



شماره ۱۱۴، بهار ۱۳۹۶

پژوهش‌های آبخیزداری

(پژوهش و سازندگی)

بررسی تغییرات عمقی ویژگی‌های خاک‌های زیر کشت تاغ (*Haloxylon aphyllum*) در منطقه یحیی‌آباد سبزوار

حسین شایسته‌زراعتی

دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

علیرضا کریمی*

(نویسنده مسئول) دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

نصرت‌الله حسنی

استادیار مرتعداری، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام سمنان

محمد قاسم‌زاده گنج‌ای

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

حمید خیرالدین

استادیار دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

* Corresponding Email: karimi-a@um.ac.ir

چکیده

تاغ یکی از گیاهان معمول برای تثبیت شن‌های روان در ایران است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر تاغ بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک و امکان تشکیل جزایر حاصلخیز در منطقه یحیی‌آباد سبزوار بود. ابتدا بر اساس مشاهدات صحرایی و تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی، دو منطقه با پوشش خوب و متوسط تاغ تعیین و به‌صورت کاملاً تصادفی، ۴ نقطه در منطقه متوسط و ۵ نقطه در منطقه خوب انتخاب شد. جهت بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیکوشیمیایی خاک در هر نقطه، یک خاک‌رخ در زیر درخت و یک خاک‌رخ بین درختان تاغ و مجموعاً تعداد ۱۸ خاک‌رخ حفر و پس از تشریح، از افق‌های ژنتیکی نمونه‌برداری گردید. نتایج نشان داد که میزان Pa، SOC، Nt در زیر درختان، به‌ویژه در لایه‌های سطحی منطقه خوب، نسبت به بین‌درختان افزایش معنی‌داری داشته است. تغییرات هماهنگ HCO_3^- با SOC نشان‌دهنده ارتباط نزدیک آنها است. یون‌های Ca^{2+} ، Na^+ و Cl^- و به‌دنبال آن قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم، در همه لایه‌های خاک زیر درختان نسبت به بین‌درختان افزایش نشان داد. نتایج تجزیه برگ تاغ نشان داد که اضافه شدن برگ‌ها به خاک و تجزیه آنها، عامل اصلی افزایش موارد گفته شده است. کم‌بودن میزان Mg در برگ گیاه، توجیه کننده عدم افزایش قابل توجه این کاتیون در خاک است. از بین ویژگی‌های فیزیکی، فقط میزان SP به‌دلیل تأثیر موادالی بر آن، در عمق اول خاک منطقه خوب افزایش پیدا کرده است. نتایج این پژوهش موید تشکیل جزایر حاصلخیز قابل تشخیص در زیردرختان تاغ شده است که با شدت کمتر تا عمق خاک نیز ادامه پیدا کرده است.

واژه‌های کلیدی: تاغ، کربن آلی خاک، برگ تاغ، جزایر حاصلخیز

Investigating the vertical distribution of soil characteristics under canopy *Haloxylon appyllum* in Yahya Abad, Sabzevar

- Hossein Shayesteh Zeraati

M.Sc. student of Desertification, College of Desert Studies, University of Semnan

- Alireza Karimi

(Corresponding Author) Associate Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

- Nosratallah Hasani

Assistant Professor of Range management, Animal and Natural Resource Research Center of Semnan

- Mohamad Ghasemzadeh Gangehie

Academic member of Soil and Water Department, Khorassan Rzavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

- Hamid Kheyredin

Assistant Professor of Soil Science, College of Desert Studies, University Of Semnan

Abstract

Haloxylon is a common shrub for stabilization sand dune in Iran. The objectives of this research were to investigate the effect of *Haloxylon* on the physicochemical properties of soil and the possibility of fertile islands formation in Yahyaabad, Sabzevar. Firstly, based on field observations and vegetation inventory, two regions with good and moderate *Haloxylon* coverage were identifies and 4 and 5 sampling sites in the good and moderate coverage were selected, respectively. To examine soil morphological and physicochemical characteristics, in each site, two soil profiles under and between plants canopies (totally 18 soil profiles) were described and sampled from genetic horizons. The results showed that the amount of Pa, Nt, and SOC in fertile islands are considerably higher than between plants, especially in surface layers in good coverage regions. Concordant changes of HCO_3^- and SOC indicating their close relationship. Because of high mobility of Na^+ , K^+ , and Cl^- and HCO_3^- the amount of these ions and consequently EC and SAR have increased in all soil layers under canopies in comparison to between canopies. The composition of *Haloxylon* leaves indicated that decomposition of falling leaves is the main factor of increasing the mentioned characteristics. The low amount of Mg^{+2} and Ca^{+2} in leaves explained insignificant changes of these ions under canopies. Among the physical properties, only the saturation percentage (SP) has been increased in surface layer due to close relation of this parameter to SOC. The results of this study confirmed the formation of fertile island under *Haloxylon* which extended with less intensity to subsurface layers.

■ **Keywords:** Haloxylon, soil organic carbon, haloxylon leaf, fertile islands

مقدمه

حدود ۱۲ میلیون هکتار از اراضی ایران را پهنه‌ها و تپه‌های شنی تشکیل می‌دهد که تقریباً نیمی از آن فعال است (Rad و همکاران، ۲۰۰۹). عملیات تثبیت شن‌های روان که برای اولین بار در سال ۱۳۳۸ در منطقه الباجی اهواز شروع گردید (Refahi، ۱۹۹۹)، در سطح گسترده‌تری با کاشت تاغ در

منطقه سبزوار ادامه پیدا کرد. گونه تاغ، به عنوان یک گونه مقاوم در رویشگاه های مختلف به صورت طبیعی، توده‌های کم و بیش انبوه و پراکنده‌ای را در بعضی از نقاط بیابان‌های ایران تشکیل می‌دهد. از زمانیکه مبارزه با حرکت شن‌های روان و بیابان‌زایی به صورت سازمان‌یافته در کشور آغاز گردید، گونه تاغ باتکیه بر رویشگاه‌های طبیعی، به عنوان یک گونه‌ی مناسب برای

به‌علاوه، در صدرس ولای در تپه‌های ماسه‌ای این مناطق افزایش داشته است. محمودی و همکاران (۲۰۰۶) طی پژوهشی در بیرجند بیان کردند پوشش گیاهی تاغ باعث افزایش مواد غذایی خاک (نیترژن، پتاسیم و سدیم) و همچنین باعث افزایش شوری می‌شود. از سوی دیگر، در مقابل بهبود حاصلخیزی در زیر گیاه تاغ، افزایش شوری به دلیل ریزش برگ‌ها، می‌تواند در جهت مخالف عمل کند. Mokhtari (۲۰۰۲) نقش زرد تاغ را در افزایش شوری و قلیائیت خاک تحت اشکوب خود نشان داده است.

در حاشیه دق‌های اطراف سبزواری، تپه‌های شنی فراوانی وجود دارد که از زمان‌های دور برای تثبیت شن‌های روان این مناطق، اقدام به تاغ‌کاری شده است که رشد متوسط تا خوب را نشان می‌دهند. هدف از این مطالعه (۱) شناسایی علت تفاوت رشد تاغ بر روی تپه‌های شنی، (۲) بررسی تأثیر تاغ بر ویژگی‌های خاک و امکان تشکیل جزایر حاصلخیز قابل در زیر گیاهان تاغ و (۳) تعیین تعیین عمقی از خاک است که ویژگی‌های آن تحت تأثیر تاغ قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی یحیی‌آباد با مساحتی در حدود ۴۱۶۸/۳ هکتار، در شرق شهرستان سبزواری و در طول جغرافیایی ۵۸° ۵۷' تا ۵۸° ۰۸' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° ۰۷' تا ۳۶° ۰۷' شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). میانگین بارندگی و دمای سالانه، به ترتیب ۱۴۹ میلی‌متر و ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این منطقه از سال ۱۳۷۰ اقدام به تاغ‌کاری در خاک‌های درشت‌بافت تپه‌های ماسه‌ای شده است.

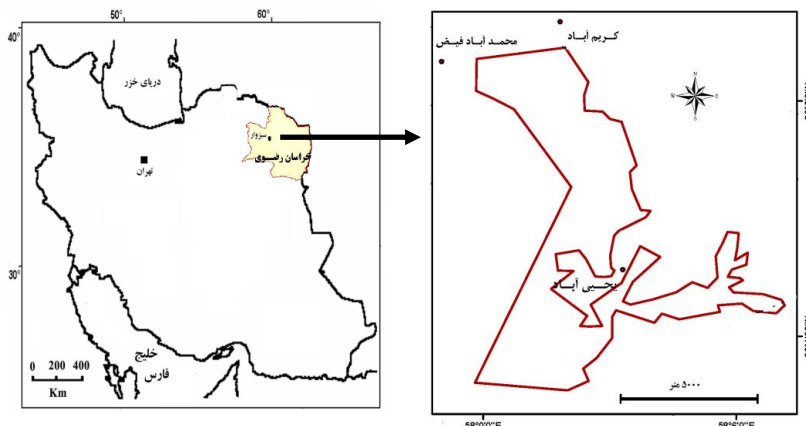
دو منطقه با رشد متوسط و خوب تاغ انتخاب شد. تقسیم‌بندی مناطق به خوب و متوسط بر اساس میزان رشد با توجه به سن تاغ انجام شد. به ترتیب ۴ و ۵ خاک‌رخ در منطقه با پوشش متوسط و خوب، به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و در هر نقطه، درختان سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) با سن مشابه انتخاب شدند. در هر نقطه، یک خاک‌رخ در نزدیکی تنه تاغ و یک خاک‌رخ در خارج از تاج پوشش (در مجموع ۱۸ خاک‌رخ) حفر و از افق‌های ژنتیکی آنها نمونه‌برداری شد. توزیع اندازه ذرات خاک (شن، لای و رس)، وزن مخصوص ظاهری و حقیقی، آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (سدیم، کلسیم، منیزیم، کربن و بی‌کربنات و کربنات) هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی خاک و آهک معادل اندازه‌گیری شد (*Soil Survey Staff*, ۱۹۹۶). از برگ درختان تاغ در نقاط مطالعاتی (با سه تکرار برای هر نقطه مطالعاتی) نمونه‌برداری شد و عناصر کلسیم، سدیم، منیزیم، کربن، نیترژن و فسفر برگ‌ها اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام شد. سطح اول شامل دو موقعیت زیر و بین درختان تاغ و سطح دوم شامل چهار لایه خاک بود. تکرارها در هر منطقه تعداد خاک‌رخ‌ها بودند که در منطقه پوشش متوسط ۴ تکرار و در منطقه پوشش خوب ۵ تکرار بود. برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد محیط نرم افزار SPSS استفاده شد.

مبارزه بیولوژیک با پدیده بیابان‌زایی، در سطح وسیع مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج مثبت جنگل‌کاری‌های اولیه، موجب شد توجه به گونه تاغ بیش از پیش افزایش یابد؛ تا حدی که در عرصه‌های احیاء‌شده در دشت لوت و دشت کویر، گونه غالب و حتی منحصربه‌فرد گردید (Rad و همکاران، ۲۰۰۹؛ ZandiSfahan و همکاران، ۲۰۰۷).

از زمان استفاده از تاغ برای مبارزه با فرسایش بادی، پژوهش‌های مناسبی درباره تأثیر ویژگی‌های خاک بر رشد تاغ شدند. همان‌گونه که ویژگی‌های خاک بر رشد گیاهان موثر هستند گیاهان نیز متقابلاً قادر می‌باشند که ویژگی‌های خاک‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. Charley و West (۱۹۷۵) با مطالعه تأثیر گیاهان بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در یوتا، نشان دادند که مقادیر نیترژن، کربن، فسفر قابل استفاده، فسفر کل، واکنش خاک و شوری در خاک سطحی زیر بوته‌ها نسبت به اطراف آنها بیشتر است. جزایر حاصلخیز (*fertility islands*)، عنوانی است که برای سایه‌انداز درختچه‌ها در مناطق خشک استفاده شده است که در این بخش‌ها، درختچه‌ها باعث افزایش عناصر غذایی در این منطقه می‌شوند (Schade و همکاران، ۲۰۰۳؛ Reynolds و همکاران، ۱۹۹۹؛ Schlesinger و همکاران، ۱۹۹۰). ایجاد جزیره‌های حاصلخیز، به دلیل اضافه‌شدن لاشبرگ، ریشه‌ها و به دام افتادن ذرات به وسیله تاج‌پوشش و انتقال آن به خاک به وسیله جریان ساقه‌ای است (Schlesinger و Pilmanis، ۱۹۹۸؛ Li و Xu، ۲۰۰۶). Schlesinger و Pilmanis (۱۹۹۸) و Seixas (۲۰۰۰) بر این باورند که عدم یکنواختی توزیع عناصر غذایی، یکی از شاخص‌های بیابان‌زایی است؛ زیرا از مناطق علفزار به سمت مناطق درختچه‌ای بیابانی، عدم یکنواختی توزیع عناصر غذایی بیشتر شده و یا به عبارت دیگر، جزیره‌های حاصلخیز نمود بیشتری پیدا می‌کنند. Liu و همکاران (۲۰۰۰) حرکت رو به پایین گرد و غبار و آب به دام افتاده به وسیله گیاه را عامل اصلی افزایش عناصر غذایی در جزایر حاصلخیز بیان کردند. Zhenghu و همکاران (۲۰۰۴) نتیجه گرفتند که تثبیت شن و استقرار گونه‌های گیاهی، باعث افزایش مواد غذایی خاک شده و با توسعه گیاهان، مواد آلی خاک نیز افزایش قابل توجهی می‌یابد. Liangpeng و همکاران (۲۰۰۷) در یک آزمایشگاه گلخانه‌ای تغییرات عناصر غذایی را در محیط ۷ گیاه نمک‌دوست از جمله تاغ را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که ۸ عنصر غذایی اصلی در محیط ریشه‌گاه افزایش پیدا کرد و در این میان Na^+ و Cl^- افزایش قابل توجهی داشت. نیترژن کل در محیط ریشه‌گاه افزایش و فسفر و پتاسیم کل کاهش پیدا کرد. در مقابل، نیترژن قابل جذب کاهش و فسفر و پتاسیم قابل جذب افزایش پیدا کرد. Chen و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که میزان عناصر غذایی به جز NH_4^+ ، در زیر درختچه‌ها نسبت به خاک بدون پوشش بیشتر است.

Jafari و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند تاغ‌کاری باعث افزایش مقدار مواد آلی، پتاسیم، فسفر و نیترژن و همچنین شورتر و قلیایی‌تر شدن خاک زیر درختان نسبت به اراضی شاهد در منطقه حسین‌آباد قم شده است. Jafari و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که گونه‌های تاغ سبب افزایش میزان مواد آلی و عناصر مغذی فسفر، نیترژن و پتاسیم در خاک زیر درختان شده‌اند.



شکل ۱. موقعیت محدوده مطالعاتی (یحیی آباد) در استان خراسان رضوی یحیی آباد

عامل اصلی هستند که رشد تاغ را کاهش می دهند (ZandiIsfahan و همکاران، ۲۰۰۷).

جدول ۱، برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه را نشان می دهد. مقادیر شن، لای، رس و کربنات کلسیم معادل خاک های مورد مطالعه، ویژگی های ذاتی خاک هستند که در این منطقه خشک که فرآیندهای خاک سازی اندک هستند، تحت مهار کردن مواد مادری می باشند. به همین دلیل، خاک های زیر درختان و بین درختان از نظر ویژگی های گفته شده، تفاوت معنی داری نداشته و نشان دهنده یکسان بودن مواد مادری آنها می باشد. بنابراین، می توان تفاوت های بین خاک ها را از نظر ویژگی های دیگر مانند ویژگی های حاصلخیزی به تأثیر تاغ بر خاک ربط داد. با توجه به این که منطقه مورد مطالعه در محدوده تپه های شنی قرار دارد به نظر می رسد که عامل اصلی تفاوت رشد تاغ در مناطق مختلف، عمق سخت لایه است که در منطقه با پوشش متوسط، به سطح خاک نزدیک تر است.

نتایج و بحث

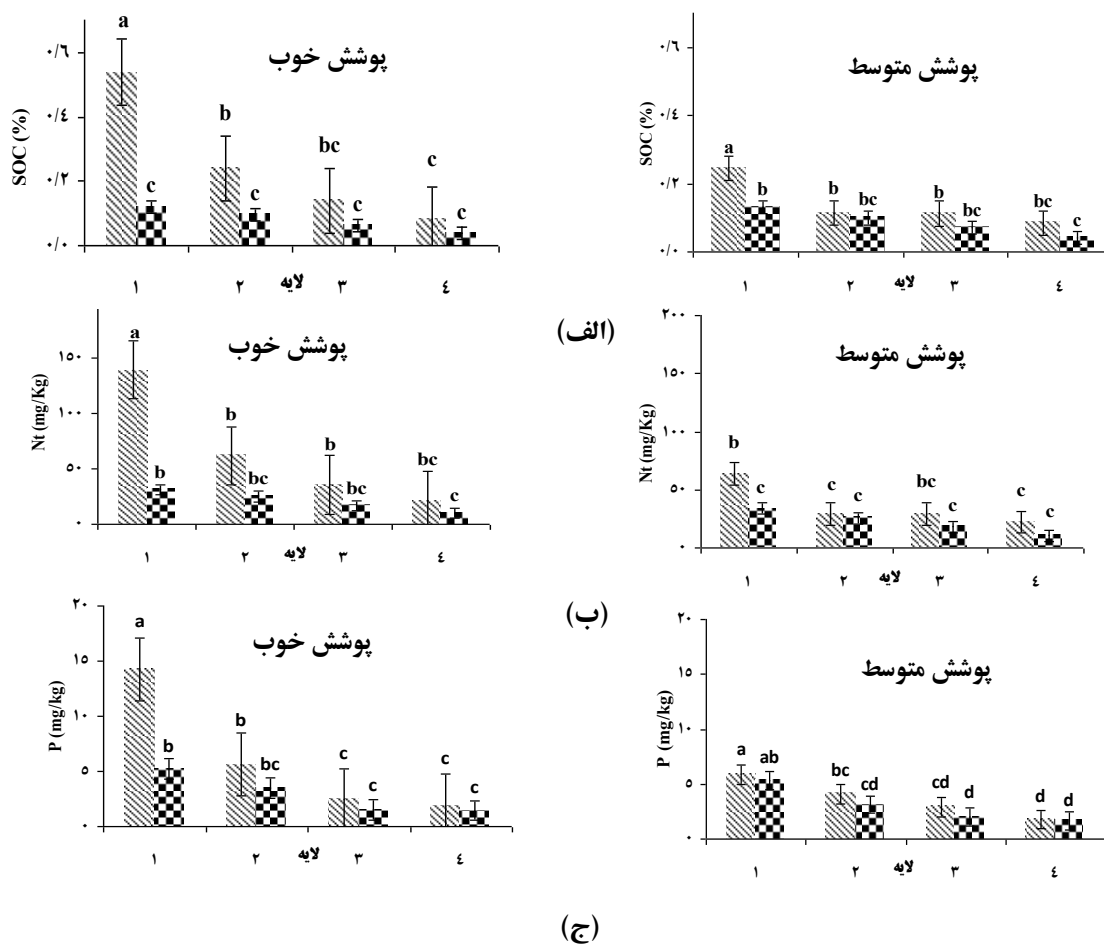
خاکرخی های واقع در محدوده پوشش خوب تاغ در دو رده آنتی سولز و آریدی سولز طبقه بندی شده اند. خاک های آریدی سول دارای افق مشخصه سطحی اکریک (Ochric) و افق مشخص تحت الارضی کلسیک (Calcic) در ۱۰۰ سانتی متری ابتدایی خاک هستند. در محدوده پوشش خوب تاغ، سخت لایه آهکی با عمق بیشتر از ۱۰۰ سانتی متر هستند که شرایط افق مشخصه پتروکلسیک را ندارند. خاکرخی های در محدوده پوشش متوسط تاغ عمدتاً در رده آریدی سولز قرار می گیرند. این خاک ها دارای افق مشخصه سطحی اکریک (Ochric) و افق مشخص تحت الارضی کلسیک (Calcic) در ۱۰۰ سانتی متری ابتدایی خاک هستند و دارای سخت لایه آهکی هستند که در عمق ۵۰ تا ۸۰ سانتی متر قرار دارد ولی این سخت لایه ها شرایط افق مشخصه پتروکلسیک را ندارند. بافت رسی و وجود سخت لایه دو

جدول ۱. توزیع اندازه ذرات و کربنات کلسیم معادل خاک زیر و بین درختان تاغ (اعداد داخل دوکمان انحراف معیار را نشان می‌دهد)

وضعیت پوشش	لایه	زیر درخت		بین درخت		رس		کربنات کلسیم معادل	
		زیر درخت	بین درخت	زیر درخت	بین درخت	زیر درخت	بین درخت	زیر درخت	بین درخت
خوب	۱	۶۰/۹	۶۸/۸	۲۳/۶	۱۸/۲	۱۵/۵	۱۳/۰	۱۳/۶	۱۲/۳
		(۱۸۷/۷)	(۱۲/۴)	(۱۴/۰)	(۹/۶)	(۵/۴)	(۲/۹)	(۲/۵)	(۱/۶)
		۶۶/۷	۶۵/۲	۱۸/۶	۱۹/۴	۱۴/۷	۱۵/۳	۱۳/۴	۱۴/۴
		(۱۳/۰)	(۱۰/۸)	(۸/۱)	(۶/۹)	(۵/۳)	(۶/۳)	(۲/۶)	(۲/۵)
	۲	۶۶/۰	۶۵/۸	۱۷/۳	۱۸/۰	۱۶/۸	۱۶/۲	۱۴/۵	۱۳/۰
		(۸/۸)	(۱۱/۷)	(۷/۷)	(۱۰/۶)	(۳/۹)	(۴/۴)	(۱/۷)	(۱/۷)
		۷۰/۸	۷۷/۳	۱۴/۶	۱۰/۳	۱۴/۶	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۱/۳
		(۱۳/۰)	(۵/۶)	(۹/۱)	(۵/۶)	(۴/۴)	(۳/۸)	(۱/۱)	(۰/۹)
متوسط	۱	۷۴/۲	۷۱/۵	۱۴/۶	۱۶/۹	۱۱/۲	۱۱/۷	۱۲/۹	۱۳/۱
		(۶/۵)	(۶/۱)	(۵)	(۴/۱)	(۱/۵)	(۲/۳)	(۲/۳)	(۱/۵)
		۶۶/۷	۶۶/۹	۱۷/۵	۱۷/۵	۱۵/۸	۱۵/۶	۱۳/۷	۱۴/۲
		(۸)	(۹/۸)	(۲/۴)	(۴/۲)	(۶/۵)	(۷/۵)	(۰/۵)	(۰/۶)
	۲	۶۶/۷	۷۲/۴	۱۷/۱	۱۳	۱۶/۲	۱۴/۶	۱۵	۱۴/۹
		(۷/۵)	(۷/۷)	(۴)	(۴/۲)	(۷/۴)	(۶/۲)	(۰/۶)	(۱/۱)
		۷۵/۱	۷۶/۴	۱۱/۷	۱۱/۵	۱۳/۳	۱۳/۹	۱۴/۵	۱۲/۶
		(۴/۷)	(۴/۴)	(۵/۲)	(۵/۲)	(۲/۷)	(۲/۹)	(۱/۹)	(۱/۹)

با استقرار گیاه تاغ در خاک و رشد آن، هرساله مقداری از اندام هوایی گیاه به خاک اضافه شده و باعث افزایش تدریجی SOC و عناصر غذایی در خاک می‌شود. افزایش مواد آلی، اگر چه به میزان کمتر، حتی در عمق خاک نیز مشهود است (شکل ۲-الف). ترشحات ریشه و شستشوی کند SOC از لایه سطحی نیز باعث افزایش SOC لایه‌های زیرین خاک زیر درختان نسبت به خاک فاقد پوشش تاغ می‌شود (Azarnivand و همکاران، ۲۰۰۳؛ West، ۱۹۸۳). بنابراین، میزان SOC محدوده جزایر حاصلخیز به سطح محدود نشده و تا عمق خاک نیز ادامه پیدا می‌کند. مقایسه ویژگی‌های گفته شده منطقه با پوشش خوب و متوسط نشان می‌دهد که علاوه بر این که میزان افزایش این مواد در زیر درختان بیشتر است، بلکه این تفاوت‌ها در عمق نیز مشهود می‌باشد. که این به دلیل تفاوت در میزان رشد بیشتر تاغ در منطقه خوب و در نتیجه اضافه شدن بیشتر مواد به خاک است.

تأثیر تاغ بر کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر خاک
تفاوت مقدار کربن آلی خاک (SOC) و نیتروژن کل (Nt) در زیر و بین درختان در لایه‌های اول و دوم منطقه خوب و در لایه سطحی منطقه متوسط در سطح ۵ درصد معنی‌دار است (شکل ۲-الف و ب). میانگین SOC، در افق سطحی خاک منطقه با پوشش خوب از ۱۲/۱ گرم بر کیلوگرم در بین درختان به ۵۴/۵ گرم بر کیلوگرم در زیر درخت و در منطقه متوسط از ۱۳/۱ گرم بر کیلوگرم در بین درختان به ۲۵/۱ گرم بر کیلوگرم در زیر درخت رسیده است. این اختلاف مقدار در لایه‌های زیرین بسیار کمتر شده است. فسفر قابل استفاده (Pa) بین و زیر درختان در لایه‌های اول و دوم منطقه خوب دارای اختلاف معنی‌دار است و میانگین آن در منطقه با پوشش خوب از ۲/۵-۴/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در بین درختان به ۳/۱۴-۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در زیر درختان می‌رسد. در صورتی که در موقعیت‌های مشابه منطقه با رشد متوسط این مقدار از ۳/۱۵-۷/۱ و ۸/۱-۹/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بوده و اختلاف آن معنی‌دار نیست (شکل ۲-ج).

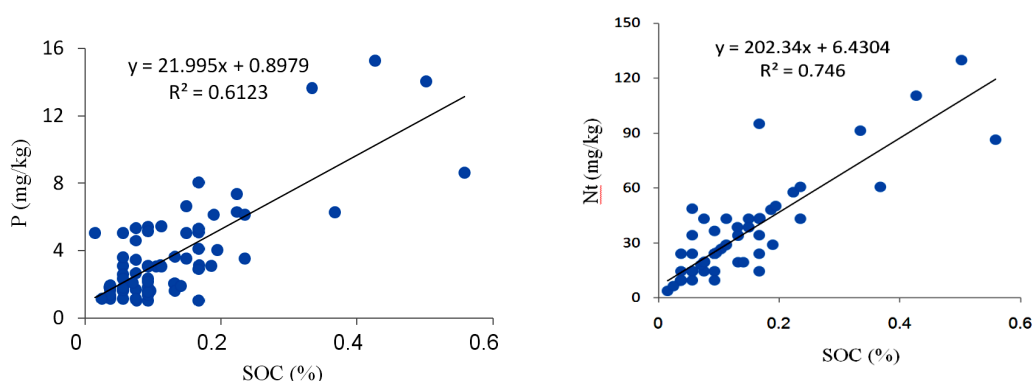


شکل ۲. مقایسه میانگین ویژگی‌ها خاک در لایه‌های مختلف خاک در بین و زیر درختان تاغ، الف) کربن آلی خاک (SOC)، ب)

نیتروژن کل (Nt) و ج) فسفر قابل استفاده (Pa) بین درخت (▨) زیر درخت (▣)

SOC خاک (شکل ۳- الف و ب)، می‌توان گفت که ازت و فسفر موجود در SOC باعث افزایش آنها در خاک شده است.

نیتروژن و فسفر در خاک‌های بیابانی و به‌ویژه در تپه‌های ماسه‌ای به دلیل کم‌بودن مواد آلی، ناچیز است (Kaenneth و Day، ۱۹۹۳). با توجه به روند مشابه تغییرات Nt و Pa با مواد آلی و همبستگی مثبت و قوی آنها با



شکل ۳. ارتباط کربن آلی خاک با الف) نیتروژن کل و ب) فسفر قابل استفاده خاک

جدول ۲، ترکیب برگ گیاه تاغ را نشان می‌دهد. نیتروژن در برگ‌های گیاه مناطق با پوشش خوب و متوسط به ترتیب ۲۶/۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم و میانگین فسفر برای این مناطق ۱/۱ گرم در کیلوگرم است. نکته دیگری که در مورد Nt و Pa بایستی توجه کرد پراکنش این دو عنصر غذایی در

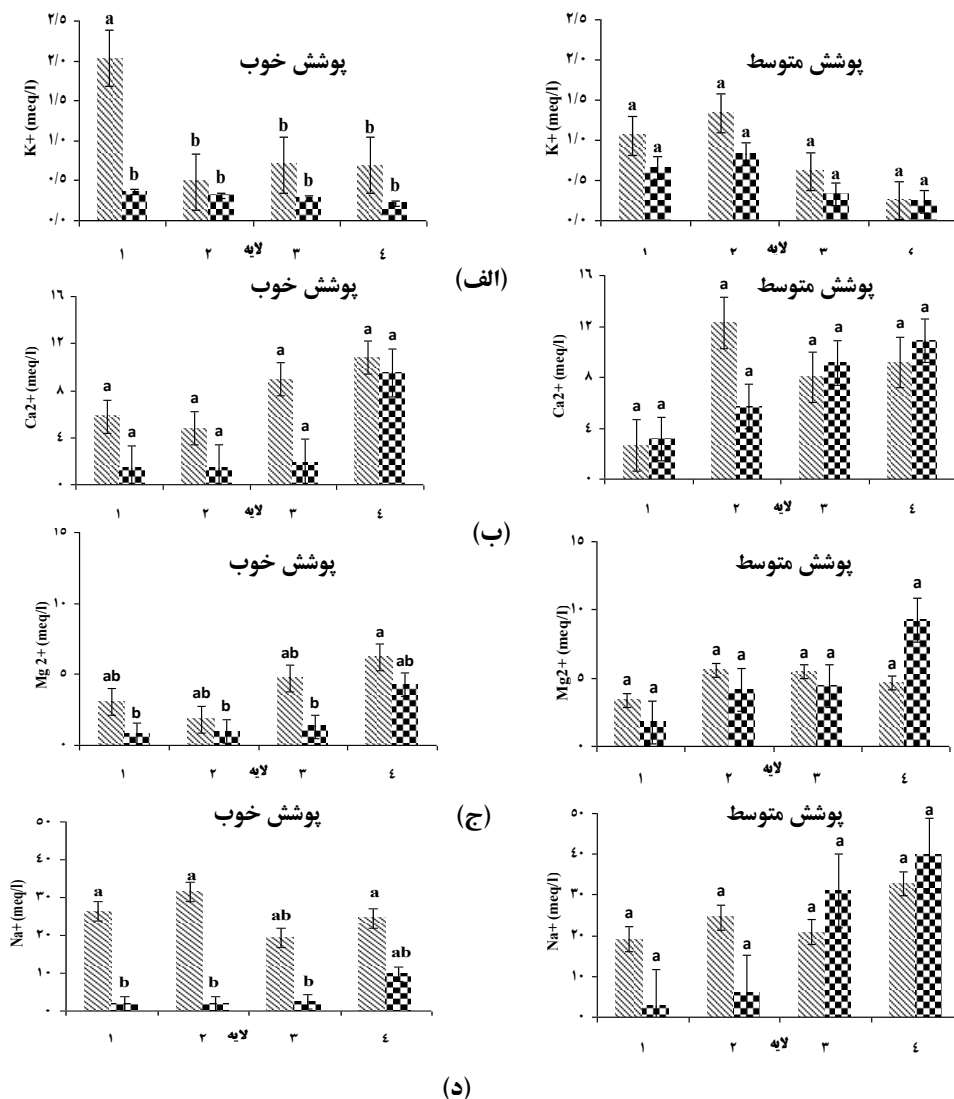
لایه‌های خاک است. در حالی که میانگین مقدار Nt در لایه‌های اول و دوم زیر و بین‌درختان در منطقه خوب با هم اختلاف معنی‌داری دارد برای Pa شرایط مشابه فقط در لایه سطحی این اختلاف معنی‌دار است. این به تحرک بیشتر نیتروژن در خاک ارتباط دارد.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی برخی از عناصر برگ تاغ در مناطق با رشد خوب و متوسط تاغ



	Mg		Ca		Na		K		P		N		وضعیت پوشش
	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط	خوب	
حد اکثر	۹/۹	۱۰/۵	۳۲/۹	۲۰/۷	۸۵/۷	۷۲/۶	۳۱/۵	۳۱/۵	۱/۳	۱/۳	۳۰	۲۶/۵	
حداقل	۷/۵	۸	۱۴/۶	۱۰/۸	۴۱/۴	۵۹/۸	۱۱/۱	۲۱/۱	۰/۹	۰/۹	۲۰/۷	۲۸/۷	
میانگین	۸/۵	۸/۶	۲۲/۸	۱۴/۹	۶۶/۸	۶۶/۱	۲۱/۶	۱۸/۶	۱/۱	۱/۱	۲۴/۶	۲۸	
انحراف معیار	۱/۱	۰/۵	۸/۳	۳	۱۸/۷	۷/۵	۹	۲/۹	۰/۲	۰/۱	۴/۱	۱/۷	

تأثیر تاغ بر میزان کاتیون‌ها و آنیون‌ها میانگین مقدار K^+ فقط در لایه سطحی منطقه خوب، دارای اختلاف معنی‌دار است و در لایه‌های زیرین این اختلاف در میانگین مقدار K^+ معنی‌دار نیست (شکل ۴-الف). میزان K^+ لایه سطحی در منطقه خوب ۲/۰۳ و در منطقه متوسط ۱/۰۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که بیانگر اضافه شدن K^+ از درختان به خاک می‌باشد. از سوی دیگر، میزان K^+ با عمق، کم شده و در لایه زیرین به حداقل می‌رسد. میانگین K^+ فقط در لایه سطحی زیردرختان با لایه دوم، سوم و چهارم دارای اختلاف معنی‌دار است (شکل ۴-الف). در منطقه با پوشش متوسط اختلاف میانگین K^+ در بین درختان و جزایر

حاصلخیز در تمام لایه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار نیست. نتایج فوق در مطالعات Afkhamoshoara (۱۹۹۴) نیز بیان شده است. اختلاف میانگین Ca^{2+} در همه لایه‌های خاک بین درختان و زیردرختان دو منطقه با پوشش خوب و متوسط تاغ معنی‌دار نیست. در بین درختان میزان Ca^{2+} با عمق دارای افزایش منظم است که بیانگر حالت طبیعی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک است، ولی در زیردرختان افزایش Ca^{2+} با عمق منظم نیست و دارای نوسان می‌باشد (شکل ۴-ب). میزان کلسیم در برگ درختان



شکل ۴. مقایسه میانگین ویژگی‌ها خاک در لایه‌های مختلف خاک در بین و زیردرختان تاغ، الف) پتاسیم (K^+)، ب) کلسیم (Ca^{2+})، ج)

منیزیم (Mg^{2+}) و د) سدیم (Na^+) بین درخت  و زیر درخت 

کلسیم و منیزیم بیشتر در مواد آلی نگاه‌داشته شوند و مانند سدیم به‌سادگی از ساختار مواد آلی ریخته شده خارج نشوند. Whitford و همکاران (۲۰۰۱) خاک قطعه‌های دارای گونه *Lareatridentate* را در مقایسه با خاک قطعه‌های فاقد حضور این گونه، محتوی مقدار Ca^{2+} کمتری گزارش کرده و علت آن را جذب این یون به وسیله‌ی این گیاه ذکر کرده‌اند. مقدار میانگین کاتیون Na^+ در لایه‌های اول و دوم منطقه با پوشش خوب دارای اختلاف معنی‌دار است؛ در منطقه متوسط، اختلاف مقادیر جزایر حاصلخیز و بین‌درختان، به‌ویژه در لایه‌های زیرین بسیار کمتر است (شکل ۴-د). Na^+ در خاک‌های فاقد پوشش بین‌درختان دارای افزایش منظم با افزایش عمق است و در لایه زیرین خاک به حداکثر می‌رسد؛ ولی در زیردرختان مقدار Na^+ در لایه‌ها تقریباً یکسان و در لایه‌های سطحی بیشتر

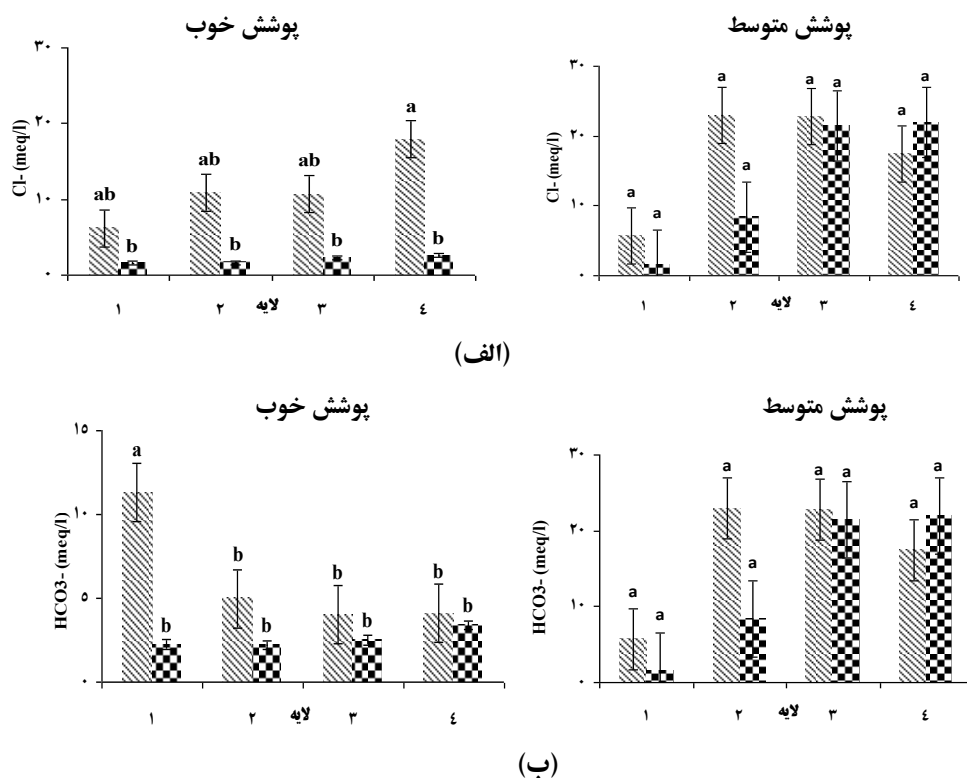
منطقه خوب و متوسط به‌ترتیب ۱۴/۹ و ۲۲/۸ گرم بر کیلوگرم می‌باشد که اضافه شدن این عنصر از برگ‌های درختان به خاک لایه‌های سطحی، نشان از جذب آن به وسیله‌ی ریشه و انتقال آن به سطح خاک دارد که باعث همگن‌تر شدن خاک از نظر Ca^{2+} در لایه‌های خاک زیر درختان شده است (جدول ۲). شرایط Mg^{2+} تقریباً مشابه Ca^{2+} است با این تفاوت که مقدار Mg^{2+} در خاک کمتر از میزان Ca^{2+} است (شکل ۴-ج). ریشه‌های درختان تاغ با جذب Mg^{2+} از لایه‌های زیرین هر ساله همراه با مواد آلی، به سطح خاک اضافه کرده که افزایش این عنصر در لایه سطحی خاک جزایر حاصلخیز را در پی داشته و باعث همگن‌تر شدن مقادیر عنصر Mg^{2+} در لایه‌های مختلف خاک می‌شود. با توجه به مقدار کم منیزیم و کلسیم در برگ، افزایش ناچیز قابل درک است. از سوی دیگر، ممکن است

است (شکل ۵-الف). آنیون Cl^- در مناطق با پوشش خوب در زیردرختان نسبت به بین‌درختان بیشتر است و این اختلاف در لایه چهارم معنی‌دار است. مقدار Cl^- بین لایه‌ها اگرچه با عمق افزایش می‌یابد ولی اختلاف آن ناچیز است. در مناطق با پوشش متوسط، مقدار Cl^- با افزایش عمق رابطه مستقیم دارد و این روند در بین‌درختان و زیردرختان تقریباً یکسان است، اگرچه میزان Cl^- جزایر حاصلخیز نسبت به بین‌درختان در سه لایه بالایی بیشتر است. میانگین مقدار HCO_3^- بین‌درختان و زیر درختان در لایه‌های سطحی دو منطقه با پوشش خوب و متوسط دارای اختلاف بوده و مقدار آن در زیر درختان افزایش نشان می‌دهد. میزان اختلاف در لایه دوم منطقه خوب، کمتر و در دو لایه زیرین، اختلاف میانگین مقادیر ناچیز است. در منطقه متوسط، اختلاف بین مقادیر میانگین HCO_3^- در لایه‌های زیرین جزایر حاصلخیز معنی‌دار نیست (شکل ۵-ب).



آنیون Cl^- در خاک زیر درختان، برخلاف HCO_3^- ، با افزایش عمق افزایش پیدا کرده است و فقط در عمق چهارم منطقه پوشش خوب تفاوت معنی‌داری با خاک بین درختان وجود دارد. آنیون‌های Cl^- و HCO_3^- آنیون‌های معمول همراه با Na^+ هستند و وجود مقدار بیشتر HCO_3^- در سطح خاک، باعث انتقال Cl^- به عمق شده است.

است (شکل ۴-د). ریشه گیاه، Na^+ را از لایه‌های زیرین خاک جذب و با حرکت شیریه گیاهی آن را به برگ و اندام گیاه انتقال می‌دهد. گیاه تاغ، طی فرایندی در جهت مبارزه با کم‌آبی و شوری اقدام به دفع نمک از برگ می‌کند که طی آن سدیم نیز به‌صورت املاح از گیاه دفع می‌شود و یا در هنگام برگ‌ریزان، همراه با مواد آلی به خاک سطحی افزوده می‌شود. همچنین، این گیاه دارای توانایی ریزش برگ‌های مسن پرنمک خود و رها شدن سدیم اضافی را دارد (Javanshir و همکاران، ۱۹۹۸؛ Howes، ۱۹۷۹). سدیم اضافه شده به خاک سطحی با فرایند آبشویی به لایه‌های زیرین انتقال می‌یابد. معمولاً نمک‌های حاوی Na^+ دارای حلالیت نسبتاً زیاد بوده و با آب باران به راحتی در خاک انتقال یافته و لایه‌های زیرین را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. تبخیر شدید از سطح خاک در مناطق خشک باعث می‌شود که املاح ابتدا به همراه آب باران در خاک نفوذ کرده و به سمت لایه‌های زیرین حرکت کنند و سپس طی فرایند مویبگی ناشی از تبخیر به همراه آب به سطح خاک نزدیک شوند.

شرایط آنیون Cl^- نیز تقریباً مانند Na^+ است. این آنیون معمولاً به همراه Na^+ و به‌صورت نمک کلرید سدیم از گیاه دفع شده و یا با مواد آلی به سطح خاک اضافه می‌شوند (Howes، ۱۹۷۹). این باعث یکنواخت‌تر شدن پراکنش Cl^- در لایه‌های خاک زیردرختان نسبت به خاک بین‌درختان شده



شکل ۵. مقایسه میانگین ویژگی‌ها خاک در لایه‌های مختلف خاک در بین و زیردرختان تاغ، الف) کلر (Cl^-) و ب) بی‌کربنات

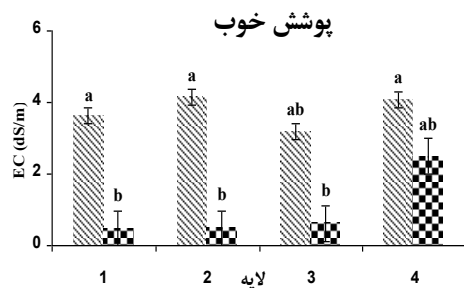
 زیر درخت
  بین درخت
 (HCO_3^-)

بین درختان این تغییرات دارای نظم بوده و با افزایش عمق بر میزان EC خاک افزوده می شود.

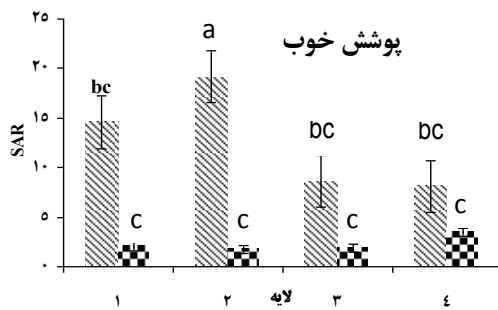
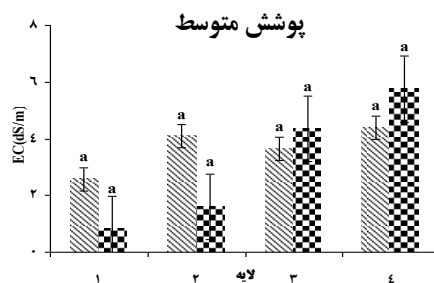
میزان SAR بین درختان و زیردرختان در لایه اول و دوم منطقه با پوشش خوب، دارای اختلاف معنی دار است (شکل ۶-ب). در منطقه با پوشش خوب و متوسط، مقدار SAR با افزایش عمق در خاک زیر درختان کاهش می یابد، در حالی که میزان این ویژگی در بین درختان دو منطقه، دارای روند افزایشی است. اختلاف مقدار SAR بین لایه ها در زیر درختان منطقه خوب، معنی دار است و در بین درختان دو منطقه و جزایر حاصلخیز منطقه متوسط معنی دار نیست.

تأثیر تاغ بر میزان شوری و قلیائیت

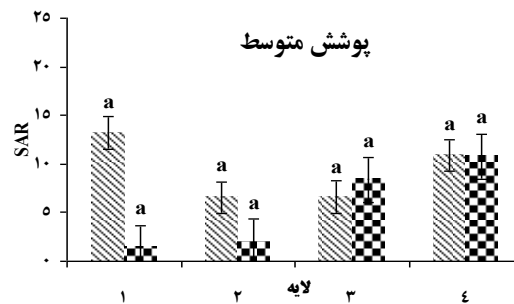
قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) به ترتیب نماینده شوری و قلیائیت هستند. در منطقه با پوشش خوب، EC در خاک جزایر حاصلخیز نسبت به خاک بین درختان بیشتر است (شکل ۶-الف). در این منطقه EC در سطح خاک بین درختان از ۰/۵ به ۳/۶ دسی زیمنس بر متر در لایه سطحی زیر درختان رسیده است و در دو لایه بالایی این اختلاف معنی دار است. EC بین لایه های بین درختان و جزایر حاصلخیز منطقه متوسط، تفاوت معنی داری ندارد ولی نکته ای که باید اشاره شود این است که در زیر درختان تغییرات EC در بین لایه ها نامنظم است ولی در



(الف)



(ب)



شکل ۶. مقایسه میانگین ویژگی ها خاک در لایه های مختلف خاک در بین و زیر درختان تاغ، الف) هدایت الکتریکی (EC) و ب) نسبت

جذب سدیم (SAR) بین درخت (hatched) و زیر درخت (checkered)

(AkhavanGhalibaf, ۲۰۰۳). طی پژوهشی مقدار املاح سدیم ریخته شده به سطح خاک به وسیله گونه سیاه تاغ ۳۶ کیلوگرم در هکتار در سال گزارش شده است (Javanshir و همکاران، ۱۹۹۸). در بین عناصر غذایی برگ درختان تاغ، سدیم دارای بیشترین مقدار است و میانگین آن در یک کیلوگرم برگ دو منطقه با پوشش خوب و متوسط به ترتیب ۶۷/۱ و ۶۶/۸ گرم می باشد (جدول ۱). با افزوده شدن برگ تاغ به سطح خاک، سالانه مقدار قابل توجهی سدیم به سطح خاک اضافه می شود که باعث افزایش مقدار این عنصر در لایه های سطحی خاک زیر تاغ می شود. Liu و همکاران (۱۹۹۹) بخش عمده ای از ترکیب گیاهی برگ تاغ را کرنات های قلیایی تشکیل داده

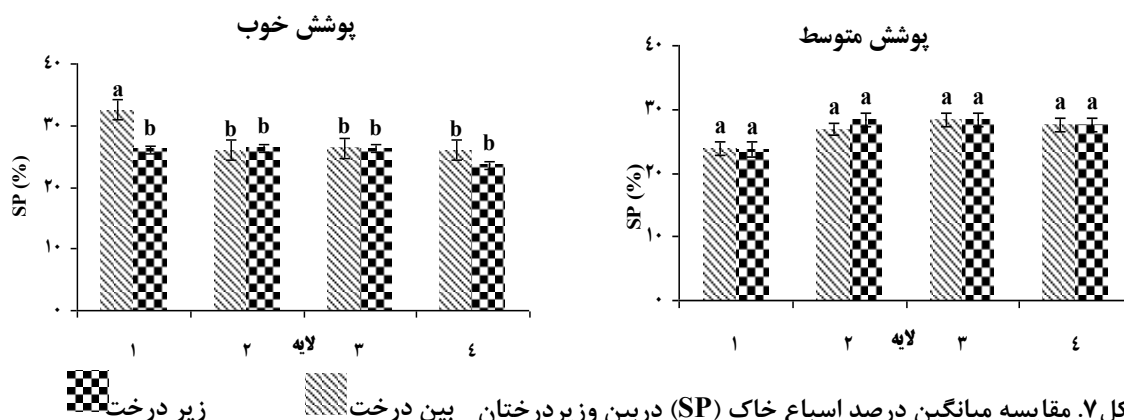
میزان شوری خاک در جزایر حاصلخیز نسبت به خاک بین درختان دارای افزایش قابل توجهی است که دلیل آن را می توان جذب املاح به وسیله ی ریشه تاغو آوردن آن به سطح خاک ذکر نمود. گیاهان نمک دوست، به عنوان یک واکنش تدافعی برای جذب آب، نقش مهمی در انتقال کلریدها، سولفات ها و کرنات ها به بالای سطح زمین و به دنبال آن افزایش شوری و قلیائیت خاک تحت تاغ پوشش خود دارند (Afkhamoshoara, ۱۹۹۴; Jafari و همکاران (۲۰۰۴); West, ۱۹۸۳). تجمع عناصر قلیایی در برگ های گیاه تاغ که نوعی سازوکار تدافعی در برابر تنش های خشکی می باشد، باعث افزایش یون های قلیایی در سطح خاک در نتیجه تجزیه لاشبرگ ها می شود

متوسط (شکل‌های ۴ تا ۶) با وجود این که در شکل‌ها ظاهراً تفاوت قابل توجهی دارند و در برخی از لایه‌ها، بر اساس مقایسات ساده، تفاوت معنی‌دار است؛ ولی این مقایسات در طرح آماری معنی‌دار نشدند. دلیل این موضوع به ماهیت پراکنش داده‌ها در منطقه پوشش متوسط است.

تأثیر تاغ بر ویژگی‌های فیزیکی خاک

از بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، فقط درصد اشباع خاک (SP)، آن هم فقط در سطح خاک منطقه با پوشش خوب، تفاوت معنی‌دار بین خاک زیر و بین درختان مشاهده شد ولی در لایه‌های زیرین، اختلاف بسیار اندک است (شکل ۷). بافت و مواد آلی دو عامل اصلی مهار کردن کننده SP هستند (Donald و Singer، ۲۰۰۵). همان‌گونه که گفته شد خاک‌های مورد مطالعه از نظر بافت، تفاوت معنی‌داری ندارند ولی افزایش مواد آلی، فقط در سطح خاک در حدی است که سبب افزایش اندک SP شده و در سطح پنج درصد معنی‌دار باشد.

و از بین آنها کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های سدیم، سهم قابل توجهی از املاح زیستی موجود در بقایای این گیاه را شامل می‌شوند. تجمع بالای کربنات سدیم در افق‌های فوقانی خاک تحت پوشش این گیاه سبب افزایش قلیائیت خاک می‌شود. وجود سدیم زیاد در برگ گیاه تاغ (جدول ۲) و مواد آلی باعث افزایش کربنات و بی‌کربنات سدیم خاک می‌شود به همین دلیل، در زیر تاغ، افزایش SAR (شکل ۶-ب) به‌عنوان نماینده قلیائیت را در پی بر خلاف کربن آلی، Pa و Nt که در سطح بیشتر هستند، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، EC و Cl^{-} ، با عمق تغییرات چندانی نداشته یا روند افزایشی دارند. این تفاوت در توزیع، به دلیل تفاوت در ماهیت آنها است. املاح اضافه شده به سطح خاک در اثر تجزیه برگ‌ها باعث افزایش EC خاک شده و به دلیل تحرک این املاح، بارندگی باعث انتقال آن به سمت پائین شده و به همین دلیل روند تغییرات EC با SOC متفاوت است (شکل‌های ۲-الف و ۶-الف). در مورد مقایسات میانگین ذکر این نکته ضروری است که مقدار آنیون‌ها و کاتیون‌ها و شوری و نسبت جذب سدیم زیر و بین درختان تاغ در پوشش



شکل ۷. مقایسه میانگین درصد اشباع خاک (SP) در بین و زیر درختان

این که توزیع اندازه ذرات خاک زیر و بین درختان تاغ در منطقه مورد مطالعه تفاوتی ندارند، به دام افتادن ذرات و گرد و غبار به وسیله تاج‌پوشش نمی‌تواند عامل مهمی در ایجاد جزایر حاصلخیز در این منطقه باشد. در این گونه موارد تنها عامل اصلی تشکیل جزایر حاصلخیز، ریزش برگ‌های گیاه است که باعث افزایش SOC و سایر ویژگی‌های مرتبط با حاصلخیزی می‌شود (Zhenghu و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین، تغییر ویژگی‌های مربوط به حاصلخیزی، به‌ویژه SOC ، فقط محدود به سطح نبوده تا عمق خاک نیز ادامه پیدا می‌کند که نشان دهنده گسترش جزایر حاصلخیز، با شدت کمتر تا اعماق خاک است.

زیاد بودن املاح محلول به‌ویژه املاح Na^{+} که باعث افزایش شوری و قلیائیت زیر درختان تاغ شده‌اند این گمان را القا می‌کند که اصطلاح جزیره حاصلخیز برای تاغ ممکن است مناسب نباشد، ولی در جواب باید گفت که گیاهان مناطق بیابانی به شوری تحمل بالایی دارند و از سوی دیگر شرایط ایجاد شده در زیر تاغ، علاوه بر بهبود رشد خود گیاه تاغ، رشد گیاهان مختلف یکساله و چندساله در زیر اشکوب این گیاه را به‌دنبال داشته است. به‌همین

AkhavanGhalibaf (۲۰۰۳) نیز افزایش هوموس و بهبود وضعیت برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در مناطق تحت کشت تاغ را بیان کرده است. افزایش SP خاک به دلیل افزایش مواد آلی خاک، قدرت نگهداری آب به وسیله خاک زیر تاغ را افزایش داده است. افزایش حاصلخیزی و نگهداری آب در خاک به عنوان یک بازخورد مثبت، سبب افزایش رشد تاغ و همچنین افزایش رشد گیاهان دیگر شده و سبب افزایش حاصلخیزی و سپس نگذاشتن آن در یک حد مناسب می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج ارائه شده، نشان‌دهنده غنی‌شدن خاک زیر درختان از SOC و عناصر غذایی K ، Nt^{+} و Pa است و اختلاف آنها با خاک‌های بکر اطراف در حدی است که می‌توان محدوده‌های زیر تاغ را به‌عنوان جزایر حاصلخیز در نظر گرفت. تشکیل جزایر حاصلخیز به دلیل اضافه شدن لاشبرگ، ریشه‌ها و به‌دام افتادن ذرات به وسیله تاج‌پوشش و انتقال آن به خاک به وسیله جریان ساقه‌ای است (Li و Xu، ۲۰۰۶؛ Zhenghu و همکاران، ۲۰۰۴). به‌دلیل

Jafari, M. Azarnivand, H. Tavakoli, H. Zehtabian, G. and Esmailzadeh, H. (2003)

Investigation of different vegetation effects on sand dunes stabilization and improvement in Kashan. Pajouhesh and Sazandegi, Vol, 64, pp: 16-21.

Javanshir, K. Dastmalchi, H. and Emarati, A. (1998) Ecological study of Haloxylon, Populus, Tamarix species in deserts of Iran. 2nd National Conference on Desertification and methods of Combat desertification, Kerman.

Liangpeng, Y. Jian, M. and Yan. L. (2007) Soil salt and nutrient concentration in the rhizosphere of desert halophytes. ActaEcologicaSinica 27: 3565-3571.

Liu, F.M. Jin, Y. and Zhang, X.J. (1999) Preliminary study on fertile island effect about Haloxylonammmodendron. Journal of Arid Land Resources and Environment, Vol, 13, pp:86-88.

Mahmoodi, A. Zahedi, G. and Etemad, V. (2006) Comparison the effects of natural and planted Haloxylon forests in stabilizing, protecting and improving soil (case study: Hossein

Abad-e- Ghinab, Birjand), Conference on Soil, Environment and Sustainable development, Karaj.

Mokhtari, K. (2002) The relationship between plant age and selected soil properties with the growth of HaloxylonPersicum in Abozeidabad region, Kashan. M.Sc. Thesis of Combating desertification. Faculty of Natural Resources. Isfahan University of Technology.

Rad M.H. Meshkat M.A. and Soltani M. (2009) The effects of drought stress on some Saxual's (Haloxylonaphyllum) morphological characteristics. Iranian journal of Range and Desert Reseach, Vol, 16, pp:34-43.

Refahi, H. (1999) Wind Erosion and Its Control. Tehran University Press, 672p.

Reynolds, J.F. Virginia, R.A. Kemp, P.R. de Soyza, A.G. and Tremmel, D.C. (1999) Impact of drought on desert shrubs: effects of seasonality and degree of resource island development. Ecological

دلیل، از نظر زیست محیطی، جزایر حاصلخیز زیر گیاهان تاغ، باعث کاهش اثرات بیابانزایی و مهار کردن هر چه بهتر حرکت شن های روان می شود.

منابع

Afkhamooshoara, M. (1994) The effect of Haloxylon On canopy cover of Haloxylon forest in Southern Khorasan. M.Sc. Thesis of Range Management. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences. TarbiatModares University. Noor.

AkhavanGhalibaf, M. 2003. Study of soil evolution in Haloxyllo plantation area. First National Conference on Haloxylon and

HaloxylonplantinginIran, ForestryandRangeland Organization, Kerman.

Azarnivand, H. Jafari, M. Zehtabian, G. and Esmailzadeh, V. (2003) The role of Haloxlon in stabilizing and improving sand dune in Kashan region. First National Conference on Haloxylon and Haloxylon planting in Iran, Forestry and Rangeland Organization, Kerman.

Charley, Y.L. and West, N.E. (1975) Plant-induced soil chemical patterns in some shrub dominated semi-desert ecosystems of Utah. Journal of Ecology, Vol, 63, pp: 945-962.

Chen, B.M. Wang, G.X. Cheng, D.L. Deng, J.M. Peng, S.L. and An, F.B. (2007) Vegetation change and soil nutrient distribution along an oasis-desert transitional zone in northwestern. Journal of Integrative Plant Bilogy, Vol, 49, pp:1537-1547.

Day, A.D. and Kenneth, L.L. (1993) Plant Nutrients in Desert Environment (Adaptation of Desert Organisms). Springer-Verlag, Berlin, 117p.

Howes. K.M.W. (1979) Arid land Ecosystems: Structure, Functioning and Management, Vol.1, Cambridge University Press, Cambridge. Pp: 823-846.

Jafari, M. Niknahad, H. and Erfanzadeh, R. (2004) Effect of Haloxylone plantation on some soil characteristics and vegetation cover, case study: Hossein Abad-e-Mishmast region of Qom province. Desert, Vol, 8, pp:152-162.

Temperate Deserts and Semi-deserts, Vol.5, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

Xu, H. and Li, Y. (2006) Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. *Plant and Soil*, Vol, 285, pp:5-17.

Whitford W.G. Nielson, R. and Soyza A.D. (2001) Establishment and effect of establishment of Creosote bush, *Larrea tridentate*, on a Chihuahuan desert watershed. *Journal of Arid Environments*, Vol, 47, pp:1-10

Zandi Isfahan, E. Khajedin, S. Jafari, M, Karimzade, H. and Azarnivand, H. (2007) Relationship between amount of growth in

Haloxylon ammodendron (C.A. Mey) and edaphic characteristics in Segsi Plain of Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Vol, 40, pp:12-123

Zhenghu, D. Hanglang, X. Xinrong, L. Zhibao, D. and Gang, W. (2004) Evolution of soil properties on stabilized sands in the Tengger Desert, China. *Geomorphology*, Vol, 59, pp:237-246.

Monographs, Vol, 69, pp:69-106.

Schade, J.D. Collins, S. Sponseller, R. and Stiles, A. (2003) The influence of mesquite on understory vegetation: effects of landscape position. *Journal of Vegetation Science*, Vol, 14, pp: 743-750.

Schlesinger, W.H. and Pilmanis, A.M. (1998) Plant-soil interactions in deserts. *Biogeochemistry*, Vol, 42, pp:169-187.

Schlesinger, W.H. Reynolds, J.F. Cunningham, G.L. Huenneke, L.F. Jarrell, W.M. Virginia, R.A. and Whitford, W.G. (1990) Biological feedbacks in global desertification. *Science*, Vol, 47, pp:1043-1048.

Seixas, J. (2000) Assessing heterogeneity from remote sensing images: the case of desertification in southern Portugal. *International Journal of Remote Sensing*, Vol, 21, pp:2645-2663.

Singer, M.J. and Donald, N.M. (2005) *Soils: An Introduction*. 6th ed., New York, 464p.

Soil Survey Staff.(1996) *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report, No. 42. Version 3.0, USDA-NRCS.

West, N.E. (1983) *Ecotstem of the World*:

