Archive of SID.ir

Research Article

Iranian Journal of Forest and Range Protection Research DOI: 10.22092/ijfrpr.2023.362667.1585

Vol. 21, No. 2, Page 267-282 (2023)

Evaluation of the chemical factors, Carbon storage and biodiversity indicators in two species of *Haloxylon ammodendron* and *Tamarix hispida* in Qom province

Maryam Ordibehesht[1], Anooshirvan Shirvany[2*], Mohammad Matinizadeh[3], Hooman Ravanbakhsh[4] and Hosein Tavakoli Neko[5]

1-Ph.D. Student of Biology Forest Sciences, Department of Forestry and Forest Economics Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2*- Corresponding author, Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: shirvany@ut.ac.ir

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

4- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

5- Assistant Prof, Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Qom, Iran

Received: 09.07.2023 Accepted: 04.11.2023

Abstract

Background and objectives: Tree species can cause changes in soil characteristics and organic carbon storage due to their tolerance to harsh environmental conditions. Therefore, by knowing the species that have more ability to store carbon, it would be possible to follow the improvement and regeneration of urban forests from the perspective of carbon sequestration index. *Haloxylon ammodendron* and *Tamarix hispida* shrubs are among the important halophyte species of the Irano-Turanian vegetation zone. In these areas, it is important the role of these shrubs in storing carbon and increasing plant biodiversity. The current research aims to investigate the soil carbon sequestration and plant biodiversity indicators in the habitats of these two species in Qom province.

Methodology: The natural habitat of *Tamarix* located in Mesila plain of Qom province and the cultivated habitat of *Haloxylon* in 1362, located in Hossein-Abad area of Mish-mast in Qom plain with arid climate. Soil sampling was done randomly on one hectare with 30 samples from the eastern direction under the canopy and outside the canopy, by a cylinder at the depth of 0-15 cm in both *Haloxylon* and *Tamarix* habitats separately. Sampling was done to calculate the soil organic carbon reserve to obtain the apparent specific mass and organic carbon and some soil physical and chemical factors. To study the vegetation coverage in each habitat, from a plot of 400 m^2 with the method of implementing the plot in the form of four plots of 10 x 10 meters in order to better distribute it on the surface of one hectare, and to study the vegetation of the floor from 20 micro-plots of one m^2 (five micro-plots in each plot) was used. The values of species diversity in each microplate from each sample plot was calculated using Simpson, Shannon-Wiener indices and species richness using Margalef, Menchick and uniform indices with Pillo and Sheldon indices. Spearman's test was used to calculate the correlation between soil carbon deposition factors and some physical and chemical factors.

Results: The average of all measured factors in the soil was higher for *Tamarix*. The effect of species and sampling position and the mutual effect of species in sampling position on the amount of acidity factors, percentage of organic carbon, potassium and carbon deposition (organic carbon storage) of the soil had a significant difference at the level of 5%. Furthermore, based on the comparison of the average of the treatments, it was found that the highest amount of soil carbon deposition is in the treatment under canopy of the *Tamarix* shrub with the amount of 191.13 tons per hectare. The results showed a significant difference in the amount of soil carbon sequestration between two species of *Haloxylon* and *Tamarix*, and it is higher in *Tamarix* soil. Soil characteristics such as carbon deposition, %OC, pH and K under canopy of *Tamarix* are higher than outside the canopy. The correlation between carbon sequestration characteristics and other factors showed that OC, pH and EC factors can be used as the most important influencing factors to estimate soil carbon sequestration. The indicators of plant biodiversity, including

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

species diversity, species richness and uniformity, were calculated for each micro-plot only in *Haloxylon* habitat, because the *Tamarix* habitat was lack of floor cover and reproduction due to severe drought stress. The Menhinik and Margalef indices with the values of 1.39 and 1.68, respectively, have assigned the average species richness of *Haloxylon* habitat.

Conclusion: Due to the positive effect of *Tamarix* on the increase of organic matter and soil carbon deposition, which improves the soil structure in the long term, as well as the ability to adapt and resist the dry and fragile weather conditions of Mesileh region. The revival of this valuable species is vital and it is a suitable species for forestry in areas with such characteristics. Likewise, considering the positive effect of *Haloxylon* species in increasing habitat biodiversity indicators, which in the long term protect the soil structure, the issue of preserving and revitalizing these valuable plants is necessary for Qom province.

Keywords: *Haloxylon*, *Tamarix*, plant biodiversity, Carbon sequestration, arid regions, Irano-Turanian region.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بررسی فاکتورهای شیمیایی، اندوخته کربن آلی خاک و شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی برای دو گونه تاغ و گز در استان قم

مریم اردیبهشت[۱]، انوشیروان شیروانی[۲*]، محمد متینی‌زاده[۳]، هومن روانبخش[۴] و حسین توکلی‌نکو[۵]

۱- دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. پست‌الکترونیک: shirvany@ut.ac.ir

۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۵- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: گونه‌های درختی می‌توانند به‌دلیل تحمل شرایط سخت محیطی، تغییراتی را در ویژگی‌های خاک و ذخیره کربن آلی ایجاد کنند. بنابراین، با شناخت گونه‌هایی که قابلیت بیشتری برای ذخیره کربن دارند می‌توان اصلاح و احیای جنگل‌های شهری را نیز از منظر شاخص ذخیره کربن آلی خاک (ترسیب کربن) بررسی کرد. درختچه‌های تاغ و گز ازجمله گونه‌های هالوفیت مهم ناحیه رویشی ایران- تورانی هستند. در این مناطق، نقش این درختچه‌ها در ذخیره کربن و افزایش تنوع زیستی گیاهی دارای اهمیت است. پژوهش پیش‌رو در نظر دارد، توان ذخیره کربن خاک و شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی را در رویشگاه‌های این دو گونه در استان قم بررسی کند.

مواد و روش‌ها: رویشگاه طبیعی گز (*Tamarix hispida*) واقع در دشت مسیله استان قم و رویشگاه دست‌کاشت تاغ (*Haloxylon ammodendron*) در سال ۱۳۶۲، واقع در منطقه حسین‌آباد میش‌مست در دشت قم با آب‌وهوایی خشک قرار دارد. نمونه‌برداری از خاک در سطح یک هکتار به شکل تصادفی با تعداد ۳۰ نمونه خاک از جهت شرقی زیر تاج‌پوشش و خارج از تاج‌پوشش، به کمک سیلندر از عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری خاک در هر دو رویشگاه تاغ و گز به‌طور مجزا انجام شد. به‌منظور محاسبه ذخیره کربن آلی خاک و به‌دست آوردن جرم مخصوص ظاهری و کربن آلی و برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری انجام گردید. برای مطالعه پوشش گیاهی در هر رویشگاه، از پلات ۴۰۰ مترمربعی با روش پیاده‌سازی پلات به‌صورت چهار قطعه ۱۰ در ۱۰ متر به‌منظور پراکنش بهتر در سطح یک هکتار و برای مطالعه پوشش گیاهی کف از ۲۰ میکروپلات یک مترمربعی (پنج میکروپلات در هر پلات اصلی) استفاده شد. برای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی، مقادیر تنوع گونه‌ای در هر قطعه‌نمونه با استفاده از شاخص‌های سیمپسون، شانون- وینر و غنای گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های مارگالف، منهینیک و یکنواختی با شاخص‌های پیلو و شلدون برای هر میکروپلات محاسبه شد. برای محاسبه همبستگی بین فاکتورهای ذخیره کربن و کربن خاک با برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از آزمون اسپیرمن استفاده شد.

نتایج و یافته‌ها: میانگین همه فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده در خاک برای گونه گز بالاتر بود. اثر گونه و موقعیت نمونه‌برداری و اثر متقابل گونه در موقعیت نمونه‌برداری بر مقدار فاکتورهای اسیدیته، درصد کربن آلی، پتاسیم و ترسیب کربن (ذخیره کربن آلی) خاک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار داشت. همچنین، براساس نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که بیشترین میزان ذخیره کربن خاک در تیمار زیر تاج درختچه گز با میزان ۱۹۱/۱۳ تن در هکتار است. نتایج نشان داد، میزان ذخیره کربن خاک بین دو گونه تاغ و گز، دارای اختلاف معنی‌دار بوده و در خاک گز بالاتر است. ویژگی‌های خاک مانند مقدار ذخیره کربن، %OC، pH و K در زیرتاج پوشش گز بالاتر از منطقه شاهد (خارج از تاج پوشش) است. همبستگی بین ویژگی ذخیره کربن و سایر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فاکتورها نشان داد که فاکتورهای OC، pH و EC می‌توانند به‌عنوان مهمترین عوامل تأثیرگذار برای برآورد ذخیره کربن خاک استفاده شوند. شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی شامل تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و یکنواختی برای هر میکروپلات، فقط در تاغزار محاسبه شد، زیرا رویشگاه گز به دلیل تنش شدید خشکی، فاقد پوشش کف و زادآوری بود. شاخص‌های منهینیک و مارگالف با میزان ۱/۳۹ و ۱/۶۸ به‌ترتیب میانگین غنای گونه‌ای رویشگاه تاغ را به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری: با توجه به تأثیر مثبت درختچه گز بر عناصر مغذی و افزایش ماده آلی و ذخیره کربن خاک که در طولانی‌مدت موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود، همین‌طور توانایی سازگاری و مقاومت مطلوب با شرایط آب‌وهوایی خشک و شکننده منطقه مسیله، حفظ و احیای این گونه بومی باارزش بسیار حیاتی است و گونه‌ای مناسب برای جنگل‌کاری در مناطقی با چنین مشخصاتی است. همچنین، با توجه به تأثیر مثبت گونه تاغ در افزایش شاخص‌های تنوع زیستی رویشگاه که در طولانی‌مدت سبب حفاظت و بهبود ساختمان خاک می‌شوند، موضوع حفظ و احیای این گیاهان باارزش برای منطقه و استان قم ضروریست.

واژه‌های کلیدی: تاغ، گز، تنوع زیستی، ترسیب کربن، مناطق خشک، رویشگاه ایران- تورانی

مقدمه

کربن جزو عمده‌ترین گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود (Brooks, 2000). دراین‌باره، تقریباً همه کشورهای دنیا و ازجمله ایران، برنامه‌های درازمدتی برای کاهش غلظت گازکربنیک پیش‌بینی کرده‌اند. در کنفرانس کیوتو، این مسئله به‌صورت جدی مطرح شده و در شیوه‌نامه آن کشورها را ملزم کردند تا با استفاده از پوشش گیاهی، به‌ویژه جنگل‌های طبیعی و مصنوعی، به ذخیره کربن بپردازند (UNDP, 2000). کربن در بخش‌های مختلف اکوسیستم‌های جنگلی می‌تواند ذخیره شود که مهمترین آنها خاک است (Anderson, 2000). افزایش ذخیره جهانی کربن در خاک یکی از مهمترین عوامل کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری است و حدود ۷۵ درصد ذخیره کربن خشکی را دربرمی‌گیرد (Asgharzadeh, 2010). خاک‌های مناطق جنگلی ۴۰ درصد از این مقدار را می‌توانند ذخیره کنند (Bakhshandehmehr *et al.*, 2013). تمامی مواد آلی، کربن دارند. میزان کربن مواد آلی خاک‌های جهان، چهار برابر کربن موجود در پوشش گیاهی آن است. بنابراین، ماده آلی خاک نقشی حیاتی در تعادل کربن روی زمین ایفا می‌کند. گرچه ماده آلی بخش کوچکی از جرم کل را در بیشتر خاک‌ها دارد، این جزو فعال خاک، در بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تأثیر غالب دارد. با توجه به این دلایل، افزایش کمیت و کیفیت ماده آلی خاک، عامل اصلی در اصلاح کیفیت خاک است (Shahooyi, 2007). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، گونه‌های سازگار قابلیت ذخیره کربن دارند. هرچند تجمع کربن در این مناطق در واحد سطح ناچیز است، در صورت اجرای عملیات اصلاحی، این مناطق قابلیت ذخیره تقریباً یک میلیارد تن کربن آلی را دارند (UNDP, 2000). بسیاری از پروژه‌های اصلاحی، مانند جنگل‌کاری و مرتع‌کاری، باعث افزایش ذخیره کربن در خاک شده و از سویی، افزایش کربن ساختاری منجر به بهبود ساختمان، تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌شود (Smith, 2007). اندوخته کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌های تحت این زی‌توده، ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری است (Kooch *et al.*, 2010). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی تأثیر تیپ‌های مختلف جنگلی بر ذخیره کربن خاک را گزارش دادند (Dar & Sundarapandian, 2013; Zhu *et al.*, 2010; Bu *et al.*, 2012; Fu *et al.*, 2010; Jiang & Xu, 2006). نتایج این تحقیقات حکایت از آن دارد که مقدار ذخیره کربن آلی در خاک همبستگی بالایی با پوشش گیاهی متناظر با خود دارد. بسیاری از پروژه‌های اصلاحی مانند جنگل‌کاری، از طریق افزایش ذخیره کربن آلی خاک نقش عمده‌ای در حفظ توازن چرخه جهانی کربن ایفا می‌کنند. حدود دوسوم از مساحت ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است که این

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مساحت با کمربند خشک جهان از نظر طول و عرض جغرافیایی تطابق دارد. عوامل مختلفی مانند شرایط اقلیمی، شرایط زمین‌ساخت و انسان می‌توانند موجب تشدید بیابان‌زایی شوند. انسان با مدیریت صحیح می‌تواند باعث کاهش روند بیابان‌زایی، یا با استفاده بیش از حد از منابع محیطی باعث تشدید آن شود. یکی از تأثیرگذارترین اقدامات برای کاهش روند بیابان‌زایی، استقرار پوشش گیاهی، یا جلوگیری از تخریب پوشش گیاهیست. با وجود این واقعیت که جنگل‌کاری تپه‌های شنی می‌تواند منجر به ذخیره شدن کربن اکوسیستم شود (Garcia-Franco *et al.*, 2014)، اما همه گونه‌های گیاهی نمی‌توانند در چنین محیط سختی زنده بمانند (Lal, 2004). بر همین اساس، محققان سعی در انتخاب گونه‌هایی دارند که در شرایط سخت بیابانی، توانایی مقاومت و جلوگیری از فرسایش را داشته باشند (Pouyafar *et al.*, 2003). گونه‌های مختلف از دو تیره *chenopodiacae* و *Tamaricacae* در اراضی شور گسترش بیشتری دارند.

گز *Tamarix* sp. از خانواده *Tamaricaceae* سازگاری وسیعی نسبت به شرایط مختلف و مقاومت زیادی نسبت به تنش‌های محیطی دارد، به‌طوری‌که قادر است در خاک‌های شور رشد کند و درجه حرارت زیاد محیط را تحمل کند که از نظر زیست‌بومی گونه مهمی به‌شمار می‌آید (Zhang *et al.*, 2002). تاغ *Haloxylon* sp. از خانواده *chenopodiacae* به‌عنوان گیاهی مقاوم در رویشگاه‌های مختلف به‌صورت طبیعی، توده‌های کم و بیش انبوه و پراکنده‌ای را در بعضی از مناطق بیابانی ایران تشکیل می‌دهد. خصوصیاتی ازجمله دیرزیستی ۲۵ـ۲۰ ساله، امکان گسترش سریع، تولید بذر زیاد، سازگاری در شرایط آفتاب، برف و بوران و طوفان، توقع و نیازهای اکولوژیکی کم، قابلیت استفاده از آب به نسبت شور و سازگاری با خاک‌های مختلف (از سبک تا سنگین) باعث شده که این گیاه از ارزش ویژه‌ای در مناطق بیابانی برخوردار باشد. گز و تاغ از عناصر مهم درختی و درختچه‌ای سازش‌پذیر با شرایط اقلیمی سخت است که در خشک‌ترین نقاط ایران نیز کم‌وبیش بیشه‌هایی تشکیل می‌دهد. Alizadeh و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تغییرات ذخیره کربن آلی در زیر و بیرون تاج پایه‌های کهور ایرانی و سمر در شهرستان عسلویه در استان بوشهر پرداختند و مشخص شد که ذخیره کربن آلی در خاک و در لاش‌برگ و پوشش علفی در زیر تاج نسبت به بیرون تاج اختلاف معنی‌دار نشان داد، اما اثر گونه در ذخیره کربن در خاک و در لاش‌برگ و پوشش علفی تفاوت معنی‌داری نداشتند. Bazgir و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند درختچه گز از سازگاری مطلوبی با شرایط آب‌وهوایی منطقه برخوردار است. تأثیر مثبت این درختچه بر ویژگی‌های خاک با افزایش ماده آلی در سطح خاک است که در طولانی‌مدت موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود. همچنین، درختچه گز موجب افزایش حاصلخیزی خاک منطقه با افزایش عناصر غذایی ضروری خاک مانند نیتروژن و فسفر شده است، همچنین در منطقه نیاتک سیستان تأثیر کشت گز *Tamarix aphylla* بر ویژگی‌های خاک بررسی شد که نتایج حاصل نشان داد، *T. aphylla* در میان‌مدت موجب افزایش ماده آلی خاک و در طولانی‌مدت سبب بهبود ساختمان خاک و افزایش عناصر N، P و K خاک می‌شود (Farahi *et al.*, 2014). در مطالعه‌ای تأثیر بادشکن‌های درختی گز و اکالیپتوس بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دشت هامون بررسی شد. نتایج نشان داد، تحت تأثیر دو بادشکن مقدار ماده آلی، EC، Ca، K و Na و نسبت C/N در مقایسه با منطقه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد افزایش یافته است. همچنین گونه گز در مقایسه با اکالیپتوس، موجب افزایش ماده آلی، نسبت C/N، Ca و K خاک شده است (Lalozae *et al.*, 2016). در تحقیقی روی تأثیر کشت گونه‌های تاغ و گز و آتریپلکس بر خصوصیات خاک، مشاهده شد که کشت گز سبب افزایش معنی‌دار فسفر و کلر در خاک شده است (Jafari *et al.*, 2006b). همچنین، کشت گز سبب افزایش پتاسیم، کلسیم و منیزیم در منطقه گزکاری نسبت به منطقه شاهد شده است. در این منطقه میزان شن در افق‌های مختلف کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی

کلمه تنوع در وسیع‌ترین مفهوم به معنای گوناگونی است. یعنی اختلاف یک گونه با گونه دیگر، البته گونه در اینجا تنها به معنای گونه گیاهی یا جانوری نیست، بلکه می‌تواند سطوح بسیار بالاتر یا پایین‌تری را دربرگیرد (Risser, 1995). درواقع تنوع زیستی عبارت است از: بیان سطوح سازمان یافته حیات براساس سلسله مراتب ژن، فرد، گونه، جامعه زیستی و اکوسیستم (Jeffrey, 2006). تنوع گونه‌ای از سه جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد، الف) غنای گونه‌ای، ب) یکنواختی گونه‌ای، ج) چیرگی گونه‌ای (Pilehvar, 2000). جنگل‌ها ازجمله منابع مهم تنوع زیستی در جهان هستند که طراحان حفاظت و جنگل‌داران را به خود جلب کرده‌اند. تنوع، فاکتور ضروری برای ایفای نقش‌های جنگل است. بنابراین، حفاظت و مدیریت آن در طراحی جنگل مهم است (Carlsson, 1999). طبق آمارهای فائو در ۲۰ سال اخیر، سالانه ۱۸ میلیون هکتار از مساحت جنگل‌های جهان تخریب می‌شود (Rostami, 2004). این تخریب‌ها بر اثر فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های بشر اتفاق می‌افتد، بنابراین، نیاز به یک سلسله پارامترهایی است تا قبل از تخریب کامل سیستم از وضعیت موجود اطلاع حاصل شود (Corney *et al.*, 2006). در دهه‌های اخیر، مقوله تنوع زیستی توجه بیشتر محققان را به خود جلب کرده است، به‌طوری‌که محققان مختلف تحقیقات زیادی را در زمینه تنوع و پایداری انجام داده‌اند (Amanda *et al.*, 2005). بررسی تنوع زیستی می‌تواند ابزاری مناسب در جهت تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت جنگل‌ها به‌شمار آید (Wilson, 1988). در تحقیقی توسط Poorbabaei و Ahani (۲۰۰۴)، تنوع گونه‌ای در رویشگاه‌های کرکف (*Acer platanoides*) در رویشگاه شفارود گیلان مطالعه و مشخص شد که رویشگاه‌هایی که ارزش تنوع پایین‌تری دارند، پایداری اکولوژیکی کمتر و حاصلخیزی کمتری نیز دارند. با توجه به اهمیت شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و نقش مهم ذخیره کربن آلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک رویشگاه‌های ایران- تورانی، پژوهش پیش‌رو به مطالعه آن در زیر و بیرون تاج درختچه‌های تاغ و گز پرداخت تا بتواند به دو فرضیه زیر بپردازد: ۱- ذخیره کربن آلی در خاک گونه تاغ با گونه گز متفاوت است. ۲- مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی گونه تاغ با گز متفاوت است تا با استفاده از یافته‌های پژوهش مورد نظر اطلاعات جامع‌تر و تکمیلی را در اختیار مدیران و متصدیان منابع طبیعی قرار دهد تا قضاوت بهتر و صحیح‌تری برای انتخاب صحیح گونه در عملیات احیا و بازسازی عرصه‌های منابع طبیعی نواحی خشک و نیمه‌خشک کشور اتخاذ کنند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: محدوده مورد مطالعه گونه گز (*Tamarix hispida*) واقع در دشت مسیله استان قم به مساحت تقریبی ۱۳۰۰۷ هکتار در شمال‌شرقی شهر قم قرار گرفته است. با توجه به نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ محدوده مورد مطالعه در بلوک آران و در شیت مشک آباد قرار گرفته است. این رویشگاه طبیعی از لحاظ جغرافیایی به‌ترتیب در مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۹ دقیقه و ۰۴ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۵۶ دقیقه و ۲۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۰۹ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۳ ثانیه طول شرقی واقع شده است. بارندگی محدوده به‌طور میانگین ۱۳۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه نیز در حدود ۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد است. تنها اشکوب درختچه‌ای در محدوده مطالعاتی مربوط به درختچه گز است، درنتیجه تیپ جنگلی موجود در محدوده مطالعاتی خالص است، بدین معنی که ۹۰ درصد پوشش تاجی مربوط به یک گونه است. این اراضی دارای انبوهی پوشش تاجی گز ۵-۱ درصد است که تراکم گز در آن ۴ پایه در هکتار است. متوسط قطر تاج گزها ۱/۵ متر و ارتفاع متوسط پایه‌های شمارش‌شده ۰/۹ متر است. میانگین تقریبی سنی توده گز ۶۰-۵۰ سال است و وضعیت زادآوری بسیار نامطلوب است، به‌طوری‌که در اثر خشک‌سالی بسیاری از درختچه‌های گز خشک شده است. با توجه به احداث سدهای ساوه و ۱۵ خرداد در بالادست محدوده مطالعاتی (منطقه مسیله)، از سال ۱۳۷۵ تاکنون این

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

منطقه خشک بوده است و میزان آب ورودی به دشت مسیله به صفر رسیده است و به‌دلیل عدم ورود سیلاب و عدم شست‌وشوی خاک، تراکم نمک در افق‌های سطحی خاک افزایش یافته، درنهایت موجب افت فاحش سطح آب زیرزمینی کل منطقه ازجمله مسیله و حرکت آب شور از شرق (دریاچه نمک) به طرف غرب و شورتر شدن آب چاه‌ها شده است. عمق ایستابی سفره‌های زیرزمینی از ۱۳ متر در جنوب‌غربی منطقه (شرق روستای کاج که خارج از محدوده طرح است) تا حدود ۴ متر در اطراف روستای مشک‌آباد متغیر است، یعنی عمق ایستابی مانند شوری و قلیائیت خاک به سمت شمال و شرق روندی نزولی دارد.

رویشگاه دست‌کاشت سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*)، واقع در منطقه حسین‌آباد میش‌مست (بخش کوچکی از فلات مرکزی ایران) در دشت قم با آب‌وهوایی خشک قرار دارد. تاغ‌کاری با مساحت ۳۱۸۰ هکتار در سال ۱۳۶۲ انجام شده و در سال‌های بعدی بنا به ضرورت واکاری شده است. این رویشگاه با ۸۶۴ متر ارتفاع از سطح دریا بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۰۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۱ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه قرار گرفته است. با بررسی وضعیت ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به منطقه، ایستگاه سینوپتیک شکوهیه قم، در دوره آماری ۳۰ ساله (۹۴-۱۳۶۵)، بهمن‌ماه با ۴/۲ درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال و تیرماه با ۳۱/۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال است. میانگین بارش سالانه در دوره آماری ۱۰ ساله (۹۴-۱۳۸۵) حدود ۱۳۷/۹ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه ۲۹۷۸ میلی‌متر است، بر اساس روش آمبرژه، اقلیم منطقه مطالعاتی بیابانی گرم خفیف می‌باشد (Rahmatizade, 2014). فواصل اولیه کاشت نهال‌های تاغ ۳ متر در هر ردیف و ۵ متر در فاصله بین ردیف‌ها (۵×۳ متر) و تراکم اولیه ۶۶۰ اصله در هکتار بوده است، درحالی‌که در زمان آماربرداری تراکم درختان تاغ به‌طور متوسط ۵۰۰ اصله در هکتار بود. تراکم بالای پایه‌های مادری تاغ که به‌طور متوسط ۴۰۰ تا ۵۰۰ اصله در هکتار بود با توجه به میزان پایین بارندگی سالانه در حدود ۱۳۸ میلی‌متر باعث پژمردگی و خشکیدگی تاغ‌کاری‌ها شده بود که با گزارش Amani و Parvizi (۱۹۹۶) مبنی بر اینکه تراکم درختان تاغ در هکتار باید برابر متوسط بارندگی سالانه منطقه باشد، مطابقت دارد.

شکل ۱- نمایی از رویشگاه سیاه‌تاغ

Figure1. A view of (*Haloxylon ammodendron*) habitat

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکل ۲- نمایی از رویشگاه گز

Figure2. A view of (*Tamarix hispida*) habitat

روش پژوهش: نمونه‌برداری خاک هر دو گونه تاغ و گز در سطح یک پلات یک هکتاری انجام شد. نمونه‌برداری خاک برای هر گونه از عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر در زیر تاج درختان (در فاصله میان تنه تا لبه انتهایی تاج) در جهت شرق درخت (به‌منظور یکسان‌سازی شرایط نمونه‌گیری) برداشت شد.

در هر قطعه‌نمونه برای هر گونه درختی به‌طور تصادفی ۱۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر و به‌منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی نمونه‌ها و مناسب بودن میزان تابش، در جهت شرقی زیر تاج‌پوشش برداشت و هر سه نمونه خاک در هر قطعه‌نمونه به‌خوبی مخلوط و به یک نمونه ترکیبی برای هر گونه تبدیل شد (پنج نمونه خاک برای هر گونه). همچنین در داخل هر قطعه‌نمونه، در بیرون از تاج و محلی که گیاه وجود نداشت، به‌طور تصادفی ۱۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر برداشت و هر سه نمونه خاک به‌خوبی مخلوط و به یک نمونه ترکیبی برای قطعه‌نمونه تبدیل شد (پنج نمونه خاک برای هر قطعه‌نمونه) (Schinner *et al.*, 1996) فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در آنها بررسی شدند. مهمترین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک که بررسی شدند، شامل بافت، رطوبت اشباع، وزن مخصوص، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کاتیون‌های سدیم و پتاسیم بود.

برای اندازه‌گیری شوری از عصاره نمونه گل اشباع استفاده شد. اسیدیته با دستگاه pH متر (نسبت ۱ به ۲/۵)، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری (Ghazanshahi, 1998) و کربن آلی خاک به روش اکسایش تر (Walkley & Black, 1934) محاسبه شد. مقدار سدیم و پتاسیم از طریق دستگاه فلیم فتومتر و مقدار فسفر نیز به روش اولسن (Olsen *et al.*, 1954) و نیتروژن با روش کجلدال (Ghazanshahi, 1998) محاسبه شد. کلیه داده‌های جمع‌آوری‌شده پس از کنترل از نظر نرمال بودن، با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه مورد مقایسه در نرم‌افزار R-studio بررسی و نمودارها در محیط Excel رسم شدند.

پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های درصد کربن و وزن مخصوص ظاهری، مقادیر اندوخته کربن خاک بر حسب تن در هکتار (رابطه ۱) محاسبه شد (Kooch *et al.*, 2012).

$$Cs=10000\times OC\ (\%)\times Bd\times E \qquad (۱)$$

که در آن OC= کربن آلی خاک (kg / ha)، OC درصد= درصد کربن آلی، Bd= وزن مخصوص ظاهری خاک (g/ cm^3)، E= ضخامت لایه خاک به سانتی‌متر.

در این پژوهش برای برداشت پوشش درختی و درختچه‌ای از قطعه نمونه‌های ۴۰۰ مترمربع (چهار پلات

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱۰۰ مترمربعی برای پوشش‌دهی بیشتر نمونه‌برداری) و برای مطالعه پوشش کف از زیرقطعه نمونه‌های یک مترمربعی که در قطعه‌نمونه اصلی پراکنده‌اند، استفاده شد. پراکنش زیرقطعه نمونه‌ها به شیوه کوادرات چندگانه (Multiple Quadrat Approach) شامل ۲۰ کوادرات پوشش گیاهی یک مترمربعی در پلات یک هکتاری با روش پیاده‌سازی به‌صورت چهار قطعه ۱۰ در ۱۰ متر به‌منظور پراکنش بهتر در سطح یک هکتار است (ICP Forests, 2016).

شاخص‌های تنوع زیستی: مقادیر تنوع گونه‌ای در هر قطعه‌نمونه با استفاده از شاخص‌های سیمپسون، شانون- وینر و غنای گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های مارگالف، منهینیک و یکنواختی با شاخص‌های پیلو و شلدون برای هر میکروپلات محاسبه شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل تحت بررسی شامل گونه، تیمار (زیر تاج) و شاهد (بیرون از سایه‌انداز تاج) بر فاکتورهای pH، EC، OC%، Na، N، K و ذخیره کربن آلی خاک در زیر و بیرون تاج‌پوشش هر دو گونه در (جدول ۱) آورده شده است. البته، میانگین همه فاکتورهای شیمیایی خاک برای گونه گز بالاتر بود. اثر گونه و موقعیت نمونه‌برداری و اثر متقابل گونه در موقعیت نمونه‌برداری بر مقدار فاکتورهای اسیدیته، درصد کربن آلی، پتاسیم و ترسیب کربن (اندوخته کربن آلی) خاک تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۱). مقدار میانگین نیتروژن خاک برای گونه گز ۰/۰۶۶۸ درصد و برای گونه تاغ ۰/۰۱۶۴ درصد محاسبه شد. مقدار میانگین درصد کربن آلی خاک در زیر سایه‌انداز تاج، گونه تاغ ۰/۲ و گونه گز ۰/۹ اندازه‌گیری شد و در بیرون تاج به‌ترتیب ۰/۱ و ۰/۵ است (شکل ۳، ب). همچنین، براساس نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که بیشترین میزان اندوخته کربن خاک در زیر تاج درختچه گز (تیمار) با میزان ۱۹۱/۱۳ تن در هکتار است. درحالی‌که اندوخته کربن خاک در بیرون از تاج پوشش (شاهد) این گونه ۱۱۰/۴۵ تن در هکتار است، که این اختلاف معنی‌دار بوده است. همچنین یافته‌های این بررسی نشان داد، میزان ذخیره کربن خاک زیر تاج تاغ، ۵۲/۶۳ تن در هکتار بوده که در مقایسه با تیمار شاهد این گونه تفاوت معنی‌داری نداشته اما در مقایسه با گز کمتر و معنی‌دار بوده است (شکل ۳، الف).

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی خاک و ذخیره کربن آلی در زیر و بیرون تاج درختچه‌های تاغ و گز

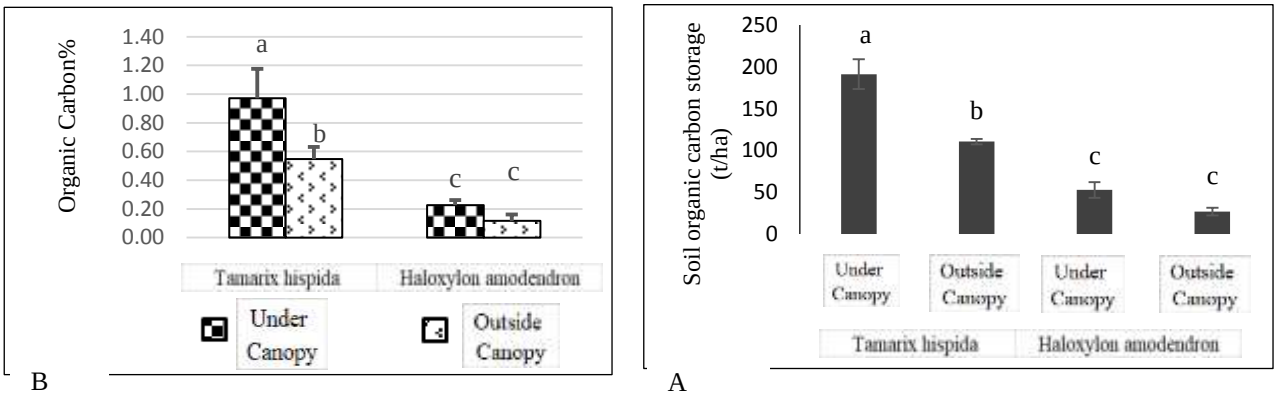
Table 1. Mean squares obtained from analysis of variance of soil chemical properties and organic carbon storage under and outside the canopy of (*Haloxylon ammodendron)* and (*Tamarix hispida) shrubs*

Sources Change	Degree of freedom	Sodium (mg/kg)	Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)	pH	Organic Carbon%	Potassium (mg/kg)	Nitrogen (%)	Soil organic carbon storage (t/ha)
Species	1	1201560000*	14567.04*	0.7722*	1.7228*	203616.2*	0.0093*	61691.610*
Location	2	224720 ns	111.9591 ns	0.01201*	0.3511*	30264.2*	0.0009 ns	14177.813*
Species × Location	1	147920 ns	63.6531 ns	0.0911*	0.1232*	12103.2*	0.0003 ns	3760.105*
Error	16	3927628	50.8142	0.0079	0.0133	1031.7	0.0004 ns	539.872
Total	20							

ns and * Non-significant and significant at the 5% probability levels, respectively.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر عامل اصلی نوع گونه (تاغ و گز) و عامل فرعی موقعیت نمونه‌برداری (زیر و بیرون تاج) بر میزان اندوخته کربن (**A**) و درصد ماده آلی خاک (**B**). (بارها انحراف معیار هستند). حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس دوطرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

Figure 3. Comparison of the mean effect of the main factor of the type of shrub (*Haloxylon ammodendron* and *Tamarix hispida*) and the secondary factor of the sampling location (under and outside the canopy) on soil organic carbon(B) and soil carbon storage(A). (Error bars are standard deviations). Identical letters indicate significant difference between the means using Two-way ANOVA at 95% confidence level.

جدول ۲- آزمون همبستگی اسپیرمن بین فاکتور ذخیره کربن خاک با دیگر فاکتورهای مورد مطالعه

Table 2. Spearman's correlation test between soil carbon deposition and other studied factors

Carbon sequestration	**Acidity**	**Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)**	**Organic carbon (%)**	**Organic carbon (%)**	**Sand**	**Silt**	**Clay**	**SP%**	**Bulk density (g/cm3)**
Carbon sequestration	1								
Acidity	0.798**	1							
Electrical conductivity	0.884**	0.822**	1						
Organic carbon	0.739**	0.643**	0.758**	1					
T.N.V%	0.700**	0.734**	0.774**	0.605**	1				
Sand	-0.760	-0.858	-0.819	-0.472	-0.778	1			
Silt	0.773**	0.883**	0.808**	0.520**	0.803**	-0.914	1		
Clay	0.777**	0.738**	0.819**	0.552**	0.697**	0.838	0.658**	1	
SP%	0.743**	0.743**	0.757**	0.493**	0.757**	-0.920	0.806**	0.870**	1
Bulk density	-0.711	-0.735	-0.777	-0.513	-0.724	0.884**	-0.743	-0.933	-0.949	1

(Significant at ** P<0.01 probability level)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

همبستگی بین فاکتور ذخیره کربن خاک با فاکتورهای مورد مطالعه

نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی اسپیرمن بین فاکتورهای ذخیره کربن، اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، درصد آهک، شن، سیلت، رس، درصد رطوبت اشباع و وزن مخصوص خاک در جدول ۲ آورده شده است. نتایج این بررسی نشان داد، بین ذخیره کربن خاک با فاکتورهای اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، درصد آهک، سیلت، رس و درصد رطوبت اشباع به‌ترتیب با میزان همبستگی ۰/۷۹، ۰/۸۸، ۰/۷۳، ۰/۷۰، ۰/۷۷، ۰/۷۷ و ۰/۷۴ ارتباط مثبت و معنی‌داری در سطح خطای یک درصد وجود دارد. یافته‌های حاصل از میزان همبستگی بالا بین ذخیره کربن با اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، درصد آهک، سیلت، رس و درصد رطوبت اشباع حکایت از آن دارد که این عوامل می‌توانند به‌عنوان مهمترین عوامل تأثیرگذار برای برآورد ذخیره کربن خاک استفاده شوند.

شاخص‌های تنوع زیستی

رویشگاه گز فاقد هر گونه پوشش علفی کف بود، درنتیجه شاخص‌های تنوع زیستی تنها برای رویشگاه تاغ محاسبه شدند. نتایج به‌دست‌آمده از ویژگی شاخص‌های تنوع زیستی شامل تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و یکنواختی بین میکروپلات‌های یک مترمربع منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است (جدول ۳). همان طور که نتایج نشان می‌دهند، میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شامل شاخص‌های سیمپسون و شانون–وینر به‌ترتیب با میزان ۰/۶۶ و ۱/۳۰ ملاحظه شده است. شاخص‌های منهینیک و مارگالف با میزان ۱/۳۹ و ۱/۶۸ به‌ترتیب میانگین غنای گونه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین شاخص یکنواختی شامل شیلدون و پیلو به‌ترتیب با میزان ۰/۷۴ و ۰/۹۲ ملاحظه شده است.

جدول ۳– مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی شامل تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و یکنواختی بین میکروپلات‌های تاغزار

Table 3. Biodiversity index values including species diversity, species richness and evenness between microplots In *(Haloxylon ammodendron)* habitat

Biodiversity	Index	Mean	standard deviation	Min	Max
Species diversity	Simpson	0.66	0.02	0.5	0.79
	Shannon	1.30	0.06	0.69	1.71
Species richness	Menhinick	1.39	0.1	0.45	2.21
	Margalef	1.68	0.13	0.53	2.73
Evenness	Sheldon	0.74	0.041	0.48	1
	Pieloui	0.92	0.052	0.33	1/22

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد، رطوبت خاک در رویشگاه گز بیشتر از رویشگاه تاغ بوده است. براساس مطالعات خاک‌شناسی پیش‌رو و سابق در رویشگاه تاغ، منطقه حسین‌آباد میش‌مست، بافت خاک این منطقه شنی و لومی شنی است، درنتیجه نفوذپذیری خاک زیاد و نگهداشت آب پایین است. خاک این حوزه در رده‌های *Entisol* و *Aridisol* قرار گرفته است (Jafari *et al.*, 2006a). اما در منطقه مسیله، رویشگاه گز، بافت خاک لومی رسی است و ورودی رودخانه شور همچنان وارد منطقه و

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تالاب مره می‌شود، همچنین، در حالت کلی منطقه مسیله دارای سطح آب زیرزمینی بالا به‌دلیل وجود لایه هاردپن در منطقه است، درنتیجه آب معمولاً نفوذ نمی‌کند و نگهداشت آب در خاک بالاست و هدررفت آب در این حوزه، نه از طریق نفوذ، که از راه تبخیر است (Land & Soil Resources Report, 2011). رطوبت خاک نیز یکی از مهمترین فاکتورهای محیطی است که نقش اساسی در اکوسیستم دارد، به‌طوری‌که تنفس میکروبی و افزایش کاتیون‌های تبادلی خاک به‌شدت به آن وابسته است (Moges *et al.*, 2013)، درنتیجه درصد ماده آلی و سایر عناصر غذایی در خاک گز، بالاتر به دست آمد. همچنین، سطح خاک رویشگاه گز همراه با سله رسی، کمی پف کرده و با نمایی به رنگ روشن است که توأم با پوششی از گونه‌های گز، شورها و اسپند (به‌صورت پراکنده) نقش حفاظت خاک را در مقابل فرسایش بادی دارند. پوشش گیاهی این قسمت متشکل از درختچه‌های گز و هالوستاخیس و هالوکلنموم با میانگین تاج‌پوشش حدود ۵ درصد است. این مقدار پوشش گیاهی به همراه سله نمکی سطح خاک تأثیر بسزایی در حفاظت خاک دارد، به‌طوری‌که در شرایط فعلی هیچگونه آثار فرسایشی در این عرصه به چشم نمی‌خورد (Land & Soil Resources Report, 2011) و با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه بیابانی بوده و بادهای شدید نیز در منطقه وجود دارد، وقوع این بادها در منطقه، درصورتی‌که خاک کاملاً لخت باشد، باعث می‌شود که خاک سطحی مرتب جابه‌جا شود و تشکیل مواد آلی در لایه فوقانی خاک خیلی ناچیز باشد، ولی تاج توسعه‌یافته‌تر گز نسبت به تاغ و وجود تورفتگی و حالت حفرشدگی خاک زیر پایه‌های گز، مانع از جابه‌جایی لایه‌های سطحی خاک هنگام بادهای شدید می‌شود. این موضوع باعث شده است که باد نتواند در زیر تاج‌پوشش گز، خاک را به‌راحتی جابه‌جا کند، درصورتی‌که در گونه سیاه‌تاغ با توجه به کمتر بودن سطح مقطع تاج، باد به‌راحتی می‌تواند خاک اطراف و زیر تاج‌پوشش را جابه‌جا کند و ازآنجایی‌که قسمت اعظم کربن خاک در مناطق بیابانی در افق‌های سطحی آن قرار دارد، وزش بادهای شدید می‌تواند باعث کاهش ذخیره کربن در این افق شود. نتایج تجزیه پروفیل‌های خاک در تاغزار پژوهش پیش‌رو در سال ۱۳۹۷ نیز نشان داد، این مناطق از لحاظ شوری و قلیائیت بدون مشکل و از نظر عناصر غذایی فسفر و پتاسیم در حد متوسط بودند، هر چند درصد کربن آلی در این مناطق پایین بود. همین شرایط در مناطق با تراکم متوسط تاغ نیز مشاهده شد، هر چند بافت این مناطق شنی بوده و میزان پتاسیم قابل جذب در حد ضعیف بود (Tavakoli neko *et al.*, 2019). از دیگر عوامل وجود قسمت اعظم اندوخته کربن در خاک زیر تاج‌پوشش گونه گز، می‌توان به تولید بایومس بیشتر و گستردگی پوشش تاجی و افزایش میزان لاش‌برگ اشاره کرد. این مطلب ازآنجایی قابل توجیه است که در فاصله بین گونه‌های گیاهی، جایی که تقریباً عاری از پوشش بوده، نیز پروفیل‌هایی با همان عمق، به‌عنوان شاهد، حفر شد. نتایج آماری بیانگر این موضوع بود که در زیر تاج‌پوشش میزان کربن ذخیره‌شده بیشتر از منطقه‌ای است که هیچگونه پوشش تاجی و لاش‌برگی وجود ندارد. Su و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی، بیان کردند که احیای بیولوژیک اراضی بیابانی باعث افزایش ظرفیت ذخیره کربن خاک می‌شود. در بررسی که در جنگل‌های اسکاتلند توسط Cannel و Dewar (۱۹۹۳) انجام شد، نتیجه‌گیری شد که افزایش لاش‌برگ سطحی باعث می‌شود که کربن مواد آلی خاک افزایش یابد. در تحقیق دیگر، Forouzeh (۲۰۰۷) نیز افزایش میزان کربن آلی در خاک را ناشی از تأثیر لاش‌برگ و افزایش درصد پوشش تاجی در منطقه مورد مطالعه نسبت به منطقه شاهد بیان کرده است. با توجه به اینکه طول و عرض تاج هر پایه گز در این تحقیق بیشتر از پایه تاغ بود، به طبع میزان تولید حجم لاش‌برگ در گونه گز بیشتر از گونه تاغ است که همین افزایش میزان ذخیره کربن را در خاک موجب می‌شود. این موضوع با نتایج Wang و همکاران (۲۰۱۱) نیز که بیان کردند الگوهای متفاوت تاج‌پوشش در میزان ظرفیت ذخیره کربن تأثیر دارد،

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مطابقت دارد. پایین بودن عناصر غذایی و مواد آلی خاک در تاغزار این مطالعه، توسط پژوهشگران دیگر نیز اثبات شده بود (Tavakoli neko *et al.*, 2019). Yin و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود در رویشگاه‌های جنس گز در دشت رسوبی صحرای تاکلاماکان چین گزارش کردند که افزایش میزان عناصر غذایی خاک (ماده آلی، فسفر و پتاسیم) در زیر تاج‌پوشش گز بیانگر آن است که این گونه می‌تواند برای احیای پوشش گیاهی و ارتقای بهره‌وری از زمین‌های شور سودمند باشد، اما افزایش EC و pH از اثرهای منفی این گونه بر خواص شیمیایی خاک است. هر چند در مطالعات متعددی شوری بالای خاک در زیر تاج‌پوشش گونه‌های گز گزارش شده است، اما این نکته مبهم است که این شوری خاک آیا به‌دلیل حضور گز است یا عوامل محیطی دیگر (Glenn *et al.*, 2012). برخی محققان معتقدند که همبستگی مثبت میان شوری خاک با حضور گز به‌دلیل مقاوم‌تر بودن این گونه به شوری بالای خاک نسبت به گونه‌های دیگر است (Stromberg *et al.*, 2009). با وجود بالاتر بودن شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در تاغزار به نسبت رویشگاه گز، به نظر می‌رسد، کم بودن مقادیر این شاخص‌ها نسبت به میزان استاندارد، نشان از تحت تنش بودن منطقه رویشی به علت محدودیت بارش و دمای بالا دارد. در رویشگاه گز نیز با وجود اینکه میزان ذخیره کربن خاک و شاخص‌های عناصر خاک نسبت به رویشگاه تاغ بالاتر بود، اما پوشش گیاهی کف، بسیار فقیر و فاقد زادآوری بود و محاسبه شاخص‌های زیستی مقدور نبود. تنش‌های شدید خشکی و شوری وارده به رویشگاه گز، که دلایل آن از یکسو به‌دلیل احداث دو سد در بالادست منطقه مطالعاتی مسیله از سال ۱۳۷۵ و قطع ورودی حقابه دشت مسیله که سبب پدیده پیش‌روی آب شور تحت‌الارض از طرف دریاچه نمک به سمت دشت و درنهایت حرکت آن به سمت لایه‌های سطحی در اثر پدیده تبخیر و صعود موئینگی است (Rahmatizadeh *et al.*, 2014)، از سوی دیگر به‌دلیل قدرت رقابتی بالای گونه گز و انتقال عناصر نمک‌زا از اعماق خاک و آب به لایه سطحی خاک، زیستگاه را ملزم به تشکیل جوامع تک‌گونه‌ای می‌کند و باعث کاهش تنوع گونه‌ای می‌شود (Daoyuan *et al.*, 2002). این نتیجه‌گیری با وضعیت تنوع زیستی منطقه مطالعاتی گز منطقه مشک‌آباد که عاری از پوشش گیاهی کف و همراه بود نیز همخوانی دارد. این گونه برای مناطقی مناسب است که میزان املاح آب زیرزمینی بالایی دارند که در این شرایط امکان رشد سایر گونه‌ها وجود نداشته یا با محدودیت مواجه است. با توجه به ظرفیت بسیار زیاد گز برای گسترش در مناطق خشک و نیمه‌خشک، همچنین تحمل زیاد این گونه به شوری، می‌توان آن را گونه‌ای مناسب برای جنگل‌کاری در مناطقی با چنین مشخصاتی دانست. چنانچه در سایر نواحی نیاز به کشت این گونه باشد به کیفیت آب زیرزمینی و شرایط خاک توجه شود، زیرا این درختچه می‌تواند باعث افزایش شوری در لایه سطحی خاک شود، البته موضوع افزایش ذخیره کربن و افزایش عناصری مانند فسفر می‌تواند منجر به بهبود شرایط خاک در موارد خاص شود. بااین‌حال، این موضوع مستلزم بررسی‌های بیشتری است.

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که درختچه گز از سازگاری مطلوبی با شرایط آب‌وهوایی منطقه برخوردار است. تأثیر مثبت این درختچه بر ویژگی‌های خاک با افزایش ماده آلی در سطح خاک است که در طولانی‌مدت موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود (Bazgir *et al.*, 2020). گونه گز، قابلیت بیشتری نسبت به گونه تاغ در ذخیره‌سازی کربن دارد. بنابراین، با شناخت گونه‌هایی که قابلیت بیشتری برای ذخیره کربن دارند و نیز بررسی عوامل مدیریتی که بر فرایند ذخیره کربن تأثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیای جنگل‌های شهری را نیز از منظر شاخص ذخیره کربن دنبال کرد. با توجه به تأثیرات مثبت گز روی خاک، استفاده از درختچه گز در فضای سبز شهر هم توصیه شده است (Rabiei *et al.*, 2021). همچنین، براساس نتایج، کشت گز سبب افزایش پتاسیم، کلسیم و منیزیم در منطقه گزکاری نسبت به منطقه شاهد شده است. برای انتخاب گونه مناسب‌تر، از نظر تأثیر بیشتر روی خصوصیات مثبت خاک، گز مناسب‌تر از تاغ است (Jafari *et al.*, 2006b). در

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهشی دیگر، Ordibehesht و همکاران (۲۰۲۴) روی فاکتورهای زیستی خاک در رویشگاه گز و تاغ استان قم مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که گونه گز باعث افزایش شاخص زیستی تنفس میکروبی خاک و اندوخته کربن آلی نسبت به گونه تاغ می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از این منطقه، قابل تعمیم به مناطق با شرایط اکولوژیک مشابه بوده و در مناطقی که قرار است درخت‌کاری با گونه گز انجام شود، لازم است عوامل خاکی مطرح شده در این تحقیق، مدنظر قرار گیرد. ضروری به نظر می‌رسد در زمینه ذخیره کربن در کشور با اولویت‌های تحقیقاتی و اجرایی آینده در جهت ارزیابی توان ذخیره کربن خاک مناطق بیابانی و احیای این مناطق به‌صورت جدی‌تر مطرح شده و اقدامات لازم انجام شود. همچنین به دلیل کربن فوق‌العاده زیاد ذخیره‌شده در ماده آلی و سرشت پویای مواد آلی خاک، مدیریت خاک می‌تواند روشی مهم برای متعادل کردن اثر گلخانه‌ای جهان و شرط اساسی برنامه‌ریزی برای حفاظت، اصلاح و احیای مراتع باشد. پیشنهاد می‌شود با مطالعه گسترده‌تر وضعیت گزارهای موجود در محدوده مورد مطالعه، علاوه‌بر تدوین سیاست‌های حفاظتی منطبق بر شرایط طبیعی و اقتصادی– اجتماعی محدوده تحقیق، به‌دنبال توسعه و افزایش کمیت و کیفیت این رویشگاه‌ها نیز بود. از اهداف این طرح می‌توان به احیا و حفظ اکوسیستم جنگلی، کاهش فرسایش آبی و بادی، برنامه‌ریزی برای اکوتوریسم و افزایش مشارکت مردمی و ارگان‌های غیردولتی در احیا و توسعه سرانه سبز استان اشاره کرد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از دستاورد پروژه ملی «سنجش و پایش رویشگاه‌های ایران– تورانی (فاز اول)» است که با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شد. بنابراین، از دست‌اندرکاران قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh, T., Matinizadeh, M., Habashi, H. and Sadeghi, S.M., 2022. Comparison of soil biological properties and carbon storage of *Prosopis cineraria* and *Prosopis juliflora* (Case study: Assaluyeh). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 29 (1): 89-105.
- Amanda, L., Binkley, D. and Carol, A.E., 2005. Plant diversity in riparian forests in northwest Colordo: Effects of time and river regulation. Forest Ecology and Management, 20:110-121.
- Amani, M. and Parvizi, M., 1996. Haloxylon, Forestry And Silviculture. Islamic Culture Publishing Office, Iran, 120p. (In persian).
- Anderson,T.H., 2000. Application of eco-physiological quotients on microbial biomasses from soils of different cropping histories. Soil Biology and Biochemistry, 22: 251-255.
- Asgharzadeh, A., 2010. Laboratory methods of soil biology. Tabriz Univ. Press. Tabriz, Iran, 755p (In Persian)
- Bakhshandehmehr, L., Soltani, S. and Sepehr, A., 2013. Assessment of current situation of desertification and modified MEDALUS model in the Isfahan Segzi plain. Journal of Range and Watershed Management, 66: 27-41.
- Bazgir, M., Shadivand, K. and Rostami, A., 2020. Effect of *Tamarix Shrub Tamarix Ramosissima* Ledeb. on Soil Physiochemical Properties and Carbon Sequestration of Desert Soils. Journal of Desert Management. 14: 93-106.
- Brooks, R., 2000. Carbon Sequestration What's That?. Cooperative Extension System. University of Idaho. Forest Management, 32: 2-4.
- Bu, X., Ruan, H., Wang, L., Ma, W., Ding, J. and Yu, X., 2012. Soil organic matter in density fractions as related to vegetation changes along an altitude gradient in the Wuyi Mountains, southeastern China. Applied Soil Ecology, 52: 42-47.
- Cannel, M.G.R. and Dewar, R.C., 1993. The carbon sinks provided by plantation forests and their products in Britain. Institute of Terrestrial Ecology, Scotland, 124p.
- Carlsson, M., 1999. Method for integrating planning of timber production and biodiversity: case study. Journal of Forest Research, 29: 1183-1191.
- Corney, M.G., Smart, S.M., Kibby, K.J., Buche, R.G.H. and Marrs, R.H., 2006. Relationships between the species composition of forest fieldlayer vegetation and environmental drivers assessed using a national scale survey. Journal of Ecology, 94: 388-401.
- Daoyuan, Z., Linke, Y. and Borong, P., 2002. Bilogical and ecological characteristics of *Tamarix* L. and its effect on the ecological environment.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

types of forest vegetation. Pedosphere, 16: 505-511.
- Kooch, Y., Hosseini, S.M., Akbarinia, M. and Jalilvand, H., 2010. Earth Heating Phenomenon and Carbon Sequestration in Forest Ecosystems. Kazemi, S.M. The 2th International Conference on Climate Change and Dendrochrochronology. Sepehr, Tehran, 384p.
- Kooch, Y., Hosseini, S.M., Zaccone, C., Jalilvand, H. and Hojjati, S.M., 2012. Soil organic carbon sequestration as affected by afforestation: the Darab Kola forest (north of Iran) case study. Journal of Environmental Monitoring, 14: 2438- 2446.
- Lal, R. 2004. Carbon Sequestration in Dryland Agriculture. 315-334. In: Rao S.C. and Ryan J., (Eds.). Challenges and Strategies of Dryland Agriculture. CSSA Special Publication, Crop Science Society of America, Inc. and American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 553p.
- Lalozae, A., Dahmardeh Ghaleno, M. and Ebrahimi, M., 2016. Effect of the tree windbreakers of *Tamarix* and *Eucalyptus* on some physical and chemical properties of soil in Hamoon Plain. Watershed Engineering and Management, 7(4): 536-542.
- Land and Soil Resources Report, 2011. General Administration of Natural Resources of Qom province. Afforestation unit, 157p.
- Moges, A., Dagnachew, M. and Yimer, F., 2013. Land use effects on soil quality indicators: a case study of Abo- Wonsho Southern Ethiopia. Applied and Environmental Soil Sciences, Article ID 784989: 9p.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean C.A., 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agricultur, U. S. Government Printing Office, Washington D. C. No. 939, 19p.
- Ordibehesht, M., Matinizadeh, M., Shirvany, A., Ravanbakhsh. H. and Tavakoli neko,H., 2024. Impact of canopy and seasoning on soil biological characteristics in *Haloxylon ammodendron* and *Tamarix hispida* habitats of Qom province. Iranian Journal of Forests (Accepted January 2024).
- Pilehvar, B., 2000. Determining the reserve level necessary to protect biodiversity by providing a suitable model in Vaz forest. Master's thesis, University of Tehran, 78p.
- Poorbabaei, H. and Ahani, H. 2004. Biodiversity of woody species in Acer platanoides sites in the Shafaroud forests, Gilan (Iran). Iranian Journal of Rostaniha, 5(2): 147-158.
- Pouyafar, A., Jareyani, M. and Mohammadkhan, Sh., 2003. *Haloxylon aphyllum* and its role in wind erosion control. Proceedings of the 1th National Conference *Haloxylon* spp., Iran, Kerman. June 2003, p 301-311.

Science in China, 45: 17-23.
- Dar, J.A. and Sundarapandian, S.M., 2013. Soil organic carbon stock assessment in two temperate forest types of western Himalaya of Jammu and Kashmir. India. Forest Research, 3: 1-5.
- Farahi, M., Mofidi, M., Mogiminejhad, F., Khatibi, R. and 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 Reseach, 21(2):. 307-316.
- Forouzeh, M.R., 2007. Investigating soil carbon and biomass deposition at the base of dominant and companion plant species. Master's thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 74 p.
- Fu, X., Shao, M., Wei, X. and Horton, R., 2010. Soil organic carbon and total nitrogen as affected by vegetation types in Northern Loess Plateau of China. Geoderma, 155: 31-35.
- Garcia-Franco, N., Wiesmeier, M., Goberna, M., Martínez-Mena, M. and Albaladejo, J., 2014. Carbon dynamics after afforestation of semiarid shrublands: implications of site preparation techniques. Journal of Forest Ecology and Management, 319: 107-115.
- Ghazanshahi, J., 1998.Soil and plant analysis. Homa Publications, Tehran. The Scientific-Research Quarterly of Iran's Forest and Poplar Research Journal, 2: 323-331.
- Glenn, E.P., Morino, K., Nagler, P.L., Murray, R.S., Pearlstein, S. and Hultine, K.R., 2012. Roles of saltcedar (*Tamarix* spp.) and capillary rise in salinizing a non-flooding terrace on a flow-regulated desert river. Journal of Arid Environments, 79: 56-65.
- ICP Forests, 2016. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring, and analysis of the effects of air pollution on forests. Part VII.1. Assessment of Ground Vegetation. http://www.icpforests.org/Manual.htm
- Jafari, M., Panahi, F., Ahmadi, A., Abbasi, H.R., Mosavi, M., Zareae, M.A. and Tavile. A., 2006a. Assessment of soil criteria indices for desertification studies in Ghom province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 13(3): 278-283.
- Jafari; M., Rasooli; B., Erfanzadeh, R. and Moradi, H.R., 2006b. An Investigation of the Effects of Planted Species, Haloxylon-Atriplex-*Tamarix* along Tehran-Qom Free Way on Soil Properties. Journal of Natural Enviroment (Iranian Journal of Natural Resources), 58(4): 921-931.
- Jeffrey.A.M., 2006.Lessnos from the past: Forest and Biodiversity. Scientific American, 225(3):116-132.
- Jiang, P.K. and Xu, Q.F., 2006. Abundance and dynamics of soil labile carbon pools under different

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

- Tavakoli Neko, H., Pourmeidani, A., Adnanim, M., Bagheri, H. and Bayat, M., 2019. The causes of drying of Haloxylon in Hussein Abad Mish-Mast, Qom, Iran. Iranian Journal of Range and Desert Research, 26(3): 650-659.
- UNDP., 2000. Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based management, Program Coordination, pp. 1-7.
- Walkley, A. and Black, I.A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1): 29-38.
- Wang, Z., Qi, X. and Zh, S., 2011. Topological field theory and thermal responses of interacting topological superconductors. Physical Review B, 84: 014527.
- Wilson, E.O. 1988. The Current State of Ecological Diversity: 1-20. In: Wilson, E.O. and Frances M.Peter (Eds.). Biodiversity. National Academy press, Washington (DC), USA. 521p. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK219273.
- Yin, C.H., Feng, G.U., Zhang, F., Tian, C.Y. and Tang, C., 2010. Enrichment of soil fertility and salinity by tamarisk in saline soils on the northern edge of the Taklamakan Desert. Agricultural Water Management, 97(12): 1978-1986.
- Zhang, D., Yin, L. and Pan, B., 2002. Biological and ecological characteristics of *Tamarix* L. and its effect on the ecological environment. Earth Sciences, 45(1): 18-22.
- Zhu, B., Wang, X., Fang, J., Piao, S., Shen, H., Zhao, S. and Peng, C., 2010. Altitudinal changes in carbon storage of temperate forestson Mt Changbai, Northeast China. Journal of Plant Research, 123: 439-452.
- Rabiei Sadeghabadi, M., Noori, O. and Deihimfard, R., 2021. Plant selection for semi-arid urban landscapes with an emphasis on climate change. Iranian Journal of Envioronmental Sciences, Shahid Beheshti University. 18(1): 219-236.
- Rahmatizadeh, A., Jafari , M. and Karimian Eghbal , M., 2014. Identifying saline lands and halophytes of Qom province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 21(4): 580-590.
- Risser, P.G., 1995. Biodiversity and Ecosystem Function. Conservation Biology, 9: 742-746.
- Rostami Shahraji, T., 2004. Quantitative and qualitative evaluation of forestry works done by forestry cooperatives in Gilan province. Applied Research of Gilan Province, No. 14, Management and Planning Organization of Gilan Province, 25p (In persian)
- Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., and Margasin, R., 1996. Methods in Soil Biology. Springer, Berlin, 426p.
- Shahooyi, S., 2007. The nature and properties of soils (Translation). University of Kurdistan, 880p.
- Smith, P., 2007. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. European Journal of Agronomy, 20: 229-236.
- Stromberg, J.C., Chew, M.K., Nagler, P.L. and Glenn, E.P., 2009. Changing perceptions of change: the role of scientists in *Tamarix* and river management. Restoration Ecology, 17: 177-186.
- Su, Y.Z., Xue, F.W., Rong, Y. and Jaehoon, L., 2010. Effects of sandy desertified land rehabilitation on soil carbon sequestration and aggregation in an arid region in China. Journal of Environmental Management, 91: 2109-2116.

Archive of SID.ir