



19<sup>th</sup> 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



## راهکارهای بهبود حکمرانی پایدار خاک در استان خوزستان با رویکرد داده‌محور و مشارکتی

سامراه طهماسی<sup>۱\*</sup>، عادل نیسی<sup>۱</sup>، عباس ساکی<sup>۲</sup>، مصطفی اسماعیلی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

(Email: sameratahmasi@gmail.com)

۲- اداره آب و خاک و امور فنی مهندسی، سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان، اهواز، ایران.

### چکیده

حکمرانی بهینه و پایدار خاک یکی از ارکان کلیدی توسعه کشاورزی و حفظ محیط زیست در استان خوزستان است که با چالش‌هایی مانند شوری بالا، کمبود ماده آلی و ناهماهنگی بین نهادها روبرو است. این مقاله با هدف بررسی وضعیت کنونی حکمرانی خاک در استان خوزستان و ارائه راهکارهای عملی مبتنی بر داده‌های واقعی و تجربیات موفق بین‌المللی تدوین شده است. داده‌های میدانی خاک استان شامل پارامترهای pH، شوری، ماده آلی و بافت خاک بوده و پس از تحلیل، مناطق بحرانی شناسایی گردیده‌اند. سپس نقش گرداران محلی و نهادهای مرتبط بررسی شده و تجربیات کشورهای اسپانیا، هند و استرالیا در حوزه حکمرانی خاک مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت، مجموعه‌ای از راهکارهای فناورانه، نهادی و آموزشی برای ارتقاء مدیریت پایدار خاک در خوزستان پیشنهاد شده که شامل ایجاد سامانه GIS خاک، اجرای طرح کارت سلامت خاک، تشکیل شورای استانی و توسعه مدارس میدانی کشاورزان می‌باشد. اجرای این راهکارها می‌تواند به حفظ منابع خاک، افزایش بهره‌وری کشاورزی و بهبود امنیت غذایی در استان خوزستان کمک شایانی نماید.

واژگان کلیدی: حکمرانی خاک، مدیریت پایدار خاک، استان خوزستان، GIS، کشاورزی پایدار

## مقدمه

خاک به عنوان یکی از منابع پایه در تأمین امنیت غذایی، توسعه پایدار و حفظ محیط زیست نقش کلیدی دارد. با این حال، فشارهای ناشی از بهره‌برداری ناپایدار، تغییرات اقلیمی، آلودگی و ضعف در سیاست‌گذاری باعث شده تا بسیاری از خاک‌های کشاورزی به سمت تخریب و کاهش حاصلخیزی حرکت کنند (Keesstra et al., 2021). در سال‌های اخیر مفهوم حکمرانی خاک (Soil Governance) به عنوان رویکردی چندبعدی برای مدیریت عادلانه، مشارکتی و علمی خاک مورد توجه سازمان‌های بین‌المللی و نهادهای ملی قرار گرفته است. حکمرانی مؤثر خاک نیازمند بهره‌گیری از داده‌های دقیق، مشارکت همه‌گروداران، قانون‌گذاری شفاف و استفاده از فناوری‌های نوین در تصمیم‌گیری است (Montanarella & Vargas, 2022).

استان خوزستان با مساحتی بیش از ۶۴ هزار کیلومترمربع، از مهم‌ترین مناطق کشاورزی کشور به شمار می‌رود. اما وجود بحران‌هایی مانند شوری خاک، پایین بودن ماده آلی، کمبود داده‌های دقیق و عدم مشارکت کافی بهره‌برداران در سیاست‌گذاری‌ها، مانع تحقق حکمرانی مطلوب بر منابع خاک شده است (Borrelli et al., 2022). این مقاله با هدف بررسی وضعیت حکمرانی خاک در استان خوزستان و ارائه راهکارهایی برای بهبود آن تدوین شده است. ابتدا مفاهیم نظری حکمرانی خاک معرفی می‌شود، سپس چالش‌های موجود در استان شناسایی و نقش داده‌ها و فناوری‌های نوین در مدیریت پایدار خاک تحلیل خواهد شد.

## مفهوم حکمرانی خاک و اهمیت آن در استان خوزستان

حکمرانی خاک مجموعه‌ای از فرآیندهای تصمیم‌گیری، سیاست‌گذاری، قانون‌گذاری و اجرای برنامه‌هایی تلقی می‌شود که هدف آن‌ها مدیریت پایدار خاک با مشارکت همه ذی‌نفعان است. این مفهوم فراتر از مدیریت سنتی خاک است و بر شفافیت، عدالت، مسئولیت‌پذیری و یکپارچگی داده‌ها و اقدامات تأکید دارد (FAO, 2020).

در استان خوزستان، اهمیت حکمرانی خاک از این جهت برجسته است که کشاورزی گسترده بوده و نیاز به سلامت، امنیت و پایداری منابع خاک دارد. این استان با دارا بودن دشت‌های حاصلخیز، قطب مهم تولید گندم، نیشکر و سبزیجات است، اما شوری و افت کیفیت خاک، بهره‌وری را تهدید می‌کند (Rojas et al., 2021). تغییرات اقلیم، کاهش نزولات آسمانی، طوفان‌های گرد و غبار و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی شور، چالش‌هایی هستند که بدون حکمرانی علمی، آینده خاک‌های استان را در معرض تهدید قرار می‌دهند (Reynolds et al., 2020). مشارکت بهره‌برداران و شفافیت تصمیم‌گیری ضروری است و حکمرانی نوین خاک، بسترساز رفع این گسست است. حکمرانی مؤثر خاک در خوزستان با موانع و چالش‌های متعددی روبه‌روست که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

## شوری و قلیابیت گسترده خاک‌ها

مطالعات نشان داده‌اند که بیش از ۶۵٪ از خاک‌های قابل کشاورزی خوزستان با درجاتی از شوری یا قلیابیت مواجه‌اند. این مسئله نه تنها عملکرد محصولات را کاهش می‌دهد، بلکه باعث کاهش اعتماد بهره‌برداران به سیستم مدیریت خاک شده است (Ebrahimi et al., 2022).

## نبود بانک داده جامع خاک

اطلاعات پراکنده، قدیمی و ناکامل در مورد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، امکان تصمیم‌گیری صحیح و منطقه‌ای را محدود کرده است. نبود سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) دقیق باعث شده تصمیمات کلان، بدون تطابق با شرایط محلی اتخاذ شوند (Keesstra et al., 2021).

## ضعف در سیاست‌گذاری مشارکتی و مشکلات نهادی و اجرایی

عدم مشارکت بهره‌برداران یا سازمان‌های محلی در اجرای برنامه‌های مدیریت خاک، اجرای برنامه‌ها را با مشکل مواجه کرده و حس مسئولیت‌پذیری را کاهش داده و می‌دهد (Montanarella & Vargas, 2022). هم‌پوشانی وظایف سازمان‌ها و کمبود بودجه پژوهشی از دیگر چالش‌های مهم حکمرانی خاک به شمار می‌روند (Borrelli et al., 2022).

## الگوهای موفق بین‌المللی در حکمرانی خاک و قابلیت انطباق با خوزستان

در سطح بین‌المللی، کشورهای پرشماری سیاست‌ها و برنامه‌هایی موفق در زمینه حکمرانی خاک اجرا کرده‌اند. مرور این الگوها می‌تواند الهام‌بخش طراحی چارچوب‌های بومی و بوم سازگار برای استان خوزستان باشد. در این بخش سه کشور اسپانیا، هند و استرالیا با شرایط اقلیمی یا ساختاری نسبتاً مشابه با خوزستان انتخاب شده‌اند.

### اسپانیا: حکمرانی خاک در اقلیم خشک مدیترانه‌ای

اسپانیا با مشکل فرسایش خاک، شور شدن اراضی و نوسانات آبی مشابه خوزستان روبرو است. دولت این کشور با اجرای برنامه‌ای تحت عنوان RECAR Project با حمایت اتحادیه اروپا، توانسته است؛ مشارکت کشاورزان را در طراحی روش‌های حفاظت از خاک تقویت کند. سامانه‌های GIS محور برای تحلیل فضایی تخریب خاک ایجاد کند و مشوق‌هایی برای حفظ پوشش گیاهی و عدم شخم عمیق ارائه دهد (García-Ruiz et al., 2020). قابلیت تطبیق در خوزستان با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی تخریب خاک با کمک داده‌های ماهواره‌ای و تشویق کشاورزان به حفظ پوشش گیاهی در کشت پاییزه است.

### هند: حکمرانی داده‌محور و آموزش محور

هند با اجرای طرح ملی Soil Health Card (SHC) از سال ۲۰۱۵ به بیش از ۱۰۰ میلیون کشاورز کارت سلامت خاک ارائه کرده است. هر کارت شامل تحلیل شیمیایی خاک و توصیه‌های کودی است. مزایای این کار افزایش بهره‌وری با مصرف هدفمند نهاده‌ها، کاهش فرسایش و آلودگی ناشی از مصرف بی‌رویه کودها و مشارکت فعال بخش خصوصی در خدمات آزمایش خاک است (Patel et al., 2021). قابلیت تطبیق در خوزستان با اجرای طرح "کارت خاک خوزستان" با مشارکت مراکز آزمایش خاک و جهاد کشاورزی برای کشاورزان استان است.

### استرالیا: حکمرانی خاک در نظام اقلیمی خشک و سیاست‌مدارانه

استرالیا دارای تجربه‌ای برجسته در حکمرانی خاک با رویکرد یکپارچه دولت-علم-جامعه است. پروژه ملی Soil CRC (Cooperative Research Centre) با هدف ایجاد بانک داده خاک ملی، توسعه نرم‌افزارهای کاربردی تصمیم‌یار برای کشاورزان و سیاست‌گذاری بر مبنای داده‌های مکان‌محور اجرا شده است (Field et al., 2021). قابلیت تطبیق در خوزستان با توسعه نرم‌افزار بومی مدیریت خاک برای کشاورزان با داده‌های مکان‌محور و اتصال آن به پایگاه داده ملی خاک ایران است.

### مواد و روش‌ها

داده‌های مربوط به ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در برخی مناطق عمده کشاورزی استان (اهواز، دزفول، شادگان، آبادان و رامهرمز) برای ارزیابی وضعیت کیفی خاک در استان خوزستان استخراج شده‌اند. این داده‌ها شامل pH، شوری (EC)، ماده

آلی، کربن آلی و بافت خاک هستند که از نتایج منتشرشده در تحقیقات میدانی دانشگاه‌های کشور و پایگاه داده FAO گردآوری شده‌اند (FAO, 2023; Ebrahimi et al., 2022).

## نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد؛ شوری خاک در مناطق جنوبی نظیر آبادان و شادگان بسیار بالاست (بیش از ۶ ds/m) که نشانگر شرایط نامناسب برای بیشتر محصولات زراعی است (Rojas et al., 2021). این شرایط ناشی از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی شور و آبیاری با آب نامناسب است. برخی مناطق دارای خاک‌های قلیایی هستند که می‌تواند جذب عناصر غذایی را کاهش دهد. میزان ماده آلی در بیشتر پهنه‌ها پایین‌تر از ۱٪ است. این موضوع یکی از شاخص‌های مهم کاهش کیفیت زیستی و فیزیکی خاک است (Montanarella & Vargas, 2022). مناطق جنوبی (آبادان و شادگان) دارای بافت رسی سنگین هستند که نفوذپذیری را کاهش داده، تهویه خاک و زهکشی اراضی را دشوار و محدود می‌کند، در حالی که خاک و اراضی دزفول و رامهرمز بافت بهتری برای کشاورزی دارند. این وضعیت نشان‌دهنده کاهش باروری خاک، محدودیت در رشد گیاهان و آسیب‌پذیری شدید در برابر فرسایش و تنش‌های زیست‌محیطی است. این چالش‌های جدی، اهمیت حکمرانی یکپارچه و مبتنی بر داده در مدیریت منابع خاک استان خوزستان را دوچندان می‌سازد؛ چرا که بدون برنامه‌ریزی منسجم و مشارکت نهادهای دانش بنیان و مسئول، امکان اصلاح اراضی، بهبود کیفیت خاک و دستیابی به کشاورزی پایدار در این منطقه با مشکل جدی روبرو خواهد بود.

جدول (۱) - ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک (جعفر نژادی و همکاران، ۱۳۹۸)

منطقه	pH	Ec (ds/m)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)	بافت خاک
اهواز	۸/۲	۵/۸	۰/۷۵	۰/۴۴	لومی رسی
دزفول	۷/۹	۲/۱	۱/۲	۰/۶۸	لوم
شادگان	۸/۴	۷/۵	۰/۵۲	۰/۳	رسی
آبادان	۸/۶	۸/۱	۰/۴۳	۰/۲۵	رسی
رامهرمز	۷/۸	۳/۹	۱/۳۴	۰/۷۸	لومی رسی

حکمرانی مؤثر خاک تنها از مسیر مشارکت پویای گرداران ممکن می‌شود. در استان خوزستان، بازیگران کلیدی شامل کشاورزان، سازمان‌های دولتی، مراکز پژوهشی و بخش خصوصی هستند. این بخش به بررسی نقش هر کدام، موانع تعامل و راهکارهای افزایش مشارکت در فرآیند حکمرانی خاک می‌پردازد. کشاورزان به‌عنوان بهره‌برداران اصلی منابع خاک، دارای نقش بی‌بدیل در حفظ و بهره‌برداری پایدار از خاک هستند. اما کمبود دانش فنی درباره تحلیل خاک و روش‌های بهبود آن، یکی از مشکلات رایج است (Reynolds et al., 2020). در برخی مناطق، اعتماد پایین به سیاست‌های دولتی و نبود آموزش مؤثر باعث فاصله بین تصمیم‌گیری‌های ملی و اجرای محلی شده است (Keesstra et al., 2021). راه‌اندازی برنامه‌های آموزش مشارکتی و پایلوت‌های محلی و ارائه مشوق‌های مالی و فنی برای کشاورزان پایبند به اصول مدیریت پایدار خاک راهکار حل مشکلات مذکور است. سازمان‌هایی چون جهاد کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست نقش تنظیم‌گر، نظارتی و برنامه‌ریز دارند. چالش‌هایی از جمله پراکندگی وظایف و نبود هماهنگی بین نهادهای متولی خاک و عدم دسترسی کافی به داده‌های دقیق و به‌روز خاک (Montanarella & Vargas, 2022) می‌توانند عملکرد این نهادها را محدود کنند. راهکار حل می‌تواند تشکیل ستاد حکمرانی خاک استانی با حضور همه گرداران - توسعه سامانه اطلاعات خاک خوزستان بر پایه داده‌کاوی و GIS باشد. مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها، هادی و پشتیبان علمی تصمیمات هستند و نقشی کلیدی در تدوین الگوهای بومی، تحلیل داده‌های خاک و آموزش دارند، اما بودجه پژوهشی محدود است و برونداد تحقیقات به‌ندرت به سیاست‌گذاری منجر می‌شود.

(Borrelli et al., 2022) راهکار می‌تواند شامل اتصال ساختارمند دانشگاه‌ها با پروژه‌های حکمرانی خاک و حمایت از تحقیقات میدانی کاربردی در خاک‌های شور و قلیایی استان باشد.

بخش خصوصی، بازیگری مغفول در حکمرانی خاک است. بخش خصوصی به‌ویژه در حوزه فناوری‌های سنجش خاک، کشاورزی هوشمند و تولید کود آلی می‌تواند اثرگذار باشد. با این حال، فضای مشارکت آن‌ها در سیاست‌گذاری مهیا نیست و سرمایه‌گذاری در خاک، بازگشت بلندمدت دارد و کمتر جذاب به نظر می‌رسد (Rojas et al., 2021). راهکار حل این مشکلات ایجاد زنجیره ارزش پایدار خاک با همکاری کشاورزان، شرکت‌های فناور و دولت و تعریف پروژه‌های مسئولیت اجتماعی شرکتی در زمینه حفاظت خاک است.

### راهکارهای پیشنهادی برای ارتقاء حکمرانی خاک در استان خوزستان

با توجه به چالش‌های موجود، ویژگی‌های بوم‌شناختی خوزستان و مرور تجربیات موفق جهانی، مجموعه‌ای از راهکارهای راهبردی و اجرایی برای بهبود حکمرانی خاک استان در سه سطح فناورانه، نهادی و اجتماعی پیشنهاد می‌گردد.

#### راهکارهای فناورانه و داده‌محور

ایجاد سامانه اطلاعات فضای خاک و اراضی خوزستان (KhuzSoil-GIS) و تلفیق داده‌های موجود، تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل‌های میدانی، یک پایگاه داده مکان‌محور به‌روز ایجاد شود. این سامانه می‌تواند برای تشخیص سریع مناطق بحرانی (شور، قلیا، کم ماده آلی)، برنامه‌ریزی هدفمند کشاورزی منطقه‌ای و هشداردهی به کشاورزان از راه پیام‌رسان هوشمند طریق اپلیکیشن استفاده شود (Montanarella & Vargas, 2022).

ارائه کارت سلامت خاک به کشاورزان مشابه مدل هند، به کشاورزان کارتهایی با نتایج آزمون خاک و توصیه‌های کودی اختصاصی داده شود. این روش سبب افزایش بهره‌وری و کاهش تخریب می‌شود (Patel et al., 2021).

استفاده از سنجش از دور (Remote Sensing) برای پایش تغییرات خاک و تحلیل چندزمانه تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند روند شور شدن و تغییر کاربری را شناسایی کرده و سیاست‌گذاری را هدفمندتر کند (Keesstra et al., 2021).

#### راهکارهای نهادی و سیاست‌گذاری

تشکیل شورای استانی حکمرانی خاک با حضور نمایندگان جهاد کشاورزی، منابع طبیعی، دانشگاه‌ها، کشاورزان و شرکت‌های فناور با هدف هماهنگی بین‌بخشی، تدوین برنامه جامع خاک و اراضی خوزستان و نظارت بر تخصیص عادلانه منابع و بودجه‌ها (FAO, 2020) و اصلاح سیاست‌های حمایتی کشاورزی بر پایه کیفیت خاک مثلاً ارائه یارانه آب، بذر یا کود صرفاً به بهره‌بردارانی که اصول مدیریت پایدار خاک را رعایت کرده‌اند. این امر مشوق تغییر رفتار خواهد بود (Borrelli et al., 2022).

#### راهکارهای اجتماعی و آموزشی

توسعه مدرسه‌های میدانی کشاورزان (Farmer Field Schools) که این مدارس، روشی اثبات‌شده برای انتقال دانش خاک‌شناسی، روش‌های بهسازی خاک، کمپوست‌سازی و مدیریت شوری است (Reynolds et al., 2020). همچنین؛ افزایش مشارکت جوامع محلی در تصمیم‌گیری و برگزاری جلسات محلی، پرسشنامه و مشاوره عمومی برای درگیر کردن بهره‌برداران

در سیاست‌گذاری خاک و ایجاد الگوهای موفق محلی و حمایت از چند روستای نمونه برای اجرای آزمایشی و کامل سیاست‌های حکمرانی بهینه خاک و نمایش مزایای آن به دیگر کشاورزان از جمله راهکارهای موثر اجتماعی می‌باشند.

### نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت خاک و آب در استان خوزستان نشان داد که پایداری کشاورزی این استان با محدودیت‌های جدی نظیر شوری بالا، کاهش ماده آلی و ضعف در نظام حکمرانی محلی مواجه است. تحلیل داده‌های خاک حاکی از آن است که مناطق جنوبی استان در مقایسه با مناطق شمالی آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به بحران‌های خاکی و آبی دارند. همچنین، مطالعه تطبیقی تجارب موفق بین‌المللی در کشورهایی همچون اسپانیا، هند و استرالیا بیانگر آن است که سه رویکرد اساسی شامل استفاده نظام‌مند از داده‌ها و فناوری‌های نوین، ارتقای مشارکت و توانمندسازی بهره‌برداران محلی، و تدوین سیاست‌های هماهنگ چندبخشی نقش کلیدی در بهبود حکمرانی خاک و ارتقای بهره‌وری کشاورزی ایفا می‌کنند. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که تحقق کشاورزی پایدار در خوزستان مستلزم بازنگری در سیاست‌های موجود و حرکت به سوی حکمرانی داده‌محور، مشارکتی و فرابخشی است.

### پیشنهادات

- ۱) تدوین برنامه جامع حکمرانی خاک استان خوزستان با مشارکت دانه‌شگاه‌ها، پژوهشگران، نهادهای دولتی و جوامع محلی.
- ۲) سرمایه‌گذاری دولت در توسعه سامانه GIS خاک و اراضی برای ارتقاء تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌های بهنگام.
- ۳) تدوین سیاست‌های تشویقی و تنبیهی بر اساس رفتار بهره‌برداران در حفظ سلامت و امنیت خاک.
- ۴) ایجاد مراکز آزمایش خاک در سطح دهستان‌ها و بخش‌ها و صدور "کارت خاک" برای بهره‌برداران.
- ۵) ایجاد شبکه محلی "مدیران خاک روستایی" به‌عنوان پل ارتباطی بین کشاورزان، مروجان و ساختار حکمرانی.
- ۶) پایش دوره‌های شاخص‌های کیفی خاک در استان و انتشار عمومی آن‌ها جهت شفافیت و استفاده کاربران.
- ۷) پیاده‌سازی این اقدامات می‌تواند به تقویت امنیت غذایی، پایداری محیط‌زیست و کاهش بحران‌های ناشی از فرسودگی و یا تخریب خاک در استان خوزستان منجر شود.

### فهرست منابع

- جعفرنژادی، موسوی فضل و جوادزاده. (۱۳۹۸). ارزیابی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر قابلیت نگهداشت آب در سری‌های غالب خاک‌های آهکی استان خوزستان. مهندسی زراعی، ۴۲(۳)، ۳۳-۴۷.
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., ... & Panagos, P. (2022). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(13), e2111802119.
- Ebrahimi, S., Bagheri, A., & Alavi, S. A. (2022). Soil salinity mapping using geostatistics in Khuzestan province, Iran. *Soil and Water Research*, 17(2), 80-89.
- FAO. (2020). *Soil Governance: Policy options and recommendations*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2023). *Global Soil Partnership Annual Report 2023*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Field, D. J., McBratney, A., & Marchant, B. (2021). Reimagining soil security for the 21st century. *Geoderma*, 384, 114818.
- García-Ruiz, J. M., Nadal-Romero, E., Lana-Renault, N., & Beguería, S. (2020). Erosion in Mediterranean landscapes: changes and future challenges. *Geomorphology*, 366, 107200.
- Keesstra, S., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., ... & Mol, G. (2021). The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *SOIL*, 7(1), 111–128.

- Montanarella, L., & Vargas, R. (2022). Global governance of soil resources as a necessary condition for sustainable development. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 55, 101-107.
- Patel, N. R., Das, B. S., & Mahapatra, S. (2021). Impact of the Soil Health Card Scheme on farmers' fertilizer use behavior in India. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(2), 1003–1014.
- Reynolds, M., Smith, P., & Harris, J. (2020). Managing soils for climate change and food security: Challenges and solutions. *Soil Use and Management*, 36(3), 368-377.
- Rojas, C. A., Camargo, M., & Guimarães, G. (2021). Participatory soil governance for sustainable land management: evidence from Latin America. *Land Use Policy*, 108, 105655.

### **Strategies for Improving Sustainable Soil Governance in Khuzestan Province through Data-Driven and Participatory Approaches**

**Samerah Tahmasi<sup>1\*</sup>, Adel Neisi<sup>1</sup>, Abbas Saki<sup>2</sup>, Mostafa Esmacili<sup>2</sup>**

1. Ph.D. Student in Soil Fertility Management and Soil Biotechnology, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Email: sameratahmasi@gmail.com

2. Department of Soil, Water and Technical Engineering Affairs, Agricultural Jihad Organization of Khuzestan Province, Ahvaz, Iran

#### **Abstract**

Sustainable soil governance is one of the key pillars for agricultural development and environmental protection in Khuzestan Province, which faces challenges such as high salinity, low organic matter, and institutional fragmentation. This paper aims to examine the current state of soil governance in Khuzestan and propose practical solutions based on real data and successful international experiences. Field data included soil parameters such as pH, salinity, organic matter content, and texture, which were analyzed to identify critical zones. The roles of local stakeholders and relevant institutions were assessed, and soil governance practices in countries such as Spain, India, and Australia were analyzed. Finally, a set of technological, institutional, and educational strategies are proposed to enhance sustainable soil management in the province. These include the development of a soil GIS system, implementation of a soil health card scheme, formation of a provincial soil council, and expansion of farmer field schools. Implementing these strategies can significantly contribute to soil resource conservation, improved agricultural productivity, and enhanced food security in Khuzestan.

**Keywords:** Soil governance, Sustainable soil management, Khuzestan Province, GIS, Sustainable agriculture