



ابوالفضل قنبری*

بختیار فیضی زاده

محمد رضا عاید علی

دکترای تخصصی، استاد دانشگاه تبریز

دکترای تخصصی، دانشیار دانشگاه تبریز

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز

چکیده

پوشش و کاربری زمین بخش مهمی از عناصر سطحی زمین با ساختار فیزیکی و ویژگی‌های مرتبط با حیات انسانی است. پویایی پیچیده در ترکیب پوشش سطحی (زمین، آب و پوشش گیاهی) و نیز بین کاربری زمین و اقلیم، بر بروز تغییرات در سطح مناطق مختلف در مقیاس‌های مکانی و زمانی تأثیر می‌گذارد. از این نظر، مبحث آب یکی از مؤلفه‌های اساسی پوشش سطحی زمین است که دارای اهمیت حیاتی برای متعادل نگه داشتن ساختار محیطی به منظور تأمین تمام نیازهای بشری است. با این وجود، امروزه روند کم‌آبی در کشور عراق متأثر از عوامل طبیعی و سیاسی به‌ویژه در بخش مرکزی و جنوبی آن تشدید یافته است. در این راستا، تحقیق حاضر روند تغییرات کاربری اراضی در استان بابل در مرکز عراق را ارزیابی نموده و به طور خاص، تغییرات صورت گرفته در وضعیت آب‌های سطحی آن را مورد مطالعه قرار داده است. تحقیق حاضر مبتنی بر طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای محدوده مطالعاتی بوده و در این راستا از تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ سال ۲۰۰۳، تصاویر سنجنده OLI-TIRS ماهواره

لندست ۸ سال ۲۰۱۳ و ماهواره لندست ۹ سال ۲۰۲۳ بهره گرفته شده است.

بر اساس نتایج، در طی دوره ده ساله اول (۲۰۱۳-۲۰۰۳) گستره آب‌های سطحی منطقه از ۱۷۴/۱۴ کیلومتر مربع به ۷۲۹/۴۴ کیلومتر مربع افزایش یافته است. در دوره دوم ده ساله نیز (۲۰۲۳-۲۰۱۳) وسعت آب‌های سطحی افزایش یافته است و از ۷۲۹/۴۴ کیلومتر مربع به ۸۲۵/۶۱ کیلومتر مربع رسیده است. نتایج تحقیق چنین مشخص نموده است که عواملی از قبیل توسعه اراضی مسکونی و رشد ساخت‌وسازهای شهری و عوامل اقلیمی به‌عنوان فاکتورهای اصلی تغییر کاربری اراضی در سطح استان بابل مطرح بوده‌اند و علت و منشأ تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته در استان بابل فقط کمبود آب نیست.

کلمات کلیدی: ارزیابی تغییرات، طبقه‌بندی نظارت‌شده، کم‌آبی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، عراق.

۱- مقدمه

تغییر کاربری زمین شاید برجسته‌ترین شکل تغییر محیطی جهانی باشد، زیرا در مقیاس‌های مکانی و زمانی بسیار پیوسته به زندگی روزمره انسانی رخ می‌دهد. (Roy & Roy, 2010). تغییرات کاربری زمین یک فرآیند فراگیر، تسریع‌کننده و مهم است که در درجه اول توسط فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شود و منجر به تحولاتی می‌شود که بر کیفیت زندگی افراد تأثیر می‌گذارد. این پویایی بر در دسترس بودن بسیاری از منابع حیاتی از جمله آب، خاک و پوشش گیاهی تأثیر گذاشته و اثرات نامطلوبی نیز با خود به همراه دارد (Mathewos et al, 2022). امروزه رشد شهرها و زیرساخت‌های مرتبط با آن‌ها، استفاده‌های مرسوم آب را به شدت تغییر داده است، به نحوی که حذف آب از نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها برای تأمین نیاز شهرها و تغییر کاربری اراضی مرتبط با توسعه همه‌جانبه شهر، پیامدهای متعددی بر محیط طبیعی به دنبال داشته است (Vandas et al, 2002). در نتیجه کاهش یا تخریب منابع آب سطحی، ضمن از بین رفتن تنوع اکوسیستمی، تبدیل شدن بدنه‌های آبی به شوره‌زار و به دنبال آن تولید گردوغبار حاصل از شوره‌زار نیز برای سلامت ساکنان محلی و سایر موجودات به‌عنوان یک تهدید جدی به شمار می‌رود. علاوه بر این، گردوغبار برخاسته از شوره‌زار در کاهش عملکرد محصولات کشاورزی نیز مؤثر می‌باشد، لذا حفظ و احیاء و مدیریت صحیح و یکپارچه منابع آب‌های سطحی بسیار ضروری و حیاتی می‌باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵).

منابع آب‌های سطحی از جمله دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها، برکه‌ها و غیره نقش مهمی در تعدیل آب و هوا، چرخه‌های بیوژئوشیمیایی و تعادل انرژی سطحی ایفا می‌کنند و به دلیل خشکسالی یا دخالت‌های انسانی دارای محدودیت می‌باشند (ملکی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی، کاهش یا افزایش آب‌های سطحی ارتباط تنگاتنگی با توسعه پایدار محلی داشته و پایش تغییرات آن برای سلامت محیط طبیعی و توسعه اقتصادی پایدار حایز اهمیت است (Zhang et al, 2022). ارزیابی و پایش آب‌های سطحی یکی از مهم‌ترین مراحل برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) است. امروزه یکی از روش‌های رایج پایش منابع آبی، کاربرد تلفیقی از سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که به طور فزاینده در ارزیابی الگوهای تغییر در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنجش از دور به ابزار مهمی تبدیل شده است که برای توسعه و درک فرآیندهای فیزیکی و جهانی مؤثر بر سطح زمین قابل استفاده است و اخیراً این ابزار در ارتباط با کاربرد هم‌زمان و ترکیبی با سیستم اطلاعات جغرافیایی رشد و توسعه یافته است (Mallupattu & Reddy, 2013). داده‌های سنجش از دور (عمدتاً عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در ترکیب با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی ارزش بالقوه علمی برای مطالعه اثرات متقابل کاربری و پوشش اراضی دارند و در این راستا مجموعه عظیمی از تصاویر سنجش از دور گذشته و حال، تجزیه و تحلیل الگوی مکانی- زمانی عناصر محیطی و تأثیر رویدادهای طبیعی یا فعالیت‌های انسان در دهه‌های گذشته را امکان‌پذیر ساخته است (وحیدی و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس این ایده که انواع پدیده‌های مختلف در سطح زمین دارای خواص بازتابی و انتقال طیفی متفاوتی هستند، شناسایی و تفکیک آنها از طریق فرآیند طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور انجام می‌شود. در یک مفهوم گسترده، طبقه‌بندی تصویر به عنوان فرآیند طبقه‌بندی تمام پیکسل‌ها در یک تصویر یا داده‌های خام ماهواره‌ای سنجش از دور برای به دست آوردن مجموعه‌ای از برچسب‌ها یا طبقات کاربری زمین تعریف می‌شود (Al-doski et al, 2013). از این رو، بهره‌گیری از تصاویر سنجش از دور می‌تواند مزایای بسیاری در زمینه پایش تغییرات آب‌های سطحی فراهم نماید و در مطالعات متعددی به این موضوع توجه شده است.

اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۸)، روند تغییرات اراضی در حوضه آبریز علی‌آباد چای در هوراند آذربایجان شرقی و تأثیرات آن بر روند مصرف آب را در بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این مطالعه از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI لندست بهره گرفته شده و نتایج مطالعه چنین مشخص نموده است که اراضی کشت آبی، جنگل متراکم و مراتع و همچنین بستر رودخانه و مناطق آبی با کاهش وسعت مواجه شده‌اند و در مقابل، اراضی باغی، زراعت دیم، جنگل تنک و مراتع درجه ۲ و ۳ مساحت

خود را افزایش داده‌اند که در نتیجه این امر نیاز مصرفی آب بیشتر شده که موجب حذف جریان سطحی رودخانه و پایین رفتن تراز آب‌های زیرزمینی در حوضه مطالعاتی گردیده است. امینی پارسا و همکاران (۱۳۹۹)، به ارزیابی همبستگی فضایی میان روند تغییرات کاربری اراضی و نوسانات کمی آب زیرزمینی در دشت اردبیل پرداخته‌اند. برای این منظور، بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۴ در چهار مرحله و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست مورد تجزیه و تحلیل واقع شده است. مطابق یافته‌ها و نتایج این تحقیق، مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی با افزایش مساحت و اراضی بایر و جنگلی با کاهش مساحت همراه بوده است و از طرفی عمق سطح آب زیرزمینی در طی ۲۵ سال مطالعه چیزی در حدود ۲۷/۶ متر کاهش یافته و لذا ارتباط مستقیمی بین توسعه زمین‌های کشاورزی و ساخت‌وسازها با کاهش عمق سطح آب‌های زیرزمینی مشاهده شده است. در تحقیق حسن و همکاران^۱ (۲۰۱۲)، با استفاده از یک روش ترکیبی به مطالعه پوشش سطحی زمین در محدوده استان بابل عراق پرداخته شده است. بر اساس نتایج این تحقیق چنین مشخص شده است که به مرور زمان بر شدت روند بیابان‌زایی در منطقه افزوده شده است که ناشی از تحولات مربوط به آب و پوشش گیاهی منطقه بوده است. پانده و همکاران^۲ (۲۰۲۱)، در تحقیق خود اقدام به ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش زمین در حوضه آبخیز پنجاری در کشور هند با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نموده‌اند. آن‌ها سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ را برای این منظور مطالعه نموده‌اند و از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داده است که میزان اراضی کشاورزی ۱۸/۷۱ درصد، اراضی ساخته‌شده ۰/۶۲ درصد، اراضی بایر ۴۰/۳۳ درصد و اراضی آبی ۱۷/۳۹ درصد افزایش داشته است. نتایج نهایی حاکی از این بوده است که الگوریتم طبقه‌بندی نظارت‌شده از دقت مطلوبی در شناسایی پدیده‌های تصویری داشته است. دئولی و همکاران^۳ (۲۰۲۲)، در تحقیق خود با استفاده از داده‌های لندست به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در محدوده اطراف دریاچه ناینیتال^۴ در کشور هند پرداخته‌اند. در این راستا آنان تغییرات روی داده در مابین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ را مورد مطالعه قرار داده‌اند و با ترکیب شاخص‌های مختلف و تجزیه و تحلیل‌های میدانی و نرم‌افزاری به این نتیجه رسیده‌اند که سطح پخش آب دریاچه برای دوره مورد اشاره به شدت کاهش یافته است.

عراق یکی از آسیب‌پذیرترین کشورهای جهان از نظر زیست‌محیطی است که مطابق گزارش‌های بین‌المللی در بین کشورهای جهان در رتبه ۱۲۹ قرار دارد و همین موضوع عراق را در کانون تأثیرات شدید اقلیمی و بحران آب قرار می‌دهد. به دلیل افزایش بیش از حد دما، بارندگی کم، کمبود آب‌های سطحی و زیرزمینی، عراق در دو

^۱ . Hassan et al

^۲ . Pande et al

^۳ . Deoli et al

^۴ . Nainital

دهه آینده به محیطی تقریباً غیرقابل سکونت تبدیل شده و تشدید طوفان‌های گردوغبار، خشکسالی و بیابان‌زایی که به طور مستقیم فعالیت‌های انسانی را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهند، همگی از جمله پیامدهای عمده تغییرات زیست‌محیطی در این کشور به شمار می‌آیند (Alkaradaghi et al, 2018). امروزه عراق از آب‌وهوای گرم و کمبود آب رنج می‌برد. علاوه بر این، سیاست کشورهای همسایه برای سدسازی و بهره‌برداری از منابع آب بر ظرفیت آب‌های سطحی عراق تأثیر منفی بر جای گذاشته است. عراق در سال‌های گذشته خشکسالی‌های شدیدی را تجربه کرده و ظرفیت آبی زیادی را به دلیل کاهش میزان بارندگی نرمال از دست داده است. علاوه بر این، به دلیل پروژه‌های سدسازی ترکیه در سرشاخه‌های حوضه آبریز دو رودخانه دجله و فرات و نیز پروژه‌های آبیاری که در سرچشمه رودخانه دجله در ایران در حال اجرا هستند، جریان آب ورودی رودخانه‌ها به قلمرو سرزمینی عراق کاهش چشمگیری پیدا کرده است (Jumaah et al., 2023). بر همین اساس ضرورت ارزیابی جامع از روند تغییر و تحولات منابع آب در مناطق مختلف این کشور به شدت احساس می‌شود. اما با این حال، اطلاعات دقیق و جامع در این زمینه هنوز محدود و پراکنده است. در این راستا تحقیق حاضر در راستای نوآوری و دستیابی به پاسخ مناسب به این سؤال است که روند تغییر و تحولات آب‌های سطحی در عراق به چه نحوی بوده است. همچنین به دنبال این است که ارزیابی مناسبی از روند تغییرات کاربری و پوشش اراضی در سطح استان بابل در مرکز کشور عراق به انجام رساند و به طور خاص تغییر و تحولات صورت گرفته در وضعیت منابع آب سطحی این منطقه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. برای این منظور از داده‌ها، تکنیک‌ها و تحلیل‌های ترکیبی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته شده است.

۲- مواد و روش تحقیق

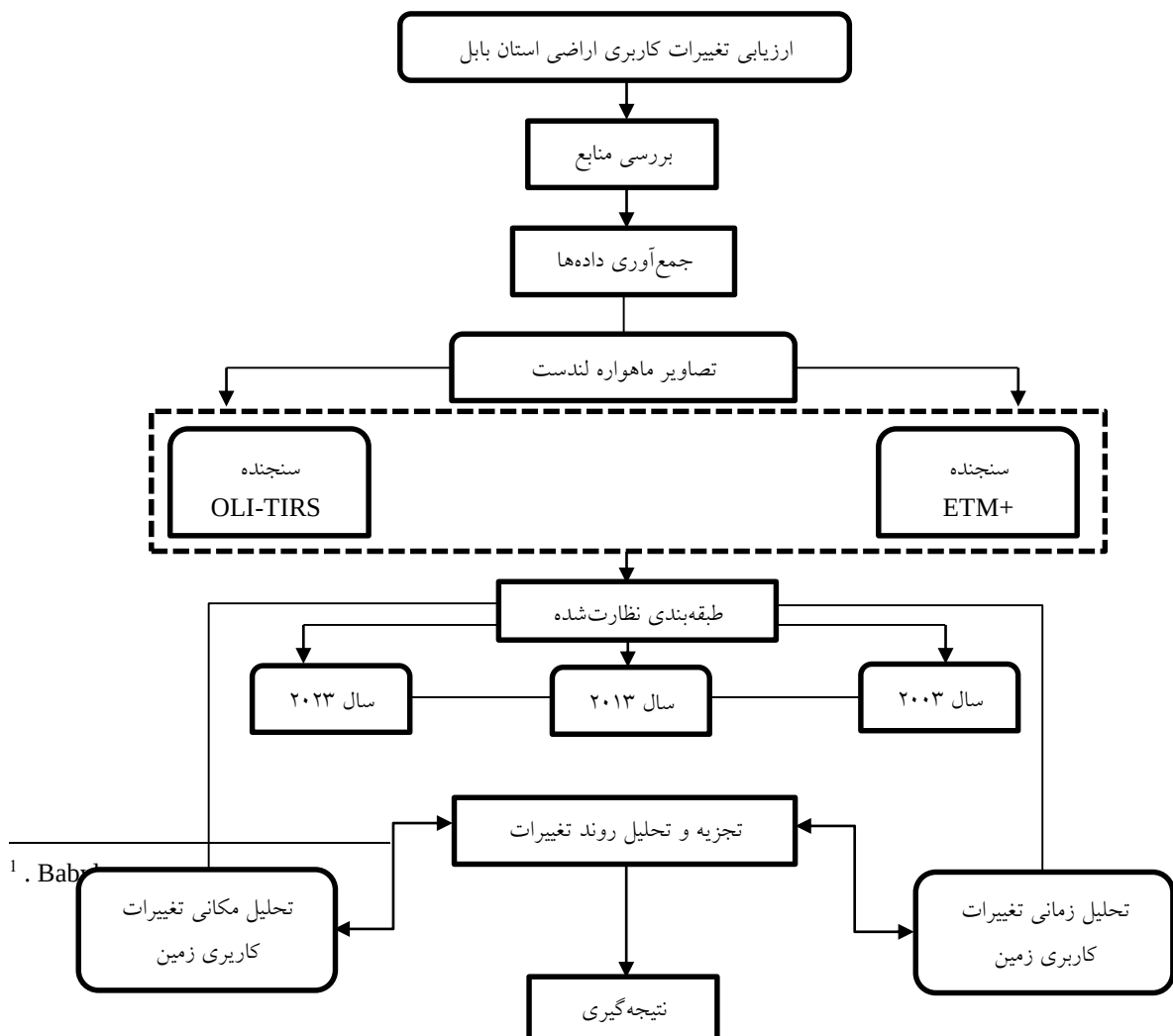
تحقیق حاضر یک تحقیق کاربردی است که با روش توصیفی-تحلیلی به انجام رسیده است. هدف از انجام تحقیق حاضر مطالعه میزان و روند تغییرات کاربری اراضی و وضعیت آب‌های سطحی به‌عنوان یکی از طبقات اصلی کاربری اراضی در استان بابل عراق در طی یک دوره زمانی بیست ساله (۲۰۲۳-۲۰۰۳) می‌باشد. تحقیق حاضر مبتنی بر طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای محدوده استان بابل عراق بوده و در این راستا از تصاویر سنجنده‌های مختلف ماهواره لندست بهره گرفته شده است (جدول ۱). برای این منظور، تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ سال ۲۰۰۳، تصاویر سنجنده OLI-TIRS ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۳ و تصاویر سنجنده OLI-TIRS ماهواره لندست ۹ سال ۲۰۲۳ از پایگاه اینترنتی سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) دانلود و پس از موزاییک تصاویر و استخراج محدوده استان بابل، از آن‌ها در مراحل مختلف طبقه‌بندی استفاده شده است. علاوه بر این، نقاط تعلیمی طبقه‌بندی به تعداد ۹۰ نمونه با استفاده از GPS و Google Earth برداشت شده و در مرحله آموزش و ارزیابی از آن‌ها استفاده شده است. به طور کلی، تحقیق حاضر در سه مرحله انجام

گرفته است: ۱- پیش‌پردازش، ۲- طبقه‌بندی و ۳- پس‌پردازش. در شکل ۲ مراحل انجام تحقیق نشان داده شده است.

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

استان بابل^۱ عراق، به عنوان محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر در نظر گرفته شده است (شکل ۱). مساحت این استان چیزی در حدود ۵۳۴۰ کیلومتر مربع می‌باشد. از نظر موقعیت و حدود نسبی، استان بابل در مرکز عراق واقع شده و از سمت شمال به استان بغداد، از سمت شرق به استان واسط، از سمت جنوب به دو استان نجف و قادسیه و از سمت غرب و شمال غرب به استان‌های کربلا و الأنبار محدود می‌شود. بر اساس آخرین آمارهای جمعیتی اعلام‌شده، استان بابل عراق جمعیتی برابر با ۲۰۶۵۰۴۲ نفر را در خود جای داده است و تراکم جمعیتی در این استان ۳۵۶ نفر در هر کیلومتر مربع محاسبه گردیده است (Elnaggar et al., 2016).

شکل ۲: مراحل انجام تحقیق



^۱. Babol

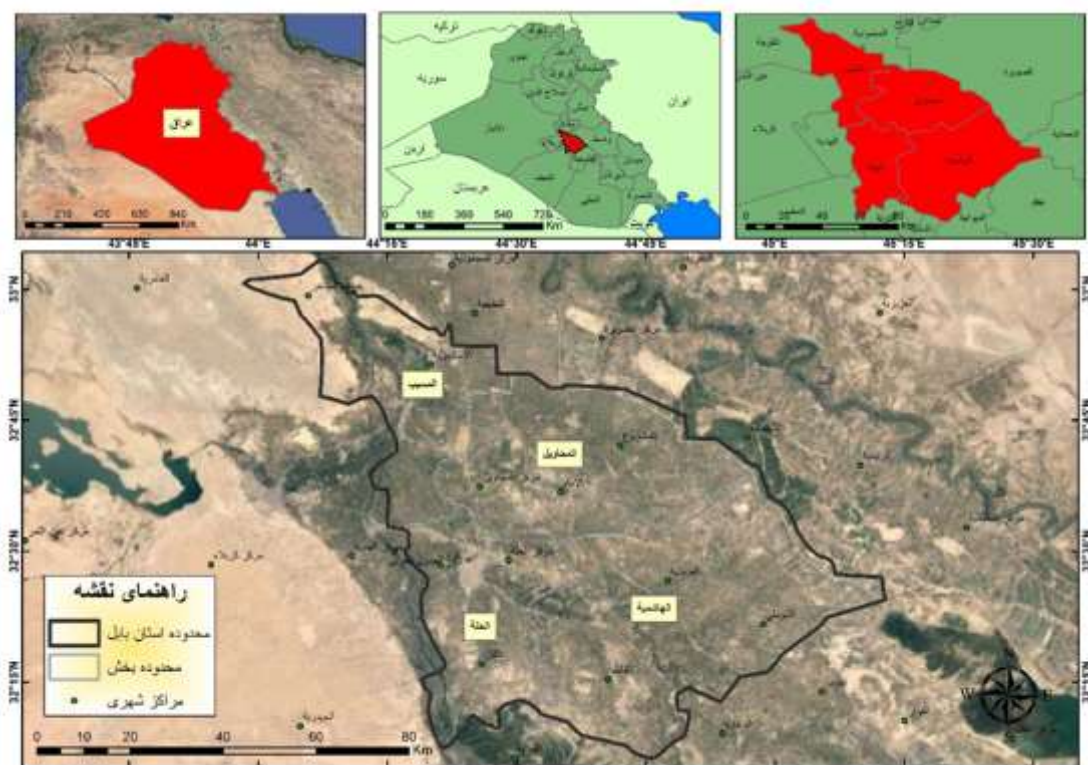
ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با تأکید بر تأثیرات کم‌آبی و با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: استان بابل در کشور عراق)

۷

ابوالفضل قنبری، بختیار فیضی، زاده، محمد رضا عاید علی،

استان بابل دارای آب و هوای خشک و بیابانی است که دمای هوا در آن در تابستان به راحتی از ۴۰ درجه سانتی گراد فراتر می‌رود. بارندگی در این استان بسیار محدود بوده و به دوره بین نوامبر و آوریل محدود می‌شود. میانگین حداقل دما از ۵ درجه سانتی گراد در ژانویه تا ۲۹ درجه سانتی گراد در جولای متغیر است. میانگین حداکثر دما نیز بین ۱۴ درجه در ژانویه تا ۴۴ درجه در جولای متغیر می‌باشد. میانگین دمای هوا در این استان ۳۲/۵ درجه سانتی گراد است. همچنین میانگین بارندگی سالانه در استان بابل حدود ۱۱۲ میلی‌متر می‌باشد (Othman et al, 2013). منابع آب‌های سطحی استان بابل در مرکز کشور عراق نیز از جنبه‌های مختلف

دارای اهمیت زیادی می‌باشند. رودخانه‌های مهمی همچون رودخانه حله^۱ در این استان برای مقاصد مختلفی از قبیل کشاورزی، آب شرب و گردشگری مورد استفاده قرار می‌گیرند و از طرفی تغییرات در سطح منابع آب



¹. Hillah

این منطقه می‌تواند تأثیرات منفی بر پوشش گیاهی و اکوسیستم جانوری بر جای گذاشته و اقلیم منطقه را نیز تحت‌الشعاع خود قرار دهد (Dawood et al., 2018).

شکل ۱: محدوده مطالعاتی تحقیق

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

مشخصات داده‌های مورد اسافاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: مشخصات داده‌های تحقیق

نوع داده‌ها	نوع سنجنده	تاریخ اخذ تصویر	ردیف و گذر ماهواره	قدرت تفکیک مکانی
تصاویر ماهواره لندست	سنجنده ETM+ لندست ۷	۱	۲۰۰۳/۰۱/۱۲	۳۰ متر
		۲	۱۶۸ - ۰۳۸	
	سنجنده OLI-TIRS لندست ۸	۱	۲۰۱۳/۰۳/۰۷	
		۲	۱۶۸ - ۰۳۸	
	سنجنده OLI-TIRS لندست ۹	۱	۲۰۲۳/۰۱/۱۹	
		۲	۱۶۸ - ۰۳۸	

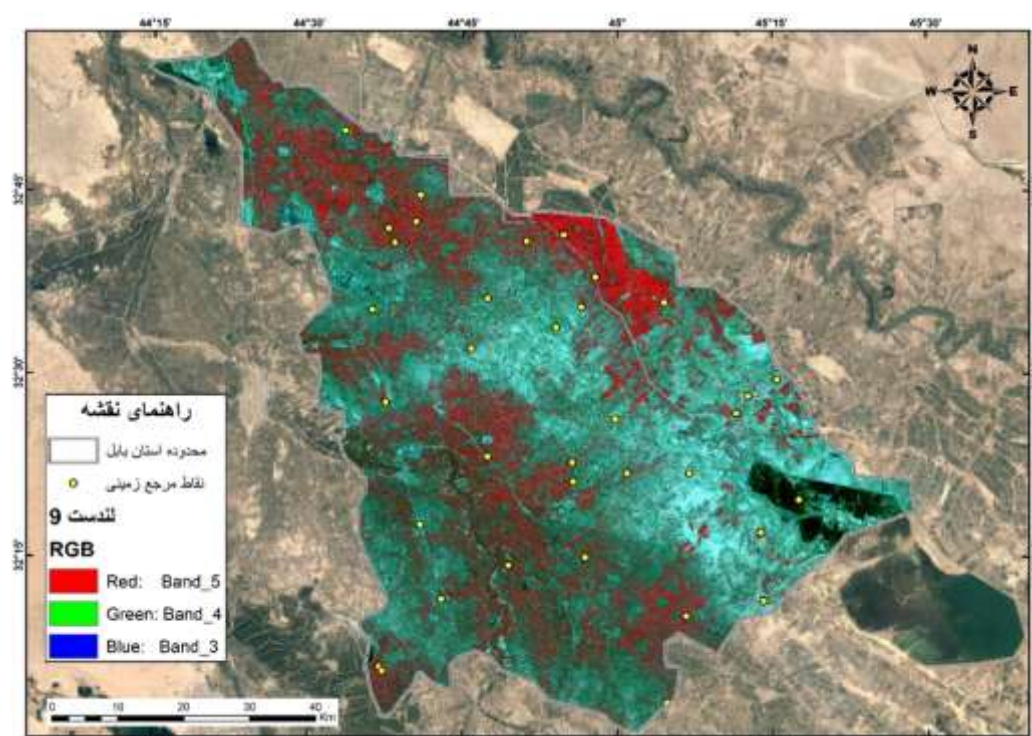
۲-۳- پیش‌پردازش

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای اغلب به سه روش اصلی به انجام می‌رسد: ۱- تصحیحات هندسی، ۲- تصحیحات رادیومتریکی و ۳- تصحیحات اتمسفری. از بین سه روش مذکور، تصحیحات رادیومتریکی مهم‌ترین مرحله پیش‌پردازش تصاویر محسوب می‌شوند و با توجه به اینکه تصاویر مورد استفاده در تحقیق حاضر به‌صورت ژئورفرنس شده بوده‌اند لذا ضرورتی به انجام تصحیحات هندسی بر روی آن‌ها وجود نداشته است و مستقیماً تصحیحات رادیومتریکی مورد توجه قرار گرفته است. به‌منظور انجام تصحیحات رادیومتریکی در تصاویر مورد استفاده در تحقیق حاضر، ابتدا مقادیر رادیانس محاسبه شده و سپس با کاربرد روش نسبی IAR^۱ بازتاب سطحی محاسبه شده و تصویر از نظر اتمسفری تصحیح گردیده است. به‌طور کلی فاز پیش‌پردازشی در تحقیق حاضر

^۱. Internal Average Relative Reflectance

بدین ترتیب بوده است که پس از گردآوری تصاویر اولیه، به آماده سازی آن ها پرداخته شده است و در این راستا ابتدا باندهای تصویری دارای قدرت تفکیک مکانی یکسان با یکدیگر ترکیب شده و وارد پردازش شده اند. سپس تصاویر با هم موزاییک شده و محدوده استان بابل به عنوان مرز مورد

مطالعه از تصاویر برش داده شده است. نهایتاً پس از برش تصاویر، تصحیحات رادیومتریکی بر روی آن ها اعمال شده و با استفاده از ترکیبات باندی مورد نظر، تصاویر مذکور وارد فاز طبقه بندی شده اند (شکل ۳).



شکل ۳: تصویر ماهواره ای محدوده استان بابل (ترکیب رنگی کاذب باندهای ۵، ۴ و ۳ ماهواره لندست ۹)

۳-۳- طبقه بندی نظارت شده

طبقه بندی نظارت شده دارای الگوریتم های مختلفی است که الگوریتم Maximum Likelihood متداول ترین و پرکاربردترین آن ها است و با توجه به اینکه در اغلب مطالعات قبلی نتیجه مطلوبی حاصل نموده و نیز دارای فرآیند پردازشی نسبتاً آسانی است، در مطالعه حاضر نیز از این الگوریتم بهره گرفته شده است. حداکثر احتمال

یک روش طبقه‌بندی نظارت‌شده برگرفته از قضیه بیز است و در آن هر کلاس در ناحیه‌ای در فضای چندطیفی^۲ محصور می‌شود که عملکرد تفکیک آن بزرگ‌تر از همه کلاس‌های دیگر است. به عبارتی طبقه‌بندی حداکثر احتمال چنین فرض می‌کند که آمارهای هر کلاس در هر باند به‌طور نرمال توزیع شده است و احتمال تعلق یک پیکسل معین به یک کلاس خاص را محاسبه می‌کند. بر این اساس با تعیین یک آستانه طیفی احتمالی، همه پیکسل‌ها در کلاس‌های مربوطه طبقه‌بندی می‌شوند (Ahmad, 2012).

۳-۴. ارزیابی صحت

صحت طبقه‌بندی معمولاً با مقایسه طبقه‌بندی با برخی از داده‌های مرجع که اعتقاد بر این است که پوشش واقعی زمین را به دقت منعکس می‌کنند، ارزیابی می‌شود. به عبارتی دیگر، ارزیابی صحت طبقه‌بندی نشان‌دهنده تفاوت واقعی بین طبقه‌بندی انجام شده و داده‌های مرجع است (Bogoliubova & Tymkow, 2014). فرآیند ارزیابی صحت، پیکسل‌های هر یک از نقاط مرجع و کلاسی را که طبقه‌بندی شده‌اند، بررسی می‌کند و نتایج طبقه‌بندی تصویر با داده‌های زمینی در قالب یک ماتریس سردرگمی^۳ مقایسه می‌شود. ماتریس سردرگمی ماهیت و کمیت خطاهای طبقه‌بندی را شناسایی و ارائه می‌کند. این ماتریس شاخص‌های مختلفی همچون دقت کاربر^۴، دقت تولیدکننده^۵ و دقت کلی^۶ را نیز نشان می‌دهد. علاوه بر این، ضریب کاپا^۷ نیز یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است که در قالب ماتریس سردرگمی محاسبه می‌شود (Asikunnaby & Nabila, 2019). شاخص ضریب کاپا مقداری بین ۰ تا ۱ را ارائه می‌دهد که مقادیر نزدیک به یک به معنای حداکثر صحت طبقه‌بندی و مقادیر نزدیک به صفر به معنای حداقل صحت حاصله برای طبقه‌بندی‌های صورت گرفته است و مقدار قابل قبول برای آن حداقل ۰/۸۵ می‌باشد (Rwanga & Ndambuki, 2019).

1. Bayes' theorem

2. Multispectral

3. Confusion Matrix

4. User accuracy (UA)

5. Producer's accuracy (PA)

6. Overall accuracy (OA)

7. Kappa coefficient (KC)

شکل ۴: نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی استان بابل (الف: سال ۲۰۰۳، ب: سال ۲۰۱۳ و ج: سال ۲۰۲۳)

بر اساس نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی، در سال ۲۰۰۳ حدود ۱۷۴/۱۴ کیلومتر مربع از مجموع مساحت اراضی استان بابل مربوط به آب‌های سطحی اعم از رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و کانال‌های آبیاری بوده است و از این نظر ۳/۲۶ درصد از اراضی در این سال را آب‌های سطحی در بر گرفته‌اند که نشان‌دهنده سالی همراه با کم‌آبی در منطقه بوده است. همچنین مناطق شهری و روستایی مساحتی در حدود ۶۹۸/۶ کیلومتر مربع که مساوی با ۱۳/۰۸ درصد از کل گستره استان است را در بر گرفته‌اند. علاوه بر این، پوشش گیاهی منطقه از قبیل مراتع و علفزارها و قسمتی از اراضی رها شده که به مرور شاهد رشد گیاهان علفی و بوته‌ای بوده‌اند، ۰/۹۷ درصد از مساحت منطقه و به عبارتی ۵۲/۲۵ کیلومتر مربع را اشغال نموده است. سطوح خاکی و لخت موجود در سطح استان نیز دارای وسعت قابل توجهی در این سال بوده‌اند به نحوی که ۸۱۵/۳ کیلومتر مربع که ۱۵/۲ درصد از کل گستره استان است را فرا گرفته‌اند. این اراضی اغلب دربرگیرنده بیابان، شوره‌زارهای ساحلی، اراضی بایر شهری و زمین‌های خاکی و سنگزارهای بلااستفاده در سطح منطقه بوده است که مشخصاً دارای خصوصیات طیفی متفاوتی با سایر اراضی مورد مطالعه بوده‌اند. نهایتاً اراضی زراعی منطقه در مجموع ۶۷/۳۲ درصد از کل اراضی را به خود اختصاص داده‌اند که از این مقدار ۶۲/۹ درصد مربوط به زمین‌های زراعی دیم و ۴/۳۳ درصد نیز مربوط به زراعت باغی (نخلستان‌ها، باغات میوه و بوستان‌ها) بوده است. بر این اساس، اراضی زراعی باغی و دیمی به ترتیب وسعتی در حدود ۲۳۱/۳۶ و ۳۳۶۳/۷۸ کیلومتر مربع در این سال را فرا گرفته‌اند. در سال ۲۰۱۳ تغییرات گسترده‌ای در ساختار کاربری زمین در مقایسه با سال ۲۰۰۳ رخ داده است که در یک نگاه کلی، بیشترین تغییر و تحولات مربوط به گسترش وسعت اراضی شهری و کاهش اراضی زراعی و به‌ویژه زمین‌های زراعی دیم در منطقه بوده است. به طور کلی، در این سال به استثنای اراضی زراعی و پوشش گیاهی، سایر طبقات کاربری زمین روند افزایش وسعت را نشان داده‌اند. بر این اساس، آب‌های سطحی ۷۲۹/۴۴ کیلومتر مربع، اراضی شهری ۱۹۲۲/۱ کیلومتر مربع، پوشش گیاهی ۴۲۵/۹۷ کیلومتر مربع و خاک و اراضی لخت ۱۰۱۵/۳۸ کیلومتر مربع از کل مساحت منطقه را در بر گرفته‌اند. همچنین، اراضی زراعی در مجموع ۱۲۴۲/۲۱ کیلومتر مربع یعنی چیزی در حدود ۲۳/۳۶ درصد از مجموع مساحت استان بابل را به خود اختصاص داده‌اند که اغلب آن به اراضی دیم با ۱۰۴۱/۷۸ کیلومتر مربع (۱۹/۵٪) و بخشی نیز به اراضی باغی با ۲۰۰/۴۲ کیلومتر مربع (۳/۸۵٪) مربوط بوده است. در مقابل، در سال ۲۰۲۳، آب‌های سطحی با مساحتی بالغ بر ۸۲۵/۶ کیلومتر مربع حدود ۱۵/۴۶ درصد از اراضی منطقه در این سال را به خود اختصاص داده‌اند. اراضی شهری نیز در این سال ۲۳/۴۵ درصد از منطقه را فرا گرفته و مساحت آن‌ها ۱۲۵۱/۹۴ کیلومتر مربع محاسبه گردیده است. پوشش

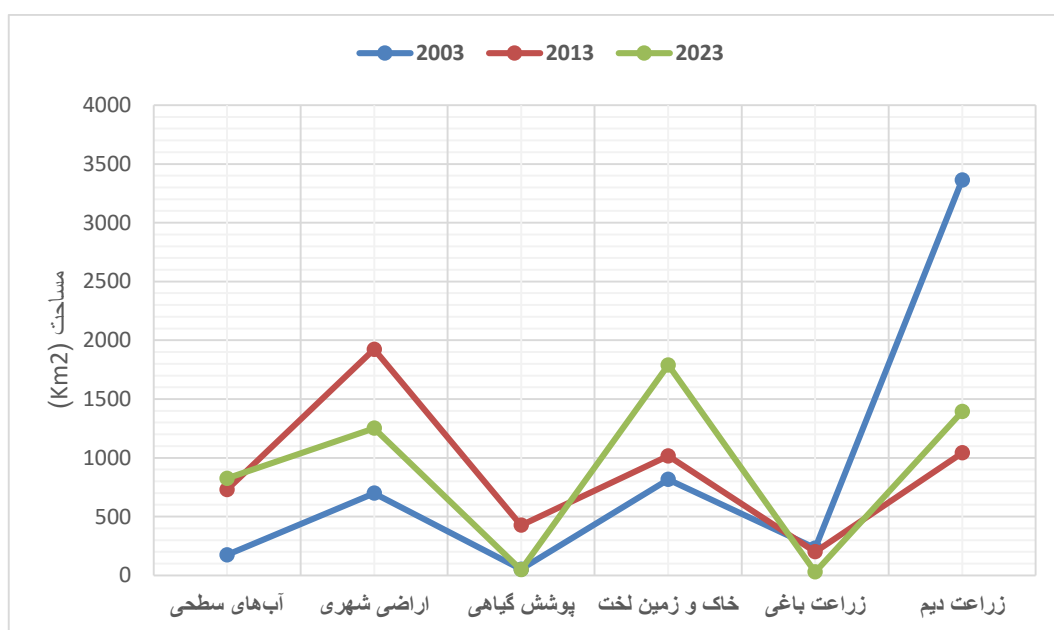
گیاهی منطقه در این سال دارای گستره ناچیزی بوده و مساحت آن ۴۷/۶۸ کیلومتر مربع و ۰/۸۹ درصد از کل وسعت منطقه بوده است. زمین‌های خاکی و لخت در این سال بسیار چشمگیر بوده‌اند به نحوی که مساحت این دسته از اراضی در این سال ۱۷۸۹/۵ کیلومتر مربع یعنی ۳۳/۵ درصد از کل وسعت منطقه محاسبه شده است. اراضی زراعی باغی و دیمی نیز در این سال به ترتیب مساحتی برابر با ۲۸/۰۵ و ۱۳۹۲/۶ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲: مساحت کاربری اراضی استان بابل

سال ۲۰۲۳		سال ۲۰۱۳		سال ۲۰۰۳		طبقات کاربری زمین
مساحت (کیلومتر مربع)	سهم (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	سهم (درصد)	
۸۲۵/۶۱۶	۱۵/۴۶	۷۲۹/۴۴	۱۳/۶۶	۱۷۴/۱۴۳	۳/۲۶	آب‌های سطحی
۱۲۵۱/۹۴۳	۲۳/۴۵	۱۹۲۲/۱۱۱	۳۵/۹۹	۶۹۸/۶	۱۳/۰۸	اراضی شهری
۴۷/۶۸۵	۰/۸۹۳	۴۲۵/۹۷۶	۷/۹۷	۵۲/۲۵۴	۰/۹۷۸	پوشش گیاهی
۱۷۸۹/۵۰۱	۳۳/۵۱	۱۰۱۵/۳۸۹	۱۹/۰۱۵	۸۱۵/۳	۱۵/۲۷	خاک و زمین لخت
۲۸/۰۵۹	۰/۵۳	۲۰۰/۴۲۸	۳/۸۵۶	۲۳۱/۳۶۶	۴/۳۳	زراعت باغی
۱۳۹۲/۶۱	۲۶/۰۸	۱۰۴۱/۷۸۵	۱۹/۵۰۹	۳۳۶۳/۷۸۸	۶۲/۹۹	زراعت دیم
۵۳۳۹/۸۱۵	۱۰۰	۵۳۳۹/۸۱۵	۱۰۰	۵۳۳۹/۸۱۵	۱۰۰	مجموع

بر اساس نتایج طبقه‌بندی کاربری زمین چنین مشخص شده است که تغییر و تحولات در سطح استان بابل در طی این دو دوره نسبتاً وسیع بوده است. بر همین اساس و از نظر درصد تغییرات ایجاد شده در طبقات کاربری زمین، در طی دوره اول ده ساله (۲۰۰۳-۲۰۱۳) گستره آب‌های سطحی منطقه از ۱۷۴/۱۴ کیلومتر مربع به ۷۲۹/۴۴ کیلومتر مربع افزایش یافته است که به معنای از اضافه شدن حدود ۵۵۵/۳ کیلومتر مربع یا به عبارتی تغییرات مثبت ۷۶/۱۳ درصدی این گروه از اراضی در منطقه می‌باشد. از طرفی دیگر، وسعت آب‌های سطحی در دوره دوم نیز افزایش یافته است و از ۷۲۹/۴۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳ به ۸۲۵/۶۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۳ رسیده که حاکی از رشد ۹۶/۱۷ کیلومتر مربعی آن بوده است. بر اساس نتایج ارزیابی تغییرات، تنها کاربری‌های زراعت باغی منطقه دارای روند ثابت و پیوسته کاهشی بوده‌اند و سایر کاربری‌ها دارای روند متناوب افزایشی یا کاهشی بوده‌اند. به عبارتی دیگر، در طی دوره ده ساله اول با روند کاهشی یا افزایشی

همراه شده‌اند که این روند در دوره ده ساله دوم به صورت روند افزایشی یا کاهشی خود را نشان داده است (شکل ۵).



شکل ۵: روند تغییرات کاربری اراضی استان بابل در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۲۳

از طرفی دیگر، یافته‌ها حاکی از این بوده است که بیش از ۹۹/۸۱ درصد از پوشش گیاهی، ۹۲/۴۸ درصد از اراضی زراعی باغی و ۸۹/۶۷ درصد از آب‌های سطحی منطقه در طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۳ به سایر طبقات کاربری اراضی منتقل شده‌اند. بر این اساس، بیشترین تبدیل پوشش گیاهی به اراضی دیم با ۸۵/۱۲ درصد، بیشترین تبدیل زراعت باغی به زراعت دیم با ۷۶/۲۹ درصد و بیشترین تبدیل آب‌های سطحی به خاک و زمین لخت با ۹۰/۸۳ درصد اتفاق افتاده است و بنابراین می‌توان گفت که در این سال پوشش طبیعی منطقه (اعم از آب و گیاه) دستخوش تغییرات بسیار زیادی شده و فعالیت‌های زراعی دیمی در این دوره کاهش گسترده‌ای را نشان داده است. بعلاوه، نرخ تبدیل اراضی شهری، خاک و زمین لخت و اراضی دیم به ترتیب برابر با ۷۸/۴۷ درصد، ۶۸/۰۱ درصد و ۲۳/۷ درصد محاسبه شده است که از نظر تغییرات کاربری، حداکثر تبدیل اراضی شهری به اراضی دیم با ۵۸/۱۷ درصد، حداکثر تبدیل خاک و زمین لخت به اراضی دیم با ۴۰/۴ درصد و حداکثر تبدیل اراضی دیم به اراضی باغی با ۹/۶۱ درصد اتفاق افتاده است. به عبارتی در این دوره توسعه اراضی زراعی شهری در نواحی مختلف منطقه تأثیر اصلی را بر تغییر کاربری زمین در استان بابل بر جای گذاشته است به نحوی که

علاوه بر ثابت ماندن حدود ۷۶/۲۹ درصد از این اراضی در طی ده سال، تبدیل سایر طبقات کاربری به آن نیز با ارقام مذکور اتفاق افتاده است. این در حالی است که تنها ۱۰/۳۲ درصد از آب‌های سطحی، ۱۵/۶۶ درصد از اراضی شهری، ۰/۱۸ درصد از پوشش گیاهی، ۳۱/۹۸ درصد از خاک و اراضی لخت و ۷/۵۱ درصد از اراضی زراعی باغی بدون تغییر بوده‌اند. در مقابل، در سال ۲۰۲۳ خاک و زمین لخت متحمل بیشترین تغییر و تحولات شده است به گونه‌ای که حدود ۹۳/۱۵ درصد از اراضی این کاربری در سال ۲۰۲۳ به سایر انواع کاربری‌ها تبدیل گشته‌اند که بیشترین میزان این تغییرات به تبدیل خاک و زمین لخت به اراضی شهری با ۹۱/۸۳ درصد مربوط بوده است و تنها ۶/۸۴ درصد از این کاربری بدون تغییر باقی مانده است. اراضی زراعی دیم که در دوره ده ساله قبلی بیشترین شدت تغییرات کاربری را سبب شده بودند در این سال نیز تغییرات نسبتاً زیادی را شاهد بوده‌اند اما تفاوت این دوره با دوره قبلی در این است که اراضی زراعی دیم سطح زیادی را از دست داده و به سایر اراضی تبدیل شده‌اند که این میزان ۸۹/۹۴ درصد محاسبه شده است. از این میزان، ۳۲/۵۶ درصد به اراضی زراعی باغی تبدیل شده است که بیشترین تغییرات این اراضی به شمار می‌رود. بر این اساس، تنها ۱۰/۰۵ درصد از اراضی زراعی دیم در این سال همچنان بدون تغییر پابرجا مانده است. پوشش گیاهی منطقه همچون دوره قبلی متحمل تغییرات زیادی شده و گستره زیادی را نیز از دست داده است به طوری که ۸۸/۸ درصد از وسعت آن به دیگر کاربری‌ها تغییر یافته و ۱۱/۲ درصد از پوشش قبلی پابرجا مانده است. در این سال پوشش گیاهی به میزان ۳۶/۱۸ درصد به خاک و زمین لخت تبدیل شده که بیشترین تغییر این کاربری به شمار می‌رود و از این نظر باید گفت که شاهد بیابان‌زایی در سطح منطقه بوده‌ایم. آب‌های سطحی منطقه نیز در حدود ۸۴/۶۹ درصد با تغییر همراه بوده و ۵۹/۱۹ درصد از آن‌ها به خاک و زمین لخت تبدیل شده است در صورتی که تنها ۱۵/۳۱ درصد از آن‌ها بدون تغییر مانده است. نهایتاً اراضی شهری و اراضی زراعی باغی به ترتیب تغییراتی به میزان ۶۷/۵۲ درصد و ۴۴/۳۵ درصد را نشان داده‌اند (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳: ماتریس تغییرات کاربری اراضی استان بابل در بازه ۲۰۱۳-۲۰۰۳ (درصد)

طبقات کاربری اراضی	آب‌های سطحی	اراضی شهری	پوشش گیاهی	خاک و زمین لخت	زراعت باغی	زراعت دیم
آب‌های سطحی	۱۰/۳۲۹	۱/۹۴۹	۰/۶۹۲	۱۰/۲۴۳	۰/۲۴۵	۰/۳
اراضی شهری	۰/۷۰۷	۲۱/۵۲۳	۱۵/۶۶۳	۱۱/۱۵۱	۳/۷۷۹	۷/۶۱۲
پوشش گیاهی	۰/۰۷۸	۰/۶۰۴	۰/۱۸۳	۲/۶۱۲	۲/۶۱۲	۰/۴۸۹
خاک و زمین لخت	۹۰/۸۳۵	۱۵/۴۲۳	۲۷/۴۷۸	۳۱/۹۸۴	۰/۷۲۳	۵/۶۸۷
زراعت باغی	۰/۴۰۷	۲/۳۲۳	۳/۸۵۱	۳/۶۰۶	۷/۵۱۴	۹/۶۱۷
زراعت دیم	۷/۶۴۴	۵۸/۱۷۷	۵۲/۱۳۴	۴۰/۴۰۵	۸۵/۱۲۷	۷۶/۲۹۷

ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با تأکید بر تأثیرات کم‌آبی و با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: استان بابل در کشور عراق)

۱۷

ابوالفضل قنبری، بختیار فیضی، زاده، محمد رضا عاید علی،

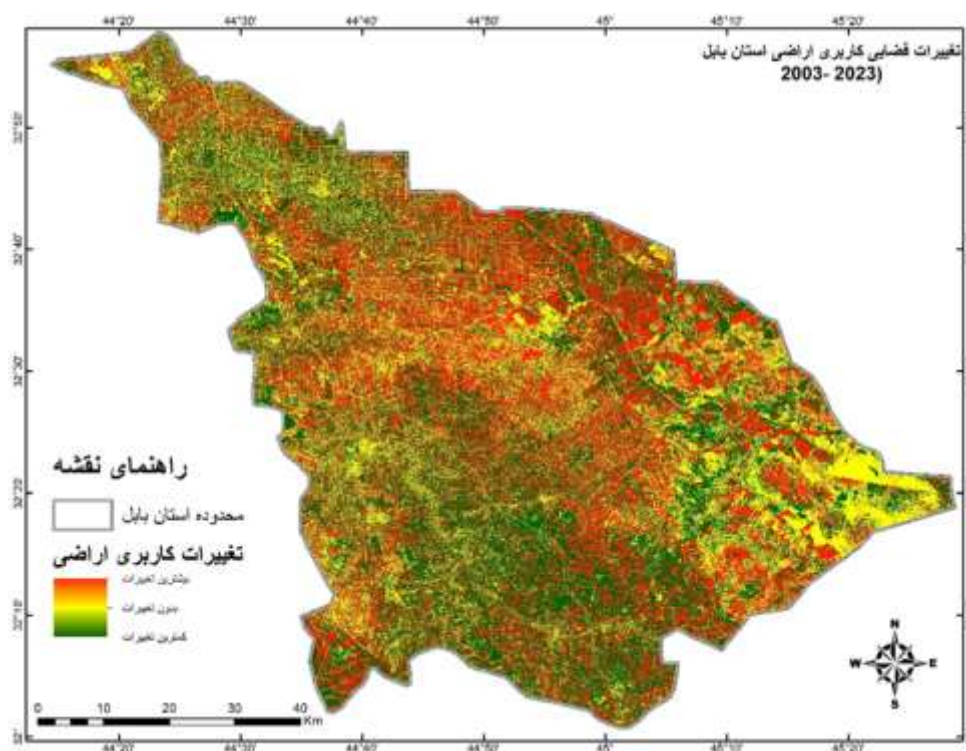
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تغییرات طبقه	۸۹/۶۷۱	۷۸/۴۷۷	۹۹/۸۱۷	۶۸/۰۱۶	۹۲/۴۸۶	۲۳/۷۰۳

جدول ۴: ماتریس تغییرات کاربری اراضی استان بابل در بازه ۲۰۲۳-۲۰۱۳ (درصد)

طبقات کاربری اراضی	آب‌های سطحی	اراضی شهری	پوشش گیاهی	خاک و زمین لخت	زراعت باغی	زراعت دیم
آب‌های سطحی	۱۵/۳۱	۱۱/۹۲۶	۲۶/۲۸۲	۰/۵۳۴	۱۲/۵۵۶	۱۹/۵۳۶
اراضی شهری	۴/۳۷۹	۳۲/۴۷۲	۴/۳۱۸	۹۱/۸۳۷	۱۷/۱۶	۲۳/۴۵۷
پوشش گیاهی	۶/۸۱۹	۰/۴۳۹	۱۱/۲	۰/۰۲۸	۰/۰۵۱	۰/۷۸۷
خاک و زمین لخت	۵۹/۱۹۵	۴۲/۵۰۸	۳۶/۱۸۳	۶/۸۴۵	۱۴/۵۸۹	۲۳/۵۹۶
زراعت باغی	۱/۹۲۹	۱۲/۵۶۱	۲۰/۶۳۱	۰/۷۱۲	۵۵/۶۴۳	۳۲/۵۶۶
زراعت دیم	۱۲/۳۶۸	۰/۰۹۳	۱/۳۸۶	۰/۰۴۵	۰/۰۰۱	۱۰/۰۵۸
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تغییرات طبقه	۸۴/۶۹	۶۷/۵۲۸	۸۸/۸	۹۳/۱۵۵	۴۴/۳۵۷	۸۹/۹۴۲

به طور کلی روند تغییرات فضایی منطقه بدین صورت بوده است که تفاوت نسبتاً زیادی به لحاظ تغییرات کاربری اراضی در طی این دو دوره ده ساله مشاهده می‌شود. بر همین اساس، اغلب مناطقی که در بازه ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ بدون تغییرات یا دارای کمترین تغییرات بوده‌اند، در بازه ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ متحمل تغییرات نسبتاً زیاد تا بسیار زیادی شده‌اند. از طرفی دیگر، برخی از مناطق همچون قسمت‌های واقع در جنوب شرقی استان در دوره ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ همچون دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ متحمل تغییر و تحولات چندان زیادی نشده‌اند. بر اساس آنچه که در شکل ۶ مشخص گردیده است، تغییرات اصلی کاربری اراضی عمدتاً ناشی از توسعه اراضی شهری و اراضی بایر و لخت بوده است، درحالی که تغییر و تحولات مربوط به سایر کاربری‌ها اعم از آب‌های سطحی، پوشش گیاهی و اراضی لخت کم‌تر موجب تغییر و تحولات چشمگیر گردیده است. بنابراین تغییرات کاربری اراضی در سطح استان بابل صرفاً ناشی از دخالت یک عامل خاص نبوده و روندهای زمانی و مکانی در آن دخیل بوده است. از این نظر، در بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳، پهنه‌های آبی اعم از دریاچه، تالاب و مرداب در نواحی جنوب شرقی، شمال غربی و بعضاً جنوب غربی بیشترین میزان تغییرات را در بر گرفته‌اند که این امر ناشی از

تغییرات تراز آب رودخانه فرات و شاخه اصلی آن در منطقه یعنی رودخانه حله بوده است. در مقابل، نواحی شمالی تا مرکزی استان، آب به طرق مختلف و به منظور کشاورزی و آبیاری مورد استفاده قرار گرفته و تغییرات در آن کمتر از سایر نواحی استان بابل ثبت شده است. از طرفی در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ نیز روند تغییرات آب‌های منطقه در مقایسه با دوره قبلی و در مناطقی که کمتر شاهد تغییرات بوده‌ایم، اراضی با تغییرات همراه شده‌اند که از این نظر تغییرات ناچیز بوده است و بیشتر تغییرات مربوط به اراضی زراعی و گسترش آن‌ها در نواحی مختلف استان بوده است. به طور کلی و بر اساس ارزیابی‌ها، آب‌های منطقه در نواحی جنوبی و شرقی استان دچار بیشترین تغییر و تحولات شده‌اند درحالی که نواحی شمالی تغییرات نسبتاً کمتری در این زمینه نشان می‌دهند.



شکل ۶: تغییرات فضایی کاربری اراضی استان بابل در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۲۳

نهایتاً ارزیابی صحت و برآورد خطای طبقه‌بندی نظارت‌شده در هر یک از سال‌های مورد مطالعه با استفاده از ماتریس خطای طبقه‌بندی به انجام رسیده است (جدول ۵). بر اساس نتایج، دقت کلی طبقه‌بندی در سه سال ۲۰۰۳، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۳ به ترتیب برابر با ۸۸/۲۳، ۹۰/۸۹ و ۹۱/۰۶ محاسبه شده است. همچنین ضریب

کاپا برای سه سال مذکور به ترتیب برابر با ۰/۸۷، ۰/۸۷۲۰ و ۰/۸۹۳۸ به دست آمده است که نتیجه هر دو شاخص حاکی از حصول دقت بالایی طبقه‌بندی و اعتبار نتایج آن داشته است.

جدول ۵: نتایج ماتریس ارزیابی دقت طبقه‌بندی نظارت‌شده

دقت کاربری (UA)			دقت تولیدکننده (PA)			طبقات کاربری اراضی
۲۰۲۳	۲۰۱۳	۲۰۰۳	۲۰۲۳	۲۰۱۳	۲۰۰۳	
۸۳/۳۳	۸۹/۷	۹۲/۱۴	۸۴	۹۰	۸۷/۴۶	آب‌های سطحی
۸۴/۴۴	۸۵	۸۴/۶۲	۸۷/۵۷	۸۸/۵	۸۶/۳۶	اراضی شهری
۸۱/۷۵	۸۳	۸۲/۰۰	۸۰/۰۰	۹۳/۹۱	۱۰۰	پوشش گیاهی
۹۲/۴۲	۹۰/۱۳	۹۴/۳۲	۹۵/۱۵	۹۵/۹	۹۷/۹۹	خاک و زمین لخت
۸۹	۸۶/۷۸	۸۴/۳۴	۸۶	۸۳	۹۰/۰۹	اراضی زراعی باغی
۸۸/۱۲	۸۹	۸۳/۴۵	۷۶/۶۵	۸۳/۴۴	۸۷/۷۶	اراضی زراعی دیم
ضریب کلی طبقه‌بندی (OA)			۸۸/۲۳	۹۰/۸۹	۹۱/۰۶	
ضریب کاپا (KC)			۰/۸۷	۰/۸۷۲۰	۰/۸۹۳۸	

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله و در نظر گرفتن نتایج مطالعات و طرح‌های ملی مختلف کشور عراق باید گفت که با توجه به موقعیت منطقه بابل در عراق و نیز عدم توسعه صنایع، کشاورزی نقش اصلی را در منطقه ایفا می‌نماید. در طرح‌ها و برنامه‌های دولتی عراق در حالتی خوش‌بینانه چنین تصور شده است که اگر افزایش سهم کشاورزی در تولید ناخالص داخلی کشور از ۴/۵ درصد، به عنوان هدف تعیین‌شده در سال ۲۰۱۵، با جهشی ۸/۴ درصدی به ۵/۲ درصد در سال ۲۰۲۲ برسد، ممکن است به کاهش وابستگی به سود حاصل از منابع انرژی مضر برای محیط زیست، به عنوان مکانیزمی برای تثبیت جمعیت در حال تغییر، حفظ جوامع در مناطق اصلی خود از طریق مقابله با بیابان‌زایی و فرسایش زمین و همچنین کاهش گرمایش منجر شود. با این حال، این انتظار در طی هفت سال گذشته به خوبی محقق نشده است و کاهش سرمایه‌گذاری دولت در بخش کشاورزی به رها شدن این بخش در سیستم اقتصادی منجر شده و اثرات چندان محسوسی بر پیش‌گیری از پیامدهای

زیست محیطی نداشته است. همین امر سبب تغییرات ناگهانی اراضی کشاورزی و به دنبال آن اثرات شدید زیست محیطی در مناطق مختلف شده است.

از طرفی دیگر، بخش کشاورزی علاوه بر اینکه بیشترین آسیب را دیده، بزرگترین مصرف کننده آب و هم دومین منبع اصلی هدررفت آب در سطح ملی پس از تبخیر طبیعی در عراق بوده است. به گونه ای که آمارهای موجود حاکی از این است که کشاورزی ۶۳ درصد از مصرف آب عراق را در سال های پرآب به خود اختصاص داده است. برای مثال، در سال های خشکسالی هیدرولوژیکی مانند سال ۲۰۲۰، ۳۲ میلیارد مترمکعب آب برای کشاورزی در عراق مصرف شده که ۷/۱ میلیارد متر مکعب آن هدر رفته و ۱۰ میلیارد مترمکعب دیگر به زه کشی شور غیرقابل استفاده تبدیل شده است. این نشان دهنده سطحی از هدررفت آب است که با بهره وری بالا نیز جبران نمی شود. همچنین، به دلیل چالش های زیست محیطی و درگیری های مسلحانه، تولید محصولات کشاورزی از سال ۲۰۱۴ حدود ۴۰ درصد کاهش یافته است و دو سوم کشاورزان عراقی دسترسی به منابع آبیاری را از دست داده اند. علاوه بر این، منابع آب عراق از زمان انحصار منابع هیدرولوژیکی توسط کشورهای همسایه به سرعت کاهش یافته است. این امر منجر به کم آبی بحرانی در مناطق مختلفی از مرکز و جنوب عراق شده که ممکن است تا سال ۲۰۲۵ حدود ۸۰ درصد از ورودی آب های جاری به عراق را به خطر انداخته و شدت کل اثرات زیست محیطی را در منطقه تشدید نماید. نتایج تحقیق نشان داده است که استفاده از دانش GIS و فناوری RS برای شناسایی و پایش تغییرات کاربری اراضی در استان بابل و اتخاذ تصمیمات مناسب در آینده بسیار مؤثر و مطلوب می باشد و دقت حاصله برای نتایج پردازش های صورت گرفته نیز مؤید این نکته می باشد. بر همین اساس، نتایج تحیق حاضر این قابلیت را دارد که در ارائه ایده های مختلف پایش و ارزیابی کاربری اراضی در نواحی مختلف استان مورد استفاده واقع شده و در پژوهش های آتی مد نظر محققان قرار گیرد. علاوه بر این، تحقیقات آتی باید به عوامل محرک تغییرات کاربری اراضی و مطالعه اثر تغییر فاکتورهای محیطی از جمله آب یا پوشش گیاهی در این زمینه توجه بیشتری داشته باشند.

از نظر گستره تغییرات کاربری اراضی نتایج تحقیق حاضر با توجه به این که شدت و گستره تغییرات کاربری اراضی در دوره ده ساله دوم در مقایسه با دوره ده ساله اول بیشتر شده است این امر با نتایج مطالعه عثمان و همکاران (۲۰۱۳)، همسو بوده است. در خصوص بیابان زایی نیز نتایج تحقیق حاضر با یافته های تحقیق احمد حسن و همکاران (۲۰۱۲)، مبنی بر این که روند بیابان زایی در استان بابل رو به افزایش بوده است، هم راستا بوده و نتایج آن را تأیید نموده است. اما در مقابل، نتایج تحقیق الکواز و الزبیدی (۲۰۲۰)، چنین مشخص نموده است که سهم آب و پوشش گیاهی در محدوده استان بابل و علی الخصوص حوضه آبی رودخانه حله تا سال ۲۰۱۹ روند افزایشی داشته است که از این نظر با نتایج تحقیق حاضر در تضاد می باشد و نتایج این تحقیق را

رد کرده است. در مورد این که علت و منشا تغییرات کاربری اراضی فقط کمبود آب نیست باید اشاره کرد که عواملی از قبیل توسعه اراضی زراعی، رشد ساخت و سازهای شهری و روستایی و عوامل اقلیمی به عنوان فاکتورهای اصلی تغییر کاربری اراضی در سطح استان بابل مطرح بوده اند و نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق داود و همکاران (۲۰۱۸)، هم راستا بوده و نتایج آن را تأیید نموده است.

۵-منابع

- اصغری سراسکانرود، صیاد، حسن‌زاده، رسول، میری آتشگاه، زهرا. (۱۳۹۸). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی آبریز علی آباد چای هوراند و ارزیابی تأثیرات آن بر روند مصرف آب در باغات میوه در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۲-۲۰۱۷. *هیدروژئومورفولوژی*، شماره ۱۹، سال ۵، صص ۵۶-۳۷.
- امینی پارسا، وحید، عزیزی، علی، ملک محمدی، بهرام، خیاط رستمی، بابک. (۱۳۹۹). بررسی همبستگی فضایی-زمانی میان روند تغییرات کاربری زمین و نوسانات کمی آب زیرزمینی در دشت اردبیل. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره ۲۲، شماره ۷، صص ۳۱۷-۳۰۴.
- باقری، محمدحسین، باقری، علی، سهولی، غلام عباس. (۱۳۹۵). تحلیل تغییرات پهنه آبی دریاچه بختگان تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی. *تحقیقات منابع آب/یران*، سال دوازدهم، شماره ۳، صص ۱۱-۱.
- ملکی، سعیده، سفیانیان، علیرضا، سلطانی کوپانی، سعید، پورمنافی، سعید، شیخ‌الاسلام، فرید. (۱۳۹۷). تحلیل الگوی تغییرات پهنه آبی تالاب هامون در دوره آبگیری سالیانه و تغییرات کاربری و پوشش اراضی منطقه. *تحقیقات منابع آب/یران*، سال چهاردهم، شماره ۱، صص ۲۲۵-۲۱۶.
- وحیدی، محمدجواد، جعفرزاده، علی‌اسغر، فاخری‌فرد، احمد، صادقی، سیدحمیدرضا، رضایی‌مقدم، محمدحسین، ولیزاده کامران، خلیل. (۱۳۹۴). بررسی تغییرات پوشش و کاربری اراضی حوضه آبریز لیقوان در استان آذربایجان شرقی. *فضای جغرافیایی*، سال پانزدهم، شماره ۴۹، صص ۷۵-۱۰۰.

Abbas, Z., & Jaber, H. S. (2020, March). Accuracy assessment of supervised classification methods for extraction land use maps using remote sensing and GIS techniques. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 745, No. 1, p. 012166). Iop Publishing.

Ahmad, A., & Quegan, S. (2012). Analysis of maximum likelihood classification on multispectral data. *Applied Mathematical Sciences*, 6(129), 6425-6436.

Al-Doski, J., Mansori, S. B., & Shafri, H. Z. M. (2013). Image classification in remote sensing. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Putra, Malaysia*, 3(10).

Alkaradaghi, K., Ali, S. S., Al-Ansari, N., & Laue, J. (2018). Evaluation of land use & land cover change using multi-temporal Landsat imagery: a case study Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Journal of Geographic Information System*, 10(3), 247-260.

Alkawaz, F.A., & Al-Zubaidi, H.A. (2020). Satellite-Based environmental modeling of landuse/landcover (LULC) area changes in the Hilla river region Iraq. *Journal of Green Engineering*, 10, 5822-5836.

Asikunnaby, A., & Nabila, I. A. (2019). Accuracy assessment of satellite image classification for land cover and land use using multispec as a tool. *IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)*, Volume 24, Issue 3, Ser. 3 (March. 2019) 77-84.

Bogoliubova, A., & Tymków, P. (2014). Accuracy assessment of automatic image processing for land cover classification of St. Petersburg protected area. *Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum*, 13(1-2).

Dawood, A., Kalaf, Y., Abdulateef, N., & Falih, M. (2018). Investigation of surface area of lakes and marshes from satellite images by using remote sensing and geographic information system integration in Iraq. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 162, p. 03016). EDP Sciences.

Deoli, V., Kumar, D., & Kuriqi, A. (2022). Detection of water spread area changes in eutrophic lake using landsat data. *Sensors*, 22(18), 6827.

ElNaggar, A., Elmwafi, M., & Ismael, M. (2016). Road network and its evaluation for sustainable development in Al-Hilla City, Iraq. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7(10), 2229-5518.

Hassan, A. A., abul Kareem, A., & Laftah, A. A. (2012). Integration Study of Vegetation Cover in Babil Governorate by Using Remote Sensing Data and GIS. *Journal of University of Babylon*, 22(1).

Jumaah, H. J., Ameen, M. H., & Kalantar, B. (2023). Surface Water Changes and Water Depletion of Lake Hamrin, Eastern Iraq, Using Sentinel-2 Images and Geographic Information Systems. *Advances in Environmental and Engineering Research*, 4(1), 1-11.

Mallupattu, P. K., & Sreenivasula Reddy, J. R. (2013). Analysis of land use/land cover changes using remote sensing data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. *The Scientific World Journal*, 2013.

Manjula, K. R., Singaraju, J., Anand, P., & Varma, K. (2013). Data preprocessing in multi-temporal remote sensing data for deforestation analysis. *Global Journal of Computer Science and Technology Software & Data Engineering*, 13(6), 19-25.

Mathewos, M., Lencha, S. M., & Tsegaye, M. (2022). Land use and land cover change assessment and future predictions in the Matenchose Watershed, Rift Valley Basin, using CA-Markov simulation. *Land*, 11(10), 1632.

Othman, A.A., Al-Saady, Y. I., Al-Khfaji, A., & Gloaguen, R. (2014). Environmental change detection in the central part of Iraq using remote sensing data & GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 1017-1028.

Pande, C. B., Moharir, K. N., & Khadri, S. F. R. (2021). Assessment of land-use and land-cover changes in Pangari watershed area (MS), India, based on the remote sensing and GIS techniques. *Applied Water Science*, 11(6), 1-12.

Pandya, M. R., Singh, R. P., Murali, K. R., Babu, P. N., Kirankumar, A. S., & Dadhwal, V. K. (2002). Bandpass solar exoatmospheric irradiance and Rayleigh optical thickness of sensors on board Indian remote sensing satellites-1B, -1C, -1D, and P4. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 40(3), 714-718.

Roy, P. S., & Roy, A. (2010). Land use and land cover change in India: A remote sensing & GIS perspective. *Journal of the Indian Institute of Science*, 90(4), 489-502.

Rwanga, S. S., & Ndambuki, J. M. (2017). Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. *International Journal of Geosciences*, 8(04), 611.

Vandas, S. J., Winter, T. C., & Battaglin, W. A. (2002). *Water and the Environment*. American Geological Institute. in cooperation with Bureau of Reclamation, National Park Service, U.S. Army Corps of Engineers, USDA Forest Service, U.S. Geological Survey.

Zhang, W., Zhang, Z., Wei, X., Hu, Y., Li, Y., & Meng, L. (2022). Long-term spatiotemporal changes of surface water and its influencing factors in the mainstream of Han River, China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 40, 101009.



Evaluation of land use changes with an emphasis on the water scarcity impacts and using remote sensing and GIS (case study: Babylon province, Iraq)

Abstract

Land use and land cover (LULC) is an important part of the surface elements of the earth with physical structure and characteristics related to human life. The complex dynamics in the arrangement of surface cover (land, water and vegetation) as well as between land use and climate affect the process of changes in the surface of different regions in spatial and temporal scales. In this regard, water is one of the basic components of the earth's surface cover, which is of vital importance to keep the environmental structure balanced to meet all human needs. Nevertheless, the water scarcity trend has intensified in Iraq due to natural and political factors, especially in its central and southern parts. Accordingly, the current research has evaluated the trend of land use changes in the Babylon province in the center of Iraq, and specifically, the changes in its surface water status have been studied. Our research is based on the supervised classification of satellite images of Babol Province, Iraq, and in this regard, ETM+ sensor images of Landsat 7 satellite in 2003, OLI-TIRS sensor images of Landsat 8 satellite in 2013 and Landsat 9 satellite in 2023 were used and the maximum likelihood technique was performed on them. According to the results, during the first ten-year period (2003-2013), The surface water area has increased from 174.14 km² to 729.44 km². In the second ten-year period (2013-2023), the extent of surface water has increased from 729.44 km² to 825.61 km². The results of the research have determined that factors such as the development of residential lands and the growth of urban constructions and climatic factors have been mentioned as the main factors of land use change in Babylon province, and the cause and origin of land use changes in Babyl province is not only water scarcity.

Keywords: Change detection, supervised classification, water scarcity, GIS, Iraq.