



جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۴۰۳، دوره ۷، شماره ۱، صص ۴۴۵-۴۵۹

بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین (GEE) (مطالعه موردی: شهرستان پارس آباد)^۱

موسی عابدینی*^۱، امیرحسام پاسبان^۲، طیبه بابایی اولم^۳

۱. استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

Abedini@uma.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶

چکیده:

رشد فزاینده شهرها، گسترش کشاورزی و دگرگونی‌های دیگر در کاربری اراضی، اثرات قابل توجهی بر آب و هوا و اقلیم محلی می‌گذارند. این تغییرات می‌توانند منجر به افزایش حرارت گرمایی، تغییر در الگوهای بارش و تشدید پدیده‌های شدید آب و هوایی شوند. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین در شهرستان پارس آباد در استان اردبیل با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین می‌باشد. در این راستا ابتدا در محیط برنامه نویسی گوگل ارث انجین با فراخوانی داده‌های ماهواره سنتینل ۲ و سنتینل ۱ نقشه کاربری اراضی شهرستان پارس آباد تهیه شد و در مرحله بعد جهت اعتبارسنجی با استفاده از ضریب کاپا میزان درستی و دقت کلی آن انجام شد. در گام بعدی در جهت بررسی آئروسول‌های شهرستان مورد مطالعه از داده‌های ماهواره سنتینل ۵ استفاده شد و روند روزانه آن را با استفاده از روش رگرسیونی و چولگی طی بازه زمانی سال‌های (۲۰۲۳-۲۰۱۸) محاسبه شد. در گام بعد نقشه تراکم آلودگی شهرستان مورد مطالعه ترسیم و با فراخوانی داده‌های ماهواره MODIS اقدام به تهیه نقشه آنومالی دما و میانگین دمایی طی بازه زمانی سال‌های (۲۰۲۳-۲۰۱۸) شد و روند LST شب و نمودار نیم‌رخ جزیره حرارتی LST شب در بازه زمانی مذکور در ماه‌های تابستان (ژوئیه) با میانگین ۲۹۷ کلون و مقادیر حداقل در ماه‌های زمستان (ژانویه) با میانگین ۲۷۰ کلون مشاهده می‌شود. در نهایت با استخراج داده‌های نقشه‌های تراکم آئروسول‌های شهر با میانگین دمایی در محیط نرم‌افزار ArcMAP همبستگی بین این دو پدیده با روش رگرسیون خطی ساده پرداخته شد. نتایج نشان داد به جز بین این دو پدیده رابطه معکوسی برقرار بوده است. هم‌چنین میزان آئروسول‌های روزانه از اواسط سال ۲۰۲۱ میلادی روند افزایشی به خود گرفته و چولگی منفی آن نشان از افزایش آلودگی‌ها در نواحی داخل شهری در سال‌های اخیر داشته است. نقشه تراکم آلودگی نیز نشان داد در نواحی داخل شهری و جاده‌های بین شهری مقدار آئروسول به‌صورت چشم‌گیری افزایش پیدا کرده است. در نتیجه آنومالی دما در مناطق شهری و مسکونی افزایش قابل توجهی داشته و منجر به تشکیل حرارت گرمایی شده و شاهد اوج گرفتن نمودار حرارت گرمایی در مناطق داخل شهری بوده‌ایم که در ماه تیر به بیشینه خود رسیده است.

کلید واژه‌ها: تغییرات حرارت، کاربری اراضی، MODIS، پوشش گیاهی، شهرستان پارس آباد.

^۱ مقاله مستخرج از طرح پژوهشی نوع دوم به شماره قرارداد ۱۴۰۳/د/۹/۸۳۹۹ که با حمایت دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفته است. مجری طرح:

جناب آقای دکتر موسی عابدینی



مقدمه

شهرها در اغلب موارد شرایط اقلیمی خاصی را تجربه میکنند که به آن اقلیم شهری گفته میشود. اقلیم شهری تفاوتی که در متغیرهای اقلیمی شهر، دمای هوا، رطوبت، سرعت و جهت باد، مقدار بارش با نواحی کم تراکم تر اطرافش وجود دارد، مشخص می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که، مکان‌های شهری گرم‌تر از نواحی روستایی اطرافشان هستند و به‌طور کلی به این پدیده حرارت گرمایی گفته می‌شود (Rose and Devadas, 2009). حرارت گرمایی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهر هستند که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به‌خصوص مراکز شهرها چند درجه از مناطق اطرافشان گرم‌تر می‌شوند. این پدیده شرایط زیست‌محیطی دشواری را برای ساکنان شهرها به وجود آورده و تأثیر زیادی بر کیفیت هوا، مصرف انرژی، آسایش انسان و بروز بیماری‌ها ناشی از حرارت زیاد می‌گذارد (فلاح‌زاده، ۱۳۸۸). مطالعه این پدیده و بررسی ساز و کار یا مکانیسم آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های شهری اهمیت بسیار زیادی دارد. در طول دو دهه اخیر نیاز فراوان به اطلاعات دمای سطح زمین برای مطالعات محیطی و فعالیت‌های مدیریتی منابع زمینی، سنجش از دور دمای سطح زمین را به یکی از موضوعات مهم علمی تبدیل کرده است (Sobrinho et al., 2004). کاربری اراضی شهری جزو مفاهیم پایه و اصلی دانش شهرسازی و در واقع شالوده شکل‌گیری آن است و به اندازه‌ای اهمیت دارد که برخی از صاحب‌نظران برنامه‌ریزی شهری در کشورهای پیشرفته دنیا آن را برابر با برنامه‌ریزی شهری می‌دانند. تغییرات کاربری زمین، فرآیندهای پویای فضایی و کالبدی هستند که توجه برنامه‌ریزان و دیگران را برای مدیریت منابع از طریق پیش‌بینی رشد آینده و معرفی نواحی زیست‌محیطی در معرض خطر به خود جلب کرده است (واحدیان بیکی و همکاران، ۱۳۹۰). نوع سازه، سطح زمین، ترافیک، ازدحام جمعیت و فعالیت‌های صنعتی منجر به شکل‌گیری حرارت گرمایی شهری می‌شوند. جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با سنگ‌فرش، سازه‌ها، آسفالت و سایر ساخت و سازهای شهری اثرات خنک‌کنندگی سطوح طبیعی را از بین می‌برند. همچنین سازه‌های مرتفع و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم می‌کنند. علاوه بر این، حرارت وسایل نقلیه، کارخانه‌ها وسایل تهویه کننده هوا، گرمای محیط را افزایش داده و اثرات حرارت گرمایی را تشدید می‌کنند. این پدیده با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت رشد ابرها و مه، افزایش تعداد رعد و برق و تأثیر بر میزان بارش، شرایط هوا اقلیم محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد متوسط بعضی از مناطق شهری به میزان ۱ درجه سانتی‌گراد نسبت به متوسط دمای سطح شهر هست. این محدوده حرارتی در واقع همان دمای زمین در سطح شهر هستند. در دهه‌های اخیر همزمان با افزایش جمعیت جهان و گسترش شهرنشینی در دنیا، بخش زیادی از زمین‌های شهری دستخوش تغییرات کاربری شده و موجب جایگزینی سطوح طبیعی نسبتاً نفوذپذیر با سطوح سخت غیرقابل نفوذ شامل سنگ‌فرش، آسفالت و نواحی متراکم مملو

ساختمان شده است. این گونه تغییرات همراه با فعالیت‌های گوناگون انسان در چشم اندازهای شهری، زمینه فرآیندهای تبادل گرما و رطوبت در لایه مرزی شهری را هرچه بیشتر فراهم می‌آورد. این تغییر در فرآیندها سبب می‌شود چشم‌انداز شهری از آب و هوای ویژه‌ای نسبت به روستایی پیرامونش برخوردار شود (ساتای و همکاران، ۲۰۲۰).

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص دمای سطح یا حرارت گرمایی در خارج کشور انجام شده است. برای مثال، تان و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهشی به بررسی حرارت گرمایی و تاثیر آن بر امواج گرما در شانگهای چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که مکان‌های مختلفی از شهر (مرکز شهر) درجات مختلفی از گرم شدن را تجربه کرده‌اند. ژان و همکاران (۲۰۱۵)، به منظور بررسی و مقایسه روابط بین دمای سطح زمین شهری، نسبت پوشش زمین را در شهر ووهان چین استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده این بود که یک رابطه خطی قوی بین دمای سطح زمین و تراکم و نسبت پوشش گیاهی سطح زمین وجود دارد. کومار و شیکار (۲۰۱۸)، ارتباط بین شاخص‌های پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در شهر کالابورآگی هند را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر جزایر حرارتی در منطقه مورد مطالعه عمدتاً در مناطق حومه شهری مخصوصاً جنوب‌شرقی و شمال‌غربی می‌باشد. چن و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهشی به بررسی شهرنشینی و جزایر حرارتی شهر پکن در چین را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که ارتباط بالای بین توزیع دمای سطح زمین، پوشش گیاهی و سطح شهرنشینی را نشان می‌دهد. در پژوهشی دیگر ژیاو و مودی، (۲۰۲۱)، با هدف تحلیل رابطه بین تغییرات کاربری اراضی با الگوی دمای سطح زمین در دلتایی در ایالت گوانجنگ چین انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که پراکندگی جزایر حرارتی در مناطق شهری با الگویی توزیع شده بودند که رابطه مستقیم با توزیع الگویی پوشش اراضی داشته‌اند. جیانگ و همکاران (۲۰۲۲)، نرخ درجه حرارت پوشش گیاهی (LST) و ارتباط آن با تغییرات کاربری اراضی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات شدید کاربری پوشش زمین منجر به ایجاد حرارت گرمایی می‌شود.

در ایران نیز ساعدپناه و همکاران (۱۴۰۰)، تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین در مناطق سرد و نیمه خشک در شهرستان سنندج را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که در طول دوره ۱۹ ساله حداکثر دما از ۴۹/۲۲ درجه سانتی‌گراد به ۵۱/۳۹ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. همچنین بیشترین دمای سطحی در هر دو سال (۲۰۱۹-۲۰۰۰) مربوط به اراضی بایر بوده است از طرفی پوشش گیاهی و آب دارای کم‌ترین مقدار دمای سطحی بودند. قیصوری و همکاران (۱۴۰۰)، بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر دمای حوزه آبخیز شمالی استان ایلام را با استفاده از سامانه GEE پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که در طی شش سال مورد نظر (۱۳۹۸-۱۳۹۳)، سطح کاربری‌های آب، مرتع، اراضی کشاورزی و باغی به ترتیب ۰/۱۵، ۳/۸۷ و ۳/۴۲ درصد افزایش داشتند. همچنین الگوریتم دمایی با استفاده از شاخص LST و ایجاد حرارت گرمایی نشان داد که میانگین دمای منطقه در دوره پایه (۱۳۹۳) معادل ۳۱/۰۲ درجه سانتی‌گراد بوده که در پایان دوره مورد مطالعه به ۳۱/۸۸ درجه

سانتی‌گراد رسیده و در طی شش سال ۰/۶۸ درجه سانتی‌گراد دما افزایش داشته است. عابدینی و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی به پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح را با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و TM در شهرستان مشگین‌شهر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها حاکی از این بود که رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود دارد. مناطق با پوشش گیاهی بالا و مناطق آبی دارای درجه حرارت پایین بودند. از طرفی دیگر کاربری کشاورزی دیم دارای بالاترین میانگین دما نسبت به مناطق مجاور بود که نشان از خشک بودن محصولات کشاورزی در سطح شهرستان مشگین‌شهر است. امیری و طباطبایی (۱۴۰۱)، تاثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر دمای سطح زمین منطقه ساحلی بوشهر پرداختند. نتایج نشان‌دهنده این بود که LST در سال‌های مطالعه با NDVI رابطه معکوس دارد. وجود پوشش گیاهی از عوامل اصلی منفی بودن این همبستگی است. عابدینی و پاسبان (۱۴۰۲)، جهت واکاوی و ارزیابی ارتباط بین دمای سطح زمین با کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی در خیاوچای شهرستان مشگین‌شهر را با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین دمای سطح زمین برای ماه خرداد سال ۱۳۸۱ با بیشینه دما ۳۸/۷۱ درجه سانتی‌گراد در قسمت‌های شمالی حوضه به وقوع پیوسته است و کمینه دما در قسمت‌های جنوبی با متوسط دمای ۱۵/۸۷ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. از طرفی وضعیت میانگین دمای ماه خرداد برای سال ۱۴۰۱ نشان داد که هسته حرارت گرمایی در عرض‌های بالاتر متمرکز یافته و رابطه مستقیمی با پوشش گیاهی دارد.

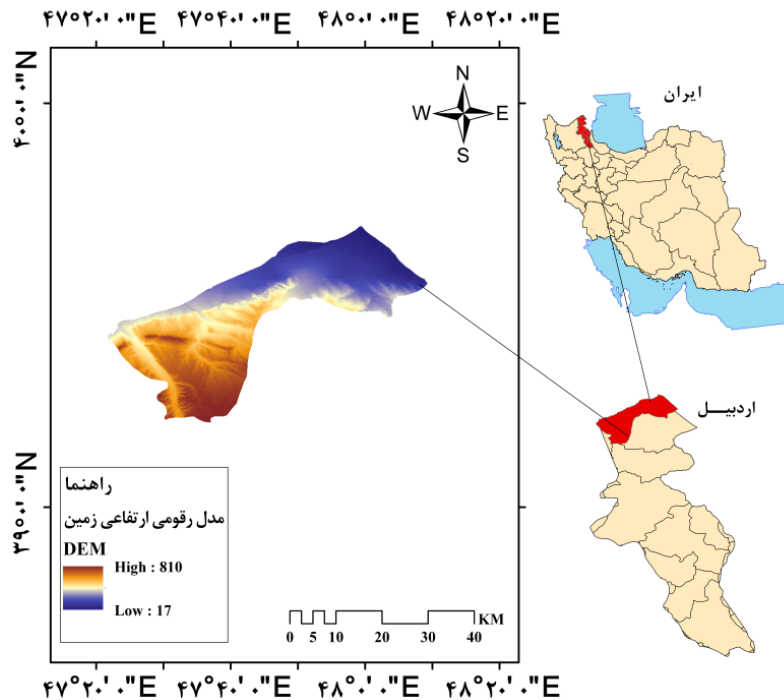
شهرستان پارس آباد مغان در استان اردبیل واقع در شمال‌غرب ایران، با سابقه کشاورزی دیرینه و تنوع کاربری اراضی در معرض چالش‌های متعددی از جمله تغییرات آب و هوایی و افزایش دما به ویژه در فصل تابستان قرار دارد. درک عمیق از رابطه بین تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در این منطقه برای تدوین راهبردهای مناسب جهت مقابله با این پدیده و مدیریت پایدار منابع طبیعی ضروری است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین در شهرستان پارس‌آباد با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین می‌باشد.

روش تحقیق

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان پارس‌آباد مغان جلگه نسبتاً گسترده‌ای است که با مساحتی بالغ بر ۱۴۳۴۹۴ هکتار می‌باشد که حدود ۱۴ درصد از مساحت اردبیل را به خود اختصاص داده است و شمالی‌ترین شهرستان استان می‌باشد. این شهرستان بین مدارهای ۳۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. دشت مغان دارای آب و هوای معتدل تا گرم است. بارندگی در شهرستان پارس

آباد تحت تاثیر جریان های دریای خزر و توده های هوایی سیبری و سرد شمالی است. میانگین بارندگی آن ۲۷۰/۹ میلی متر است که به سبب کمی ارتفاع زمستان های آن ملایم و درجه حرارت آن تا صفر درجه پایین می آید. شهرستان پارس آباد سرزمینی هموار و مسطحی است که از آبرفت های رود ارس و شعبات آن به وجود آمده است در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان پارس آباد ارائه شده است (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۲).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان پارس آباد مغان در سطح استان اردبیل و ایران

مواد و روش ها

در پژوهش حاضر سعی شد ارتباط بین آلودگی ها با دمای سطح زمین و حرارت گرمایی مورد بررسی قرار بگیرد. در این راستا ابتدا در محیط برنامه نویسی گوگل ارث انجین با فراخوانی داده های ماهواره سنتینل ۲ (باند ۲-۸) و سنتینل ۱ (باند VV^1 و VH^2) و با استفاده از DEM ۳۰ متری شهرستان پارس آباد مغان و شاخص NDVI به برداشت و نمونه برداری از ۵ کلاس (مناطق کشاورزی، دریاچه، مناطق شهری، مناطق بایر و مرتع) پرداخته شد و

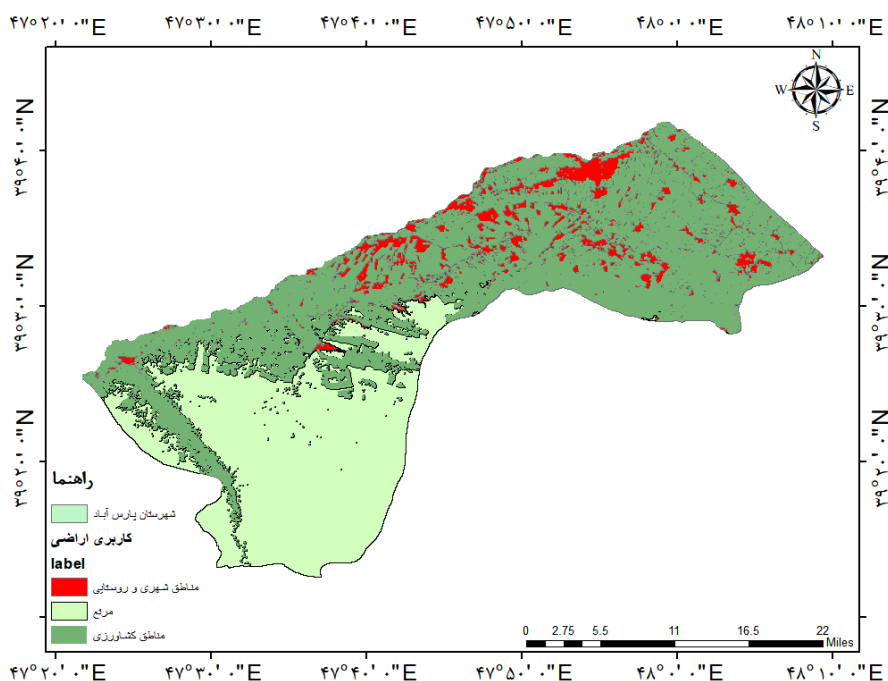
¹- Single co-polarization, vertical transmit/vertical receive

²- Dual-band cross-polarization, horizontal transmit/vertical receive

نقشه کاربری اراضی شهرستان پارس آباد به دست آمد و با وارد نمودن دستور ضریب کاپا میزان درستی و دقت کلی آن بررسی شد. در جهت بررسی آتروسل‌های شهرستان از داده‌های ماهواره سنتینل ۵، باند `absorbing_aerosol_index` استفاده شد و به بررسی روند روزانه با روش رگرسیون و چولگی این پدیده در سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳) پرداخته شد و نقشه تراکم آلودگی‌های شهرستان مورد مطالعه ترسیم شد. در گام بعدی با فراخوانی داده‌های ماهواره مودیس (ترا) `MOD11A2.061` و باند `LST_Night_1km` در محیط گوگل ارث انجین و کدنویسی در آن اقدام به ترسیم نقشه آنومالی دما و حرارت گرمایی شهرستان پارس آباد طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳) شد و روند `LST` شب در بازه زمانی مذکور و نمودار نیم‌رخ حرارت گرمایی `LST` شب نمایش داده شد. در مرحله آخر نقشه‌های تراکم آلودگی هوا با حرارت گرمایی در محیط نرم‌افزار `ArcGis` فراخوانی شد و پس از استخراج داده‌های آن به بررسی همبستگی بین این دو پدیده پرداخته شد.

نتایج و یافته‌ها

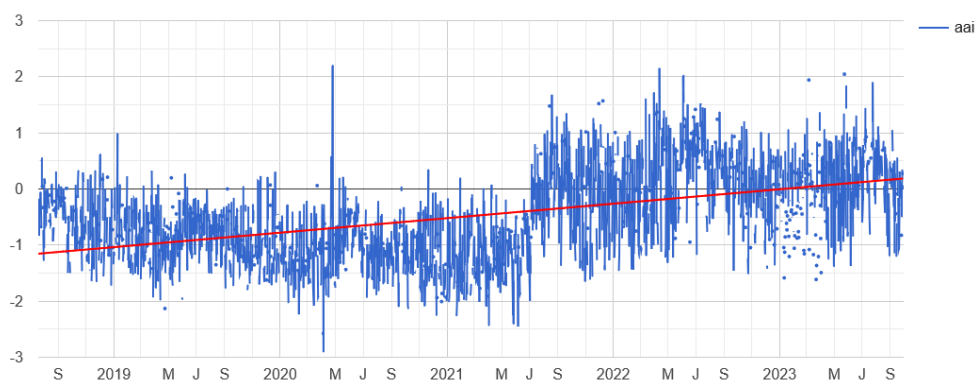
نقشه کاربری اراضی: نتایج نشان داد که بیش‌ترین سهم کاربری اراضی در شهرستان پارس آباد مربوط به اراضی کشاورزی و مراتع است. همچنین مناطق شهری و سکونتگاه‌های انسانی در شمال شهرستان متمرکز شده‌اند. همچنین صحت کلی و ضریب کاپای به دست آمده برای منطقه مورد مطالعه به ترتیب برابر با ۹۵ و ۹۲ درصد به دست آمد که از دقت قابل قبولی برخوردار است. در شکل (۲) نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.



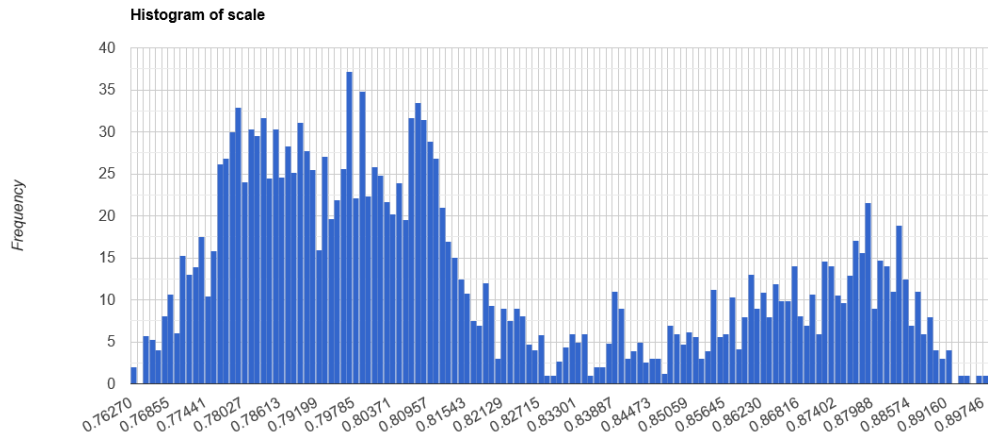
شکل ۲: نقشه کاربری اراضی شهرستان پارس آباد با داده‌های ماهواره سنتینل ۲ (باند ۲-۸) و سنتینل ۱ (باند ۷۷)،
(VH)

آنومالی دمای شب: نتایج نشان داد که روند نوسان روزانه آئروسول‌های شهرستان پارس آباد از ماه جولای سال ۲۰۲۱ صعودی بوده و تا عدد ۲ نیز بیشینه آن رسیده است. همچنین تراکم این پدیده بیش‌تر در جنوب غرب شهرستان و سپس در نواحی شهری و مسکونی در شمال شرق شهرستان مورد مطالعه واقع شده است. (شکل ۳) روند روزانه آئروسول‌های شهرستان پارس آباد طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳) را نشان می‌دهد.

شکل (۴)، توزیع فراوانی سالانه غلظت آئروسول در شهرستان پارس آباد را طی دوره آماری مورد بررسی نشان می‌دهد. براساس این نمودار، توزیع غلظت آئروسول در این منطقه عمدتاً چولگی مثبت داشته و بیش‌ترین فراوانی مربوط به غلظت‌های بین ۰/۷۶ تا ۰/۸۲ میکرو گرم بر متر مکعب با مقادیر بین ۳۰ تا ۴۰ رخداد در سال بوده است. همچنین غلظت‌های بین ۰/۸۵ تا ۰/۸۹ میکروگرم بر متر مکعب به طور میانگین بین ۱۰ تا ۲۰ بار در سال رخ داده‌اند.



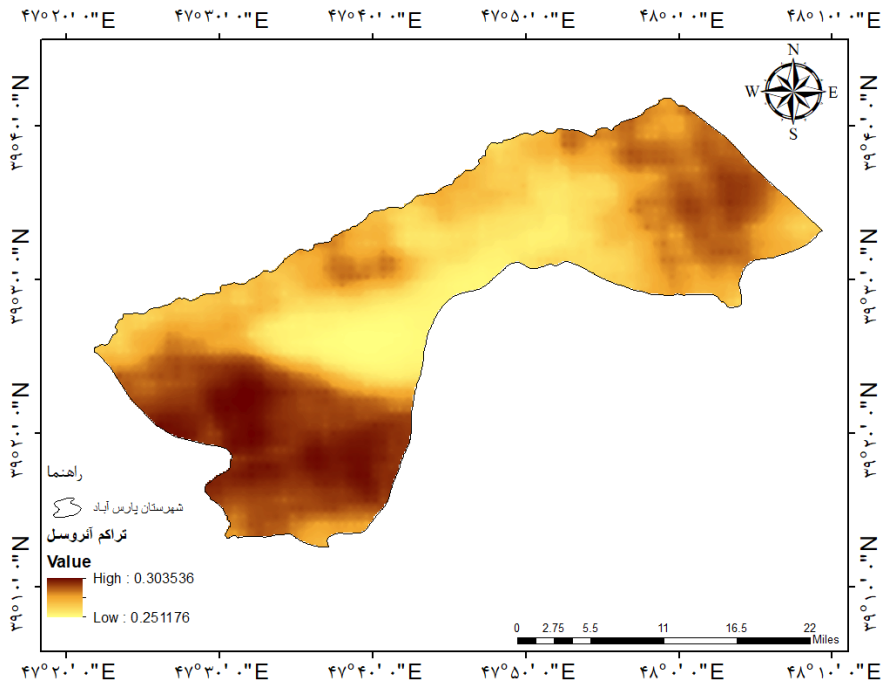
شکل ۳: روند روزانه آئروسول‌های شهرستان پارس آباد طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳)



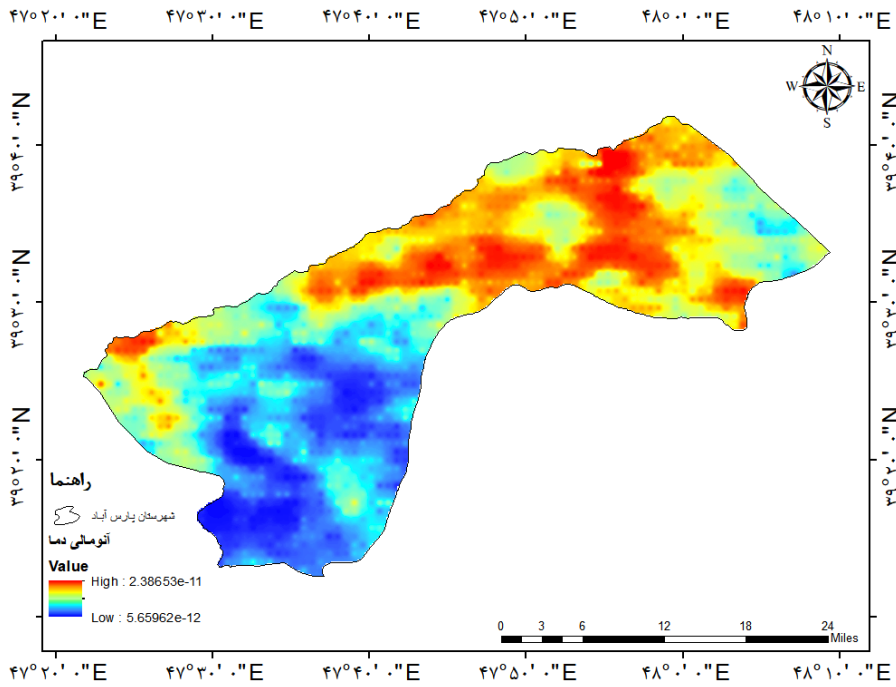
شکل ۴: هیستوگرام آلودگی‌های شهرستان پارس‌آباد طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳)

همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود، تراکم آئروسول در نواحی جنوب غربی شهرستان به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر از سایر مناطق است. بیشینه غلظت آئروسول در این ناحیه به $0/30$ میکرو گرم بر متر مکعب می‌رسد. علاوه بر این، غلظت آئروسول در نواحی شهری و مسکونی واقع در شمال شرق شهرستان نیز نسبتاً بالا است. در مقابل، در نواحی مردکزی شهرستان مورد مطالعه که عمدتاً شامل مناطق کشاورزی و مرتعی می‌شود. غلظت آئروسول به‌طور قابل‌توجهی پایین‌تر است. این الگوی توزیع فضایی آئروسول می‌تواند به عوامل مختلفی از جمله جهت باد غالب، انتشار آلاینده‌ها از منابع مختلف و توپوگرافی منطقه نسبت داده شود.

بررسی توزیع فضایی ناهنجاری دمای شبانه در شهرستان پارس‌آباد: مطالعه الگوی ناهنجاری دمای شبانه در شهرستان پارس‌آباد براساس داده‌های MOD11A2.061 (شکل ۶) نشان می‌دهد که توزیع فضایی دما در این منطقه از شمال به جنوب روند کاهشی دارد. به عبارت دیگر، شیب تغییرات دمایی در جهت شمالی - جنوبی منفی است. این موضوع بیانگر آن است که مناطق شمالی شهرستان پارس‌آباد با نرخ بیش‌تری نسبت به مناطق جنوبی با افزایش دما مواجه بوده‌اند.

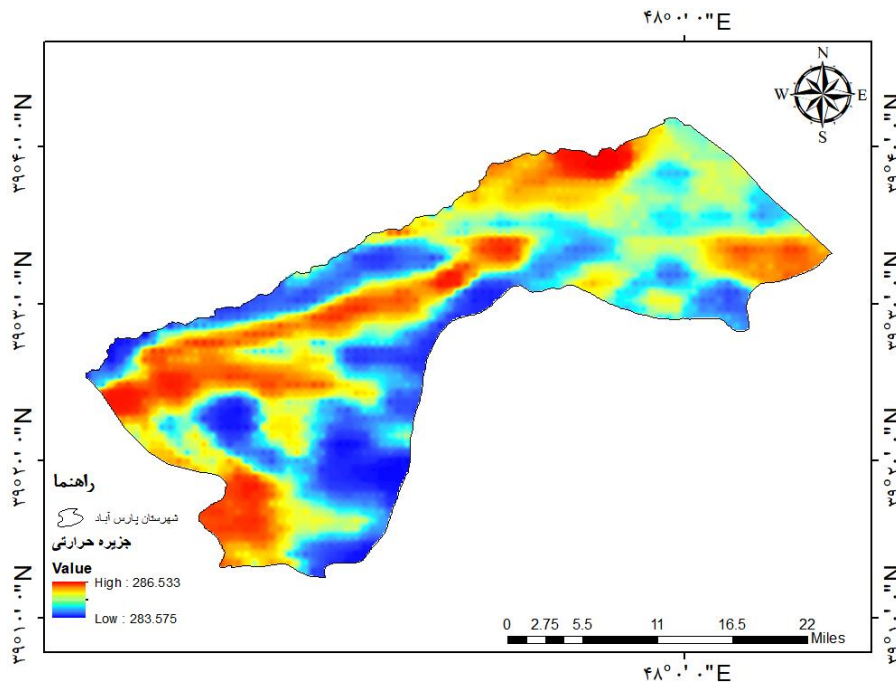


شکل ۵: آلودگی هوای شهرستان پارس آباد با داده‌های سنتینل ۵ باند `absorbing_aerosol_index` طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳)

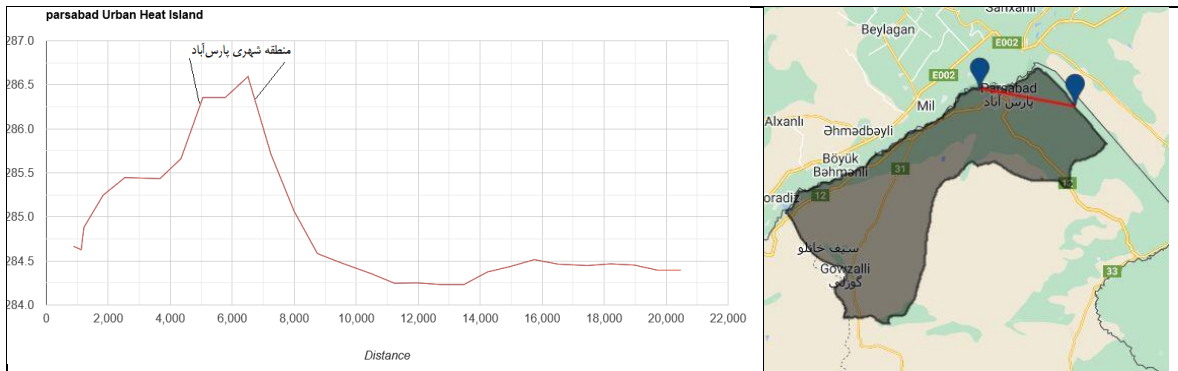


شکل ۶: نقشه آنومالی دمای شهرستان پارس آباد با داده‌های MOD11A2.061 باند `LST_Night_1km` طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳)

بر اساس شکل (۷) نتایج نشان می‌دهد که دمای قسمت‌های شمالی شهرستان به ویژه مناطق شهری پارس آباد، به‌طور متوسط با افزایش قابل توجهی روبرو بوده است. این روند افزایشی دما در بخش‌هایی از مرکز و غرب شهرستان نیز مشاهده می‌شود. حداکثر دمای متوسط در این مناطق به ۲۸۷ درجه کلوین رسیده است، در حالی که در نواحی جنوبی شهرستان، حداقل دمای متوسط ۲۶۳ درجه کلوین طی سال‌های (۲۰۲۳-۲۰۱۸) ثبت شده است. شکل (۸)، نمودار نیم‌رخ حرارت گرمایی شهرستان پارس‌آباد را نشان می‌دهد. محور عمودی بیانگر میانگین دمای هوا بر حسب کلوین و محور افقی بیانگر مسافت است. با بررسی محورها و مقایسه نیم‌رخ سمت چپ و راست شکل، می‌توان مشاهده کرد که تا فاصله ۲/۸۶ کیلومتر از مناطق شهری و مسکونی پارس‌آباد، حرارت گرمایی به‌طور واضح قابل مشاهده است. به طوری که با افزایش فاصله از مناطق، شدت دما به تدریج کاهش می‌یابد.

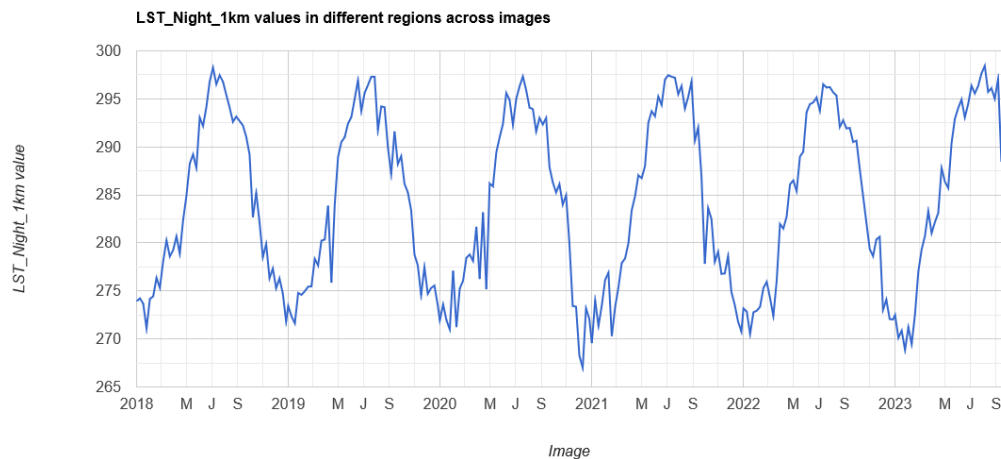


شکل ۷: نقشه میانگین دمای شهرستان پارس‌آباد با داده‌های MOD11A2.061 باند LST_Night_1km طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۳)

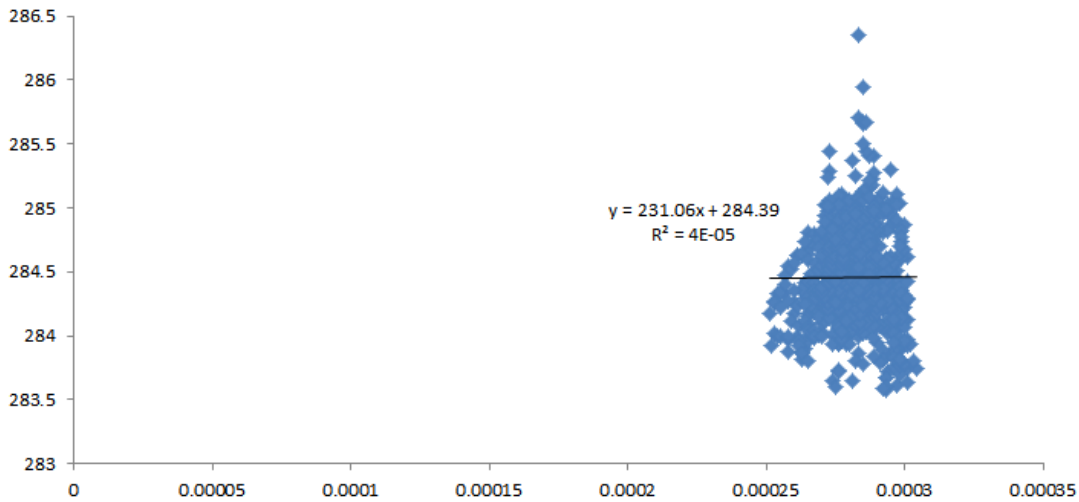


شکل ۸: نمودار نیم‌رخ جزیره حرارتی مناطق شهری پارس‌آباد بر حسب درجه کلونین (باند LST_Night_1km) طی سال‌های (۲۰۲۳-۲۰۱۸)

شکل (۹)، نوسانات ماهانه میانگین دمای شبانه LST را در طول دوره مطالعه نشان می‌دهد. محور عمودی نشان‌دهنده میانگین دمای شبانه بر حسب کلونین است. مقادیر حداکثر در ماه‌های تابستان (ژوئیه) با میانگین ۲۹۷ کلونین و مقادیر حداقل در ماه‌های زمستان (ژانویه) با میانگین ۲۷۰ کلونین مشاهده می‌شود. روند ارتباط بین آلودگی‌های شهرستان پارس‌آباد با میانگین دمای شهری نتیجه جالب توجهی را نشان داده است. همان‌طور که از نمودار ترسیم‌شده در شکل (۱۰) مشخص است بین این دو پدیده رابطه تقریباً ختئی وجود داشته است و نتیجه به دست آمده برای این شهرستان با نتایج دیگر مناطق مورد مطالعه متفاوت بوده است.



شکل ۹: روند میانگین دمای شب شهرستان پارس‌آباد در ایام سال‌های (۲۰۲۳-۲۰۱۸)



شکل ۱۰: نمودار همبستگی میانگین دمای شهری با آئروسول‌های شهرستان پارس آباد

نتیجه‌گیری

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در استخراج دمای سطح زمین این قابلیت را برای کاربر به وجود می‌آورد که به تناسب قدرت تفکیک تصاویر ماهواره‌ای، برای هر نقطه دلخواه مقدار دما را محاسبه نماید. دمای زمین متأثر از عوامل مختلفی مانند پوشش گیاهی، منابع آب، کاربری اراضی و غیره است. بنابراین در پژوهش حاضر هدف بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین در شهرستان پارس آباد در استان اردبیل با استفاده از سامانه گوگل ارث انجام می‌شود. بدین ترتیب که ابتدا کلاس‌های کاربری اراضی شهرستان پارس آباد مشخص و اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه گردید. به منظور بیان دقت یک نقشه طبقه‌بندی شده به صورت کمی می‌توان آن را به صورت پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه نمود. بر این اساس معیارهای کمی نظیر صحت کلی و ضریب کاپا را برای بیان دقت نقشه تولید شده می‌توان محاسبه نمود. صحت کلی از نسبت مجموع پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند (در محور اصلی ماتریس طبقه‌بندی قرار دارند) به کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده به دست می‌آید. بنابراین دقت کلی و ضریب کاپای به ترتیب برابر ۹۵ و ۰/۹۴ درصد برآورد گردید. نوسان روزانه آئروسول در طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۲۳ با روش رگرسیونی مشخص شد نتایج این بخش بیانگر این بود که از اواسط سال ۲۰۲۱ میلادی در شهرستان پارس آباد میزان آئروسول روند افزایشی داشته است و در منطقه مورد مطالعه هیستوگرام آئروسول چولگی مثبتی داشته که توزیع تقریباً متقارنی داشته‌اند. وضعیت آنومالی دما برای بازه زمانی مورد مطالعه نیز نشان داد که در کل منطقه، تغییرات دما صعودی بوده و این تغییرات در بخش شهری و مسکونی نسبت به سایر مناطق شدیدتر بوده است. از طرفی نرخ میانگین حرارت گرمایی نشان داد مناطق شهری و مسکونی و بخش‌هایی

از نواحی بایر حرارت گرمایی بیش‌تری را تجربه کرده‌اند ولی در قسمت‌هایی از مناطق کشاورزی، جنگلی و مراتع حرارت گرمایی تا حدودی کم‌تر بوده است. در نمودار مربوط به نیم‌رخ حرارت گرمایی نیز شاهد اوج گرفتن و تشکیل حرارت گرمایی در مناطق داخل شهری و مسکونی مناطق مورد مطالعه بوده‌ایم و هر چه از این مناطق دورتر می‌شویم از مقدار درجه حرارت گرمایی کاسته شده است. نوسان سالانه میانگین دمای شب نیز نشان‌دهنده این بود که در ماه تیر بیشینه دمایی و در دی‌ماه کمینه دمایی را ثبت کرده است. در آخر همبستگی بین آئروسول‌های شهری با میانگین دمایی شهرستان مورد مطالعه با روش رگرسیون خطی ساده بررسی گردید و اکثراً رابطه مستقیمی را بین این دو پدیده نشان داد بدین ترتیب که با افزایش آلودگی‌های شهری بر میزان حرارت گرمایی شهری افزوده شده است و در نتیجه چنین برداشت می‌شود که آئروسول‌های موجود در جو مناطق شهری با انعکاس و بازتابیدن انرژی خورشیدی بر سطح زمین بر ذخیره حرارت گرمایی برای شهرستان پارس‌آباد روند خنثی نشان داده شد. با توجه به این‌که سامانه گوگل ارث انجین یک بستر ابری مبتنی بر محاسبات موازی است که امکان پردازش و تحلیل حجم عظیمی از داده‌های ماهواره‌ای را به صورت کارآمد و سریع فراهم می‌کند. این سامانه با ارائه ابزارها و الگوریتم‌های پیشرفته برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و پایش دمای سطح زمین بسیار مناسب است.

منابع

- امیری، ف.، طباطبایی، ط. ۱۴۰۱. تاثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر دمای سطح زمین در منطقه ساحلی بوشهر، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۳(۲): ۱۳۰-۱۴۷.
- ساعدپناه، م.، امان‌الهی، ج.، قربانی، ف. ۱۴۰۰. بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین در مناطق سرد و نیمه خشک (مالمعه موردی: بخش مرکزی شهرستان سنندج)، محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، ۷۴(۱): ۶۹-۸۲.
- عابدینی، م.، پاسبان، ا. ح. ۱۴۰۲. واکاوی و ارزیابی ارتباط بین دمای سطح زمین با کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز خیاوچای، مشگین‌شهر)، جغرافیا و روابط انسانی، ۶(۳): ۲۲-۳۷.
- عابدینی، م.، پاسبان، ا. ح.، نظافت تکل، ب. ۱۴۰۲. تحلیل توان رقابت‌پذیری استان اردبیل با استفاده از مدل پائولوا و مدل دینامیکی (مطالعه موردی: گرمی، پارس‌آباد، مشگین‌شهر)، مطالعات محیط زیست، ۸(۲): ۶۴۳۴-۶۴۲۱.

- عابدینی، م.، قلعه، ا.، آقازاده، ن.، محمدزاده شیشه‌گران، م. ۱۴۰۱. پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و TM مطالعه موردی: شهرستان مشگین‌شهر، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۷): ۳۷۵-۳۹۳.
- فلاح‌زاده، ف. ۱۳۸۸. مطالعه روند دمای میکرو اقلیم شهر یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد.
- قیصوری، م.، صابری، ع.، امیری، ع.، صباغ، س. ع. ۱۴۰۰. بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر دمای حوزه آبخیز شمالی استان ایلام، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۱۱(۱): ۲۹-۴۳.
- واحدیان بیکی، ل.، پوراحمد، ا.، سیف‌الدینی، ف. ۱۳۹۰. اثر توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییر کاربری اراضی منطقه ۵، نگرشی نو در جغرافیای انسانی، ۴(۱): ۲۹-۴۴.

- Rose, A.L., M. D. Devadas. (2009). Analysis of land surface temperature and land use/land cover types using remote sensing imagery a case internal city, India. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.
- Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of environment, Vol.90, No.4, 434-440.
- Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., ... & Chen, H. (2021). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. International journal of biometeorology, 54(1), 75-84.
- Satya, B.A.; Shashi, M.; Deva, P. (2020). Future land use land cover scenario simulation using open source GIS for the city of Warangal, Telangana, India. Geomatics, 12, 281-290.
- Xiao, J., & Moody, A. (2021). A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA. Remote sensing of environment, 98(3): 237-250.
- Kumar, D., & Shekhar, S. (2015). Statistical analysis of land surface temperature vegetation indexes relationship through thermal remote sensing. Ecotoxicology and environmental safety, 121, 39-44.
- Chen, W., Zhang, Y., Gao, W., & Zhou, D. (2020). The Investigation of Urbanization and Urban Heat Island in Beijing Based on Remote Sensing. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 216, 141-150.
- Zhan, Q., Meng, F., Xiao, Y. (2015). Exploring the relationships of between land surface temperature, ground coverage ratio and building

volume density in an urbanized environment. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40(7): 255.

- **Jiang, J., Tian, G. (2010). Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing. Journal of Applied Procedia environmental sciences, 2, 571-575.**