



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## اثر نوع سازند زمین شناسی روی مقدار ذخیره کربن آلی خاک

علیرضا امیریان چکان<sup>۱\*</sup>، محمد فرجی<sup>۲</sup>، مسعود جعفری زاده<sup>۲</sup>

۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان؛ \* [amirian.ar@lu.ac.ir](mailto:amirian.ar@lu.ac.ir)

۲- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان

### چکیده

آگاهی از توانایی خاک در ذخیره کربن آلی اهمیت بسیار زیادی در برنامه‌های مقابله با گرمایش جهانی دارد. سازندهای زمین‌شناسی با سن، نوع سنگ، پوشش گیاهی، کاربری و پستی و بلندی متفاوت، استعدادهای متفاوتی در ذخیره کربن در خاک دارند. آگاهی از این ظرفیت سازندها به مدیریت بهتر و حفظ و بهبود مقدار کربن آلی در خاک کمک می‌کند. در این تحقیق از چهار سازند رایج در استان خوزستان شامل آغاچاری، میشان، گچساران و کواترنر ۱۶۰ نمونه خاک برداشته شد و درصد کربن آلی و جرم مخصوص ظاهری اندازه‌گیری و در نهایت ذخیره کربن آلی محاسبه شد. سازند میشان با میانگین ۱۵۶۲۹ کیلوگرم و سازند آغاچاری با میانگین ۸۳۰۴ کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین ذخیره کربن آلی در هکتار را داشتند. نتایج آنالیز واریانس نشان داد نوع سازند زمین‌شناسی تاثیر معنی‌داری روی ذخیره کربن آلی خاک داشت. بین سازندهای مختلف از نظر میزان ذخیره کربن آلی، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت ولی این تفاوت برای دو سازند میشان و کواترنر معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد نوع سازند زمین‌شناسی عامل مهمی در توزیع کربن آلی در خاک است که در کاربری اراضی، مدیریت خاک و بهبود ذخیره کربن آلی باید مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ترسیب کربن، گرمایش جهانی، ماده آلی خاک، کاربری اراضی

## مقدمه

برای مقابله با گرمایش جهانی و کاهش روند گرم شدن کره زمین و اتخاذ تصمیم‌های آگاهانه در مقیاس‌های محلی و ملی نیاز به درک درست و کمی‌سازی ذخیره کربن خشکی‌ها می‌باشد (Zeraatpisheh et al., 2025). با توجه به اینکه کربن ذخیره شده در خاک حدود دو تا سه برابر کربن موجود در جو است، مدیریت مناسب کربن آلی خاک اهمیت زیادی در چالش‌های زیست محیطی و گرمایش جهانی دارد. بنابراین خاک، این ذخیره‌گاه عظیم کربن، اهمیت زیادی در اکوسیستم، خدمات اکوسیستم و گرمایش جهانی دارد. کربن آلی خاک با نقشی که در فرایندهایی مثل چرخه عناصر غذایی و پایداری ساختمان خاک ایفا می‌کند، جزء اصلی سلامت و عملکرد خاک محسوب می‌شود (Mudge et al., 2025).

برای درک بهتر فرایندهای موثر بر توزیع کربن آلی، اتخاذ راهکارهای مدیریتی مناسب و مقابله موثر با گرمایش جهانی نیاز به درک عمیقی از عوامل موثر بر توزیع کربن آلی خاک و مقدار ذخیره آن می‌باشد. عوامل متعددی از جمله کاربری اراضی (Masobeng et al., 2025)، پوشش گیاهی (Toro-Manríquez et al., 2025)، ویژگیها و نوع خاک (Sandra et al., 2025)، مواد مادری (Rodríguez-Rastrero et al., 2025) و اقلیم (Qing et al., 2025) می‌توانند در توزیع و مقدار ذخیره کربن در خاکها موثر باشند. به طور کلی و بر اساس معادله ینی، خاک هر منطقه تابع پنج عامل خاکسازی است. زمین‌شناسی (مواد مادری) یک منطقه از عوامل مهم خاکسازی تاثیرگذار روی خاک و ذخیره کربن آلی خاک می‌باشد که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. سازندهای مختلف زمین‌شناسی از نظر نوع سنگ و سن با هم تفاوت دارند و این تفاوتها می‌تواند روی ذخیره کربن خاک تاثیرگذار باشد. ایران کشوری با تنوع زمین‌شناسی بسیار زیاد است که این تنوع می‌تواند منجر به ایجاد خاکهایی با مقادیر بسیار متفاوت ذخیره کربن آلی گردد. بنابراین برای نشان دادن نقش زمین‌شناسی، در این تحقیق میزان ذخیره کربن آلی خاک در چهار سازند زمین‌شناسی رایج در استان خوزستان بررسی و مقایسه گردید.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق چهار سازند زمین‌شناسی مجاور هم شامل آغاچاری، گچساران، میشان و کوتانر در منطقه دره پهن بهبهان در استان خوزستان انتخاب گردید. این منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه خشک با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۵ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد است. از چهار سازند مذکور تعداد ۱۶۰ نمونه خاک دست خورده و به همین تعداد نمونه دست نخورده تا عمق ۱۰ سانتی‌متری برداشته شد. درصد کربن آلی (O.C) نمونه‌ها به روش واکلی و بلک و جرم مخصوص ظاهری ( $\rho_b$ ) به روش کلوخ اندازه‌گیری شد. در نهایت با استفاده از رابطه ۱ ذخیره کربن آلی (O.C stock) در یک هکتار از سازند مورد نظر تا عمق مورد نظر (depth) بر حسب کیلوگرم به دست آمد.

$$O.C \text{ stock (kg/ha)} = O.C (\%) \times \rho_b (\text{kg/m}^3) \times \text{depth (m)} / 100 \quad (1)$$

برای مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط بسته نرم افزاری agricolae در محیط نرم افزار R اجرا شد.

## نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه آماری مقدار ذخیره کربن آلی در سازندهای مختلف ارائه شده است. سازند میشان با ۱۵۶۲۹/۴۹ کیلوگرم و سازند آغاچاری با ۸۳۰۴/۴۹ کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین ذخیره کربن آلی در یک هکتار را دارند. سازند آغاچاری با انحراف معیار ۴۲۹۹/۶۰ کیلوگرم دارای کمترین و سازند میشان با انحراف معیار ۵۴۵۹/۲۶ کیلوگرم دارای بیشترین تغییرات ذخیره کربن آلی می‌باشد. مقادیر چولگی نشان می‌دهد بجز سازند میشان که ذخیره کربن آن تقریباً دارای توزیع نرمال است، در سایر سازندها ذخیره کربن آلی از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند.

جدول ۱- خلاصه آماری ذخیره کربن آلی (کیلوگرم در هکتار) در سازندهای آجاجاری، گچساران، میشان و کواترنر

نوع سازند	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی
آجاجاری	۲۷۴۲/۳۸	۱۹۳۵۴/۲۹	۸۳۰۴/۴۹	۴۲۹۹/۶۰	۰/۷۵
گچساران	۲۴۶۶/۰۶	۲۴۱۸۸/۰۷	۱۱۴۰۹/۷۸	۵۰۵۸/۹۶	۰/۷۹
میشان	۵۵۲۴/۱۶	۲۵۹۷۸/۹۴	۱۵۶۲۹/۴۹	۵۴۵۹/۲۶	-۰/۰۶
کواترنر	۶۸۹۲/۳۱	۲۵۲۵۷/۷۰	۱۴۷۲۴/۴۴	۴۷۷۴/۰۹	۰/۸۸

برای بررسی اثر سازندهای زمین‌شناسی روی ذخیره کربن آلی خاک ابتدا آنالیز واریانس انجام شد و پس از آن از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد نوع سازند زمین‌شناسی اثر معنی‌داری ( $P \approx 0$ ) روی ذخیره کربن آلی خاک داشته است.

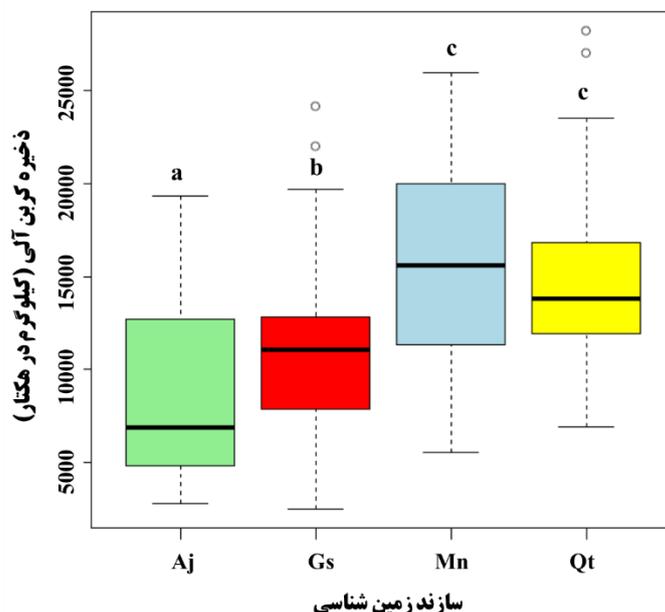
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ذخیره کربن آلی در سازندهای زمین‌شناسی

درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Pr(>F)
۳	۱۴۹۰۸۸۷۳۰۷	۴۹۶۹۶۲۴۳۶	۲۰/۹۷۹	$1/756 \times 10^{-11}$
۱۵۷	۳۷۱۹۰۵۱۷۶۹	۲۳۶۸۸۲۲۸		

نتایج مقایسه میانگین ذخیره کربن آلی در سازندهای مختلف در شکل ۱ ارائه شده است. بین سازند میشان و کواترنر از نظر ذخیره کربن آلی تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود ندارد ولی ذخیره کربن آلی این دو سازند به طور معنی‌داری بیشتر از دو سازند آجاجاری و گچساران است. همچنین مقدار ذخیره کربن آلی در خاک سازند گچساران به طور معنی‌داری بیشتر از سازند آجاجاری است.

سازندهای زمین‌شناسی از نظر ترکیب سنگ و سن با هم متفاوت هستند که این تفاوتها می‌تواند روی خاک و ویژگیهای آن از جمله ذخیره کربن آلی تاثیر داشته باشد. به عبارت دیگر نوع سنگ (مواد مادری) و سن دو فاکتور مهم خاکسازي در کنترل خواص خاک هستند که در نوع سازند زمین‌شناسی نمود پیدا می‌کنند. سازند آجاجاری از ماسه سنگهای آهک‌دار، رگه‌های گچ، مارن‌های قرمز و سنگ سیلت تشکیل شده است. از ماسه سنگ معمولاً خاکهای درشت بافت با حاصلخیزی کم تشکیل می‌شود که پوشش گیاهی و در نتیجه ذخیره کربن آلی آنها ضعیف است. بنابراین مواد مادری خاک تشکیل شده در سازند آجاجاری می‌تواند عامل اصلی پایین بودن ذخیره کربن آن باشد. بر خلاف سازند آجاجاری، سازند میشان عمدتاً از آهک و مارن تشکیل شده است. از سنگهای آهکی و مارنی معمولاً خاکهای ریزدانه تشکیل می‌شود که نسبت به خاکهای درشت دانه از حاصلخیزی و ظرفیت نگهداری آب بیشتری برخوردار هستند. این ویژگیها باعث می‌شود به طور کلی و در شرایط یکسان، رشد گیاهان در سازند میشان بیشتر از سازند آجاجاری باشد. پوشش گیاهی بیشتر منجر به افزایش بیشتر ماده آلی و در نتیجه بیشتر شدن ذخیره کربن آلی می‌گردد. بررسی انجام شده توسط Sandra و همکاران (۲۰۲۵) در جنوب هند نشان داد مقدار پوشش گیاهی و عناصر غذایی خاک از عوامل مهم کنترل کننده ذخیره کربن آلی خاک بودند. در بررسی انجام شده در مادری اسپانیا نشان داده شد که نوع خاک، مواد مادری و پوشش گیاهی عوامل اصلی موثر بر ذخیره کربن خاک بودند (Rodríguez-Rasterero et al., 2025). در مطالعات متعددی نقش بافت خاک در مقدار ماده آلی گزارش شده است. در خاکهای ریز بافت ذرات رس با ماده آلی کمپلکس‌هایی تشکیل می‌دهند که از ماده آلی در برابر تجزیه محافظت می‌کنند (Sarkar et al., 2018). رسوبات دوره کواترنر از نظر سنی از سه سازند دیگر جوان‌تر هستند و از رسوب ترکیبات منتقل شده از ارتفاعات در اثر فرسایش تشکیل می‌شوند. بنابراین بسته به ترکیب ارتفاعات بالادست و فرایندهای فرسایش و رسوبگذاری ویژگیهای آنها می‌تواند بسیار متغیر باشد. با وجود اینکه کاربری سازند کواترنر در منطقه بیشتر کشاورزی است و معمولاً در اراضی کشاورزی به دلیل زیر و رو شدن خاک و اکسید شدن ماده آلی، مقدار کربن آلی خاک کم است ولی به دلیل تردد زیاد ماشین آلات فشرده‌گی خاک معمولاً بیشتر از سازندهای دیگر است. بنابراین و به دلیل بالاتر بودن جرم مخصوص ظاهری، میزان کربن آلی

در واحد حجم خاک نسبتاً زیاد است. به همین دلیل بعد از سازند میشان بیشترین ذخیره کربن مربوط به سازند کواترنر می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین ذخیره کربن آلی خاک در چهار سازند آجاجاری (Aj)، گچساران (Gs)، میشان (Mn) و کواترنر (Qt). حروف متفاوت بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

### نتیجه‌گیری

این تحقیق برای مقایسه میزان ذخیره کربن در چهار سازند رایج در استان خوزستان انجام گرفت. نتایج نشان داد سازند میشان بیشترین ذخیره کربن آلی را داشت و پس از آن به ترتیب سازندهای کواترنر، گچساران و آجاجاری قرار داشتند. همچنین این بررسی نشان داد نوع سازند زمین‌شناسی تاثیر معنی‌داری روی ذخیره کربن آلی خاک دارد. بنابراین در بررسی توانایی خاکها در ذخیره کربن آلی، نوع سازند زمین‌شناسی که نمودی از فاکتورهای خاکسازي مواد مادری و سن می‌باشد از اهمیت زیادی برخوردار است و بهتر است مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

با وجود نیمه خشک بودن منطقه و با توجه به اینکه میزان ذخیره کربن فقط تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک بررسی شد، نتایج نشان داد این سازندها توانایی تثبیت مقدار قابل توجهی از کربن جو را دارند که با مدیریت مناسب و بهبود پوشش گیاهی، می‌توانند نقش مهمی در کاهش روند گرم شدن کره زمین داشته باشند.

### فهرست منابع

- Masobeng, T.A., et al. (2025). Spatio-temporal modelling of soil organic carbon stock change in relation to land use changes in selected sub-catchments of Lesotho. *Soil Advances*, 4, 10071.
- Mudge, P.L., et al. (2025). Design and results from a national soil carbon stock benchmarking and monitoring system for agricultural land in New Zealand. *Geoderma*, 459, 117354.
- Qing, Z., Liu, H., Meng, X., Du, B., Zhang, S., Yu, M. (2025). Assessment of the synergistic effects of future climate change and land use on soil organic carbon stock in Northeast China. *Catena*, 260, 109456.
- Rodríguez-Rastrero, M., Hontoria, C., Lázaro-López, A., Bienes, R. (2025). Legacy soil organic carbon stocks in central Spain from whole soil profiles and standardized depths: Influence of land cover and parent material. *Catena*, 254, 108972.

Sandra, P.R., Shankar, A., Garkoti, S.C., Adarsh, C.K. (2025). Understanding the effects of forest types, vegetation structural diversity, and soil properties on above- and below-ground carbon stock of moist deciduous forest ecosystems in Western Ghats, India. *Catena*, 257, 109198.

Sarkar, B., Singh, M., Mandal, S., Churchman, G., Bolan, N.S. (2018). Clay Minerals- Organic matter interactions in relation to carbon stabilization in soils. In: Garcia, C., Nannipieri, P., Hernandez, T. (Eds.), *The Future of Soil Carbon its Conservation and Formation*. Academic Press, pp. 71–86.

Toro-Manríquez, M., Herrera, A.H., Chacón, S.V., Pourtoy, A., Plante, S., Maluenda, S.M., Pastur, G.M., Daneri, G. (2025). Soil organic carbon drivers in a high-stock forested region. *Trees, Forests and People*, 19, 100798.

Zeraatpisheh et al. (2025). Spatial mapping and predictive modeling of soil organic carbon stocks in Vermont agricultural lands using machine learning and environmental variables. *Computers and Electronics in Agriculture*, 237, 110727.

### Effect of geological formations on soil organic carbon stocks

Alireza Amirian-Chakan<sup>1\*</sup>, Mohammad Faraji<sup>2</sup>, Masoud Jafarizadeh<sup>2</sup>

1-Department of Soil Science, Agriculture college, Lorestan University; \* [amirian.ar@lu.ac.ir](mailto:amirian.ar@lu.ac.ir)

2-Department of Range and Watershed Management, Behbahan Khatam alanbia University of Technology

#### Abstract

Information on soil ability in sequestering carbon as organic form is very important in global warming mitigation. Geological formation with different age, rock types, land covers, land uses and topography have different potentials as organic carbon reservoirs. Knowing these potentials, helps in soil organic carbon management as well as its protection and improvement. In this study 160 soil samples were collected from four geological formations including Aghajari, Mishan, Gachsaran and Quaternary Khuzestan province, then soil organic carbon stocks (SOCS) were calculated. Mishan formation with 15629 kg and Aghajari with 8304 kg showed the highest and lowest levels of soil organic carbon stocks per hectare, respectively. Analysis of variance indicated that geological formations had significant effects on SOCS, but there was no significant difference between Mishan and Quaternary in terms of SOCS. Results indicated that geological formation is an important factor in SOCS distribution, thus it should be considered in land use planning, soil management and improving SOCS levels.

**Keywords:** Carbon sequestration, global warming, soil organic matter, land use