http://magazine.hormozgan.ac.ir

Impact of Ecological Factors and Management Practices on Carbon Storage in Artemisia sieberi in the Rangelands of Semnan Province

Hamed Joneidi [a,*], Hossein Azarnivand [b], Mohammad Jafari [b]

[a] **Hamed Joneidi, Associate professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran*

[b] *Hossein Azarnivand, professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran*

Research Full Paper

Article History (Received: 2025/04/30 Accepted: 2025/06/10)

Extended abstract

1- Introduction:

The rising concentration of greenhouse gases, particularly carbon dioxide (CO_2), has emerged as one of the most pressing environmental challenges of the 21st century. Carbon sequestration within natural ecosystems, including rangelands, is recognized as an effective strategy for mitigating greenhouse gas emissions and combating climate change. Due to their vast expanse and substantial capacity for carbon storage in both biomass and soil, rangelands play a pivotal role in the global carbon cycle. The potential for carbon storage in rangelands is influenced by various factors, including plant species composition, geographical location, and management practices. This study hypothesizes that Artemisia-dominated rangelands exhibit a high capacity for carbon sequestration due to their extensive and persistent coverage. Moreover, key environmental variables—such as soil characteristics, vegetation dynamics, and topography—alongside management practices—including grazing intensity, conservation measures, and land-use interventions—are expected to significantly impact the carbon sequestration potential of these ecosystems. Given the importance of understanding these dynamics, this study aims to evaluate the carbon storage capacity of Artemisia rangelands in Semnan Province while identifying the ecological and management factors that influence this process.

2-Methodology

The study areas in Semnan province, including the counties of Ivanaki, Damghan, and Semnan, with the highest percentage of *Artemisia sieberi* presence, were selected. Human-managed treatments included grazing, corrective measures such as the construction of furrows and flood spreading, land-use changes from rangeland to salt cedar plantation, and the cultivation of fruit trees (pistachio). Environmental treatments considered were topographic features (slope, aspect, and elevation), vegetation characteristics (density, canopy cover, and biomass), and climate (temperature and precipitation) at the study sites. Vegetation sampling was performed using a systematic random method. In each plot, canopy cover, density, plant size, litter, and the biomass of both aboveground and underground parts were determined. Soil samples were collected at three different depths (0-20 cm, 20-40 cm, and 40-60 cm, and 75-100 cm) corresponding to the maximum rooting depth. Data analysis to assess the effect of ecological and management factors on the organic carbon storage in the study treatments was performed using ANOVA to compare the mean values of measured parameters in soil, litter, and biomass.To assess the effect of human factors on the carbon storage in the ecosystem, independent t-tests were applied for study and control areas, while Principal Component Analysis (PCA) was used to identify the most influential ecological factors on carbon sequestration per unit area.

3- Results

The results revealed that the total organic carbon reserves in the Artemisia rangelands of Semnan province (including soil, biomass, and litter) averaged 25.5 tons per hectare, with minimum and maximum values of 10 and 55 tons per hectare, respectively, and were significantly influenced by environmental and management factors. The effect of grazing on carbon sequestration depended on the grazing intensity, with higher grazing intensity leading to a reduction in the ecosystem's carbon storage

[*] **Corresponding Author: hjoneidi@ut.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

capacity. Land-use change from Artemisia rangeland to black salt cedar plantation significantly increased carbon reserves, whereas the conversion of rangeland to pistachio cultivation did not have a meaningful effect on carbon sequestration capacity. Corrective measures had varied effects on water retention in different regions, depending on the type and extent of their implementation, with proper project location being a key factor in their success.

Environmental factors also played a significant role in the amount of organic carbon storage in Artemisia rangelands. Factors such as soil properties (clay content, nitrogen, and lime) and topography (elevation) had a considerable impact on carbon reserves.

PCA analysis of environmental variables (topography, soil, and climate) in Artemisia rangelands indicated that the first, second, and third principal components (elevation, nitrogen content, and clay content) explained 57.3%, 20.68%, and 9.16% of the variance in carbon sequestration, respectively, with these three components collectively accounting for 87.14% of the total variation in carbon sequestration.

In general, soil accounted for the largest share (87%) of the total carbon reserves in the ecosystem. The contribution of biomass and litter to the total carbon storage per unit area was 12.9% and 0.1%, respectively.

4- Discussion & Conclusions

The present study demonstrated that the average carbon sequestration in Artemisia rangelands in Semnan province is highly influenced by both environmental and management factors. Increasing accessible nitrogen through soil fertility improvement and stimulating plant growth plays a significant role in enhancing carbon sequestration. Moreover, elevation, by affecting the local climate, increased biomass production and canopy cover, improving carbon sequestration capacity.

This study found that soils with higher levels of lime and clay have a greater potential for stabilizing organic carbon. Lime improves soil structure, and clay forms clay-humus complexes, enhancing carbon stability. Grazing intensity played a critical role in altering carbon reserves; intensive grazing led to a reduction in biomass and a decrease in stored carbon.

Additionally, management practices such as appropriate tree planting and furrow construction, if correctly located, had a positive impact on carbon sequestration. The results emphasized that soil, contributing 87%, is the primary carbon reservoir in these ecosystems, with underground biomass holding more than half of the total carbon in the biomass.

Overall, this study highlights the importance of proper grazing management, protection of clay- and lime-rich soils, and the development of suitable corrective projects to increase carbon sequestration capacity in Artemisia rangelands, recognizing these ecosystems as effective biomes for mitigating climate change.

Key Words: Carbon storage, biomass, shrubland, environmental factors, soil properties

Cite this article: Joneidi, H., Azarnivand, H., & Jafari, M. (2025). Impact of Ecological Factors and Management Practices on Carbon Storage in Artemisia sieberi in the Rangelands of Semnan Province. *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2025; 15 (3):97-116*. http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.96

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.96
Published by Hormozgan University Press.
URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

تعیین تاثیر برخی عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی بر میزان ذخایر کربن آلی درمنه‌زارهای استان سمنان

حامد جنیدی*: *دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج*
حسین آذرنیوند*: *استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج*
محمد جعفری: *استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰)
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.96

هدف این مطالعه بررسی ظرفیت ذخیره کربن درمنه‌زارهای استان سمنان و شناسایی عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی مؤثر بر آن است. مناطق مطالعاتی در استان سمنان شامل شهرستان‌های ایوانکی، دامغان و سمنان با بیشترین درصد حضور *Artemisia. sieberi* انتخاب شد. تیمارهای تحت مدیریت انسان شامل چرای دام، اقدامات اصلاحی مانند احداث فارو و پخش سیلاب، تغییر کاربری از مرتع به پروژه نهالکاری با تاغ و کشت درختان مثمر (پسته‌کاری) و تیمارهای بوم‌شناختی شامل توپوگرافی، پوشش گیاهی و اقلیم در رویشگاه‌های مورد مطالعه انتخاب شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در هر تیمار به روش تصادفی سیستماتیک انجام شد. در هر پلات، درصد پوشش تاجی، تراکم، ابعاد هر پایه، لاشبرگ، و زیتوده اندام‌های هوایی و زیرزمینی تعیین شد. برداشت خاک با توجه به حداکثر عمق ریشه‌دوانی از سه عمق مختلف (۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۶۰-۴۰ سانتیمتری) انجام شد. برای بررسی اثر عوامل مدیریتی بر ذخایر کربن اکوسیستم در مناطق مطالعاتی و شاهد از آزمون تی استیودنت مستقل و برای تعیین مهمترین عوامل بوم‌شناختی موثر بر میزان ترسیب کربن در واحد سطح از آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. نتایج نشان داد ذخایر کل کربن آلی درمنه‌زارهای استان سمنان به طور متوسط ۲۵/۵ تن در هکتار است. حداقل و حداکثر مقادیر این ذخایر به ترتیب ۱۰ و ۵۵ تن در هکتار در مناطق مختلف تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی قرار دارد. اثر عواملی نظیر چرا بر ترسیب کربن بستگی به شدت بهره‌برداری داشته و با افزایش شدت چرا، ظرفیت ذخیره کربن اکوسیستم کاهش یافت. اجرای پروژه بیولوژیک نهالکاری با سیاه تاغ در درمنه‌زارهای مورد مطالعه تأثیر قابل توجهی در افزایش ذخایر کربن اکوسیستم داشت. اقدامات اصلاحی نظیر ذخیره نزولات در مناطق مختلف اثرات متفاوتی داشت. نتیجه آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی متغیرهای بوم‌شناختی در رویشگاه های درمنه دشتی بیانگر توجیه به ترتیب ۵۷/۳، ۲۰/۶۸ و ۹/۱۶ درصد از تغییرات کربن ترسیب شده در اکوسیستم توسط مولفه های اصلی اول(ارتفاع از سطح دریا و میزان ازت خاک)، دوم(میزان رس خاک) و سوم(درصد آهک خاک) است. نتایج این تحقیق می تواند در تدوین استراتژی‌های مدیریت پایدار منابع طبیعی و کاهش اثرات فرسایش خاک بر چرخه کربن مؤثر باشد

واژگان کلیدی: ذخایر کربن، بیوماس، بوته زار، عوامل بوم‌شناختی، خصوصیات خاک

* نویسندهٔ مسئول: hjoneidi@ut.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

۱ـ مقدمه

از انقلاب صنعتی تاکنون، غلظت دی‌اکسید کربن جو از ۳ قسمت در میلیون به حدود ۴۰۰ قسمت در میلیون رسیده است و پیش‌بینی می‌شود که این مقدار تا سال ۲۱۰۰ به ۶۰۰ قسمت در میلیون برسد، که منجر به افزایش دمای متوسط سالانه زمین به میزان ۱ تا ۳ سانتی‌گراد می‌شود (Hashimoto, 2019). با افزایش شدید گازهای گلخانه‌ای، جامعه جهانی اقداماتی را برای کاهش انتشار این گازها انجام داده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تدوین پروتکل کیوتو اشاره کرد (UNFCCC, 2020). یکی از موارد تأکید شده در این پروتکل، ضرورت کاهش دی‌اکسید کربن موجود در جو، از طریق حفظ و ایجاد پوشش گیاهی و ترسیب کربن است (Sjølie *et al*,2014). ترسیب کربن، فرآیندی کلیدی در کاهش دی‌اکسید کربن جو است که شامل جذب این گاز توسط گیاهان و ذخیره‌سازی آن در زیست‌توده و خاک است. این مکانیزم طبیعی نقش مهمی در تعدیل تغییرات اقلیمی و تقویت پایداری اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند (Lal *et al*, 2004). در فرآیند ترسیب کربن نه تنها شامل سنتز هیدرات‌های کربن است، بلکه بقا و پایداری کربن در اجزای گیاهی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نواحی خشک، کمبود رطوبت و شرایط بوم‌شناختی خاص، به‌ویژه فرآیندهای تجزیه کربن، می‌توانند به طور قابل توجهی بر کارایی و میزان ترسیب کربن در واحد سطح اثر گذار باشد.(Solomon *et al*, 2017). برخی مطالعات نشان داده‌اند که در مناطق خشک، پتانسیل ترسیب کربن در خاک با افزایش میزان بارش و تغییر در دما بهبود می‌یابد (Dias *et al*, 2023 & Sharma, 2012). همچنین در اکوسیستم‌های مناطق خشک، ذخایر کربن و فرآیند ترسیب آن تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی و انسانی قرار دارند. فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین تهدیدها برای پایداری کربن در این مناطق محسوب می‌شود. فرآیند فرسایش، با حذف لایه‌های سطحی خاک و تغییر در ساختار و ترکیب مواد آلی، بر نرخ ترسیب و ذخیره‌سازی کربن تأثیرگذار است.

انتقال کربن از سطح زمین به اتمسفر نه تنها به افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین منجر می‌شود، بلکه کاهش حاصلخیزی خاک و توانایی آن در تولید غذا و بازسازی مواد را نیز به دنبال دارد، که این امر پیامدهای گسترده‌ای برای امنیت غذایی و پایداری زیست‌بوم‌شناختی دارد(Sjølie *et al*, 2014).

مراتع که بخش قابل توجهی از سطح زمین را پوشش می‌دهند، علاوه بر نقش سنتی خود به‌عنوان منابع علوفه‌ای، به دلیل پتانسیل بالای ذخیره‌سازی کربن در واحد سطح، امروزه به‌عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی مورد توجه متخصصین علوم محیط‌زیست قرار گرفته‌است(Norderhaug *et al*, 2023).

مراتع، که تقریباً یک‌سوم خشکی‌های کره زمین را پوشش می‌دهند، به دلیل پتانسیل بالای خود در ترسیب کربن، نقش مهمی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی ایفا می‌کنند. در مقیاس جهانی، این اکوسیستم‌ها قادر به ترسیب سالانه حدود ۱۵ میلیارد تن کربن هستند، که این امر اهمیت مدیریت پایدار مراتع را برجسته می‌کند(Dondini *et al*, 2023). میزان ذخایر کربن خاک به شدت تحت تأثیر عواملی همچون توپوگرافی، شرایط اقلیمی، مدیریت دام و همچنین اقدامات اصلاحی و احیایی قرار دارد. این عوامل می‌توانند به طور مستقیم بر ذخیره‌سازی و پایداری کربن در خاک تأثیر گذاشته و نقش مهمی در بهبود کیفیت خاک و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی ایفا کند(Chatterjee *et al*, 2020). توان ذخیره‌سازی کربن در مراتع به شدت تحت تأثیر عواملی مانند تنوع گونه‌های گیاهی، موقعیت جغرافیایی و روش‌های مدیریت زمین قرار دارد. این عوامل می‌توانند به طور مستقیم بر میزان ترسیب کربن و پایداری آن در خاک و زیست‌توده مراتع تأثیر

* نویسندهٔ مسئول: hjoneidi@ut.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

بگذارد(Smith & fang, 2023). مطالعات نشان داده‌اند که عملیات اصلاحی مختلف از جمله پخش سیلاب(Roosta *et al*, 2020)، جنگل‌کاری و اگروفارستری(Naveenkumar *et al*, 2017 & Joneidi *et al*, 2011)، بوته‌کاری (Zhou *et al*, 2018) و مدیریت چرا(Azarnivand *et al*, 2009 & Godde *et al*, 2020, Joneidi *et al*, 2016) باعث افزایش ذخایر کربن در اکوسیستم‌های مرتعی می شود.

بسیاری از مطالعاتی که بر روی فرآیند ترسیب کربن انجام گرفته است، بیانگر ارتباط مستقیم میان میزان ذخایر کربن اکوسیستم و سیستم‌های مختلف مدیریتی و کاربری اراضی است(Johnson, 2023& Lal, *et al*, 2018., Zandi *et al*, 2017). همچنین برخی از مطالعات بر روی تغییرات میزان ترسیب کربن در مراتع مناطق خشک نشان می‌دهند که مراتع تحت عملیات بیولوژیک در مقایسه با مناطق دیگر، افزایش چشمگیری در میزان ذخایر کربن نشان می‌دهند(Mgalula *et al*., 2021), چرا که نوسان تولید بیوماس با نوسان ترسیب کربن در یک منطقه ارتباط مستقیم دارد(Ebrahimi & Saberi, 2021). عامل توپوگرافی نیز نقش قابل توجهی در تغییر میکروکلیما از طریق تأثیر بر دما، بارش و جذب نور و در نهایت توان ترسیب کربن خواهد داشت(Hoylman *et al*, 2018). کربن آلی خاک معمولاً با افزایش بارش و کاهش دما در هر سطح بارش افزایش می‌یابد(Woo & Seo 2022). همچنین عوامل مهم بوم‌شناختی شامل وضعیت رطوبتی، دمای خاک، اسیدیته، میزان مواد غذایی خاک، میزان رس و کانی‌شناسی به عنوان عوامل کنترل‌کننده ماده آلی در خاک محسوب می‌شود(Luo & Wang 2021). مراتع ایران وسیع‌ترین عرصه حیاتی کشور را تشکیل می‌دهند. درمنه دشتی(*Artemisia sieberi*) یکی از گونه‌های بوته‌ای غالب ایران است که به عنوان جزء اصلی پوشش گیاهی منطقه ایران و تورانی شناخته می‌شود. این گونه به‌عنوان شاخص زیرمنطقه استپی نقش مهمی در تثبیت خاک، ترسیب کربن و حفظ پایداری اکوسیستم‌های استپی ایفا می‌کند (Mirdavoudi *et al*, 2022).

در این پژوهش فرض بر آن است که درمنه‌زارها به دلیل پوشش بسیار وسیع و پایا بودن، پتانسیل بالایی در جذب و ذخیره کربن دارند و در این راستا عوامل بوم‌شناختی (خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی) و مدیریتی(مانند شدت چرای دام و اقدامات اصلاحی و بیولوژیک) نقش مؤثری در تغییر توان حفظ و ترسیب کربن خواهند داشت که لازم است عوامل تعیین‌کننده و سهم هر یک در فرآیند ترسیب کربن شناسایی و تحلیل شود(Zhang *et al*, 2021). این تحقیق بر اهمیت ترسیب کربن در سطح جهانی و بر تأثیرات مختلف بوم‌شناختی و انسانی بر میزان ترسیب کربن تأکید دارد و به تعیین دقیق این عوامل و تبیین سهم هر یک در میزان کربن ترسیب شده و همچنین بررسی تأثیرات آن‌ها بر مدیریت پایدار مراتع کشور می‌پردازد. از این رو، در این تحقیق میزان ترسیب کربن در مراتع با گونه درمنه دشتی و اثر مهم‌ترین عوامل مدیریتی و بوم‌شناختی بر میزان ذخایر کربن آلی در مراتع نیمه‌تحتانی سمنان با غالبیت درمنه دشتی مورد بررسی قرار گرفت.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه در استان سمنان شامل شهرستانهای ایوانکی، دامغان و سمنان است. در انتخاب مناطق مورد مطالعه، ملاک اصلی حداکثر درصد حضور درمنه دشتی در تیپ های گیاهی مرتعی بود. همچنین مناطق به گونه ای تعیین شد که در هر ناحیه تنوعی از ویژگی های بوم‌شناختی و مدیریتی برای مقایسه اثر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی بر میزان ذخایر کربن آلی در واحد سطح وجود داشته باشد(شکل۱)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

ایوانکی: منطقه نمونه برداری به وسعت ۲ هکتار در وسعت ۵۰ هکتار شامل بخش دشت کوهپایه ای، به مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۳ دقیقه ی عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی است. شیب منطقه مورد مطالعه با جهت‌های مختلف و بین ۱ تا ۱۵ درصد متغیر است.

سرخه: این ناحیه به وسعت ۱۰۰ هکتار شامل دشت کوهپایه‌ای و همچنین بخشی از مناطق کوهستانی سرخه با مختصات ۳۵ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۰۷ دقیقه طول شرقی است. شیب منطقه ۱ تا ۱۰ درصد در جهت‌های جنوبی و شرقی متغیر است.

افتر: مساحت این منطقه ۲۰ هکتار و شامل دشت کوهپایه‌ای و بخشی از ناحیه کوهستانی شمال شرق روستای افتر در فاصله ۲۰ کیلومتری شمال غرب شهر سمنان با مختصات ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۰۷ دقیقه طول شرقی است. شیب عمومی منطقه مورد مطالعه بین ۱ تا ۱۵ درصد متغیر است.

سمنان: منطقه مورد مطالعه در این ناحیه به وسعت ۲۰ هکتار، به مختصات جغرافیایی۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی می باشد. شیب مناطق مورد مطالعه با جهت عمومی جنوبی در این ناحیه بین ۱ تا ۶ درصد متغیر است.

پیغمبران: منطقه شامل دشت آبرفتی واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرق سمنان (۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی) است. شیب منطقه ۱ تا ۵ درصد با جهت جنوبی است.

قوشه: منطقه شامل دشتی هموار در ۷ کیلومتری جنوب روستای قوشه (۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۰۵ دقیقه طول شرقی) واقع شده است. شیب عمومی منطقه ۱ تا ۳ درصد و در جهت شمالی است.

آهوان: منطقه در ۲۰ کیلومتری شمال شرق شهر سمنان به مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی واقع می باشد. شیب متوسط منطقه ۱۵ درصد در جهت غرب است.

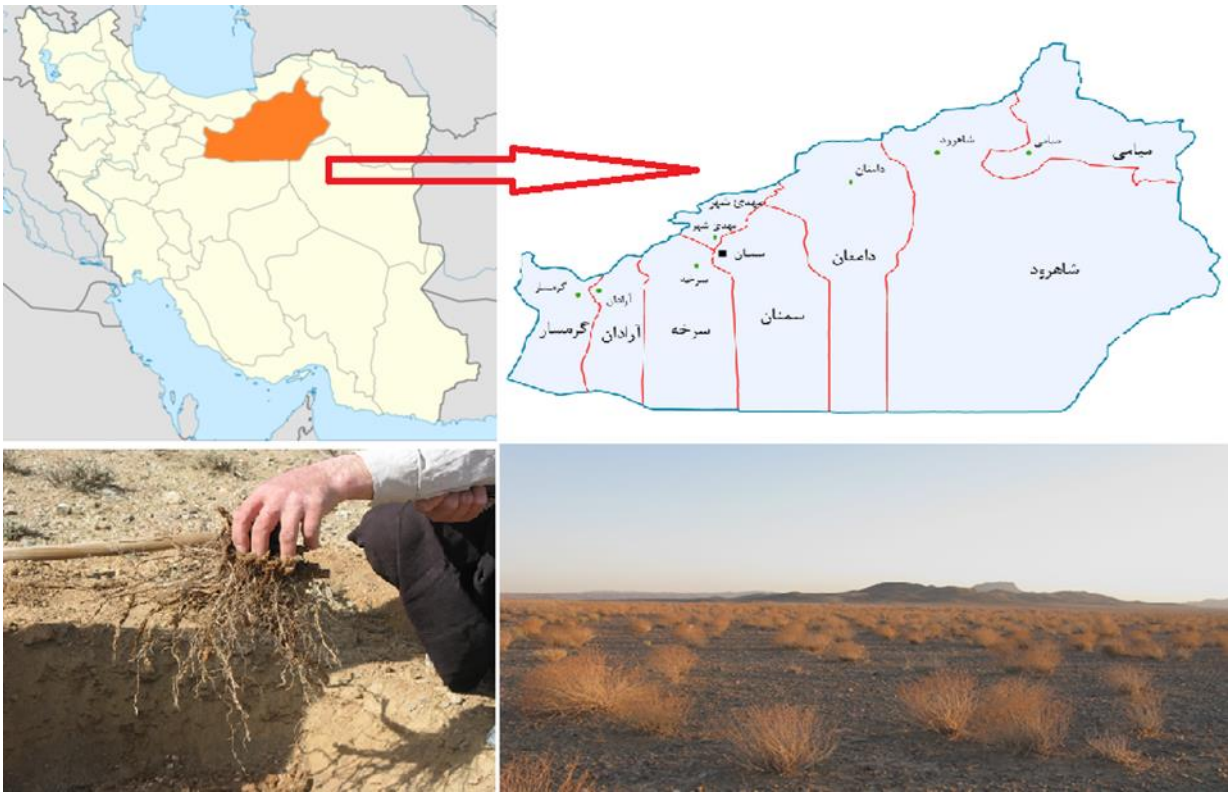
از نظر اقلیمی به طور کلی هفت ماه از سال در استان سمنان خشکی حاکمیت داشته و کمتر از پنج ماه دارای آب و هوای نیمه مرطوب است. میانگین بارش و دما در مناطق مورد مطالعه در استان سمنان در جدول ۱ آمده است.

جدول۱: مقادیر متوسط دما و بارش در مناطق مورد مطالعه در استان سمنان

منطقه	ایوانکی	سرخه	سمنان	پیغمبران	قوشه	افتر
متوسط بارش سالیانه (mm)	146/3	145/2	144/7	170/7	104/9	220
متوسط دمای سالانه (ºC)	19/4	18	18/4	13/3	16/3	12/2

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]



شکل۱: موقعیت مناطق مورد مطالعه و نمونه‌برداری در استان سمنان

۳ـ مواد و روش

۳ـ۱ـ داده‌ها و مراحل اجرای پژوهش

شرح تیمارهای مطالعاتی

با پیمایش دقیق صحرایی، تیمارهای مختلف چرای دام، فعالیت های اصلاحی مانند احداث فارو و پخش سیلاب و متغیرهای محیطی انتخاب و موقعیت هریک ثبت شد(جدول۲).

تیمارهای عملیات بیولوژیک نهالکاری با سیاه تاغ(توسط ادارات منابع طبیعی استان) و کشت درختان مثمر (پسته کاری)، تیمارهای محیطی شامل تنوع توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، تنوع شاخص های پوشش گیاهی درمنه(درصد پوشش تاجی، تراکم و زیتوده گیاهی) و اقلیم (دما و بارش) در مناطق مورد مطالعه انتخاب شد. برای تعیین اثر عوامل مدیریتی بر میزان ذخایر کربن آلی در نواحی مورد مطالعه به ترتیب زیر اقدام شد:

اثر چرای دام: دو منطقه نمونه برداری که هر یک دارای قرق در مجاورت منطقه چرا شده است، برای مطالعه انتخاب شد. در انتخاب تیمار چرا شده، ملاک عمل برداشت حداقل ۵۰ درصد از زیتوده اندام هوایی بر اثر چرای طولانی مدت بود. در این راستا در قرق ۱۰ ساله قوشه و پیغمبران منطقه ای به وسعت ۴ هکتار برای نمونه برداری انتخاب شد. درصد بهره برداری از زیتوده اندام هوایی در تیمار تحت چرای پیغمبران ۵۰ درصد و در قوشه ۷۰ درصد محاسبه شد (با استفاده از روش مقایسه بیوماس متوسط اندام هوایی مناطق تحت چرا و مناطق قرق در واحد سطح). تمامی خصوصیات توپوگرافی، خاک و اقلیم در دو تیمار چرا شده و قرق در نواحی مورد مطالعه یکسان بود(جدول۲).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

اثر احداث فارو: به این منظور در نواحی سـرخه و آهوان مناطق تحت عملیات فارو و منطقه مجاور آن که عملیات فارو بر روی آنها انجام نشـده اسـت به عنوان شـاهد انتخاب شـد. در ادامه در هر یک از تیمارها اقدام به تعیین مناطق معرف برای نمونه‌برداری شد.

اثر پخش سیلاب: با توجه به محدودیت مناطق تحت عملیات پخش سیلاب در درمنه زارهای استان، تنها منطقه ای به وسعت ۵ هکتار در بخش سرخه برای مطالعه انتخاب و نمونه‌برداری در این منطقه و منطقه مجاورآن که عملیات اصلاحی انجام نشده است، به عنوان شاهد انجام شد(جدول۲).

اثر اجرای پروژه بیولوژیک نهال‌کاری با سـیاه‌تاغ و احداث باغ: به این منظور ۲ منطقه مطالعاتی انتخاب شـد. تیمار اول شـامل درمنه زار تحت نهال‌کاری با سـیاه تاغ در شمال شهر ایوانکی، با تراکم متوسط ۱۵۰۰ پایه در هکتار و تیمار دوم شـامل منطقه ای به وسـعت ۴ هکتار تحت تغییر کاربری اراضی مرتعی به کشت درختان پسته با قدمت ۱۰ سال و متراکم متوسط ۸۰۰ پایه در هکتار بود.

اثر عوامل بوم‌شـناختی: عوامل توپوگرافی نظیر شـیب، جهت و ارتفاع نقش موثری بر خصـوصـیات محیطی نظیر پوشـش گیـاهی، خاک و اقلیم دارند. بنابراین، برای تعیین اثرعوامل بوم‌شـناختی بر میزان ذخایر کربن آلی اقدام به شـناسایی مناطقی از رویشگاه های درمنه در استان سمنان شد که دارای تنوعی از خصوصیات فیزیوگرافی باشند. سپس در هر یک از تیمارهای محیطی تعیین شده، اقدام به شناسایی مناطق معرف برای نمونه برداری شد(جدول۲).

نمونه برداری از پوشـش گیاهی در هر تیمار به روش تصـادفی سـیسـتماتیک و با توجه به وسـعت هر منطقه و یکنواختی عوامل محیطی به ویژه وضـعیت شـیب منطقه و نحوه توزیع و پراکنش پوشـش گیاهی انجام شـد. به این منظور،۳۰ تا ۴۰ پلات ۱×۱ متر مربعی در طول ۳ تا ۴ ترانسـکت به طول ۳۰۰ متر برای نمونه برداری انتخاب شـد. ابعاد پلات‌های نمونه‌برداری از روش حداقل سطح تعیین شد.

در هر پلات خصـوصیات درصد پوشش تاجی، تراکم و ابعاد هر پایه درمنه (با شکل هندسی مخروط) ثبت گردید. همچنین در هر پلات اقدام به نمونه‌برداری کامل از لاشبرگ سطحی شد. به منظور تعیین زیتوده اندام هوایی و زیرزمینی در هر تیپ، تعداد ۲۰ پایه گیاهی(جهت داشـتن تعداد داده کافی برای برقراری رابطه رگرسیونی قابل اعتماد در قطعات نمونه برداری و تعمیم آن به واحد سـطح مناطق تحت مطالعه) که از نظر بنیه و سایر خصوصیات ظاهری نظیر ابعاد تاج نماینده تیپ گیاهی مورد مطالعه باشـد، انتخاب شد. به منظور نمونه‌برداری از اندام هوایی، پوشش تاجی و طوقه هر پایه تا سـطح زمین به طور کامل قطع شـد. نمونه‌برداری از اندام زیرزمینی هر پایه با توجه به عمق خاک و توسعه عمودی ریشـه ها در خاک از ۳ عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰و۶۰-۴۰ سـانتیمتری انجام شد. تمامی ریشه های موجود در هر عمق جمع آوری و در پاکت های جداگانه به آزمایشـگاه منتقل شـد. در نهایت با احتساب تراکم پایه های درمنه در واحد سطح (روش شـمارش پایه ها در سـطح پلات ها ی نمونه‌برداری)، وزن زیتوده اندام هوایی و زیرزمینی و زیتوده کل در هکتار تخمین زده شد.

برای مطالعه خصـوصـیات خاک اقدام به حفر ۷ پروفیل در پای بوته ها و فضای خالی بین آن ها در هر تیمار شد. تعداد نمونه های خاک با توجه به شـرایط بوم‌شـناختی و حصـول اطمینان از داشتن تعداد تکرار قابل قبول و با در نظر

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

گرفتن زمان و هزینه اجرای پژوهش انجام شـد. نمونه‌برداری در هر پروفیل بر اسـاس عمق خاک و حداکثر وسـعت ریشه‌دوانی ، از از ۳ عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰و ۶۰-۴۰ سانتیمتری انجام شده و نمونه های خاک به آزمایشگاه منتقل شد.

در آزمایشـگاه نمونه‌های تر در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت به طور کامل خشک شد. وزن خشـک هر نمونه به طور جداگانه ثبت و در ادامه وزن اندام های هوایی و زیرزمینی و وزن کل در هکتار محاسـبه شد. درصـد کربن آلی در هر گرم نمونه به روش احتراق در کوره الکتریکی تعیین و با محاسـبه و اعمال ضـرایب تبدیل کربن آلی در بیوماس، وزن کل کربن ذخیره شده در هر پایه و در هکتار از درمنه‌زارهای نواحی مطالعاتی محاسبه شد.

در نمونه‌های خاک، ابتدا نمونه ها الک شـده و درصد سنگ و سنگریزه در هر نمونه مشخص شد. در ادامه، درصد ذرات رس، سـلیت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس و کربن آلی از روش والکلی و بلک محاسبه شد. اندازه گیری اسـیدیته خاک در عصـاره اشـباع به کمک pH متر، هدایت الکتریکی به کمک EC متر، آهک به روش کالیسمتری، نیتروژن به روش کجلدال، فسـفر به روش کالریمتری و پتاسـیم به روش فلیم فتومتری اندازه گیری شـد. در ادامه با محاسبه وزن مخصوص ظاهری خاک در هر عمق و ضرب میزان کربن آلی خاک در وزن مخصوص ظاهری، وزن کل کربن ترسیب شده واحد سطح محاسبه شد (Adams 1973).

تجزیه و تحلیل داده ها

با بررسی نوع داده ها و بررسی آنها از نظر داشتن شرایط انجام آنالیز آماری، به منظور تعیین اثر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی بر میزان ذخایر کربن آلی در تیمار های مطالعاتی، مقادیر میانگین اندازه گیری شده در بخش زیتوده، خاک و لاشبرگ با آزمون تجزیه واریانس مورد مقایسه قرار گرفت.

برای برسی اثر عوامل مدیریتی بر ذخایر کربن اکوسیستم در مناطق مطالعاتی و شاهد از آزمون تی استیودنت مستقل اسـتفاده شـد. سـپس برای تعیین مهمترین عوامل بوم شناختی موثر بر میزان ترسیب کربن در واحد سطح درمنه‌زارهای استان سمنان از آزمون تجزیه مولفه های اصلی (PCA) استفاده شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم افزارهای Pc-Ordi و EXCEL استفاده شد.

جدول ۲: تیمار های بوم‌شناختی و مدیریتی و علامتهای اختصاری آن ها در آنالیز مولفه های اصلی

شماره	تیمار				ناحیه
IF	جهت جنوب	شیب 5-0	احداث فارو	عوامل انسانی	ایوانکی
IT	جهت جنوب	شیب 5-0	نهال کاری با تاغ		
I2	جهت جنوب	شیب 5-0	ارتفاع 1300-1100	عوامل محیطی	
I3	جهت شمال	شیب10-5	ارتفاع 1500-1300		
I4	جهت جنوب				
I5	جهت شرق				
I6	جهت غرب				
I7	جهت شمال	شیب15-10			
I8	جهت جنوب				
SF	جهت جنوب	شیب 5-0	احداث فارو		

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

SP	جهت جنوب	شیب 5-0	پخش سیلاب	عوامل انسانی	سرخه
S2	جهت جنوب	شیب 5-0	ارتفاع 1300-1100	عوامل محیطی	
S3	جهت جنوب	شیب 10-5	ارتفاع 1500-1300		
S4	جهت جنوب	شیب 15-10			
A1	جهت جنوب	شیب5-0	ارتفاع 1600-1400	عوامل محیطی	افتر
A2	جهت جنوب	شیب10-5			
A3	جهت شمال	شیب10-5			
A4	جهت شمال	شیب 15-10			
BP1	جهت جنوب	شیب 5-0	ارتفاع 1300-1100	عوامل محیطی	سمنان
BP2	جهت جنوب	شیب 10-5			
AP	جهت جنوب	شیب 5-0	چرا شده	عوامل انسانی	پیغمبران
AP-g	جهت جنوب	شیب 5-0	قرق		
AF	جهت غرب	شیب 10-5	احداث فارو	عوامل انسانی	آهوان
AH	جهت غرب	شیب 10-5	شاهد		
QT	جهت شمال	شیب 2-0	پسته کاری	عوامل انسانی	قوشه
Q1	جهت جنوب	شیب 5-0	چرا شده		
Q2	جهت جنوب	شیب 5-0	قرق		

۴-یافته‌ها

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه بر روی ذخایر کربن آلی کوسیستم (شامل خاک، زیتوده هوایی و زیرزمینی در ۲۷ زیر ناحیه رویشی بیانگر وجود اختلاف معنی دار مقدار کربن ذخیره شده در هر هکتار از درمنه‌زارهای تحت مطالعه است(جدول ۳). به این ترتیب احتمال تاثیر عوامل محیطی بر میزان ذخایر کربن آلی در درمنه‌زارهای مورد مطالعه قوت می یابد.

نتیجه آزمون تجزیه به مولفه های اصلی بر روی متغیر های بوم‌شناختی (عوامل توپوگرافی، خاک و اقلیم) در رویشگاه‌های درمنه دشتی بیانگر توجیه به ترتیب ۵۷/۳، ۲۰/۶۸ و ۹/۱۶ درصد از تغییرات کربن ترسیب شده در اکوسیستم توسط مولفه های اصلی اول، دوم و سوم است و این سه مولفه در مجموع ۸۷/۱۴ درصد از تغییرات میزان کربن ترسیب شده در اکوسیستم را توجیه می کنند. بر این اساس مولفه اصلی اول با متغیرهای ارتفاع از سطح دریا و محتوی ازت خاک بیشترین همبستگی را دارند. مولفه اصلی دوم با متغیر رس خاک همبستگی نشان می دهد و مولفه اصلی سوم نیز با متغیر آهک خاک دارای همبستگی است. نمودار مولفه های اصلی (شکل۲) توزیع مناطق مورد مطالعه را بر اساس خصوصیات مذکور نشان می دهد.

همان گونه که بیان شد مولفه اصلی اول شامل ارتفاع از سطح دریا و محتوی ازت کل خاک می باشد. با توجه به علامت‌های جبری مثبت و منفی ضرایب متغیرها (جدول ۷، در مولفه اول محور افقی) از چپ به راست مقادیر

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

متغیرهای ذکر شــده برای مولفه اول کاهش می یابد. در مولفه دوم (محور عمودی) از بالا به پایین میزان رس عمق اول افزایش می یابد (شکل ۲).

بنابراین عمده عوامل موثر بر تغییرات ذخایر کربن آلی در درمنه زارهای مورد مطالعه در استان سمنان به ترتیب مربوط به ارتفاع از سطح دریا، میزان ازت کل خاک، رس عمق اول و آهک عمق دوم خاک است.

باشد.

جدول ۳: مقایسه ذخایر کربن آلی در اکوسیستم در ۲۷ زیر ناحیه رویشی در استان سمنان

منبع تغییرات	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	نتیجه آزمون
کربن خاک	بین گروه ها درون گروه ها	26 132	397/30 54/16	7/335	**
کربن زیتوده	بین گروه ها درون گروه ها	26 132	15/91 0/64	24/662	**
کربن لاشبرگ	بین گروه ها درون گروه ها	26 132	0/000 0/000	2/342	**
کربن کل	بین گروه ها درون گروه ها	26 132	503/778 55/873	9/017	**

**اختلاف معنی داردر سطح 1 درصد * اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

جدول ۴- میانگین خصوصیات رویشگاهی در تیمار های مورد مطالعه

نیمار	کربن کل (تن در هکتار)	ازت کل (تن□درهکتار)	زیتوده هوایی (تن درهکتار)	زیتودهریشه (تن□درهکتار)	زیتوده کل (تن در هکتار)	پوشش تاجی (درصد)	ارتفاع (متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	هدایت الکتریکی	ازت کل خاک (تن در هکتار)	کربن کل خاک (تن درهکتار)	اسیدیته	آهک (درصد)
Ap-g	21/4±2/4	3/3±0/20	4/01±0/10	1/31±0/31	5/32±0/41	9±2/0	1600±30/0	57/1±5/9	22/8±2/5	20±3/4	7/4±1/4	3/2±0/2	16/1±2/1	7/4±1/0	6/9±1/2
Ap	22/6±2/7	2/4±0/11	2/55±0/35	3/33±0/41	5/89±0/76	7±2/5	1600±23/5	55/7±6/7	21/4±3/2	12/8±3/2	7/4±1/3	2/5±0/2	16/8±3/2	7/4±1/2	6/9±1/5
Bp1	12/6±1/5	2/0±0/20	0/91±0/13	0/61±0/22	1/52±0/35	5±2/4	1350±50/0	70/2±9/4	16/8±2/4	2/±82/9	7/3±1/2	2/0±0/3	11/1±3/0	7/3±0/9	5/8±1/1
Bp2	9/8±1/1	1/9±0/03	0/93±0/14	0/47±0/20	1/40±0/34	6±1/5	1350±33/5	75/1±8/4	16/5±2/5	27/7±2/4	7/3±1/1	1/8±0/2	9/1±1/8	7/3±0/9	5/7±2/0
SF	26/9±1/9	3/2±0/09	2/45±0/20	1/59±0/22	4/04±0/42	8±2/6	1400±62/0	52/2±7/2	20±3/7	27/4±2/2	7/2±1/4	3/1±0/1	22/9±2/4	7/2±0/7	9/7±1/5
S2	32/1±2/5	2/7±0/31	2/77±0/40	1/67±0/14	4/44±0/45	7±3/5	1400±41/0	52/8±6/1	19/7±4/1	17/1±1/9	7/3±1/2	2/7±0/2	27/7±4/7	7/3±1/1	16/6±3/2
S3	20/9±2/1	2/1±0/20	1/54±0/18	1/25±0/32	2/79±0/50	7±1/5	1500±40/0	61/1±3/4	21/7±4/4	19/1±3/4	7/1±1/6	2/1±0/3	18/1±2/1	7/1±1/0	17/6±3/0
S4	13/0±1/1	2/3±0/14	1/40±0/26	0/87±0/33	2/28±0/52	7±2/9	1550±54/5	57/4±5/2	23/1±5/3	27/7±3/9	7/1±1/7	2/2±0/2	10/7±1/5	7/1±0/7	17/0±3/2
sp	22/3±2/0	4/2±0/28	1/45±0/23	1/21±0/24	2/66±0/47	7±3/0	1550±63/0	42/2±3/9	30/2±3/4	27/1±4/1	7/1±1/3	4/2±0/3	19/6±1/9	7/1±0/9	16/0±3/1
A1	39/0±2/8	5/9±0/41	4/56±0/62	2/34±0/20	6/90±0/82	13±1/0	1600±27/5	50/5±5/0	22/2±3/4	19/7±3/1	7/2±1/0	5/8±0/3	32/0±3/0	7/2±0/8	16/1±4/0
A2	31/8±3/0	4/1±0/19	3/74±0/43	2/27±0/30	6/01±0/73	12±1/7	1650±38/5	59/7±5/2	20/5±3/9	14/8±1/4	7/1±1/0	4/0±0/2	25/8±2/6	7/1±0/8	15/8±2/2
A3	28/8±3/1	3/2±0/44	4/42±0/30	2/34±0/47	6/76±0/77	11±2/4	1650±56/5	65/1±4/8	20/1±5/0	52/7±2/3	7/1±1/1	3/1±0/2	22/1±2/0	7/1±1/0	15/5±4/1
A4	24/1±2/5	3/8±0/50	3/00±0/30	1/90±0/24	4/90±0/54	11±2/0	1650±45/5	52/8±6/3	22±3/3	15/4±1/6	7/1±0/9	3/7±0/2	19/2±2/0	7/1±1/0	17/4±3/2
Q2	39/6±2/7	6/5±0/49	4/45±0/21	2/63±0/15	9/08±0/36	12±2/5	1450±40/0	68/2±7/0	15/7±3/2	15/1±3/3	7/4±0/8	7/4±0/4	32/5±3/1	7/4±1/1	16/2±2/0
Q1	35/5±2/4	4/2±0/51	1/77±0/23	1/78±0/24	3/55±0/47	7±1/5	1450±29/0	68/8±5/8	16/0±4/4	11/7±2/0	7/4±1/0	4/1±0/3	32/0±3/3	7/4±1/0	18/3±3/2

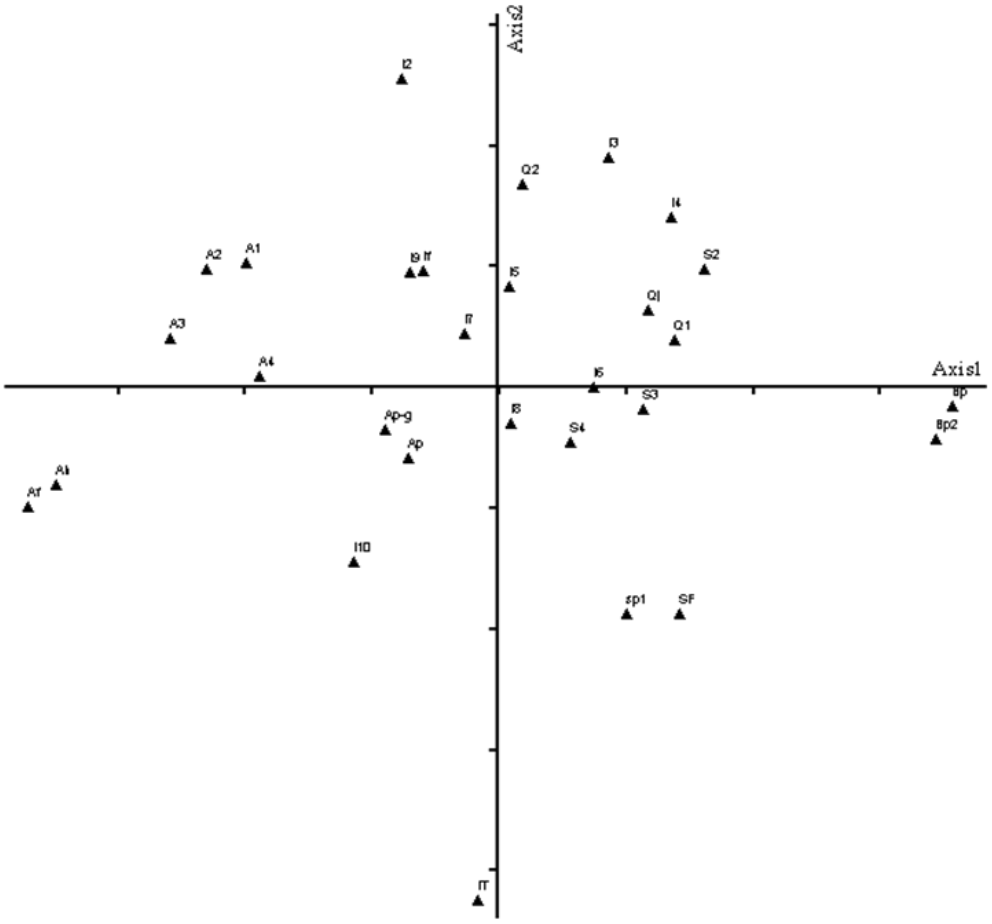
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

17/1±3/0	7/4±0/7	±2.322/5	3/4±0/1	7/4±1/1	21/4±2/1	19/4±3/0	68/8±6/4	1450±35/5	12±2/2	7/00±0/75	1/81±0/23	5/19±0/52	3/6±0/29	30/2±3/5	Qj
12/0±1/9	7/3±0/9	24/4±2/7	5/0±0/4	7/3±0/9	17/7±2/8	28/5±4/5	50/7±5/4	1400±16/0	12±2/0	7/31±0/40	2/55±0/30	4/76±0/10	5/1±0/38	31/7±4/1	I2
11/8±3/5	7/3±0/8	23/4±2/2	4/6±0/4	7/3±0/7	13/1±3/2	20/8±3/2	61/4±4/8	1400±23/0	11±1/7	6/79±0/30	2/35±0/10	4/44±0/20	4/7±0/81	30/2±2/0	I3
11/6±3/6	7/2±1/0	16/7±1/9	2/3±0/1	7/2±1/2	17/7±2/7	15/7±3/0	71/1±9/0	1400±38/0	8±1/2	5/15±0/23	2/10±0/11	3/04±0/12	2/4±0/34	21/8±2/5	I4
10/5±3/0	7/2±0/7	27/6±3/0	5/2±0/4	7/2±1/8	12/2±2/1	20/2±2/6	62/6±7/5	1500±43/0	10±1/1	6/66±0/53	2/35±0/22	4/31±0/31	5/3±0/11	34.±3/3	I5
10/1±3/0	7/2±0/8	21/5±3/2	2/6±0/2	7/2±1/3	17/1±1/8	17/1±4/1	70/5±3/9	1500±53/5	9±3/0	7/17±0/55	2/13±0/24	5/04±0/31	2/8±0/23	28/7±2/7	I6
10/0±1/9	7/2±0/8	24/4±4/1	4/9±0/2	7/2±1/5	14/3±1/4	22/5±3/6	60/2±8/1	1550±16/0	9±2/2	6/75±0/53	2/33±0/40	4/42±0/13	5/0±0/51	31/2±2/9	I7
10/5±2/6	7/2±1/0	15/6±2/8	2/5±0/3	7/2±0/9	16/1±1/9	20/5±3/9	65/4±7/8	1550±20/0	10±2/0	5/73±0/53	1/32±0/30	4/41±0/23	2/6±0/19	21/3±2/2	I8
10/8±2/4	7/2±1/1	32/8±4/0	5/5±0/5	7/2±1/2	22/2±2/9	28/5±2/5	47/4±5/0	1550±33/5	11±1/5	7/07±0/92	3/71±0/30	3/35±0/62	5/5±0/54	39/9±3/8	If
10/0±3/1	5/7±0/6	46/1±2/9	5/4±0/4	15/7±1/5	13/1±2/6	58/0±3/4	28/7±3/0	1700±34/5	16±2/8	8/81±0/36	3/63±0/21	5/18±0/10	6/6±0/36	55/0±4/0	IT
12/7±4/2	7/1±1/0	37/3±3/2	6/6±0/5	7/1±1/3	16/5±2/9	24/3±3/7	58/5±9/1	1900±41/0	15±4/0	8/61±0/51	3/03±0/25	5/58±0/31	6/8±0/65	46/0±4/5	Ah
10/1±1/8	7/0±0/5	41/2±3/3	6/4±0/6	7/0±1/2	16/7±3/0	22/2±5/4	61/1±6/2	1850±47/0	15±3/6	7/24±0/56	2/71±0/30	4/53±0/21	6/5±0/39	48/4±5/2	Af

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]



شکل ۲- نمودار تجزیه مولفه های اصلی برای خصوصیات بوم شناختی در ۲۹ تیمار مطالعاتی در استان سمنان

جدول ۵: مقادیر ویژه و درصد واریانس مربوط به هر یک از مولفه ها

مولفه	مقادیر ویژه	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی (درصد)
1	697507/10	57/30	57/30
2	308555/10	20/68	77/98
3	140626/0	9/16	87/14

خروجی آزمون تجزیه مولفه های اصلی حاوی نکات ذیل است:

۱- با توجه به قرار گرفتن تیمارهای تحت عملیات فارو و شاهد منطقه آهوان(Af و Ah) در کنار یکدیگر، می توان نتیجه گرفت که تیمار های مذکور در شرایط مشابه بوم‌شناختی قرار داشته و در نتیجه در این ناحیه احداث فارو اثر معنی داری بر عوامل بوم‌شناختی نداشته است. این موضوع مبین اثر غیر معنی دار احداث فارو در ناحیه آهوان بر میزان ذخایر کربن آلی اکوسیستم است. نتیجه اثر احداث فارو بر میزان ذخایر کربن آلی این ناحیه با آزمون تی استودنت مستقل نیز تایید کننده این مطلب است(جدول۴)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

۲-در مورد اثر چرای دام بر مقادیر کربن ترسیب شده در منطقه پیغمبران نیز با توجه به قرار گرفتن دو تیمار چرا شده و قرق پیغمبران در نزدیکی یکدیگر (با کد های Ap و Ap-g)، می‌توان گفت این دو تیمار دارای شرایط محیطی مشابه بوده و اعمال چرا در ناحیه پیغمبران قادر به ایجاد تغییرات معنی‌دار در خصوصیات محیطی تغییر پذیر نبوده است. اما در منطقه قوشه، فاصله زیاد تیمار تحت چرا (Q1) و چرا نشده (Q2) از یکدیگر می تواند بیانگر تاثیر چرا بر خصوصیات محیطی در این ناحیه باشد.

۳-در ناحیه سرخه، با توجه به قرار گرفتن دو تیمار فارو و پخش سیلاب در کنار یکدیگر (با کدهای Sf و Sp)، می توان نتیجه گرفت این دو تیمار دارای ویژگی های بوم‌شناختی مشابه بوده و اقدامات اصلاحی چون پخش سیلاب و احداث فارو تغییری در شرایط بوم‌شناختی حاکم ایجاد نکرده که با نتیجه آزمون تی استیودنت بر روی مقادیر کربن آلی در همین ناحیه مطابق است(جدول۴)

جدول ۶: مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها در هر یک از مولفه ها در آنالیزمولفه های اصلی

متغیرها	مولفه ها		
	1	2	3
متوسط دمای سالیانه	0/0119	0/0011	-0/0045
ارتفاع از سطح دریا	-0/7229	-0/6311	0/3036
شیب	-0/0077	-0/0141	0/0089
وزن مخصوص ظاهری اول	-0/0002	-0/0002	0/0006
وزن مخصوص ظاهری دوم	-0/0002	0-/0003	0/0006
شن عمق اول	0/0138	0/0671	0/1084
شن عمق دوم	0/0047	0/0153	0/0488
سیلت عمق اول	-0/0087	-0/0419	-0/0658
سیلت عمق دوم	-0/0036	-0/0074	-0/0243
رس عمق اول	-0/4894	-0/7529	0/4231
رس عمق دوم	-0/1311	-0/0166	-0/0298
هدایت الکتریکی عمق اول	0/0002	-0/0075	-0/0107
هدایت الکتریکی عمق دوم	0/0005	-0/0003	-0/0005
آهک عمق اول	-0/3294	0/1521	0/2131
آهک عمق دوم	-0/5003	0/1646	0/8413
ازت عمق اول	-0/0055	0/0006	-0/0056
ازت عمق دوم	-0/0022	-0/0001	-0/0008
ازت کل خاک	-0/5052	0/0465	-0/0316
درصد سنگ و سنگریزه	0/0323	-0/0094	0/0027
اسیدیته عمق اول	0/0001	-0/0090	-0/0131
اسیدیته عمق دوم	0/0003	0/0004	0/0002

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

۴-در منطقه سمنان، دو تیمار محیطیAp1 و Ap2 دارای شرایط رویشگاهی مشابه بوده و با مولفه های محور اول (ارتفاع از سطح دریا و ازت کل خاک) همبستگی بسیار قوی در جهت منفی نشان می دهند. نتایج نشانگر فقر این دو تیمار از نظر میزان کربن ذخیره شده در اکوسیستم است.

۵-در ارتباط با اثر عوامل محیطی بر ترسیب کربن مطابق شکل ۱، با توجه به قرار گرفتن چهار تیمار مورد بررسی A3, A2, A1و A4 در ربع دوم محور و در مجاورت یکدیگر، می توان نتیجه گرفت که این تیمارها در رویشگاهی نسبتا مشابه و قابل تفکیک از سایر مناطق هستند و در میان این چهار تیمار، تیمار A4 با ارتفاع از سطح دریا و شیب ۱۵-۱۰ درصد بیشترین همبستگی را با ارتفاع از سطح دریا و میزان ازت خاک در جهت مثبت نشان می دهد.

۶-در مجموع علی رغم کارایی آزمون آنالیز مولفه های اصلی در تعیین مهمترین عوامل موثر بر توان ترسیب کربن در رویشگاه های گونه درمنه دشتی، به نظر می رسد این روش قادر به تفکیک سهم عوامل محیطی و مدیریتی در ترسیب کربن در رویشگاه های مورد مطالعه نیست.

بحث و نتیجه گیری

میزان کربن ترسیب شده در درمنه‌زارهای استان سمنان به طور متوسط ۲۵/۵ تن در هکتار است که حداقل و حداکثر رقم ذکر شده به ترتیب معادل ۹/۸ و ۵۴/۹ تن در مناطق مختلف متغیر بوده و به شدت تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی است. در ارتباط با فاکتور ازت و ارتباط آن با کربن ترسیب شده در اکوسیستم باید گفت که افزایش میزان ازت قابل دسترس سبب افزایش تولیدات گیاهی می‌شود (Huang *et al*., 2020). این موضوع نشانگر نقش مؤثر ازت در افزایش حاصل‌خیزی خاک و ارتقای توان جذب و ترسیب کربن در اکوسیستم است. مطالعات متعددی نشانگر آن است که در یک اکوسیستم، ذخایر کربن با ورودی ازت، جذب و هدررفت آن مرتبط است و افزایش تثبیت ازت در سطح وسیع منجر به میزان بالاتری از ترسیب کربن خواهد شد (Eastman, 2024). نتایج برخی مطالعات انجام‌شده در همین مناطق نیز بیانگر وجود رابطه قوی (R2=0.78) بین ذخایر کربن اکوسیستم و مقادیر ازت خاک است (Azarnivand *et al*., 2011). در این زمینه مشخص شده است که ازت نقش حیاتی در افزایش ترسیب کربن خاک دارد. این فرآیند با تحریک رشد گیاهان و افزایش تولید زیست‌توده، موجب ورود مواد آلی بیشتر به خاک می‌شود که به تجمع کربن آلی خاک کمک می‌کند. علاوه بر این، افزایش ازت باعث تغییر در فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود و نرخ تجزیه مواد آلی را کاهش داده، که به تثبیت کربن در خاک کمک می‌کند. همچنین، ازت باعث بهبود ارتباط کربن آلی با مواد معدنی خاک شده و پایداری آن را در ساختار خاک افزایش می‌دهد(Huang *et al*, 2020)

ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل کلیدی در تغییر ویژگی‌های اکوسیستم است که به طور مستقیم با قابلیت تولیدی اکوسیستم مرتبط است. توپوگرافی از طریق تأثیرگذاری بر دما، میزان بارندگی و جذب نور، نقش مهمی در تغییر پارامترهای بوم‌شناختی ایفا می‌کند. (Fang *et al*, 2018). در تحقیق حاضر نیز افزایش ارتفاع در برخی نواحی منجر به افزایش بیوماس درمنه در واحد سطح و در نهایت افزایش ذخایر کربن آلی در هر هکتار از درمنه‌زارهای تخت مطالعه شده است. چرا که میان درصد پوشش تاجی و ارتفاع از سطح دریا رابطه مثبت و قابل‌قبولی وجود دارد (Sanaei *et al*,

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

2018). به این ترتیب نتایج این پژوهش نشان داد که به طور کلی رویشگاه‌های مرتفع توان ترسیب کربن بالاتری نسبت به مناطق مشابه با ارتفاع کمتر دارند.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، محتوای آهک خاک نیز رابطه مثبت و معنی‌داری با میزان کربن ترسیب شده در اکوسیستم دارد. نتایج پژوهش‌ها در استان یزد نشانگر ارتباط قوی میان حضور گونه درمنه دشتی و میزان آهک خاک است به‌طوری که خاک‌های دارای مقادیر بالاتر آهک، شرایط بهتری را برای پوشش این گونه فراهم می‌کنند (Abdollahi *et al*, 2010). این موضوع را می‌توان به نقش مثبت آهک در بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها، به دلیل وجود ترکیبات کلسیم و منیزیم نسبت داد. کلسیم و منیزیم موجود در آهک باعث تقویت پیوندهای بین ذرات خاک می‌شوند و ساختار خاک را تثبیت می‌کنند. این فرآیند منجر به افزایش نفوذپذیری آب و هوا در خاک و کاهش فرسایش می‌شود، که در نهایت شرایط مطلوبی برای رشد گیاهان فراهم می‌آورد (Ebailila *et al*, 2023). تحقیقات دیگر نیز بیانگر نقش مؤثر درصد آهک خاک بر پوشش گیاهی بوته‌زارها می‌باشد. ترکیبات کلسیم و منیزیم موجود در آهک باعث افزایش دسترسی گیاهان به عناصر غذایی و تقویت رشد آن‌ها می‌شود. این عوامل به‌طور مستقیم بر تراکم پوشش گیاهی بوته‌زارها تأثیر می‌گذارد (Giupponi *et al*, 2023).

مطابق نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، میزان کربن ذخیره‌شده در اکوسیستم با میزان رس خاک همبستگی بالایی نشان می‌دهد. در توجیه این مسئله باید بیان کرد که پایداری کربن آلی خاک در ارتباط با میزان رس خاک است. چرا که ایجاد کمپلکس رس-هوموس قوی سبب می‌شود خاک‌های با محتوای رس بالاتر میزان کربن آلی بیشتری را نسبت به خاک‌های کم‌رس در خود ذخیره نمایند. قابلیت یک نوع خاک و پتانسیل آن برای ذخیره کربن بستگی به ظرفیت انباشت کربن آن خاک دارد. میزان مواد آلی که یک خاک قادر به ذخیره آن می‌باشد به طور عمده توسط میزان سیلت و رس خاک تنظیم می‌شود (Schweizer, 2021). نتایج بسیاری از تحقیقات نیز مبین تأثیر زیاد محتوای رس بر کربن ترسیب شده در خاک می‌باشد (Henderson *et al*, 2022). این نتیجه نشان‌دهنده نقش مثبت محتوای رس خاک بر افزایش پتانسیل ترسیب کربن در اکوسیستم‌ها می‌باشد(Das *et al*, 2023 Churchman *et al*, 2024). بنابراین با توجه به کمبود منابع رس در خاک‌های مناطق خشک و به تبع آن فقر منابع آلی در این خاک‌ها، لزوم توجه جدی به امر حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش آن آشکار می‌گردد.

این پژوهش نشان داد که اثر عواملی مانند چرا بر ترسیب کربن در درمنه‌زارهای استان سمنان بستگی به شدت بهره‌برداری از مرتع دارد و با افزایش شدت چرا، توان ذخیره کربن اکوسیستم کاهش می‌یابد. چرای دام می‌تواند بر ترکیب پوشش گیاهی مرتع، تولید خالص اولیه، نسبت اندام‌های هوایی گیاهان به ریشه‌ها و چرخه عناصر غذایی در مرتع تأثیر زیادی داشته باشد (Teague *et al*, 2011). چرای دام می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر ذخیره کربن در اکوسیستم‌ها داشته باشد، اما میزان این تأثیرات به شدت چرای دام و سطح بهره‌برداری از منابع اکوسیستم وابسته است. (Deng *et al*, 2014). در ناحیه قوشه فشار چرا و حجم برداشت بیشتر از اندام هوایی (۷۰ درصد)، منجر به کاهش زی‌توده و در نتیجه کاهش معنی‌دار محتوای کربن ترسیب شده در خاک شده است. اما اثر چرا بر کربن ترسیب شده ناحیه پیغمبران غیرمعنی‌دار ارزیابی شد. چرای دام ممکن است در برخی مناطق، چرای دام ممکن است تأثیر معنی‌داری بر ذخیره کربن اکوسیستم نداشته باشد(Azarnivand *et al*, 2009). این امر می‌تواند به عواملی مانند ناکافی بودن طول دوره قرق(Qui, 2013)،

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

شدت چرای کم در سایت‌های تحت چرا (Sanaei *et al*, 2023) و تاریخچه عملیات چرای دام بستگی داشته باشد. تاریخچه چرای دام، شامل شدت، مدت و الگوهای چرای گذشته، می‌تواند ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی را به گونه‌ای تغییر دهد که ظرفیت ذخیره کربن کاهش یابد یا تغییرات قابل‌توجهی ایجاد نشود(Tang, 2023)

اقداماتی مانند اجرای پروژه های بیولوژیک جنگل‌کاری در مناطق خشک می‌توانند توان ذخیره کربن اکوسیستم‌ها را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهند، اما این تأثیرات تنها زمانی پایدار خواهند بود که زی‌توده گیاهی در واحد سطح به طور دائمی افزایش یابد. در مقابل تبدیل مرتع به باغ پسته اثر منفی بر ذخایر کربن آلی داشت. کیفیت کشت‌وکار ، شامل مدیریت خاک، آبیاری و تغذیه گیاهان، و همچنین انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب، نقش کلیدی در تغییرات ذخایر کربن آلی ایفا می‌کنند(Joneidi *et al*, 2011). گونه‌های گیاهی با رشد سریع و زی‌توده بالا، به‌ویژه در شرایط مدیریت بهینه، می‌توانند به طور مؤثری ذخیره کربن را افزایش دهند(Shi *et al*,2025). مطالعات نشان داده‌اند که ضرایب ترسیب کربن برای گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است و این تفاوت به ویژگی‌های زی‌توده ریشه‌ای و نسبت ریشه به تاج آن‌ها بستگی دارد(Joneidi, 2013). گیاهانی که زی‌توده ریشه‌ای قابل توجهی دارند و نسبت ریشه به تاج بالایی را نشان می‌دهند، می‌توانند تأثیر مثبتی بر افزایش ذخیره کربن در اکوسیستم داشته باشند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که این گیاهان توانایی بیشتری در تثبیت کربن در خاک داشته باشند(Gautam *et al*, 2021).

احداث عملیات فارو می‌تواند تأثیرات مثبتی بر پوشش گیاهی، خاک و ترسیب کربن داشته باشد. این روش با بهبود نفوذپذیری آب در خاک و کاهش فرسایش، شرایط مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می‌کند. همچنین، فاروها با افزایش ذخیره آب در خاک، به تقویت زی‌توده گیاهی و در نتیجه افزایش ترسیب کربن کمک می‌کنند. این اقدامات به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با کمبود منابع آبی مواجه هستند، می‌توانند به بهبود پایداری اکوسیستم و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی کمک کنند(Shahrokhi *et al*, 2017). مکان‌یابی درست و اصولی پروژه‌های فارو نقش کلیدی در موفقیت یا شکست این اقدامات دارد. انتخاب مناسب محل اجرای پروژه می‌تواند تأثیرات مثبت مانند افزایش ذخیره آب، بهبود پوشش گیاهی و تقویت ترسیب کربن را به همراه داشته باشد(Joneidi *et al*., 2013). در مقابل، مکان‌یابی نامناسب ممکن است منجر به فرسایش خاک، کاهش بهره‌وری زیست‌بوم‌شناختی و حتی آسیب به اکوسیستم شود.

به طور کلی در درمنه‌زارهای مورد مطالعه، خاک بیشترین سهم (به طور متوسط ۸۷ درصد) از کل کربن ترسیب شده در اکوسیستم را به خود اختصاص داده است و سهم زی‌توده و لاشبرگ از این مقدار به ترتیب ۱۲,۹ و ۰,۰۱ درصد می‌باشد. در این میان، سهم زی‌توده اندام زیرزمینی از کربن کل زی‌توده (۵۱ درصد) کمی بیشتر از سهم اندام هوایی (۴۹ درصد) می‌باشد که این مسئله به دلیل سهم بالای ریشه در درمنه‌زارها از کل زی‌توده گیاهی می‌باشد.

در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد که درمنه‌زارهای استان سمنان به دلیل ساختار زی‌توده‌ای خاص خود، نقش قابل‌توجهی در ترسیب کربن دارند. زی‌توده زیرزمینی در این اکوسیستم‌ها سهم بالایی از کربن کل زی‌توده را به خود اختصاص داده و به تجمع پایدار کربن آلی خاک کمک می‌کند. عوامل بوم‌شناختی مانند محتوای رس و آهک خاک، ارتفاع از سطح دریا و عوامل مدیریتی نظیر مدیریت اصولی چرای دام به‌عنوان محرک‌های کلیدی در افزایش توان ترسیب کربن این رویشگاه‌ها شناسایی شده‌اند. این پژوهش با تاکید بر اهمیت مکان‌یابی صحیح پروژه های اصلاحی مرتع و همچنین مدیریت اصولی کاربری اراضی، درمنه‌زارها را به‌عنوان یکی از مؤثرترین زیستگاه‌ها در کاهش اثرات تغییرات

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

اقلیمی برجسته می‌سازد. مدیریت پایدار مراتع و اتخاذ راهکارهایی برای کاهش فرسایش، مانند اصلاح شیوه‌های چرای دام و تقویت پوشش گیاهی، می‌تواند نقشی کلیدی در افزایش ترسیب کربن و کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی داشته باشد

منابع

1. Abdollahi, J., Naderi, H., Okhovatiyan, A., & Tabatabai Zade, M. (2010). Soil and rainfall factors influencing *Artemisia sieberi* species growing in the steppe rangelands, Yazd province. *Dryland Ecosystem Management Journal*, *1*(4), 52–62. DOI: 20.1001.1.2008790.1390.1.4.5.9
2. Adams, W. A. (1973). The effect of organic matter on the bulk and true densities of some uncultivated podzolic soils. *Journal of Soil Science*, *24*(3), 285–294. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1973.tb00737.x
3. Azarnivand, H., Joneidi Jafari, H., Zare Chahooki, M. A., Jafari, M., & Nikoo, S. (2009). Investigating the effect of livestock grazing on carbon sequestration and nitrogen storage in rangelands with *Artemisia sieberi* species in Semnan province. *Journal of Rangeland*, *3*(4), 590–610.
4. Azarnivand, H., Joneidi Jafari, H., Zarechahooki, M. A., Jafari, M., & Nikoo, S. (2009). Investigation of livestock grazing on carbon sequestration and nitrogen reserve in rangeland with *Artemisia sieberi* in Semnan province. *Journal of Iranian Range Management Society*, *3*, 590–610.
5. Chatterjee, S., Ghosh, S., & Pal, P. (2020). Soil carbon restoration through conservation agriculture. In E. R. Rhodes & H. Naser (Eds.), *Natural resources management and biological sciences*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.93006
6. Churchman, G. J., Singh, M., Schapel, A., Sarkar, B., & Bolan, N. (2024). Clay minerals as the key to the sequestration of carbon in soils. *Clays and Clay Minerals*, *68*(2), 135–143. DOI: 10.1007/s42860-020-00071-z
7. Das, A., Purakayastha, T. J., Ahmed, N., Biswas, R., & Sen, S. (2023). Influence of clay mineralogy on soil organic carbon stabilization under tropical climate, India. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *23*, 1003–1018. DOI: 10.1007/s42729-022-01099-x
8. Deng, L., Shangguan, Z., & Sweeney, S. (2014). Effects of grazing intensity on soil carbon sequestration in a semi-arid grassland. *Ecological Engineering*, *70*, 314–322. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.06.022
9. Dias Rodrigues, C. I., Brito, L. M., & Nunes, L. J. R. (2023). Soil carbon sequestration in the context of climate change mitigation: A review. *Soil Systems*, *7*(3), 64. DOI: 10.3390/soilsystems7030064
10. Dondini, M., Martin, M., De Camillis, C., Uwizeye, A., Soussana, J.-F., Robinson, T., & Steinfeld, H. (2023). Global assessment of soil carbon in grasslands – From current stock estimates to sequestration potential. *FAO Animal Production and Health Paper No. 187*. Rome, FAO. DOI: 10.4060/cc3981en
11. Eastman, B. A., Wieder, W. R., Hartman, M. D., Brzostek, E. R., & Peterjohn, W. T. (2024). Can models adequately reflect how long-term nitrogen enrichment alters the forest soil carbon cycle? *Biogeosciences*, *21*, 201–221. DOI: 10.5194/bg-21-201-2024
12. Ebailila, M., Kinuthia, J., Oti, J., & Muhmed, A. (2023). A comparative study on soil stabilisation with calcium and magnesium-based binders. *Journal of Bani Waleed University for Humanities and Applied Sciences*, *8*(3). DOI: 10.58916/jhas.v8i3.166

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

13. Ebrahimi, M., & Saberi, M. (2022). The relationship between succession and reclamation of desertified areas in artificial forests of *Calligonum spp.* in an arid desert of southeastern Iran. *Frontiers in Environmental Science, 10*, 901962. DOI: 10.3389/fenvs.2022.901962
14. Fang, H., Ji, B., Deng, X., Ying, J., Zhou, G., Shi, Y., Xu, L., Tao, J., Zhou, Y., Li, C., & Zheng, H. (2018). Effects of topographic factors and aboveground vegetation carbon stocks on soil organic carbon in Moso bamboo forests. *Plant and Soil, 433*, 363–376. DOI: 10.1007/s11104-018-3847-7
15. Gautam, V. P., Mishra, S., & Shiwani, O. (2021). Root: Shoot ratio predicts total tree carbon stock in terrestrial ecosystems: A meta-analysis. *International Journal of Plant and Environment, 7*(1), 86–90. DOI: 10.18811/ijpen.v7i01.10
16. Giupponi, L., Leoni, V., Pedrali, D., Zuccolo, M., & Cislaghi, A. (2023). Plant cover is related to vegetation and soil features in limestone screes colonization: A case study in the Italian Alps. *Plant and Soil, 483*, 495–513. DOI: 10.1007/s11104-022-05760-3
17. Godde, C. M., de Boer, I. J. M., Ermgassen, E. Z., et al. (2020). Soil carbon sequestration in grazing systems: Managing expectations. *Climatic Change, 161*. DOI: 10.1007/s10584-020-02673-x
18. Hashimoto, K. (2019). Global temperature and atmospheric carbon dioxide concentration. *SpringerBriefs in Energy*, 5–17. DOI: 10.1007/978-981-13-8584-1-3
19. Hoylman, Z. H., Jencso, K. G., Hu, J., Martin, J. T., Holden, Z. A., Seielstad, C. A., & Rowell, E. M. (2018). Hillslope topography mediates spatial patterns of ecosystem sensitivity to climate. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 123*, 353–371. DOI: 10.1002/2017JG004108
20. Huang, X., Terrer, C., Dijkstra, F. A., Hungate, B. A., Zhang, W., & van Groenigen, K. J. (2020). New soil carbon sequestration with nitrogen enrichment: A meta-analysis. *Plant and Soil, 454*, 299–310. DOI: 10.1007/s11104-020-04617-x
21. Johnson, C. (2023). Carbon sequestration as a land management strategy. *Land-Use Management - Recent Advances, New Perspectives, and Applications*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.112858
22. Joneidi Jafari, H. (2013). Relationship between root biomass and soil organic carbon: Case study of arid shrub lands of Semnan province. *Desert, 18*(3), 173–176.
23. Joneidi, H. , Zare Chahouki, M. A. , Azarnivand, H. & Sadeghipour, A. (2011). Effect of *Haloxylon ammodendron* and *Pistachia Vera* plantation on carbon and nitrogen storage in *Artemisia sieberi* shrubland of Semnan province. *Journal of Arid Biome*, 1(4), 15-25. DOI: 20.1001.1.2008790.1390.1.4.2.6
24. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science, 304*(5677), 1623–1627. DOI: 10.1126/science.1097396
25. Lal, R., Smith, P., Jungkunst, H. F., Mitsch, W. J., Lehmann, J., Nair, P. K. R., & Ravindranath, N. H. (2018). The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation, 73*(6), 145A–152A. DOI: 10.2489/jswc.73.6.145A
26. Luo, Y., & Wang, Y. (2021). Soil organic carbon dynamics in response to environmental factors: A global perspective. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(13), 15763–15778. DOI: 10.1007/s11356-020-11756-6
27. Mgalula, M. E., Wasonga, O. V., Hülsebusch, C., Richter, U., & Hensel, O. (2021). Greenhouse gas emissions and carbon sink potential in Eastern Africa rangeland ecosystems: A review. *Pastoralism, 11*(19). DOI: 10.1186/s13570-021-00201-9
28. Mirdavoudi, H., Ghorbanian, D., Zarekia, S., Soleiman, J. M., Ghonchepur, M., Mac Sweeney, E., & Mastinu, A. (2022). Ecological niche modelling and potential distribution of *Artemisia sieberi* in the Iranian steppe vegetation. *Land, 11*(12), 2315. DOI: 10.3390/land11122315

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

29. Naveenkumar, H. B., Rajeshwari, C. G., & Muthanna, V. C. (2017). Agroforestry: A sustainable environmental practice for carbon sequestration under the climate change scenarios—a review. *Environmental Science and Pollution Research, 24*, 18734–18747. DOI: 10.1007/s11356-017-8687-0
30. Norderhaug, A., Clemmensen, K. E., Kardol, P., Thorhallsdottir, A. G., & Aslaksen, I. (2023). Carbon sequestration potential and the multiple functions of Nordic grasslands. *Climatic Change, 176*(55), 1–14. DOI: 10.1007/s10584-023-03537-w
31. Qiu, L., Wei, X., Zhang, X., & Cheng, J. (2013). Ecosystem carbon and nitrogen accumulation after grazing exclusion in semiarid grassland. *PLOS ONE, 8*(1), e55433. DOI: 10.1371/journal.pone.0055433
32. Roosta, M. J., Enayati, K., Soleimanpour, S. M., & Kamali, K. (2020). Assessment of environmental performance of flood spreading with respect to carbon sequestration in soil and plant. *Journal of Soil and Water Research*, 34(6), 1323–1336. DOI: 10.22067/jsw.2020.15049.0
33. Sanaei, A., Sayer, E. J., Yuan, Z., Saiz, H., Delgado-Baquerizo, M., Sadeghinia, M., Ashouri, P., Ghafari, S., Kaboli, H., Kargar, M., & Seabloom, E. W. (2023). Grazing intensity alters the plant diversity–ecosystem carbon storage relationship in rangelands across topographic and climatic gradients. *Functional Ecology*, 37(3), 703–718. DOI: 10.1111/1365-2435.14270
34. Sanaei, A., Zare Chahouki, M. A., & Arshad, A. (2018). The positive relationships between plant coverage, species richness, and aboveground biomass are ubiquitous across plant growth forms in semi-steppe rangelands. *Journal of Environmental Management*, 205, 308–318. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.09.079
35. Schweizer, S. A., Mueller, C. W., Höschen, C., Ivanov, P., & Kögel-Knabner, I. (2021). The role of clay content and mineral surface area for soil organic carbon storage in an arable toposequence. *Biogeochemistry*, 156, 401–420. DOI: 10.1007/s10533-021-00850-3
36. Shahrokhi, S., Souri, M., Moetamedi, J., & Eftekhari, A. (2017). Effect of contour furrow on carbon sequestration, soil and biomass (Case Study: Khalifan Rangelands, Mahabad). International *Journal of Rangeland Management*, 42(3), 215–223. DOI: 10.22092/ijrdr.2017.109853
37. Sharma, P., Abrol, V., Abrol, S., & Kumar, R. (2012). Climate change and carbon sequestration in dryland soils. In V. Abrol & R. Sharma (Eds.), *Resource Management for Sustainable Agriculture* (pp. 75–98). IntechOpen. DOI: 10.5772/52103
38. Shi, L., Zhang, Y., Zhang, L., Xu, T., Zhao, J., Li, J., Yu, C., & Guan, Q. (2025). Arbor–shrub mixed vegetation restoration strategies enhanced soil organic carbon storage and stability via fine root and fungal characteristics in limestone hills. *Plant and Soil*, 483, 495–513. DOI: 10.1007/s11104-025-07372-z
39. Sjølie, H. K., Latta, G. S., & Solberg, B. (2014). Impacts of the Kyoto Protocol on boreal forest climate change mitigation. *Annals of Forest Science, 71*(2), 267–277. DOI: 10.1007/s13595-013-0289-5
40. Smith, P., & Fang, C. (2023). Grassland ecosystems and their role in carbon sequestration. *Journal of Environmental Management, 325*, 116–128. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.116128
41. Solomon, N., Birhane, E., Tadesse, T., Treydte, A. C., & Meles, K. (2017). Carbon stocks and sequestration potential of dry forests under community management in Tigray, Ethiopia. *Ecological Processes, 6*(20), 1–12. DOI: 10.1186/s13717-017-0088-2
42. Tang, Y. (2023). Impact of livestock grazing management on carbon stocks: A case study in sparse elm woodlands of semi-arid lands. *PeerJ, 11*, e16629. DOI: 10.7717/peerj.16629

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]

43. Teague, W. R., Dowhower, S. L., Baker, S. A., Haile, N., DeLaune, P. B., & Conover, D. M. (2011). Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 141*(3–4), 310–322. DOI: 10.1016/j.agee.2011.03.009
44. UNFCCC. (2020). Kyoto Protocol: Reducing greenhouse gas emissions. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. DOI: 10.18356/1234567890-en
45. Woo, D. K., & Seo, Y. (2022). Effects of elevated temperature and abnormal precipitation on soil carbon and nitrogen dynamics in a *Pinus densiflora* forest. *Frontiers in Forests and Global Change, 5*. DOI: 10.3389/ffgc.2022.1051210
46. Zandi, L., Erfanzadeh, R., & Joneidi Jafari, H. (2017). Rangeland use change to agriculture has different effects on soil organic matter fractions depending on the type of cultivation. *Land Degradation & Development, 28*, 175–180. DOI: 10.1002/ldr.2589
47. Zhou, L., Li, H., Shen, H., Xu, Y., Wang, Y., Xing, A., Zhu, Y., Zhou, S., & Fang, J. (2018). Effects of shrub encroachment on vertical changes in soil organic carbon in Mongolian grasslands: Using a multi-biomarker approach. *Plant and Soil, 431*(1–2), 217–230. DOI: 10.1007/s11104-018-3761-z

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.96]