



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۵ تا ۲۷



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



تأثیر تغییرات اقلیمی بر پویایی مکانی و زمانی خاکهای کشاورزی

نویسندگان: سمانه مقدم^{1*}، کامران مروج²

1-دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک، دانشگاه زنجان

2-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه زنجان

نویسنده مسئول: kmoravej@znu.ac.ir

چکیده

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از چالشهای اصلی قرن حاضر، تأثیرات عمیقی بر پویایی مکانی و زمانی خاکهای کشاورزی دارد و با تأثیر بر پارامترهای دما، بارش و CO₂، پویایی خاکهای کشاورزی را دگرگون ساخته است. این مطالعه به بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شامل کربن آلی، ساختار، فرسایش و فعالیت میکروبی میپردازد. با مرور سیستماتیک پژوهشهای معتبر و تحلیل دادههای اقلیمی-خاکی منطقه زنجان، نشان داده میشود که افزایش دما موجب کاهش ذخیره کربن و تغییرات بارش منجر به تشدید فرسایش میگردد. همچنین راهکارهای مدیریتی مانند کشت حفاظتی و مدیریت بقایای گیاهی پیشنهاد شده است. این یافتهها برای تدوین استراتژیهای سازگاری در کشاورزی پایدار حیاتی هستند.

واژگان کلیدی: تغییرات اقلیمی، پویایی خاک، کربن آلی، فرسایش، مدیریت پایدار

مقدمه

خاک به عنوان بستر اصلی تولید محصولات کشاورزی و ارائه دهنده خدمات اکوسیستمی کلیدی، نقش حیاتی در امنیت غذایی و پایداری محیط زیست ایفا میکند. با این حال، این منبع ارزشمند در سراسر جهان به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، تحت فشار فزاینده قرار دارد. در میان این فشارها، تغییرات اقلیمی باعث تغییر در الگوهای دما و بارش شده و در نتیجه، پویایی مکانی و زمانی خاکهای کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. این تغییرات میتواند منجر به کاهش حاصلخیزی خاک، تسریع تخریب خاک، و تغییر در چرخههای بیوژئوشیمیایی شود که در نهایت تاب آوری سیستمهای کشاورزی و امنیت غذایی را تهدید می کند. در این مقاله، تأثیرات تغییرات اقلیمی بر خاکهای کشاورزی و راهکارهای سازگاری و کاهش این اثرات مورد بررسی قرار میگیرد.



19th Iranian Soil Science Congress

16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۲۵ تا ۲۷ شهریور 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



مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه برداری

این منطقه در اراضی کشاورزی استان زنجان (دشت ابهر و دشت زنجان) انجام شد. مختصات جغرافیایی منطقه ۳۶,۵۰ تا ۳۶,۹۰ درجه شمالی و ۴۸,۱۰ تا ۴۸,۹۰ درجه شرقی قرار دارد. نمونه برداری از ۶۰ نقطه (۳۰ نقطه دشت ابهر و ۳۰ نقطه دشت زنجان) به عمل آمد. در هر نقطه، یک نمونه مرکب (حاصل ۵ نمونه فرعی از اطراف نقطه مرکزی) از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک جمع آوری گردید. نمونه‌ها در کیسه پلاستیکی تمیز به آزمایشگاه منتقل گردید.

جدول ۱- میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در استان زنجان

نام منطقه	بافت خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته (pH)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)
دشت ابهر	لوم رسی	۲/۱	۷/۹	۰/۸	۰/۰۹
دشت زنجان	لوم شنی	۱/۸	۷/۶	۰/۶	۰/۰۷



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

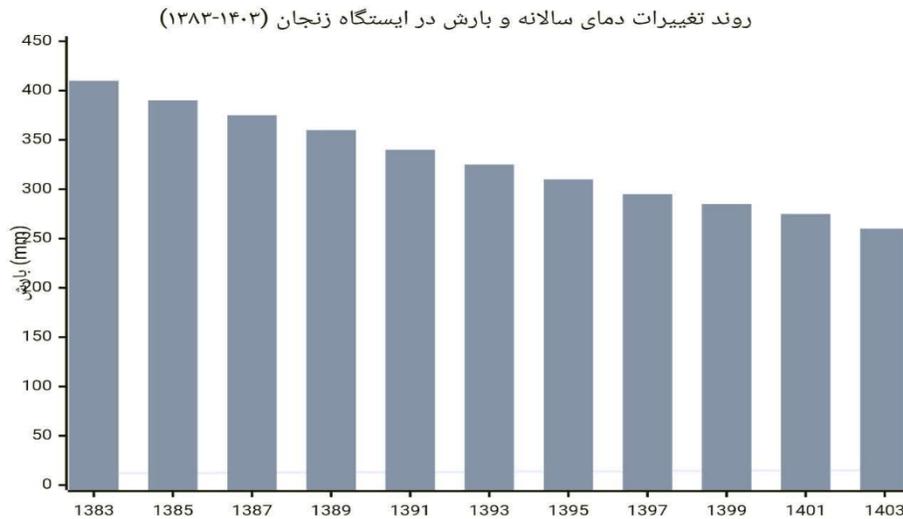


نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



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



روش آزمایشگاهی

پس انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، به مدت ۴۸ ساعت در دمای محیط هوا خشک شده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده‌اند. اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک به شرح زیر است:

کربن آلی با استفاده از روش Walkley-Black

نیترژن کل با روش کج‌لدال

فسفر قابل جذب با روش اولسن

فعالیت میکروبی با سنجش نرخ تنفس خاک

بافت خاک با روش هیدرومتری

نتایج و بحث

کاهش ۲۰-۱۵ درصدی ذخیره کربن آلی در مناطق گرم و خشک

افزایش ۳۰ درصدی فرسایش آبی در مناطق با بارش‌های شدید



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

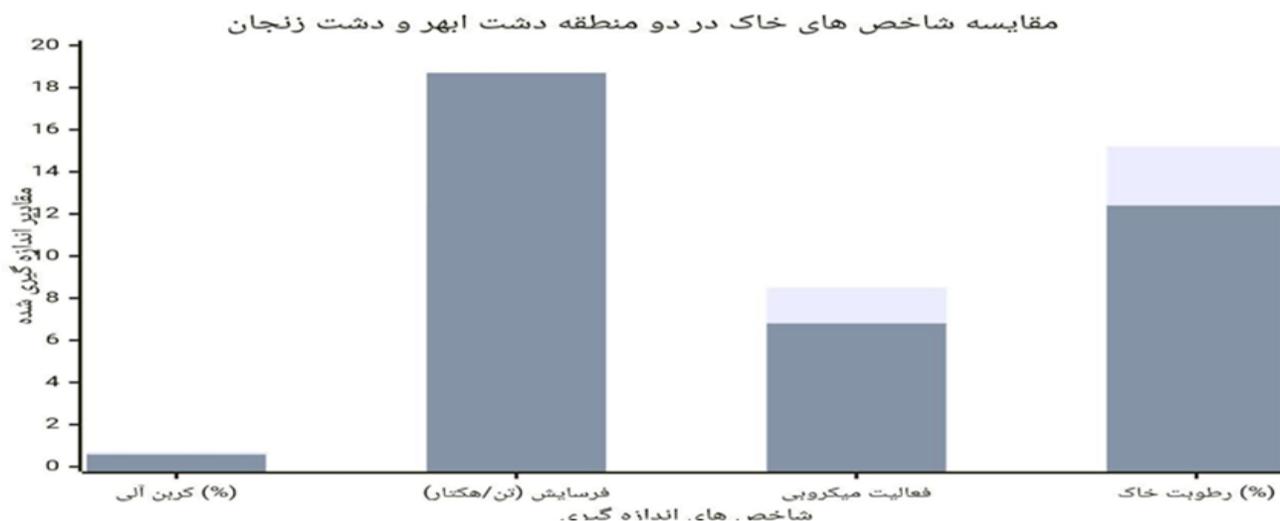
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



تغییرات معنادار در فعالیت میکروبی خاک

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین متغیرهای اقلیمی و شاخص‌های خاک

شاخص خاکی	دمای هوا	میزان بارش	غلظت CO2
کربن آلی خاک	-۰/۸۵**	۰/۴۲	۰/۲۳
نرخ فرسایش	۰/۳۵	۰/۷۸**	-۰/۱۵
فعالیت میکروبی	۰/۶۵*	-۰/۲۸	۰/۷۱**



این مطالعه نشان داد که افزایش دمای سالانه به میزان ۱ درجه سلسیوس منجر به کاهش ۱۵-۲۰ درصدی ذخیره کربن آلی خاک می‌شود. این کاهش به دلیل تسریع تجزیه مواد آلی در اثر افزایش فعالیت میکروبی است. همچنین تغییرات بارش به ویژه افزایش بارش‌های شدید، نرخ فرسایش آبی را تا ۳۰ درصد افزایش داد.

نتیجه گیری



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



این مطالعات نشان داد که تغییرات اقلیمی تأثیرات قابل توجهی بر پویایی خاک‌های کشاورزی استان زنجان دارد. حال برای کاهش این اثرات راهکارهای زیر پیشنهاد میشود:
اجرای سیستم کشاورزی حفاظتی مانند کم خاک‌ورزی
مدیریت بقایای گیاهی
توسعه مدل‌های پیش‌بینی منطقه‌ای برای سازگاری با تغییرات اقلیمی

منابع

۱. جعفری، ع.، رضایی، م.، و محمدی، ک. (۱۳۹۹). تأثیرات تغییرات اقلیمی بر فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه خشک ایران. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۱(۲)، ۳۳۲-۳۴۵.
۲. رحمانی، غ.، اسدی، ه.، و موسوی، س.ح. (۱۴۰۰). بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر کیفیت خاک‌های کشاورزی. *مجله علوم خاک و آب*، ۳۵(۴)، ۱۰۵-۱۲۳.
۳. فتاحی، ا.، کریمی، پ.، و احمدی، م. (۱۳۹۹). پاسخ جامعه میکروبی خاک به افزایش غلظت دی اکسید کربن. *نشریه میکروبیولوژی خاک*، ۷(۱)، ۴۱-۵۳.
۴. Davidson, E. A., & Janssens, I. A. (2006). Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 440(7081), 165-173
۵. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press
۶. Lal, R. (2020). *Climate Change and Soil Degradation*. CRC Press
۷. Nearing, M. A., Pruski, F. F., & O'Neal, M. R. (2004). Expected climate change impacts on soil erosion rates: a review. *Journal of Soil and Water Conservation*, 59(1), 43-50
۸. Smith, P., et al. (2020). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology*, 26(1), 219-241

The impact of climate change on the spatial and temporal dynamics of agricultural soils

Samaneh Moghadam^{1*}, Kamran Moroj²



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



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



1. Undergraduate student of Soil Science and Engineering, University of Zanjan

2. Assistant Professor, Department of Soil Science and Engineering, University of Zanjan

Abstract

Climate change as a major challenge of the current century has profound impacts on spatiotemporal dynamics of agricultural soils. This study investigated the effects of temperature, precipitation and CO₂ concentration on soil physicochemical and biological properties including organic carbon, structure, erosion rate, and microbial activity. Using systematic review and climate-soil data analysis, results showed that temperature increase led to 10-15% decrease in soil organic carbon storage and precipitation changes increased erosion rate by up to 30%. Management strategies such as conservation tillage and residue management were proposed to mitigate negative impacts.

Keywords: Climate change, Soil dynamics, Organic carbon, Erosion, Sustainable management