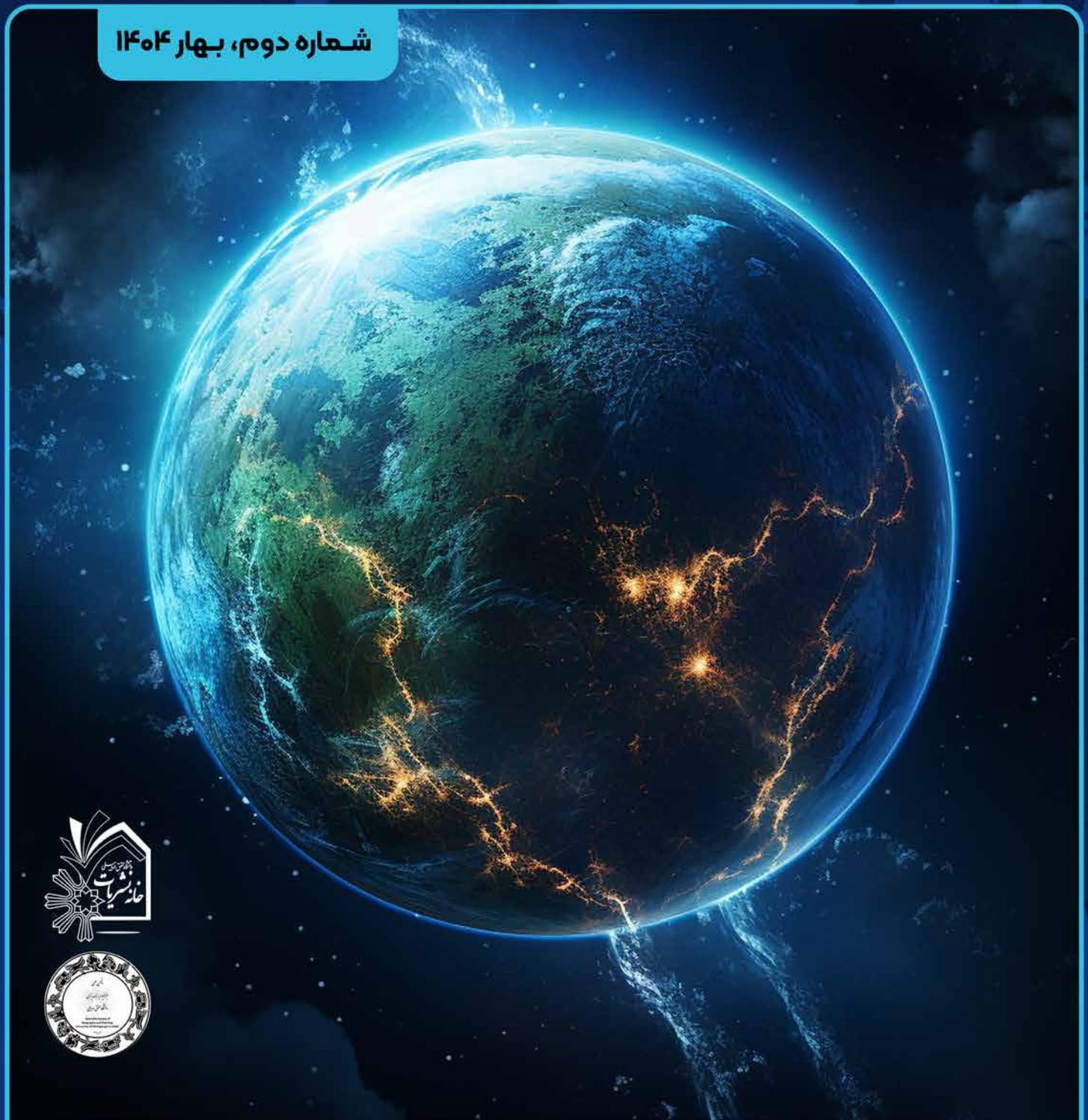
فصلنامه علمی

پژوهش‌های جغرافیایی-برنامه‌ریزی

با محوریت چشم‌انداز جغرافیایی

انجمن علمی جغرافیا دانشگاه محقق اردبیلی

شماره دوم، بهار ۱۴۰۴



BIBLE
HOLY

شناسنـامه:

نام نشریه: پژوهش‌های جغرافیایی-برنامه‌ریزی

با محوریت: چشم‌انداز جغرافیایی

زمینه انتشار: علمی- تخصصی

ترتیب انتشار: فصلنامه

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۴

شماره انتشار: ۲

صاحب امتیاز: انجمن علمی جغرافیا دانشگاه محقق اردبیلی

مدیرمسئول: فاطمه اسفندیاری

سردبیران: سپیده رفیع زاده، فاطمه اسفندیاری

استاد مشاور: دکتر منصور رحمتی

مدیر داخلی: فاطمه اسفندیاری

ویراستار: سپیده رفیع زاده

کارشناس نشریات دانشگاه: محمد اشرفی

هیئت تحریریه: دکتر منصور رحمتی، دکتر هادی اسکندری عین الدینی، خدیجه رضائی، محمدایوب رضائی، سپیده رفیع زاده، فاطمه اسفندیاری

تاریخ و شماره مجوز: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹ | ۵۴۹۰/ف/م

تاریخ و شماره آخرین تغییرات: ۱۴۰۴/۰۱/۲۳ | ۶۱۸۱/ف/م

طراح جلد: عرفان پورعبدل

صفحه‌آرا: عرفان پورعبدل

فهرست مطالب:

تحلیل تأثیر ساخت‌وسازهای فاقد پروانه ساخت بر سیما و کالبد شهری..... ۷

بررسی تأثیر توپوگرافی بر روند تغییرات سطح پوشش برف در حوضه هلمند با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور..... ۱۹

آشکارسازی کلروفیل a بر آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سری زمانی سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲)..... ۳۱

اخبار جغرافیایی..... ۴۳

یادداشت دانشجویی..... ۵۵

شهر هوشمند و فناوری‌های شهری: تحول دیجیتال در مدیریت شهر..... ۶۰

معرفی نرم‌افزارهای جغرافیا..... ۶۰

منتخبی از کارگاه‌های برگزار شده در سال تحصیلی ۱۴۰۳ -۱۴۰..... ۷۷

سخن سردبیر

به نام آن که زمین را آفرید و نگاه ما را به گستره‌های بی‌پایان هدایت کرد

خوانندگان گرامی، هم‌سفران مسیر دانش و کشف، سلام!

وقتی به نقشه‌ای نگاه می‌کنیم، شاید تنها خطوط و مرزها را ببینیم، اما جغرافیا فراتر از این‌هاست؛ جغرافیا علم داستان‌هاست؛ داستان‌هایی که زمین، طبیعت و انسان‌ها را به هم پیوند می‌دهد. «چشم‌انداز جغرافیایی» یعنی نگاه عمیق به هر گوشه از این کره خاکی که به ظاهر بی‌جان است، اما در واقع زنده و پویایی بی‌پایان را در خود نهفته دارد. این چشم‌انداز نه تنها شکل و ساختار زمین را ترسیم می‌کند، بلکه بازتابی است از روابط پیچیده میان محیط و انسان، تغییرات اقلیمی و زیست‌محیطی، تحولات فرهنگی و تاریخی، و نیز افق‌هایی که می‌تواند آینده‌ای پایدار را برای ما رقم زند.

نشریه پیش رو، تلاشی است برای کشف این لایه‌های پنهان و بازخوانی تأثیر متقابل انسان و زمین در گستره‌ای که زندگی می‌کنیم. ما در این شماره می‌کوشیم تا با نگاهی چندبعدی به موضوعات جغرافیایی بپردازیم.

امیدواریم صفحات این نشریه چراغی باشند در مسیر آگاهی و دانش، جرقه‌ای برای پرسش‌های تازه و دریچه‌ای برای دیدن جهان با چشمانی بازتر و دقیق‌تر. دعوت می‌کنیم شما خوانندگان عزیز، با نظرات، ایده‌ها و مشارکت خود، همراه این حرکت علمی و فرهنگی باشید.

بیایید دست در دست هم، در این سفر جغرافیایی، گوشه‌های ناشناخته زمین و تأثیر آن بر زندگی انسان‌ها را بشناسیم و به آینده‌ای بهتر بیندیشیم.

با آرزوی موفقیت و پیشرفت

تحلیل تأثیر ساخت‌وسازهای فاقد پروانه ساخت بر سیما و کالبد شهری

(مطالعه موردی: شهر بستان‌آباد به تفکیک محلات)

هادی اسکندری عین الدین*

دکتری تخصصی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، اردبیل، ایران.

چکیده

تخلفات ساختمانی نادیده‌گرفتن تمام یا قسمتی از ضوابط و مقررات مربوط به ساخت در فرایند ساخت‌وساز در شهرها است. تخلفات ساختمانی به دلیل سطح فراگیر و آثار بلندمدت آن در شهرها از جمله چالش‌های شهرنشینی نوین محسوب می‌شوند. که همسو با افزایش تقاضای مؤثر در صنعت ساختمان، شهرها را با چالش‌های عظیمی مواجه نموده است. پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی و از حیث ماهیت و روش توصیفی_ تحلیلی است. اطلاعات موردنیاز در این پژوهش به دو صورت کتابخانه‌ای و بررسی پرونده‌های تخلفات ساختمانی بر اساس کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری طی دوره زمانی ۱۳۹۶- ۱۴۰۰ گردآوری شده است. مطالعه نشان می‌دهد باتوجه‌به فراوانی تخلفات ساختمانی ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان‌آباد در طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، محلات فرهنگیان، ولیعصر، مولوی و قربان‌آباد به ترتیب با ۲۲۷، ۱۹۰، ۱۱۴ و ۹۳ مورد تخلف ساختمانی ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان‌آباد، بخش عمده‌ای از تخلفات ساختمانی را به خود اختصاص داده‌اند. محلات قره‌کوره و اسکی‌کندی نیز با ۳۷ و ۴۹ مورد تخلف ساختمانی ثبت شده در طی دوره ۵ساله موردمطالعه، کمترین فراوانی تخلفات ساختمانی را داشته‌اند. لازم به ذکر است بخش عمده‌ای از تخلفات ساختمانی ثبت شده، مربوط به تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساخت و مازاد بر پروانه ساخت می‌باشد که در قالب کاربری‌های مسکونی و تجاری به ثبت رسیده است. شهرهای امروزی نتیجه نیروهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مختلفی است که در وضعیت کالبدی و فضایی آن تجلی پیدا می‌کند که هر کدام از این نیروها می‌توانند به‌گونه‌ای از طریق شهروندان و ساکنان آن، کالبد شهر را تحت‌تأثیر قرار دهند.

* نویسنده مسئول: 71hadi.eskandari@gmail.com

۱: مقدمه

در کشور ایران موضوع تخلفات ساختمانی در سال ۱۳۲۸ با عنوان آیین‌نامه امور خلافی به‌موجب ماده ۲۷۶ مطرح شد و به دنبال آن در سال۱۳۳۴ با تصویب قانون شهرداری‌ها مطابق ماده ۵۵ صدور پروانه برای کلیه ساختمان‌ها در محدوده شهر جزو وظایف شهرداری مشخص گردید. در سال ۱۳۴۵ مواد دیگری به قانون شهرداری‌ها اضافه شد. به‌موجب ماده ۱۰۰ این مصوبه، مالکین املاک برای هرگونه ساخت‌وساز در حریم و محدوده شهری باید از شهرداری پروانه ساخت اخذ نمایند. در سال ۱۳۵۲ در ترکیب اعضای کمسیون ماده ۱۰۰ و مهلت‌های مندرج در تبصره‌های ماده ۱۰۰، اصلاحاتی به وجود آمد. به این شکل که در شهرهایی که طرح جامع دارند رعایت نوع کاربری از الزامات اساسی کنترل ساخت‌وساز می‌باشد. در سال ۱۳۵۵ اصلاحاتی در تبصره‌های ماده ۱۰۰ انجام گرفت و در آن نحوه انجام‌وظیفه مهندسین ناظر و مأموران شهرداری و مقررات دیگر به این ماده‌قانونی اضافه شد (قوشچی، ۱۳۸۸).

هر ساختمان و عملیات و بنایی که بدون مجوز کتبی شهرداری احداث گردد به آن تخلفات ساختمانی بدون پروانه می‌گویند. اگرچه صدور پروانه امری مهم در زمینه نظارت فعالیت‌های ساختمانی و رعایت اصول شهرسازی تلقی می‌گردد، ولی با مراجعه به قوانین وضع شده شهرداری مصوب سال‌های ۱۲۸۶، ۱۳۰۹، ۱۳۲۸ و ۱۳۳۱ و قانون توسعه معابر و اصلاح آن مصوب ۱۳۱۲، اصلاح آن مصوب ۱۳۲۰، کنترل و نظارت شایانی بر عملیات ساختمانی در شهرها مقرر نگردید و تنها در سال ۱۳۳۴ بند ۲۴ به ماده ۵۵ قانون شهرداری‌ها اضافه شد و با وضع این بند صدور پروانه برای همه ساختمان‌ها به شهرداری‌ها محول شد و صدور پروانه در شرح وظایف شهرداری‌ها قرار گرفت، و انجام آن یعنی صدور پروانه تکلیفی دیگر برای شهرداری مقرر شد و با وضع ماده ۱۰۰ لزوم اخذ پروانه از شهرداری برای هرگونه احداث ساختمان و اقدام عمرانی در محدوده و حریم شهر برای متقاضیان تعیین گردید.

به‌موجب ماده صد قانون شهرداری‌ها مالکین اراضی و املاک واقع در محدوده شهر یا حریم باید قبل از هرگونه اقدام عمرانی یا تفکیک اراضی و شروع ساختمان از شهرداری پروانه ساخت اخذ نمایند. شهرداری می‌تواند از عملیات ساختمانی ساختمان‌های بدون پروانه و یا مخالف مفاد پروانه به‌وسیله مأمورین خود اعم از آن که ساختمان در زمین محصور یا غیرمحصور باشد جلوگیری کند (قدیمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۸). این امر به‌منظور تطبیق احداث بنا با محتوای طرح‌های معماری و شهرسازی به‌خصوص رعایت بر و کف و ارتفاع مصوب منطقه موردنظر، نوع کاربری و استفاده از زمین و فضا می‌باشد که هنگام صدور پروانه و تصویب نقشه‌های ساختمان، این موارد تعیین و درج می‌شود (صمدی قوشچی، ۱۳۸۸).

ضوابط و مقررات ساخت‌وسازهای شهری به‌عنوان ابزاری جهت نظم‌دهی و سامان‌دهی فضایی، کاربری‌های شهری است که در شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری از الزامات اساسی طرح‌های توسعه شهری هستند؛ بنابراین نادیده‌گرفتن و عدم رعایت این ضوابط و مقررات، تبعات گسترده و بحران‌ساز جدی بر ابعاد مختلف شهری از جمله؛ محیط اجتماعی، نظام اقتصادی، نظام دسترسی و از همه مهم‌تر فرم فضایی و کالبدی شهری به دنبال دارد که در نهایت منجر به عدم تحقق اهداف برنامه‌ریزی شهری و هدررفتن هزینه‌های طرح‌های توسعه شهری می‌شود (اسکندری عین الدین و همکاران، ۱۴۰۲).

تخلفات ساختمانی یکی از مهم‌ترین معضلات شهرنشینی سریع به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد و به معنی عدم انطباق با مقررات احداث ساختمان که برای پیشبرد منافع عمومی با تضمین کیفیت زندگی شهری و دستیابی به عدالت شهری تأسیس شده است تعریف می‌شود (سرخیحی و همکاران، ۲۰۱۲).

در تحقیق پیشرو با انتخاب شهر بستان‌آباد به‌عنوان مطالعه موردی به طرح موضوع تحلیل تأثیر ساخت‌وسازهای فاقد

پروانه ساخت بر سیما و منظر شهری، شهر بستان‌آباد پرداخته شده است. عدم توجه به ابعاد فضایی تخلفات ساختمانی باعث ایجاد مشکلات اساسی در ساخت‌وسازهای شهری می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ناهمگونی در کالبد و سیمای شهری، عدم توسعه یکپارچه در نقاط مختلف شهری اشاره کرد. با یک بررسی اجمالی طرح جامع شهر بستان‌آباد و مشاهدات و بازدیدهای میدانی، می‌توان به توسعه نامتوازن و قارچ‌گونه در حاشیه شهر از یک سو، و ناهمگونی در کالبد شهری و مشکلات کالبدی در سطح شهر بستان‌آباد پی برد. ساخت‌وسازهای غیرقانونی عمده‌ترین عامل پیدایش این بی‌نظمی‌ها در بطن و حاشیه شهر بستان‌آباد بوده که باتوجه‌به شرایط خاص اقتصادی، اجتماعی حاکم در شهر، کنترل و نظارت بر ساخت‌وسازها را برای مدیران شهری، سخت نموده است.

۲: مبانی نظری

تحلیل فضایی

تحلیل فضایی، به‌صورت دیدگاه اصلی، از دیگر نگرش‌های جغرافیا مانند نگرش انسان و محیط یا نگرش ناحیه‌ای رایج‌تر و بنیادی‌تر است. چنان که از دهه ۱۹۶۰ به این سو پارادایم غالب جغرافیا شده است. در دهه‌ی ۱۹۸۰، ظهور سیستم اطلاعات جغرافیایی بر تقویت این نگرش و استمرار آن کمک شایانی کرد. جایگاه علمی نگرش تحلیل فضایی محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است. به عبارت دیگر اگر قبل از جنگ جهانی دوم آزمایشگاه جغرافیا را روی زمین می‌دانستند، اکنون میدان آزمایش و فعالیت علمی جغرافیا کامپیوتر و نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است. تأکید فراوان به مسئله فضا و پراکندگی متغیرها بر روی آن سبب برتری یافتن و رجحان دادن نگرش تحلیل فضایی از سایر نگرش‌ها شده است. رابطه انسان و محیط به مثابه رابطه فضایی پراکندگی انسان با پراکندگی منابع طبیعی یا محیطی تعریف می‌شود. پس اساس همه‌ی نگرش‌های دیگر هم پراکندگی‌ها و چگونگی عملکرد آن‌ها برروی زمین است. تحلیل فضایی کمی در ایران بعد از انقلاب رایج شد، و عمدتاً شامل استفاده از روش‌ها و فرایندهای کمی در تحلیل آرایش فضایی پدیده‌ها یا پراکندگی‌ها است (زارعی، ۱۳۹۷).

ضرورت صدور پروانه ساختمانی در ساخت‌وسازهای شهری

پروانه ساختمانی، مجوز شهرداری برای احداث بنا، تعمیر و تغییر اساسی در ساختمان است. با تصویب قانون شهرداری‌ها در سال ۱۳۳۴ و الحاقات بعدی این قانون، به‌تدریج مسائل شهری و شهرسازی در ایران بیشتر موردتوجه مقنن قرار گرفت و با تصویب ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها در سال ۱۳۴۵ موضوع تخلفات ساختمانی جایگاه خاصی در قوانین پیدا کرد. بر اساس این ماده‌قانونی مالکین و املاک واقع در محدوده یا حریم آن مکلف شدند قبل از هر اقدام عمرانی یا تفکیک اراضی و شروع فعالیت ساختمانی از شهرداری پروانه اخذ کنند (منصور، ۱۳۸۶). در کشور انگلیس، صدور پروانه ساختمانی در واقع نوعی از خدمات عمومی است و معیارهای دقیقی برای مسکن‌سازی مجزا، نیمه مجزا و ردیفی به‌منظور تقویت و هماهنگی ضوابط بخش ساختمان با صنعت ساخت‌وساز و در نهایت توسعه و ارتقای شهری دارد (خدابخشی، ۱۳۷۹). طبق ماده ۳۴۴ قانون انجمن شهر دهلی‌نو در کشور هند، هیچ‌کس نمی‌بایست ساختمان را احداث نموده یا شروع به ساخت کرده یا اقدام به فعالیتی نماید مگر اینکه از سوی نماینده یا مقام عالی انجمن شهر یا رئیس هیئت‌مدیره شورای شهر دارای مجوز قبلی باشد (صالحی، ۱۳۸۹). در آلمان در هر شهر یا منطقه‌ای که در آن طرح الزامی کاربری زمین وجود داشته باشد، دریافت پروانه ساختمان نیز اجباری است و در کشور مالزی درصورتی‌که در

محل، طرح شهرسازی مصوب وجود داشته باشد، شهرداری برای صدور پروانه ساختمان از همان طرح استفاده می‌کند. اما درصورتی‌که طرح مصوب شهرسازی نداشته باشد نظر همسایگان استعلام می‌شود و درصورتی‌که نظرات ملحوظ واقع نشود، همسایگان می‌توانند به هیئت بازنگری رجوع کنند (پورمحمدی، ۱۳۸۵).

پیامدها و آسیب‌های ناشی از تخلفات ساختمانی در بافت‌های شهری

تخلفات ساختمانی پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و فضایی بسیاری دارند. از عمده‌ترین پیامدهای کالبدی - فضایی می‌توان به توسعه بی‌رویه و بی‌قاعده شهری، رشد ساختمان‌های ناامن، اسکان غیررسمی، ناموزونی و زشتی در سیمای شهری، تغییر چشم‌انداز و سیمای بصری شهر، نبود تناسب بین تراکم ارتفاعی و... اشاره کرد (خسروی، ۱۳۹۱).

ضوابط قانونی حاکم بر تخلفات ساختمانی

یکی از وظایف مهم برنامه‌ریزان شهری در غالب شهرهای جهان، نظارت بر ساخت‌وسازهای شهری و تضمین رعایت قانون یا ضوابط موجود دراین‌خصوص نهاده شده است. به این منظور در کشورهای مختلف از راهکارهای مختلفی برای کنترل ساخت‌وساز شهری نظیر بازدیدهای مستمر دوره‌ای یا اتفاقی، الزامی نمودن اخذ مجوز ساختمانی، کنترل از طریق شرکت‌ها یا مأمورین متخصص بازرسی ساختمان در مراحل زمانی مختلف ساخت، کنترل از طریق سیستم‌های هوشمند (تصاویر ماهواره‌ای، نرم‌افزارهای کنترل نقشه) استفاده می‌شود. علاوه بر این، برای تضمین اجرای ضوابط و مقررات ساخت‌وساز، ضمانت‌های اجرایی متنوعی نظیر حبس، ممانعت و جلوگیری از تخلفات ساختمانی، جریمه، تخریب و رفع خلاف توسط مدیریت شهری پیش‌بینی‌شده است. در دوران معاصر اولین مقررات منسجم و مکتوب نظارت بر ساخت‌وساز در ایالات متحده تدوین شد. در ایران نیز مؤثرترین قوانین ناظر بر مقوله ساخت‌وسازهای شهری عبارت است از قانون شهرداری‌ها مصوب، ۱۳۳۴، قانون تغییر نام وزارت آبادانی و مسکن به وزارت مسکن و شهرسازی مصوب سال ۱۳۵۳ قانون تأسیس شورای‌عالی شهرسازی و معماری ایران مصوب سال ۱۳۵۱، قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴، مقررات ملی ساختمان، ضوابط و مقررات مصوب طرح‌های جامع، تفصیلی و هادی، قانون زمین‌شهری مصوب ۱۳۶۳ و آیین‌نامه ساختمانی ۲۸۰۰. به‌طورکلی نظام‌های حاکم بر قوانین ساخت‌وساز را می‌توان در قالب ضرورت صدور پروانه ساختمان، نحوه جلوگیری از عملیات ساختمانی غیرمجاز یا بدون پروانه و آرا و احکام صادره در خصوص تخلفات ساختمانی دسته‌بندی نمود. برای ضمانت اجرای ضوابط و مقررات مذکور در کشورهای مختلف، بسته به اهمیت رعایت قوانین، ضوابط و توجه مدیریت شهری به اهمیت اجرای ضوابط ساخت‌وساز شهری، فرایندهای مشخصی به کار گرفته می‌شود؛ لذا بسته به اهمیت رعایت قوانین و ضوابط و توجه مدیریت شهری به اهمیت اجرای ضوابط ساخت‌وساز شهری، ضمانت اجراها نیز متفاوت است (سرخیلی، ۱۳۸۹).

در ادبیات مربوط به تخلفات ساختمانی و تحلیل فضایی آن تحقیقات مستقل و اختصاصی بسیار اندک است. در اینجا به چند مورد از مطالعات داخلی و خارجی مهمی که به موضوع موردمطالعه ما مربوط است، اشاره می‌شود:

قابل قزلجه میدان، ندا (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان بررسی میزان تأثیر تخلفات ساختمانی بر سیمای شهری تبریز (مطالعه موردی: محلات پرواز و دمشقیه)، به این نتیجه رسیده‌اند که تخلفات ساختمانی صورت‌گرفته در محلات فوق ذکر علاوه بر تأثیرات منفی بر سیمای شهری، بیشتر این تخلفات از نوع تغییر کاربری و تخلف مازاد بر ضوابط می‌باشد. در محله پرواز ۳۸ درصد قطعات مغایر با طرح مصوب ساخته شده‌اند. تخلفات ساختمانی صورت‌گرفته بیشترین تأثیر منفی را در سیمای شهری محلات پرواز و دمشقیه داشته است.

رفیعیان و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله ای با عنوان تحلیل فضایی تاثیر ظرفیت‌های اقتصادی و کالبدی مناطق سه گانه شهر قزوین بر بروز تخلفات ساختمانی، ضمن شناسایی عوامل تاثیرگذار بر بروز تخلفات ساختمانی به این نتیجه رسیده‌اند، که میان عوامل اقتصادی و کالبدی ارتباط مثبتی وجود دارد. بر اساس یافته‌های پژوهش مذکور عوامل اقتصادی با تخلف مازاد بر سطح و تغییر کاربری ارتباط معناداری وجود دارد. و بین عوامل کالبدی و تعداد تخلف مازاد بر سطح و تغییر کاربری رابطه مستقیم وجود دارد.

زیانگ لی (۲۰۲۰)، در پژوهشی با عنوان رابطه بین توسعه زمین‌های ساخت‌وساز شهری و رشد جمعیت در استان لیائونینگ چین، با استفاده از سیستم سنجش‌ازدور و داده‌های آماری مربوط به جمعیت و ساخت‌وساز، به این نتیجه رسیده‌اند که رشد سریع زمین‌های ساخت‌وساز به رشد اقتصادی منفی مربوط می‌شود. همچنین مطابق با یافته‌های تحقیق مذکور نشان می‌دهند، تحت الگوی کنونی رشد اقتصادی، کنترل توسعه زمین‌های ساخت‌وساز ممکن است دشوار باشد. زمین ساخت‌وساز جدید باید به طور منطقی برنامه‌ریزی و مدیریت شود و وابستگی رشد اقتصادی به زمین‌ساخت و ساز و سرعت شهرنشینی جمعیت چالش جدیدی است که باید توسط دولت محلی موردبررسی مجدد قرار گیرد.

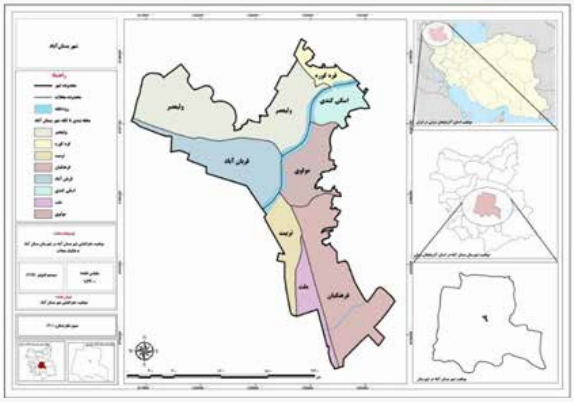
جیمو و همکاران (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای به بررسی ساخت‌وسازهای غیرمجاز در شهر آچی نیجریه پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که ساخت‌وساز بدون مجوز، نقض قوانین ساخت‌وساز و توسعه افزایش سطح اشغال از موارد تخلف در شهر آچی نیجریه می‌باشد. آن‌ها علت این امر را ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی خانوارها، فقدان طرح‌های اجرایی و عدم کفایت کارکنان حوزه برنامه‌ریزی برشمردند.

۳: روش تحقیق

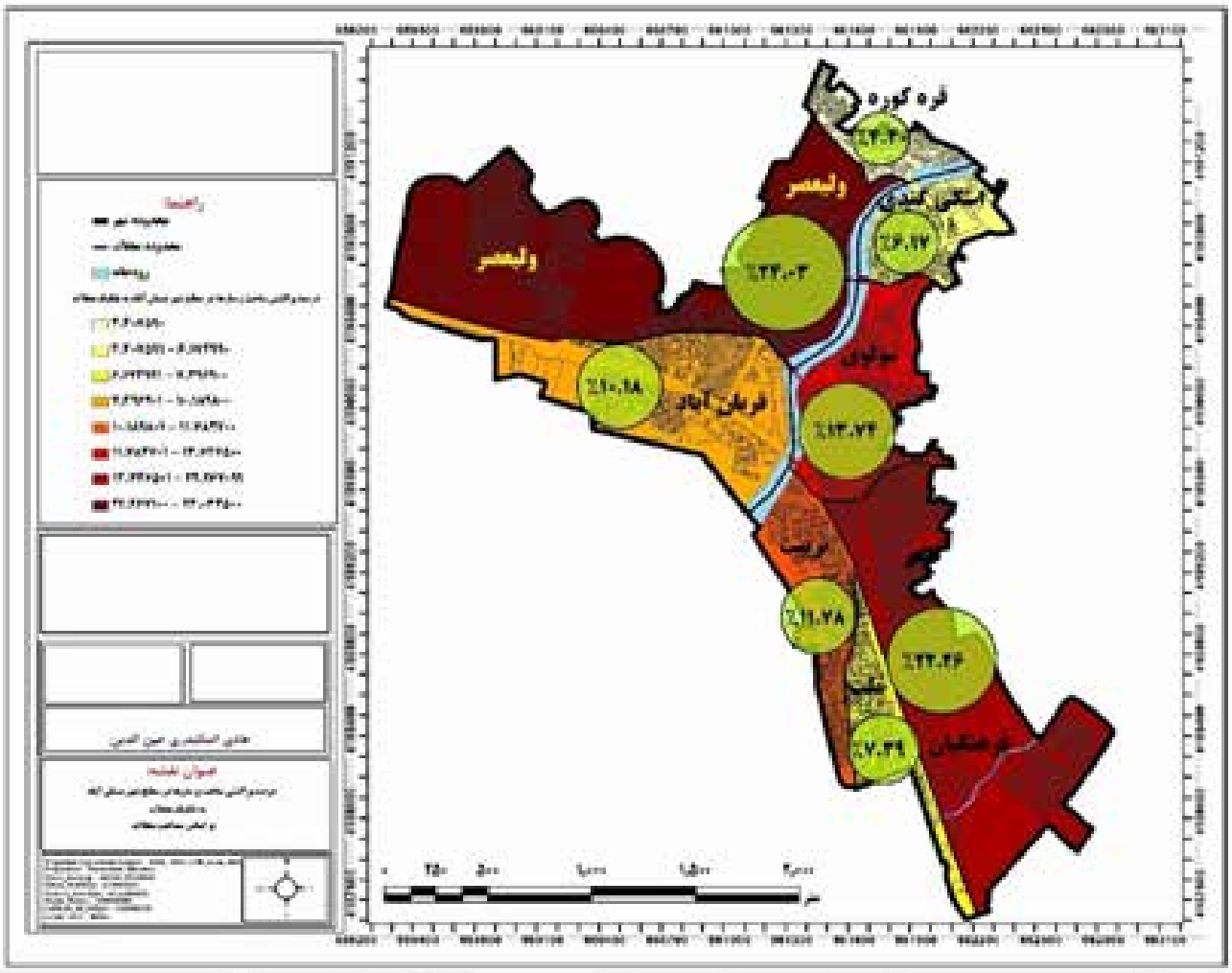
تحقیق حاضر با هدف شناسایی توزیع فضایی تخلفات ساختمانی و ساخت‌وسازهای غیرمجاز در شهر بستان‌آباد، به ارزیابی وضعیت موجود و پراکندگی این پدیده در سطح شهر بستان‌آباد با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS می‌پردازد. باتوجه‌به مؤلفه‌های موردبررسی و ماهیت کاربردی پژوهش، روش این پژوهش توصیفی - تحلیلی می‌باشد. اطلاعات موردنیاز پژوهش به دو شیوه کتابخانه‌ای (آمارنامه، کتاب، نقشه) و بررسی پرونده‌های تخلفات ساختمانی ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان‌آباد طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۶) گردآوری شده است.

محدوده موردمطالعه

شهر بستان‌آباد به‌عنوان مرکز شهرستان بستان‌آباد یکی از شهرهای استان آذربایجان شرقی است، این شهر در فاصله ۵۰ کیلومتری مرکز استان (تبریز) و در فاصله ۶۵ کیلومتری شهر سراب واقع شده است. شهر بستان‌آباد به دلیل واقع‌شدن در محل تقاطع راه‌های ۳ مرکز استان همسایه (اردبیل، زنجان، تبریز) از نظر نقش ارتباطی اهمیت یافته است. مساحت محدوده این شهر ۴۷۳/۱۲ هکتار می‌باشد. شهر بستان‌آباد طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، ۲۱/۷۳۴ هزار نفر جمعیت داشته است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر بستان‌آباد
(منبع: تقسیمات سیاسی ایران، ترسیم: نگارنده، ۱۴۰۴)

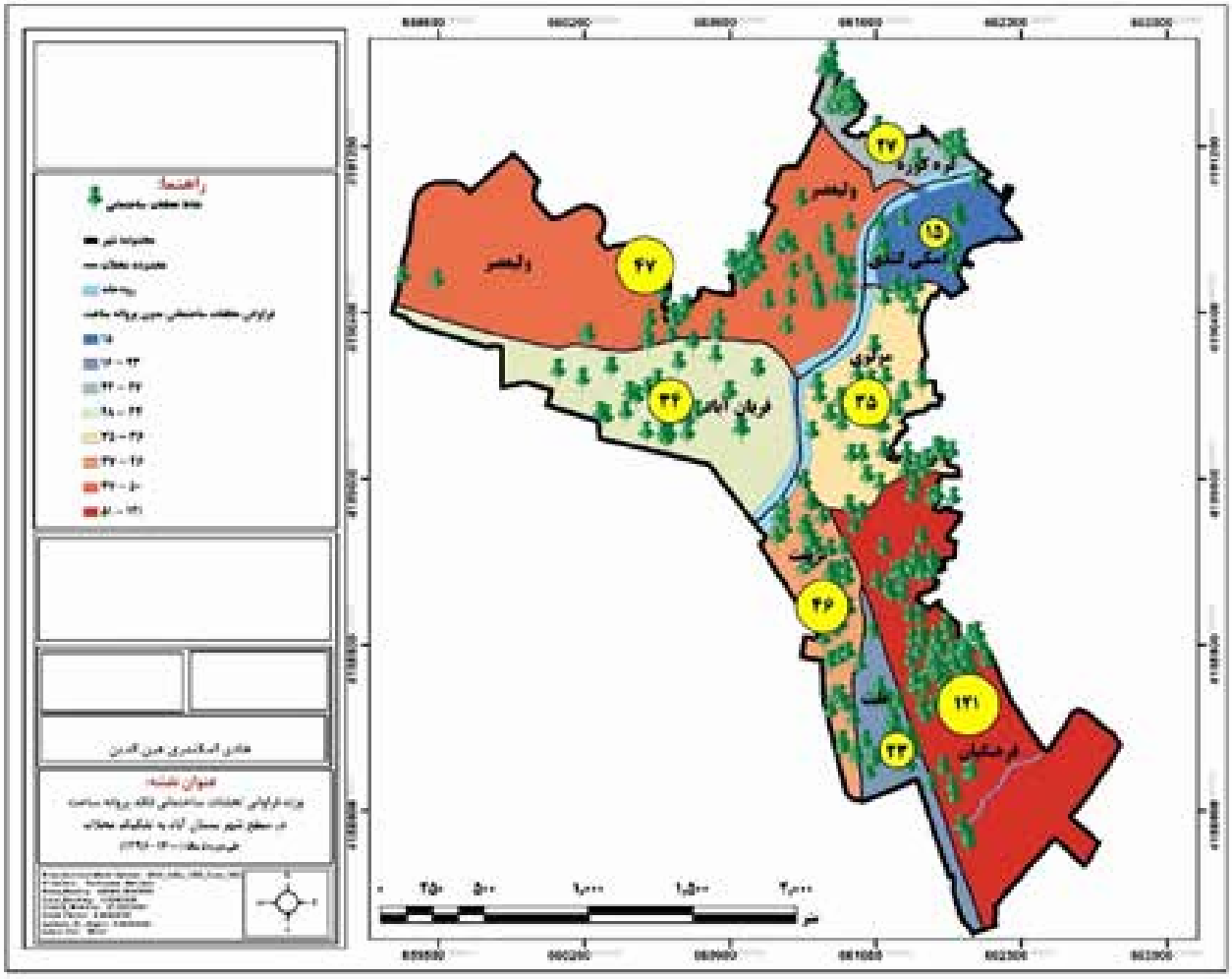


شکل ۲: تراکم ساختمانی در سطح شهر بستان آباد به تفکیک محلات شهری بر اساس مساحت محلات
مأخذ: ترسیم از نگارنده (بر اساس مطالعات مهندسین مشاور آمایش محیط)

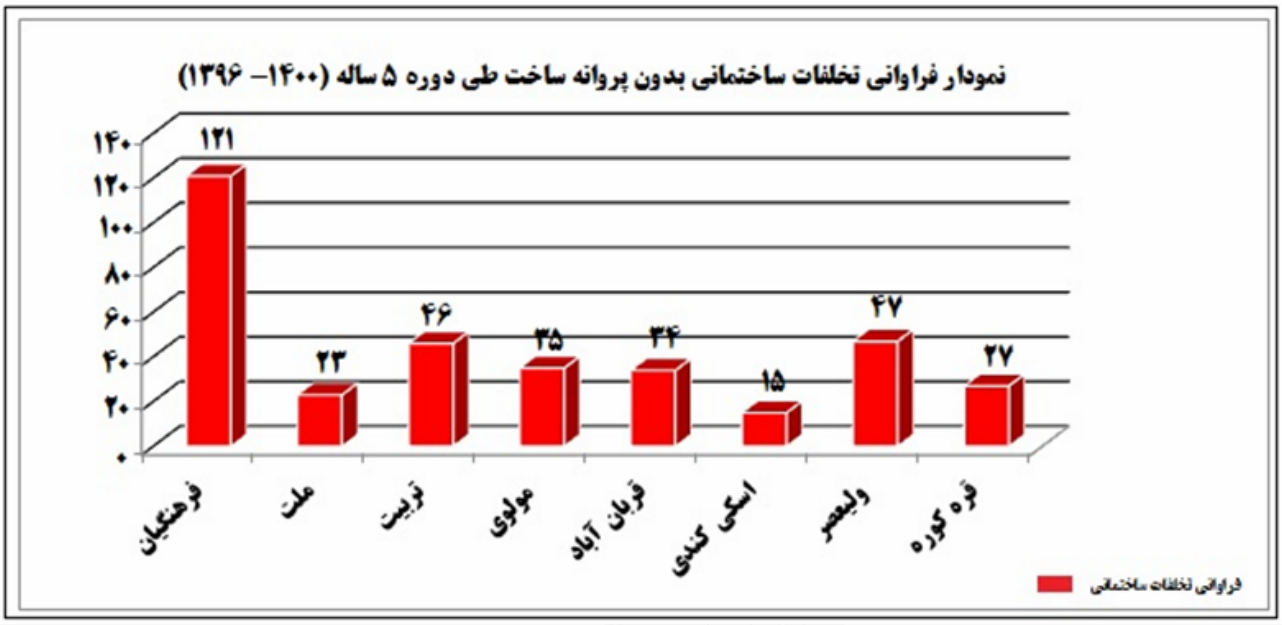
۴: تحلیل یافته‌ها

فراوانی تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساختمانی طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)

در تحلیل توزیع فضایی تخلفات ساختمانی بدون پروانه ساخت ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان آباد طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، محلات فرهنگیان، ولیعصر، تربیت و مولوی به ترتیب با ۱۲۱، ۴۷، ۴۶ و ۳۵ مورد گزارش تخلف ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان آباد طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، بخش عمده‌ای از تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل محلات اسکی‌کندی و ملت با ۱۵ و ۲۳ مورد گزارش تخلف ثبت شده در طی دوره ۵ ساله موردمطالعه، سهم کمتری از تخلفات ساختمانی ثبت شده مربوط به فاقد پروانه ساخت نسبت به سایر محلات داشته‌اند. نکته حائز اهمیت تعداد ۱۲۱ مورد گزارش تخلف ساختمانی ثبت شده مربوط به فاقد پروانه ساخت در محله فرهنگیان می‌باشد که ناشی از عدم کنترل ساخت‌وسازهای جدید و احداث ساختمان در زمینی مغایر با کاربری طرح جامع شهر بستان آباد در این محله می‌باشد. در شکل (۳ - ۴) فراوانی تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساخت بر اساس گزارش کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان آباد طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶) نمایش داده شده است.

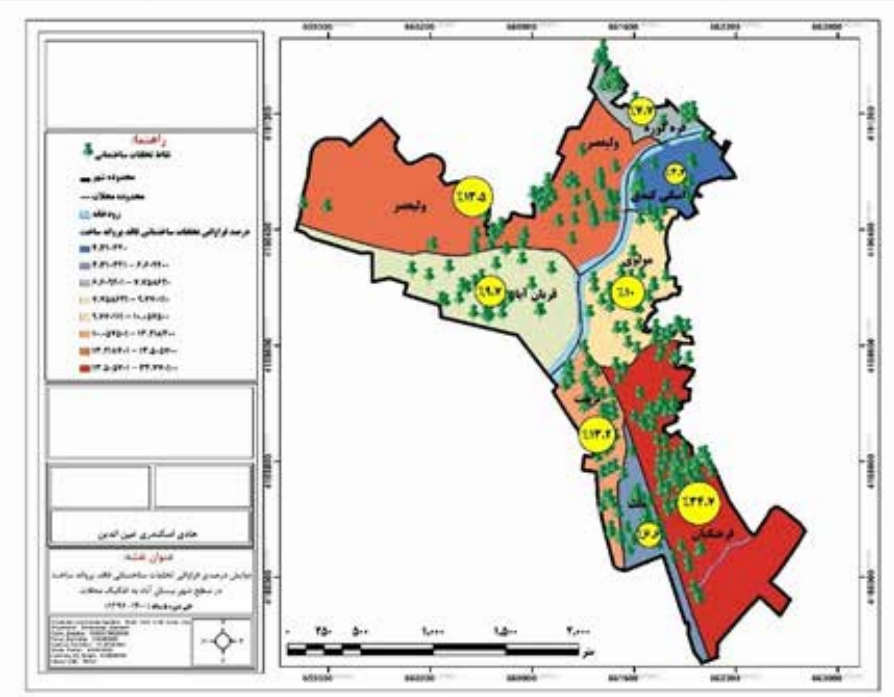


شکل ۳: فراوانی تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساخت طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴

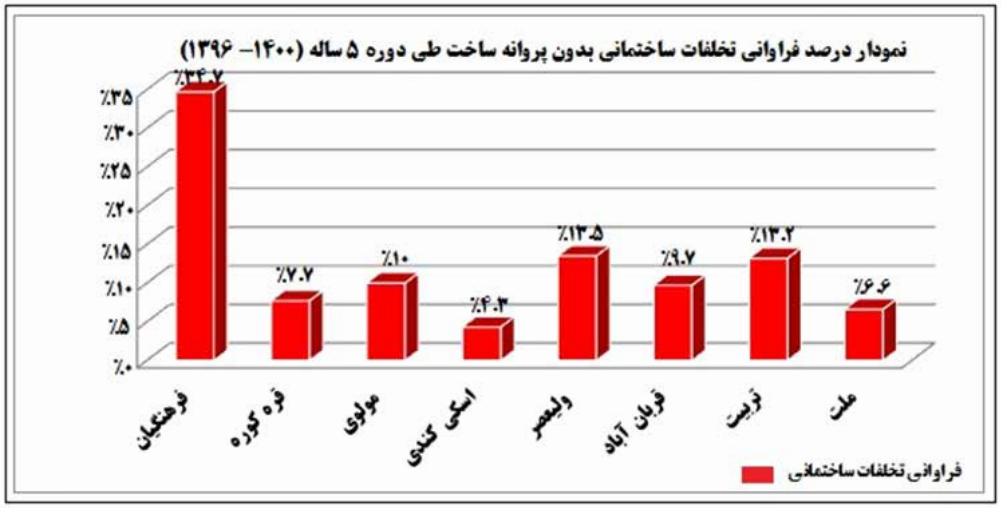


شکل ۴: فراوانی تخلفات ساختمانی بدون پروانه ساخت طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴

باتوجه‌به فراوانی ارائه شده از تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان‌آباد طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، محلات فرهنگیان، ولیعصر، تربیت و مولوی به ترتیب با (۳۴/۷٪)، (۱۳/۵٪)، (۱۳/۲٪) و (۱۰٪) درصد، بیشترین درصد از فراوانی تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت را طی دوره ۵ساله موردمطالعه به خود اختصاص داده‌اند. همچنین محلات اسکی‌کندی و ملت با (۴/۳٪) و (۶/۶٪) درصد، کمترین درصد از گزارشات تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری را در شهر بستان‌آباد طی دوره ۵ساله موردمطالعه شامل می‌شوند. در شکل (۵ - ۶) درصد فراوانی تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت ثبت شده در کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری شهر بستان‌آباد طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶) نشان داده شده است.

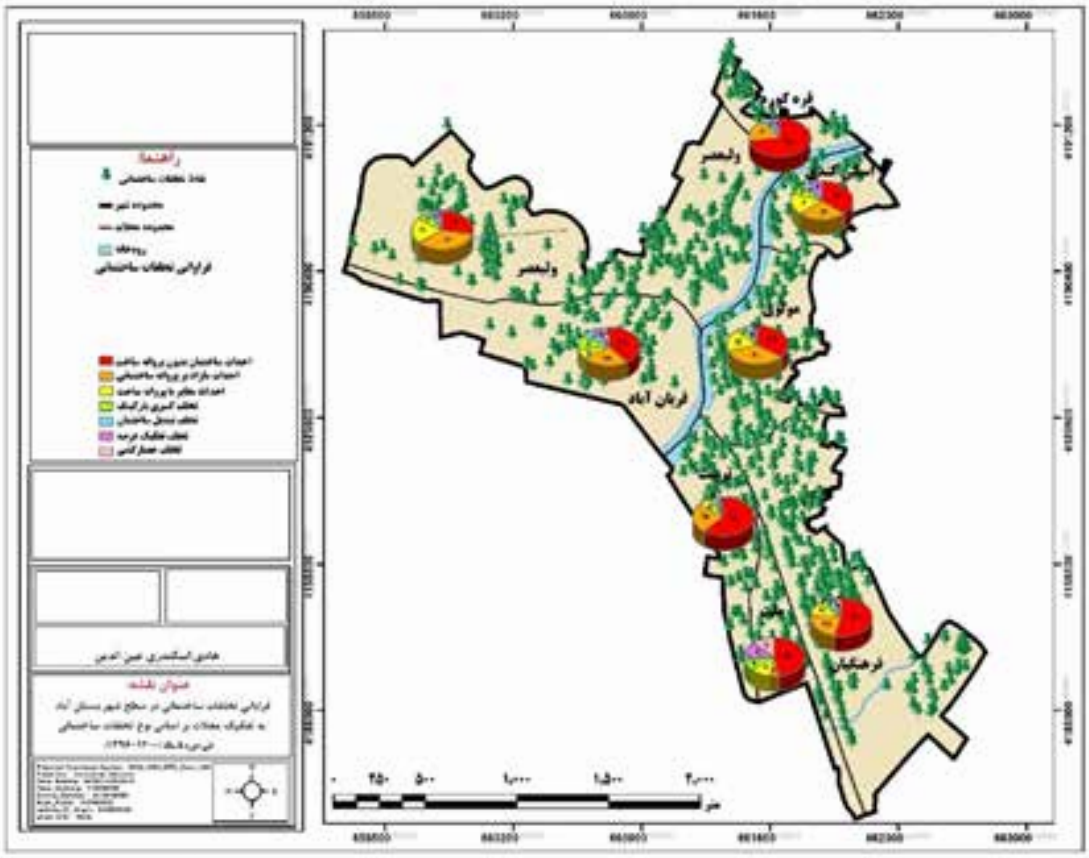


شکل ۵: درصد فراوانی تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساختمانی طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴

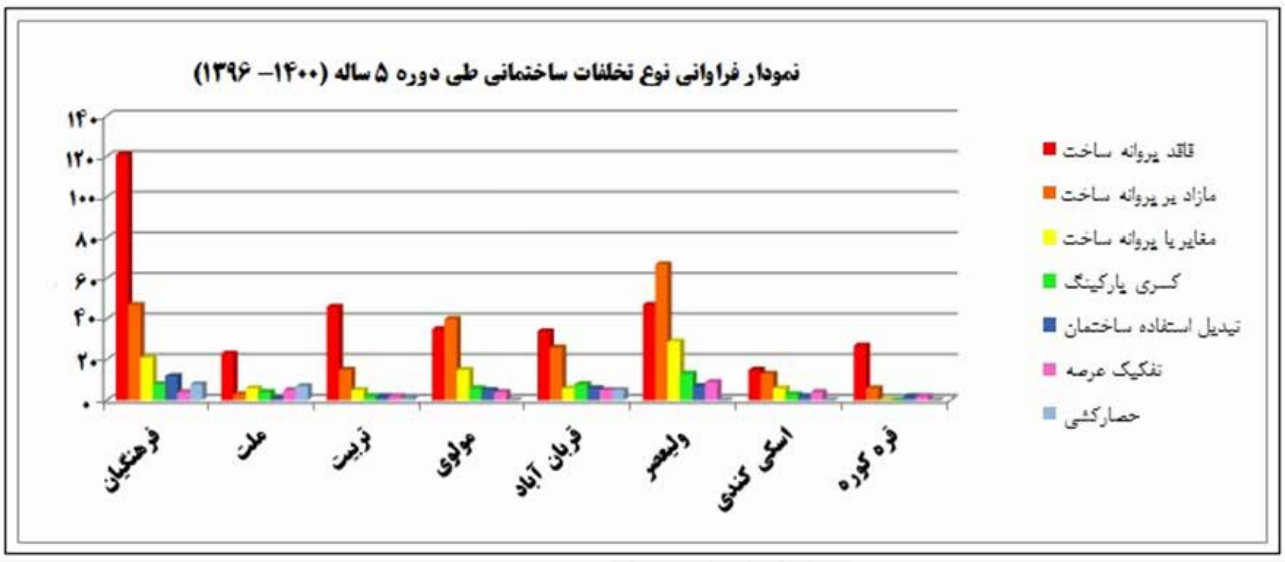


شکل ۶: درصد فراوانی تخلفات ساختمانی فاقد پروانه طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴

تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت در محلات فرهنگیان، ولیعصر و تربیت به ترتیب با ۱۲۱، ۴۷ و ۴۶ مورد گزارش تخلف ثبت شده، بیشترین فراوانی تخلفات ساختمانی مربوط به فاقد پروانه ساخت در طی دوره ۵ ساله در محلات مزبور بوده است.



شکل ۷: توزیع فضایی نوع تخلفات ساختمانی در سطح شهر بستان آباد طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴



شکل ۸: فراوانی نوع تخلفات ساختمانی طی دوره ۵ ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)
مأخذ: یافته‌های محقق، ۱۴۰۴

تخلف احداث بنای بدون پروانه ساخت

هر ساختمان، عملیات و بنایی که بدون مجوز کتبی شهرداری احداث گردد به آن تخلفات ساختمانی بدون پروانه می‌گویند. اگرچه صدور پروانه امری مهم در زمینه نظارت فعالیت‌های ساختمانی و رعایت اصول شهرسازی تلقی می‌گردد، ولی با مراجعه به قوانین وضع شده شهرداری مصوب سال‌های ۱۳۰۹، ۱۳۲۸ و ۱۳۳۱ و قانون توسعه معابر و اصلاح آن مصوب ۱۳۱۲، اصلاح آن مصوب ۱۳۲۰، کنترل و نظارت شایانی بر عملیات ساختمانی در شهرها مقرر نگردید و تنها در سال ۱۳۳۴ بند ۲۴ به ماده ۵۵ قانون شهرداری‌ها اضافه شد و با وضع این بند صدور پروانه ساختمانی برای همه ساختمان‌ها به شهرداری‌ها محول شد و صدور پروانه در شرح وظایف شهرداری‌ها قرار گرفت، و انجام آن یعنی صدور پروانه تکلیفی برای شهرداری مقرر شد و با وضع ماده ۱۰۰ لزوم اخذ پروانه از شهرداری برای هرگونه احداث ساختمان و اقدام عمرانی در محدوده و حریم شهر برای متقاضیان تعیین گردید. آنچه از توزیع فضایی تخلفات ساختمانی طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۶) در شهر بستان‌آباد مشخص است ساخت‌وسازهای فاقد پروانه ساختمانی در قسمت‌های شرقی (فرهنگیان)، قسمت‌های شمال (قره‌کوره، اسکی‌کند) و جنوب غربی (ملت) گسترش پیدا کرده است. در شکل (۹) نمایی از ساخت‌وسازهای فاقد پروانه ساختمانی و تأثیر آن بر سیما و کالبد شهری نشان‌داده‌شده است.

ساخت و سازهای غیرمجاز

ساخت و سازهای فاقد پروانه ساخت (ملت)

ساخت و سازهای غیرمجاز (قره‌کوره)

بنای فاقد پروانه ساخت

شکل ۹: نمایی از ساخت‌وسازهای فاقد پروانه ساختمانی در شهر بستان آباد

۵: نتیجه‌گیری

شهر بستان‌آباد به‌عنوان مرکز شهرستان بستان‌آباد یکی از شهرهای استان آذربایجان شرقی است. این شهر به دلیل واقع‌شدن در محل تقاطع راه‌های ۳ مرکز استان همسایه (اردبیل، زنجان، تبریز) از نظر نقش ارتباطی اهمیت یافته و هدف مهاجران از روستاها و شهرهای اطراف گردیده است. بررسی‌های صورت‌گرفته از طرح جامع شهر بستان‌آباد و مشاهدات میدانی، نمایانگر توسعه نامتوازن و خودبه‌خودی در حاشیه شهر از یک سو و ناهمگونی در کالبد شهری از سوی دیگر است. عمده‌ترین عامل پیدایش این بی‌نظمی‌ها در بطن و حاشیه شهر بستان‌آباد ساخت و سازه‌ای‌های غیرقانونی بوده که باتوجه‌به شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی حاکم بر شهر؛ کنترل و نظارت بر ساخت‌وسازها را برای نیروهای شهرداری بسیار سخت نموده است. باتوجه‌به نقشه‌های ترسیمی از تخلفات ساختمانی ثبت شده در سطح شهر بستان‌آباد به تفکیک محلات طی دوره ۵ساله (۱۴۰۰- ۱۳۹۶)، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تخلفات ساختمانی فاقد پروانه ساخت در سطح شهر بستان‌آباد بیشترین فراوانی را داشته‌اند. در نگاه اول به نظر می‌رسد اگرچه ابهام در بعضی از قوانین، ضوابط و مقررات ساخت‌وساز می‌تواند بسترهای وقوع تخلف را فراهم آورد، اما متأسفانه در اکثر مواقع هم باوجود شفافیت قانونی، سایر عوامل و فاکتورها همچون فاکتورهای مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی و یا حتی روابط و موقعیت گروه‌های ذی‌نفع، موجبات انجام تخلف در ساخت‌وسازها را رقم می‌زنند. به‌روشنی مشخص می‌گردد که فرهنگ قانون‌گریزی از ضوابط و مقررات مرتبط با ساخت‌وساز، لایه‌ها و اقشار اقتصادی - اجتماعی ساکن در شهر را درنوردیده و حتی سازمان‌هایی را که خود به قضاوت در امر تخلفات ساختمانی حکم می‌کنند را درگیر نموده است. بدیهی است این‌چنین سرپیچی‌های از قانون می‌تواند به‌سادگی به سطح جامعه و شهروندان کشیده شده و انجام تخلف را امری موجه جلوه دهد. درعین‌حال به نظر می‌رسد جاذبه‌های اقتصادی ناشی از تخلفات ساختمانی تا به امروز به‌گونه‌ای است که ریسک انجام تخلف را زیاد کرده و این موضوع در پیوند با کسب درآمد شهرداری از تخلفات ساختمانی، فرهنگ انجام تخلف را روزبه‌روز تقویت نموده است.

پیشنهادات کاربردی

- اعمال سیاست‌های تشویقی با اختصاص‌دادن درصدی از منابع درآمدی حاصل از جرائم تخلفات ساختمانی در صورت توقف تخلف و رعایت ضوابط و مقررات.
- اعمال سیاست‌های تشویقی برای اقشار آسیب‌پذیر و کم‌توان (ارائه وام و تسهیلات با بهره کم) به‌خصوص در محلات ولیعصر و فرهنگیان که میزان تخلفات ساختمانی زیاد می‌باشد.
- ایجاد و درنظرگرفتن سیاست‌ها و اقداماتی برای تأمین درآمد پایدار برای شهرداری که نیاز چندانی به منابع درآمدی حاصل از جرائم تخلفات ساختمانی نداشته باشد باتوجه‌به پتانسیل‌های محیطی شهر.
- بومی‌سازی آیین‌نامه‌ها و ضوابط ساختمانی در ظرف شرایط محیطی و مکانی.

۶: منابع

- اسکندری عین الدین، هادی، غفاری گیلانده، عطا، نظم فر، حسین، سعیدی زارنجی، سمیرا (۱۴۰۲). تحلیل فضایی تخلفات ساختمانی بر اساس کمیسیون ماده ۱۰۰ شهرداری (مطالعه موردی: شهر بستان‌آباد)، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری و منطقه‌ای، سال ۱۳، شماره ۴۹.
- پورمحمدی، محمدرضا، ظاهری، محمد (۱۳۸۵) موانع اجرایی ضوابط شهرسازی و ارائه راهکارهای مناسب در جهت جلوگیری از تخلفات ساختمانی (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز). نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، شماره ۲۴: ص ۳۴-۶۳.
- سرخیلی، الناز (۱۳۸۹)، بررسی تأثیر دگرگونی‌های فضایی شهر تهران بر بروز تخلفات ساختمانی از منظر برنامه‌ریزی شهری بررسی حوزه مرکزی و شمال شرقی شهر تهران (پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری)، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت‌مدرس، استاد راهنما: مجتبی رفیعیان، استاد مشاور: دکتر رضا بمانیان.
- سرخیلی الناز، رفیعیان مجتبی، بمانیان محمدرضا (۱۳۹۱)، بررسی انگیزه‌های تخلف احداث بنای مازاد بر تراکم ساختمانی در شهر تهران، مدیریت شهری، شماره ۳۰، صفحه ۱۶۲-۱۴۵.
- صالحی میلانی، ساسان و مریم محمدی (۱۳۸۹)، تدوین ضوابط و مقررات ساخت‌وساز در مناطق کوهپایه‌ای (مطالعه موردی: محله باغ شاطر تهران)، فصلنامه دانشگاه هنر.
- قوشچی صمدی، زیدالله (۱۳۸۸)، تحقیقات ساختمانی در نظام حقوقی ایران، ویرایش دوم، انتشارات جنگل، تهران.
- قدیمی، مریم؛ دهزاده، پروین، (۱۳۹۵)، ارزیابی الگوهای برنامه‌ریزی توسعه فضایی و نقش آنها در ایجاد و گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی، مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز.
- قابل قزله میدان، ندا (۱۳۹۹)، بررسی میزان تأثیر تخلفات ساختمانی بر سیمای شهری شهر تبریز (مطالعه موردی: محلات پرواز و دمشقیه)، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، استاد راهنما: فیروز جعفری، استاد مشاور: ایرج تیموری.
- یوسفی، سمیرا، رفیعیان، مجتبی، تقوایی، علی‌اکبر (۱۳۹۸)، تحلیل فضایی ظرفیت های اقتصادی و کالبدی مناطق سه گانه شهر قزوین بر بروز تخلفات ساختمانی، نشریه پژوهش های جغرافیایی برنامه ریزی شهری، دوره ۷، شماره۳، ص ۶۷۶-۶۵۵.
- منصور، جهانگیر (۱۳۹۲)، قوانین و مقررات مربوط به شهر و شهرداری، تهران، انتشارات نشر دیدار، چاپ ۳۱.
- Jimoh, B. A, Al-Hasan, A.Z, Imimole, W.O, and Ahmed, M.B(2018), Contravention of Development Control Measures in Auchi,Edo State, Nigeria, Applied Science Reports, 20 (1), pp: 30-34.
- Sarkheili, E., Salary, Mohammad., Safavi Sohi, Maryam (2017), Analyzing the Role of Constructional Violations in the Failure of Urban Development Plans of the Tehran Metropolis, Bagh-e Nazar,
- Zeyang Lia,b , Weixin Luana,b, Zhenchao Zhanga,b , Min Su(2020) Relationship between urban construction land expansion and population/ economic growth in Liaoning Province, China, Land Use Policy.

بررسی تأثیر توپوگرافی بر روند تغییرات سطح پوشش برف در حوضه هلمند با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور

نویسنده مسئول: احمد «مزیدی[۱]» خدیجه «رضائی[۲]»
۱- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد | mazidi@yazd.ac.ir
۲- کارشناسی‌ارشد دانشگاه یزد | khadijarezayiid@stu.yazd.ac.ir

چکیده

حوضه دریایی هلمند یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین حوضه‌های دریایی افغانستان و در برگیرنده قسمت‌های زیادی از استان‌های مرکزی و جنوب غربی است. اوصاف فیزیکی سطح زمین، چگونگی جریان، توزیع مکانی، زمانی آب و سطح پوشش برف را تعیین می‌کند. مطالعه و بررسی تغییرات سطح پوشش برف به‌عنوان یکی از منابع مهم تأمین آب، بسیار بااهمیت است. باتوجه‌به شرایط مناطق صعب‌العبور کوهستانی، امکان اندازه‌گیری دائم زمینی برای تخمین منابع برف و تشکیل پایگاه‌داده و جود ندارد. به همین دلیل، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی وضعیت توپوگرافی، مناطق برف‌گیر و ارزیابی تغییرات آن بسیار مهم و مقرون‌به‌صرفه است. در مطالعه حاضر از تصاویر ماهواره‌ای Landsat_۸ مربوط به دوره ۶ساله (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰) برای بررسی تغییرات پوشش برف از داده‌های مدل ارتفاعی رقومی (DEM) به تعداد ۴۹ قطعه کاشی DEM برای بررسی وضعیت توپوگرافی استفاده شد و اینکه در این مطالعه از سامانه Google Earth Engine استفاده شد که سامانه نوپا و بسیار کاربردی در سال‌های اخیر است. در مطالعه حاضر بیش از ۸۵۰ تصویر مربوط به پوشش برف روزانه استفاده شده که در GEE در کمترین زمان در دسترس قرار می‌گیرند. در این مطالعه علاوه بر برنامه‌نویسی و فراخوانی تصویر و استخراج مقادیر سطح پوشش برف در سامانه انجین، نرم‌افزار ArcGIS۱۰/۸ نیز در تهیه نقشه‌های توپوگرافی و خروجی‌ها استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد وضعیت توپوگرافی با میزان پوشش برف رابطه مستقیم دارد، روند تغییرات سطوح پوشش برف طی دوره زمانی ۶ساله (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰) افزایشی بوده است، به‌طوری‌که از حدود ۸۴۰ کیلومترمربع به بیشتر از ۱۶۰۰ کیلومترمربع رسیده است، شدیدترین روند افزایشی مربوط به ماه فوریه سال ۲۰۱۹ است. بیشترین عمق را در مارچ سال ۲۰۱۹ حدود ۰.۲۶۲ مترمربع دارا بود. حدود ۴۶ در صد مساحت حوضه دارای درجه شیب بیشتر از ۱۷ درجه بوده است. آب حاصل از ذوب برف در این منطقه به‌عنوان یک منبع مهم تأمین آب باید موردتوجه، حفاظت و بررسی‌های بیشتر و نیز بررسی علل در مطالعات آینده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: حوضه هلمند، عمق برف، DEM، گوگل ارث انجین، شاخص NDSI

مقدمه

مطالعات و بررسی‌های مربوط به برآورد سطح پوشش برف به‌عنوان عملیات محوری و اساسی در زمینه مدیریت منابع آب به‌ویژه در مناطق است که برف، سهم زیادی در نزولات جوی دارد (ترابی پوده و همکاران،۱۴۰۰). پوشش برف معرف میزان آب ذخیره شده است و لذا پایش مکانی و زمانی رواناب ناشی از ذوب برف از اهمیت بسیار بالایی در پیش‌بینی‌های هیدرولوژیکی و مدیریت منابع آب در این منطقه برخوردار است. جمع‌آوری اطلاعات در ارتباط با بارش و برف محدود به ایستگاه‌های هواشناسی است و تقریباً تمامی این ایستگاه‌ها در ارتفاعات پایین‌تر از ۲۰۰۰ متر مستقر هستند. این در حالی است که در ارتفاعات بالاتر بارش‌ها عمدتاً به‌صورت برف رخ می‌دهد. ازاین‌رو استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند راه‌گشا بوده و اطلاعات مفیدی در زمینه پوشش برف در حوضه‌های کوهستانی به‌ویژه در ارتفاعات فاقد ایستگاه هواشناسی در اختیار قرار دهد. از این اطلاعات در زمینه‌های همچون مدیریت منابع آب، سیستم‌های هشدار سیل، پیش‌بینی رواناب حاصل از ذوب برف استفاده کرد (حسین نظم فر و همکارش،۱۳۹۵). امروزه از تصاویر ماهواره‌ای و صفحه وب GEE برای شناخت کره زمین به طور بی‌مانندی استفاده می‌گردد،

چون این تصاویر خیلی بهتر از بررسی و نظارت‌های در شناخت پدیده‌های سطح ما را کمک نموده و هزینه‌های زمانی و مالی کمتری نیاز دارد (اولبریخت و هکندورف ، ۱۹۹۸). دریای هلمند از بزرگ‌ترین دریاهای افغانستان است که همراه با زیرشاخه‌های خود یکجا ساحت وسیعی را در جنوب غرب کشور آبیاری می‌نماید (احمدی، ۱۳۹۱). رودهای حوضه‌ای هلمند ۴۰٪ زمین‌های زراعتی افغانستان را آبیاری می-نمایند و بالقوه امکان توسعه فراوان دارد. درگذشته دره رود هلمند انبار بزرگ غله محسوب می‌شد و حوالی مربوط به آن تا قرن چهاردهم میلادی سبد بزرگ نان بوده است (عظیمی، ۱۳۹۱). ولی در حال حاضر این حوضه به دلیل تغییرات اقلیمی و خشکسالی آب این حوضه روبه‌کاهش است. برای کاهش تأثیرات منفی تغییر اقلیم، خشکسالی و جلوگیری از هدررفتن آب این حوضه نیاز به تحقیقات کاربردی است. به‌منظور بررسی تکنیک‌ها و روش‌های مختلف بررسی تأثیرات توپوگرافی بر روند تغییرات پوشش برف با استفاده از سنجش‌ازدور، مروری جامع از مطالعات مربوطه در ادامه خواهد آمد که شامل تحقیقات خارجی: جین و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله خویش که تحت عنوان کاهش پوشش برفی در شرایط آب‌وهوایی تغییریافته با کمک سنجش‌ازدور و داده‌های دما در طی بازه (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵) منطقه موردمطالعه حوضه بیس هیمالیا به این نتیجه رسیدند که بین سطح پوشش برف و میانگین تجمعی دما رابطه غیرمستقیم وجود داشته است.

هانگ و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیق خویش به این نتیجه رسیدند که تغییرات اقلیم به‌تدریج باعث افزایش دما، فصل‌های بارش برف کمتر و تغییرات بارش شده است. داخلی مربوط به: مرشدی و همکاران (۲۰۲۱) به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح پوشیده از برف شیب‌خط به میزان اندک کاهش می‌یابد.

ترابی‌پور و همکاران (۱۴۰۰) در مورد ارزیابی روند تغییرات برف در اصفهان به این نتیجه رسیدند که روند تغییرات سطوح پوشش برف طی دوره زمانی (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) کاهشی بوده است، به‌طوری‌که از حدود ۱۲۰ کیلومترمربع به کمتر از ۶۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۸ رسیده است.

محمودی و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیق خویش به این نتیجه رسیدند که در بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴ بررسی میانگین سالانه درصد پوشش سطح برف و دما طی دوره‌های مطالعاتی نشان داد که تغییرات سطح پوشش برف نسبت به دمای سطح زمین به‌صورت معکوس و به‌تدریج در حال افزایش است.

مطیعی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیق خویش تحت عنوان بررسی روند تغییرات سطح پوشش برف منطقه تخت سلیمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست در سامانه گوگل ارث انجین به این نتیجه رسیدند که سطح پوشش

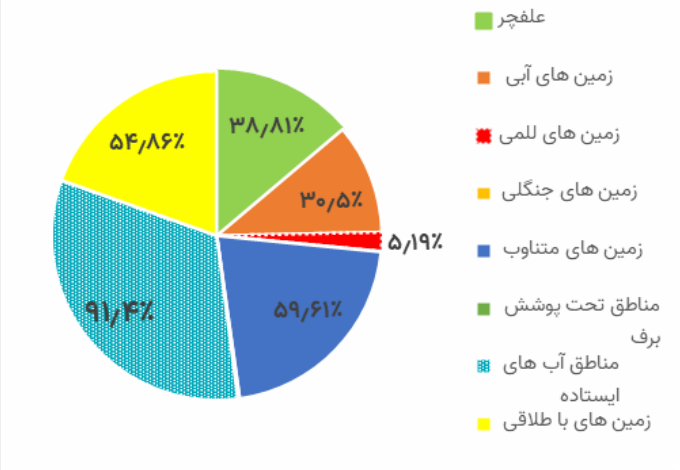
برف‌ویخ یخچال‌های تخت سلیمان در ماه خرداد از ۱۲۷ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۲۲ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۱ رسیده است.

هوشمند و همکاران (۱۴۰۱) تحت عنوان بررسی تغییرات سطح پوشش برف در ارتباط با خشکسالی در آذربایجان غربی و شرقی به این نتیجه رسیدند که میزان سطح پوشش کم شده در ده سال از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ متناسب با نرخ خشکسالی است و روند سطح پوشش برف نزولی بوده است. باتوجه‌به اینکه گوگل ارث انجین به‌عنوان سامانه‌ای نوپا و بسیار کاربردی توانسته است بسیاری از فرایندهای پردازش تصاویر ماهواره‌ای را در سال‌های اخیر آسان کند و بسیار موردتوجه و استقبال پژوهشگران در موضوعات مختلف قرار گرفته است. در پژوهش حاضر از قابلیت‌های سامانهٔ GEE و تصاویر لندست سطوح پوشش برف و عمق برف و از تصاویر DEM برای بررسی توپوگرافی حوضه هلمند افغانستان استفاده شده است.

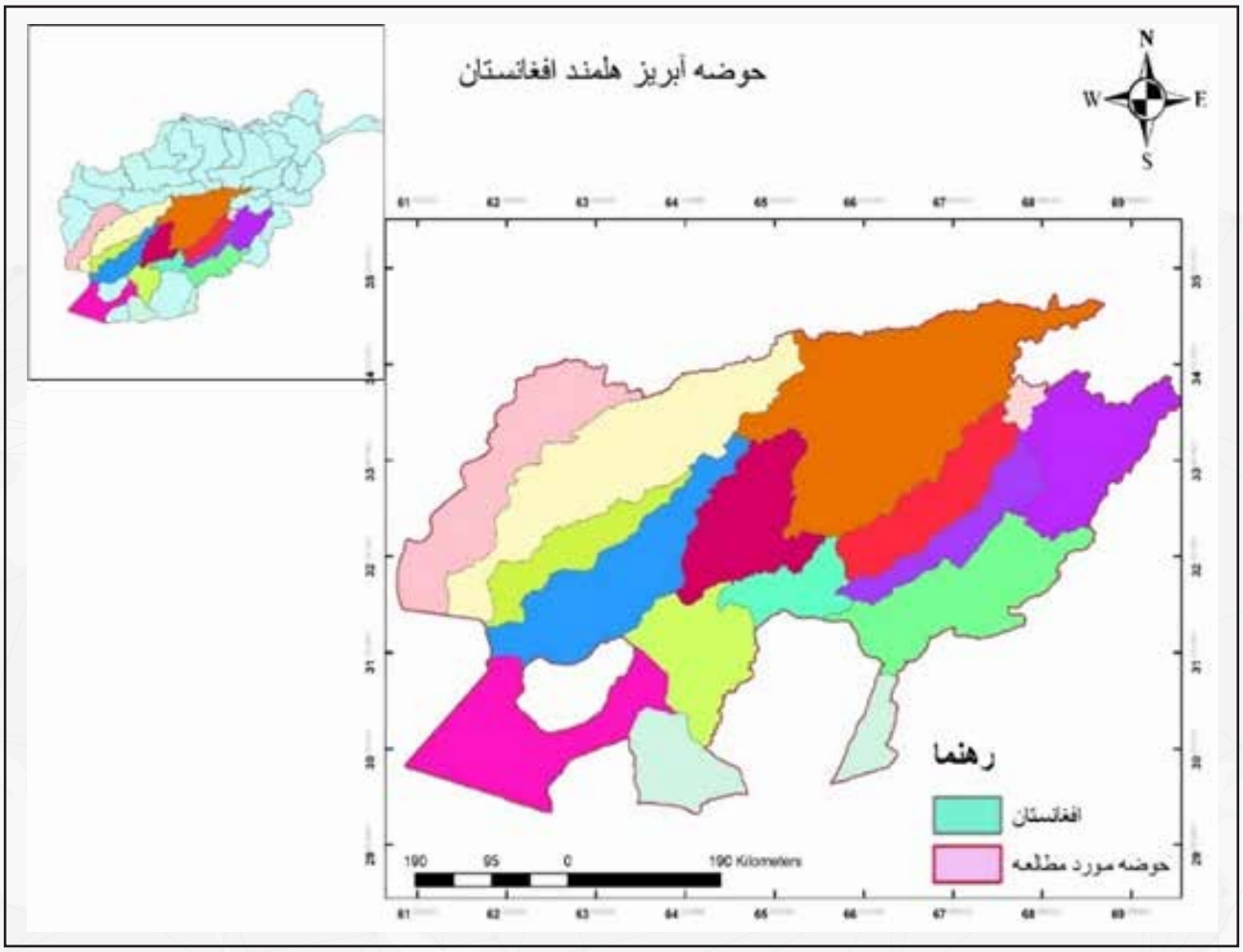
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

حوضه آبریز هلمند یکی از حوضه بزرگ آبی در کشور است که مساحت آن ۲۶۲۳۴۱ کیلومترمربع است که ۴۰ درصد مساحت مجموعی کشور را تشکیل می‌دهد. ظرفیت مجموعی سالانه آب سطحی آن ۸.۴ کیلومتر مکعب است که ۱۷ درصد ظرفیت مجموعی سالانه آبی کشور را تشکیل می‌دهد. طول دریای هلمند ۱۴۰۰ کیلومتر است که از ارتفاعات مناطق بهسود، پنجاب و دایکندی (میان دو کوتل اونی و حاجی گگ) سرچشمه می‌گیرد، نواحی کم‌ارتفاع حوضه هلمند در جنوب غرب افغانستان واقع است. در تقسیم‌بندی آب‌وهوایی، این منطقه را خشک و بیابانی می‌نامند، درکل این منطقه به‌شدت خشک دانست که در زمان‌های بسیار دور بر خلاف امروزه از آبادانی‌های فراوان برخوردار بوده است (شکل ۲). ارتفاع حداقل ۴۲۰ متر و ارتفاع حداکثر ۵۰۲۶ متر و ارتفاع متوسط سطح پوشش ۱۶۱۱ متر است. حداقل سطح پوشش برف سالیانه ۷۹۰ کیلومترمربع، حداکثر پوشش برف سالیانه ۱۶۰۰ کیلومترمربع و میانگین ۱۱۰۰ کیلومترمربع است. پوشش‌های بارز اراضی به ترتیب علف‌چر (۳۸.۸۱درصد)، زمین‌های آبی (۳۰.۵ درصد)، زمین‌های بدون آبیاری (۵.۱۹ درصد)، زمین‌های جنگلی (۰.۱۷ درصد)، زمین‌های متناوب (۵۹.۶۱ درصد)، مناطق تحت پوشش برف (۰.۵۰ درصد)، مناطق آبی (۹۱.۴ درصد) و زمین‌های باتلاقی (۵۴.۸۶ درصد) سطح حوضه هلمند را پوشانده است (شکل-۱).



شکل - ۱: پوشش اراضی حوضه دریایی هلمند



شکل-۲: نقشه منطقه موردمطالعه

مواد

در این مطالعه از سامانه گوگل ارث انجین DEM، (Google Earth Engine) و تصاویر ماهواره‌ای سنجنده لندست برای بررسی تغییرات پوشش برف، عمق برف و توپوگرافی حوضه استفاده شد که روشی جدید در علم سنجش‌ازدور است. سامانه گوگل ارث انجین (GEE)، سامانه نوپا و بسیار کاربردی برای علوم مختلف در سال‌های اخیر محسوب می‌شود که بیشترین حجم داده را در کمترین زمان در اختیار قرار می‌دهد. همچنین، برای محاسبات لازم و میانگین‌گیری مقادیر سطوح پوشش برف از Excel استفاده شد. برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی و خروجی سطوح پوشش برف از نرم‌افزار ArcGIS10.8 استفاده شد.

روش کار

۱.سامانه گوگل ارث انجین (Google Earth Engine)

تاکنون محاسبات سطح پوشش برف و موضوعاتی از این نوع و مرتبط با تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مانند ENVI انجام می‌گرفت. محاسبات و بررسی‌ها با استفاده از این نرم‌افزارها بسیار زمان‌بر بود و باید ابتدا تصحیح‌های هندسی و اتمسفری انجام می‌شد تا از درصد خطاها کاسته شود و تعداد بسیاری زیادی تصویر با حجم

زیاد، تولید و طبقه‌بندی شود. این عملیات علاوه به دربرگرفتن زمان زیاد نیاز به حافظه ذخیره‌سازی زیادی هم برای تصاویر داشت. با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین می‌توان گام بزرگی در مدیریت منابع آب و محیط آن برداشت (علی بخشی،۲۰۲۰). در این بخش از پژوهش حاضر، ابتدا شیب فایل حوضه هلمند وارد سامانه گوگل ارث انجین شد و با استفاده از کدنویسی، تصاویر ماهواره‌ای موردنیاز برای مطالعه، فراخوانی شد. برای انجام پردازش حوضه مطالعه شده از روی تصاویر Landsat معرفی شد و سپس بازه زمانی مدنظر، تعیین شده و تمام تصاویر ماهواره‌ای که در بازه زمانی معین از طریق سنجنده Landsat از پوشش برف و عمق برف حوضه هلمند افغانستان گرفته شده بود، فراخوانی شد، نکته در خور توجه اینکه در این مطالعه تصاویر روزانه مربوط به پوشش برف ماهواره لندست طی دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰، طی زمان کوتاهی و فقط با استفاده از کدنویس تحت وب، فراخوانی شد. به این معنی که دستیابی به بیش از ۸۰۰ تصویر ماهواره‌ای در کوتاه‌ترین زمان و بدون نیاز به فضای ذخیره‌سازی برای داده‌های حجیم است.

۱-۱. تصاویر ماهواره‌ای سنجنده Landsat

در سال ۱۹۷۲ بود که پروژه مشترک ناسا و ایالات متحده آمریکا باهدف پایش مناطق طبیعی و محیط‌زیست شروع شد. این تصاویر دارای تفکیک زمانی ۱۵ روزه می‌باشد. تصاویر لندست، در محدوده‌های مرئی، مادون‌قرمز و حرارتی در پیکسل سایزهای ۳۰ متری و ۱۲۰ متری تصویربرداری می‌کند و البته بعضی از سری آن (لندست ۸ و ۷) آن نیز دارای باند پانکروماتیک ۱۵ متری دارد که این خصوصیات برای مطالعه برف سنجی موردنیاز است. در مطالعات برف سنجی سال‌های گذشته با این سنجنده، نیاز به دانلود تعداد زیادی تصویر و داده‌های حجیم و تصحیح‌های و آماده‌سازی‌ها برای تحلیل بود، اما در سال‌های اخیر و باوجود قابلیت‌های فراهم‌شده در سامانه گوگل ارث انجین در کوتاه‌ترین زمان به بررسی و تحلیل تصاویر می‌توان پرداخت.

۲.مدل رقومی ارتفاع (Digital elevation Model)

مدل رقومی ارتفاع (Digital elevation Model) یا DEM مدل دیجیتال یا نمایش سه‌بعدی از زمین، است که معمولاً برای نمایش ناهمواری‌های زمین و با استفاده از داده‌های ارتفاع از سطح دریا تهیه می‌شود. DEMها نظر به کیفیت متفاوت عمل می‌کنند هرقدر که از DEM، ۹۰ متر به پایین مثلاً به DEM ، ۱۰ متر نزدیک شوند از لحاظ کیفیت به بالاترین درجه می‌رسد. همچنان طریقه دانلود این DEMها از سایت‌های متفاوت صورت می‌گیرد به طور مثال DEM، ۹۰ و ۳۰ از سایت USGS می‌توان دانلود کرد، DEM، ۱۲.۵ متر را از سایت NASA (http://vertex.daac.asf.Alaska.edu) دانلود شد. برای بررسی تحلیل توپوگرافی و ایدئولوژیکی حوضه هلمند از DEM، نقشه سیاسی، نقشه پوشش اراضی سطح زمین که برای پوشش کلی حوضه هلمند به مقدار 49 DEM قطعه کاشی استفاده گردیده که ابعاد هر کاشی DEM به‌اندازه ۱ در ۱ درجه طول و عرض داشته با فرمت Geo- TIH بوده که برای مطالعه خواص توپوگرافی و هیدرولوژی حوضه هلمند در نرم‌افزار ArcGIS۱۰/۸ استفاده شد.

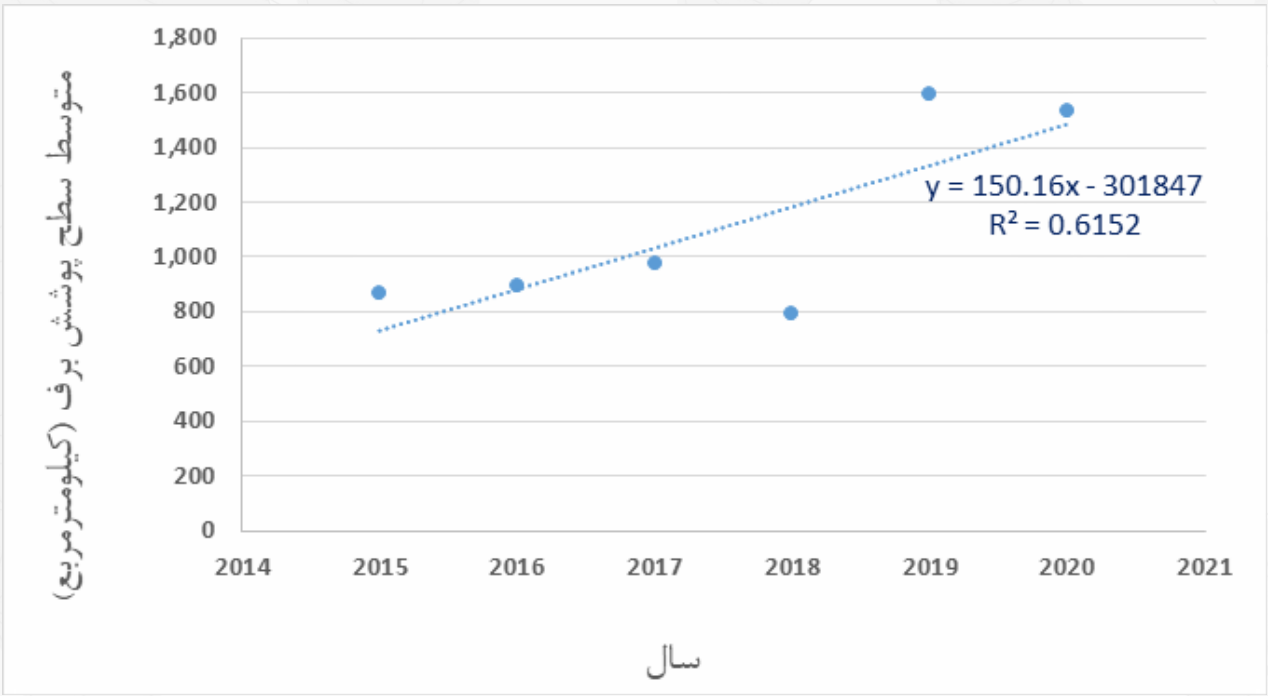
بحث و نتایج

نتایج بررسی سری زمانی روزانه سطح پوشش برف در حوضه هلمند با استفاده از سامانه GEE و سنجنده لندست در شکل-۲ سطح پوشش برف سالیانه در حوضه هلمند طی دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ بر حسب کیلومترمربع آورده شده است. این اعداد با استفاده از برنامه‌نویسی در سامانه گوگل ارث انجین و فراخوانی تصاویر و مقادیر مربوط به پوشش برف روزانه

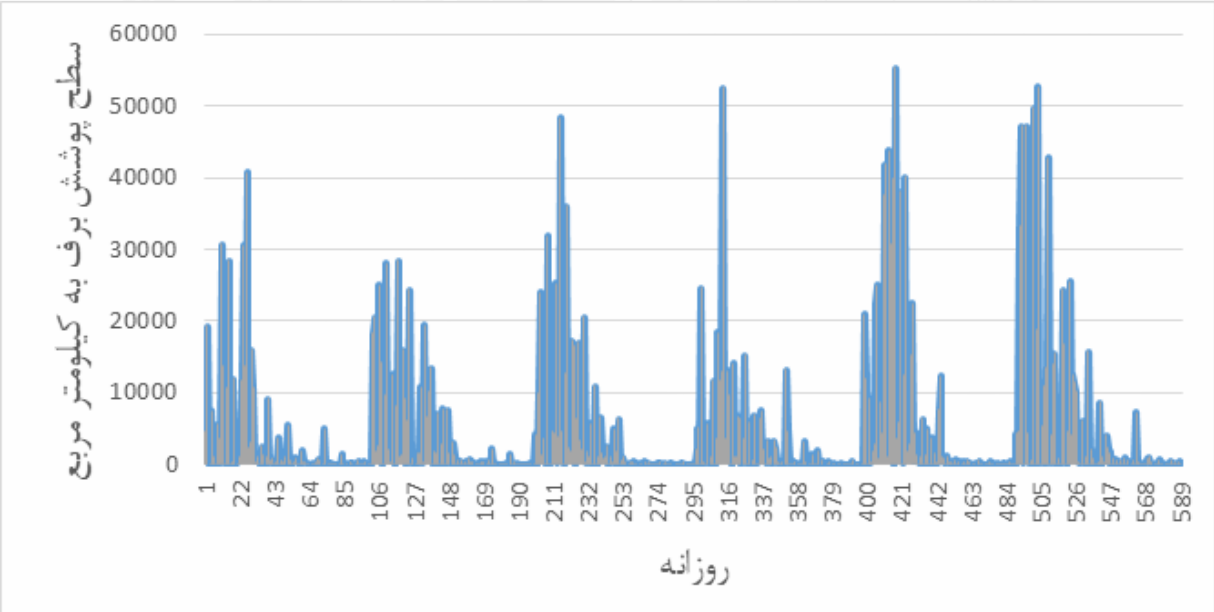
در این سامانه و سپس، انتقال مقادیر روزانه به Excel و محاسبه مقادیر سالیانه و ماهانه طی دوره ۶ساله یادشده، به‌دست‌آمده و موردبررسی قرار گرفته‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود طی ۶ سال اخیر، سطوح پوشیده از برف افزایش‌یافته است به‌طوری‌که از حدود ۸۴۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ به بیشتر از ۱۶۰۰ کیلومترمربع در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ رسیده است، بارندگی‌های زیاد سال‌های اخیر (۲۰۱۹ و ۲۰۲۰) در افغانستان باعث افزایش پوشش برف در این حوضه گردیده است که پوشش برف علی‌رغم در فصل تابستان ماه‌های جون و جولای سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ قسمت‌های حوضه بالای هلمند که در برگیرنده ساحت با ارتفاعات بالا است. در شکل - ۲ نیز این افزایش شدید سطوح پوشش برف این دوره کاملاً مشهود است.

در شکل-۳ سطوح پوشش برف روزانه در حوضه هلمند طی دوره مطالعه شده، آورده شده است. همان‌طور که گفته شد، این مقادیر روزانه از سامانه گوگل ارث انجین در کمترین زمان، فراخوانی و استخراج شده‌اند و متوسط سطح پوشش برف روزانه طی دوره ۶ساله در Excel برای حوضه هلمند محاسبه شد که معادل ۶۶۵۸ کیلومترمربع بوده و بیشترین سطح پوشش برف روزانه ۵۵۳۰۲ کیلومترمربع بوده است. بیش از ۲ هزار روز یعنی ۲ هزار تصویر و مقادیر عددی روزانه سطح پوشش برف در سامانه گوگل ارث انجین بدون نیاز به حجم زیاد و صرف زمان برای دانلود و پردازش تصاویر، فراخوانی شده است که این از مزایای بسیار مهم این سامانه برای مطالعات سنجش‌ازدور است. منشأ آب دائمی حوضه در نتیجه ذوب همین برف‌ها در فصل گرم است.

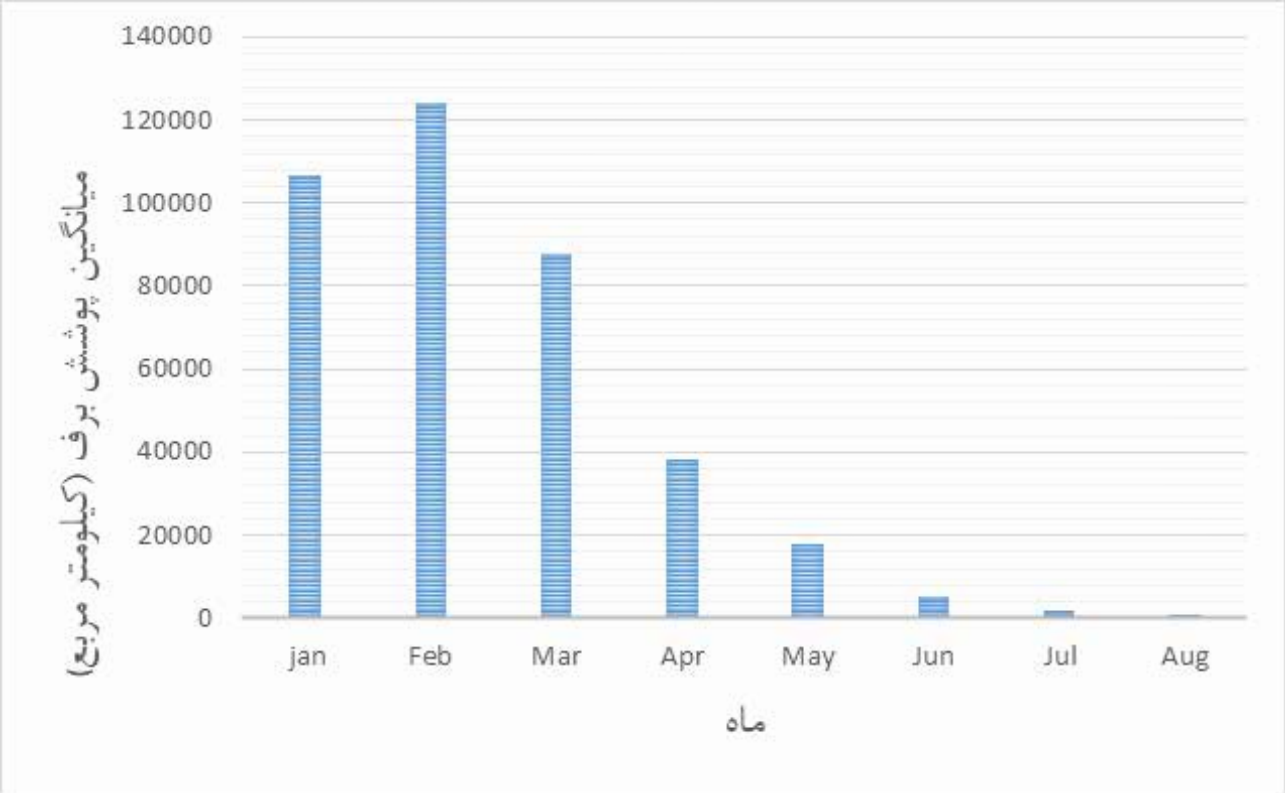
شکل-۴ سطح پوشش برف به‌صورت میانگین ماهانه طی دوره زمانی مطالعه شده در حوضه هلمند آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ماه‌های فوریه، ژانویه و مارس به ترتیب بیشترین سطوح پوشش برف را دارند که درواقع، ماه‌های فصل سرد سال هستند و به تاریخ شمسی در دی‌ماه تا فروردین‌ماه قرار دارند. ماه‌های نوامبر و آوریل و می به ترتیب دارای مقدار کمی پوشش برف هستند. در ماه‌هایی که هوا گرم است، ذوب برف‌ها صورت می‌گیرد و پوشش برف تقریباً از بین می‌رود که شامل ماه ژوئن، جولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر هستند که در نمودار شکل ۴ به‌دست‌آمده از بررسی تصاویر سنجنده لندست نیز واقعیت مشهود است.



شکل -۳: نمودار سطح پوشش برف سالیانه در حوضه هلمند از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰



شکل -۴: نمودار سطح پوشش برف روزانه در حوضه هلمند طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰



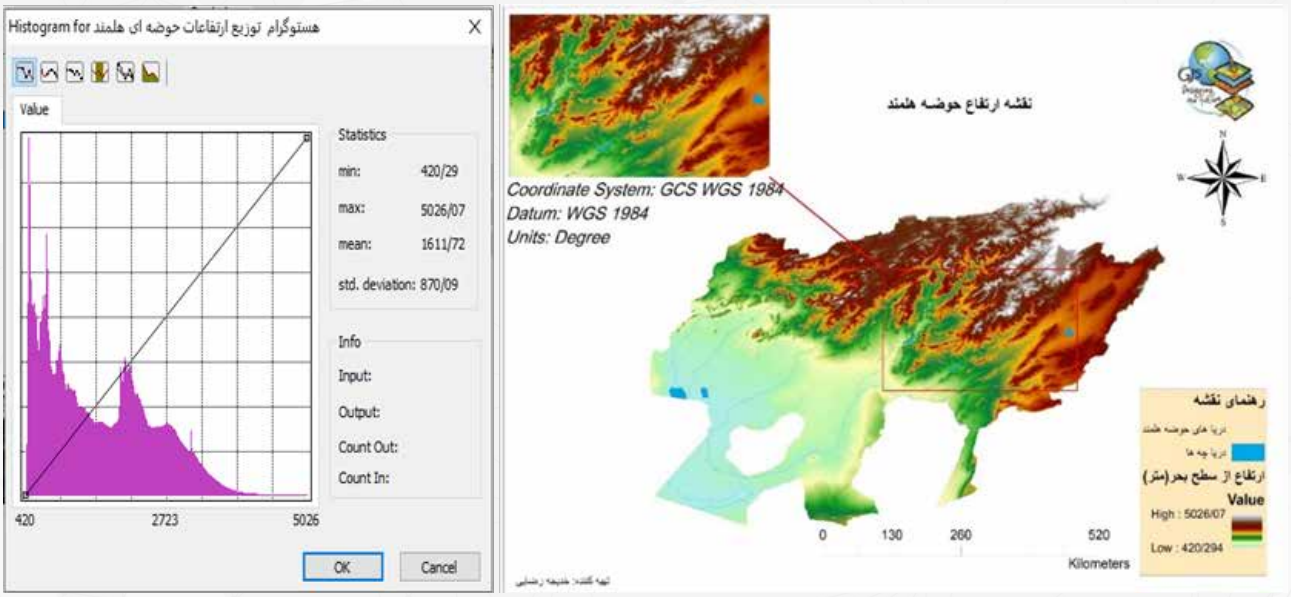
شکل - ۵: . سطح پوشش برف ماهانه در حوضه هلمند طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰

تأثیر شرایط توپوگرافی بر پوشش برف حوضه هلمند

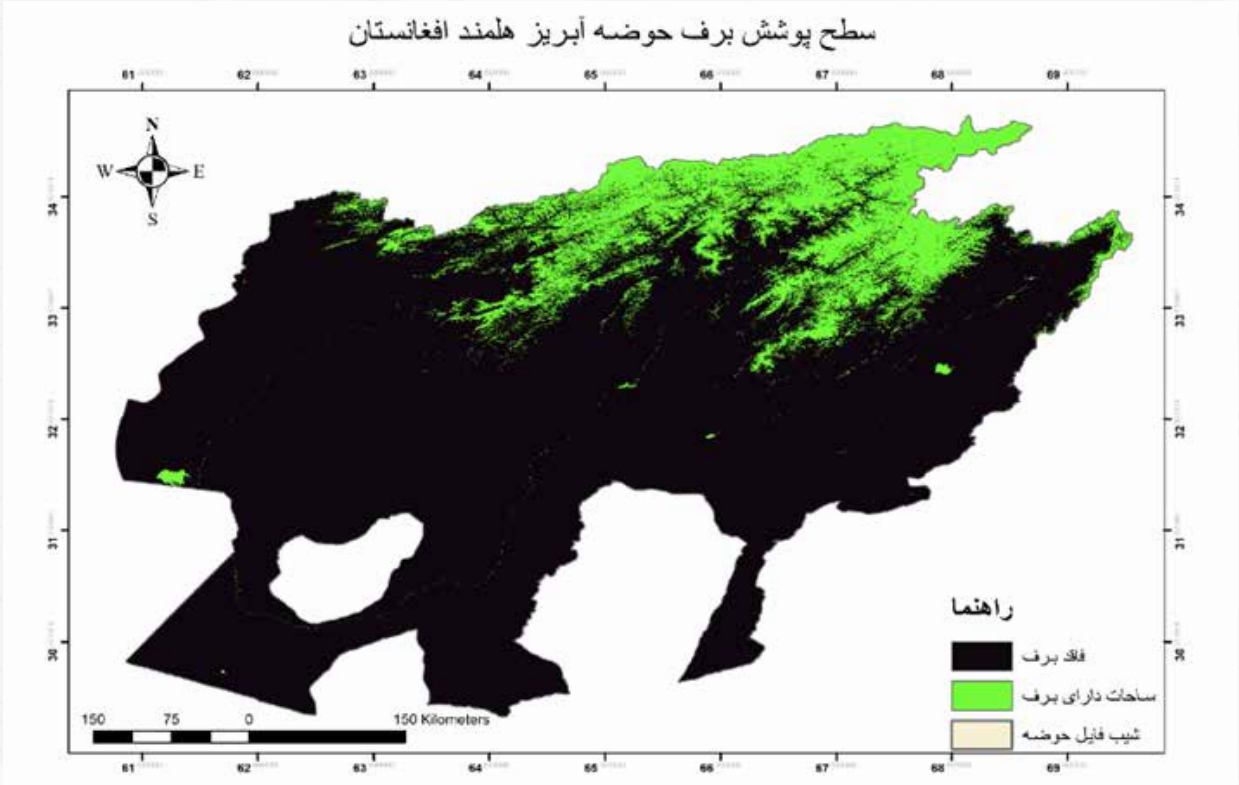
تصاویر مربوط به نقشه‌های خروجی توپوگرافی، عمق برف و پوشش برف از انجین، DEM در ArcGIS10.8 طی دوره مطالعه آورده شده است.

در شکل ۵ و ۶ تصویر ارتفاع حوضه و پوشش برف حوضه طی دور زمانی موردمطالعه (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰) آورده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود بین پوشش سطوح برف و ارتفاع حوضه رابطه مستقیم وجود دارد، ساحت‌های شمالی، شرقی حوضه که مربوط به ارتفاعات بالا است، بیشترین ارتفاعات را دارد، ارتفاع حداقل ۴۲۰ متر و ارتفاع حداکثر ۵۰۲۶ متر و ارتفاع متوسط سطح پوشش ۱۶۱۱ متر است. همچنین دارای بیشترین پوشش برف، حداقل سطح پوشش برف سالیانه ۷۹۰ کیلومترمربع، حداکثر پوشش برف سالیانه ۱۶۰۰ کیلومترمربع و میانگین ۱۱۰۰ کیلومترمربع است که از جمله حوضه هلمند بالای ۶۹.۹۹ کیلومترمربع و حوضه هلمند وسطی ۳.۱۷ کیلومترمربع است. ساحات به رنگ سبز نشان دهند پوشش برف، ساحات به رنگ سیا نشان دهند بدون پوشش برف است.

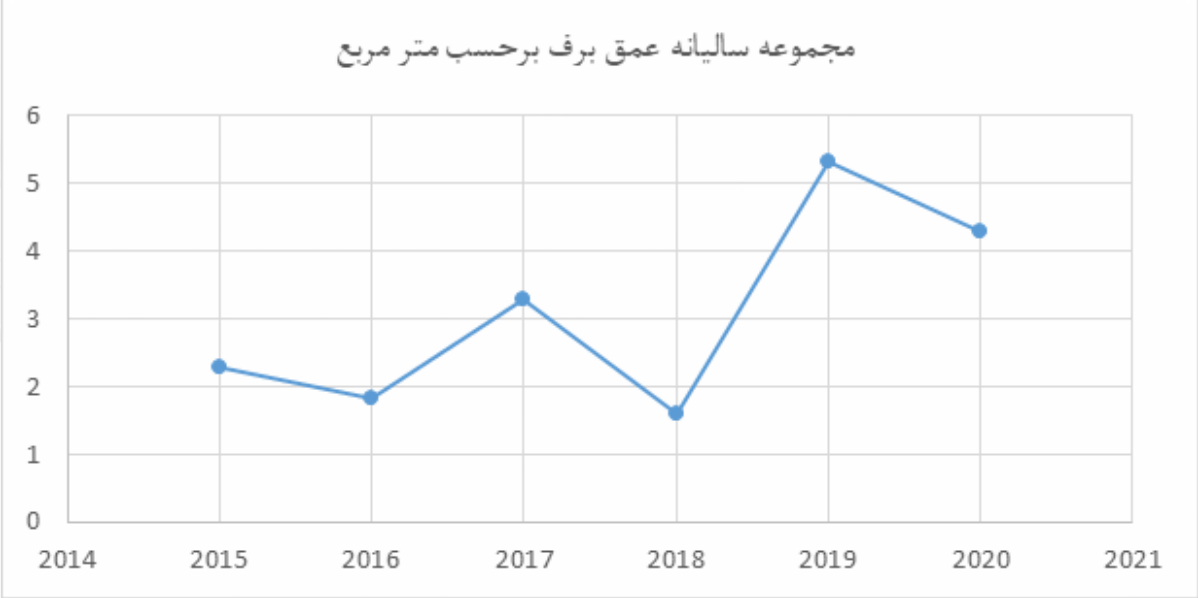


شکل–۶: نقشه توپوگرافی حوضه موردمطالعه

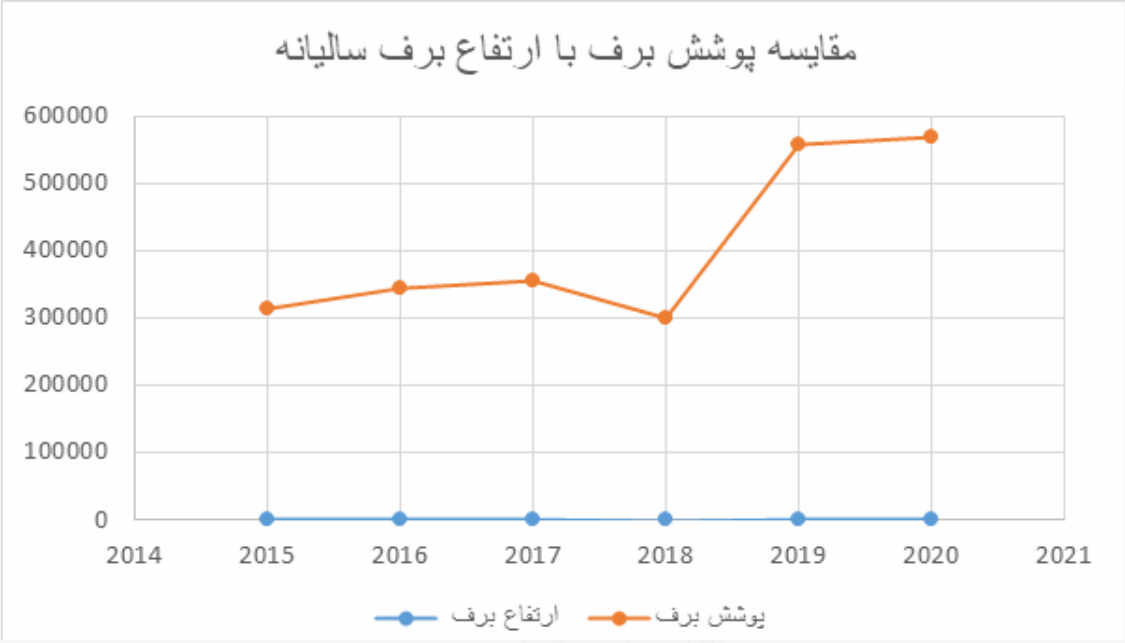


شکل –۷: نقشه پوشش برف سالیانه در حوضه هلمند از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰

در شکل ۷ مقایسه سطوح پوشش برف با ارتفاع برف سالیانه در حوضه هلمند طی دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ برحسب کیلومترمربع آورده شده است. این اعداد با استفاده از برنامه‌نویسی در سامانه گوگل ارث انجین و فراخوانی تصاویر و مقادیر مربوط به پوشش برف و ارتفاع برف در این سامانه و سپس، انتقال مقادیر روزانه به Excel و محاسبه مقادیر سالیانه طی دوره یادشده به‌دست‌آمده و موردبررسی قرار گرفته‌اند. همان‌طور که مشاهد می‌شود سطوح پوشید برف با ارتفاع حوضه رابطه مستقیم داشته است، یعنی ساحات که ارتفاع حوضه بیشتر بوده سطح پوشش برف و عمق برف نیز افزایشی است و برعکس ساحات که ارتفاع حوضه کم بوده عمق برف و سطح پوشش برف نیز کم دیده می‌شود. قرار شکل ۷ بیشترین عمق برف در حوضه موردمطالعه حداکثر عمق در سال ۲۰۱۹ حدود ۲.۶۲ مترمربع، حداقل عمق در سال ۲۰۱۸ حدود ۰/۰۰۴۹ مترمربع است.

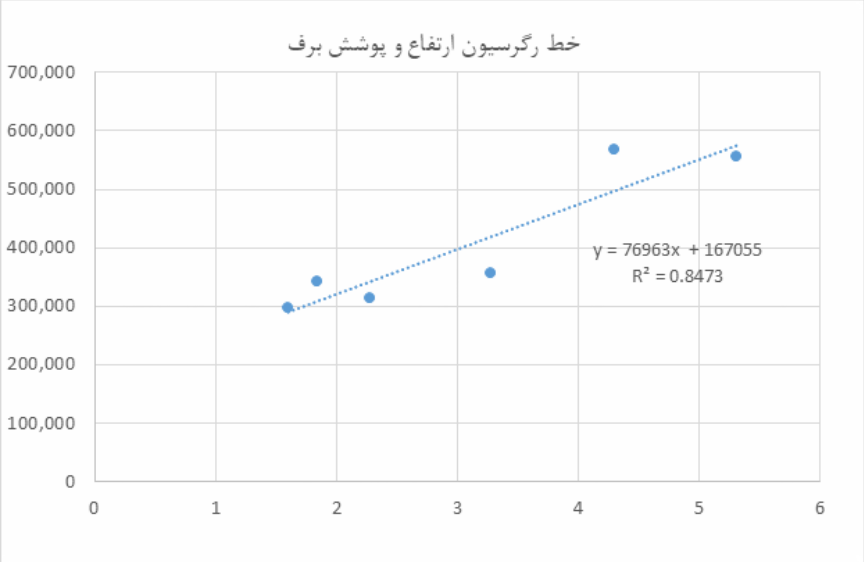


شکل-۸ الف: مقایسه بین ارتفاع (عمق) برف و سطح پوشش برف حوضه هلمند از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰



شکل–۸ ب: مجموعه عمق برف سالیانه حوزه هلمند از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰

در شکل ۸ خط رگرسیون و تأثیر ارتفاع بر پوشش برف سالیانه در حوضه هلمند طی دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ آورده شده است. با استفاده از نرم‌افزار SPSS خط رگرسیون پوشش برف و عمق برف حوضه موردمطالعه محاسبه شد که ضریب همبستگی بین پوشش برف و عمق برف ۰.۹۲ در صد بود که حدود ۰.۸۴ در صدر شرایط توپوگرافی (ارتفاع) بر سطوح پوشش برف تأثیر دارد، و سایر موارد به‌اندازه ۰.۱۶ درصد تأثیرگذار است.



شکل-۹: رگرسیون خطی پوشش برف و عمق برف از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰

نتیجه‌گیری

افغانستان کشوری کوهستانی است که دو سوم آن را کوه‌ها تشکیل داده، از جمله اساسی‌ترین مباحث طبیعی به شمار می‌رود و سرچشمه دریاهای بزرگ ورد خانه‌های کوچک شمرده می‌شود. دارای پنج حوضه آبگیر است که دریایی حوضه هلمند بزرگ‌ترین و یگانه دریایی است که داخل کشور جریان داشته و ختم می‌شود، بنا بر داشتن اورانیم اهمیت بیشتر دارد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجش‌ازدور کارایی خوبی در پایش‌های زمانی و مکانی در پهنه‌بندی توپوگرافی، عمق برف، محاسبه شاخص NDSI و سطوح پوشیده از برف در حوضه هلمند دارد که این پهنه‌بندی‌ها می‌تواند در بهره‌برداری و مدیریت منابع آب در حوضه آبریز هلمند (به طور خاص) و سایر حوضه‌ها (به طور عام) مفید باشد. باتوجه‌به تناوب زمانی و مکانی صفحه وب GEE که با پردازش خیلی سریع قابل‌دسترسی هستند و قدرت تفکیک مناسب سنجنده لندست می‌تواند میدان ساحت‌های پوشیده از برف و عمق برف را بهتر بررسی کند. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که پوشش برف، ارتفاع برف این منطقه در این بازه زمانی دارای یک‌روند افزایشی در طی ماه فوریه در باز زمانی ۶ سال است. به‌طوری‌که از مقدار ۱۵۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ به میزان ۱۶۰۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است که نشان‌دهنده۹.۳۷ درصدی وسعت این پوشش در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ بوده است. همچنین بیشترین عمق (ارتفاع) در حوضه هلمند سال ۲۰۱۹ حدود ۲.۶۲متر مربع بود، تأثیر توپوگرافی منطقه موردمطالعه ۰.۸۴ در صد بالای پوشش سطح برف نشان داد و سایر موارد ۰.۱۶ درصد اثرگذار است. پیشنهاد می‌شود پژوهشگران برای مطالعات آینده خود با سامانه گوگل ارث انجین بسیار کاردی آشنا شوند و از آن در مطالعات مختلف خود با صرفه‌جویی بسیار در وقت و هزینه بهره گیرند. بررسی‌های بیشتر درارابطه‌با افزایش سطوح پوشش برف حوضه هلمند نیز می‌تواند با روش‌های مختلف و بررسی علل در مطالعات آینده بررسی شود.

منابع و مآخذ

۱.ترابی پوده و همکاران (۱۴۰۰)، ارزیابی روند تغییرات پوشش برف با استفاده از سامانه GEE و آزمون TFPW-MK) مطالعه موردی: حوضه ماربر اصفهان). اکوهیدرولوژی ۱۹۵- دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص ۲۰۴

۲.عظیمی، محمد عظیم (۱۳۹۱)، درآمدی بر جغرافیایی اقتصادی افغانستان، خراسان – تهران.

۳.محمودی و همکاران (۱۴۰۰)، تحت عنوان ارزیابی رابطه میان دمای سطح زمین و نسبت سطح برف با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور در حوضه آبخیز کسیلیان، دوره ۸، شماره ۱، صفحه ۱ – ۱۶.

۴.مرشدی و همکاران (۱۴۰۰)، پایش و مقایسه تغییرات شاخص سطح برف با استفاده از داده‌های مادیس و لندست به‌منظور برآورد پوشش برفی در حوضه آبریز کارون شمالی.

۵.مطیعی و همکاران (۱۴۰۱)، تحت عنوان بررسی روند تغییرات سطح پوشش برق منطقه تخت سلیمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات، سال نهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۱۷۹ – ۱۹۴.

۶.نظم فرو همکاران (۱۳۹۵)، شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: حوضه آبی دهگلان). نشریه علمی ـ پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۰، شماره ۵۵، بهار ۱۳۹۵، ص ۲۷۳ – ۲۸۹.

۷.هوشمند و همکاران (۱۴۰۱)، بررسی تغییرات سطح پوشش برف در ارتباط با خشکسالی در دهه‌های اخیر با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال یازدهم، شماره ۴۳، صفحه ۲۴ – ۴۰.

8.Ahmad Shukran Sahaar. Erision Mapping and sediment yield of the Kabul River Basin, Afghanistan. Fort Collins, Colorado, Fall 2013.

9.Ali Bakhshi T, Aziz Z, Vafaeinejad A, Zanjirabad H. Investigation of water area changes in the catchment area of Shahid Abbaspour D am caused by 2019 floods using GEE. Journal of Echo Hydrology, 2020.7 (2), 345- 357. (In Persioa).

10.Arc Hydro: Arc GIS Pro Project Startup Best Practices. 380 New York street, Redland, California 92373-8100 USA 9097932853.

11.Huang et all (2017) Impact of climate and elevation on snow cover using integrated remote sensing snow products in Tibetan Plateau, Remote Sensing of Environment 190 (2017) 274–288

12.Jain et all (2011), snow cover deplation under changed climate with the help of remote sensing and tempreture data, Nat hazard, page 891 – 904.

13.Ulbricht K.A. and W.D. Heckendorff (1998). Satellite images for recognition of landscape and landaus changes. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 53 (1998)

14.Zhang H, Huang GH, Wang D (2013). Establishment of channel networks in a digital elevation model of the prairie region through hydrological correction andgeomorphological assessment. Can Water Resour J 2013,38(1)

15.http://vertx.dacc.asf.Alaska.edu/#

16.info@esri.com

17.Watershed Atles of Afghanistan Kabul. January 2004

18.www.citygis.blogfa.com

آشکارسازی کلروفیل a بر آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سری زمانی سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲)

دکتر احمد مزیدی[۱]، محمد ایوب رضائی[۲]

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد | ayoub.rezaie1376@gmail.com

۲. نویسنده مقاله، کارشناسی‌ارشد، سنجش‌ازدور دانشگاه یزد | mazidi@yazd.ac.ir

چکیده

سطح کلروفیل در آب‌های ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان یک مسئله مهم در زمینه زیست‌شناسی و اکوسیستم‌های دریایی محسوب می‌شود. تغییرات در میزان کلروفیل می‌تواند نشانگر تحولات اکوسیستمی باشد و برای انواع جانداران دریایی، تولید غذا و صنعت ماهیگیری مؤثر باشد. هدف این تحقیق آشکارسازی و تحلیل تغییرات کلروفیل a در خلیج‌فارس و دریایی عمان طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ با استفاده از تکنیک های سنجش‌ازدور بوده و از مجموعه داده MODIS MODOCGA.006 در پلت فرم گوگل‌ارث‌انجین استفاده شده است. با استفاده از الگوریتم های تثبیت شده، تکنیک های پیش پردازش و روش های تصحیح اتمسفر، تخمین های دقیقی از غلظت کلروفیل a بدست می آید. نتایج این مطالعه به درک بهتر تغییرپذیری مکانی و زمانی کلروفیل a در این مناطق ساحلی کمک می‌کند و ازاستراتیژی های مدیریت و حفاظت موثر برای منابع دریایی حمایت می‌کند. در این تحقیق به طور میانگین مقدار کلروفیل a در آب منطقه موردمطالعه محاسبه شده است که غلظت کلروفیل a از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰ به مقدار ۱۳.۱ گرم بر متر مکعب بوده در سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۱ مقدار آن ۵.۴ گرم بر متر مکعب کاهش یافته و در سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ به مقدار ۱.۲۵ گرم بر متر مکعب رسیده که روند تغییرات حالت کاهشی را نشان میدهد. روند تغییرات یک ساله کلروفیل a در خلیج فارس و دریای عمان از ماه های اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد افزایشی بوده و بعد از ماه خرداد تا ماه بهمن روند کاهشی بوده است، که این کاهش ممکن است ناشی از عواملی همچون آلودگی آب ها، تغییرات دما، تغییر در شرایط هواشناسی و یا تغییر در ترکیب شیمیایی آب باشد. باتوجه‌به فصل بهار در این ماه‌ها، افزایش فعالیت زنده‌ی دریایی، رشد گیاهان فوتوپلانکتون و افزایش غلظت کلروفیل قابل مشاهده است. با ادامه مطالعه در ماه‌های بعدی سال، تغییرات دوره‌ای در غلظت کلروفیل مشاهده شده به عواملی مانند تغییرات در جریان‌های اقیانوسی و شرایط هواشناسی برمی‌گردد.

کلمات کلیدی: میانگین کلروفیل، سامانه گوگل ارث انجین، سنجنده مودیس، خلیج‌فارس و دریای عمان

مقدمه

آب‌های حوضه خلیج‌فارس و دریای عمان، به‌عنوان یکی از سرمایه‌های بی‌نظیر زندگی در نواحی جنوب ایران، دارای اهمیت بسیار زیادی محسوب می‌شوند. این آب‌ها نقش بسیار حیاتی در حفظ تعادل زیست‌محیطی و تأمین نیازهای اقتصادی و اجتماعی دارند (کالیسای و همکاران، ۲۰۱۴). یکی از مؤلفه‌های مهم محیط‌زیست این آب‌ها، مواد مغذی و به‌خصوص کلروفیل است که در فرایند بیولوژیکی و فیزیکی این آب‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (قهرمان و همکاران، ۱۳۸۹). کلروفیل به‌عنوان یک پیگمان اصلی در فتوسنتز، فرایندی است که گیاهان و جلبک‌ها از آن بهره می‌برند تا انرژی نوری را به انرژی شیمیایی تبدیل کنند. این روند اساسی برای حفظ چرخه حیات در سرزمین، به تولید اکسیژن و منابع غذایی برای دیگر موجودات منجر می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۸۳).

در این تحقیق باهدف تحلیل کلروفیل a در آب‌های حوضه خلیج‌فارس و دریای عمان انجام شده است. این منطقه به‌عنوان یکی از مراکز تنوع زیستی جهانی شناخته می‌شود که بر اساس آن، مطالعات محیطی و زیست‌شناسی در این منطقه اهمیت فراوانی دارد. یکی از پارامترهای مهم در ارزیابی سلامت محیط‌های آبی، میزان کلروفیل است که به‌عنوان یک نشانگر اصلی فعالیت گیاهان در آب شناخته می‌شود (قرنجیک و همکاران،۱۳۸۹). اندازه‌گیری میزان کلروفیل در آب‌های خلیج‌فارس، به ما این امکان را می‌دهد که به‌دقت بیشتری از فعالیت گیاهان در این محیط زیستی آگاه شویم.

این تحقیق با بهره‌گیری از روش‌های سنجش‌ازدوری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنسورهای دقیق، امکان مانیتورینگ دقیق و مداوم از فرایندها و تغییرات در محیط آب‌ها را فراهم می‌کند، تا الگوها و تغییرات در توزیع کلروفیل را در بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲) مشخص کرده و ارتباط آن با شرایط زیست‌محیطی را بررسی نماید. در این تحقیق، هدف اصلی ما بررسی میزان کلروفیل بر آب‌های ساحلی با استفاده از سنجش‌ازدور است. از طریق بررسی مقادیر کلروفیل در آب‌های ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان، می‌توان به شناخت الگوهای فصلی، تغییرات زمانی و تأثیرات عوامل محیطی مختلف بر ترکیب و فعالیت‌های گیاهان و جلبک‌ها پرداخت.

به‌منظور بررسی تکنیک‌ها و روش‌های مختلف تشخیص کلروفیل با استفاده از سنجش‌ازدور، مروری جامع از مطالعات مربوطه در ادامه خواهد آمد که شامل تحقیقات داخلی مربوط به: خدام، نوشین و همکاران (۱۴۰۰) در موردمطالعه غلظت کلروفیل و ارتباط آن با تغییرات دما سطح دریا در خلیج‌فارس پرداخت که ایشان به این نتیجه رسیدند که کلروفیل با دما در نقاط کم‌عمق همبستگی بیشتری دارد) حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۳). در مقاله خویش به این نتیجه رسیدند که کاهش دمای آب تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش میزان کلروفیل شده است. شاپوری و همکاران (۱۳۹۵) به این نتیجه رسیدند که میزان نیترات محلول یکی از فاکتورهای مهم در محدودکردن رشد فیتوپلانگتون‌ها محسوب می‌شود. فعال زینب (۱۳۹۱) در تحقیق خویش به این نتیجه رسید که آلودگی آب‌ها باعث کاهش رشد کلروفیل در آب‌ها می‌شود.

مطالعات و تحقیقات متعددی خارجی نیز انجام شده است که شامل تحقیقات: یکی از مطالعات قابل‌توجه در این زمینه، کار انجام شده توسط اچیم پنگ[1] است که بر استخراج غلظت جلبک از داده‌های سنتینل -۲ در نزدیکی یک کارخانه نمک‌زدایی متمرکز بود. این مطالعه از تکنیک کاهش مقیاس استفاده کرد و اثربخشی سنجش‌ازدور را در تخمین غلظت کلروفیل در آب‌های ساحلی نشان داد (بومن و همکاران،۲۰۲۰). ساختار عمودی در پروفایل‌های کلروفیل و تأثیر آن بر تولید اولیه در اقیانوس منجمد شمالی را بررسی کرد که این مطالعه بر اهمیت درنظرگرفتن توزیع عمودی کلروفیل a در کاربردهای سنجش‌ازدور برای تخمین دقیق نرخ تولید اولیه تأکید کرد (سیو و همکاران، ۲۰۲۰).

[1] Achim Pang

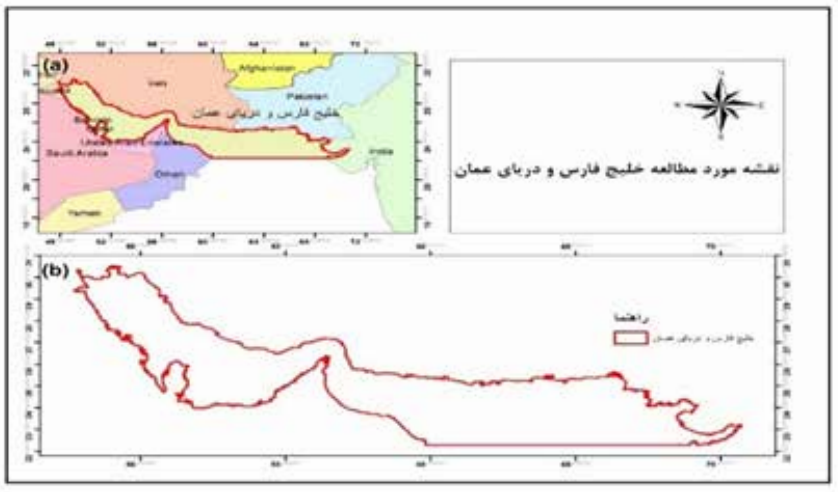
یک سیستم طبقه‌بندی نوری آب جهانی برای سنجش‌ازدور غلظت کلروفیل در مناطق کدر ساحلی ایجاد کرد. تحقیقات آنها چالش‌های مرتبط با سطوح بالای کدورت آب را برجسته کرد و یک رویکرد طبقه‌بندی را برای بهبود دقت تخمین کلروفیل پیشنهاد کرد. دنگ و همکاران (۲۰۱۷) بر روی پویایی زمانی و مکانی تولید اولیه فیتوپلانگتون در دریاچه تایهو، چین، با استفاده از داده‌های مودیس تمرکز کرد. یافته‌های آنها پتانسیل‌سنجش از دور را در پایش و ارزیابی پویایی فیتوپلانگتون و نرخ تولید اولیه در اکوسیستم‌های آب شیرین نشان داد. غلامعلی‌فاد و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خویش یک‌پایش مبتنی بر سنجش‌ازدور دمای سطح دریا و تغییرپذیری کلروفیل a را انجام داد. مطالعه آنها عوامل تأثیرگذار بر تولید اولیه خالص در منطقه را بررسی کرد و بینشی در مورد پویایی این پارامترهای کلیدی محیطی ارائه کرد. حق‌پرست و مختار زاده (۲۰۱۸) از تحلیل سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و شبکه‌های عصبی موجک برای تخمین کدورت و غلظت کلروفیل a در دریای خزر استفاده کردند. تحقیقات آنها کاربرد تکنیک‌های سنجش‌ازدور را در پایش پارامترهای کیفیت آب نشان داد. خبری و همکاران (۲۰۱۵) رابطه بین کاربری زمین و کیفیت آب رودخانه با استفاده جی‌آی‌اس و تکنیک‌های سنجش‌ازدور مطالعه نموده و آنها بر اهمیت ادغام داده‌های سنجش‌ازدور با پارامترهای کاربری زمین برای ارزیابی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آب تأکید کرد.

در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از روش‌های سنجش از دوری میزان کلروفیل a در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان و همچنین، تجزیه‌وتحلیل این تأثیرات از طریق مشاهده و بررسی داده‌های سنجش‌ازدور امکان پیش‌بینی و مدیریت بهتر این اثرات را فراهم خواهد کرد. امید است که نتایج این تحقیق به بهبود فهم ما از پویایی زیست‌محیطی آب‌های ساحلی کمک کرده و به تصمیم‌گیری‌های مؤثر در حوزه محیط‌زیست و منابع آبی مناطق ساحلی منجر شود. نتایج این بررسی می‌توانند به‌عنوان اطلاعات اساسی برای برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات محیط زیستی مؤثر در این مناطق مورداستفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

خلیج‌فارس و دریای عمان که تقریباً بین ۲۴ تا ۳۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۸ تا ۵۸ درجه طول جغرافیایی شرقی واقع شده است که مساحت خلیج‌فارس ۲۵۱۰۰۰ کیلومترمربع و مساحت دریای عمان ۱۸۱ هزار کیلومترمربع است که یکی از زیر حوضه‌های شمال غربی اقیانوس هند است که خلیج‌فارس و دریای عمان از طریق تنگه هرمز به هم وصل شده و در نهایت به آب‌های آزاد ارتباط می‌گیرد که در واقع محور ارتباط بین اروپا، آفریقا، آسیایی جنوبی است (کارپنتر و همکاران ۱۹۹۷).



شکل -۱: نقشه منطقه موردمطالعه خلیج‌فارس و دریای عمان

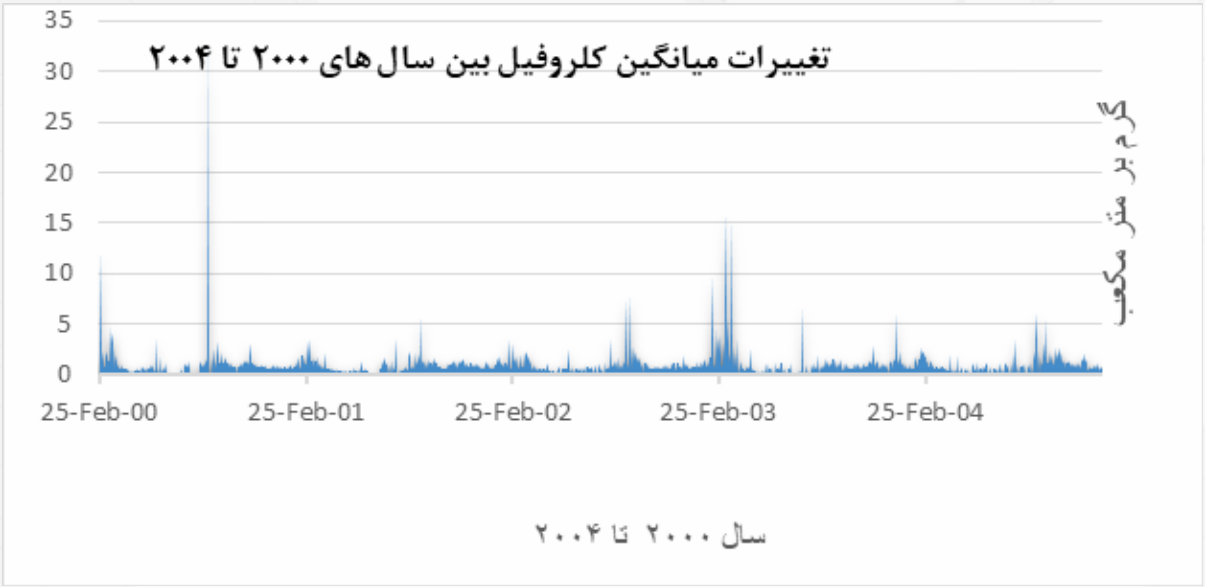
داده‌ها

داده‌های سنجنده مودیس می‌توانند برای کسب اطلاعات زیادی از جمله، دما، رطوبت جوی، پوشش ابر و خواص آن، ویژگی‌های هواویزها، دمای سطح خشکی و دریا، آتش‌سوزی‌های طبیعی و مصنوعی، توزیع عمق یخ و برف، رنگ اقیانوس، شاخص‌های گیاهی و غیره به کار روند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰). داده‌های مودیس در ۳۶ باند طیفی و در محدوده ۰.۴ تا ۱۴.۵ میکرومتر تولید می‌شوند. این سنجنده بر دو سکوی ترا و اکوا نصب شده است. بااین‌وجود، برخی تفاوت‌های فنی بین آن‌ها وجود دارد. محصولات مودیس برای ماهواره‌های ترا و آکوا به ترتیب با پسوندهای MY و MO، نام‌گذاری می‌شوند (سافچنکو و همکاران، ۲۰۰۴). سنجنده مودیس برای جاروب کردن در صفحه عمود بر صفحه حرکت ماهواره طراحی شده است. ارتفاع مدار طراحی شده ۷۰۵ کیلومتر است. هر باند طیفی از یک آرایه خطی ۱۰ عنصر برای باندهای با توان تفکیک ۱۰۰۰ متر (باندهای ۸ تا ۳۶)، آرایه ۲۰ عنصری برای باندهای با توان تفکیک ۵۰۰ متری (باند ۳ تا ۷) و آرایه ۴۰ عنصری برای باندهای با توان تفکیک ۲۵۰ متر (باند ۱ تا ۲) استفاده می‌کند (ریمار و همکاران، ۲۰۰۷). در این تحقیق از داده‌های روزانه AOD سنجنده مودیس ماهواره ترا بادقت مکانی ۴ کیلومتر استفاده شده است. شایان‌ذکر است که مبنای کار سامانه گوگل ارث انجین بوده و بر همین اساس از سامانه گوگل ارث انجین از بخش Code editor آن استفاده شده است.

بحث و نتایج

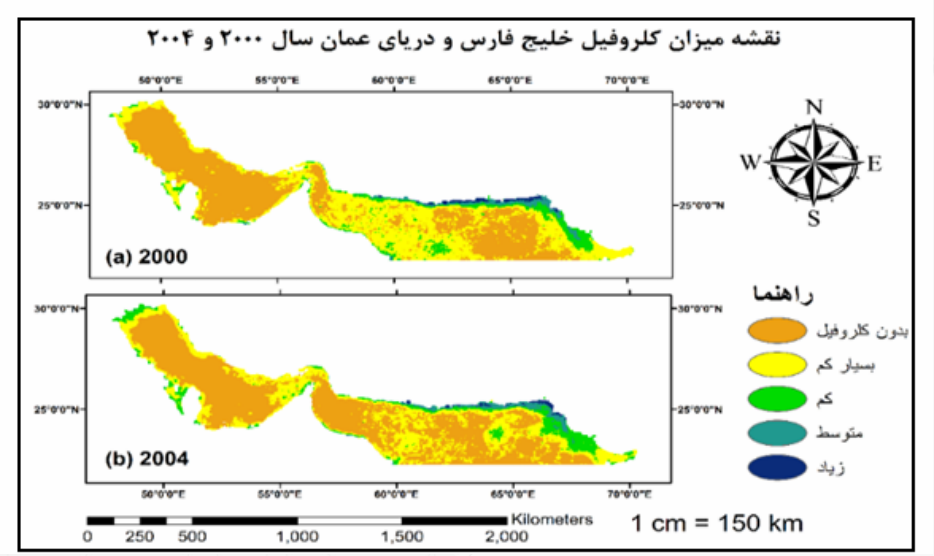
بررسی روند تغییرات میانگین کلروفیل a بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴)

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده، تغییرات متوسط کلروفیل a در خلیج‌فارس و دریای عمان در طی دوره‌ای مشخص از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، با مقادیر به ترتیب ۰.۲۶، ۰.۳۰، ۰.۳۰، ۰.۳۲، ۰.۳۴ میلی‌گرم بر مترمکعب، چشم‌اندازی از تغییرات فراوانی ارائه داده است. این نتایج آشکار می‌سازد که در برخی از سال‌ها، میانگین ماهانه این تغییرات افزایش‌یافته، درحالی‌که در دیگر سال‌ها کاهش‌یافته است. چنین وضعیت متغیری ممکن است به عوامل متعددی چون شرایط آب‌وهوایی، تغییرات زمانی، یا فعالیت‌های انسانی بستگی داشته باشد.



شکل-۲: نمودار غلظت تغییرات کلروفیل در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴

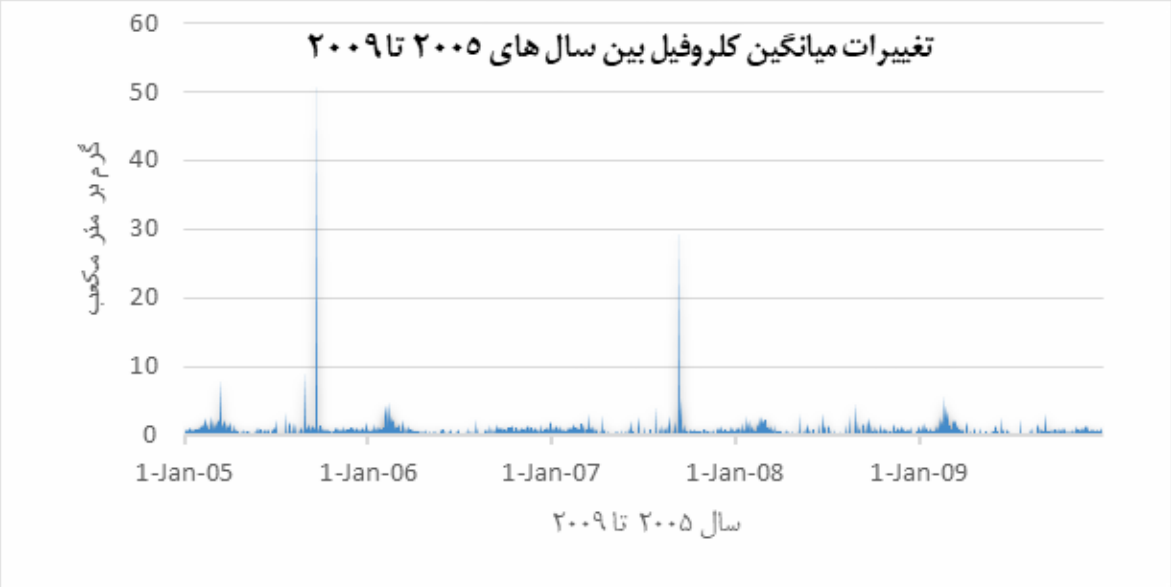
این نتایج نشان می‌دهند که عوامل گوناگونی چون تغییرات آب‌وهوا، فعالیت‌های انسانی، و شرایط محیطی متفاوت می‌توانند بر سطح کلروفیل a تأثیرگذار باشند. به‌طورکلی، روند تغییرات کلروفیل a در دوره زمانی موردبررسی، یعنی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، به‌صورت افزایشی بوده است. متوسط تغییرات نیز نشان می‌دهد که در ماه‌های بهاری و تابستانی عمدتاً افزایش و در ماه‌های پاییزی و زمستانی عمدتاً کاهش مشاهده شده است.



شکل-۳: نقشه‌های کلروفیل خلیج‌فارس و دریای عمان سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴

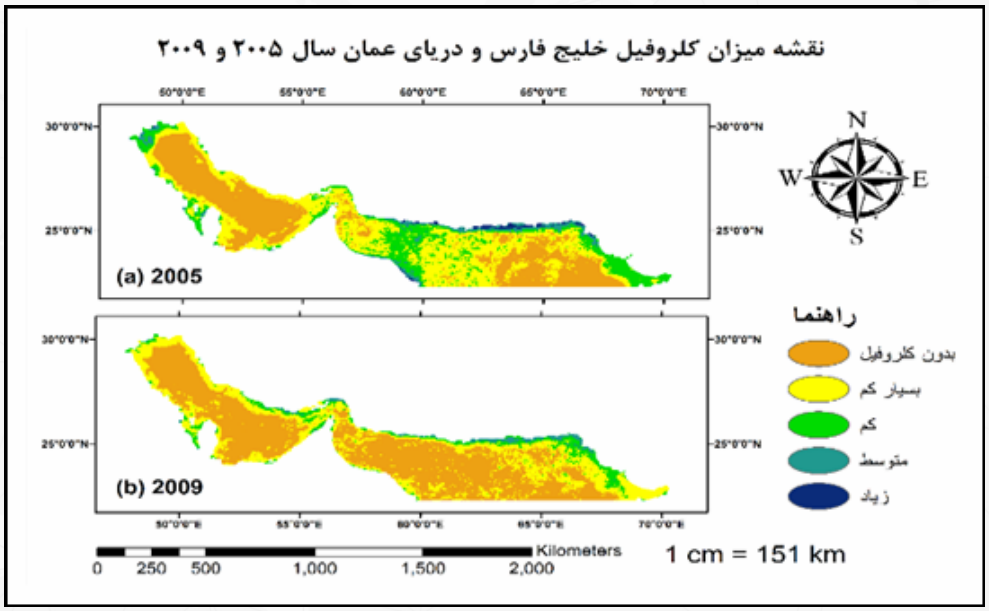
بررسی روند میانگین کلروفیل a بین سال‌های (۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹)

بر اساس محاسبات انجام‌گرفته، میانگین تغییرات سالانه کلروفیل در آب‌های دریای عمان و خلیج‌فارس موردبررسی قرار گرفته است. در دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹، به ترتیب این میانگین‌ها به ۰.۴۱، ۰.۴۳، ۰.۴۵، ۰.۴۷، و ۰.۴۹ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌رسد که به ترتیب نشانگر افزایش متوسط ماهانه کلروفیل در هر دو منطقه موردبررسی است. این افزایش‌ها به طور معمول در فصل‌های بهار و تابستان بیشتر بوده و در فصل‌های پاییز و زمستان کاهش‌یافته است.



شکل-۴: نمودار غلظت تغییرات کلروفیل در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹

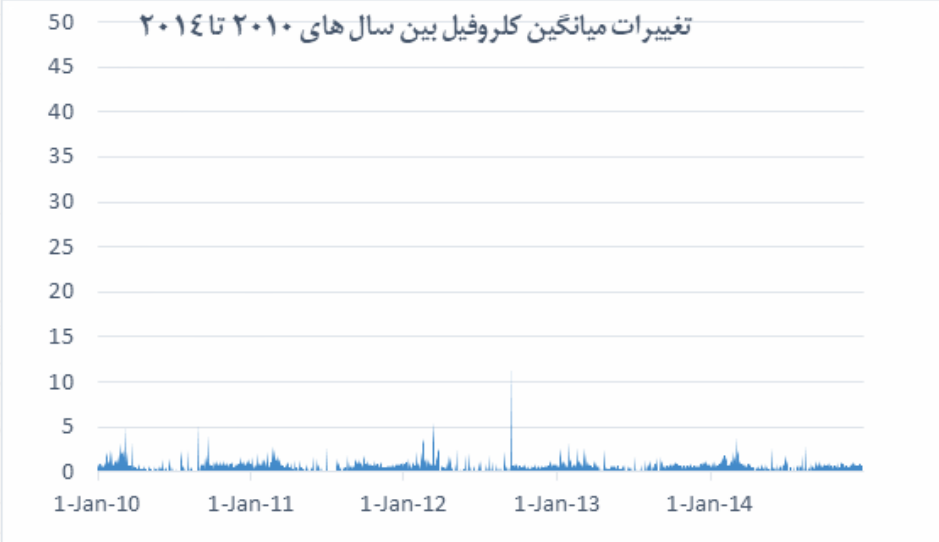
تجزیه‌وتحلیل سالانه نشان می‌دهد که بیشترین افزایش‌ها در میزان کلروفیل در سال‌های اخیر رخداده است، اما در برخی موارد نیز کاهش‌هایی نسبت به سال قبل به چشم می‌خورد که ممکن است ناشی از عوامل محیطی و آب‌وهوایی باشد. در کل، می‌توان استنباط کرد که تغییرات ماهانه و سالانه در میزان کلروفیل این مناطق، نشان‌دهنده تغییراتی است که مربوط به تنوع شرایط محیطی، فعالیت‌های انسانی و تحولات در اکوسیستم‌های زیستی است.



شکل-۵: نقشه‌های کلروفیل خلیج‌فارس و دریای عمان سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹

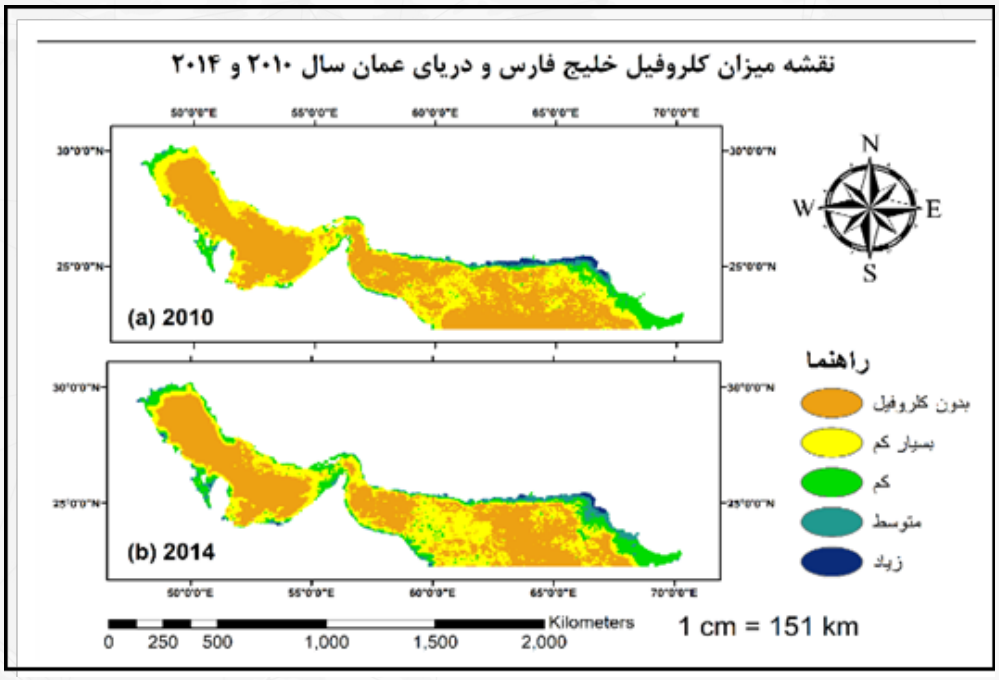
بررسی روند میانگین کلروفیل a بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴

بر پایه یافته‌های به‌دست‌آمده، روند تغییرات که در سال ۲۰۱۰ مشاهده شده، نشان می‌دهد که میانگین مقادیر کلروفیل a در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان، تقریباً به میزان ۰.۹۷ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌رسید. اما در سال ۲۰۱۱، این مقدار به ۰.۸۶ کاهش یافت، سپس در سال ۲۰۱۲ به ۰.۸۷ افزایش یافت و در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ به ترتیب به ۰.۹۰ و ۰.۹۲ رسید.



شکل-۶: نمودار غلظت تغییرات کلروفیل در بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴

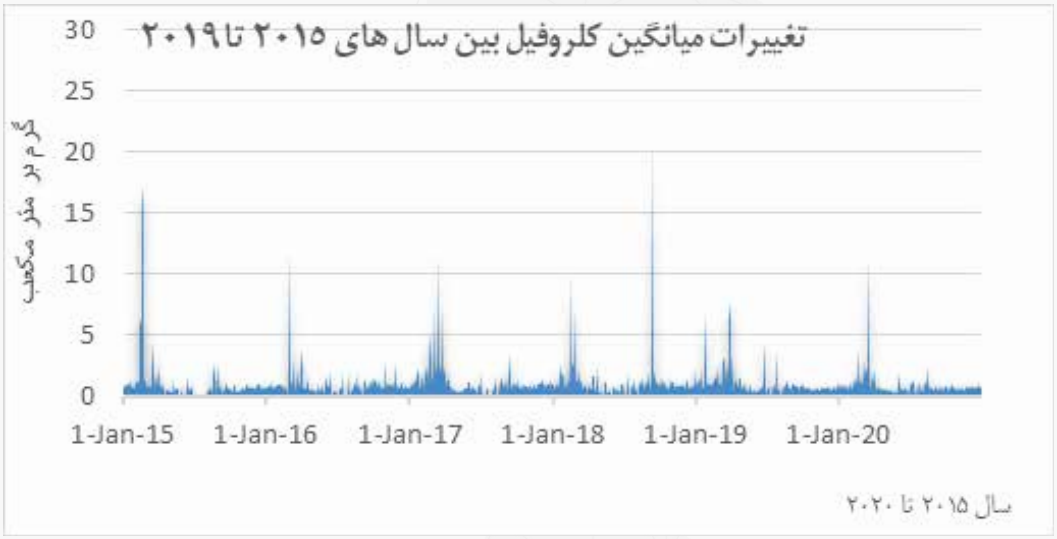
این تحلیل نشان می‌دهد که میانگین مقادیر کلروفیل آب در این دوره در حال افزایش بوده‌اند، با تغییرات کوچکی در برخی از سال‌ها. علاوه بر این، در تحلیل تغییرات ماهانه کلروفیل در منطقه موردمطالعه، مشاهده می‌شود که در فصل‌های بهار و تابستان معمولاً مقادیر کلروفیل افزایش می‌یابند، درحالی‌که در فصل‌های پاییز و زمستان معمولاً کاهش می‌یابند.



شکل-۷: نقشه‌های کلروفیل خلیج‌فارس و دریای عمان سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۴

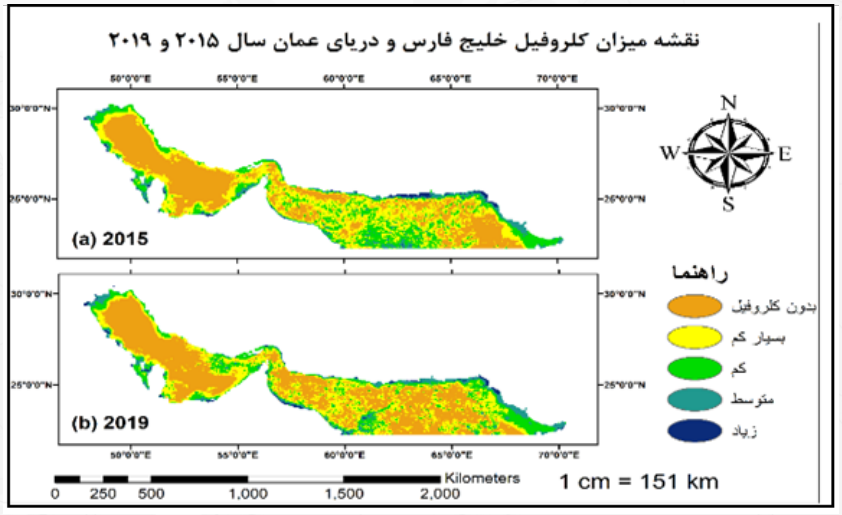
بررسی روند میانگین کلروفیل a بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹

با رویکرد به نتایج مطالعه حاضر، آشکار می‌شود که تغییرات میانگین کلروفیل a در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ در آبهای خلیج فارس و دریای عمان، یک‌روند متغیر و پویا را نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۵، این شاخص به حدود ۱/۰۳ میلی‌گرم بر متر مکعب ارتقا یافت. اما در سال بعد، این متوسط با ورود به سال ۲۰۱۶ به ۰/۸۹ میلی‌گرم بر متر مکعب کاهش یافت.



شکل-۸: نمودار غلظت تغییرات کلروفیل در بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹

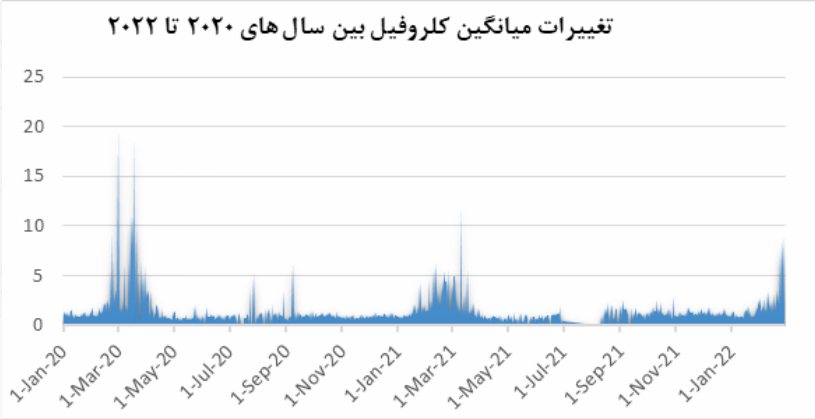
در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، مقادیر کلروفیل a افزایش قابل‌توجهی را تجربه کرده‌اند؛ به‌طوری که به ترتیب به ۱.۱۳ و ۱.۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب رسیدند. بااین‌حال، این روند افزایشی در سال ۲۰۱۹ متوقف شد و مقدار کلروفیل a با کاهش نسبت به سال‌های پیشین، به ۱.۰۰۱ میلی‌گرم بر مترمکعب افت یافت. تحلیل این داده‌ها نشان می‌دهد که تغییرات کلروفیل a در این دوره زمانی نه به‌صورت یکنواخت، بلکه با نوسانات مشخصی همراه بوده است.



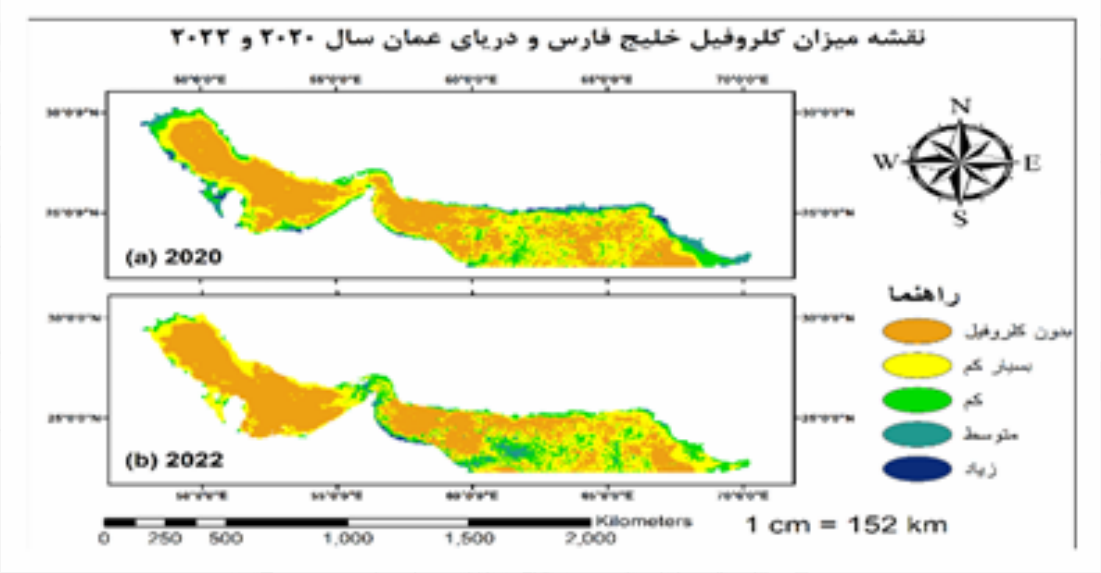
شکل-۹: نقشه‌های کلروفیل خلیج‌فارس و دریای عمان سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹

بررسی روند میانگین کلروفیل a بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، روند تغییرات مقادیر کلروفیل طی دوره زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ نشان‌دهنده یک الگوی کاهشی کلی است. به طور مشخص، در ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد سال ۲۰۲۰، افزایش مقادیر کلروفیل مشاهده شده است. مقادیر تخمینی کلروفیل در این دوره به ترتیب برابر با ۰.۸۹، ۰.۹۰۲ و ۰.۹۴۵ میلی‌گرم بر مترمکعب برای سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ گزارش شده است. این نتایج نشان می‌دهد که مقدار کلروفیل در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۹ کاهش‌یافته، اما در سال ۲۰۲۱ نسبت به سال پیش از آن افزایش‌یافته است. در سال ۲۰۲۲ نیز افزایش بیشتری در مقادیر کلروفیل نسبت به سال ۲۰۲۱ مشاهده شده است. بااین‌حال، روند کلی تغییرات کلروفیل طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ نسبت به سال‌های پیشین کاهشی بوده و این الگوی کاهش در بازه زمانی موردبررسی تداوم‌یافته است.



شکل-۱۰: نمودار غلظت تغییرات کلروفیل در بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲



شکل – ۱۱: نقشه‌های کلروفیل خلیج‌فارس و دریای عمان سال ۲۰۲۰ و ۲۰۲۲

در شکل (۱۱) شماره (a) نقشه مقدار تغییرات کلروفیل در سال ۲۰۲۰ بوده که رنگ آبی و سبز نشان‌دهنده بیشترین مقدار کلروفیل و رنگ زرد مقدار کمترین کلروفیل را نشان می‌دهد. شکل شماره (b) نقشه مقدار کلروفیل سال ۲۰۲۲ است که رنگ‌های سبز روشن نشان‌دهنده مقدار متوسط کلروفیل را در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان نشان می‌دهد. باتوجه‌به این نقشه میزان کلروفیل در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان، در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۲۲ نشان‌داده‌شده ساحات ساحلی آن مقدار بیشتر کلروفیل نسبت به نواحی داخلی منطقه موردمطالعه محاسبه شده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، میانگین غلظت کلروفیل -a در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ در منطقه خلیج‌فارس و دریای عمان، با استفاده از داده‌های میانگین ۸ روزه سنجنده MODIS ماهواره Terra و از طریق سامانه Google Earth Engine محاسبه و تحلیل شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که غلظت کلروفیل -a طی ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد روند افزایشی داشته و پس از خردادماه تا بهمن‌ماه، کاهش تدریجی را تجربه می‌کند. افزایش غلظت کلروفیل در ماه‌های بهاری، با رشد فیتوپلانکتون‌ها و افزایش فعالیت زیستی دریایی در ارتباط است.

بررسی تغییرات سالانه حاکی از آن است که میانگین غلظت کلروفیل -a طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ حدود ۰.۳۰۸ میلی‌گرم بر مترمکعب، در دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ برابر با ۰.۴۵ میلی‌گرم بر مترمکعب، در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ معادل ۰.۹۰ میلی‌گرم بر مترمکعب، و در دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ به ۱.۰۲ میلی‌گرم بر مترمکعب افزایش‌یافته است. در نهایت، میانگین این شاخص در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ به ۰.۹۱۲ میلی‌گرم بر مترمکعب کاهش‌یافته است. این کاهش در مقایسه با دوره پیشین (۲۰۱۵-۲۰۱۹) قابل‌ملاحظه بوده و نشان‌دهنده یک‌روند کاهشی در میزان کلروفیل -a طی این دوره زمانی است. به‌طورکلی، روند تغییرات ماهانه نشان می‌دهد که در ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد، میزان کلروفیل -a افزایش‌یافته، درحالی‌که از خرداد تا بهمن‌ماه کاهش تدریجی در غلظت این شاخص مشاهده می‌شود. این تغییرات فصلی احتمالاً ناشی از عوامل متعددی از جمله تغییرات دمایی، نوسانات شیمیایی آب، جریانات اقیانوسی، آلودگی

منابع آبی و شرایط هواشناسی منطقه‌ای است. بااین‌حال، برای تفسیر دقیق‌تر و جامع‌تر تغییرات مشاهده‌شده، نیاز به داده‌های تکمیلی شامل تصاویر ماهواره‌ای با وضوح مکانی بالاتر، اطلاعات زیست‌محیطی، پارامترهای اقلیمی و داده‌های دقیق‌تر در خصوص متغیرهای مؤثر محیطی احساس می‌شود.

در مجموع، نتایج این تحقیق بیانگر آن است که میانگین غلظت کلروفیل -a در طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ از ۰.۳۰۸ به ۰.۹۱۲ میلی‌گرم بر مترمکعب افزایش‌یافته است، با بیشترین میزان ثبت‌شده در دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹. این روند افزایش و سپس کاهش در سال‌های اخیر، اهمیت بررسی پیوسته تغییرات اکولوژیکی در این منطقه حساس دریایی را برجسته می‌کند.

منابع

۱. ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳)، بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس آبهای محدوده استان هرمزگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۱۱۹ صفحه.

۲. حجتی، م، ۱۳۸۸، ارزیابی کیفیت آبهای ساحلی دریای خزر با استفاده از تصاویر ، MODIS دانشگاه تهران .

۳. حسینی و همکاران (۱۳۸۳)، دستورالعمل پرورش گیاه گراسیلاریا و فرآورده‌های علف‌های دریایی در چین. (Gracilaria) انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. صفحات ۱ تا ۱۴.

۴. حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۳)، بررسی وقوع و گسترش کشند قرمز در خلیج‌فارس و دریای عمان.

۵. خدام و همکاران (۱۴۰۰)، مطالعه میانگین بلندمدت غلظت کلروفیل و ارتباط آن با دما در دریای عمان و خلیج‌فارس، نیوار دوره ۴۵، شماره ۱۱۴ – ۱۵۵.

۶. ربانی و همکاران (۱۳۹۴)، مدل تغییر تراکم کلروفیل - a با به‌کارگیری رگرسیون خطی گام‌به‌گام GLM (در آب‌های استان بوشهر) خلیج‌فارس سومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی خلیج‌فارس. تهران.

۷. شاپوری و همکاران (۱۳۹۰)، بررسی میزان توده زنده کلروفیل a در دهانه دوخانه تجن.

۸. فعال، زینب، (۱۳۹۱)، بررسی کیفی آب رودخانه بهمنشیر با استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان شاخص‌های زیستی.

۹. قهرمان و همکاران (۱۳۸۹)، گیاه‌شناسی پایه (جلد ۱)، انتشارات دانشگاه ۳۵۷ – تهران، صفحات ۳۵۸.

۱۰. قرنجیک و همکاران (۱۳۸۹)، اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان، صفحه ۱۷۰.

11. Barsanti, L. and Gualtieri, P., 2006. Algae Anatomy, Biochemistry and Biotechnology.

12. Carpenter,K,E.,Krupp,F.,Jons,D.a.,and Zajonz,U.,1977.Living Marine Resources of Kuwait,Eastern Saudi Arabia,Bahraine,Qatar aqnd the united Arabia Emarates, FAO, Rome. ISSN:1020-1155.

13. C. Le, C. Hu, J. Cannizzaro, D. English, F. Muller-Karger, and Z. Lee, “Evaluation of chlorophyll-a remote sensing algorithms for an optically complex estuary,” Remote Sens. Environ., vol. 129, pp. 75–89, Feb. 2013.

14. D. Sun, C. Hu, Z. Qiu, J. P. Cannizzaro, and B. B. Barnes, “Influence of a red band-based water classification approach on chlorophyll algorithms for optically complex estuaries,” Remote Sens. Environ., vol. 155, pp. 289–302, Dec. 2014.

15. E. J. Tebbs, J. J. Remedios, and D. M. Harper, “Remote sensing of chlorophyll-a as a measure of cyanobacterial biomass in Lake Bogoria, a hypertrophic, saline–alkaline, flamingo lake, using

Landsat ETM +," Remote Sens. Environ., vol. 135, pp. 92–106, Aug. 2013.

16. Gallisai, R., Peters, F., Volpe, G., Basart, S. and Baldasano, J.M., 2014. Saharan dust deposition may affect phytoplankton growth in the Mediterranean Sea at ecological time scales. PloS one, 9(10). Paytan, A., Mackey,

10. "OceanColor Home Page | NASA Ocean Color." [Online]. Available: http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/. [Accessed: 18-Dec-2015].

17. Gocic M, Trajkovic S. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. Global and Planetary Change. 2013; 100:172-82.

18. Gohin F, Saulquin B, Oger-Jeanneret H, Lozac'h L, Lampert L, Lefebvre A, et al. Towards a better assessment of the ecological status of coastal waters using satellite-derived chlorophyll-a concentrations. Remote Sensing of Environment. 2008;112(8):3329-40.

19. Liu D, Chen C, Gong J, Fu D. Remote sensing of chlorophyll-a concentrations of the Pearl River estuary from MODIS land bands. International Journal of Remote Sensing. 2010;31(17-18):4625-33.

20. Lebouteiller A, Herbland A. Diel variation of chlorophyll-a as evidenced from a 13-day station in the equatorial atlanticocean. Oceanologica Acta. 1982; 5(4):433-41.

21. Manasrah, R., Raheed, M. and Badran, M.I., 2006. Relationships between water temperature, nutrients and dissolved oxygen in the northern Gulf of Aqaba, Red Sea; Oceanologia, 48(2): 237–253.

22. Moradi, M. and Moradi, N., 2020.chlorophyll-a and satellite derived climatic factors in the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 161. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.111728.

19. Morel, A., 1991 .Light and marine photosynthesis: a spectral model with geochemical and climatological implications, Progress in Oceanography, 263: 263–306. DOI: 10.1016/0079-6611(91)90004-6.

23. Navarro, G. and Ruiz, J., 2006. Elements of spatial and temporal variability of plankton in the Gulf of Cádiz: an analysis based on EOF decomposition of SeaWiFS images. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 53.

24. Nikolaidis A, Georgiou GC, Hadjimitsis D, Akylas E. Filling in missing sea-surface temperature satellite data over the Eastern Mediterranean Sea using the DINEOF algorithm. Central European Journal of Geosciences. 2014;6(1):27-41.

25. Philippart CJM, van Iperen JM, Cadée GC, Zuur AF. Long-term field observations on seasonality in chlorophyll-a concentrations in a shallow coastal marine ecosystem, the Wadden Sea. Estuaries and Coasts. 2010;33(2):286-94.

26. Subbarangalah, G., 1983. Seasonal growth reproduction and spore shedding in Gracilaria corticata. J.Agardh of the Visakapatnam Coast. Proceedings of Indian National Science Academy, B49

(6)- 711-718.

27. R. A. Shuchman, G. Leshkevich, M. J. Sayers, T. H. Johengen, C. N. Brooks, and D. Pozdnyakov, “An algorithm to retrieve chlorophyll, dissolved organic carbon, and suspended minerals from Great Lakes satellite data,” J. Gt. Lakes Res., vol. 39, Supplement 1, pp. 14–33, 2013.

28. S. Dey and R. P. Singh, “Comparison of chlorophyll distributions in the northeastern Arabian Sea and southern Bay of Bengal using IRS-P4 Ocean Color Monitor data,” Remote Sens. Environ., vol. 85, no. 4, pp. 424–428, Jun. 2003.

29. S. Vazyulya, A. Khrapko, O. Kopelevich, V. Burenkov, T. Eremina, and A. Isaev, “Regional algorithms for the estimation of chlorophyll and suspended matter concentration in the Gulf of Finland from MODIS-Aqua satellite data*,” Oceanologia, vol. 56, no. 4, pp. 737–756, 2014.

30. Sirjacobs D, Alvera-Azcárate A, Barth A, Lacroix G, Park Y, Nechad B, et al. Cloud filling of ocean colour and sea surface temperature remote sensing products over the Southern North Sea by the Data Interpolating Empirical Orthogonal Functions methodology. Journal of Sea Research. 2011;65(1):114-30.

31. Solanki, H.U., Mankodi, P.C., Dwivedi, R.M. and Nayak, S.R., 2008. Satellite observations of main oceanographic processes to identify ecological associations in the Northern Arabian Sea for fishery resources exploration. Hydrobiologia, 612(1): 269. DOI: 10.1007/978-1-4020-9141-4_20.

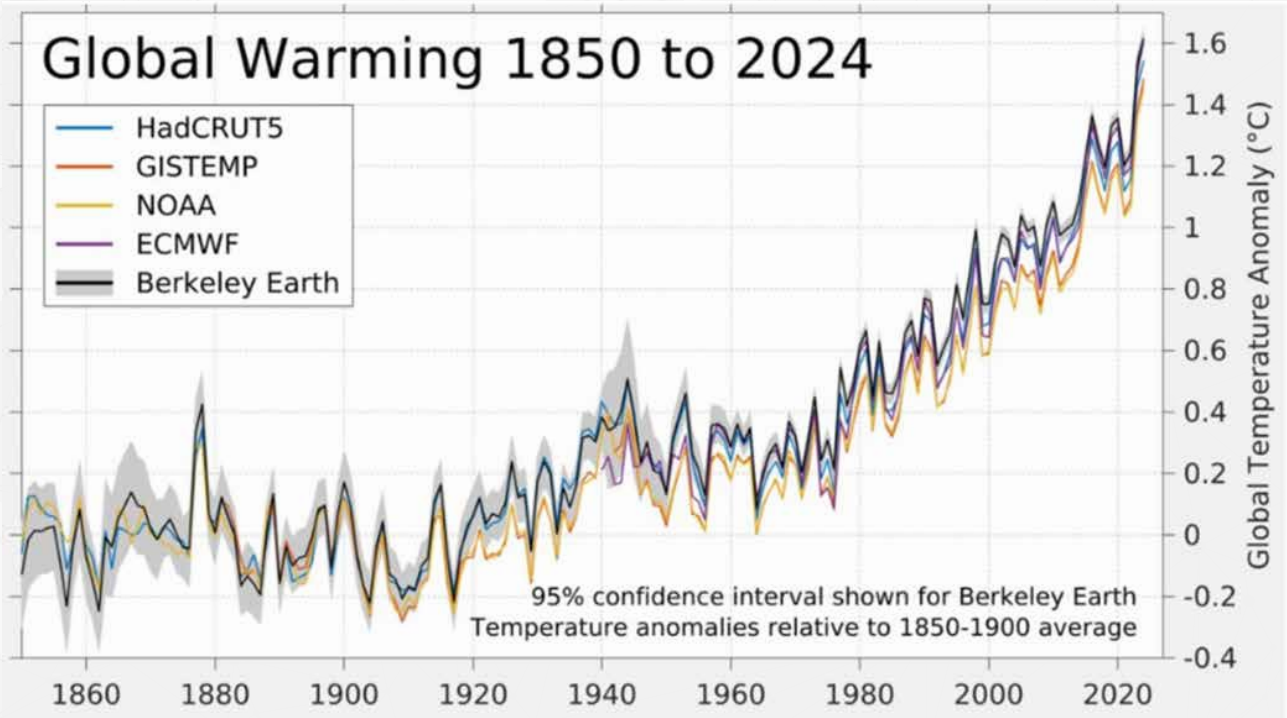
32. Volpe G, Nardelli BB, Cipollini P, Santoleri R, Robinson IS. Seasonal to interannual phytoplankton response to physical processes in the Mediterranean Sea from satellite observations. Remote Sensing of Environment. 2012; 117:223-35.

33. Zainuddin, M., 2011. Skipjack tuna in relation to sea surface temperature and chlorophyll-a concentration of Bone Bay using remotely sensed satellite data. Journal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 3(1). DOI: 10.28930/jitkt.v3i1.7837.

اخبار جغرافیایی

نویسنده مسئول: سپیده رفیع زاده | sepidehrafizadeh07@gmail.com

گرمایش جهانی: رکورد جدید دما در سال ۲۰۲۴



شکل – ۱: نمودار روند افزایش میانگین دما جهانی از ۱۸۵۰ تا ۲۰۲۴ (منبع: www.carbonbrief.org)

طبق گزارش جدید سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، دمای میانگین جهانی در سال ۲۰۲۴ به رکورد جدید ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطح پیش از صنعتی شدن رسید. این افزایش دما ناشی از انتشار بی‌سابقه گازهای گلخانه‌ای و البته پدیده ال‌نینو است که اقلیم را تحت تاثیر قرار داده است.

به گفته کارشناسان، گرمایش جهانی منجر به بروز پدیده‌های طبیعی شدیدتری نظیر طوفان‌های شدید، سیلاب‌ها و موج‌های گرما خواهد شد. در برخی کشورها، مانند هند و پاکستان، این تغییرات آب‌وهوایی سبب بروز خشکسالی‌های مکرر و تأثیرات منفی بر کشاورزی شده است.

سازمان جهانی هواشناسی نسبت به عواقب این تغییرات برای تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها هشدار می‌دهد و بر ضرورت اتخاذ اقدامات فوری برای کاهش تغییرات اقلیمی تأکید می‌کند.

منبع:

World Meteorological Organization (WMO), 2024.

بحران نشست زمین در اندونزی؛ هزاران نفر آواره شدند

شکل – ۲: زمین نشست در اندونزی (منبع: https://www.tasnimnews.com)

پدیده نشست زمین در مناطق مختلف اندونزی به یک بحران جدی تبدیل شده است. بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، زمین در حال فرونشست است و این امر باعث آواره‌شدن هزاران نفر از ساکنان محلی شده است.

کارشناسان هشدار داده‌اند که این روند می‌تواند منجر به تخریب زیرساخت‌ها و افزایش خطر وقوع سیل شود. دولت اندونزی اعلام کرده است که برنامه‌هایی برای مدیریت منابع آب و ارائه کمک به آسیب‌دیدگان در دست اجرا دارد.

منبع:

https://www.mehrnews.com

رقابت بین‌المللی بر سر منابع قطب شمال تشدید شد

شکل – ۳: حضور تحرکات نظامی در قطب شمال (منبع: https://www.irna.ir/news)

با ذوب‌شدن یخ‌های قطب شمال، رقابت بین کشورهای مختلف بر سر دسترسی به منابع طبیعی و مسیرهای تجاری این منطقه افزایش‌یافته است. در واقع تغییرات اقلیمی که منجر به عقب نشینی یخ های قطب شده می‌تواند بی ثباتی را در قطب شمال تشدید کند و منجر به منازعاتی بر روی مسیرهای تجاری- دریایی و ادعای مالکیت بر سر ذخایری که غیر قابل دسترس هستند، شود. ضمن اینکه مناقشات در زمینه حفاظت از مرز آبی کشورها، مدیریت کشتی رانی و تلاش‌هایی برای قوانین تنبیهی برای ماهیگیری غیر قانونی از جمله منازعات آینده در این ناحیه بشمار می رود. حفاظت از میدان های نفت و گاز به طور فزاینده ای به نیروهای قدرتمند دریایی و مرزبانی بستگی خواهد داشت. آنچه مسلم است. درگیری‌ها بین کشورهای منطقه قطبی روی منابع انرژی بعید به نظر نمی رسد.

روسیه، کانادا، ایالات متحده، نروژ و دانمارک، همگی ادعاهایی در این منطقه دارند و در تلاش هستند تا حضور خود را در قطب شمال تقویت کنند. این رقابت می‌تواند منجر به تنش‌های سیاسی و نظامی شود و نگرانی‌هایی را در مورد حفاظت از محیط‌زیست قطب شمال ایجاد کرده است.

منبع:

https://www.irna.ir/news

خشکسالی و کاهش بی‌سابقه سطح آب در رودخانه آمازون

شکل - ۴ : خشکسالی و کاهش سطح آب در رودخانه آمازون (منبع: ایسنا)

با تشدید خشکسالی در سراسر برزیل، سطح آب در شاخه‌های اصلی رودخانه آمازون به پایین‌ترین حد خود رسیده است. بر اساس گزارش خبرگزاری فرانسه، سطح آب رودخانه‌های آمازون به پایین‌ترین حد خود در ۱۲۰ سال گذشته رسیده است. این خشکسالی بی‌سابقه، ناشی از مجموعه‌ای از عوامل، از جمله تغییر اقلیم، قطع بی‌رویه جنگل‌ها و فعالیت‌های انسانی، نگرانی‌های جدی را برای مردم و حیات‌وحش منطقه ایجاد کرده است. این وضعیت دسترسی به منابع آب را برای ساکنان محدود کرده و بر کشاورزی، ماهیگیری و زیستگاه حیات‌وحش تأثیر منفی گذاشته است. این پدیده می‌تواند بر چرخه‌های اقلیمی منطقه و فراتر از آن تأثیر بگذارد.

منبع:
خبرگزاری فرانسه

دانشمندان دریافتند که ساکنان «جزیره ایستر» چطور از آب دریا می‌نوشیدند

شکل–۵: مجسمه‌های عظیم جزیره ایستر (منبع: https://fa.advisor.travel/poi)

نخستین اروپاییانی که به جزیره ایستر در اقیانوس آرام پا نهادند علاوه بر مجسمه‌های سنگی عظیم، از دیدن این‌که بومیان این جزیره مستقیماً از دریا آب می‌نوشند حیرت کردند.

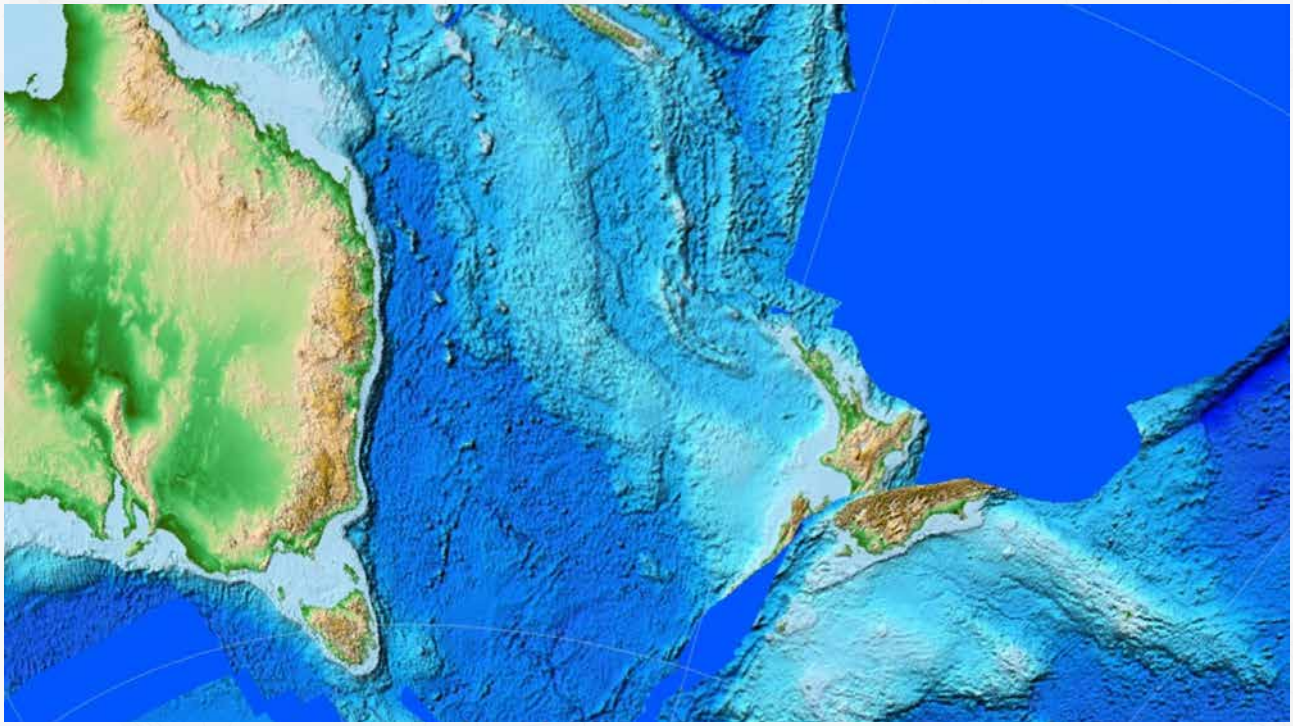
دانشمندان بعدها دریافتند که آبی که بومیان از آن می‌نوشیدند نه از دریا که از «تراوش‌گاه‌های ساحلی» می‌آید. اما اخیراً پژوهشگران دانشگاه بیرمنگام با استفاده از فناوری‌های مدرن نقشه‌ای از «تراوش‌گاه‌های ساحلی» در جزیره ایستر تهیه کرده و به یافته‌های تازه‌ای رسیده‌اند. آب بارانی که از صخره‌های متخلخل راهی سفره‌های زیرزمینی می‌شود از آنجا به‌سوی سواحل می‌رود و هنگام تراوش به بیرون بسیار کم‌نمک و شبیه آب شیرین است. محققان همچنین با به‌کارگیری تصاویر پهپادها و دوربین‌های حرارتی کشف کردند که ساکنان جزیره ایستر علاوه بر جمع‌آوری آب این تراوش‌گاه‌ها، موانعی سد مانند در دریا ساخته‌اند تا این آب شیرین با آب دریا مخلوط نشود و همچنین با حفر چاه‌هایی قنات گونه مسیر آب سفره زیرزمینی را از دریا به‌سوی جزیره بر می‌گردانده‌اند.

محققان این پروژه می‌گویند رمزگشایی از معمای تأمین آب شرب جزیره ایستر راهگشای پژوهش‌های بعدی برای آب‌رسانی به دیگر مناطق خشک زمین خواهد بود.

منبع:

https://parsi.euronews.com

کشف جدید دانشمندان؛ تکه مرموز «قاره هشتم» ۱ میلیارد سال عمر دارد



شکل – ۶: قاره زلاندیا (منبع: https://parsi.euronews.com)

تحقیقات تازه نشان داده است که قدمت قاره زلاندیا، موسوم به «قاره هشتم» به ۱ میلیارد سال پیش می‌رسد. این دوبرابر رقمی است که پیش‌تر زمین‌شناسان تخمین زده بودند. ازآنجاکه ۹۴ درصد قاره زلاندیا زیر آب قرار دارد، تشخیص سن قاره و نقشه‌برداری از آن دشوار است. دانشمندان پیش‌تر درباره اینکه آیا این زمین غرق‌شده را می‌توان قاره خواند یا نه اختلاف‌نظر داشتند.

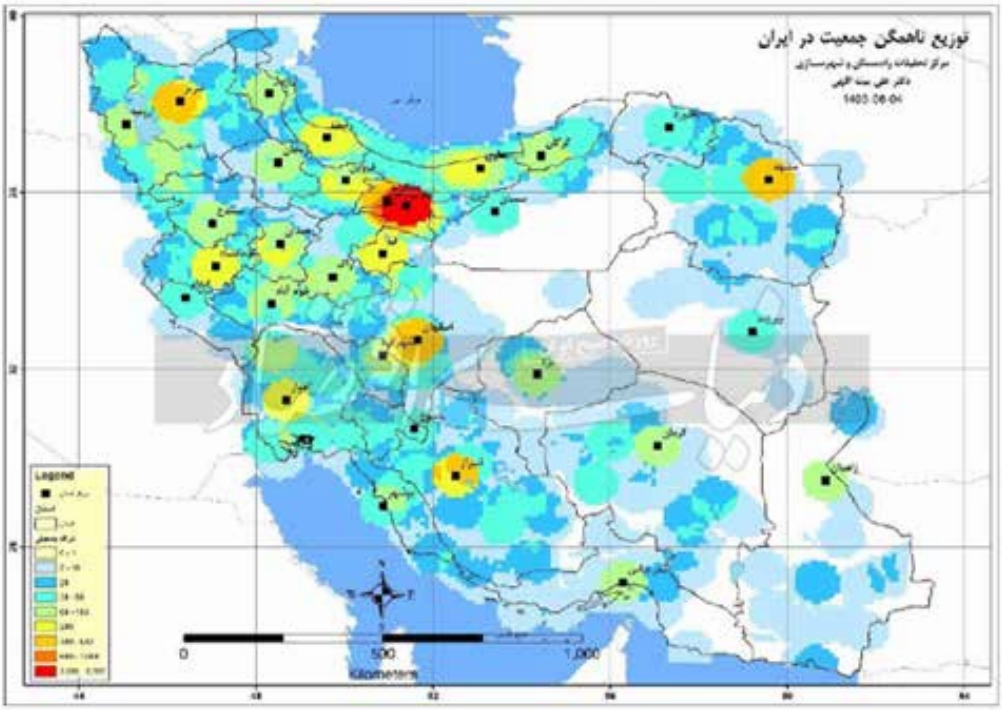
باتوجه‌به اینکه نهادی رسمی برای اعلام یک زمین به نام قاره وجود ندارد، گروهی از زمین‌شناسان می‌گویند اگر تکه زمینی مرزهای مشخصی داشته باشد، مساحتی بیش از ۱ میلیون کیلومترمربع را اشغال کرده باشد، پوسته قاره‌ای ضخیم‌تری نسبت به پوسته اقیانوسی داشته باشد می‌تواند قاره نام گیرد. بااین‌حال مشکل عدم رسمیت زلاندیا این بود که تا همین اواخر، قدیمی‌ترین پوسته و سنگی که از این تکه زمین نمونه‌برداری شده بود تنها ۵۰۰ میلیون سال قدمت داشت، درحالی‌که تمام قاره‌های دیگر دارای پوسته‌ای به قدمت ۱ میلیارد سال یا بیشتر هستند. مطالعه اخیر اما نشان می‌دهد که این تکه زمین قدمتی بسیار بیشتر از ۵۰۰ میلیون سال دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که این تکه زمین در اصل چسبیده به ابر قاره دیگری به نام رودینیا بوده که دانشمندان تخمین می‌زنند بین ۱.۳ میلیارد تا ۹۰۰ میلیون سال پیش شکل‌گرفته است و به همین دلیل تاریخ زمین‌شناسی زلاندیا بسیار زودتر از ۵۰۰ میلیون سال پیش آغاز شده است.

منبع:

https://parsi.euronews.com

تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ: چالش‌های جدید



شکل – ۷: نقشه تراکم جمعیتی مناطق شهری ایران (بر اساس آمار مرکز ایران، ۱۳۹۵) (منبع: https://donya-e-eqtesad.com)

با افزایش سریع جمعیت، تهران در حال حاضر با مشکلات عدیده‌ای در حوزه مسکن، حمل‌ونقل و ارائه خدمات عمومی روبرو شده است. طبق آخرین آمار منتشرشده، جمعیت تهران به حدود ۹ میلیون نفر رسیده است. این رشد جمعیت در کنار مهاجرت‌های داخلی و خارجی، فشار زیادی بر زیرساخت‌های شهری وارد کرده است.

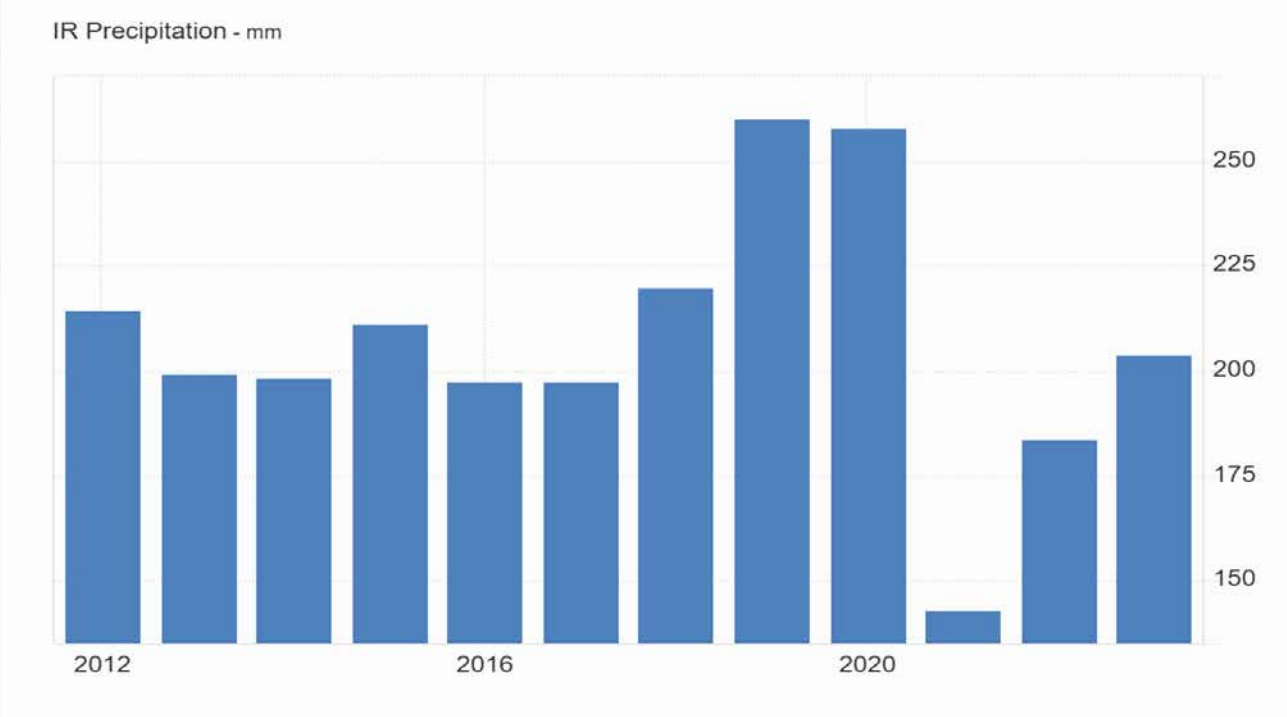
تراکم جمعیت، بارگذاری‌های غیرکارشناسانه، توسعه نامتوازن، نابرابری‌های اجتماعی، حاشیه‌نشینی، بافت‌های ناکارآمد، حضور اتباع خارجی، کمبود فضاهای آموزشی و بهداشتی و درمانی، ترافیک، آلودگی هوا، تداخل حرایم، تراکم‌فروشی و آسیب‌های اجتماعی، از جمله چالش‌های اصلی استان تهران هستند که این منطقه را با هزاران مشکل جدید دیگر روبه‌رو کرده‌اند. کارشناسان هشدار می‌دهند که عدم برنامه‌ریزی برای مقابله با این چالش‌ها می‌تواند باعث افزایش نارضایتی شهروندان و بحران‌های اجتماعی گردد.

در پاسخ به این وضعیت، مسئولان شهری اقدام به بهینه‌سازی سیستم حمل‌ونقل عمومی و توسعه مسکن اجتماعی کرده‌اند؛ اما آیا این اقدامات کافی خواهد بود؟

منبع:

Iranian Statistics Center, 2024.

تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر کشاورزی ایران



شکل – ۸: نمودار تغییرات بارش در ایران از ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۳ (منبع: https://tradingeconomics.com)

طبق گزارش جدید پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران، تغییرات اقلیمی و نوسانات شدید بارش‌ها سبب ایجاد چالش‌هایی در تولید محصولات کشاورزی شده است. طوفان‌های قوی و بارش‌های ناگهانی به همراه خشکسالی‌های متمادی، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی کشور به شمار می‌رود.

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی می‌تواند تولید محصولات زراعی کشور را تا ۳۰ درصد کاهش دهد. در صورت عدم تغییر روش‌های کشت و آبیاری، تولید گندم، ذرت و برنج به شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. همچنین افزایش دما به معنی افزایش نیاز آبی برای محصولات کشاورزی خواهد بود.

متخصصین کشاورزی بر تغییر در استراتژی‌های کشاورزی و کاهش مصرف آب در روش‌های آبیاری تأکید دارند.

منبع:

Iranian Meteorological Organization, 2024.

منطقه آزاد اینچه‌برون و توسعه تجارت

شکل – ۹: منطقه آزاد اینچه‌برون (منبع: ایرنا)

منطقه آزاد اینچه برون، واقع در استان گلستان و هم‌مرز با ترکمنستان، به عنوان یک مسیر حیاتی برای تجارت با کشورهای آسیای میانه شناخته می‌شود. این موقعیت استراتژیک، اینچه برون را به یک مرکز ترانزیتی مهم تبدیل کرده و فرصت‌های تجاری فراوانی را برای سرمایه‌گذاران ایرانی و خارجی فراهم آورده است. این منطقه پتانسیل زیادی برای رشد اقتصادی و جذب سرمایه‌گذاری داردو نقش مهمی در ارتباط ایران به بازارهای جهانی ایفا می‌کند. زیرساخت‌های در حال توسعه، از جمله راه‌آهن و جاده‌های مدرن، نویدبخش آینده‌ای روشن برای این منطقه است. در حال حاضر، تلاش‌های گسترده‌ای برای جذب سرمایه‌گذاران و گسترش روابط تجاری با ترکمنستان در حال انجام است و دولت نیز به دنبال ارائه مشوق‌های جدید برای فعالان اقتصادی در این منطقه می‌باشد. با وجود چالش‌هایی مانند نیاز به بهبود زیرساخت‌ها و قوانین دست و پاگیر، پتانسیل‌های اینچه برون بسیار بالا است و با برنامه‌ریزی دقیق می‌تواند به یک قطب اقتصادی قدرتمند در شمال کشور تبدیل شود.

منبع:

https://vista.ir

بحران خشک‌سالی دریاچه ارومیه و تلاش‌های پیچیده برای احیا

شکل – ۱۰: دریاچه ارومیه (منبع: https://fa.shafaqna.com/)

بر اساس آخرین گزارش‌های رسمی، دریاچه ارومیه همچنان با چالش جدی کم‌آبی مواجه است و سطح آب آن به‌شدت کاهش‌یافته است. این بحران، ناشی از عوامل متعددی از جمله کاهش بارندگی‌های سالانه، استفاده بی‌رویه از منابع آبی در بخش کشاورزی و تغییرات اقلیمی است. تلاش‌های انجام‌شده برای احیای دریاچه شامل انتقال آب از حوضه‌های مجاور، اجرای طرح‌های مدیریت مصرف آب و پروژه‌های بیابان‌زدایی بوده است، اما نتایج ملموسی به دست نیامده است. کارشناسان هشدار می‌دهند که اگر اقدامات فوری و کارآمدتری انجام نشود، این دریاچه به طور کامل خشک خواهد شد و این مسئله پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی جبران‌ناپذیری برای منطقه خواهد داشت. دولت و سازمان‌های مردم‌نهاد باید با همکاری یکدیگر، برنامه‌های جامع و پایدارتری را برای احیای دریاچه ارومیه تدوین و اجرا کنند.

منبع:

https://www.mehrnews.com

یادداشت دانشجویی

شهر هوشمند و فناوری‌های شهری: تحول دیجیتال در مدیریت شهری

نویسنده مسئول: فاطمه اسفندیاری | fatemehesfandiari1999@gmail.com

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت شهری، پیچیدگی‌های مدیریت منابع و خدمات، و رشد چالش‌هایی چون آلودگی، ترافیک و ناکارآمدی زیرساخت‌ها، شهرها را ناگزیر به بهره‌گیری از راه‌حل‌های فناورانه کرده است. مفهوم «شهر هوشمند» پاسخی نوین به این معضلات است که با تلفیق فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، اینترنت اشیا (IoT)، کلان‌داده‌ها و هوش مصنوعی (AI)، زمینه‌ساز تحول در شیوه اداره و زیست شهری شده است. این مقاله به بررسی جامع شهر هوشمند، فناوری‌های کلیدی، مزایا، نمونه‌های موفق جهانی، وضعیت اجرای آن در ایران، و چالش‌های موجود می‌پردازد.

مقدمه

شهرهای امروزی به واسطه گسترش بی‌سابقه جمعیت، با بحران‌هایی مواجه‌اند که روش‌های سنتی مدیریت شهری دیگر توان پاسخ‌گویی به آن‌ها را ندارند. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، به‌ویژه فناوری‌های اطلاعاتی، می‌تواند موجب ارتقای کارآمدی خدمات، صرفه‌جویی در منابع، و بهبود کیفیت زندگی شهروندان شود. شهر هوشمند به‌عنوان راهکاری جامع، در تلاش است تا با به‌کارگیری فناوری در تمامی ابعاد شهری، مدلی پایدار و انسانی از شهرنشینی ارائه دهد.

تعریف شهر هوشمند

شهر هوشمند (Smart City) به شهری گفته می‌شود که با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، داده‌های لحظه‌ای و

سیستم‌های هوشمند، تمام زیرساخت‌ها و خدمات شهری را به‌صورت یکپارچه و پایدار مدیریت می‌کند. این شهرها از فناوری برای جمع‌آوری داده‌های محیطی، تحلیل اطلاعات، تصمیم‌گیری بلادرنگ، و بهینه‌سازی عملکرد زیرساخت‌هایی مانند انرژی، حمل‌ونقل، پسماند، امنیت و مشارکت شهروندان استفاده می‌کنند.

فناوری‌های کلیدی در شهر هوشمند

۱. اینترنت اشیاء (IoT)

دستگاه‌ها، سنسورها و تجهیزات متصل به اینترنت که اطلاعاتی مانند دما، ترافیک، کیفیت هوا، میزان زباله و مصرف انرژی را به‌صورت لحظه‌ای گزارش می‌دهند.

۲. هوش مصنوعی (AI)

تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی الگوهای رفتاری و تصمیم‌گیری هوشمند در سیستم‌هایی نظیر حمل‌ونقل، انرژی، امنیت و خدمات درمانی.

۳. کلان‌داده‌ها (Big Data)

مدیریت و تحلیل حجم انبوهی از اطلاعات تولیدشده در سطح شهر برای بهینه‌سازی منابع و بهبود خدمات.

۴. شبکه‌های نسل جدید 5G(فیبر نوری)

زیرساخت‌های ارتباطی با سرعت بالا برای انتقال بی‌وقفه داده‌ها میان دستگاه‌ها، شهروندان و مراکز تصمیم‌گیری.

۵. محاسبات ابری (Cloud Computing)

بستر نگهداری و پردازش اطلاعات شهری که به انعطاف‌پذیری، مقیاس‌پذیری و کاهش هزینه‌های زیرساختی کمک می‌کند.

۶. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS)

از جمله سیستم‌های مدیریت ترافیک، سامانه‌های اطلاعات سفر، حمل‌ونقل اشتراکی، تاکسی‌های خودران و پارکینگ هوشمند.

۷. زیرساخت انرژی هوشمند (Smart Grid)

مدیریت هم‌زمان تولید، توزیع و مصرف برق باقابلیت پایش لحظه‌ای و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر.

۸. دولت الکترونیک و خدمات دیجیتال

ارائه خدمات دولتی همچون صدور مجوز، پرداخت قبوض و گزارش‌دهی شهری از طریق درگاه‌های دیجیتال برای کاهش مراجعه حضوری.

مزایای شهر هوشمند

- افزایش کارایی مدیریت شهری
- صرفه‌جویی در منابع (انرژی، آب، زمان)
- افزایش کیفیت خدمات عمومی

- کاهش آلودگی و ترافیک
- افزایش شفافیت و کاهش فساد
- افزایش امنیت و کاهش جرم
- افزایش مشارکت شهروندی

نمونه‌های موفق شهرهای هوشمند در جهان

شهر	اقدامات شاخص
سنگاپور	سامانه جامع حمل‌ونقل، خدمات دولتی دیجیتال، کنترل کیفیت هوا با حسگرهای متصل
آمستردام	اشتراک‌گذاری داده‌های باز شهری، پروژه‌های انرژی پاک، مدیریت پسماند هوشمند
بارسلونا	چراغ‌های خیابانی هوشمند، سامانه‌های آبیاری خودکار، دولت الکترونیک شهری
دبی	خدمات دیجیتال مبتنی بر بلاک‌چین، خودروهای خودران، «دولت بدون کاغذ»

وضعیت شهر هوشمند در ایران

۱. تهران

اجرای طرح «تهران هوشمند» باهدف دیجیتالی‌سازی خدمات شهری، توسعه سامانه «تهران من»، نظارت بر ترافیک، آلودگی و پروژه‌های مشارکت شهروندی.

۲. مشهد

اتوبوس‌های هوشمند، پایش تصویری، اپلیکیشن‌های اطلاع‌رسانی و برنامه‌ریزی شهری.

۳. اصفهان، شیراز، تبریز

اجرای پروژه‌های پایلوت نظیر پارکینگ هوشمند، انرژی خورشیدی، روشنایی معابر و طرح‌های داده‌محور.

چالش‌های پیاده‌سازی شهر هوشمند در ایران

- نبود زیرساخت مناسب فناوری و ارتباطی در بسیاری از شهرها
- کمبود منابع مالی و سرمایه‌گذاری خصوصی
- عدم یکپارچگی میان سازمان‌های مسئول
- ضعف در سیاست‌گذاری و چارچوب قانونی مشخص

- نگرانی‌های امنیت داده و حریم خصوصی
- نبود فرهنگ استفاده و آگاهی عمومی در میان شهروندان

نتیجه‌گیری

شهر هوشمند مفهومی استراتژیک برای آینده شهرهاست. اجرای موفق آن می‌تواند منجر به افزایش کیفیت زندگی، بهره‌وری بیشتر و توسعه پایدار شود. اما این امر نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده، همکاری بین نهادی، فرهنگ‌سازی عمومی و مشارکت فعال شهروندان است. در ایران نیز باوجود چالش‌ها، زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های لازم برای گام‌برداری به‌سوی شهرهای هوشمند وجود دارد و با برنامه‌ریزی درست می‌توان آینده‌ای فناورانه برای مدیریت شهری ترسیم کرد.

معرفی نرم‌افزارهای جغرافیا

نویسنده مسئول: سپیده رفیع زاده

۱-نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

نرم‌افزارهای GIS، ابزارهای قدرتمندی برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تجزیه‌وتحلیل، و نمایش داده‌های مکانی هستند. این نرم‌افزارها به جغرافی‌دانان کمک می‌کنند تا الگوها، روابط، و روندهای فضایی را شناسایی و تحلیل کنند.

ArcGIS

شکل ۲. شمایل نرم‌افزار ArcGIS (منبع: https://gitygostar.ir)

ArcGIS یک نرم‌افزار تجاری و جامع در حوزه‌ی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که توسط شرکت Esri توسعه یافته و از پرکاربردترین نرم‌افزارهای GIS در جهان محسوب می‌شود. این نرم‌افزار به کاربران امکان می‌دهد

داده‌های مکانی (فضایی) و توصیفی (جدولی) را وارد، ویرایش، تحلیل، مدل‌سازی، و نمایش دهند.ArcGIS دارای چندین محصول است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- ArcGIS Desktop (شاملArcMap و ArcCatalog)
- ArcGIS Pro (نسل جدید نرم‌افزار با رابط کاربری مدرن)
- ArcGIS Online و ArcGIS Enterprise (برای سرویس‌دهی تحت وب)

این نرم‌افزار از طیف وسیعی از فرمت‌های داده‌ای (KML، CAD، Raster، GeoDatabase، Shapefile و...) پشتیبانی می‌کند و ابزارهای پیشرفته‌ای برای تحلیل‌های مکانی، شبکه‌ای، زمین‌آماری (geostatistics)، سه‌بعدی‌سازی (۳D GIS) و مدل‌سازی هیدرولوژیکی دارد. همچنین از طریق ابزار ModelBuilder و زبان Python (با کتابخانه ArcPy) می‌توان فرایندها را خودکارسازی کرد. از نقاط قوت آن، مستندسازی قوی، پشتیبانی فنی، و منابع آموزشی گسترده است. البته برای استفاده از نسخه کامل آن نیاز به لایسنس (گاهی با هزینه بالا) است که ممکن است برای برخی کاربران محدودیت ایجاد کند.

قابلیت‌ها:

- **مدیریت داده‌های مکانی:** سازماندهی، ذخیره‌سازی، و ویرایش داده‌های مکانی.
- **تجزیه‌وتحلیل مکانی:** انجام تحلیل‌های فضایی مانند تحلیل همپوشانی، تحلیل مجاورت، تحلیل شبکه، و مدل‌سازی سه‌بعدی.
- **تهیه نقشه‌ها:** ایجاد نقشه‌های باکیفیت بالا با استفاده از نمادگذاری، برچسب‌گذاری، و تنظیمات ظاهری مختلف.
- **اتصال به پایگاه‌های داده:** اتصال به پایگاه‌های داده رابطه‌ای (مانند PostgreSQL، Oracle، SQL Server) برای دسترسی به داده‌ها و انجام تحلیل‌ها.
- **توسعه‌پذیری:** امکان توسعه نرم‌افزار با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی مانند Python و .NET.

کاربردها:

برنامه‌ریزی شهری، مدیریت منابع طبیعی، مدیریت بحران، تحلیل بازار، و تحقیقات علمی.

QGIS

شکل ۳. شمایل نرم‌افزار QGIS (منبع: https://www.freelogovectors.net)

QGIS یک نرم‌افزار رایگان و متن‌باز GIS است که بر روی چندین پلتفرم قابل استفاده می‌باشد و توسط یک جامعه جهانی از توسعه‌دهندگان پشتیبانی می‌شود. این نرم‌افزار از سال ۲۰۰۲ در حال توسعه است و به تدریج به رقیبی قوی برای نرم‌افزارهای تجاری مانند ArcGIS تبدیل شده است. QGIS توانایی خواندن و نوشتن انواع فرمت‌های مکانی را دارد، از جمله: GeoTIFF، KML، GeoJSON، Shapefile و PostgreSQL/PostGIS، و از بسیاری از کتابخانه‌های متن‌باز دیگر مانند SAGA GIS، GRASS GIS، GDAL و PROJ استفاده می‌کند.

به دلیل رایگان بودنQGIS در دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و همچنین در سازمان‌های دولتی و خصوصی به تدریج جایگزین نرم‌افزارهای پرهزینه می‌شود. با این حال، برای کاربرانی که به پشتیبانی رسمی نیاز دارند، ممکن است با چالش‌هایی مواجه شوند، زیرا پشتیبانی فنی این نرم‌افزار عمدتاً به صورت جامعه‌محور ارائه می‌شود.

قابلیت‌ها:

- **پشتیبانی از فرمت‌های مختلف داده:** قابلیت خواندن و نوشتن فرمت‌های مختلف داده‌های مکانی مانند GeoJSON، Shapefile، و GeoTIFF.
- **تجزیه‌وتحلیل مکانی:** انجام تحلیل‌های فضایی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف.
- **تهیه نقشه‌ها:** ایجاد نقشه‌های باکیفیت بالا با استفاده از نمادگذاری، برچسب‌گذاری، و تنظیمات ظاهری مختلف.
- **پلاگین‌ها:** امکان افزودن قابلیت‌های جدید به نرم‌افزار با استفاده از پلاگین‌های مختلف.
- **سازگاری با سیستم‌عامل‌های مختلف:** قابلیت اجرا بر روی سیستم‌عامل‌های macOS، Windows، و Linux.

کاربردها:

تحقیقات علمی، مدیریت منابع طبیعی، برنامه‌ریزی شهری، و آموزش.

GeoMedia

شکل ۴. شمایل نرم‌افزار Geo Media (منبع: https://geosystems-hellas.gr)

GeoMedia نرم‌افزار حرفه‌ای GIS متعلق به شرکت Hexagon Geospatial (زیرمجموعه‌ی سابق Intergraph) است که عمدتاً در محیط‌های سازمانی با پایگاه‌داده‌های بزرگ و پیچیده به کار می‌رود. بر خلاف بسیاری از نرم‌افزارهای GIS که داده‌ها را به محیط داخلی منتقل می‌کنند، GeoMedia رویکردی متفاوت دارد و داده‌ها را به‌طور مستقیم و بلادرنگ از پایگاه‌داده‌ها خوانده و نیازی به کپی کردن آن‌ها ندارد.

GeoMedia اگرچه به اندازه ArcGIS یا QGIS رایج نیست، ولی در برخی سازمان‌های دولتی، نظامی، یا بخش انرژی و حمل‌ونقل، به دلیل معماری مبتنی بر پایگاه‌داده و یکپارچگی بالا با سایر نرم‌افزارهای سازمانی، کاربرد گسترده‌ای دارد. این نرم‌افزار نیز تجاری و دارای هزینه‌ی لایسنس است.

قابلیت‌ها:

- **مدیریت داده‌های مکانی:** سازماندهی، ذخیره‌سازی، و ویرایش داده‌های مکانی با استفاده از پایگاه‌های داده مختلف.
- **تجزیه‌وتحلیل مکانی:** انجام تحلیل‌های فضایی پیچیده با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته.
- **تهیه نقشه‌ها:** ایجاد نقشه‌های باکیفیت بالا با استفاده از نمادگذاری، برچسب‌گذاری، و تنظیمات ظاهری مختلف.
- **یکپارچه‌سازی با سایر نرم‌افزارها:** قابلیت یکپارچه‌سازی با سایر نرم‌افزارهای Hexagon Geospatial برای انجام تحلیل‌های جامع.

کاربردها:

مدیریت زیرساخت‌ها، مدیریت منابع طبیعی، مدیریت بحران، و برنامه‌ریزی شهری.

جدول -۱: مقایسه‌ی نرم‌افزارهای ArcGIS vs QGIS vs GeoMedia

ویژگی / نرم‌افزار	ArcGIS	QGIS	GeoMedia
شرکت توسعه‌دهنده	Esri (آمریکا)	جامعه‌ی متن‌باز جهانی	Hexagon Geospatial (سابق Intergraph)
نوع نرم‌افزار	تجاری (لایسنس‌دار)	رایگان و متن‌باز	تجاری (لایسنس‌دار)
سیستم‌عامل	ویندوز، مک (محدود)، لینوکس (سرویس‌ها)	ویندوز، مک، لینوکس	عمدتاً ویندوز
رابط کاربری	حرفه‌ای، مدرن (ArcGIS Pro)	ساده‌تر ولی بسیار انعطاف‌پذیر	کلاسیک و سازمان‌محور
تحلیل مکانی	بسیار پیشرفته	پیشرفته با افزونه‌ها	پیشرفته با تمرکز بر پایگاه‌داده
پشتیبانی از Python	دارد (ArcPy)	دارد (PyQGIS)	محدودتر
نیاز به اینترنت	ندارد (غیر از نسخه آنلاین)	ندارد	خیر، ولی اتصال به پایگاه‌داده لازم است
هزینه	بالا (بر اساس ماژول و لایسنس)	رایگان	بالا (با توجه به ماژول‌ها و پشتیبانی)
مناسب برای	شرکت‌ها، سازمان‌های بزرگ، پژوهش	دانشگاه، پژوهش، سازمان‌های دولتی	سازمان‌های زیرساختی و تخصصی

۲. نرم‌افزارهای سنجش‌ازدور (Remote Sensing)

نرم‌افزارهای سنجش‌ازدور، برای پردازش و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و هوایی استفاده می‌شوند. این نرم‌افزارها به جغرافی‌دانان کمک می‌کنند تا اطلاعات مربوط به سطح زمین را از راه دور جمع‌آوری و تحلیل کنند.

ENVI

شکل ۵. شمایل نرم‌افزار ENVI (منبع: https://softwarelist.oregonstate.edu)

نرم‌افزار ENVI یکی از پیشرفته‌ترین و پرکاربردترین ابزارهای پردازش و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و هوایی است که توسط شرکت Harris Geospatial توسعه یافته است. ENVI به طور خاص برای کار با تصاویر چندطیفی و هیپراسپکترال طراحی شده و قابلیت‌های فراوانی در زمینه تصحیح رادیومتریک و هندسی، استخراج ویژگی‌ها، طبقه‌بندی تصاویر، و انجام تحلیل‌های پیشرفته مانند آنالیز طیفی و خوشه‌بندی دارد. این نرم‌افزار رابط کاربری گرافیکی ساده و در عین حال توانمندی دارد که به کاربران اجازه می‌دهد به سادگی پروژه‌های سنجش از دور خود را انجام دهند. ENVI همچنین امکان برنامه‌نویسی و خودکارسازی فرایندها را با استفاده از زبان IDL فراهم می‌کند که برای تحلیل‌های تخصصی بسیار کاربردی است. به طور کلی، ENVI گزینه‌ای ایده‌آل برای پژوهشگران و سازمان‌هایی است که به پردازش دقیق تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های طیفی نیاز دارند.

قابلیت‌ها:

- **پردازش تصاویر:** تصحیح هندسی و رادیومتری تصاویر، فیلترکردن تصاویر، و افزایش کیفیت تصاویر.
- **طبقه‌بندی تصاویر:** طبقه‌بندی تصاویر به‌منظور شناسایی و تفکیک عوارض مختلف سطح زمین.
- **استخراج اطلاعات:** استخراج اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی، کاربری اراضی، و تغییرات سطح زمین.
- **مدل‌سازی سه‌بعدی:** ایجاد مدل‌های سه‌بعدی از سطح زمین با استفاده از تصاویر استریو.

کاربردها:

مدیریت منابع طبیعی، پایش محیط‌زیست، کشاورزی دقیق، و تحقیقات علمی.

ERDAS IMAGINE

شکل ۶. شمایل نرم‌افزار ERDAS IMAGINE (منبع: https://geonity.astroshah.com.np)

ERDAS IMAGINE محصول شرکت Hexagon Geospatial است و یکی از قدیمی‌ترین و پرقدرت‌ترین نرم‌افزارها در زمینه‌ی تحلیل داده‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای محسوب می‌شود. این نرم‌افزار تمرکز ویژه‌ای بر پردازش، تحلیل و مدل‌سازی تصاویر چندطیفی، راداری و حرارتی دارد و امکانات گسترده‌ای برای اصلاح تصاویر، طبقه‌بندی خودکار، استخراج اطلاعات مکانی و تولید نقشه‌های دقیق ارائه می‌دهد. ERDAS IMAGINE به دلیل سرعت بالا و قدرت پردازش داده‌های حجیم، در پروژه‌های بزرگ ملی و بین‌المللی بسیار محبوب است. همچنین این نرم‌افزار امکان اتصال به پایگاه‌های داده جغرافیایی و کار با فرمت‌های متنوع داده را دارد. ERDAS برای کاربرانی که نیاز به ابزارهای پیشرفته سنجش از دور و قابلیت‌های یکپارچه GIS دارند، گزینه‌ای بسیار مناسب است.

قابلیت‌ها:

- **پردازش تصاویر:** تصحیح هندسی و رادیومتری تصاویر، فیلترکردن تصاویر، و افزایش کیفیت تصاویر.
- **طبقه‌بندی تصاویر:** طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم‌های مختلف.
- **استخراج اطلاعات:** استخراج اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی، کاربری اراضی، و تغییرات سطح زمین.
- **مدل‌سازی سه‌بعدی:** ایجاد مدل‌های سه‌بعدی از سطح زمین با استفاده از تصاویر استریو.

کاربردها:

مدیریت زیرساخت‌ها، مدیریت منابع طبیعی، مدیریت بحران، و تحقیقات علمی.

Google Earth Engine

شکل ۷. شمایل نرم‌افزار Google Earth Engine (منبع: https://girs.ir)

Google Earth Engine (GEE) یک پلتفرم ابری است که توسط گوگل برای تحلیل و پردازش داده‌های مکانی و تصاویر ماهواره‌ای در مقیاس وسیع طراحی شده است. بر خلاف نرم‌افزارهای سنتی که بر روی کامپیوترهای محلی نصب می‌شوند، Google Earth Engine به کاربران این امکان را می‌دهد که داده‌های بسیار بزرگ، از جمله آرشیو گسترده‌ای از تصاویر ماهواره‌ای (مانند MODIS، Sentinel، Landsat و غیره) را به صورت آنلاین و با استفاده از منابع پردازشی گوگل، به سرعت و به حجم بالا تحلیل کنند. این پلتفرم از زبان‌های برنامه‌نویسی JavaScript و Python پشتیبانی می‌کند و به محققان، سازمان‌ها و دولت‌ها این امکان را می‌دهد که بدون نیاز به سخت‌افزار قوی، پروژه‌های پیچیده‌ای در زمینه تحلیل زمانی، مدل‌سازی تغییرات محیطی و پایش منابع طبیعی انجام دهند. Google Earth Engine به طور گسترده در پژوهش‌های محیط زیستی، کشاورزی دقیق، تغییرات اقلیمی و مدیریت بحران مورد استفاده قرار می‌گیرد و به دلیل رایگان بودن برای بسیاری از کاربران پژوهشی و آموزشی، محبوبیت زیادی دارد.

قابلیت‌ها:

- **دسترسی به داده‌های سنجش‌ازدور:** دسترسی به آرشیو بزرگی از تصاویر ماهواره‌ای و هوایی.
- **پردازش تصاویر:** پردازش تصاویر با استفاده از الگوریتم‌های مختلف.
- **تجزیه‌وتحلیل داده‌ها:** انجام تحلیل‌های آماری و مکانی بر روی داده‌های سنجش‌ازدور.
- **توسعه‌پذیری:** امکان توسعه نرم‌افزار با استفاده از زبان برنامه‌نویسی Python.

کاربردها:

پایش محیط‌زیست، مدیریت منابع طبیعی، کشاورزی دقیق، و تحقیقات علمی.

جدول – ۲: مقایسه‌ی نرم‌افزارهای ENVI و ERDAS IMAGINE و Google Earth Engine

ویژگی / نرم‌افزار	ENVI	ERDAS IMAGINE	Google Earth Engine (GEE)
شرکت توسعه‌دهنده	Harris Geospatial	Hexagon Geospatial	گوگل (Google)
نوع نرم‌افزار	تجاری (لایسنس‌دار)	تجاری (لایسنس‌دار)	پلتفرم ابری رایگان و تجاری (پرداخت برای امکانات بیشتر)
تمرکز اصلی	پردازش و تحلیل تصاویر هیپراسپکترال و چندطیفی	پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل داده‌های حجیم	پردازش و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای ابری و مقیاس بزرگ
سیستم‌عامل	ویندوز، مک	ویندوز	تحت وب، دسترسی از طریق مرورگر
رابط کاربری	گرافیکی و قابل فهم، با امکان برنامه‌نویسی به زبان IDL	گرافیکی قدرتمند، امکانات گسترده	رابط وب + کدنویسی JavaScript و Python
توانایی پردازش	پردازش دقیق تصاویر با الگوریتم‌های پیشرفته	پردازش سریع و بهینه داده‌های حجیم	پردازش مقیاس بزرگ با استفاده از زیرساخت‌های ابری گوگل
تحلیل طیفی و پیشرفته	بُردار طیفی، طبقه‌بندی پیشرفته، تحلیل خوشه‌ای	تصحیح هندسی و رادیومتریک، طبقه‌بندی، تحلیل‌های راداری و حرارتی	تحلیل‌های زمانی (time series)، تغییرات محیطی، پایش منابع طبیعی
پشتیبانی از برنامه‌نویسی	IDL	Python و ماژول‌های تخصصی	JavaScript و Python
کاربردهای معمول	پژوهش‌های تخصصی سنجش از دور، محیط زیست، کشاورزی دقیق	پروژه‌های ملی و سازمانی، نقشه‌برداری، جنگلداری	تحلیل داده‌های بزرگ، مدیریت بحران، پایش اقلیم و تغییرات محیطی
هزینه	لایسنس با هزینه نسبتاً بالا	لایسنس با هزینه نسبتاً بالا	نسخه پایه رایگان، نسخه حرفه‌ای با هزینه
مزیت اصلی	الگوریتم‌های تخصصی طیفی و ابزارهای دقیق پردازش	سرعت بالا در پردازش داده‌های حجیم و گسترده	دسترسی به آرشیو بزرگ داده‌های ماهواره‌ای و پردازش ابری بدون نیاز به سخت‌افزار
محدودیت‌ها	نیاز به سخت‌افزار قوی برای پردازش‌های سنگین	هزینه بالا و نیاز به آموزش تخصصی	وابسته به اینترنت و دانش برنامه‌نویسی، محدودیت دسترسی به داده‌های خاص

۳. نرم‌افزارهای آمار و تحلیل داده‌ها

نرم‌افزارهای آمار و تحلیل داده‌ها، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های جغرافیایی و استخراج الگوها و روابط آماری استفاده می‌شوند. این نرم‌افزارها به جغرافی‌دانان کمک می‌کنند تا فرضیه‌های خود را آزمایش کنند و نتایج تحقیقات خود را تأیید کنند.

SPSS

شکل ۸. شمایل نرم‌افزار Spss (منبع: https://gotrialpro.com)

SPSS یک نرم‌افزار آماری است که به‌طور عمده برای تحلیل داده‌های آماری در حوزه‌های علوم اجتماعی، روان‌شناسی، علوم رفتاری و مدیریت به کار می‌رود. این نرم‌افزار دارای یک رابط کاربری گرافیکی (GUI) ساده است که به کاربران این امکان را می‌دهد تا بدون نیاز به نوشتن کدهای پیچیده، انواع مختلف آزمون‌های آماری را انجام دهند. این آزمون‌ها شامل آزمون‌های توصیفی (مانند میانگین و انحراف معیار)، آزمون‌های استنباطی (مانند آزمون t، تحلیل واریانس و رگرسیون) و همچنین تحلیل داده‌های چند متغیره می‌باشند. قدرت SPSS در مدیریت و آماده‌سازی داده‌ها، ایجاد جداول فراوانی، نمودارها و گزارش‌های آماری خلاصه و قابل فهم نهفته است. با این حال، برخی کاربران ممکن است به دلیل محدودیت‌های موجود در توسعه مدل‌های پیچیده آماری یا نیاز به انعطاف‌پذیری بیشتر، به استفاده از ابزارهای دیگری مانند R روی آورند.

قابلیت‌ها:

- **تحلیل داده‌های آماری:** انجام تحلیل‌های توصیفی، تحلیل‌های استنباطی، و مدل‌سازی آماری.
- **ایجاد نمودارها:** ایجاد نمودارهای مختلف برای نمایش داده‌ها.
- **گزارش‌گیری:** ایجاد گزارش‌های آماری با استفاده از قالب‌های مختلف.
- **توسعه‌پذیری:** امکان توسعه نرم‌افزار با استفاده از زبان برنامه‌نویسی Python.

کاربردها:

تحقیقات اجتماعی، تحقیقات بازار، و تحقیقات علمی.

R

شکل ۹. شمایل نرم‌افزار R (منبع: https://alain-vandormael.netlify.app)

R یک محیط برنامه‌نویسی رایگان و متن‌باز است که به منظور انجام محاسبات آماری و گرافیکی طراحی شده است. بر خلاف SPSS که دارای رابط کاربری گرافیکی است، R به زبان برنامه‌نویسی خود یعنی R عمل می‌کند. این زبان از انعطاف‌پذیری و قدرت محاسباتی بالایی برخوردار است و به کاربران این امکان را می‌دهد که مدل‌های آماری پیچیده را با دقت و کنترل بیشتری ایجاد کنند. R دارای کتابخانه‌های وسیعی است که شامل ابزارها و توابع متنوعی برای تحلیل‌های آماری مختلف، از جمله مدل‌سازی پیش‌بینی، تحلیل داده‌های سری زمانی، داده‌کاوی و غیره می‌باشد. یادگیری R نیازمند دانش برنامه‌نویسی است، اما قابلیت‌های آن در انجام تحلیل‌های پیچیده و سفارشی، آن را به ابزاری قدرتمند برای محققان و پژوهشگران تبدیل می‌کند.

قابلیت‌ها:

- **تحلیل داده‌های آماری:** انجام تحلیل‌های توصیفی، تحلیل‌های استنباطی، و مدل‌سازی آماری.
- **ایجاد نمودارها:** ایجاد نمودارهای مختلف برای نمایش داده‌ها.
- **پکیج‌ها:** امکان افزودن قابلیت‌های جدید به نرم‌افزار با استفاده از پکیج‌های مختلف.
- **سازگاری با سیستم‌عامل‌های مختلف:** قابلیت اجرا بر روی سیستم‌عامل‌های macOS، Windows، و Linux.

کاربردها:

تحقیقات علمی، تحلیل داده‌های بزرگ، و مدل‌سازی آماری.

GeoDa

شکل ۱۰. شمایل نرم‌افزار GeoDa (منبع: https://planningtank.com)

GeoDa یک نرم‌افزار رایگان و متن‌باز است که به‌طور خاص برای تحلیل داده‌های مکانی طراحی شده است. این برنامه به کاربران این امکان را می‌دهد که داده‌های جغرافیایی را وارد کرده و با استفاده از ابزارهای متنوع، الگوهای فضایی و روابط مکانی میان داده‌ها را مورد بررسی قرار دهند. با رابط کاربری گرافیکی ساده و کاربرپسند خود، GeoDa قادر است تحلیل‌های پیچیده‌ای مانند خودهمبستگی فضایی، خوشه‌بندی مکانی و مدل‌سازی رگرسیون فضایی را بدون نیاز به برنامه‌نویسی انجام دهد. این نرم‌افزار از داده‌های استاندارد GIS مانند shapefile پشتیبانی می‌کند و می‌تواند نقشه‌های موضوعی و نمودارهای تعاملی تولید کند که به درک بهتر داده‌ها کمک می‌کند. GeoDa به‌ویژه برای جغرافی‌دانان، برنامه‌ریزان شهری، اقتصاددانان فضایی و هر کسی که با داده‌های مکانی سر و کار دارد، ابزاری قدرتمند و در عین حال ساده برای تحلیل و تجسم داده‌ها فراهم می‌آورد. در واقع، GeoDa بعد مکانی داده‌ها را به تحلیل‌های آماری اضافه می‌کند و به شناسایی الگوهای جغرافیایی که در روش‌های معمولی قابل مشاهده نیستند، کمک می‌کند و به تصمیم‌گیری‌های بهتری منجر می‌شود.

قابلیت‌ها:

- **تحلیل داده‌های مکانی:** انجام تحلیل‌های فضایی مانند تحلیل همبستگی فضایی، تحلیل خوشه‌ای فضایی، و تحلیل رگرسیون فضایی.
- **تصویرسازی داده‌ها:** ایجاد نقشه‌های مختلف برای نمایش داده‌های مکانی.
- **کاوش داده‌ها:** کاوش داده‌ها به‌منظور شناسایی الگوها و روابط پنهان.

کاربردها:

تحقیقات علمی، برنامه‌ریزی شهری، و مدیریت منابع طبیعی.

جدول – ۳: مقایسه‌ی نرم‌افزارهای SPSS، R و GeoDa

ویژگی / نرم‌افزار	SPSS	R	GeoDa
نوع نرم‌افزار	نرم‌افزار آماری با رابط گرافیکی	زبان برنامه‌نویسی و محیط تحلیل آماری	نرم‌افزار تحلیل داده‌های مکانی
متن‌باز یا تجاری	تجاری (نیاز به خرید لایسنس)	متن‌باز و رایگان	متن‌باز و رایگان
رابط کاربری	کاملاً گرافیکی (بدون کد نویسی)	بر پایه کدنویسی	گرافیکی و کاربرپسند
سطح یادگیری	آسان برای مبتدیان	نیازمند یادگیری برنامه‌نویسی	آسان تا متوسط
قابلیت تحلیل	تحلیل‌های آماری کلاسیک	تحلیل‌های آماری و پیشرفته با انعطاف بالا	تحلیل داده‌های مکانی و جغرافیایی
هدف اصلی	تحلیل داده‌های آماری	تحلیل‌های آماری، داده‌کاوی، مدل‌سازی	تحلیل و ترسیم داده‌های مکانی
قابلیت گرافیکی	نمودارهای آماری ساده	نمودارهای پیشرفته و سفارشی	نقشه‌ها و تحلیل‌های فضایی
کاربران هدف	دانشجویان و محققان علوم اجتماعی و روانشناسی	پژوهشگران داده و تحلیل‌گران حرفه‌ای	جغرافی‌دانان، برنامه‌ریزان شهری
امکان برنامه‌نویسی	محدود (Syntax در SPSS)	کامل و گسترده	ندارد (تکیه بر رابط گرافیکی)
محدودیت در حجم داده	محدود نسبت به داده‌های بزرگ	توانایی کار با داده‌های بزرگ	تمرکز روی داده‌های مکانی با حجم متوسط

۴. نرم‌افزارهای مدل‌سازی

نرم‌افزارهای مدل‌سازی، برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی پدیده‌های جغرافیایی استفاده می‌شوند. این نرم‌افزارها به جغرافی‌دانان کمک می‌کنند تا اثرات تغییرات مختلف را بر محیط‌زیست و جوامع انسانی ارزیابی کنند.

HEC-RAS

شکل ۱۱. شمایل نرم‌افزار HEC-RAS منبع: (https://www.hec.usace.army.mil)

HEC-RAS نرم‌افزاری تخصصی برای شبیه‌سازی جریان آب در رودخانه‌ها، کانال‌ها و سیستم‌های هیدرولیکی است که توسط مرکز مهندسی هیدرولوژیکی ارتش ایالات متحده توسعه یافته است. این نرم‌افزار قابلیت مدل‌سازی جریان آب به صورت تک‌بعدی و دوبعدی را فراهم می‌آورد و در تحلیل سیلاب، طراحی سازه‌های هیدرولیکی و مدیریت منابع آب کاربرد دارد. با استفاده از HEC-RAS می‌توان پارامترهای کلیدی مانند عمق جریان، سرعت آب و تغییرات سطح آب را در بخش‌های مختلف رودخانه مورد بررسی قرار داد. رابط کاربری این نرم‌افزار ترکیبی از محیط گرافیکی و ورودی‌های

عددی است که کار با آن را برای مهندسان آب و محیط زیست تسهیل می‌کند.

قابلیت‌ها:

- مدل‌سازی جریان آب: شبیه‌سازی جریان آب در رودخانه‌ها و کانال‌ها با استفاده از داده‌های توپوگرافی، هیدرولوژیکی، و هیدرولیکی.
- تحلیل سیلاب: ارزیابی خطر سیلاب و تعیین مناطق در معرض خطر.
- طراحی سازه‌های هیدرولیکی: طراحی سدها، کانال‌ها، و سایر سازه‌های هیدرولیکی.

کاربردها:

مدیریت منابع آب، مدیریت بحران، و طراحی سازه‌های هیدرولیکی.

SWAT

شکل ۱۲. شمایل نرم‌افزار SWAT (منبع: https://www.bkamali.de)

SWAT (ابزار ارزیابی خاک و آب) یک مدل کامپیوتری پیشرفته است که برای شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی، انتقال رسوبات و آلاینده‌ها در مقیاس حوضه‌های آبریز طراحی شده است. این نرم‌افزار به کاربران این امکان را می‌دهد که تأثیر تغییرات کاربری زمین، کشاورزی و مدیریت منابع آب را بر کیفیت و کمیت منابع آبی در بلندمدت مورد بررسی قرار دهند. SWAT با بهره‌گیری از داده‌های اقلیمی، خاک، پوشش گیاهی و کاربری زمین، قابلیت پیش‌بینی اثرات محیطی و حمایت از تصمیم‌گیری‌های پایدار در زمینه منابع آب را فراهم می‌آورد. این نرم‌افزار متن‌باز بوده و به طور گسترده‌ای در تحقیقات محیط زیستی و مدیریت آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قابلیت‌ها:

مدل‌سازی هیدرولوژیکی: شبیه‌سازی جریان آب، تبخیر، تعرق، و نفوذ در حوضه آبریز.

مدل‌سازی کیفیت آب: شبیه‌سازی انتقال آلاینده‌ها در حوضه آبریز.

ارزیابی اثرات مدیریت اراضی: ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی، مدیریت کود، و آبیاری بر کیفیت و کمیت آب.

کاربردها:

مدیریت منابع آب، مدیریت کیفیت آب، و برنامه‌ریزی کشاورزی.

MODFLOW

شکل ۱۳. شمایل نرم‌افزار MODFLOW (منبع: http://basin.ir/tag)

MODFLOW یک نرم‌افزار مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی است که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده توسعه یافته و به عنوان استاندارد جهانی در این زمینه شناخته می‌شود. این نرم‌افزار با استفاده از معادلات ریاضی، جریان آب در سفره‌های زیرزمینی را شبیه‌سازی کرده و امکان پیش‌بینی تأثیرات ناشی از استخراج آب، تغذیه سفره و تغییرات محیطی را فراهم می‌آورد. MODFLOW ابزاری اساسی برای مهندسان و دانشمندان آب در مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی، طراحی چاه‌ها و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به شمار می‌رود. این نرم‌افزار توانایی مدل‌سازی شرایط هیدرولیکی پیچیده و مدیریت داده‌های وسیع را دارد.

قابلیت‌ها:

- **مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی:** شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی در محیط‌های متخلخل و شکاف‌دار.
- **تحلیل پمپاژ:** ارزیابی اثرات پمپاژ آب زیرزمینی بر سطح آب و کیفیت آب.
- **مدیریت منابع آب زیرزمینی:** ارزیابی پتانسیل منابع آب زیرزمینی و مدیریت پایدار این منابع.

کاربردها:

مدیریت منابع آب، مدیریت کیفیت آب، و برنامه‌ریزی شهری.

جدول – ۴: مقایسه‌ی نرم‌افزارهای SWAT، HEC-RAS و MODFLOW

ویژگی / نرم‌افزار	HEC-RAS	SWAT	MODFLOW
نوع نرم‌افزار	مدل‌سازی جریان هیدرولیکی رودخانه‌ها و کانال‌ها	مدل‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی و کیفیت آب در حوضه‌های آبریز	مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی
توسعه‌دهنده	مرکز مهندسی هیدرولوژیکی ارتش آمریکا (USACE)	دانشگاه ایالتی آریزونا (ARS-USDA)	سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS)
محیط کاربری	گرافیکی و عددی	شبیه‌سازی مبتنی بر داده و مدل‌سازی کامپیوتری	مبتنی بر مدل‌سازی عددی و داده‌های ورودی
قابلیت‌های اصلی	جریان آب تک‌بعدی و دوبعدی، تحلیل سیلاب، انتقال رسوب	شبیه‌سازی هیدرولوژی، انتقال رسوب و مواد مغذی، ارزیابی کیفیت آب	شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی و انتقال مواد حل شده
کاربردهای اصلی	طراحی سازه‌های هیدرولیکی، مدیریت سیلاب، تحلیل رودخانه	مدیریت منابع آب، کشاورزی پایدار، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی	مدیریت آب زیرزمینی، طراحی چاه، ارزیابی تأثیرات محیطی
قابلیت‌های تحلیل	مدل‌سازی جریان‌های سطحی و سیلابی	مدل‌سازی بلندمدت فرآیندهای آب و خاک	مدل‌سازی جریان‌های زیرسطحی
رایگان / تجاری	رایگان	رایگان	رایگان
سطح دشواری یادگیری	متوسط	متوسط تا پیشرفته	متوسط تا پیشرفته
نوع داده‌های ورودی	نقشه‌های توپوگرافی، داده‌های جریان و هندسی	داده‌های اقلیمی، خاک، کاربری زمین، پوشش گیاهی	داده‌های هیدرولوژیکی، ژئولوژیکی، و چاه‌ها
پشتیبانی از GIS	بله، سازگار با داده‌های GIS	بله، ادغام با نرم‌افزارهای GIS	بله، سازگار با داده‌های مکانی

۵. نرم‌افزارهای CAD

نرم‌افزارهای Computer-Aided Design (CAD) برای طراحی و ترسیم نقشه‌های دقیق و فنی استفاده می‌شوند. این نرم‌افزارها به جغرافی‌دانان کمک می‌کنند تا نقشه‌های پایه و تفصیلی را بادقت بالا تهیه کنند.

AutoCAD

شکل ۱۴. شمایل نرم‌افزار AutoCAD (منبع: https://memariha.com)

AutoCAD یکی از شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین نرم‌افزارهای طراحی به کمک کامپیوتر (CAD) است که توسط شرکت Autodesk توسعه یافته است. این نرم‌افزار برای طراحی دوبعدی و سه‌بعدی در پروژه‌های مختلف مهندسی، معماری، نقشه‌برداری و ساخت و ساز به کار می‌رود. AutoCAD ابزارهای متنوعی را برای رسم دقیق نقشه‌ها، مدل‌سازی سه‌بعدی و مستندسازی پروژه‌ها فراهم می‌کند، به طوری که کاربران می‌توانند طرح‌های پیچیده را به‌صورت دیجیتال ایجاد و ویرایش کنند. به دلیل رابط کاربری منعطف، قابلیت‌های سفارشی‌سازی بالا و پشتیبانی از فرمت‌های مختلف فایل، این نرم‌افزار به یک استاندارد صنعتی در بسیاری از زمینه‌های مهندسی تبدیل شده است.

قابلیت‌ها:

- **طراحی دوبعدی و سه‌بعدی:** ایجاد نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی با استفاده از ابزارهای دقیق و کارآمد.
- **ویرایش نقشه‌ها:** ویرایش نقشه‌ها با استفاده از ابزارهای مختلف.
- **اندازه‌گیری:** اندازه‌گیری فواصل، زوایا، و مساحت‌ها در نقشه‌ها.
- **چاپ نقشه‌ها:** چاپ نقشه‌ها با استفاده از تنظیمات مختلف.

کاربردها:

طراحی معماری، طراحی مهندسی، و تهیه نقشه‌های پایه.

MicroStation

شکل ۱۵. شمایل نرم‌افزار MicroStation (منبع: https://usoftly.ir/software)

MicroStation نرم‌افزاری قدرتمند در زمینه طراحی به کمک کامپیوتر (CAD) است که توسط شرکت Bentley Systems توسعه یافته و عمدتاً در پروژه‌های مهندسی عمران، نقشه‌برداری و زیرساخت‌های بزرگ به کار می‌رود. این نرم‌افزار امکان طراحی دقیق در دو بعد و سه بعد را فراهم می‌آورد و به کاربران این امکان را می‌دهد که مدل‌های پیچیده با جزئیات بالا را ایجاد و مدیریت کنند. MicroStation به دلیل قابلیت‌های قوی در مدیریت داده‌های کلان، سازگاری بالا با فرمت‌های مختلف و امکانات پیشرفته در ترسیم و ویرایش، به ویژه در پروژه‌های بزرگ مقیاس زیرساختی و مهندسی، شناخته شده است. همچنین، این نرم‌افزار قابلیت همکاری و یکپارچه‌سازی با سایر سیستم‌ها و نرم‌افزارهای مهندسی

را دارد که آن را به ابزاری بسیار کارآمد در محیط‌های صنعتی و مهندسی تبدیل می‌کند.

قابلیت‌ها:

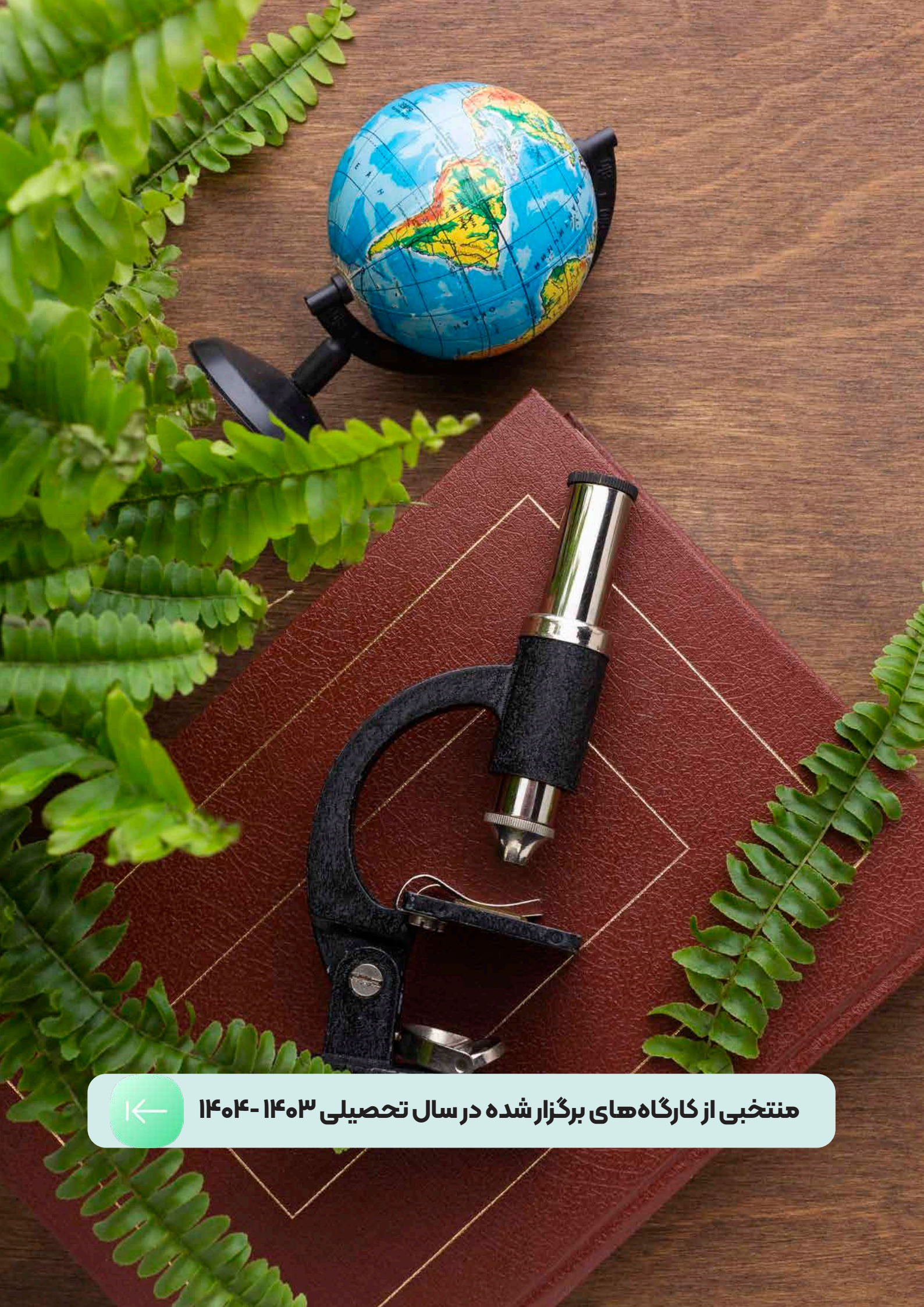
- **طراحی دوبعدی و سه‌بعدی:** ایجاد نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی با استفاده از ابزارهای دقیق و کارآمد.
- **مدیریت نقشه‌ها:** مدیریت نقشه‌ها با استفاده از سیستم‌های مدیریت اسناد و گردش کار.
- **یکپارچه‌سازی با سایر نرم‌افزارها:** قابلیت یکپارچه‌سازی با سایر نرم‌افزارهای Bentley Systems برای انجام تحلیل‌های جامع.

کاربردها:

طراحی زیرساخت‌ها، طراحی معماری، و مدیریت پروژه‌های بزرگ.

جدول – ۵: مقایسه‌ی نرم‌افزارهای AutoCAD و MicroStation

ویژگی / نرم‌افزار	AutoCAD	MicroStation
توسعه‌دهنده	Autodesk	Bentley Systems
نوع نرم‌افزار	نرم‌افزار CAD دوبعدی و سه‌بعدی	نرم‌افزار CAD دوبعدی و سه‌بعدی
رابط کاربری	کاربرپسند، قابل سفارشی‌سازی با محیط مدرن	حرفه‌ای، با قابلیت‌های پیشرفته و انعطاف‌پذیر
کاربردهای اصلی	معماری، مهندسی، ساخت، طراحی صنعتی	مهندسی عمران، زیرساخت، نقشه‌برداری
قابلیت‌های مدل‌سازی	مدل‌سازی دقیق دوبعدی و سه‌بعدی	مدل‌سازی دقیق دوبعدی و سه‌بعدی با تمرکز بر پروژه‌های بزرگ
پشتیبانی از فرمت‌ها	پشتیبانی گسترده از فرمت‌های CAD و فایل‌های DWG	پشتیبانی قوی از فرمت‌های مختلف CAD و GIS
مدیریت داده‌ها	مناسب برای پروژه‌های متوسط تا بزرگ	بسیار قوی برای مدیریت پروژه‌های بزرگ و پیچیده
سفارشی‌سازی و افزونه‌ها	بسیار گسترده و متنوع	امکانات حرفه‌ای و انعطاف‌پذیر برای توسعه و سفارشی‌سازی
قابلیت همکاری و هماهنگی	سازگاری بالا با سایر نرم‌افزارهای Autodesk	توانایی یکپارچه‌سازی قوی با نرم‌افزارهای مهندسی و GIS
محبوبیت و بازار کار	بسیار محبوب در بین مهندسان و معماران	بیشتر در پروژه‌های زیرساختی و دولتی کاربرد دارد
قیمت	تجاری، با مدل اشتراک	تجاری، معمولاً گران‌تر و با مجوزهای پیچیده‌تر



منتخبی از کارگاه‌های برگزار شده در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴

- کارگاه تهیه نقشه تراکم در محیط نرم‌افزار GIS

در تاریخ ۸ اردیبهشت، انجمن علمی جغرافیا با همکاری دانشکده علوم اجتماعی و بنیاد نخبگان استان اردبیل، کارگاه تخصصی «تهیه نقشه تراکم در محیط نرم‌افزار GIS» را با حضور دانشجویان و علاقه‌مندان به این حوزه برگزار نمود. این کارگاه فرصتی استثنایی برای یادگیری و ارتقای مهارت‌های تحلیلی در زمینه جغرافیا و علوم داده‌ها بود.

این کارگاه به تدریس دکتر فهیمه پورفراش زاده، دکتری ژئومورفولوژی و مدرس متعهد این حوزه، برگزار شد. وی با تکیه بر سال‌ها تجربه پژوهشی، دانشجویان را با کاربردهای مختلف GIS در تحلیل‌های فضایی، به ویژه در تهیه نقشه‌های تراکم آشنا کردند.

عکس – ۱: تصویر کارگاه تهیه نقشه تراکم در محیط نرم‌افزار GIS

- کارگاه «پایان‌نامه‌نویسی»

در راستای ارتقاء مهارت‌های دانشجویی و آشنایی با تکنیک‌های نوین پژوهشی، کارگاه «پایان‌نامه‌نویسی» تحت نظر انجمن علمی جغرافیا و با تدریس آقای مرتضی قره‌چورلو، دکترای ژئومورفولوژی برگزار شد. این کارگاه به دانشجویان کمک کرد تا با استانداردها و مراحل نگارش پایان‌نامه آشنا شوند و مهارت‌های لازم برای نوشتن پژوهش‌های علمی را کسب کنند.

عکس – ۲: تصویر کارگاه پایان‌نامه‌نویسی

- کاربرد GPS در مطالعات میدانی

در تاریخ ۲۷ اردیبهشت، به همت انجمن علمی جغرافیا و با همکاری دانشکده علوم اجتماعی، کارگاهی پیرامون "کاربرد GPS در مطالعات میدانی" برگزار شد. این کارگاه به‌سرپرستی دکتر کاظم رجبی، استاد مدعو و مسئول آزمایشگاه، برای دانشجویان و علاقه‌مندان به علوم جغرافیا برپا گردید. این کارگاه فرصتی مناسب برای آشنایی با تکنیک‌های نوین در استفاده از سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) در تحقیقات میدانی بود.

شرکت‌کنندگان توانستند با مبانی و کاربردهای GPS در مطالعات جغرافیایی آشنا شوند و مهارت‌های عملی در این زمینه کسب کنند. امیدواریم این قبیل کارگاه‌ها به‌شکل منظم ادامه یابد و انگیزه و علاقه‌مندی به تحقیقات علمی را در میان دانشجویان افزایش دهد.

عکس – ۳: تصویر کاربرد GPS در مطالعات میدانی

فصلنامه علمی

پژوهش‌های جغرافیایی-برنامه‌ریزی

با محوریت چشم‌انداز جغرافیایی

انجمن علمی جغرافیا دانشگاه محقق اردبیلی

شماره دوم، بهار ۱۴۰۴