



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

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



حکمرانی خاک و سیاست گذاری‌های پایدار برای مقابله با فرسایش و آلودگی

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:

خاک، به عنوان یک سرمایه طبیعی تجدیدناپذیر، پایه اصلی امنیت غذایی و سلامت اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود. با این حال، پدیده‌های فرسایش و آلودگی خاک به عنوان چالش‌های عمده، این منبع حیاتی را به شدت تهدید می‌کنند. این پژوهش با هدف تبیین راهبردهای حکمرانی مؤثر و سیاستگذاری پایدار برای مقابله با این چالش‌ها انجام شد. روش تحقیق، مرور سیستماتیک مطالعات بین‌المللی منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ بود که از پایگاه‌های داده معتبر استخراج شدند. یافته‌ها نشان داد که یک سیستم حکمرانی موفق خاک بر پنج رکن اصلی استوار است: تدوین قوانین جامع و یکپارچه در سطح ملی، استقرار سامانه پایش و نظارت مستمر، به‌کارگیری مشوق‌ها و بازدارنده‌های اقتصادی، تقویت مشارکت فعال تمامی ذینفعان و ادغام اهداف حفاظت از خاک در برنامه‌ریزی‌های کلان کاربری اراضی. نتایج نشان می‌دهد که موفقیت در گروی اتخاذ یک پارادایم حکمرانی چندسطحی، مشارکتی و بهره‌گیری از ترکیب هوشمندانه‌ای از ابزارهای قانونی، اقتصادی و اجتماعی است. این چارچوب می‌تواند به سیاست‌گذاران برای طراحی راهبردهای عملیاتی جهت حفظ این سرمایه طبیعی کمک نماید.

واژگان کلیدی: حکمرانی خاک، سیاستگذاری پایدار، فرسایش خاک، آلودگی خاک، حفاظت از منابع طبیعی.

مقدمه:

خاک، پوسته زنده و حیاتی کره زمین است که تنها در طی قرن‌ها و هزاره‌ها تشکیل می‌شود. این منبع تجدیدناپذیر، نه تنها بستر اصلی تولید بیش از ۹۵ درصد از غذای بشر است، بلکه نقش بی‌همتایی در ذخیره کربن، تصفیه آب، حفظ تنوع زیستی و چرخه مواد مغذی ایفا می‌کند (Kopittke et al., 2019). با وجود این اهمیت حیاتی، خاک‌های جهان در معرض تخریب و نابودی بی‌سابقه‌ای قرار دارند. بر اساس گزارش‌های فائو (۲۰۲۲)، حدود ۳۳ درصد از خاک‌های جهان در اثر فعالیت‌های انسانی دچار فرسایش شدید، کاهش مواد آلی، آلودگی شیمیایی، شور شدن و سایر اشکال تخریب شده‌اند. دو تهدید عمده و مرتبط با هم، فرسایش خاک توسط



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

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



آب و باد و آلودگی خاک ناشی از مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی، تخلیه پسماندهای صنعتی و شهری است. این پدیده‌ها نه تنها حاصلخیزی خاک و امنیت غذایی را تهدید می‌کنند، بلکه از طریق تولید رواناب آلوده، فرسایش رسوبات و انتشار گازهای گلخانه‌ای، بحران‌های زیست‌محیطی گسترده‌تری را دامن می‌زنند (Borrelli et al., 2020). اگرچه فناوری‌ها و روش‌های агроном متعددی برای حفاظت از خاک توسعه یافته‌اند، اما کاربرد موفقیت‌آمیز آنها در مقیاس وسیع، منوط به وجود یک چارچوب حکمرانی توانمند و سیاست‌گذاری هوشمند است. مشکل اصلی، پراکندگی، ناهماهنگی و در برخی موارد، فقدان کامل این چارچوب‌ها در بسیاری از کشورها است (FAO, 2017). بنابراین، این مقاله به این سؤال کلیدی می‌پردازد: «مؤلفه‌های کلیدی یک سیستم حکمرانی مؤثر و سیاست‌گذاری پایدار برای مقابله یکپارچه با پدیده‌های فرسایش و آلودگی خاک کدامند؟» این پژوهش با تحلیل شواهد بین‌المللی، راهکارهای عملی برای سیاست‌گذاران ارائه می‌دهد.

مواد و روش‌ها:

این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی و با استفاده از روش مرور سیستماتیک (Systematic Review) انجام شد. پروتکل تحقیق بر اساس رهنمودهای PRISMA طراحی گردید. معیارهای ورود شامل مطالعاتی بود که به‌طور مستقیم به تحلیل سیاست‌ها، قوانین و مکانیسم‌های حکمرانی مرتبط با مدیریت پایدار خاک، کنترل فرسایش و کاهش آلودگی خاک می‌پرداختند. مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ به زبان‌های انگلیسی و فارسی مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای خروج، مطالعاتی بودند که صرفاً به جنبه‌های فنی و агроном خاک بدون اشاره به ابعاد سیاستی و حکمرانی می‌پرداختند. جستجوی منابع در پایگاه‌های داده Scopus, Web of Science, Google Scholar با استفاده از ترکیبی از کلیدواژه‌های مرتبط انجام شد. پس از حذف مطالعات تکراری و غربالگری عناوین و چکیده‌ها، متن کامل ۷۲ مطالعه واجد شرایط استخراج و داده‌های مربوط به نوع سیاست، حوزه اجرا، نقاط قوت، ضعف و نتایج آن‌ها ثبت گردید. داده‌های کیفی استخراج‌شده با استفاده از تکنیک تحلیل محتوای کیفی (کدگذاری تماتیک) مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث:

تحلیل مطالعات منتخب، منجر به شناسایی پنج رکن اصلی برای یک سیستم حکمرانی مؤثر خاک شد که در شکل ۱ نمایش داده شده است.

شکل ۱- ارکان کلیدی حکمرانی مؤثر برای مقابله با فرسایش و آلودگی خاک



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



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

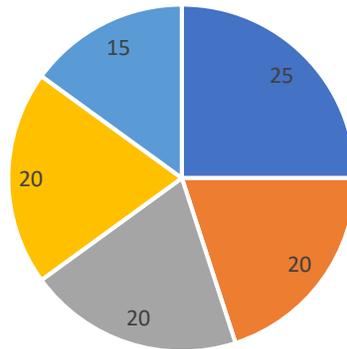


مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



■ ادغام در برنامه ریزی اراضی ■ مشارکت ذینفعان ■ مشوق‌های اقتصادی ■ نظارت و پایش مستمر ■ قوانین جامع و یکپارچه

یافته‌ها نشان داد کشورهایی که قوانین جامع "حفاظت از خاک" را تصویب کرده‌اند (مانند آلمان)، موفقیت بیشتری در هماهنگی بین بخشی داشته‌اند. وجود یک سامانه ملی پایش سلامت خاک با شاخص‌های مشخص، پایه هرگونه تصمیم‌گیری سیاستی است. ابزارهای اقتصادی به دو دسته مشوق‌های مثبت (مانند پرداخت برای خدمات اکوسیستمی (PES) به کشاورزان) و بازدارنده‌های اقتصادی (مانند اجرای اصل "آلوده‌کننده پرداخت می‌کند") تقسیم شدند. همچنین، مشارکت دادن فعالانه کشاورزان و جامعه محلی در طراحی و اجرای برنامه‌ها، حس مالکیت و پذیرش اجتماعی را افزایش می‌دهد. در نهایت، حفاظت از خاک باید به عنوان یک جزء اصلی در برنامه‌ریزی کلان کاربری اراضی و طرح‌های آمایش سرزمین گنجانده شود. نمونه‌هایی از ابزارهای سیاستی و اثربخشی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است

جدول ۱- نمونه‌هایی از ابزارهای سیاستی و اثربخشی آن‌ها

نوع ابزار سیاستی	مثال عینی	نقاط قوت	چالش‌ها
قانون - تنظیمی	قانون حفاظت از خاک (آلمان)	ایجاد چارچوب روشن، الزام آور بودن	هزینه‌های اجرا و نظارت
اقتصادی - مالی	پرداخت برای خدمات اکوسیستمی (PES)	انگیزه مالی مستقیم برای کشاورزان، داوطلبانه بودن	نیاز به بودجه دولتی پایدار
اطلاع رسانی - مشارکتی	برنامه مدارس مزرعه کشاورز (FAO)	توانمندسازی کشاورزان، ترویج بهترین روش	کند بودن روند تغییر
پژوهشی - فناورانه	توسعه اپلیکیشن پایش سلامت خاک	دسترسی آسان به داده‌ها، پشتیبانی از تصمیم‌گیری	نیاز به زیرساخت فناوری سواد دیجیتال



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

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که رویکردهای پراکنده و تک‌بعدی در حکمرانی خاک محکوم به شکست هستند. موفقیت در گروی به‌کارگیری ترکیبی هوشمندانه (Smart Mix) از تمامی ابزارهای شناسایی شده است (Mckenzie, 2021). یک نکته بحث‌برانگیز، تعادل بین مشوق‌ها و مقررات است. قوانین سختگیرانه محض بدون در نظر گیری معیشت کشاورزان خرده‌پا، می‌تواند منجر به نارضایتی اجتماعی شود، در حالی که مشوق‌های اقتصادی بدون پشتوانه نظارتی قوی ممکن است منجر به سوءاستفاده شوند. (Cartwright et al., 2018). مطالعه‌های موفق نشان می‌دهد که رویکرد چند-سطحی (از محلی تا ملی) و کلید موفقیت است.

نتیجه‌گیری:

فرسایش و آلودگی خاک یک بحران خاموش اما فوری است که نیازمند پاسخ فوری و منسجم از سوی نظام‌های حکمرانی است. این پژوهش نشان داد که پاسخ مؤثر به این بحران، یک تحول در نحوه حکمرانی بر منابع طبیعی است. بر این اساس، پیشنهادات سیاستی زیر ارائه می‌گردد:

۱. تدوین و تصویب قانون جامع حفاظت از خاک که واضح، الزام‌آور و هماهنگ با قوانین مرتبط باشد.
۲. ایجاد سامانه ملی پایش و سلامت خاک به‌عنوان مبنای تخصیص مشوق‌ها و اعمال جریمه‌ها.
۳. طراحی یک بسته ترکیبی از مشوق‌های اقتصادی برای هدایت رفتار به سمت پایداری.
۴. تقویت مشارکت و ظرفیت‌سازی among ذینفعان محلی.
۵. ادغام اهداف حفاظت از خاک در همه سیاست‌های بخشی و انجام ارزیابی اثرات اجباری. این تغییر پارادایم نیازمند اراده سیاسی قوی، سرمایه‌گذاری بلندمدت و عزم جمعی است.

فهرست منابع:

۱. میرزانیان، ا.، ملک احمدی، ح.، شاه‌محمدی، ی.، ابراهیم‌زاده، ع. (۱۴۰۰). تأثیر موجک بر افزایش دقت مدل‌های تخمینی در مدل‌سازی بارش-رواناب (مطالعه موردی: حوضه صوفی‌چای). نشریه مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۱ (۳): ۶۷-۷۹.
۲. اسفندیارپور بروجنی، ع.، باقری، م. (۱۳۸۵). شناسایی و نقشه‌برداری خاک. چاپ اول، انتشارات پلک، تهران. ۱۸۶ ص.

۳. Blanco, H., Lal, R. (2008). Principles of Soil Conservation and Management. Springer, USA. 617 p.



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



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ تا ۲۷ شهریور



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



۴. Borrelli, P., et al. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(36), 21994-22001.
۵. Cartwright, A., et al. (2018). A review of hybrid and innovative market-based instruments for soil conservation. *Land Use Policy*, 77, 641-651.
۶. Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management*. Rome.
۷. Food and Agriculture Organization (FAO). (2022). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point*. Rome.
۸. Kopittke, P. M., et al. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078.
۹. McKenzie, A. (2021). *Soil Governance: A Review of the Literature*. IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 89.

Sustainable Soil Governance and Policies to Combat Erosion and Pollution

Samaneh Moghadam^{1*}, Kamran Moroj²

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

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

Abstract

Soil, as a non-renewable natural capital, is the foundation of food security and ecosystem health. However, soil erosion and pollution are major challenges threatening this vital resource. This research aimed to explain effective governance strategies and sustainable policies to address these challenges. The research method was a systematic review of international studies published between 2010 and 2023, extracted from reputable databases. Findings revealed that a successful soil governance system rests on five main pillars: developing comprehensive and integrated laws at the national level, establishing continuous monitoring and supervision systems, employing economic incentives and disincentives, strengthening active participation of all stakeholders, and integrating soil conservation goals into macro land-use planning. Results indicate that success depends on adopting a multi-level, participatory governance paradigm and utilizing a smart mix of legal, economic, and social tools. This framework can assist policymakers in designing operational strategies to preserve this natural capital.

Keywords: Soil Governance, Sustainable Policy, Soil Erosion, Soil Pollution, Natural Resources Conservation.