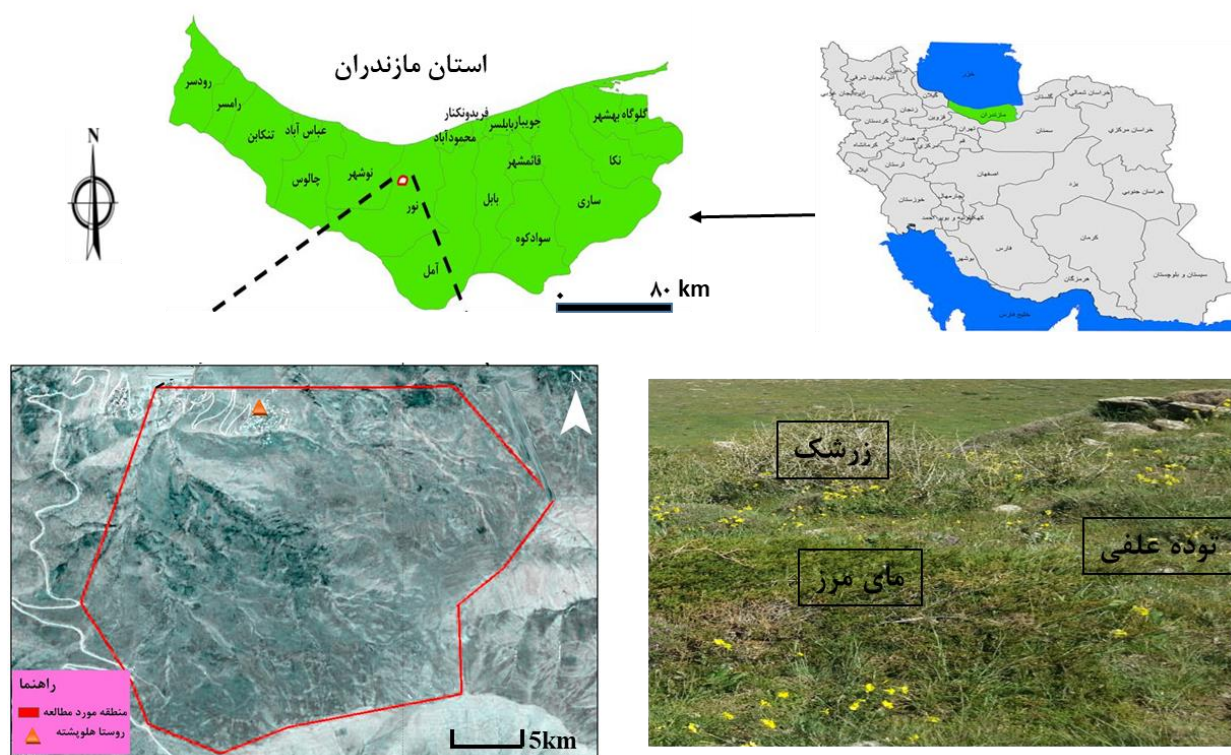
یکدیگر رشد می‌نمایند و اثرات آنها بر محیط قابل مقایسه هستند، بر خاک زیر اشکوب مطالعه شود. نتایج حاصل می‌تواند در فعالیتهای اصلاح و توسعه، تمرکز بیشتر بر حفظ گونه‌های مرغوبتر از حیث حفظ کیفیت خاک نمود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان مازندران در جنوب شهرستان نور، ارتفاعات بلده انتخاب شد. دامنه ارتفاعی آن ۲۸۰۰ تا حدود ۳۰۰۰ متر از سطح دریا، اقلیم منطقه مدیترانه‌ای سرد و متوسط بارندگی سالانه ۳۹۵ میلی‌متر در یک دوره آماری ۱۰ ساله می‌باشد (شکل ۱). علفزارهای مورد بررسی نیمه‌آلپی محسوب شده و فقط در فصول گرم مورد چرای دام قرار می‌گیرد. معمولاً از اواسط پاییز تا اردیبهشت ماه پوشیده از برف است. خاک مرتع از نظر بافت، شنی-لومی و لومی می‌باشد که جزء خاک‌های نیمه سبک بوده و جنس سنگ مادر نیز از نوع آهکی می‌باشد (قلیچ‌نیا، ۱۳۹۱).

پوشش گیاهی منطقه با غلبه گونه‌های درختچه‌ای مانند *J. sabina* (مای مرز)، *B. integerrima* (زرشک معمولی) و گراس‌های پایا مانند *Bromus tomentellus* و *Festuca ovina* اطراف دو گونه درختچه‌ای فوق بودند. *B. integerrima* درختچه‌ای چند ساله از خانواده Berberidaceae با ساختار تاج پوشش باز که دارای شاخه‌های خاردار، برگ‌های زود افت و تکثیر از طرق بذر، قلمه و پاجوش که ارتفاع آن تا ۱/۵ متر نیز می‌رسد. *J. sabina* درختچه‌ای چندساله از خانواده Cupressaceae با ساختار تاج پوشش همیشه سبز نیمه چسبیده به زمین و تکثیر از طریق بذر که ارتفاع آن تا ۰/۵ متر نیز می‌رسد (شکل ۱). این گونه‌ها به صورت مخلوط همزمان در کنار یکدیگر حضور داشتند. در این مطالعه این دو گونه به اضافه توده علفی کنار آنها به عنوان کنترل، انتخاب شدند.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران و همجواری سه توده مای مرز، زرشک و علفی در یکی از سایت‌های نمونه برداری

۲-۲. نمونه برداری

ابتدا ۱۰ مکان به عنوان ۱۰ تکرار، طوری انتخاب شدند که هر دو گونه چوبی در هر سایت نزدیک به هم حضور داشتند (شکل ۱) تا اثر ویژگی‌های توپوگرافی حذف شود. فاصله بین سایتها از ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر متغیر بود. از هر کدام از گونه‌های *B. integerrima* و *J. sabina* یک پایه در هر مکان انتخاب و سپس نمونه‌های خاک از زیر اشکوب گونه‌ها و از علفزار مابین آنها (جمعا سه توده شامل دو گونه چوبی که از این به بعد توده نامیده خواهند شد و توده علفی)، از دو عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری (عمق سطحی) و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری (عمق پایینی) با مته برداشت شد. عمق نمونه‌برداری بر اساس مطالعات قبلی در همان منطقه انتخاب شد. در مجموع ۶۰ نمونه خاک جمع‌آوری گردید. بنابراین نمونه‌های برداشت شده به سه گروه تقسیم شدند شامل نمونه‌هایی که از زیر اشکوب گونه *J. sabina* (از این به بعد توده *J. sabina* نامیده می‌شود) و نمونه‌هایی که از زیر اشکوب گونه *B. integerrima* (از این به بعد توده *B. integerrima* نامیده می‌شود) و نمونه‌هایی که از زیر اشکوب علفزار به عنوان کنترل (از این به بعد توده علفی نامیده می‌شود) برداشت گردید. نمونه‌های برداشت شده از توده علفی با فاصله مناسب از دو توده درختچه‌ای برداشت گردید به طوری که اثر توده‌های درختچه‌ای بر علفی حداقل باشد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و بلافاصله تنفس میکروبی خاک با بهره‌گیری از روش ایزمایر^۱ (۱۹۹۲) تعیین شد و سپس نمونه‌ها در هوا خشک شده و به آرامی کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۳). برای اندازه‌گیری پایداری خاکدانه از روش الک تر (رایت و هانس^۲، ۲۰۰۵)، اسیدیته (pH) با استفاده از pH متر، هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از EC متر، درصد کربن آلی (SOC) به روش والکلی بلک نستو^۳ (۲۰۰۶)، نیتروژن کل به روش کجلدال تعیین شد (یاتس^۴ و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل به عنوان پایگاه اطلاعات ذخیره گردید. سپس نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف و همگن بودن واریانس با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت (تمامی داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند). به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با توده‌ها و عمق خاک، تجزیه واریانس دو طرفه اعمال گردید. همچنین برای مقایسه ویژگی‌های خاک زیر هر سه توده مختلف در هر یک از اعماق بصورت جداگانه از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه و LSD استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری در محیط نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۳ و رسم نمودار در نرم‌افزار Exsel 2013 انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. اسیدیته خاک

نتایج نشان داد که اسیدیته خاک در عمق سطحی در توده *J. sabina* (با میانگین ۵/۹۲) نسبت به توده *B. integerrima* (با میانگین ۶/۱۳) و توده علفی (با میانگین ۶/۲۴) کمترین مقدار را داشت. همچنین در عمق پایینی کمترین مقدار اسیدیته خاک به صورت معنی‌دار در زیر اشکوب *J. sabina* مشاهده شد (جدول ۲، شکل ۳).

¹ Isermeyer

² Wright & Hons

³ Nosetto

⁴ Yates

۲-۳. هدایت الکتریکی خاک

نتایج نشان داد که هدایت الکتریکی خاک در عمق سطحی اختلاف معنی‌داری بین زیراشکوب سه توده نداشت. در عمق پایینی، هدایت الکتریکی زیر توده *B. integerrima* (با میانگین ۹۵/۵۱ ds/m) از توده علفی (با میانگین ۵۰/۵۴ ds/m) و توده *J. sabina* (با میانگین ۶۲/۹۸ ds/m) بیشتر بود. (جدول ۱ و ۲، شکل ۲).

۳-۳. پایداری خاکدانه

بیشترین مقدار پایداری خاکدانه در عمق سطحی به طور معنی‌داری در زیر توده *J. sabina* (با میانگین ۲۹/۰۶٪) و *B. integerrima* (با میانگین ۲۴/۰۳٪) بیشتر از توده علفی (با میانگین ۳۶/۰۸٪) بود در حالی که در عمق پایینی اختلاف معنی‌داری بین توده‌ها مشاهده نشد (جدول ۱ و ۲، شکل ۲).

۴-۳. تنفس میکروبی خاک

نتایج نشان داد که تنفس میکروبی خاک در عمق سطحی به طور معنی‌داری در توده‌های *J. sabina* (با میانگین ۳/۴۰ mgCO₂ g⁻¹ dmh⁻¹) کمتر از توده *B. integerrima* (با میانگین ۵/۲۶ mgCO₂ g⁻¹ dmh⁻¹) و توده علفی (با میانگین ۶/۰۵ mgCO₂ g⁻¹ dmh⁻¹) بود. همچنین در عمق پایینی کمترین مقدار نیز مربوط به توده *J. sabina* (با میانگین ۲/۹۶ mgCO₂ g⁻¹ dmh⁻¹) بود (جدول ۱ و ۲، شکل ۲).

۵-۳. ماده آلی خاک

نتایج نشان داد که درصد ماده آلی خاک هم در عمق سطحی و هم در عمق پایینی به ترتیب با میانگین‌های ۴/۶۲ و ۵/۱۹ درصد زیر تاج پوشش *J. sabina* مشاهده شد (جدول ۱ و ۲، شکل ۲).

۶-۳. نیتروژن خاک

نتایج نشان داد که درصد نیتروژن خاک در عمق سطحی به طور معنی‌داری در توده‌های *B. integerrima* (با میانگین ۰/۶۶) و *J. sabina* (با میانگین ۰/۵۳) بیشتر از توده علفزار (با میانگین ۰/۳۶) بود. همچنین در عمق پایینی درصد نیتروژن خاک به طور معنی‌داری در توده‌های *B. integerrima* (با میانگین ۰/۵۳) و *J. sabina* (با میانگین ۰/۳۳) و نیز بیشتر از توده علفی (با میانگین ۰/۲۵) بود (جدول ۱ و ۲، شکل ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس دو طرفه (GLM) حاصل از تاثیر توده‌ها، عمق خاک بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

توده × عمق						منبع تغییرات		ویژگی‌های خاک	
df	میانگین مربعات (Mean Square)	F value	df	میانگین مربعات (Mean Square)	F value	df	F		
۲	۰/۲۴	۱/۹۳ ^{ns}	۱	۱۰/۷۷	۸۵/۹۴ ^{**}	۲	۱/۴۱	۱۱/۳۴ ^{**}	اسیدیته
۲	۲۹۱۲/۱۴	۲/۸۹ ^{ns}	۱	۴۹۵۶/۰۵	۴/۹۲ [*]	۲	۱۵۶۲/۹۵	۱/۵۵ ^{ns}	هدایت الکتریکی
۲	۱۴۶/۹۵	۱/۷۳ ^{ns}	۱	۱۵۲/۳۲	۱/۷۹	۲	۱۲۳/۸۹	۱/۴۵ ^{ns}	پایداری خاکدانه
۲	۰/۸۹	۱/۱۱ ^{ns}	۱	۴/۸۲	۵/۹۸ ^{**}	۲	۳۱/۸۲	۳۹/۴۹ ^{**}	تنفس میکروبی
۲	۴/۱۳	۳/۶۰ [*]	۱	۳/۲۱	۲/۷۹	۲	۳۵/۵۵	۳۰/۹۸ ^{**}	ماده آلی کل
۲	۰/۰۱	۰/۴۳ ^{ns}	۱	۰/۳۲	۱۳/۲۴ ^{**}	۲	۰/۴۳	۱۷/۷۳ ^{**}	نیتروژن کل

**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱؛ *معنی‌داری در سطح ۰/۰۵؛ ns عدم وجود معنی‌داری

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) حاصل از مقایسه ویژگی‌های خاک در بین توده‌ها به تفکیک در عمق سطحی و پایینی

عمق پایینی (۱۰-۲۰ سانتی متر)		عمق سطحی (۰-۱۰ سانتی متر)		منبع تغییرات ویژگی‌ها
P value	F value	P value	F value	
<۰/۰۱	۱۰/۵۸	میانگین	میانگین	بین گروه‌ها ^۱ داخل گروه‌ها ^۲ جمع
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۱/۴۰	۰/۲۶	
		۰/۱۳	۰/۱۲	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۳/۵۷	۳/۱۹	
		۶/۳۷	۳/۷۲	
<۰/۰۱	۵/۶۵	میانگین	میانگین	هدایت الکتریکی
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۴۳۶۶/۹۹	۱۰۸/۱۰	
		۷۷۲/۶۸	۱۲۴۰/۱۵	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۸۷۳۳/۹۸	۲۱۶/۲۰	
		۲۰۸۶۲/۳۱	۳۳۴۸۴/۱۶	
		۲۹۵۹۶/۲۹	۳۳۷۰۰/۳۶	
۰/۷۷	۰/۲۷	میانگین	میانگین	پایداری خاکدانه
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۲۵/۸۳	۲۴۵/۰۲	
		۰/۱۳	۰/۱۲	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۲۶۲۴/۵۹	۱۹۶۰/۵۶	
		۲۶۷۶/۲۶	۲۴۵۰/۵۹	
<۰/۰۱	۳۰/۸۴	میانگین	میانگین	تنفس میکروبی
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۱۴/۱۸	۱۸/۵۳	
		۰/۴۶	۱/۱۵	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۲۸/۳۷	۳۷/۰۷	
		۱۲/۴۲	۳۱/۰۹	
		۴۰/۷۹	۶۸/۱۷	
<۰/۰۱	۱۷/۹۹	میانگین	میانگین	ماده آلی کل
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۳۱/۷۳	۷/۹۵	
		۱/۷۶	۰/۵۳	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۶۳/۴۷	۱۵/۹۱	
		۴۷/۶۳	۱۴/۳۴	
		۱۱۱/۰۹	۳۰/۲۵	
<۰/۰۱	۷/۱۷	میانگین	میانگین	نیترژن کل
		درجه آزادی	درجه آزادی	
		مجموع مربعات	مجموع مربعات	
		۰/۲۰	۰/۲۳	
		۰/۰۳	۰/۰۲	
		۲۷	۲۷	
		۲۹	۲۹	
		۰/۴۰	۰/۴۷	
		۰/۷۶	۰/۵۴	
		۱/۱۷	۱/۰۰	

جدول ۳. مقایسه میانگین (± انحراف معیار) اسیدیته، هدایت الکتریکی (ds/m)، پایداری خاکدانه (%، تنفس میکروبی (mgCO₂ g⁻¹ dmh⁻¹), ماده آلی کل (% و نیترژن کل (%). خاک بین سه توده در دو عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متر (حروف کوچک لاتین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین سه توده در هر عمق می‌باشد).

عمق ۱۰-۲۰ سانتی متر			عمق ۰-۱۰ سانتی متر			
توده علفی	مای مرز	زرشک	توده علفی	مای مرز	زرشک	
۷/۱۹a ± ۰/۰۸	۶/۵۱b ± ۰/۰۴	۷/۱۱a ± ۰/۰۶	۶/۲۴a ± ۰/۰۴	۵/۹۲a ± ۰/۰۴	۶/۱۳a ± ۰/۰۶	pH
۵۰/۵۴b ± ۵/۶۶	۶۲/۹۸b ± ۶/۱۱	۹۵/۵۱a ± ۶/۴۵	۹۱/۶۳a ± ۶/۰۱	۹۱/۸۷a ± ۹/۲۱	۸۶/۰۶a ± ۵/۵۶	EC
۲۷/۵۹a ± ۳/۲۱	۲۶/۹۰a ± ۴/۱۴	۲۹/۹۷a ± ۵/۲۶	۲۶/۲۰c ± ۳/۰۴	۳۶/۰۸a ± ۲/۹۵	۳۱/۷۵b ± ۴/۳۶	پایداری خاکدانه
۵/۰۱a ± ۰/۰۸	۲/۹۶b ± ۰/۰۲	۵/۰۴a ± ۰/۰۶	۶/۰۵a ± ۰/۰۵	۳/۴۰b ± ۰/۰۷	۵/۲۶a ± ۰/۰۷	تنفس میکروبی
۱/۷۱c ± ۰/۰۲	۵/۹۱a ± ۰/۱۰	۲/۸۲b ± ۰/۰۴	۲/۸۴c ± ۰/۰۶	۴/۶۲a ± ۰/۰۹	۳/۶۴b ± ۰/۰۲	ماده آلی کل
۰/۲۵c ± ۰/۰۴	۰/۳۳b ± ۰/۰۶	۰/۵۳a ± ۰/۰۵	۰/۳۶c ± ۰/۰۱	۰/۵۳b ± ۰/۰۱	۰/۶۶a ± ۰/۰۲	نیترژن کل

¹ Between Groups² Within Groups

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق با مقایسه نتایج حاصل از ویژگی‌های خاک در زیر تاج‌پوشش گونه‌های مختلف مورد مطالعه مشخص شد که خاک در زیر تاج پوشش بوته‌ها دارای تاثیرپذیری فراوانی از نوع گونه چوبی است و باعث تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق‌های مختلف شده است.

اگر چه اختلاف چشمگیری در اسیدیته خاک بین سه توده در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری مشاهده نشد، اما کاهش اسیدیته خاک در عمق سطحی و به مقدار چشمگیرتر در عمق پایینی خاک زیراشکوب گونه مای‌مرز را می‌توان به نوع برگ و قسمت‌های مختلف گیاه مرتبط دانست. تحقیقات نشان داده است که گونه‌های سوزنی برگ در مقایسه با پهن‌برگان، به مرور زمان باعث اسیدی شدن بیشتر خاک می‌شوند زیرا دارای لاشبرگ اسیدی هستند (بورگس-کونفرتی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹؛ رحمانو^۲ و همکاران، ۲۰۲۱).

در این تحقیق در هر سه توده میزان EC عمق سطحی بیشتر و یا مساوی عمق پایینی بود. افزایش EC در عمق سطحی نسبت به پایینی در خاک توده‌ها می‌تواند به دلیل انتقال املاح از عمق به سطح بر اثر فعالیت ریشه‌ها باشد (مهدوی اردکانی و همکاران، ۱۳۸۹) و یا برگشت زیتوده گیاهی و تجزیه آن و تجمع املاح در سطح خاک ربط داد (کارگر و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین شوری خاک‌ها با افزایش غلظت املاح محلول افزایش می‌یابد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۳) و علت کم بودن EC در عمق پایینی را می‌توان به استفاده ریشه‌های عمقی گیاهان از این املاح دانست (کارگر و همکاران، ۱۳۸۸). به هر حال بالا بودن EC در خاک توده *B. integerrima* نسبت به دو توده دیگر در عمق پایینی احتمالاً به دلیل بیشتر بودن فعالیت ریشه‌های این گونه در انتقال املاح به عمق‌های پایین‌تر و زیاد بودن یون‌های محلول نسبت به توده *J. sabina* و علفزار می‌باشد، که نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

خاکدانه‌ها ذرات ثانویه هستند که از اجتماع ذرات معدنی با موادآلی و غیرآلی تشکیل می‌شوند (احمدی بانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ سیکس^۳ و همکاران، ۲۰۰۴). معمولاً به توانایی خاکدانه در حفظ ساختار و اندازه خود در رویارویی با تنش‌های مکانیکی، پایداری خاکدانه می‌گویند (برونیک و لال^۴، ۲۰۰۵؛ جعفری و طویلی، ۱۳۹۱). بالا بودن میانگین میزان پایداری خاکدانه خاک در توده‌های *J. sabina* و *B. integerrima*، با اختلاف معنی‌دار در عمق سطحی، نسبت به توده علفی می‌تواند به دلیل بیشتر بودن توده زنده میکروبی، بقایا و ریشه گیاهان پلی ساکاریدها و مواد هومیکی در خاک این توده باشد (بالابان و پلانته^۵، ۲۰۰۴). نتایج به دست آمده از برخی مطالعات نیز نشان می‌دهد که ماده آلی به عنوان یک عامل سیمانی کننده عمل کرده و برای هم‌آوری نمودن ذرات خاک و تشکیل خاکدانه‌های مقاوم اهمیت دارد (کی و وندن بایگارت^۶، ۲۰۰۲؛ جنیدی جعفری و همکاران، ۱۳۹۵). نیروی چسبندگی بیشتر به واسطه تشدید نیروهای هم چسبی بین ذرات معدنی و پلیمرهای آلی قابلیت خیس شدن خاکدانه‌ها و در نتیجه تخریب و فروپاشی آن‌ها را کاهش می‌دهد (تجادا^۷ و همکاران، ۲۰۰۶).

تنفس خاک منعکس کننده وضعیت فیزیولوژیکی میکروبی خاک است یو^۸ و همکاران، ۲۰۰۸). در تفسیر نتایج آزمایشگاهی اغلب تنفس میکروبی بیشتر را معرف خاک با کیفیت بالا می‌دانند، زیرا هر چقدر تنفس میکروبی بیشتر باشد فعالیت بالقوه میکروبی بیشتر خواهد بود (اقبال^۹ و همکاران، ۲۰۰۸). از علل مؤثر بر تنفس میکروبی بالای خاک در اکوسیستم‌ها، مناسب بودن شرایط برای فعالیت

¹ Burgess-Conforti

² Rahmonov

³ Six

⁴ Bronick & Lal

⁵ Balabane & Plante

⁶ Kay & Vanden Bygaart

⁷ Tejada

⁸ Yu

⁹ Iqbal

میکروبی از جمله عرضه کافی کربن و وجود لایه لاشبرگ مورد استفاده ریزجانداران خاک می‌باشد (کارا و بولات^۱، ۲۰۰۸). مطابق با نتایج به دست آمده، میانگین تنفس میکروبی خاک در عمق سطحی و هم در عمق پایینی در توده‌های علفی و *B. integerrima* با اختلاف معنی‌داری، بیشتر از توده *J. sabina* بود. اگر چه در غالب مطالعات قبلی یک ارتباط مستقیم بین درصد کربن آلی خاک و تنفس میکروبی بیان نموده‌اند (دایکسترا^۲ و همکاران، ۲۰۰۹)، اما در این تحقیق به نظر می‌رسد تنفس میکروبی در توده مای مرز کمترین است در حالی که بیشترین مواد آلی در زیراشکوب این گونه بدست آمد. احتمالاً میزان رطوبت در زیر اشکوب دو توده علفی و زرشک بیشتر بوده است (که متأسفانه در این تحقیق اندازه‌گیری نشد). از ویژگی‌های بسیار مؤثر در میزان انتشار گاز دی اکسید کربن خاک و نتیجتاً تنفس میکروبی، رطوبت آن می‌باشد (سوگرتن^۳ و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین مقدار رطوبت می‌تواند یک عامل مهم و تاثیرگذار در میزان تنفس خاک باشد. با افزایش تدریجی رطوبت، شرایط برای فعالیت بسیاری از ریزجانداران فراهم شده و منجر به افزایش فعالیت میکروبی و تنفس بیشتر آنها در خاک می‌گردد که همین امر باعث افزایش تولید دی اکسید کربن می‌شود (سوتا^۴ و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعات متعددی بر تغییرپذیر بودن مشخصه تنفس میکروبی خاک تحت پوشش‌های مختلف اراضی اشاره داشته‌اند (ایکسو و کو^۵، ۲۰۰۱؛ پنگ و توماس^۶، ۲۰۰۶). به هر حال اثر آلوپاتی گونه‌های سوزنی برگ که به کرات گزارش شده است می‌تواند باعث کاهش تنفس میکروبی و حتی کاهش جمعیت میکروبها در هر دو عمق خاک شود (اکسی^۷ و همکاران، ۲۰۲۱).

نتایج نشان داد که میانگین درصد ماده آلی در عمق سطحی خاک در زیر توده *J. sabina*، ۲۶/۹۲ درصد بیشتر از خاک زیر توده *B. integerrima* و ۶۲/۶۷ درصد بیشتر از توده علفی بود. همچنین در عمق پایینی خاک *J. sabina* باعث افزایش ماده آلی خاک به مقدار ۸۴/۰۴ درصد نسبت به *B. integerrima* شده بود و ماده آلی حدود سه برابر بیشتر از توده علفی بود. احتمالاً به دلیل مترکم بودن ساختار تاج پوشش، لاشبرگ انباشته شده بیشتر و یا داشتن ریشه‌های چوبی بیشتر (یانگ^۸ و همکاران، ۲۰۱۱) توده *J. sabina* نسبت به توده *B. integerrima* و *B. integerrima* نسبت به توده علفی بوده است. همچنین میزان ماده آلی در خاک دو توده (علفی و *J. Sabina*) در عمق سطحی بیشتر از عمق پایینی بود که می‌توان دلیل آن را نیز در زیاد بودن لاشبرگ در عمق سطحی نسبت به عمق پایینی دانست که در مطالعات متعددی نیز به این نتیجه رسیده‌اند (لی^۹ و همکاران، ۲۰۰۸؛ جعفری و همکاران، ۱۳۸۳؛ دیهو-سال^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱؛ آن^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۰). مقادیر موادالی خاک تحت تاثیر چندین فاکتور است که مهمترین آن‌ها کربن معدنی تثبیت شده به صورت موادالی بر اثر فعل و انفعالات فتوسنتزی می‌باشد. از سوی دیگر کاهش مواد آلی در مکان‌هایی که پوشش آنها از بین رفته یا کمتر شده (پوشش توده علفی) است به دلیل عدم تولید مواد گیاهی و تجزیه ذخایر قبلی به علت افزایش دمای خاک در طول فصل گرم می‌باشد (فرهی و همکاران، ۱۳۹۲). علاوه بر این موارد موسیلاژ تولید شده توسط میکروب‌ها، نیز یک منبع قابل دسترس کربن آلی است که ارتباط متقابل و مثبت جامعه میکروبی و مواد آلی خاک در گزارش‌های زیادی آمده است (کاماچو^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۲).

زیاد بودن میانگین نیتروژن خاک در توده‌های *J. sabina* و *B. integerrima* در عمق سطحی نسبت به توده علفی نیز احتمالاً به دلیل برگشت بیوماس اندام‌های هوایی گیاهی و حجم زیاد ریشه در خاک می‌باشد که با نتایج مطالعات متعددی مطابقت دارد (جعفری و

¹ Kara & Bolat

² Dijkstra

³ Sjogersten

⁴ Sotta

⁵ Xu & Qi

⁶ Peng & Thomas

⁷ Xie

⁸ Yang

⁹ Li

¹⁰ Diedhiou-Sall

¹¹ An

¹² Camacho

همکاران، ۱۳۸۳؛ کارگر و همکاران، ۱۳۸۸). بالاتر بودن میانگین نیتروژن خاک توده *B. integerrima* از *J. sabina* و *B. integerrima* نیز از علفی در هر دو عمق، می‌تواند به دلیل بیشتر بودن میکروارگانیزم‌های تثبیت کننده نیتروژن در خاک توده‌ها نسبت به هم باشد که سبب افزایش نیتروژن در خاک توده‌ها می‌شود (فرهی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فلورز و جورادو^۱، ۲۰۰۳؛ صادقی شاهرخت و همکاران، ۲۰۱۳). فضای خالی بیشتر و عدم اثرات آللوپاتی گونه زرشک نسبت به گونه مای‌مرز باعث رشد و تکثیر گونه‌های علفی مابین تاج می‌گردد که وجود گونه‌های تثبیت کننده ازت از خانواده لگومینوزه مشاهده می‌شد. بنابراین گونه زرشک نسبت به گونه مای‌مرز دارای خاک با ازت بیشتر در زیراشکوب خود بود. مقایسه ازت در دو عمق می‌توان گفت که ورودی لاشبرگ هوایی و اجزا ریشه گیاهان علفی که دارای ریشه‌های افشان و سطحی می‌باشند می‌تواند منجر به بیشتر شدن نیتروژن خاک در عمق سطحی نسبت به عمق پایینی گردیده باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۷؛ یانگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۱؛ یانگ و لو^۳، ۲۰۲۱).

نتایج این تحقیق نشان داد که گونه‌های بوته‌ای پراکنده در علفزارها می‌توانند اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک زیراشکوب خود بگذارند که در پروژه‌های احیا و حفاظت پوشش گیاهی بایستی مد نظر قرار گیرد. نتایج این تحقیق بیانگر اینست که چنانچه هدف حفظ مواد آلی و ترسیب کربن باشد، توجه به حفظ گونه *Juniperus sabina* حایز اهمیت است و چنانچه هدف افزایش حاصلخیزی خاک از طریق افزایش مقدار ازت باشد گونه *B. integerrima* می‌تواند مورد توجه بیشتری قرار گیرد. در معرفی یک گونه چوبی جهت کشت در نقاط تخریب یافته، با توجه به هدف، نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در پایان لازم به ذکر است که این گونه‌ها احتمالاً با تأثیری که بر رشد و زادآوری سایر گونه‌ها عمدتاً علفی در زیراشکوب خود دارند، تغییرات ویژگی‌های خاک در زیراشکوب به طور غیرمستقیم می‌تواند مربوط به این گونه‌ها نیز باشد. به هر حال تفکیک منشا این تغییرات که چه مقدار مربوط به خود گونه چوبی و چه مقدار مربوط به گیاهان علفی زیراشکوب است، در این مقوله نمی‌گنجد و نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

۵. سپاسگزاری

از دانشگاه تربیت مدرس بدلیل استفاده از امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌شود. هزینه انجام این تحقیق در قسمتی توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور به شماره طرح ۹۸۰۱۹۸۴۳ مهیا شد که تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

- Ahmadi Bani, M., Nik Nahad, H., Marmmaie M., & Azimi, M. (2017). The effect of any Vtyvrgras (*Chrysopogon zizanioides*) in some soil properties (Case Study, Ketchikan station, Maravetape, Golestan Province). *Rangeland*, 9(3), 268-280. (In Persian)
- An, S., Mentler, A., Mayer H., & Blum, WE. (2010). Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. *Catena*, 81(3), 226-233.
- Balabane, M., & Plante, A.F. (2004). Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques. *European Journal of Soil Science*, 55(2), 415-427.
- Bronick, C.J., & Lal R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1), 3-22.
- Burgess-Conforti, JR., Moore, PA., Owens, PR., Miller, DM., Ashworth, AJ., Hays, PD., & Anderson, KR. (2019). Are soils beneath coniferous tree stands more acidic than soils beneath deciduous tree stands?. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 14920-14929.

¹ Flores & Jurado

² Yang

³ Yang & Luo

- Camacho, A., Mora, C., Picazo, A., Rochera, C., Camacho-Santamans, A., Morant, D., & Boluda, R. (2022). Effects of Soil Quality on the Microbial Community Structure of Poorly Evolved Mediterranean Soils. *Toxics*, 10(1), 14.
- de Graaff, MA., Throop, HL., Verburg, PS. Arnone JA., & Campos. X. (2014). A synthesis of climate and vegetation cover effects on biogeochemical cycling in shrub-dominated drylands. *Ecosystems*, 17(5), 931-945.
- Diedhiou-Sall, S., Assigbetsee, KB., Badiane, AN., Diedhiou, I., Khouma, M., & Dick, R. P. (2021). Spatial and Temporal Distribution of Soil Microbial Properties in Two Shrub Intercrop Systems of the Sahel. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 51.
- Dijkstra, FA., West, JB., Hobbie, SE., & Reich, PB. (2009). Antagonistic effects of species on C respiration and net N mineralization in soils from mixed coniferous plantations. *Forest Ecology and Management*, 257(3), 1112-1118.
- Farahi, M., Mofidi, M., Mogiminejad, F., Khatibi, R., & Jahantab E. (2014). Investigation on the effects of *Haloxylon* and *Tamarix* on soil properties in Niatak region of Sistan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 21(2), 307-316. (In Persian)
- Flores, J., & Jurado, E. (2003). Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 911-916.
- García-Sánchez, R., Camargo-Ricalde, SL., García-Moya, E., Luna-Cavazos, M., Romero-Manzanares, A., & Manuel Montaña, N. (2012). *Prosopis laevigata* and *Mimosa biuncifera* (Leguminosae), jointly influence plant diversity and soil fertility of a Mexican semiarid ecosystem. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 87-103.
- Ghelichnia, H. (2013). Research evaluation report of different climate rangelands in Iran. Forests and Rangelands Institute Publisher, 11(2), 78-69. (In Persian)
- Ghodsi, M., Mesdaghi, M., & Heshmati G.A. (2011). Effect of different growth forms on soil surface features (Case study: Semi-steppe rangeland, Golestan National Park). *Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi)*, 24 (4), 63-69. (In Persian)
- Goebel, MO., Bachmann, J., Woche SK., & Fischer, WR. (2005). Soil wettability, aggregate stability, and the decomposition of soil organic matter. *Geoderma*, 128(1), 80-93.
- Gurgin Karaji, M., Karami, P., Shokri M., & Safaian, N. (2007). Investigation relationship between some important species and physical and chemical soil factors (Case Study: Farhadabad sub-catchment in Kurdistan; Saral Rangelands). *Pajouhesh and Sazandegi*, 73(3), 126-132. (In Persian)
- Iqbal, J., Ronggui, H., Lijun, D., Lan, L., Shan, L., Tao, C., & Leilei, R. (2008). Differences in soil CO₂ flux between different land use types in mid-subtropical China. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(9), 2324-2333.
- Isermeyer, H. (1992). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 56(1-3), 26-38.
- Jafari Hagigi, M. (2005). Methods of soil analysis (sampling and analysis of important physical and chemical). Publications Nedaieh Zoha, 236p. (In Persian)
- Jafari, M., & Tavili, A. (2013). Reclamation of arid areas and deserts. Tehran University, 396p. (In Persian)
- Jafari, M., Arzani, H., Jafari, M., Kalarestaghi, A., Zahedi, Gh., & Azarnivand H. (2009). Spatial distribution of soil properties using geostatistical methods in Rineh Rangelands. *Rangeland*, 3(1), 107-120. (In Persian)
- Jafari, M., Azarnivand, H., Tavakoli, H., Zehtabian, G.R., & Esmailzadeh, H. (2005). Investigation on different vegetation effects on sand dunes stabilization and improvement in Kashan. *Pajouhesh and Sazandegi*, 17(64), 16-21. (In Persian)
- Johnson, BG., Verburg, P.S., & Arnone. J.A. (2016). Plant species effects on soil nutrients and chemistry in arid ecological zones. *Oecologia*, 182(1), 299-317.
- Joneidi Jafari, H., Amani, S. & Karami, P. (2017). The impact of grazing on rangeland sequestration and storage of carbon in Bijar protected. *Rangeland*, 10(1), 53-67. (In Persian)
- Kara, Ö., & Bolat, İ. (2008). The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(4), 281-288.

- Kargar, M., Jafarian, Z. & Ghorbani, J. (2010). The effect of *Artemisia aucheri* canopy and density on soil properties (Case study: Vavsar Rangeland Kiasar). *Rangeland*, 5(2), 240-249. (In Persian)
- Kay, B.D., & Vanden Bygaart A.J. (2002). Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil and Tillage Research*, 66(2), 107-118.
- Kemppinen, J., Niittynen, P., Virkkala, A. M., Happonen, K., Riihimäki, H., Aalto, J., & Luoto, M. (2021). Dwarf Shrubs Impact Tundra Soils: Drier, Colder, and Less Organic Carbon. *Ecosystems*, 1-15.
- Li, C., Li, Y., & Ma. J. (2011). Spatial heterogeneity of soil chemical properties at fine scales induced by *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae) plants in a sandy desert. *Ecological Research*, 26(2), 385-394.
- Li, P.N., Wang X., He, W.M., Krüsi, B.O., Gao S.Q., Zhang S.M. & Dong, M. (2008). Fertile islands under *Artemisia ordosica* in inland dunes of northern China: effects of habitats and plant developmental stages. *Journal of Arid Environments*, 72(6), 953-963.
- Mahdavi Ardakani, R., Jafari, M., Zargham, N.M., Zare Chahouki, M.A., Baghestani Meybodi, N. & Tavili, A. (2011). Investigation on the effects of *Haloxylon aphyllum*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Tamarix aphylla* on soil properties in Chah Afzal- Kavir (Yazd). *Iranian Journal of Forest*, 2(4), 357-365. (In Persian)
- Naseri, S., Adibi, M.A., Javadi S.A., Jafari M., & Zadbar, M. (2013). Investigation of the Effect of Biological Stabilization Practice on Some Soil Parameters (North East of Iran). *Journal of Rangeland Science*, 2(4), 643-653. (In Persian)
- Nosetto, M.D., Jobbágy, E.G., & Paruelo, J.M. (2006). Carbon sequestration in semi-arid rangelands: comparison of *Pinus ponderosa* plantations and grazing exclusion in NW Patagonia. *Journal of Arid Environments*, 67(1), 142-156.
- Nosrati, Z., Zehtabian, G.R., Zare Chahouki, M.A., Jafari, M. & Tavili, A. (2012). Effects of *Haloxylon aphyllum* Planting on Soil Physico-Chemical Properties Abardej Region of Varamin. *Journal of Range and Watershed Management. Iranian Journal of Natural Resources*, 65(2), 269-276. (In Persian)
- Omidipour, R., Erfanzadeh, R., & F. Marzban. (2013). Study the effect of grazing on the pattern of component species diversity in different spatial scales. *Rangeland*, 9(4), 367-377. (In Persian)
- Peng, Y., & Thomas S.C. (2006). Soil CO₂ efflux in uneven-aged managed forests: temporal patterns following harvest and effects of edaphic heterogeneity. *Plant and Soil*, 289(1-2), 253-264.
- Rahmonov, O., Skreczko, S., & Rahmonov, M. (2021). Changes in Soil Features and Phytomass during Vegetation Succession in Sandy Areas. *Land*, 10(3), 265.
- Sadeghi Shahrakht, T., Jankju M. & Mesdaghi, M. (2013). Effects of Shrub Canopy on the Microclimate and Soil Properties of Steppe Rangeland. *Journal of Rangeland Science*, 3(3), 213-222.
- Schlesinger, W.H., Raikes, J.A., Hartley, A.E. & Cross, A.F. (1996). On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology*, 77(2), 364-374.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Deneff, K. (2004). A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79(1), 7-31.
- Sjögersten, S., van der Wall R., & Woodin, S.J. (2006). Small-scale hydrological variation determines landscape CO₂ fluxes in the high Arctic. *Biogeochemistry*, 80(3), 205-216.
- Sotta, E.D., Veldkamp, E., Guimaraes, B.R., Paixao, R.K., Ruivo, M.L.P., & S.S., Almeida. (2006). Landscape and climatic controls on spatial and temporal variation in soil CO₂ efflux in an Eastern Amazonian Rainforest, Caxiuanã, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 237(1), 57-64.
- Sylvain, Z.A., & Wall, D.H., 2011. Linking soil biodiversity and vegetation: implications for a changing planet. *American Journal of Botany*, 98(3), 517-527.
- Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J.L. & Hernandez, M.T. (2006). Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: influence on the physical, chemical and biological properties of soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1413-1421.

- Thompson, DB., Walker, LR., Landau, FH. & Stark LR. (2005). The influence of elevation, shrub species, and biological soil crust on fertile islands in the Mojave Desert, USA. *Journal of Arid Environments*, 61(4), 609-629.
- Wright, AL., & Hons FM. (2005). Carbon and nitrogen sequestration and soil aggregation under sorghum cropping sequences. *Biology and Fertility of Soils*, 41(2), 95-100.
- Xie, Y., Tian, L., Han, X., & Yang, Y. (2021). Research advances in allelopathy of volatile organic compounds (VOCs) of plants. *Horticulturae*, 7(9), 278.
- Xu, M., & Qi, Y. (2001). Soil-surface CO₂ efflux and its spatial and temporal variations in a young ponderosa pine plantation in northern California. *Global Change Biology*, 7(6), 667-677.
- Yang, ZP., Zhang, Q., Wang, YL., Zhang, J.J., & Chen, M.C. (2011). Spatial and temporal variability of soil properties under *Caragana microphylla* shrubs in the northwestern Shanxi Loess Plateau, China. *Journal of Arid Environment*, 75(6), 538-544.
- Yang, ZA., & Luo, Z. (2021). Nitrogen and phosphorus distribution and relationship in soils and plants under different aged Chinese fir plantation. *Forests*, 12(9), 1271.
- Yates, CJ., Norton, DA., & Hobbs, R.J. (2000). Grazing effects on plant cover, soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia: implications for restoration. *Austral Ecology*, 25(1), 36-47.
- Yu, ZY., Chen, FS., Zeng, DH., Zhao, Q., & Chen, G.S., (2008). Soil inorganic nitrogen and microbial biomass carbon and nitrogen under pine plantations in Zhanggutai sandy soil. *Pedosphere*, 18(6), 775-784.