



19<sup>th</sup> 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



## مروری بر پایش رطوبت خاک با استفاده از تحلیل کلان داده‌ها در کشاورزی هوشمند

امین موسوی<sup>۱\*</sup>، صدیقه ملکی<sup>۲</sup>، علیرضا کریمی<sup>۳</sup>، سید کاظم علوی پناه<sup>۴</sup>، سید محمود انجوی نژاد<sup>۵</sup>، سید جواد نقیبی<sup>۶</sup>، اشرف ملکیان<sup>۷</sup>

- ۱- پژوهشگر پسادکترای گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه تهران؛ \* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله (amin\_mousaviut@alumni.ut.ac.ir)
- ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز؛
- ۳- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه فردوسی مشهد؛
- ۴- استاد گروه سنجش از دور و GIS دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران؛
- ۵- دانش آموخته دکترای تخصصی بخش علوم خاک دانشگاه شیراز؛
- ۶- دانش آموخته دکترای تخصصی بخش علوم خاک دانشگاه شیراز و رئیس اداره مطالعات و ترویج سازمان سیما، منظر و فضای سبز شهری شهرداری شیراز؛
- ۷- استادیار دانشگاه پیام نور تهران

### چکیده

امروزه سامانه‌های هوشمند به‌طور گسترده در حوزه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این سامانه‌ها شامل قابلیت‌های سنجش از دور (RS)، بکارگیری (Actuation) و کنترل (Control) هستند تا بتوانند یک وضعیت را توصیف و تحلیل کرده و بر اساس داده‌های موجود، به‌صورت پیش‌بینی‌شونده یا تطبیقی تصمیم‌گیری کنند. در این مطالعه چگونگی انجام و پیاده‌سازی کاربردهای سامانه‌های هوشمند در کشاورزی و همچنین اندازه‌گیری‌های مرتبط با رطوبت خاک با استفاده از حسگر نوع TDR و سامانه مبتنی بر GNSS، تحلیل کلان داده‌ها در پایش خاک و استفاده از خدمات جهانی زمین (Global Land Services) برای پایش تغییرات شاخص آب خاک از طریق مدل اطلاعات جغرافیایی سرزمین (Geospatial Information Model of the Land) ارائه شده است.

واژگان کلیدی: پایش خاک، سنجش از دور (RS)، کلان داده، GNSS، TDR

### مقدمه

پایش خاک یکی از فرآیندهای اصلی و مهم در فعالیتهای کشاورزی است که به کشاورزان کمک می‌کند تا از طریق سامانه‌های اندازه‌گیری خاک، بهره‌برداری از زمین و آبیاری بر اساس مدل‌سازی توسط مدل‌های مبتنی بر سامانه اطلاعات زمینی<sup>۱</sup> (GI) از مقادیر ویژگی‌های خاک آگاه شوند. کشاورزی دقیق<sup>۲</sup> (PA) داده‌های مزرعه‌ای را به‌صورت خودکار، دقیق و آنی از حسگرها، سامانه‌های موقعیت یاب جهانی<sup>۳</sup> (GPS)، دبی‌سنج‌ها دریافت کرده و به‌طور خودکار این اطلاعات را بارگذاری می‌کند. هر سامانه

1 - Geoinformation  
2 - Precision Agriculture  
3 - Global Positioning System



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



اطلاعاتی مزرعه مدرن، داده‌ها را به صورت ایمن در فضای ابری ذخیره می‌کند؛ به طوری که داده‌های ذخیره شده دقیق، کامل و به هنگام هستند.

خاک بستر مناسبی برای رشد گیاهان است بنابراین در صورتی که گیاهان در آن کاشته شوند، به خوبی رشد کرده و عملکرد مطلوبی خواهند داشت. همچنین رطوبت، عاملی بسیار مهمی برای خاک به شمار می‌رود؛ زیرا در فرآیند هوازدگی مواد معدنی و آلی نقش دارد و همچنین به عنوان محیطی برای انتقال مواد مغذی به ریشه‌های گیاه عمل می‌کند (Julham et al., 2019).

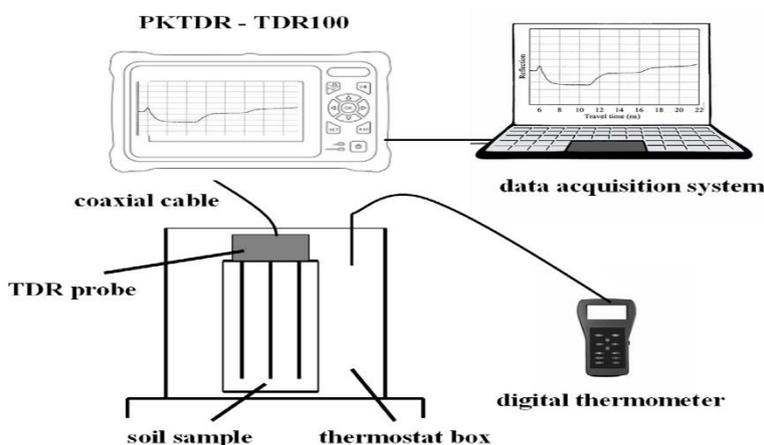
انقلاب سبز، کشاورزی را مکانیزه کرد و اکنون همانند سایر صنایع، کشاورزی در حال رقومی (دیجیتالی) شدن است. تغییر شیوه از روش‌های سنتی مدیریت مزرعه به پایش دقیق محصولات، دام و زمین از طریق شناسایی تغییرات زمانی و مکانی آن‌ها PA نامیده می‌شود (Das V et al., 2019). در کشاورزی، دقت حاصل از PA این امکان را به کشاورزان می‌دهد که تصمیمات خود را به صورت الکترونیکی و کاملاً بر خط<sup>۱</sup> اجرا کنند؛ چه این تصمیم روشن کردن دستگاه پخش کننده کود باشد، چه خاموش کردن یک پمپ یا راه اندازی سیستم آبیاری. گزارش‌های حاصل از PA بر پایه داده‌های واقعی هستند و می‌توان آن‌ها را تا داده‌های منبع پیگیری و ممیزی کرد؛ در حالی که گزارش‌هایی که از سوابق دستی ناقص تولید می‌شوند، ممکن است منجر به ارائه اطلاعات نادرست به شوراها و نهادهای نظارتی شوند. به طور کلی، گزارش‌های دقیق، پایه و اساس تصمیم‌گیری‌های دقیق هستند. امروزه به لطف پیشرفت‌های علمی و فناوری، به ویژه در حوزه سنجش از دور<sup>۲</sup> (RS)، این امکان فراهم شده است که داده‌های رطوبت خاک با دقت مکانی و زمانی بالا توسط دسترسی به تصاویر ماهواره‌ای و همچنین استفاده از سامانه‌های پرنده بدون سرنشین<sup>۳</sup> (UAV) مجهز به حسگرهای پیشرفته و با قیمت مقرون به صرفه برآورد شوند. با توجه به نقش حیاتی رطوبت خاک در مدیریت منابع آب، کشاورزی پایدار و مدل‌سازی فرآیندهای زیست‌محیطی، دسترسی به اطلاعات دقیق و به هنگام در این زمینه، بیش از گذشته مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، تلاش‌های گسترده‌ای در راستای توسعه روش‌های نوین برای اندازه‌گیری، پایش و مدل‌سازی رطوبت خاک صورت گرفته است که طیف وسیعی از فناوری‌های RS، سامانه‌های اینترنت اشیا<sup>۴</sup> (IoT)، یادگیری ماشین و مدل‌های فیزیکی را در بر می‌گیرد. از این رو، هدف اصلی این مقاله، مروری جامع و نظام‌مند بر جدیدترین پیشرفت‌ها و دستاوردهای علمی در زمینه اندازه‌گیری و مدل‌سازی رطوبت خاک با تمرکز بر فناوری‌های نوین و ادغام داده‌ها از منابع مختلف است. این مرور با هدف شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی، چالش‌های موجود و ترسیم چشم‌اندازی روشن برای تحقیقات آینده در این حوزه صورت گرفته است.

در این مطالعه، روش‌ها و فناوری‌های پایه برای اندازه‌گیری رطوبت خاک، پردازش کلان‌داده و نمایش بصری آن با استفاده از مدل GI و سکوی<sup>۵</sup> خدمات جهانی زمین مورد تحلیل قرار گرفت. علاوه بر این در این زمینه بهره‌گیری و طراحی سخت‌افزاری برای دریافت داده از حسگرها و ساختار پایه سامانه پایش خاک با بهره‌گیری از رویکردهای کلان‌داده‌ای نیز پیشنهاد شده است.

ارزیابی پارامترهای خاک با استفاده از حسگرهای TDR و روش‌های سنتی آزمایشگاهی

- 1 - On - line
- 2 - Remote Sensing
- 3 - Unmanned Aerial Vehicle
- 4 - Internet of Things
- 5 - Platform

در حال حاضر، پارامترهای خاک را می‌توان بر اساس حسگرهای TDR (بازتاب‌سنجی در حوزه زمان) و داده‌های مکانی اندازه‌گیری کرد. به‌طور سنتی، پارامترهای خاک با استفاده از حسگرهای خاص (مانند TDR) و تجهیزات مختلف آزمایشگاهی تخمین زده و محاسبه می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱- نمایش کلی چگونگی اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از TDR (Comegna et al., 2016)

بازتاب‌سنجی (Reflectometry) روشی برای اندازه‌گیری فرکانس و ویژگی‌های الکتریکی موادی مانند خاک، محصولات کشاورزی، برف، چوب یا بتن همراه با میزان رطوبت آن‌ها است. سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی<sup>۱</sup> (GNSS) یک سامانه ماهواره‌ای (که رایج‌ترین نمونه‌های آن GPS و GLONASS هستند) است که می‌توان از طریق این گیرنده‌های ناوبری ویژه، موقعیت‌یابی را در هر نقطه از جهان انجام داد.

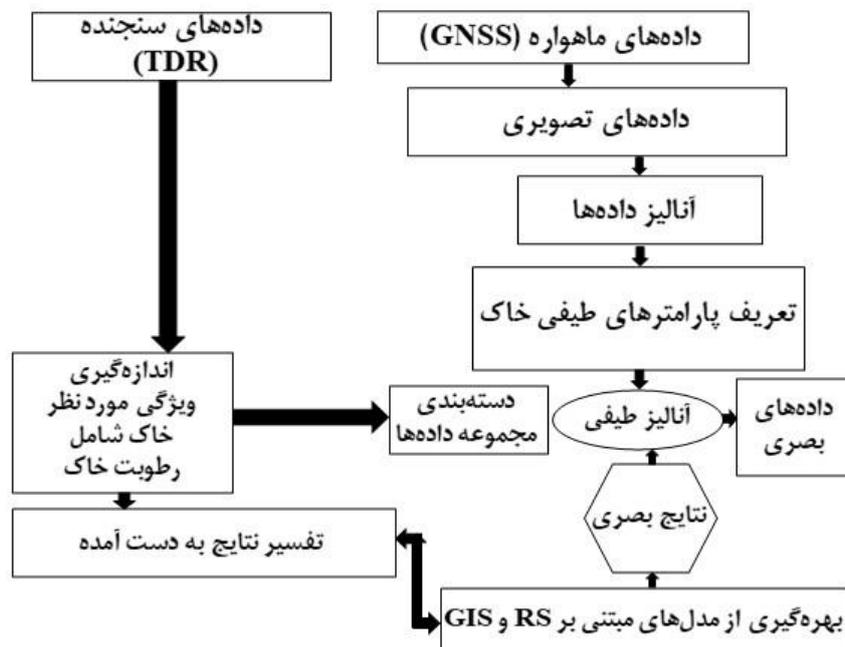
مزایا و قابلیت‌های اصلی GNSS عبارت‌اند از:

۱- خطاهای ناظر به دلیل خودکار بودن اندازه‌گیری‌ها کاهش می‌یابد؛ ۲- این سامانه امکان تعیین مختصات اشیاء را در هر نقطه‌ای از جهان و در هر شرایط آب‌وهوایی فراهم می‌کند؛ ۳- دقت GNSS به شرایط جوی (مانند باران، برف، دماهای بالا یا پایین و رطوبت) وابسته نیست؛ ۴- GNSS می‌تواند زمان کار را به‌طور چشمگیری نسبت به روش‌های سنتی کاهش دهد؛ ۵- نتایج حاصل از GNSS به‌صورت رقومی ارائه می‌شوند و به‌راحتی قابل انتقال به سامانه‌های GIS هستند.

در حال حاضر، فناوری GNSS به‌طور گسترده در حوزه‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از جمله ژئودزی، کاداستر شهری و اراضی، آمایش و ممیزی زمین، ساخت سازه‌های مهندسی، زمین‌شناسی (کارتوگرافی)، کشاورزی و جنگلداری، ناوبری (دریایی، زمینی، هوایی)، دریایی وسایل نقلیه و محموله‌ها، همگام‌سازی دقیق زمان، پایش جانوران و پرندگان در زیست‌شناسی، PA و غیره. در حال حاضر، سیگنال‌های GNSS این امکان را فراهم می‌کنند تا وظایف مهمی در حوزه‌های مختلف کشاورزی انجام شوند، از جمله: ۱- برنامه‌ریزی و مکان‌یابی اراضی؛ ۲- پایش اراضی بدون نظارت مستقیم (نظارت غیرحضور بر اراضی)؛ ۳- برنامه‌ریزی و کنترل برداشت محصول؛ ۴- مدیریت و نظارت بر اراضی کشاورزی.

1 - Global Navigation Satellite System

پیش‌بینی رطوبت خاک با استفاده از فناوری RS و GNSS در حوزه کشاورزی در حال توسعه فعال در سطح جهان است. مراحل چگونگی انجام این فرایند در شکل ۲ آمده است. اصطلاح بازتاب‌سنجی (GNSS-R) شامل روش‌های مختلفی از RS می‌باشد. هدف از GNSS-R، تحلیل سیگنال‌هایی است که توسط ماهواره‌های GNSS تولید می‌شوند و به دست آوردن اطلاعات سطح زمین از طریق دریافت سیگنال‌های بازتاب‌شده روی یک سکوی مرتفع است.



شکل ۲- ساختار سامانه پایش خاک با استفاده از رویکردهای کلان داده

در این حوزه، فعالیت‌های علمی پیشرفته‌تری در مؤسسات تحقیقاتی کشورهای توسعه‌یافته در حال انجام است. به‌ویژه، یکی از نتایج مهم توسط محققان مرکز تحقیقاتی GFZ پوتسدام در آلمان تأیید شده است، که در آن داده‌های رطوبت خاک حاصل از ایستگاه‌های GNSS با داده‌های TDR مقایسه شده‌اند (Vey et al., 2016). خاک از نظر ویژگی‌های طیفی، بسیار ناهمگن است. ویژگی‌های طیفی خاک، قوانین تعامل آن با تابش الکترومغناطیسی در ناحیه طیف نوری را شامل می‌شود که شامل نواحی فرابنفش، مرئی و مادون قرمز است. به‌طور خاص، ویژگی‌های طیفی خاک تحت تأثیر محتوای معدنی، رطوبت خاک، میزان مواد آلی و نوع بافت بستر خاک قرار می‌گیرد. تحلیل طیفی، بررسی طیف ماده در تعامل با تابش است؛ یعنی مجموعه‌ای از روش‌های کیفی و کمی برای تعیین ترکیب یک شیء، بر پایه مطالعه طیف‌های تابش الکترومغناطیسی، امواج صوتی، توزیع جرم و انرژی ذرات بنیادی و غیره. ویژگی‌های نوری، ویژگی‌های تابشی طیفی و رنگ‌های خاک، وضعیت حرارتی آن و شدت واکنش‌های شیمیایی مختلف در خاک را تعیین می‌کنند (علوی پناه، ۱۳۹۵). بنابراین، از یک سو شاخص‌های طیفی فراوانی درباره ویژگی‌های خاک ارائه می‌دهند و از سوی دیگر، اطلاعاتی درباره ویژگی‌هایی فراهم می‌کنند که با روش‌های سریع آنالیز ابزاری قابل اندازه‌گیری هستند. اندازه‌گیری ویژگی‌های تابشی سطوح خاک از نظر عملی در حل بسیاری از مسائل مربوط به پایش و تهیه نقشه پوشش خاک اهمیت دارد. رطوبت خاک همواره موجب تیره شدن آن می‌شود و در نتیجه، میزان تابش را کاهش



19<sup>th</sup> 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



می‌دهد. با این حال، بسته به ترکیب مکانیکی خود، هر نوع خاک با افزایش میزان رطوبت، به طور متفاوتی ضریب بازتابش خود را تغییر می‌دهد. تأثیر رطوبت خاک به طور قابل توجهی در خاک‌های سبک مشهودتر است در حالی که این اثر در خاک‌های رسی سنگین، کمتر قابل مشاهده است (Skierucha et al., 2012). همچنین میزان رطوبت خاک اغلب با بافت خاک همبستگی قوی دارد. بر این اساس خاک شنی درشت با رطوبت پایین، بازتابش بالاتری دارد. همچنین خاک‌هایی با زهکشی ضعیف و ساختار دانه‌ریز، معمولاً بازتابش کمتری دارند. علاوه بر این ترکیب معدنی خاک از طریق رنگ خاص خاک، خود را نشان می‌دهد. به طور کلی در حوزه امواج مایکروویو، میزان تابش بلندموج بازتاب‌شده یا ساطع‌شده عمدتاً تحت تأثیر رطوبت و زبری سطح خاک قرار دارد.

برای دریافت مستمر و منظم اطلاعات از مناطق مختلف، سازمان‌دهی مناسب سخت‌افزار این سامانه اهمیت بالایی دارد. با توجه به عوامل طبیعی و انسان‌ساخت (تکنوژنیک) منطقه، استقرار ابزارهای اندازه‌گیری برای پایش محیط‌زیست با مشورت کارشناسان صنعتی توصیه می‌شود. بدین منظور همراه با دریافت مستمر و منظم اطلاعات از مناطق مختلف و سازمان‌دهی مناسب اطلاعات و همچنین با انجام آزمایش‌های اولیه در منطقه مطالعاتی پارامترهای مورد نیاز شامل کیفیت آب و بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی، دما و رطوبت، و کیفیت خاک تعیین می‌گردند.

علاوه بر این از نظر ویژگی‌های بازتابی، به‌ویژه در مورد آب نیز نکات زیر حائز اهمیت هستند:

- ۱- در مقایسه با سایر مواد معدنی یا سطوح، آب ماده‌ای نسبتاً یکنواخت است.
  - ۲- ممکن است در تصاویر در حالت‌های مختلفی ظاهر شود که هر کدام ویژگی‌های بازتابی متفاوتی دارند.
  - ۳- در بخش مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی، آب تقریباً مانند یک جسم سیاه مطلق رفتار می‌کند و به‌شدت تابش را جذب کرده و در تصاویر به‌صورت تیره‌ترین ناحیه دیده می‌شود.
  - ۴- ویژگی‌های بازتابی آن با دیگر سطوح رایج متفاوت است.
  - ۵- آب ویژگی‌های طیفی تمام‌مادی را که در آن‌ها وجود دارد، تغییر می‌دهد؛ برای مثال، پوشش گیاهی یا خاک. با فرض فقط نصب حسگرها در پارامترهای این منطقه نمی‌توان به هدف مورد نظر دست یافت چرا که خواندن و ارسال داده‌ها از حسگرها به‌صورت بلادرنگ (در لحظه) به سرور، ایستگاه کاری، ماهواره و... یک فرآیند حیاتی است. به همین دلیل، در ادامه یک سامانه سخت‌افزاری معرفی می‌شود که اطلاعات حسگرها را دریافت کرده و به سرور ارسال می‌کند. در این سامانه، پارامترهای منطقه‌ای (مانند سطح آب‌های زیرزمینی، کیفیت آب، دمای هوا و رطوبت) از طریق حسگرهای مربوطه خوانده شده و با استفاده از دستگاه‌های Raspberry Pi به سرور منتقل می‌شوند (Pyagay et al., 2020).
- بر این اساس فناوری انتقال سازگار به انواع روش‌های انتقال داده اشاره دارد که می‌تواند از طریق برد رزبری (Raspberry Pi) و با استفاده از فناوری‌های نوین انتقال داده از جمله روش‌های زیر انجام گیرد:

از طریق مازول Wi-Fi؛

از طریق فناوری بلوتوث (Bluetooth)؛

از طریق کابل شبکه؛

با استفاده از مازول GSM.



19<sup>th</sup> 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



علاوه بر این به منظور پردازش کلان داده برای پایش خاک سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup> (GIS) ابزارهای مناسبی را برای ذخیره‌سازی، جست‌وجو، تحلیل، مدیریت و نمایش داده‌های مکانی و زمانی فراهم می‌کنند. RS یکی از منابع مهم اطلاعاتی برای تغذیه داده به GIS به‌شمار می‌رود. سکوی‌های RS، چه هواپرد و چه فضاپرد، قادرند در بازه‌های زمانی مختلف اطلاعات مربوط به پارامترهای هیدرولوژیکی گوناگون را به‌دست آورند و به این ترتیب حجم زیادی از داده‌های مکانی تولید کنند (Pyagay et al., 2020). بنابراین RS فرصت‌های منحصر به فردی را برای مدل‌سازی جنبه‌های مختلف چرخه هیدرولوژیکی، در ترکیب با GIS، فراهم می‌آورد. علاوه بر این نمایش تصویری نتایج و تحلیل داده‌ها در بازه‌های زمانی مختلف با استفاده از مدل GI منطقه، مزایای متعددی برای فرآیند پایش فراهم می‌کند. یک سکوی متن‌باز و رایگان برای دسترسی به داده‌های تلفیقی حاصل از پایش ناحیه‌ای وجود دارد که یکی از آن‌ها سامانه خدمات جهانی زمین<sup>۲</sup> (GLS) است. این سامانه عمدتاً شامل مدل GI زمین و داده‌های ماهواره‌ای کشورهای مختلف اروپایی است.

### نتیجه‌گیری

در این مقاله، روش‌های مختلف اندازه‌گیری رطوبت خاک مورد تحلیل قرار گرفت و نشان داده شد که استفاده از داده‌های حسگری GNSS در ترکیب با حسگرهای TDR برای تعیین شرایط خاک موجب افزایش قابلیت اطمینان نتایج خواهد شد. داده‌های ماهواره‌ای بلادرنگ (از جمله تصاویر و داده‌های حسگرها مانند SAR) نیاز به پردازش کلان داده را در زمینه پایش رطوبت خاک ایجاد می‌کند. این موضوع مسیر را برای طبقه‌بندی مناطق بر اساس پارامترهای مختلف خاک هموار کرده و به توسعه سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای کارشناسان کمک می‌کند.

### فهرست منابع

علوی پناه، س.ک. (۱۳۹۵). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). چاپ پنجم، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۴۹۶ ص.

- Comegna, A., Coppola, A., Dragonetti, G., & Sommella, A. (2016). Estimating nonaqueous-phase liquid content in variably saturated soils using time domain reflectometry. *Vadose Zone Journal*, 15(5), vzj2015-11.
- Das V, J., Sharma, S., & Kaushik, A. (2019). Views of Irish farmers on smart farming technologies: An observational study. *AgriEngineering*, 1(2), 164-187.
- Julham, H. A. A., Lubis, A. R., & Lubis, M. (2019). Development of soil moisture measurement with wireless sensor web-based concept. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13(2), 514-520.
- Pyagay, V. T., Sarsenova, Z. N., Duisebekova, K. S., Duzbayev, N. T., & Albanbai, N. (2020). Analysis and processing of environmental monitoring system. *Procedia Computer Science*, 170, 26-33.
- Skierucha, W., Wilczek, A., Szyplowska, A., Sławiński, C., & Lamorski, K. (2012). A TDR-based soil moisture monitoring system with simultaneous measurement of soil temperature and electrical conductivity. *Sensors*, 12(10), 13545-13566.
- Vey, S., Güntner, A., Wickert, J., Blume, T., & Ramatschi, M. (2016). Long-term soil moisture dynamics derived from GNSS interferometric reflectometry: A case study for Sutherland, South Africa. *GPS solutions*, 20, 641-654.

1 - Geographic Information System  
2 - Global Land Service



19<sup>th</sup> 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



## A Review of Soil Moisture Monitoring Using Big Data Analysis in Smart Agriculture

Amin Mousavi\*<sup>1</sup>, Sedigheh Maleki<sup>2</sup>, Aliraz Karimi<sup>3</sup>, Seyed Kazem Alavipanah<sup>4</sup>, Sayyed Mahmoud Enjavinezhad<sup>5</sup>, Seyed Javad Naghibi<sup>6</sup>, Ashraf Malekian<sup>7</sup>

1- Postdoctoral Researcher in Remote Sensing & GIS, University of Tehran, Tehran, Iran, \*Corresponding author's email: ([amin\\_mousaviut@alumni.ut.ac.ir](mailto:amin_mousaviut@alumni.ut.ac.ir))

2- Assistant Professor, Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

5- Ph.D. graduate in Soil Science and Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran

6- Ph.D. graduate in Soil Science and Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran and Head of Research & Extension Office, Landscape & Green Spaces Organization of Shiraz Municipality, Shiraz, 45366-78

7- Assistant Professor, Payame Noor University, Tehran, Iran

### Abstract

Today, intelligent systems are widely applied across numerous domains. These systems integrate remote sensing, actuation, and control capabilities to characterize and represent situations, enabling predictive or adaptive decision-making based on accessible data. In this study, we present the application of intelligent systems in agriculture, including soil moisture monitoring through TDR sensors and GNSS-based systems, big data analysis for soil monitoring, and tracking changes in the soil water index using Global Land Services through a Geospatial Information Model of the Land.

**Keywords:** Soil Monitoring, Remote Sensing (RS), Big Data, GNSS, TDR