

## بررسی و ارزیابی بافت و چگالی خاک در کاربری اراضی های مختلف با استفاده

### از سامانه Google Earth Engine

مریم حیدرزاده<sup>۱\*</sup>، احمد نوحه‌گر<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۷

#### چکیده

آگاهی از کیفیت خاک در اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای رسیدن به حداکثر تولید و پایداری محیط زیست ضروری است. هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت بافت و چگالی خاک در کاربری های مختلف و ارزیابی تعیین مقادیر کمی آن با استفاده از سامانه Google Earth Engine است. به این منظور، حوضه آبخیز رودان به پنج کاربری شامل مراتع متوسط، مراتع فقیر، زمین های زراعی و باغی و مسیل ها تقسیم بندی شد. در کاربری های مختلف در مجموع ۲۱۸ نمونه از سطح صفر تا ۱۰ سانتی متری خاک برداشته و آزمایش های تعیین بافت، درصد شن و رس و چگالی با استفاده از روش هیدرومتری و پارافین بلک انجام شد. در گوگل ارث انجین از Open Land Map استفاده شده است. برای ارزیابی و صحت سنجی نتایج، از ضریب آماری آنالیز واریانس، صحت کلی و ضریب کاپا استفاده شد. اعتبارسنجی نتایج به دست آمده از سرویس گوگل ارث انجین نشان دهنده ۹۵ درصد صحت کلی و ضریب کاپای ۰/۹۳ است. همچنین طی تغییر کاربری با پوشش وسیع به اراضی زراعی، میزان رس و سیلت کاهش و درصد شن افزوده خواهد شد. طبق نتایج کمترین و بیشترین مقادیر شن در زمین های کشاورزی و مراتع متوسط به ترتیب ۴۹٪ و ۷۸٪ است. همچنین مقدار رس از کمترین میزان ۶/۵٪ در مرتع متوسط تا بالاترین ۲۶٪ در زمین های کشاورزی متغیر است. نتایج به دست آمده از مقادیر ماسه و رس نشان داد با تغییر کاربری از پوشش گیاهی با تراکم بالا (جنگل) به تراکم پایین (راضی مرتعی و زراعی) درصد رس و سیلت کاهش و میزان شن افزایش می یابد.

**کلیدواژه ها:** بافت خاک، کاربری اراضی، گوگل ارث انجین، حوزه رودان.

۱. استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزشی میناب- دانشگاه هرمزگان، نویسنده مسئول، m.heydarzade88@yahoo.com

۲. استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

\* این مقاله برگرفته از پژوهش مستقل است.

## مقدمه

از جمله داده‌های ماهواره‌ی لندست است (شیلستوو<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). این سامانه دسترسی به نرم‌افزارها و الگوریتم‌ها برای پردازش داده‌های ماهواره‌ای مختلف را فراهم می‌آورد. این پرتال تحت وب در اواخر سال ۲۰۱۰ تأسیس شده است. دسترسی به داده‌های ماهواره‌ای و سایر اطلاعات اضافی، محاسبات ابری و الگوریتم‌های پردازش داده‌های بزرگ را با سهولت نسبی فراهم می‌کند (کومار و موتانگا<sup>۷</sup>، ۲۰۱۸). سامانه GEE با استفاده از یک زیرساخت محاسباتی با کارایی بالا پژوهشگران را قادر می‌سازد تا به راحتی و با سرعت بالا به بیش از سی سال از آرشیوهای داده‌های رایگان و عمومی از جمله تصاویر قدیمی و مجموعه داده‌های علمی برای برنامه‌های کلان‌سنجش از دوری دسترسی پیدا کنند. به این ترتیب، بسیاری از محدودیت‌های مربوط به دانلود، ذخیره و پردازش داده‌ها به راحتی برطرف می‌شود (گوریک<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). با استفاده از این سامانه می‌توان نقشه‌های مربوط به پوشش زمین (وو<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۹)، و بررسی ویژگی‌های آن‌ها مانند محاسبه دمای سطح زمین (سان<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۹)، ارتباط دمای خاک با میزان رطوبت آن (کین<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳)، پایش مناطق حفاظت‌شده (ایکسو<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۰)، پایش منابع آب و مناطق مرطوب (لیو<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳) همچنین در زمینه کشاورزی و پایش محصولات کشاورزی (وانگ<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵)، تهیه نقشه فرسایش خاک (دنگ و وو<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۲) و مطالعات مربوط به مخاطرات محیطی را تهیه کرد. ویژگی بسیار خوب این سامانه، رایگان بودن آن، نیاز نداشتن به سخت‌افزار پیشرفته و گران‌قیمت و دسترسی آزاد و آنلاین به پایگاه داده‌های سازمان فضایی اروپا و آمریکا و بسیاری از پایگاه‌های اطلاعاتی دیگر است (گولدبلت<sup>۱۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۶؛ شیلستوو و همکاران، ۲۰۱۷). این امر سبب می‌شود تا بدون صرف هزینه و با صرف

آشکارسازی بهنگام و دقیق تغییرات عوارض سطح زمین، درک بهتری از روابط و کنش‌های میان انسان و پدیده‌های طبیعی به منظور مدیریت و استفاده مناسب از منابع را فراهم می‌کند (عفیفی، ۲۰۱۱). نقشه‌های توزیع مکانی کلاس‌های خاک در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی لازم و ضروری است و اطلاعات زیادی در اختیار کاربران قرار می‌دهند (برونگارد<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). نقشه خاک با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ منبع اصلی اطلاعات خاک در ایران است (بنایی، ۲۰۰۱). این نقشه در اوایل سال ۲۰۰۰م تهیه و کامل شگرديد (همان). با توجه به وسعت زیاد کشور ایران و همچنین با گذشت یک دهه از تهیه این نقشه، نیاز به تهیه نقشه‌های جدید با مقیاس منطقی‌های و صحت و قدرت تفکیک بیشتر است. از مشکلات اصلی برای بهنگام کردن این نقشه، می‌توان به وسعت بزرگ کشور و همچنین کار میدانی وسیع، که جزء هزینه‌بر این پروژه است، اشاره کرد. نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) یکی از روش‌هایی است که کار میدانی را کاهش می‌دهد (برووکا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ کمپین<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). نقشه‌برداری رقومی خاک را می‌توان به عنوان مولد سیستم‌های اطلاعات مکانی خاک توسط مدل‌های عددی قابل استنباط از تغییرات مکانی و زمانی انواع خاک، خصوصیات خاک حاصل از مشاهدات و دانش خاک و متغیرهای محیطی تعریف کرد. داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های در اختیار محققان برای تهیه نقشه موضوعات مختلف است (مختاری و نجفی، ۲۰۱۵). در این میان پلت‌فرم سامانه گوگل ارث انجین<sup>۵</sup> (GEE) سیستمی مبتنی بر وب و محاسبات ابری است که توسط شرکت گوگل راه‌اندازی شده است. GEE یک بستر محاسباتی برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های مکانی و جغرافیایی در فضای ابری برای یکپارچه‌سازی داده‌های عظیم (در مقیاس Petabyte)

6. Shelestov  
7. Kumar and Mutanga  
8. Gorelick  
9. Wu  
10. Sun  
11. Qin  
12. Xu  
13. Liu  
14. Wang  
15. Deng and Wu  
16. Goldblatt

1. Brungarde  
2. Digital soil mapping  
3. Boruvka  
4. Kempen  
5. Google Earth Engine

سیستم مشاهده جهانی<sup>۱۲</sup> (GCOS) در (SOR<sup>۱۳</sup>) را برآورده می‌کند، خطای بازیابی کلی کمتر از ۰/۰۴ را تأیید می‌کند (گریفیندر و همکاران، ۲۰۲۱). ژیاو<sup>۱۴</sup> و همکاران به منظور تعیین میزان تغییرات نیتروژن کل خاک، نتایج ۶۸۲۳ نمونه خاک برداشت شده از زمین‌های زراعی طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۶ با مقادیر این عنصر را بر اساس الگوریتم جنگل تصادفی<sup>۱۵</sup> (RF) بر روی پلت فرم GEE پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد که RF دارای ضریب تعیین<sup>۱۶</sup>  $R^2$  ۰/۵۷ است که می‌تواند توزیع فضایی کل نیتروژن خاک را به خوبی برآورد و روند آن را تحلیل نماید. پلت فرم GEE فرصتی را برای نقشه‌برداری مؤثر تغییرات دینامیکی محتوای کل نیتروژن خاک فراهم می‌کند که می‌تواند برای ارزیابی ویژگی‌های خاک در مدیریت کشاورزی بلندمدت آینده مورد استفاده قرار گیرد (ژیاو و همکاران، ۲۰۲۰). عابیی<sup>۱۶</sup> و همکاران به بررسی اثرات کاربری اراضی و موقعیت توپوگرافی بر میزان کربن آلی و نیتروژن کل در اکوسیستم‌های مختلف زراعی آبی در بالادست حوضه نیل پرداختند. به منظور آنالیز میزان کربن آلی<sup>۱۷</sup> و کل نیتروژن<sup>۱۸</sup> در مجموع ۳۵۲ نمونه خاک از ۳ عمق سطحی خاکی (۰-۵۰ سانتی‌متر) در چهار نوع کاربری و سه موقعیت توپوگرافی برداشت شد. در حالی که تأثیر موقعیت توپوگرافی در اکوسیستم‌های زراعی میانی نسبت به پایین دست نمایان‌تر است. بنابراین نیاز به مداخلات فوری در مدیریت زمین، به‌ویژه هدف قرار دادن زمین‌های زراعی آشکار است (عابیی و همکاران، ۲۰۲۰). خسروی و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات پهنه‌های آبی با استفاده از شاخص‌های آبی و گوگل ارث انجین (GEE) در تالاب‌های شهرستان پل دختر استان لرستان پرداختند. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست و کاربرد ۷ شاخص پهنه آبی و گوگل ارث انجین طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۸ استفاده کردند. اعتبارسنجی نتایج به‌دست‌آمده از سرویس گوگل ارث انجین نشان‌دهنده ۸۷٪ صحت کلی و ضریب کاپای ۰/۸۶ است. این نتایج نشان می‌دهد

زمان اندک بتوان به تصاویر مختلف ماهواره‌ای از جمله تصاویر راداری دسترسی داشت. بافت خاک عاملی اثرگذار بر رفتار فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از قبیل توان نگهداری آب<sup>۱</sup>، ظرفیت تبادل کاتیونی<sup>۲</sup>، حاصلخیزی و باروری خاک<sup>۳</sup>، زهکشی<sup>۴</sup> و ویژگی‌های جذبی خاک<sup>۵</sup> است (ماکابه<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۹)؛ همچنین عاملی مؤثر در فرسایش‌پذیری و به‌تبع آن کاهش حاصلخیزی خاک است (وارنینگتون<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). داده‌های مربوط به توزیع اندازه ذرات نهایی سازنده خاک، جزء اطلاعات ورودی به اغلب مدل‌های هیدرولوژیکی، اکولوژیکی، اقلیمی و زیست‌محیطی هستند (لیب<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). افزون بر این، برای تخمین خواصی از خاک مانند قابلیت هدایت آبی و نگهداری آب خاک، از بافت خاک و مقدار برخی از ذرات نهایی سازنده خاک نظیر سیلت و شن استفاده می‌شود (میناسنی و هارتمینک<sup>۹</sup>، ۲۰۱۱). بنابراین تهیه نقشه بافت خاک با قدرت تفکیک مکانی بالا برای مدل‌سازی هیدرولوژیکی و زیست‌محیطی و همچنین سایر فعالیت‌های مدیریتی کشاورزی و حفاظت محیطی ضروری است (اسدزاده و همکاران، ۲۰۱۹). گریفیندر<sup>۱۰</sup> و همکاران به منظور تهیه نقشه رطوبت خاک با وضوح فضایی بالا (۵۰ متر) و با رویکرد مبتنی بر یادگیری ماشین<sup>۱۱</sup> (ML) به کمک داده‌های رطوبت خاک به‌همراه تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و ستیتل ۱ در محیط گوگل ارث انجین اقدام به مدل‌سازی و معرفی آن کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که در یک مرز (محدوده) مشخص، داده‌ها دقت بالایی دارند. بر اساس ضرایب آماری داده‌های زمینی و محاسباتی شده ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) و ضریب تعیین ( $R^2$ )، به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۸۱ بود. با توجه به اینکه دقت کلی لازم بر SMC تنظیم شده توسط

12. Global Observing System  
13. Systematic Observation Requirement  
14. Xiao  
15. Random Forest  
16. Abebee  
17. Organic Matter  
18. Total Nitrogen

1. Water Holding Capacity  
2. Cation Exchange Capacity  
3. Soil Fertility  
4. Drainage  
5. Soil Absorption Properties  
6. Makabe  
7. Warrington  
8. Lieb  
9. Minasny and Hartemink  
10. Greifeneder  
11. Machine Learning

در حالی که اثرات متقابل عمق خاک و استفاده از زمین فقط برای نیتروژن کل (TN) و مواد آلی (OM) معنی دار بود. به طور کلی، این مطالعه نشان داد که تغییرات کاربری باعث کاهش مساحت مناطق جنگلی و چراگاه‌ها شده و بر خصوصیات خاک تأثیر منفی گذاشته است. این بدان معنی است که تغییر کاربری اراضی بدون اقدامات حاصلخیزی خاک که متناسب با منطقه باشد، می‌تواند باعث تخریب گردد. در نتیجه سبب کاهش بهره‌وری خاک‌های منطقه مورد مطالعه می‌شود (فتی و همکاران، ۲۰۲۰). اعمال مدیریت اصولی برای بهره‌برداری از مراتع نیازمند آگاهی از وضعیت آن مرتع است، به طوری که در وضعیت‌های مختلف مرتع (عالی، خوب، متوسط یا ضعیف)، باید شیوه‌های متفاوتی از مدیریت اعمال شود (عبداللهی ۲۰۰۶). کل وسعت مراتع کشور حدود ۹۰ میلیون هکتار است که مراتع، با ۲۵۰٪، ۲۶-۵۰٪، ۷۵-۷۶٪ و ۱۰۰٪ پوشش گیاهی به ترتیب مراتع با شرایط ضعیف، متوسط، خوب و عالی نامیده می‌شوند (اقدامی و همکاران، ۲۰۲۰). از این رو هدف از انجام تحلیل پیش رو، یافتن میزان کارایی گوگل ارث انجین در تعیین چگالی و پارامترهای بافت خاک در کاربری‌های مختلف است. به این منظور، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست در گوگل ارث انجین طی سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۸ و با استفاده از داده‌های سرور گوگل و مطالعات میدانی، پویایی مکانی پهنه‌های پارامترهای بافت خاک و چگالی در حوزه آبخیز رودان، به دلیل اهمیت زیاد کشاورزی، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش کار

### منطقه مورد مطالعه

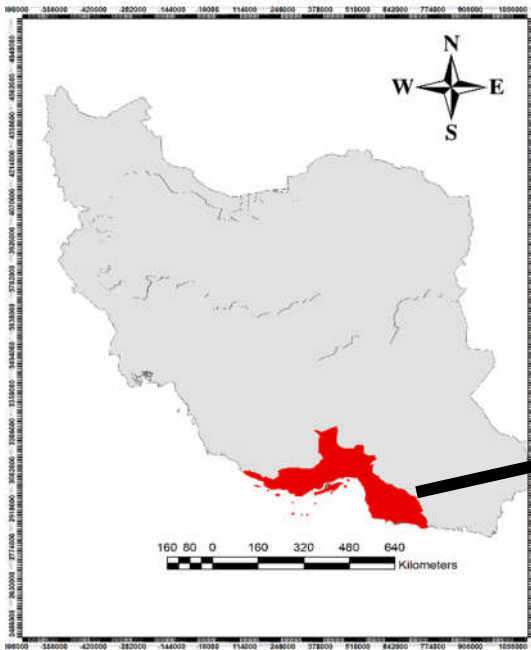
حوضه رودان یکی از زیرحوضه‌های آبخیز میناب است. این حوضه شامل سه منطقه کشاورزی و اکولوژیکی و زمین‌های بایر است. بر اساس طبقه‌بندی کاربری اراضی انجام شده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان هرمزگان (۲۰۱۹) منطقه مورد مطالعه در ۶ طبقه زراعت، باغات، مسیل، مراتع متوسط و فقیر و مناطق کوهستانی تقسیم‌بندی می‌شود. با توجه به موضوع تحقیق، مناطق کوهستانی مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. منطقه به ۵ بخش با کاربری‌های مراتع فقیر، مراتع متوسط، زمین‌های زراعی، باغات و مسیل‌ها تقسیم شد. نمایی از کاربری‌های مختلف

شاخص‌های آب و گوگل ارث انجین ابزاری مفید برای شناسایی روند افزایشی و کاهش سطح آب تالاب‌ها هستند. سلطانی و محمدنژاد (۲۰۲۱) به بررسی کارایی سامانه گوگل ارث انجین (GEE) در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی آن با مدل مارکوف در دشت ارومیه پرداختند. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده ETM و لندست ۸ سنجنده OLI سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ و سامانه گوگل ارث انجین (GEE) برای فراخوانی، مدیریت، پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. نتایج نشان داد کاربری‌های سال ۲۰۲۰ نسبت به ۲۰۰۰ تغییرات گسترده‌ای را متحمل شده‌اند. بیشترین تغییرات منفی مربوط به اراضی کشاورزی آبی به میزان ۸۰ کیلومتر مربع بود. بیشترین افزایش سطح نیز مربوط به اراضی باغات به میزان ۶۷ کیلومتر مربع بود. اغلب اراضی کشاورزی آبی به نفع باغات و همچنین اراضی ساخته شده توسط انسان، عقب‌نشینی کرده است. فتی<sup>۱</sup> و همکاران به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین<sup>۲</sup> (LULC) و اثرات تجمعی آن طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹) در حوزه تجبارا<sup>۳</sup> اتیوپی<sup>۴</sup> پرداختند. برای این منظور از تصاویر اِردس<sup>۵</sup> 2014 و با استفاده از Arc GIS ورژن 10.4 انجام شد. برای تعیین خصوصیات خاک، از چهار نوع کاربری اراضی (جنگل طبیعی، مزارع اکالیپتوس، زمین‌های زیر کشت و چراگاه) و دو عمق خاک (۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر) استفاده شد. برای تعیین خصوصیات فیزیکی (بافت و تراکم) و شیمیایی خاک مانند هدایت الکتریکی<sup>۶</sup> (EC)، مواد آلی (OM)، نیتروژن کل (TN) و فسفر موجود<sup>۷</sup> (AP)، روش‌های آزمایشگاهی استاندارد استفاده شد. نتایج تجزیه و تحلیل تصویر برای تمام سال‌های بررسی شده نشان می‌دهد که زمین‌های زیر کشت در مقایسه با جنگل و چراگاه‌ها افزایش مساحت داشته است. محتوای گل‌ولای، میزان رس، AP و pH به طور قابل توجهی تحت تأثیر استفاده از زمین به عنوان اثر اصلی قرار گرفت

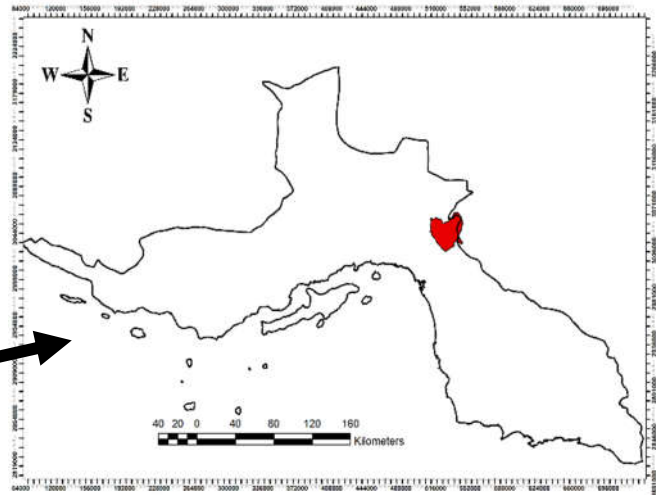
1. Fentie
2. Land Use Land Cover
3. Tejibara
4. Ethiopia
5. ERDAS IMAGINE
6. Electrical Conductivity
7. Available Phosphorus

میانگین حداقل، حداکثر و متوسط سالانه دما برای دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۰ به ترتیب ۱۸/۱ و ۳۳/۰۲ و ۲۵/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط تبخیر سالانه ۲۸۵۸ میلی‌متر است. نمایی از منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) آمده است.

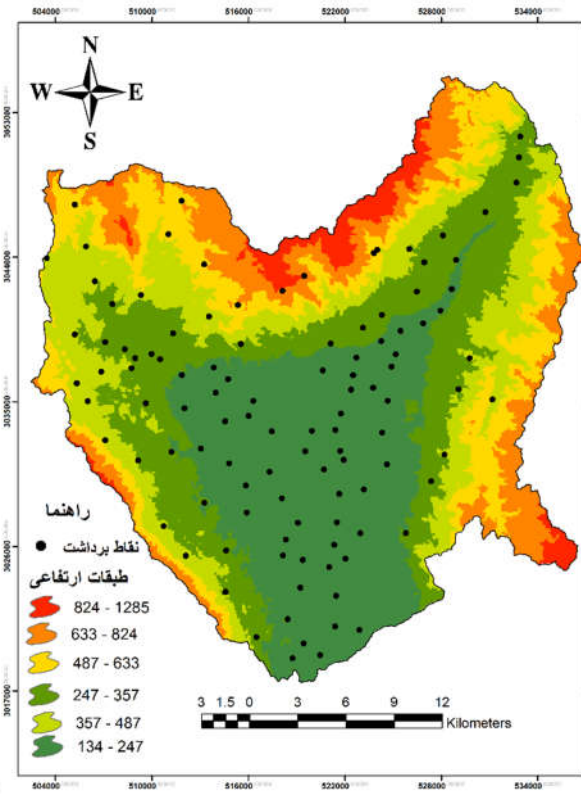
در شکل ۱ قسمت (د) و برخی از خصوصیات هریک از کاربری‌ها در جدول (۱) آمده است. توزیع باران در منطقه مورد مطالعه یکنواخت نیست و الگویی با حدود ۲۴۲ میلی‌متر میانگین داده‌های سالانه بارندگی، که بیش از ۷۷٪ آن در طول فصل بارندگی (پاییز و زمستان) رخ می‌دهد. از سوی دیگر،



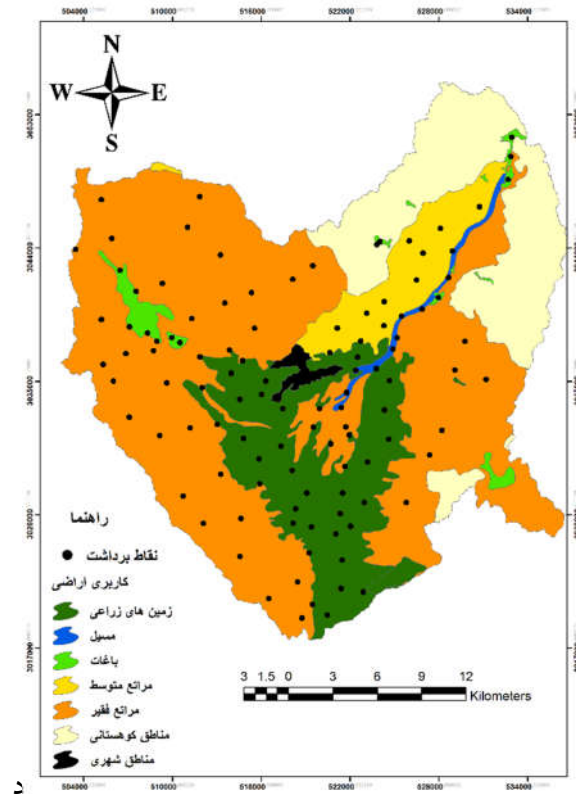
الف



ب



د



ه

شکل (۱): نمایی از منطقه مورد مطالعه در ایران و استان هرمزگان (الف و ب)، نقاط برداشت و کاربری اراضی مورد بررسی در منطقه رودان (د و ه)  
Figure (1): View of the study area in Iran and Hormuzgan province (A and B), harvest points and land use in the Rudan region (D and H)

جدول (۱): برخی از مشخصات کاربری‌های اراضی در منطقه

Table (1): Some characteristics of land uses in the region

نوع کاربری	میزان تولید (kg/ha)	نوع پوشش	درصد پوشش گیاهی	متوسط شیب (%)	ارتفاع (m)	مساحت (km <sup>2</sup> )
مراتع فقیر	۲۵	Hamfdddcx mada Anvillea	۲۵-۰	۱۹	۱۱۶۶-۱۴۸	۴۹۶۵۰۱/۵
مراتع متوسط	۲۵	Astragalus Prennial grasses	۲۵-۱۰	۱۱	۶۶۹-۱۹۶	۵۴/۸
زمین‌های زراعی	بسته به نوع محصول	صیفی جات	۲۵-۱۰	۷	۴۱۹-۱۳۴	۷۳۳۰۱/۵
باغات	بسته به نوع محصول	خرما و مرکبات	۲۵-۱۰	۱۲	۷۵۳-۲۲۶	۹۴۸۳/۷
مسیل‌ها	<۲۵	Cymbopogon Hammada	<۱۰	۱۴	۲۸۰-۱۸۷	۴۳۸۶/۹

## روش کار

در این قسمت با توجه به محیط کاری روش کار شامل دو بخش است.

## نمونه برداری خاک

با توجه به اینکه لایه سطحی خاک مستعدترین بخش خاک برای تغییر خصوصیات خاک است (گارسیا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶؛ ریاحی و همکاران، ۲۰۱۶) در هر کاربری تعدادی نمونه از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر خاک سطحی برداشت شد که در مجموع ۲۱۸ نقطه بر اساس میزان دسترسی و به صورت تصادفی انتخاب شده است. نمونه‌های برداشت شده پس از انتقال به آزمایشگاه و هوا خشک کردن، برای همگن کردن ذرات خاک از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. آزمایش‌های تعیین پارامترهای بافت خاک به روش هیدرومتری برای هریک از نمونه‌ها انجام شد (اسدزاده و همکاران، ۲۰۱۹). کلوخه‌های در نظر گرفته شده برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری نیز در هوای آزاد خشک شدند و از جرم مخصوص ظاهری به روش پارافین بلک<sup>۲</sup> (۱۹۸۶) اندازه‌گیری به عمل آمد (ریاحی و همکاران، ۲۰۱۶). موقعیت نقاط برداشت شده با استفاده از GPS در نرم افزار Arc GIS 10.3 تعیین و در شکل (۱) قسمت ج آمده است.

## پردازش تصاویر در گوگل ارث انجین (GEE)

برای تعیین هریک از پارامترهای بافت خاک مورد بررسی رس، ماسه، بافت و چگالی خاک از ابزار گوگل ارث انجین استفاده شده است. به منظور دستیابی به تغییرات کمی و کیفی هریک از پارامترها در منطقه، از نقشه‌های خاک (Open Land Map) بر

اساس داده‌های رقومی ماهواره‌ای ارائه شده در GEE استفاده شده است که به پیش‌پردازش‌ها و تصحیحات اولیه (هندسی، رادیومتریکی و...) نیازی ندارند و به صورت آماده برای پردازش عرضه شده‌اند. پردازش داده‌ها در سیستم‌های معمولی بسیار زمان‌بر است و این، یکی از عمده محاسن GEE است. برای این منظور ابتدا موقعیت منطقه مورد مطالعه در سامانه گوگل ارث انجین تعریف شد. داده‌های مورد استفاده شامل تصاویر سری لندست به کار گرفته شده در مجموعه تصاویر Open Land Map با رزولوشن ۲۵۰ متر، بر اساس سیستم USDA، مقادیر باندهای b0 و b10 طی دوره آماری اول ژانویه ۱۹۵۰ تا اول ژانویه ۲۰۱۸ است.

## صحت‌سنجی

برای بررسی دقت هر روش یا انتخاب پارامتر مناسب در آن نیاز به ارزیابی است، برای دستیابی به میزان خطا میان مقادیر واقعی و تخمینی معیارهای مختلفی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها میانگین قدر مطلق خطا<sup>۳</sup> (MAE) و خطای مربع میانگین میانگین<sup>۴</sup> RMSE می‌باشد (اسدزاده و همکاران، ۲۰۱۹). داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از روش مدل خطی عمومی (GLM<sup>۵</sup>) که در آن نوع کاربری زمین به عنوان متغیرهای مستقل (عوامل) و خصوصیات خاک انتخاب شده به عنوان متغیرهای وابسته با استفاده از روش آنالیز واریانس<sup>۶</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی در سطح ۵٪ انجام شد (موگیس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ ریاحی و همکاران،

3. Mean Absolute Error  
4. Root Mean Square Error  
5. General Linear Model  
6. Analysis of Variance  
7. Moges

1. Garsia  
2. Black

(۲) آمده است، به طوری که بیشترین درصد تغییرات مربوط به چگالی (۳۱٪) و کمترین آن مربوط به شن با ۱۷٪ است.

جدول (۲): خلاصه آماری شاخص های مورد بررسی در عمق صفر تا

۱۰ سانتی متر

Table (2): Statistical summary of the studied indices at a depth of 0 to 10 cm

انحراف معیار	میانگین	میانه	کمترین	بیشترین	درصد تغییرات
Std. Deviation	mean	mod	min	max	CV(%)
۴/۶	۱/۴۸	۱/۵	۱/۳۲	۱/۵۵	۳۱
۸/۱	۴۹	۳۸	۳۸	۶۷	۲۲
۵/۶	۲۵/۹	۲۴	۱۳	۳۴	۲۲
۸/۱	۴۹	۳۸	۳۸	۶۷	۱۷

ارزیابی صحت و تغییرات کاربری مشاهده شده در حوضه ارزیابی صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه بندی کاربری به ترتیب ۹۵ و ۹۳٪ بود (جدول ۳). این نشان دهنده وجود توافق قوی بین تصویر طبقه بندی شده و داده های مرجع است. بیشترین وسعت کاربری های حوزه آبخیز مربوط به مراتع فقیر زمین های زیر کشت زراعی (طبق جدول ۱) است.

اعتبارسنجی نتایج به دست آمده از گوگل ارث انجین در مقایسه با داده های واقعی (۲۱۸ نقطه واقعی) در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج اعتبارسنجی روش گوگل ارث انجین با صحت کلی ۹۵٪ و ضریب کاپا ۰/۹۳ محاسبه شده است. مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربری مختلف، تأثیر معنی داری روی درصد ذرات رس و شن دارد. پهنه هریک از پارامترهای خاک خروجی از سامانه GEE منطقه مورد مطالعه در شکل (۲) آمده است.

جدول (۳): ماتریس ارزیابی دقت برای LULC

Table (3): Accuracy assessment matrix for LULC

نوع کاربری	باغات	مسیل ها	زمین های زراعی	مراتع متوسط	مراتع فقیر	دقت کاربر (۱۰۰)	کل ردیف ها
مراتع فقیر	۱	۰	۱	۰	۶۲	۶۲	۶۳
مراتع متوسط	۰	۱	۰	۵۴	۰	۹۶/۴	۵۶
زمین های زراعی	۰	۰	۳۸	۰	۲	۹۵	۴۰
مسیل ها	۱	۲۸	۱	۲	۱	۸۷/۵	۳۲
باغات	۲۵	۰	۰	۱	۱	۹۲	۲۷
دقت کلی				۹۵٪			
ضریب کاپا				۹۳٪			

۲۰۱۶). علاوه بر این، برای تعیین رابطه آماری بین پارامترهای مورد مطالعه از نرم افزار SPSS ورژن ۲۶ استفاده شد. روش های صحت کلی (OA<sup>۱</sup>) و ضریب کاپا (Kc<sup>۲</sup>) از جمله روش های کاربردی در سنجش اعتبار نتایج هستند. روش صحت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل ها طبق رابطه (۱) به دست می آید. صحت کلی بیانگر میزان اعتبار نتایج تولید شده توسط گوگل ارث انجین هستند که در نقشه های استخراج شده از تصاویر ماهواره ای میزان حداقل ۸۵٪ قابل قبول است (بانکو<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸؛ خسروی و همکاران، ۲۰۲۰). بر اساس اطلاعات ماتریس خطا، صحت کلی (OA) و ضریب کاپا (Kc) محاسبه می شوند. (OA) عملکرد کلی مدل را ارزیابی می کند و نسبت پیکسل های طبقه بندی شده صحیح و مجموع پیکسل های طبقه بندی شده را نشان می دهد. ضریب کاپا (Kc) توافق واقعی بین داده های مرجع و طبقه بندی استفاده شده در مقابل احتمال توافق بین مرجع و موارد تصادفی است (رابطه ۲).

$$OA = 1/n \sum P_{ij} \tag{1}$$

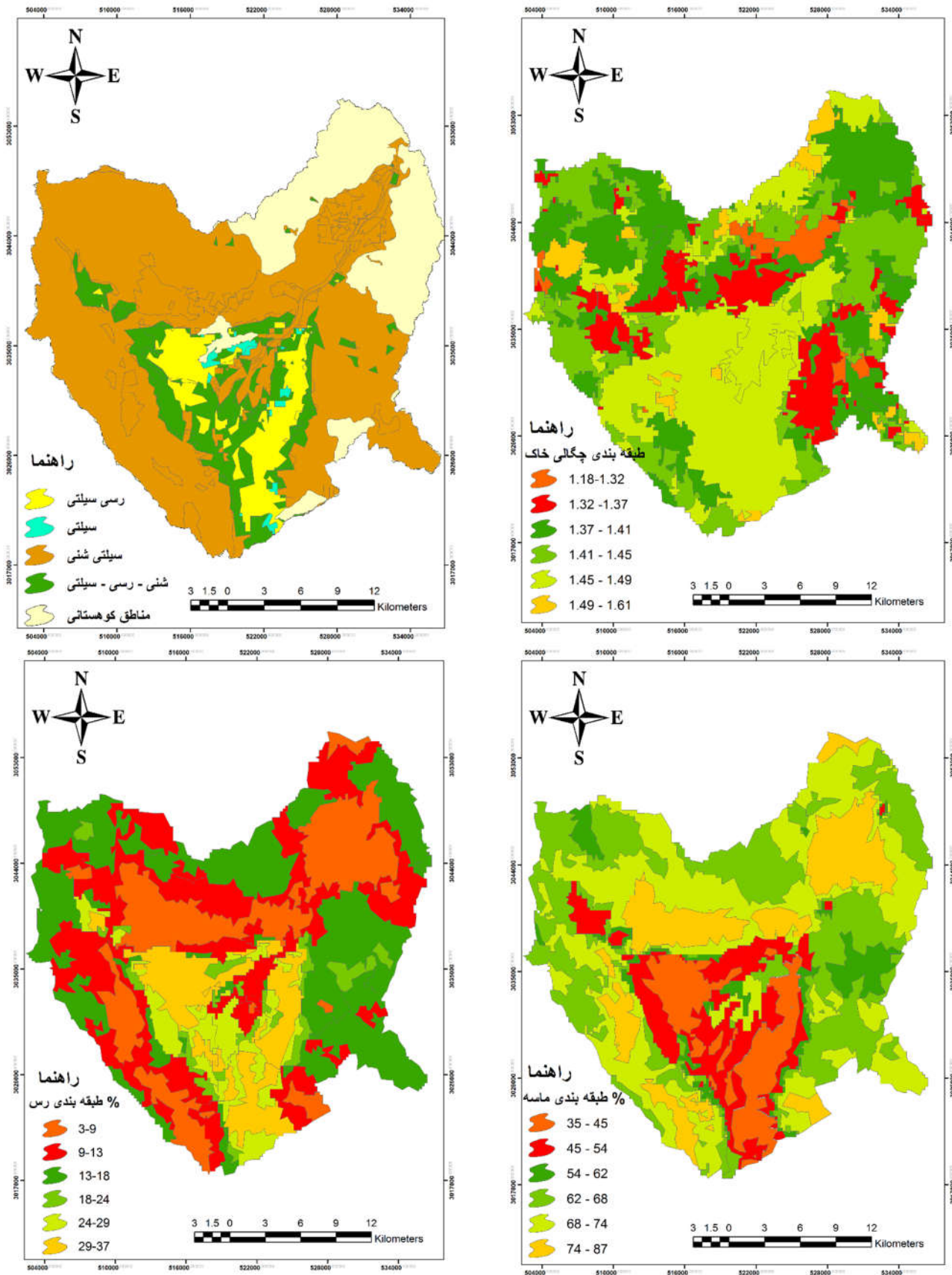
$$Kc = n \times S \text{ total} - \sum_{i=1}^r \frac{SiSj}{n^2} - \sum_{i=1}^r SiSj \tag{2}$$

S total مجموع پیکسل به درستی دسته بندی شده، n تعداد کل پیکسل ها، r تعداد سطرهای اعتبارسنجی، Si مجموع حاشیه ای ردیف S<sub>j</sub>، i مجموع حاشیه ای از ستون j هستند (گوید<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸؛ خسروی و همکاران، ۲۰۲۰).

### نتایج

برخی خصوصیات آماری پارامترهای مورد بررسی در جدول

1. Overall Accuracy
2. Kappa coefficient
3. Banko
4. Guide



شکل (۲): پهنه هریک از پارامترهای خاک بر اساس سامانه GEE

Figure (2): zoning of soil parameters according GEE



جدول (۴): نتایج آنالیز واریانس برای کاربری اراضی، بافت و چگالی خاک				
Table (4): Results of analysis of variance for land use, texture and soil density				
نوع کاربری/پارامتر	چگالی خاک	ماسه (%)	رس (%)	بافت خاک
مراتع فقیر	۱/۳۹	*۶۹	*۱۲	شنی-لومی
مراتع متوسط	۱/۳۸	*۷۷	*۶/۵	شنی-لومی/لومی شنی
زمین های زراعی	*۱/۴۷	*۴۹	*۲۶	شنی رسی سیلنی/سیلنی رسی
باغات	*۱/۴۲	*۵۸	*۲۱	شنی رسی سیلنی/شنی-لومی
مسیل ها	*۱/۴۴	*۷۱	*۱۰	شنی-لومی

\* نشان دهنده تغییرات معنی دار میانگین ها در سطح ۵٪ است.

تغییرات از یک کلاس به سایر کلاس ها را نیز ارائه می دهد. نتایج به دست آمده از مقادیر ماسه و رس نشان داد با تغییر کاربری از پوشش گیاهی با تراکم بالا (جنگل) به تراکم پایین (اراضی مرتعی و زراعی) درصد رس و سیلت کاهش و میزان شن افزایش می یابد، این منطبق با یافته های بیوکت و استروسنیچدر<sup>۱</sup> (۲۰۰۳)، مارتینز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) و ریاحی و همکاران (۲۰۱۶) است که در مطالعات خود دریافتند طی تغییر کاربری از جنگل به اراضی زراعی و باغی، میزان رس و سیلت کاهش و بر میزان و درصد شن افزوده خواهد شد. در ضمن طبق مطالعات (اقدامی و همکاران، ۲۰۱۹؛ زارع و همکاران، ۲۰۱۱؛ وانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲) خصوصیات فیزیکی خاک به ویژه بافت خاک یکی از مهم ترین عوامل تعیین کننده در توزیع جوامع گیاهی در کاربری های مختلف است. با توجه به کاربری های مختلف مورد بررسی و فعالیت های کشاورزی در منطقه که شغل اکثریت جمعیت است و بر اساس سند راهبردی استان، منطقه مورد مطالعه جزو قلمروهای کشاورزی محسوب می شود (سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان هرمزگان، ۲۰۱۹) شاهد انواع تغییر کاربری های مختلف در منطقه هستیم (اداره جهاد کشاورزی استان هرمزگان، ۲۰۲۱). از طرفی هرگونه تبدیل و اصلاح یک کاربری زمین به نوع دیگر ممکن است منجر به از دست رفتن منابع طبیعی و تنوع زیستی کشاورزی شود (رویت و کومار<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵؛ سیوم<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). از این رو نیازمند بررسی های

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر ذرات ماسه برای انواع کاربری ها متفاوت و از کمترین ۴۹٪ در زمین های کشاورزی تا بالاترین ۷۸٪ در مرتع متوسط است. طبق جدول (۴) محتوای ماسه از نظر آماری، دارای اختلاف عددی معنی دار ( $P < 0/05$ ) است. مقدار اندازه ذرات شن و ماسه در زمین های کشاورزی در مقایسه با سایر انواع کاربری های زمین کمترین بود. مقادیر ذرات رس مانند ماسه، برای کاربری های مختلف، متفاوت است و از کمترین میزان ۶/۵٪ در مرتع متوسط تا بالاترین ۲۶٪ در زمین های کشاورزی متغیر است. مقدار محتوای رس رابطه معکوس با کسر شن و ماسه دارد و از نظر آماری دارای تفاوت معنی داری ( $P < 0/05$ ) است (جدول ۴). نتایج چگالی خاک ها نشان داد که به طور قابل توجهی تحت تأثیر انواع کاربری ها قرار دارد. طبق جدول (۴)، زمین های زراعی، باغات و مسیل ها در سطح اطمینان ۹۵٪ بیانگر معنی دار بودن ( $P < 0/05$ ) رابطه است. ولی در مراتع فقیر و متوسط این رابطه معنی دار نیست. مقادیر متوسط چگالی خاک در انواع کاربری های مراتع فقیر، مرتع متوسط، زمین های زراعی، مسیل و باغات به ترتیب ۱/۳۹، ۱/۳۸، ۱/۴، ۱/۴۴ و ۱/۴۲ گرم در سانتی متر مکعب است. طبق بندی بافت خاک طبق اداره کشاورزی ایالت متحده (USDA) انجام شده که بافت غالب در هر کاربری در جدول (۴) آمده است.

### نتیجه گیری

یافته های به دست آمده از صحت کلی و ضریب کاپا (سلطانی و محمدنژاد، ۲۰۲۱) به ترتیب با مقادیر ۹۵٪ و ۹۳٪ نشان می دهد استفاده از نتایج گوگل ارث انجین با صرف هزینه و وقت کمتر، قابل انجام است و می توان به آن ها اعتماد کرد. در ضمن میزان

1. Bewket and Stroosnijder
2. Martinez-Mena
3. Wang
4. Rawat and Kumar
5. Seyum

راهی مطمئن و بدون هزینه برای پردازش حجم زیادی از تصاویر ماهواره‌ای از منابع مختلف محسوب می‌شود که سرعت بالای پردازش آن سبب صرفه‌جویی بسیار خوب در زمان می‌شود.

دقیق، به‌روز، کم‌هزینه و سریع برای تهیه نقشه‌های توسعه انواع کاربری‌هاست که با استفاده از داده‌های موجود در سامانه آنالیز پردازش تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث انجین، تصاویر ماهواره‌ای لندست در کسری از دقایق برای ارزیابی و برنامه‌ریزی مورد پردازش و تحلیل قرار می‌گیرد. این سامانه

## منابع

1. Abebe, Getu., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Takeshi, T., Wondie, M., Adgo, E., Masunaga, T., Tsubo, M., Ebabu, K., Berihun, M.L. and Tassew, A. 2020. Effects of Land Use and Topographic Position on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks in Different Agro-Ecosystems of the Upper Blue Nile Basin. *Sustainability* 2020, 12, 2425; doi:10.3390/su12062425
2. Asadzadeh, F., Khosraviqdam, K., Yaghmaeian Mahabadi, N. and Ramezanpour, H. 2019. Spatial Variation of Mineral Particles of the Soil using Remote Sensing Data and Geostatistics to the Soil Texture Interpolation. *Journal of Water and Soil*, Vol. 32, No. 6, Jan.-Feb. 2019, p. 1207-1222
3. Abdolahi, J., Baghestanimeybodi, N. Dashtkian, K. and Rahimian, M.R. 2006. Determination of range condition using GIS and RS. *Journal of agricultural science and natural resources*, 15, 1-16.
4. Afify HA. 2011. Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area. *Alexandria Engineering Journal*, 50(2): 187-195. doi:https://doi.org/10.1080/014311698216062
5. Bewket, W. and Stroosnijder, I. 2003. Effects of agro-ecological land use succession on soil properties in Chemoga Watershed, Blue Nil Basins, Ethiopia. *Geoderma* 111: 85-95.
6. Black, C.A., 1986. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. ASA. Madison, WI.9: 545-566
7. Banai, M.H. 2001. *Map of resources and talents of Iranian soils*. Iran Soil and Water Research Institute, Tehran
8. Boruvka, L., Pavlu, L., Vasat, R., Penizek, V. and Drabek, O. 2008. Delineating acidified soils in the Jizera Mountains region using fuzzy classification. PP. 303-309. *In: Hartemink, A.E. McBratney, A. and Mendonça-Santos, M.L. (Eds.), Digital Soil Mapping with Limited Data*. Springer, Netherlands.
9. Brungard, C.W., Boettinger, J.L., Duniway, M.C., Wills, S.A. and Edwards Jr, T.C. 2015. Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. *Geoderma* 239-240: 68-83
10. Banko, G. 1998. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data and of methods including remote sensing data in forest inventory. 1998
11. Deng C. and Wu, C. 2012. BCI: A biophysical composition index for remote sensing of urban environments. *Remote Sensing of Environment*, 127: 247-259. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.09.009.
12. Eghdami, H., Azhdari, G., Lebailly, P. and Azadi, H. 2021. Impact of Land Use Changes on Soil and Vegetation Characteristics in Fereydan, Iran. *Agriculture* 2019, 9, 58; doi: 10.3390 /agriculture 9030058
13. *Forests, Rangelands and Watershed Management Organization*. 2019.
14. Fentie, S.F., Jembere, K., Fekadu, E. and Wasie, D. 2020. Land Use and Land Cover Dynamics and Properties of Soils under Different Land Uses in the Tejibara Watershed, Ethiopia. *The Scientific World Journal*, Volume 2020. https://doi.org/10.1155/2020/1479460
15. Guide, E.U.S. 2008. *ENVI on-line software user's manual*. ITT Visual Information Solutions, 2008.
16. Garcia-oliva, F., Lancho, J.F.G. and Montano, N.M. 2006. Soil carbon and nitrogen dynamics followed by a forest-

- topasture conversion in western Mexico. *Agroforestry Systems* 66: 93-100.
17. Goldblatt, R., You, W., Hanson, G. and Khandelwal, A.K. 2016. Detecting the boundaries of urban areas in india: A dataset for pixel-based image classification in google earth engine. *Remote Sensing*, 8(8): 634. doi:<https://doi.org/10.3390/rs8080634>
  18. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27, <https://code.earthengine.google.com>
  19. Greifeneder, F., Notarnicola, C. and Wagner, W. 2021. A Machine Learning-Based Approach for Surface Soil Moisture Estimations with Google Earth Engine. *Remote Sens.* 2021, 13, 2099. <https://doi.org/10.3390/rs13112099>
  20. Hormozgan Management and Planning Organization Land planning, supervision and planning affairs, 2019.
  21. Hormozgan Agricultural Jihad Office, 2021
  22. <https://earthengine.google.com>
  23. Khosravi, R., Hassanzadeh, R., Hossinjanizadeh, M. and Mohammadi, S. 2020. Investigating Water Body Changes Using Remote Sensing Water Indices and Google Earth Engine: Case Study of Poldokhtar Wetlands, Lorestan Province. Volume 7, Issue 1, spring 2020, Pages 131-146
  24. Kumar, L. and Mutanga, O. 2018. Google Earth Engine applications since inception: Usage, trends, and potential. *Remote Sensing*, 10(10), 1509.
  25. Kempen, B., Brus, D.J., Heuvelink, G.B.M. and Stoorvoeg, J.J. 2009. Updating the 1:50,000 Dutch soil map using legacy soil data: A multinomial logistic regression approach. *Geoderma* 151: 311-326
  26. Lieb, M., Glaser, B. and Huwe, B. 2012. Uncertainty in the spatial prediction of soil texture: comparison of regression tree and random forest models. *Geoderma* 170(4), 70-79
  27. Liu, C., Shao, Z., Chen, M. and Luo, H. 2013. MNDISI: a multi-source composition index for impervious surface area estimation at the individual city scale. *Remote Sensing Letters*, 4(8): 803-812. doi:<https://doi.org/10.1080/2150704X.2013.798710>
  28. Makabe, S., Kakuda, Ki., Sasaki Y., Ando, T., Fujii, H. and Ando, H. 2009. Relationship between mineral composition or soil texture and available silicon in alluvial paddy soils on the Shounai Plain, Japan. *Soil Science & Plant Nutrition* 55(5), (300-308)
  29. Martinez-Mena, M., Lopez, J., Almagro, M., Boix-Fayos, V. and Albaladejo, J. 2008. Effect of tock in a Semiarid Area of South-East Spain. *Soil and Tillage Research* 99: 119-129.
  30. Minasny, B. and Hartemink, A.E. 2011. Predicting soil properties in the tropics. *Earth-Science Reviews* 106(1-2),52-62.
  31. Moges, A., Dagnachew, M. and Yimer, F. 2013. Land Use Effects on Soil Quality Indicators: A Case Study of Abo-Wonsho Southern Ethiopia. *Applied and Environmental Soil Science*, V (2013), 9 p.<http://dx.doi.org/10.1155/2013/784989>
  32. Mokhtari, M. and Najafi, A. 2015. Comparison of support vector machine and neural network classification methods in land use information extraction through Landsat TM data. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 19 (72): 35-45. doi:<https://doi.org/10.1080/014311698216062>. (In Persian)
  33. Qin, J., Yang, K., Lu, N., Chen, Y., Zhao, L. and Han, M. 2013. Spatial upscaling of in-situ soil moisture measurements based on MODIS derived apparent thermal inertia. *Remote Sens. Environ.* 2013, 138, 1-9. [CrossRef]
  34. Riahi, M.R., Vahabzadeh, G. and Raei, R. 2016. The Role of Land Use Change on Some Soil Physicochemical Properties (Case Study: Watershed Basin of Keyasar Galooga). Volume 26, 1-1 - NO 2, P 159-171
  35. Rawat, J.S. and Kumar, M. 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 2015; 18:77-84
  36. Seyum, S., Taddese, G. and Mebrate, T. 2019. Land use land cover changes on soil carbon stock in the Weshem Watershed, Ethiopia. *Forest Res Eng Int J*. 2019; 3(1):24-30. DOI: 10.15406 /frej. 2019 .03

- .00074
37. Soltani, N. and Mohammad nezhad, V. 2021. Efficiency of Google Earth Engine (GEE) system in land use change assessment and predicting it using CA-Markov model (Case study of Urmia plain). Articles in Press, Available Online, January 2021
  38. Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A. and Skakun, S. 2017. Exploring Google earth engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping. *Frontiers in Earth Science*, 5, 17
  39. Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A. and Skakun, S. 2017. Exploring Google Earth Engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping. *Frontiers in Earth Science*, 5(7): 1-17. doi:<https://doi.org/10.3389/feart.2017.00017>
  40. Sun, Z., Xu, R., Du, W., Wang, L., Lu, D. 2019. Highresolution urban land mapping in China from sentinel 1A/2 imagery based on Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 11(7): 752. doi:<https://doi.org/10.3390/rs11070752>
  41. Warrington, D., Mamedov, A., Bhardwaj, A. and Levy, G. 2009. Primary particle size distribution of eroded material affected by degree of aggregate slaking and seal development. *Eur. J. Soil Sci* 60, 84-93
  42. Wang, Z.R., Yang, G.J., Chen, S.Y., Wu, Z., Guan, J.Y., Zhao, C.C., Zhao, Q.D. and Ye, B.S. 2012. Effects of environmental factors on the distribution of plant communities in a semi-arid region of the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecol. Res.* 2012, 27, 667–675. [CrossRef]
  43. Wang, Z., Gang, C., Li, X., Chen, Y. and Li, J. 2015. Application of a normalized difference impervious index (NDII) to extract urban impervious surface features based on Landsat TM images. *International Journal of Remote Sensing*, 36(4): 1055-1069. doi:<https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1007250>
  44. Wu, M., Zhao, X., Sun, Z. and Guo, H. 2019. A hierarchical multiscale super-pixel-based classification method for extracting urban impervious surface using deep residual network from worldview-2 and LiDAR data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(1): 210-222. doi:<https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.288628>
  45. Xu, H. 2010. Analysis of impervious surface and its impact on urban heat environment using the normalized difference impervious surface index (NDISI). *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(5): 557-565. doi:<https://doi.org/10.14358/PERS.76.5.557>
  46. Xiao, W., Chen, W., He, T., Ruan, L. and Guo, J., 2020. "Multi-Temporal Mapping of Soil Total Nitrogen Using Google Earth Engine across the Shandong Province of China", *Sustainability*, MDPI, vol. 12(24), pages 1-20. <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v12y2020i24p10274-d459089>
  47. Zare, S., Jafari, M., Tavili, A. and Abbasi, H., 2011. Rostampour, M. Relationship between environmental factors and plant distribution in arid and semiarid area (case study: Shahriyar rangelands, Iran). *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2011, 10, 97–105.

## Investigating and Assessing Soil's Texture and Density in Different Land Uses Via Google Earth Engine System

Maryam Heydarzadeh<sup>1\*</sup>, Ahmad Nohegar<sup>2</sup>

Received: 28/05/2021

Accepted: 17/06/2022

### Extended Abstract

**Introduction:** Awareness of soil quality in agricultural lands and natural resources is essential to achieve maximum production and environmental sustainability. Although soil quality is not directly assessed, soil quality indicators are widely used today, including the physical indicators which are of great importance in measuring the soil quality, as they directly influence the plant growth and the soil's chemical and biological properties. Therefore, it is necessary to evaluate the quality of the soil and to take its changes into account when using the land for the intended uses before its exploitation. On the other hand, applying satellite imagery and GIS to extract the required information and map soil indicators to make optimal decisions has become an integral part of sustainable land management.

Considering the changes in the soil's physical, chemical, and biological properties and the human-induced land degradation, it could be argued that the quality of the soil varies in different land uses. Therefore, the soil's quality index can be measure in each unit through the land use map. In this regard, various studies have been conducted on land use-related soil index via remote sensing techniques, indicating that unscientific and uninformed changes in land use may have negative effects on the soil's desired physical and chemical properties. Thus, this study sought to investigate the status of the soil's texture and density in different land uses and assess its quantification using the Google Earth Engine system.

**Material and Methods:** The Rudan basin is one of the sub-basins of the Minab watershed, whose rainfall distribution does not follow a uniform pattern, with roughly 242 mm average annual precipitation, more than 77% of which occurs during the rainy season (Autumn and Winter). On the other hand, the annual minimum, average, and maximum temperature rates of the study area during the study period (1980-2020) are 18.1 °C, 25.7 °C, and 33.02 °C, respectively, and the area's average annual evaporation rate is 2858 mm. To conduct the study, the intended area was divided into five uses, including the moderate pastures, poor pastures, agricultural lands, garden lands, and canals. Then, a total of 218 samples were taken from all such land uses from the soil's zero to 10 cm surface, and some experiments were performed to determine the soli's texture, sand percentage, and density using hydrometric and paraffin black methods. Open Land map was also used in Google Earth Engine. To this end, first the location of the study area was identified in the Google Earth Engine system. The data used in this phase included the Landsat series images related to the study period (January 1, 1950 to January 1, 2018) with a resolution of 250 meters. The location of the captured points was then determined using GPS in the Arc GIS 10.3 software. Moreover, variance coefficient analysis, overall accuracy, and kappa coefficient were used to evaluate and validate the obtained results.

**Results and Conclusion:** According to the validation of the results obtained from the Google Earth Engine service, total accuracy was 95% and the kappa coefficient was 0.93. Furthermore, it was found that the amount of clay and silt decreased and the sand percentage increased with the change in land use over the large area of agricultural lands, which is consistent with the findings reported by Bewket and Stroosnijder (2003), Martinez et al. (2008), and Riahi et al., (2016) who found in their studies that the amount of clay and silt decreased and the

1. Assistant Professor, Department of Water Engineering, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, m.heydarzade88@yahoo.com

2. Professor, Faculty of Environment, University of Tehran

DOI: 10.22052/deej.2022.11.35.31

sand percentage increased during the change of land use from forest to the agricultural and garden ones. Moreover, as suggested by Aghdami et al., 2019, Zare et al., 2011, and Wang et al., 2012, the soil's physical properties, especially its texture, is one of the most important determinants in the distribution of plant communities in different land uses.

Considering different land uses and agricultural activities in the study area and the fact that most of the area's residents earn their living via farming, and based on the strategic document of Hormozgan province, the area is considered an agricultural territory (Hormozgan Management and Planning Organization, 2019) that has already experienced a variety of land-use changes. On the other hand, any change in land use may lead to the loss of natural resources and agricultural biodiversity (Rawat and Kumar, 2015; Seyum et al., 2019).

Given the importance of agriculture in the region, any change in land use should be considered in the mid-term and long-term planning. Therefore, a detailed, up-to-date, inexpensive, and fast surveys are required to prepare development plans for various types of land uses, relying on the available data collected from the Google Earth satellite engine's online image processing system. In fact, Landsat satellite images are processed in a fraction of minutes, which are then analyzed for evaluation and planning. This system is a safe and cost-free way to process large volumes of satellite images from various sources, accelerating the processing very well and saving a lot of time.

**Keywords:** Soil Texture, Land Use, Google Earth Engine, Rudan Basin.