

تحلیل پویایی طولانی مدت دریاچه رزازه بر اساس تصاویر ماهواره‌ای

آیات خلیل ذیاب الغریب‌اوی^۱، زهرا عزیزی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور و GIS، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ استادیار گروه سنجش از دور و GIS، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۱۱، تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۲

چکیده

پویایی آب‌های سطحی برای درک تأثیر تغییرات جهانی و فعالیت‌های انسانی بر منابع آب اهمیت زیادی دارد. در دهه‌های اخیر آب‌های سطحی تغییرات زیادی به لحاظ مساحت پهنه آبی، تبخیر و تعرق و ... داشته‌اند. در مقیاس بزرگ، کارایی روش‌های سنتی پایش پهنه‌های آبی پایین است زیرا این روش‌ها نیازمند مقدار زیادی نیروی انسانی، هزینه و منابع محاسباتی است. از طرفی سنجش از دور ماهواره‌ای مزایای فراوانی در نظارت بر آب‌های سطحی دارد. لذا در این تحقیق، با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای در پلت فرم Engine Google Earth تحلیل پویایی پهنه آبی دریاچه رزازه در کشور عراق طی سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱ مورد بررسی قرار گرفت. در این رویکرد از داده‌ها و مزایای محاسباتی بستر ابری، ۴۶۹۳ فریم از تصاویر ماهواره Landsat پردازش شد. در مرحله اول، بر اساس ارزش تخمینی پوشش ابر برای هر پیکسل، پیکسل‌های پوشیده از ابر برای حذف تداخل ابر و آب و بهبود کارایی محاسبات حذف شدند. در مرحله دوم، سبزترین و مرطوب‌ترین تصاویر سالانه بر اساس شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص آب‌های سطحی (NDWI) موزاییک شد، سپس حداقل و حداکثر میزان آب‌های سطحی توسط طبقه‌بندی به روش حداکثر شباهت به دست آمد. نتایج نشان داد که مقدار میانگین مساحت پهنه‌های آبی دریاچه رزازه در سال ۲۰۰۳ برابر با ۲۷۸۶/۶ هکتار و در ۲۰۲۱ برابر با ۳۵۷/۵ هکتار بوده است اما در فاصله سال اول تا سال آخر سطح آب دریاچه با نوسانات زیادی از نظر مساحت همراه بوده است. دقت طبقه‌بندی آب‌های سطحی از ۸۶ تا ۹۳ درصد متغیر است. علاوه بر این، علل این تغییرات مورد تحلیل قرار گرفت. ارزیابی دقیق و مقایسه با سایر نتایج تحقیق نشان داد که این روش از نظر محاسبه میانگین سطح آب سطحی قابل اعتماد، جدید و سریع است. علاوه بر این، روش پیشنهادی به راحتی می‌تواند در سایر مناطق جهان اجرا شود.

کلمات کلیدی: پویایی آب‌های سطحی، تصاویر لندست، رزازه، NDWI، Google Earth Engine

مقدمه

منابع آب در ارتقاء توسعه پایدار بسیار مهم هستند، زیرا از جوامع انسانی حمایت می‌کنند، عملکرد اکوسیستم‌ها را حفظ کرده و رشد اقتصادی را تضمین می‌کنند (سانتوس و موریرا، ۲۰۲۲). آبهای سطحی شاخص کلیدی منابع آب هستند. به عنوان نوع پوشش زمین، نقش مهمی در تنظیم آب و هوا، چرخه بیوشیمیایی و تعادل انرژی سطحی و غیره دارد (کارول و همکاران، ۲۰۱۶). در دهه‌های اخیر، بسیاری از کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه، شهرنشینی سریع را تجربه کرده‌اند (گلدبلات و همکاران، ۲۰۱۶). تغییرات آبهای سطحی ناشی از فعالیتهای انسانی به شدت بر دمای سطح، رطوبت خاک، تنوع بیولوژیکی، عملکرد اکوسیستم و حتی رفاه انسان تأثیر می‌گذارد (کونینگ، ۲۰۰۵؛ رابلدانو و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین، نظارت بر پویایی آبهای سطحی از اهمیت بالایی برای سلامت طبیعی محیط زیست و توسعه اقتصادی پایدار برخوردار است (لی و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقات در مورد سنجش از دور آب‌های سطحی قبل از ۱۹۷۰ آغاز شد (کولت، ۱۹۶۸؛ پلانت، ۱۹۷۰) سپس مطالعات در این زمینه زیاد شد (شارما و همکاران، ۱۹۸۹؛ ماتیکالی و همکاران، ۱۹۹۶). در حدود سال ۲۰۰۰، همراه با توسعه سریع ماهواره‌های سنجش از دور، چندین شاخص آب کارآمد برای شناسایی پوشش آب‌های سطحی مانند شاخص Normalized DifferenceWater (NDWI) (مک‌فیتز، ۱۹۹۶) و Normalized DifferenceWater Index (mNDWI) (هان‌کیو، ۲۰۰۵) پیشنهاد شد.

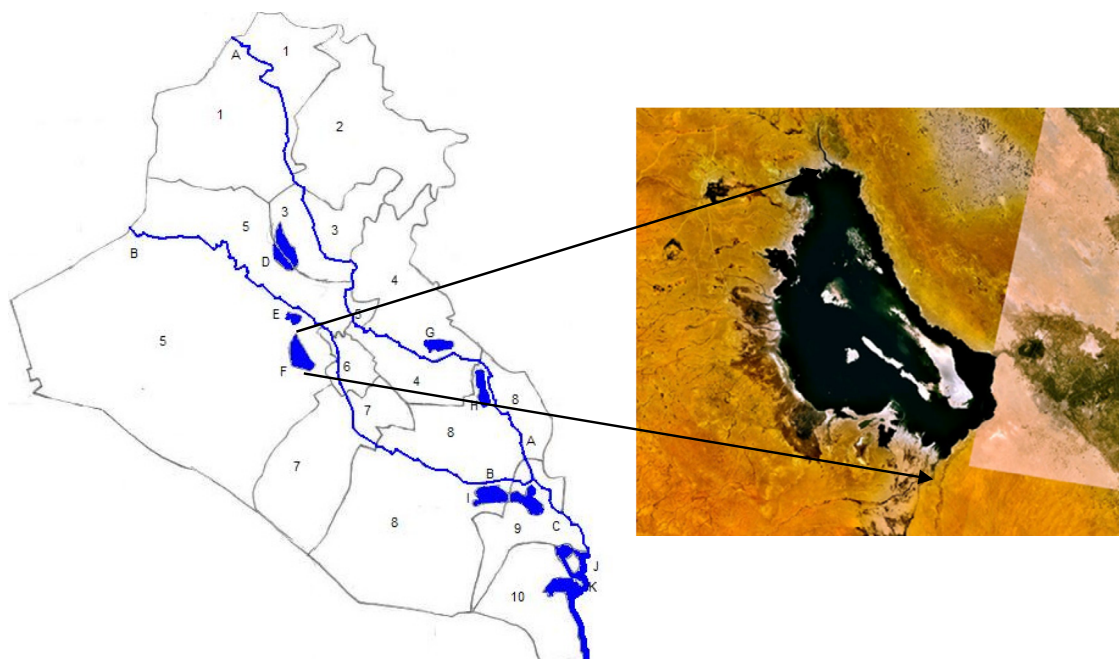
انواع مختلفی از سنجنده‌های از راه دور فعال و غیرفعال با باندهای قابل مشاهده و میکروویو برای برآورد پهنه‌های آبی و تعیین مرزهای آب استفاده شده است و چنین سنجنده‌هایی شامل طیف‌سنج با وضوح متوسط MODIS (سالمون همکاران، ۲۰۰۴) ماهواره Landsat (مافی و همکاران، ۱۴۰۰) کارول و لوبودا، ۲۰۱۷) رادار روزنه مصنوعی SAR (فام‌داک و همکاران، ۲۰۱۷؛ بریسکو و همکاران، ۲۰۰۸)، SPOT (دنگ، ۲۰۰۵؛ دکر و همکاران، ۲۰۰۲) و IKONOS (ساوايا، ۲۰۰۳). تا کنون، سنجش از دور با ارائه حجم عظیمی از تصاویر

که سطح زمین را در طول ۴۰ سال پوشش می‌دهد، به کسب اطلاعات ارزشمند کمک کرده است (النزو و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، به طور سنتی، جمع‌آوری و ذخیره داده‌ها، فرمت فایل مبهم و بسیاری از چارچوب‌های پردازش داده‌های جغرافیایی دارای موانعی برای استفاده کامل از این تصاویر، به ویژه در برنامه‌های بزرگ و بلندمدت است (گورلیک و همکاران، ۲۰۱۷). اخیراً از یک پلت فرم رایانش ابری رایگان به نام Google Earth Engine (GEE) (علی‌بخشی و همکاران، ۱۳۹۹) برای ذخیره و پردازش حجم زیادی از تصاویر سنجش از دور استفاده شده است. GEE یک رابط برنامه‌نویسی و گرافیکی برای نسخه‌ای از تصاویر سنجش از دور و همچنین قدرت ذخیره‌سازی اختصاصی ابر و سخت افزار محاسباتی فراهم می‌کند (تریانی و همکاران، ۲۰۱۴). در کاربردهای وسیع، از جمله نقشه برداری از پوشش گیاهی (چن و همکاران، ۲۰۱۷)، محل سکونت و جمعیت (پاتل و همکاران، ۲۰۱۷) و تشخیص مرزهای مناطق شهری گلدبلات و همکاران (۲۰۱۶) استفاده شده است.

GEE همچنین از نظر کاوش پویایی طولانی مدت آب‌های سطحی در مناطق بزرگ دارای مزایایی است. میزان فصلی و دائمی سطح آب‌های سطحی جهانی با ثبت ماهها و سال‌هایی که آب بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ وجود داشت، محاسبه شد و نتایج در پلت فرم GEE، به نام مرکز طبقه بندی سالانه آب مرکز تحقیقات مشترک (JRC) موجود است (پکل و همکاران، ۲۰۱۶).

تغییرات آب سطحی زمین در ۳۰ سال گذشته نیز از طریق Deltares Aqua Monitor با کمک Google Earth Engine مورد تحلیل قرار گرفت (دانچیتز و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، روش خودکار برای مقیاس جهانی فاقد کیفیت برای مقیاس منطقه‌ای است. تنوع ویژگی‌های منطقه‌ای منجر به ناسازگاری در دقت نتایج می‌شود. تحقیقات مرتبط در مورد پویایی آب‌های سطحی منطقه‌ای و تحلیل نیروهای محرکه آنها نادر است.

شرق عراق دارای جمعیت زیاد و توسعه سریع اقتصادی است، در عین حال شرایط هیدرولوژیکی متغیر اقتصاد و بوم



شکل ۳-۱. تصویر ماهواره‌ای دریاچه میل در سال ۲۰۲۰، برگرفته از برنامه World Wind

و سطح آب با فصول تغییر می کند. به دلیل وجود املاح و تغییر سطح آب، این بزرگ ترین دریاچه آب شیرین در عراق ذخایر مهم ماهی خود را از دست داده است و تنها چند منطقه تفریحی در اطراف دریاچه وجود دارد. این دریاچه دارای گستره وسیعی از ۱۵۶،۲۳۴ هکتار است که توسط بیابان‌ها با چند تپه کم ارتفاع در ساحل محصور شده است. دریاچه و مناطق اطراف آن در محدوده ارتفاعی ۲۸ تا ۵۶ متر قرار دارد (شکل ۳-۱).

الف: آماده سازی داده ها

آب های سطحی اغلب در هر سال تغییر می کند. برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد وسعت آن ، از یک سری زمانی متراکم از تصاویر Landsat از منطقه مورد مطالعه استفاده شد. تصاویر Landsat با وضوح فضایی ۳۰ متر برای نظارت بر پوشش زمین های منطقه ای مناسب است. پوشش کامل منطقه مورد مطالعه با چهار فریم از مسیرها/ردیف های Landsat Worldwide Reference System (WRS) بدست می آید. در این مطالعه ، در مجموع ۴۶۹۳ تصویر شامل تمامی باندهای طیفی مربوط به سال های ۲۰۳۳ تا ۲۰۲۱ به دست آمد و در دسترس بود. GEE به عنوان منبع مجموعه

شناسی منطقه را تهدید می کند. بنابراین ، نظارت دقیق و سریع بر پویایی طولانی مدت آب های سطحی در اطراف دریاچه رزازه برای اقتصاد منطقه و اکوسیستم مهم است. بنابراین ، اهداف این مطالعه (۱) پیشنهاد روش جدیدی برای برآورد سریع مساحت آب های سطحی دریاچه رزازه بصورت سالانه، با استفاده از شاخص های ماهواره ای، (۲) برای استفاده از روش پیشنهادی برای تغییرات آب های سطحی در دریاچه رزازه از ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۲۱ بر اساس پلت فرم GEE و (۳) تجزیه و تحلیل علل تغییرات آب های سطحی در پهنه آبی دریاچه رزازه است. این رویکرد دیدگاه جدیدی در مورد تحقیقات آب های سطحی ارائه می دهد و نتایج این مطالعه به ارزیابی سنجش از دور توزیع و پویایی منابع آب کمک می کند.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه دریاچه رزازه یا Lake Milh دریاچه ای است در غرب کربلا در کشور عراق و در ۴۱' ۳۲° شمالی و ۴۰' ۴۳° شرقی واقع است. این دریاچه میان استان های کربلا و الانبار واقع گردیده است. دریاچه رزازه دومین دریاچه بزرگ کشور عراق است. دریاچه نسبتاً کم عمق است

تصاویر و اطلاعات آماری در نظر گرفته شد.

از آنجاکه بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای دارای ابر، تشخیص پهنه‌های آبی را با خطا مواجه می‌نماید برای حذف اثر ابر ابتدا میانگین فراوانی سالانه ابرهای منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱ بدست آمد. این مقدار برای سال‌های مختلف بین ۱۳/۵ و ۵۸/۱ درصد بود که از طریق پوشش ابر جهانی ۱ کیلومتری (ویلسون، ۲۰۱۶) برآورد شد. چنین احتمال پوشش ابری تأثیرات قابل توجهی بر تفسیر تصویر ندارد. در نتیجه، تهیه نقشه مرز آب با دقت بالا انجام خواهد شد. برای به دست آوردن بیشترین میزان از تمام تصاویر بدست آمده، شاخص «simpleCloudScore» برای هر پیکسل در هر تصویر با الگوریتم ساخته شده در پلت فرم GEE محاسبه شد. سپس از پیکسل‌هایی با شاخص نمره ابر پایین، به نام «مشاهده خوب» استفاده شد. الگوریتم «simpleCloudScore» با استفاده از ترکیبی از شاخص برف تفاوت طبیعی (NDSI) و روشنایی و دما از تصاویر بازتابنده Landsat TOA، نمره احتمال ابر را در محدوده [۰، ۱۰۰] تعیین می‌کند (ولیشور و همکاران، ۲۰۱۵).

از الگوریتم ساده CloudScore نمی‌توان به عنوان یک آشکارساز قوی ابر استفاده کرد و هدف اصلی آن مقایسه چند ظاهر در یک نقطه برای احتمال نسبی ابر است. برای این مطالعه، از آستانه نمره ابر ۲۰ بر اساس تفسیر بصری تصاویر Landsat برای عملکرد مناسب در تشخیص ابرها استفاده شد و پیکسل‌هایی با نمرات ابر کمتر از ۲۰ به عنوان «مشاهده خوب» و پیکسل‌های نشان داده شده نمره ابر بالاتر از ۲۰ پنهان شد (اوکورو و همکاران، ۲۰۱۶).

ب: روش تحقیق

از آنجا که تغییرات زیادی در مساحت پهنه‌های آبی در یک سال معین وجود دارد، به منظور به دست آوردن اطلاعات دقیق‌تر، حداقل و حداکثر مساحت سطح آب دریاچه مورد مطالعه در هر سال استخراج شد. در این مطالعه، حداقل آب سطحی به معنای آب سطحی دائمی و حداکثر آب سطحی به معنای تمام آب‌های سطحی فصلی و دائمی است. مقدار سالانه حداقل و حداکثر مساحت آب سطحی با ایجاد

سبزترین و مرطوب‌ترین تصاویر پیکسلی کامپوزیت به ترتیب برای هر دوره تولید شده است، جزئیات در بخش زیر توضیح داده شده است. نمودار جریان استخراج میزان آب‌های سطحی در این مطالعه در شکل ۴ ارائه شده است. عمدتاً شامل دو بخش است:

(۱) حذف پیکسل‌های کدر با شاخص «ارزش ابر»، سپس افزودن شاخص تفاوت طبیعی پوشش گیاهی (NDVI)، NDWI و mNDWI به نوارهای تصویر، و حذف پیکسل‌های آشکار غیرآب با ماسک زدن NDVI، و روش‌های پوشش NDWI

(۲) استخراج بیشتر پیکسل‌های آب سطحی، از جمله طبقه بندی تصویر و حذف نویز بصورت آنالوگ (انتخاب پیکسل به پیکسل).

عملکرد داخلی «simpleCloudScore» که در GEE پیاده سازی شده است برای پوشش ابر استفاده شد. روش qualityMosaic که در GEE تعبیه شده است، هر پیکسل را در کامپوزیت تنظیم می‌کند که بر اساس کدام تصویر در مجموعه حداکثر مقدار برای باند مشخص شده است (استوهرل و همکاران، ۲۰۱۸).

با هدف ارزیابی تغییرات سطحی و مورفولوژی دریاچه رزازه در Google Earth Engine با استفاده از شاخص NDWI و تصاویر Landsat آشکارسازی تغییرات پهنه آبی انجام شد. برای محاسبه این بخش ابتدا شیپ فایل حوزه دریاچه تهیه و در محیط GEE فراخوانی شد. سپس با استفاده از کد نویسی بر مبنای داده‌های دورسنجی محاسبات برای تغییرات سالانه و سپس تغییرات در دوره‌های زمانی انجام شد. با توجه به اینکه پهنه‌های آبی پدیده‌های متغیری هستند سعی شده تصویری که نشان دهنده میانه مساحت سطحی منطقه است تولید شود. شاخص NDWI برای هر تصویر محاسبه و با استفاده از معادلات زیر به مجموعه تصاویر اضافه شد.

یک نوع طبقه بندی بر اساس پردازش تصاویر و شاخص‌های طیفی است. که دو بخش آب را از غیر آب جدا می‌کند و بر اساس نسبت موجود بین باندهای تصویر ماهواره ای میزان آبناکی بودن پیکسل را تخمین می‌زند و حد آستانه مناسب آن مقادیر مثبت است. و فرمول آن مطابق زیر است:

جدول ۱. میانگین مساحت سطح آب دریاچه رزازه در سال‌های مورد مطالعه

ردیف	سال	نام ماهواره	مساحت (هکتار)	ردیف	سال	نام ماهواره	مساحت (هکتار)
۱	۲۰۰۳	Landsat ۸-OLI	۲۷۸۶/۶	۱۱	۲۰۱۳	Landsat ۸-OLI	۲۳۸۲/۸
۲	۲۰۰۴		۱۸۲۴/۲	۱۲	۲۰۱۴		۳۱۸۳/۱
۳	۲۰۰۵		۲۰۶۵/۴	۱۳	۲۰۱۵		۱۸۷۸/۹
۴	۲۰۰۶		۱۷۶۰/۹	۱۴	۲۰۱۶		۹۱۵/۲
۵	۲۰۰۷		۱۶۰۶/۹	۱۵	۲۰۱۷		۶۵۵/۷
۶	۲۰۰۸		۸۳۲۷/۱	۱۶	۲۰۱۸		۲۹۷/۹
۷	۲۰۰۹		۴۵۷۳/۱	۱۷	۲۰۱۹		۲۳۲/۹
۸	۲۰۱۰		۶۲۸۸/۹	۱۸	۲۰۲۰		۲۸۷/۲
۹	۲۰۱۱		۸۴۷۰/۷	۱۹	۲۰۲۱		۳۵۷/۵
۱۰	۲۰۱۲	Landsat ۷-ETM	۸۴۷۰/۶				

۷ بدست آمد. مقادیر شاخص مذکور در بازه ۱- تا ۱ قرار دارد (جدول ۱).

نتایج مربوط به آنالیز Change Detection از طریق محصولات آماده ماهواره‌ای موجود در سامانه GEE از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱ در ۴ دوره زمانی در شکل ۲ قابل مشاهده است و روند تغییرات مساحت دریاچه قابل رویت می‌باشد. در بازه زمانی ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۱ بیشترین نوسان در حاشیه دریاچه دیده می‌شود رنگ ابی تیره محدوده تغییر سطح آب است و رنگ طوسی طح آب متویط در دوره را نشان می‌دهد. شکل ۳ تغییرات جزئی سطح آب در محدوده دریاچه و در دوره زمانی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رنگ بندی بر روی تصویر تغییر حالت‌های مختلف سطح آب دریاچه رزازه را نشان می‌دهد.

بررسی روند تغییرات با سری زمانی

در ادامه نمودار سری زمانی مقدار مساحت سطح آب دریاچه رزازه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱ برای هر ماه در شکل ۴ نشان داده شده است. بررسی وضعیت پویایی آب‌های سطحی در پهنه دریاچه رزازه براساس این نمودار نشان داد که میانگین سطح آب سالانه در سال ۲۰۰۵ بیشترین مقدار و در ۲۰۱۹ کمترین مقدار بوده است.

در مجموع با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و محاسبه شاخص NDWI نتایج دقیقی از وضعیت تغییرات و پویایی سطح آب دریاچه رزازه به دست آمد و همانطور که علی بخشی

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$$

NDWI = شاخص آب تفاضلی نرمال شده

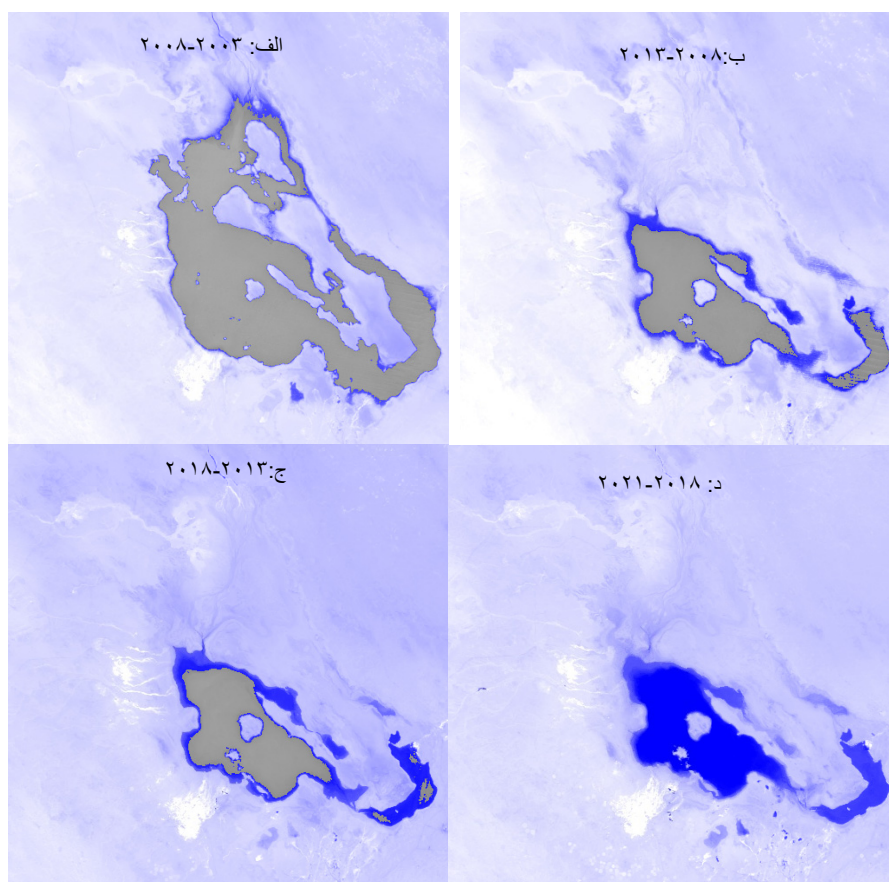
GREEN = باند نور مرئی سبز

NIR = باند مادون قرمز نزدیک

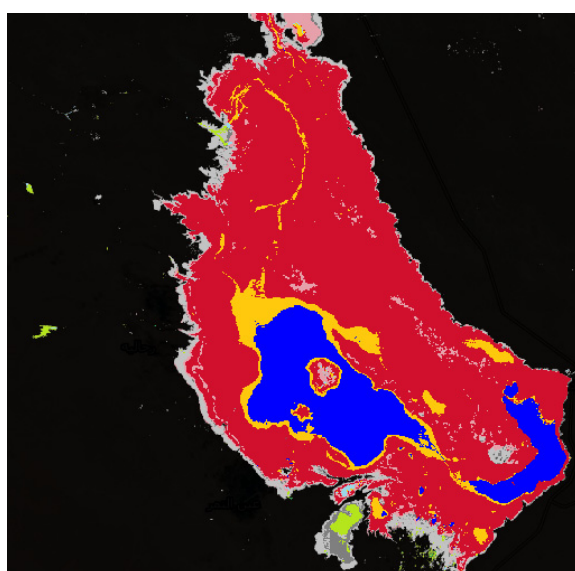
سبزترین تصویر بیشترین میزان پوشش گیاهی مشاهده شده در دوره های مورد مطالعه را با حداقل میزان آب سطحی نشان می دهد (بکسچافر، ۲۰۱۷). NDWI برای ایجاد تصویری با کیفیت که از «مرطوب ترین» پیکسل ها ترکیب شده بود و مرطوب ترین تصویر نامیده می شد ، انتخاب شد و مرطوب ترین تصویر که حداکثر آب سطحی ممکن را در دوره های مورد مطالعه نشان می دهد.

نتایج و بحث

براساس نتایج این تحقیق که با هدف تشخیص و محاسبه مساحت پهنه آبی دریاچه رزازه در کشور عراق انجام شد نشان داد بطور متوسط سالانه ۲۴۷ فریم تصویر تک باند از منطقه مورد مطالعه در GEE قابل دسترس است. نتایج بررسی بهترین ترکیب باندی برای تولید شاخص NDWI در تصاویر ماهواره‌ای Landsat ۸، باندهای ۲ و ۵ (باند آبی و مادون قرمز نزدیک) و برای تصاویر ماهواره‌ای Landsat ۷، باندهای ۱ و ۴ که باند آبی و مادون قرمز هستند را نشان داد. حد آستانه شاخص NDWI برای جداسازی پیکسل‌های آب از دیگر پدیده‌های اطراف دریاچه مقدار ۰/۱- تا ۰/۷۵ در تصاویر Landsat ۸ و مقدار ۰/۲- تا ۰/۷۵ در تصاویر Landsat ۷ قرار دارد.



شکل ۲. آشکارسازی روند تغییرات پهنه‌های آبی دریاچه رزازه از ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱



پهنه بدون تغییرات سفید

پهنه آب دائمی آبی

پهنه آب دائمی جدید سبز

پهنه آب دائمی که از دست رفته قرمز

پهنه آب فصلی فیروزه ای

پهنه آب فصلی جدید سبز روشن

پهنه آب فصلی از دست رفته صورتی

پهنه آب تبدیل شده از فصلی به دائمی نارنجی

پهنه آب تبدیل شده از دائمی به فصلی نارنجی

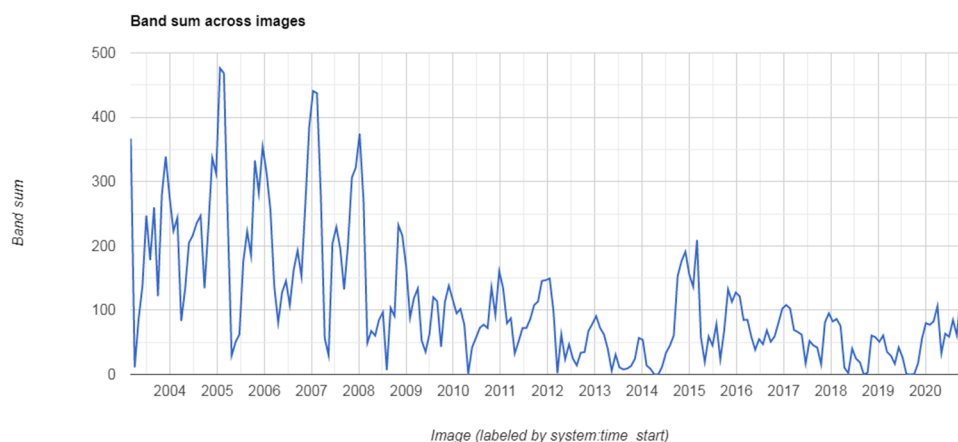
پهنه آب‌های دائمی زودگذر روشن

پهنه آب‌های فصلی زودگذر خاکستری

پهنه آب‌های فصلی زودگذر خاکستری

پهنه آب‌های فصلی زودگذر روشن

شکل ۳. نتایج آشکار سازی تغییرات پهنه آبی از ۱۹۸۴-۲۰۱۹



شکل ۴. سری زمانی تغییرات ماهانه سطح آب دریاچه از ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱

مراجع

- مافی، م؛ عزیزی، ز؛ کریمی، پ؛ عالمی صف اول، پ. بررسی روند تغییرات سطح آب تالاب یعقوب‌آباد با استفاده از تصاویر چندزمانه، اکوهیدرولوژی، ۱۴۰۰، دوره ۸، شماره ۲، صفحه ۳۲۱-۳۲۹.
- علی بخشی، ت؛ عزیزی، ز؛ وفایی‌نژاد، ع؛ آقامحمدی زنجیرآبادی، ح، بررسی تغییرات مساحت پهنه های آبی حوضه آبریز سد شهید عباسپور ناشی از سیل های ۲۰۱۹ با استفاده از Google Earth Engine، ۱۳۹۹، دوره ۷، شماره ۲، صفحه ۳۴۵-۳۵۷.
- Alonso, A.; Muñoz-Carpena, R.E.; Kennedy, R.; Murcia, C. Wetland landscape Spatio-temporal degradation dynamics using the new google earth engine cloud-based platform: Opportunities for non-specialists in remote sensing. *Trans. ASABE* **2016**, 59, 1331.
- Beckschäfer, P. Obtaining rubber plantation age information from very dense Landsat TM & ETM + time series data and pixel-based image compositing. *Remote Sens. Environ.* **2017**, 196, 89-100.
- Brisco, B.; Touzi, R.; van der Sanden, J.J.; Charbonneau, F.; Pultz, T.J.; D'Iorio, M. Water resource applications with radarsat-2—A preview. *Int. J. Digit. Earth* **2008**, 1, 130-147.
- Carroll, M.L.; Loboda, T.V. Multi-decadal surface water dynamics in North American tundra. *Remote Sens.* **2017**, 9, 497.
- Carroll, M.; Wooten, M.; DiMiceli, C.; Sohlberg, R.; Kelly, M. Quantifying surface water dynamics at 30 m spatial resolution in the North American high northern latitudes 1991-2011. *Remote Sens.* **2016**, 8, 622.
- Chen, B.; Xiao, X.; Li, X.; Pan, L.; Doughty, R.; Ma, J.; Dong, J.; Qin, Y.; Zhao, B.; Wu, Z. A mangrove forest map of China in 2015: Analysis of time series Landsat 7/8 and sentinel-1a imagery in google earth engine cloud computing platform. *Int. J. Photogramm. Remote Sens.* **2017**, 131, 104-120.
- Colwell, R.N. Remote sensing of natural resources. *Sci.*

و همکاران (۱۳۹۹) نیز به این نتیجه رسیدند پایش و ارزیابی پهنه‌های آبی بر مبنای پلت فرم GEE مزایای زیادی دارد.

جمع‌بندی

نتیجه این مطالعه درک مفاهیم تغییرات آب سطحی در کشورهای در حال توسعه را افزایش می دهد و یک مرجع مهم برای نظارت و بازسازی آینده برای استفاده از منابع آب در دریاچه رزازه ارائه می دهد. در روش پیشنهادی، پیکسل هایی با مقادیر بیش از آستانه های مشخصه ابر حذف شدند و تعداد زیادی پیکسل آشکار غیرآبی را به سرعت از بین بردند ، بنابراین کارایی طبقه بندی بعدی را بهبود بخشید ، اما همچنین عدم قطعیتی را ایجاد کرد، نتایج تحقیقات مک‌کالم و مرچانت (۲۰۱۱) نیز این موضوع را تایید می نماید. به عنوان مثال پیکسل های آب زیر ابر ممکن است به طور مستقیم حذف شوند. اگرچه GEE به تدریج به سکویی برای تحقیقات مقیاس بزرگ سنجش از دور تبدیل شده است ، اما پتانسیل آن به طور کامل کشف نشده است. این مطالعه یک روش سریع و امکان پذیر برای تشخیص حداقل، حداکثر و میانگین میزان آبهای سطحی سالانه با استفاده از GEE ارائه می دهد. این روش ، همراه با منابع موجود از طریق GEE ، می تواند به راحتی در حوزه های دیگر با مشکلات مشابه گسترش یابد (علی بخشی و همکاران، ۱۳۹۹).

- resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* **2016**, 540, 418–422.
- Pham-Duc, B.; Prigent, C.; Aires, F. Surface water monitoring within Cambodia and the Vietnamese Mekong delta over a year, with sentinel-1 SAR observations. *Water* **2017**, 9, 366.
- Planet, W.G. Some comments on reflectance measurements of wet soils. *Remote Sens. Environ.* **1970**, 1, 127–129.
- Robledano, F.; Esteve, M.A.; Farinós, P.; Carreño, M.F.; Martínez-Fernández, J. Terrestrial birds as indicators of agricultural-induced changes and associated loss in conservation value of mediterranean wetlands. *Ecol. Indic.* **2010**, 10, 274–286.
- Salomon, J.; Hodges, J.C.; Friedl, M.; Schaaf, C.; Strahler, A.; Gao, F.; Schneider, A.; Zhang, X.; El Saleous, N.; Wolfe, R.E. Global Land-Water Mask Derived from Modis Nadir Brdf-Adjusted Reflectances (Nbar) and the Modis Land Cover Algorithm. In Proceedings of the 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS'04, Anchorage, AK, USA, 20–24 September 2004.
- Santos, S.; Moreira, J. Social Sustainability of Water and Waste Management Companies in Portugal, Sustainability. **2022**, 14, 221. <https://doi.org/10.3390/su14010221>
- Sawaya, K. Extending satellite remote sensing to local scales: Land and water resource monitoring using high-resolution imagery. *Remote Sens. Environ.* **2003**, 88, 144–156.
- Sharma, K.; Singh, S.; Singh, N.; Kalla, A. Role of satellite remote sensing for monitoring of surface water resources in an arid environment. *Hydrol. Sci. J.* **1989**, 34, 531–537.
- Stuhler, S.; Leiterer, R.; Joerg, P.; Wulf, H.; Schaepman, M. Technical Report: Generating a Cloud-Free, Homogeneous Landsat-8 Mosaic of Switzerland Using Google Earth Engine. Available online: <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.2432.0880> (accessed on 21 September 2018).
- Trianni, G.; Angiuli, E.; Lisini, G.; Gamba, P. Human settlements from Landsat data using google earth engine. In Proceedings of the 2014 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Quebec City, QC, Canada, 13–18 July 2014; pp. 1473–1476.
- Wilson, A.M.; Jetz, W. Remotely sensed high-resolution global cloud dynamics for predicting ecosystem and biodiversity distributions. *PLoS Biol.* **2016**, 14, e1002415.
- Vleeshouwer, J.; Car, N.J.; Hornbuckle, J. A Cotton Irrigator's Decision Support System and Benchmarking Tool Using National, Regional and Local Data; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2015; pp. 187–195.
- Am. **1968**, 218, 54–71.
- Deng, J. Study on the automatic extraction of water body information from spot- 5 images using decision tree algorithm. *J. Zhejiang Univ. (Agric. Life Sci.)* **2005**, 31, 171–174.
- Dekker, A.G.; Vos, R.J.; Peters, S.W.M. Analytical algorithms for lake water TSM estimation for retrospective analyses of TM and spot sensor data. *Int. J. Remote Sens.* **2002**, 23, 15–35.
- Donchyts, G.; Baart, F.; Winsemius, H.; Gorelick, N.; Kwadijk, J.; van de Giesen, N. Earth's surface water change over the past 30 years. *Nat. Clim. Chang.* **2016**, 6, 810–813.
- Goldblatt, R.; You, W.; Hanson, G.; Khandelwal, A.K. Detecting the boundaries of urban areas in India: A dataset for pixel-based image classification in google earth engine. *Remote Sens.* **2016**, 8, 634.
- Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D.; Moore, R. Google earth engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ.* **2017**, 202, 18–27.
- Han-Qiu, X. A study on information extraction of water body with the modified normalized difference water index (MNDWI). *J. Remote Sens.* **2005**, 5, 589–595.
- Koning, C.O. Vegetation patterns resulting from spatial and temporal variability in hydrology, soils, and trampling in an isolated basin marsh, new Hampshire, USA. *Wetlands* **2005**, 25, 239–251.
- Li, L.; Vrieling, A.; Skidmore, A.; Wang, T.; Turak, E. Monitoring the dynamics of surface water fraction from MODIS time series in a Mediterranean environment. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* **2018**, 66, 135–145.
- MacCallum S. N., Merchant C. J. ARC-Lake v1.1, 1995–2009 [dataset]. 2011
- Mattikalli, N.M.; Richards, K.S. Estimation of surface water quality changes in response to land-use change: Application of the export coefficient model using remote sensing and geographical information system. *J. Environ. Manag.* **1996**, 48, 263–282
- McFeeters, S.K. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.* **1996**, 17, 1425–1432.
- Okoro, S.U.; Schickhoff, U.; Böhner, J.; Schneider, U.A. A novel approach in monitoring land-cover change in the tropics: Oil palm cultivation in the Niger delta, Nigeria. *DIE ERDE-J. Geog. Soc. Berl.* **2016**, 147, 40–52.
- Patel, N.N.; Angiuli, E.; Gamba, P.; Gaughan, A.; Lisini, G.; Stevens, F.R.; Tatem, A.J.; Trianni, G. Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using google earth engine. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* **2015**, 35, 199–208.
- Pekel, J.-F.; Cottam, A.; Gorelick, N.; Belward, A.S. High-

Analysis of long-term dynamics of Lake Milh using satellite imagery

Ayat Khalil Diab Al-Gharibawi¹, Zahra Azizi^{2*}

¹ Master Student of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

² Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

*Corresponding Author Email: zazizi@srbiau.ac.ir

Received: 01 December 2020 , accepted: 02 March 2021

ABSTRACT

Surface water dynamics are important for understanding the impact of global change and human activities on water resources. In recent decades, surface waters have undergone many changes in terms of water area, evaporation and transpiration. On a large scale, the efficiency of traditional methods of monitoring water areas is low because these methods require a lot of manpower, cost and computational resources. On the other hand, satellite remote sensing has many advantages in monitoring surface water. Therefore, in this study, using satellite image processing techniques on the Google Earth Engine platform, the analysis of the dynamics of the water zone of Razazah Lake in Iraq from 2003 to 2021 was investigated. In this approach, 4693 frames of Landsat satellite images were processed from the data and computational benefits of the cloud platform. In the first step, based on the estimated value of cloud cover for each pixel, cloud-covered pixels were removed to eliminate cloud-water interference and improve computational performance. In the second stage, the greenest and wettest annual images were mosaiced based on vegetation index (NDVI) and surface water index (NDWI), then the minimum and maximum levels of surface water were obtained by classification by maximum similarity method. The results showed that the average area of Razazah Lake in 2003 was 2786.6 hectares and in 2021 was 357.5 hectares, but between the first year and the last year, the lake water level fluctuated widely in terms of area. Is. The accuracy of surface water classification varies from 86 to 93%. In addition, the causes of these changes were analyzed. Accurate evaluation and comparison with other research results show that this method is reliable, new and fast in terms of calculating the average surface water level. In addition, the proposed method can easily be implemented in other parts of the world.

Keywords: Surface water dynamics, Landsat images, Milh, Google Earth Engine, NDWI

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Khalil Diab Al-Gharibawi, A.; Azizi, Z. (2021). Analysis of long-term dynamics of Lake Milh using satellite imagery. J. Meteorol. Atmos. Sci., 4(1): 67-74

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

