

پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده

از تصاویر سنجنده OLI و ETM+ (مطالعه موردی: شهرستان پارس‌آباد)

بتول زینالی^{۱*}، صیاد اصغری سراسکانرود^۲، مریم محمدزاده شیشه‌گران^۳، احسان قلعه^۴

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

مطالعات نشان می‌دهد که نقش سنجش از دور حرارتی در مطالعه و برآورد دمای سطح زمین بسیار حائز اهمیت است. حرارت سطح زمین شاخص مهمی در مطالعه مدل‌های تعادل انرژی در سطح زمین در مقیاس منطقه‌ای و جهانی است. با توجه به محدودیت ایستگاه‌های هواشناسی، سنجش از دور می‌تواند جایگزین مناسبی برای برآورد حرارت سطح زمین باشد. هدف اصلی از این تحقیق پایش دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و رابطه‌ای که دمای سطحی می‌تواند با کاربری اراضی داشته باشد، می‌باشد. به همین منظور ابتدا تصاویر مربوطه اخذ شد و پیش‌پردازش‌های لازم بر روی هر کدام اعمال شد. سپس نسبت به مدل‌سازی و طبقه‌بندی تصاویر اقدام شد. ابتدا به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی برای هر دو سال با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا استخراج شد و سپس به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی نقشه تغییرات کاربری اراضی برای یک بازه زمانی ۱۶ ساله (۲۰۱۸ - ۲۰۰۲) استخراج شد. در نهایت به منظور پایش دمای سطح زمین نقشه دمای سطحی شهرستان پارس‌آباد استخراج شد. نتایج نشان داد که رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود دارد. مناطق با پوشش گیاهی بالا و مناطق آبی دارای درجه حرارت پایین بودند. خاک دارای بالاترین میانگین دما در هر دو سال است که دارای دمای ۴۰/۸۰ برای سال ۲۰۰۲ و دمای ۴۲/۲۹ برای سال ۲۰۱۸ می‌باشد. همچنین نکته قابل توجه درباره مناطق مسکونی این است که کاربری مسکونی از ۳۴/۵۱ در سال ۲۰۰۲ به ۴۰/۰۹ در سال ۲۰۱۸ افزایش پیدا کرده است که نشان دهنده این است که در سال ۲۰۱۸ با گسترش شهر نسبت به ۱۶ سال قبل تمرکز حرارت نیز افزایش یافته است. کمترین دمای ثبت شده برای هر دو سال مربوط به مناطق آبی است با توجه به اینکه آب دارای ظرفیت گرمایی بالایی می‌باشد، دارای دمای سطحی کمتری نیز می‌باشد. همچنین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با افزایش مساحت کاربری‌های جنگل و کشاورزی آبی و همچنین با کاهش کاربری‌های مرتع و کشاورزی دیم در بازه زمانی مورد مطالعه، دما همچنان روند افزایشی داشته است که می‌توان این چنین استنباط کرد که هرچند نواحی دارای پوشش گیاهی مترکم به دلیل تبخیر و تعرق بیشتر دارای دمای سطحی کمتری نسبت به نواحی است که عاری از پوشش گیاهی هستند ولی نتوانسته‌اند به عنوان عامل تعدیل‌کننده دما در منطقه عمل کنند. بنابراین همبستگی معنی‌داری بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین وجود ندارد که عمدتاً ناشی از مقدار کافی پوشش گیاهی است.

کلید واژه‌ها: طبقه‌بندی شی‌گرا، الگوریتم تک کاناله، دمای سطح زمین، کاربری اراضی، تصاویر لندست.

مقدمه

سال ۱۸۳۳ توسط هاوارد مطرح شد. پس از آن پژوهش‌های متعددی در شهرهای بزرگ و صنعتی جهان انجام گرفت که بیانگر این است که شهرنشینی موجب ایجاد تغییرات قابل ملاحظه بر روی پارامترهای هواشناسی و ویژگی‌های سطح زمین شده و به تبع، تغییرات زیادی در وضع هوا و اقلیم محلی به وجود آورده است (اشرف و همکاران، ۱۳۹۱). نقشه‌های کاربری اراضی نحوه استفاده انسان از زمین را در فعالیت‌های کشاورزی، جنگل‌داری و مرتع‌داری نشان می‌دهد. رشد بیش از حد جمعیت فشار بر عرصه‌های طبیعی و بهره‌برداری‌های غیراصولی و تغییر کاربری‌ها را افزایش داده است (Lu and Weng, 2008). تغییر در کاربری زمین در نتیجه اثر متقابل عوامل زیادی مانند سیاست، مدیریت، اقتصاد، فرهنگ، رفتار انسانی و محیط است. آگاهی از چگونگی رخداد تغییرات کاربری بسیار مهم است به دلیل اینکه فرایندهای مربوط به برخورد و تماس بشر با طبیعت می‌تواند اثرات گسترده‌ای بر محیط، تغییر چرخه‌های هیدرولوژیک، بیوژئوشیمیایی، اندازه و آرایش بوم‌های طبیعی مانند جنگل و تنوع گونه‌ها بگذرد (Pijanowski et al, 2002). امینی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به کمک سنجش از دور، تراکم و پراکنش مکانی پوشش گیاهی و دمای پوشش سطح زمین در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند. ابتدا با پیش‌پردازش اطلاعات ۱۲ تصویر ماهواره‌ای سنجنده ETM+ ضریب بازتاب پوشش سطح زمین و ضریب تابش رسیده به پوشش سطح زمین در باندهای مختلف را به دست آوردند و سپس شاخص گیاهی NDVI تعیین شده، تراکم و پراکنش پوشش گیاهی و دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم سبال برآورد گردید. نتایج نشان داد که دمای به دست آمده از سطح زمین، مطابقت قابل قبولی با آمار ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی دارد که بین مقادیر دمای پوشش سطح به دست آمده و اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. نتایج کلی نشان داد که الگوریتم سبال با ضریب همبستگی ۰/۷۵، ریشه میانگین مربعات خطای ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین خطای مطلق ۴/۲ درجه سانتی‌گراد از دقت قابل قبولی برخوردار است. احمدی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی با عنوان بررسی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در شهرستان

دمای سطح زمین (LST) دمای بالاترین لایه سطح زمین است و به ضریب گسیل سطح، پوشش گیاهی و انواع پوشش‌های زمینی وابسته است. دمای سطح زمین اطلاعات مهمی درباره ویژگی فیزیکی سطح زمین از مقیاس‌های محلی و جهانی، در اختیار قرار می‌دهد و نقش مهمی را در بسیاری از کاربردها دارد. از دمای سطح زمین برای مطالعه مدیریت منابع آب، کشاورزی، مدیریت منابع، خشکسالی، پردازش‌های ژئوشیمی محیطی، پژوهش‌های هواشناسی، تغییرات جهانی دمای سطح زمین، پیش‌بینی وضعیت آب و هوا، هیدرولوژی، اکولوژی، بررسی وضعیت گیاهان، آب و هوای شهری، مطالعات محیط زیستی و برآورد متغیرهای ژئوفیزیکی مانند تبخیر-تعرق و رطوبت خاک استفاده می‌شود (فرهنگ و آخوندزاده، ۲۰۱۷؛ Rozenstein et al, 2014). گسترش سریع شهرها به دلیل تغییرات گسترده در کاربری و پوشش زمین تأثیرات منفی بر کیفیت زیست‌محیطی جهانی داشته است (کاکه ممی و همکاران، ۱۳۹۶). تغییرات کاربری پوشش اراضی توسعه مناطق شهری و کشاورزی و جنگل‌زدایی باعث تغییر رژیم دمای منطقه‌ای و محلی می‌شود (اکبری و همکاران، ۱۳۹۴). حرارت سطح زمین شاخص مهمی در مطالعه مدل‌های تعادل انرژی در سطح زمین و فعل و انفعالات بین زمین و اتمسفر در مقیاس منطقه‌ای و جهانی است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). به طور کلی اندازه‌گیری دمای سطح زمین، توسط ایستگاه‌های هواشناسی از جمله سینوپتیک و کلیما‌تولوژی انجام می‌شود. این نکته را باید مد نظر قرار داد که ایستگاه‌های هواشناسی فقط قادر به اندازه‌گیری دما در نقاط خاص می‌باشند که قبلاً در آن جا نصب شده‌اند. آنچه به عنوان یک نقص اساسی در پایش دمای سطح زمین به شمار می‌آید، نبود ایستگاه‌های هواشناسی کافی جهت آگاهی از مقادیر دمایی در نقاط فاقد ایستگاه است که امروزه توسط تکنولوژی سنجش از دور تا حدی این کمبودها بر طرف شده است (خسروی و همکاران، ۱۳۹۶). دمای سطح زمین از مهم‌ترین مؤلفه‌های موثر در مطالعات جهانی است که به مثابه یکی از عوامل مهم در کنترل فرایندهای بیولوژیکی و شیمیایی و فیزیکی زمین استفاده می‌شود (علوی پناه، ۱۳۸۸). واژه جزیره حرارتی اولین بار حدود یک قرن قبل و در

اردبیل پرداختند و نتایج نشان داد که دمای سطحی در محدوده‌ای از زمین متأثر از عوامل سطحی و خصوصیات آن می‌باشد و بیشترین دمای سطحی در محدوده مورد نظر مربوط به مکان‌هایی است که کمترین پوشش گیاهی را دارا می‌باشند. ناجی دومیرانی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از باندهای حرارتی شماره ۱۰ و ۱۱ ماهواره لندست ۸ با روش پنجره مجزا، نقشه دمای سطح زمین را به دست آوردند. منطقه پژوهش شهرستان نهاوند در استان همدان بود. که با داشتن ضریب انتشار خاک، ضریب انتشار پوشش گیاهی و محاسبه نسبت پوشش گیاهی، LST را محاسبه کردند. روش پنجره مجزا برای کاهش آثار جوی به کار گرفته می‌شود. ضریب ثابت این الگوریتم با شبیه‌سازی اعداد مختلف از شرایط جوی به دست می‌آید. ظرفیت بخار آب جوی نیز با استفاده از رابطه تجربی آن با میانگین دماهای روشنایی محاسبه شد. اختلاف دمای سطح زمین محاسبه شده و داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی کمتر از ۲ درجه بوده است. ولیزاده و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با هدف بررسی دمای سطح زمین در شهرستان زنجان با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا پرداختند نتایج این پژوهش نشان داد که بر مبنای داده‌های آماری به دست آمده ارتباط مناسب بین کاربری سطح زمین و حرارت سطح زمین وجود دارد به طوری که در مناطق نظامی و صنعتی شهر به دلیل وجود کاربری‌ها و عواملی مانند سطوح غیرقابل نفوذ مانند آسفالت بتن پوشش گیاهی کم گرمای ناشی از سوخت‌های فسیلی و افزایش آلودگی در این نواحی باعث ایجاد جزایر حرارتی شده است. اصغری سراسکانرود و امامی (۱۳۹۷) در تحقیقی به پایش دمای سطح زمین و بررسی تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و ETM در شهرستان اردبیل به روش پنجره مجزا بیان داشتند، رابطه‌ای قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود دارد : به طوری نواحی شهری با پوشش گیاهی کمتر نسبت به نواحی کشاورزی و مرتعی دمای بیشتری دارند. درویشی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از باند حرارتی ماهواره لندست ۵ و ۷ به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۰۰ و باند حرارتی ماهواره لندست ۸ برای سال ۲۰۱۷ دمای سطح زمین را تهیه کرده و پس از آن ارتباط میان تغییرات کاربری اراضی را با دمای سطح زمین بررسی کردند. با استفاده از

کالیبراسیون رادیومتریکی، مقادیر رقومی باندهای لندست به تابش طیفی تبدیل و بعد تصحیحات هندسی و جوی بر روی تصویر اعمال گردید. آنها با مقایسه سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰، ۲۰۱۷ دریافتند دما روندی افزایشی داشته است و به دلیل افزایش نواحی مسکونی، پوشش گیاهی کاهش پیدا کرده و زمین‌های کشاورزی به زمین بایر تبدیل شده است که این خود دلیلی بر افزایش دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۷ بوده است. ژانگ و همکاران (Zhong et al, 2016) با روش چند کاناله از داده‌های مادون قرمز حرارتی سنجنده IASI برای بازیابی LST استفاده کردند. اعتبارسنجی آنها با داده‌های شبیه‌سازی صورت گرفت و RMSE دمایی محاسبه شده ۰/۹ کلوین به دست آمد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که مقادیر ضریب گسیلمندی محاسبه شده، در محاسبه LST تأثیرگذار بوده است. فرهنگ و آخوندزاده (۲۰۱۷) نخست با ادغام باندهای مرئی و حرارتی ماهواره لندست ۸ باندهای حرارتی با توان تفکیک مکانی ۳۰ متر را تولید و LST را برای استان ایلام در جنوب غرب ایران محاسبه کردند. این ادغام پس از ثبت متقابل باندهای مرئی قرمز و حرارتی شماره ۱۰ با استفاده از روش کانتورلت صورت پذیرفت. در نهایت آنها با اعمال تصحیحات جوی و استفاده از روش تک کاناله در نظر گرفتن رابطه خطی میان NDVI و LSE (روش آستانه شاخص پوشش گیاهی)، LST با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر را تولید کردند. کارانیا (Karanja, 2016) در مطالعه‌ای نشان داد، مطالعات جزیره حرارتی شهری در کنترل رشد جمعیت شهری و برنامه‌ریزی شهری کارایی دارد. رونالد و همکاران (Ronald et al, 2017) در شهرهای بزرگ در مناطق بانکوک (تایلند) جاکارتا (اندونزی) و مانیل (فیلیپین) به دنبال بررسی رابطه درجه حرارت سطحی و فراوانی با الگوی فضایی سطح نفوذناپذیر و فضای سبز مطالعه‌ای انجام دادند. نتایج این مطالعه ارتباط معنادار و قوی بین میانگین دمای سطح زمین و تراکم سطح نفوذناپذیر و فضای سبز در امتداد شیب شهر - روستا را در ایجاد جزیره حرارتی شهری (UHI) نشان داد. شای و همکاران (Shi et al, 2017) تأثیرات الگوی مکانی - زمانی جزایر حرارتی شهری را با استفاده از رویکرد رگرسیونی کاربری اراضی مدل‌سازی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد الگوی فضایی جزایر حرارتی شهری (UHI) به طور وسیع با

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 نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. دشت مغان دارای آب و هوای معتدل تا گرم است. تابستان‌های آن بسیار گرم و زمستان‌های آن معتدل و مطبوع است. بارندگی در پارس‌آباد تحت تأثیر جریان‌های دریای خزر و توده‌های هوایی سیبری و سرد شمالی است. میانگین بارندگی آن ۲۷۰/۹ میلی‌متر (سازمان برنامه و بودجه استان اردبیل) است که به سبب کمی ارتفاع زمستان‌های آن ملایم و درجه حرارت آن تا صفر درجه پایین می‌آید. منطقه پارس‌آباد مغان سرزمین هموار و مسطحی است که از آبرفت‌های رود ارس و شعبات آن به وجود آمده است.

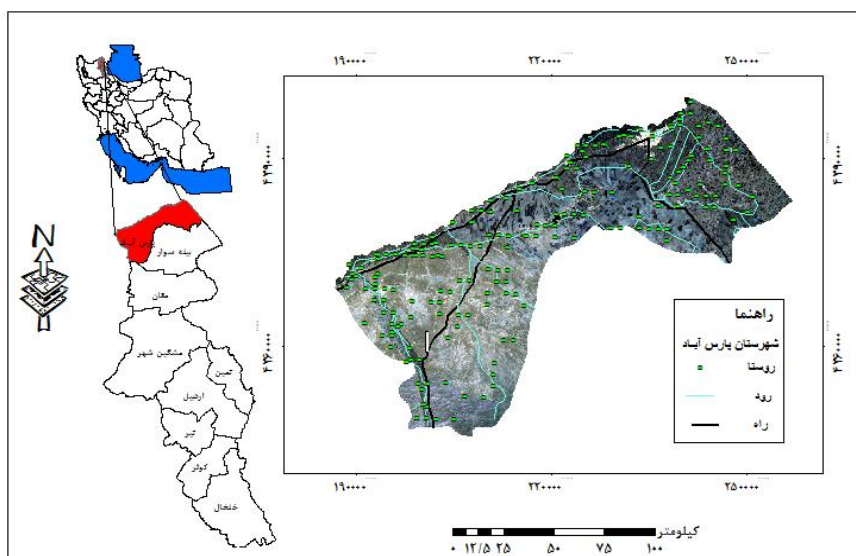
داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل، تصویر ماهواره لندست ۸ که از سنجنده OLI آن به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی و از سنجنده TIRS آن به منظور استخراج دمای سطح زمین برای سال ۲۰۱۸ استفاده شد و همچنین از تصویر سنجنده ETM+ لندست ۷ به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از باندهای مرئی و مادون قرمز و دمای سطح با استفاده از باندهای حرارتی برای سال ۲۰۰۲ استفاده شد (جدول ۱).

نقشه‌های LU/LC و ژئومورفومتری شهری در نواحی مسکونی با تراکم زیاد ارتباط دارد و مدل‌های حاصله به منظور مقابله با ایجاد جزایر حرارتی شهری به کار می‌روند. وانگ و همکاران (Wang et al, 2018) تغییرات کاربری اراضی و تاثیر آن را بر تغییرات کاربری اراضی در یانگون میانمار بررسی کردند. نتایج این مطالعات نشان داد تغییرات کاربری اراضی تأثیرات پیچیده و مستقیمی بر تغییرات دمای سطح زمین دارد، به طوری که در این مطالعه نواحی شهری بیشترین دمای سطح را نشان می‌دهند.

هدف از پژوهش حاضر استخراج و بررسی دمای سطح زمین در ارتباط با انواع کاربری‌های موجود است. برای این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۰۲ میلادی استفاده شده است و مشخص شد که کاربری اراضی تا چه اندازه بر دمای سطح موثر است. بنابراین نتایج این پژوهش برای برنامه‌ریزان محیطی، ناحیه‌ای و شهری از یک سو و آشکارسازی تغییرات به منزله‌ی مؤلفه‌ای مهم در راهبردهای مدیریت منابع طبیعی و تغییرات محیطی از سوی دیگر سودمند است.

مواد و روش‌ها

دشت مغان در شمال غربی ایران و در قسمت شمال استان اردبیل واقع شده است. شهرستان پارس‌آباد مغان جلگه نسبتاً گسترده‌ای است که با مساحتی بالغ بر ۱۴۳۴۹۴ هکتار



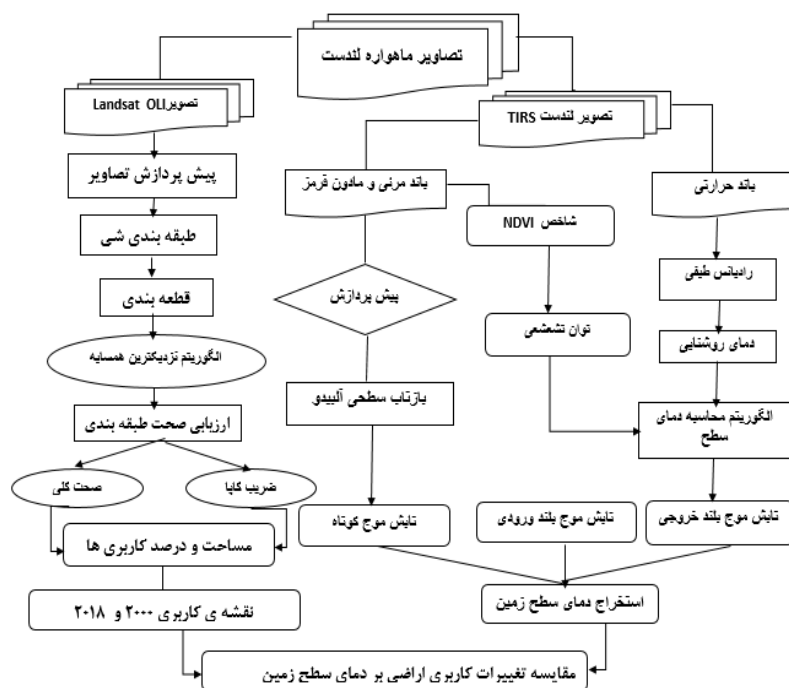
شکل ۱- نقشه محدوده مورد مطالعه

جدول ۱- اطلاعات تصاویر ماهواره لندست ۷ و ۸. منبع: متادیتا تصاویر

نوع سنجنده	مسیر	گذر	درصد پوشش ابر	زاویه خورشید	زمان (گرینویچ)	تاریخ
لندست ۸	۱۶۷	۳۳	۰	۱۲۴/۹۰۵۹۶۳۶۷	۰۷:۲۴:۵۴	۲۰۱۸/۰۷/۰۱
لندست ۷	۱۶۷	۳۳	۰	۱۱۴/۳۹۱۸۱۷۳۱	۰۷:۰۰:۴۷	۲۰۰۲/۰۸/۰۶

انجام می‌شود (فیضی زاده، ۲۰۰۷). در قطعه‌بندی پیکسل‌ها توسط الگوریتم‌های مختلف، در اندازه‌های مختلف و گوناگون با نسبت‌های مختلف طیفی و شکلی قطعه‌بندی و بر اساس ویژگی‌های طیفی و فضایی در قالب اشیا گوناگون دسته‌بندی شده‌اند. طی این فرآیند شی‌های تصویری متناسب با همگن بودن یا ناهمگن بودن بر اساس پارامترهای مقیاس، رنگ، شکل، ضریب نرمی و شکل فشردگی ایجاد شد (فیضی زاده و همکاران، ۲۰۱۰). سپس با آزمون و خطا بهترین اندازه که نشان دهنده اشیا با ابعاد مختلف می‌باشند، تعیین شد. بعد از مشخص کردن تعداد کلاس‌های مورد نیاز در طبقه‌بندی تعیین شی‌های نمونه‌های آموزشی انجام و در نرم‌افزار بر سطح تصویر اعمال گردید. سپس طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه و روش درخت تصمیم‌گیری صورت گرفت. پارامتر مقیاس در این پژوهش ۱۶۰ لحاظ شده است و معیار همگنی و فشردگی نیز هر دو ۰/۵ لحاظ شده است.

همچنین به منظور بررسی دمای ثبت شده توسط ایستگاه‌ها، از داده‌های هواشناسی شهرستان استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای در فصل تابستان به دلیل نبود پوشش ابری و همچنین بالا بودن شدت تابش نور خورشید اخذ شد و همچنین به منظور بالا بردن دقت در شناخت کاربری‌های موجود در سطح منطقه از نرم‌افزار Google Earth استفاده شد. به منظور تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی از نرم‌افزار ENVI 5.3 و به منظور استخراج نقشه‌های مربوطه از نرم‌افزار ARC GIS 10.5 استفاده شد. بعد از اخذ تصاویر و انجام تصحیحات مربوطه بر روی تصاویر مورد نظر، به منظور به دست یافتن به نتایج مدنظر، مراحل زیر طی شد. به منظور طبقه‌بندی کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی شی‌گرا در نرم‌افزار eCognition Developer64 استفاده شد. در روش طبقه‌بندی شی‌گرا، اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص، قطعه‌بندی شده و طبقه‌بندی تصویر بر اساس این قطعه‌ها



شکل ۲- نمودار روش کار

استخراج دمای سطح زمین

در این تحقیق نیز به منظور به دست آوردن دمای سطح زمین از الگوریتم تک کاناله (Single Channel) استفاده شد. از ویژگی مهم این الگوریتم حذف اثرات جوی است. بعد از انجام طبقه‌بندی مربوطه و استخراج نقشه کاربری اراضی و تغییرات کاربری اراضی، به منظور محاسبه دمای سطح زمین در محدوده مورد مطالعه اقدام شد. در همین راستا از باندهای ۱۰ و ۱۱ حرارتی سنجنده OLI و باند ۸ سنجنده ETM+ استفاده شد. در اولین مرحله شاخص NDVI مورد استفاده می‌باشد و بقیه مراحل به ترتیب زیر به منظور استخراج دمای سطح زمین طی شد.

برآورد دمای روشنایی

برای محاسبه دمای روشنایی ابتدا باید داده‌های مادون قرمز حرارتی به رادیانس تبدیل شود. در واقع بعد از انجام کالیبراسیون و پس از استفاده از عکس قانون پلانک (برای تبدیل رادیانس به دمای روشنایی) لازم است تصحیحات اتمسفری انجام و دمای روشنایی به دمای واقعی تبدیل شود (علوی پناه، ۱۳۸۸). برای تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه از رابطه پلانک برای تبدیل مقادیر تابش طیفی به دمای جسم سیاه استفاده شد. داده‌های باند حرارتی را می‌توان با استفاده از ثابت حرارتی موجود در فایل متادیتا از طیف درخشندگی به دمای روشنایی تبدیل کرد که با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (درویشی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$T = K2 / \ln(K1 / L\lambda + 1) - 272.15 \quad (1)$$

T = دمای روشنایی ماهواره بر حسب کلونین

K2- K1 = ثابت حرارتی برای هر دو باند حرارتی موجود در متادیتا

Lλ = درخشندگی جو بالا

برآورد قابلیت انتشار سطح زمین

یکی دیگر از معیارهایی که برای محاسبه دمای سطح زمین لازم و ضروری می‌باشد برآورد قابلیت انتشار در سطح زمین است. این معیار به صورت جداگانه در هر دو باند حرارتی

ماهواره لندست ۸ و باند حرارتی لندست ۷ برای گیاه و خاک با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Jensen, 2005).

$$LSE = (Es - FVC) + Ev * FVC \quad (2)$$

LSE = قابلیت انتشار سطح زمین

Es-v = انتشار گیاه و خاک برای باندهای حرارتی

FVC = نسبت پوشش گیاهی.

برآورد کسر پوشش گیاهی

به منظور کسر تأثیر پوشش گیاهی از تصویر این شاخص استفاده می‌شود. پوشش گیاهی همواره از عواملی بوده است که باعث کاهش دمای سطحی می‌شود. پوشش گیاهی سبز یکی از پارامترهایی است که در بسیاری از برنامه‌های محیط‌زیست و آب و هوایی کاربرد دارد. یک رویکرد مشترک برای برآورد FVC شامل ترکیبی غیرخطی از دو عنصر طیفی در یک تصویر سنجنش از راه دور، شامل خاک لخت و پوشش گیاهی سبز است. خواص طیفی از این دو عنصر معمولاً به صورت‌های مختلفی برآورد می‌شود که شامل اندازه‌گیری‌های میدانی، برآورد از منابع داده‌های اضافی و یا به صورت مستقیم از تصاویر استخراج می‌شود. برای برآورد این شاخص از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$Fvc = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s) \quad (3)$$

NDVI = شاخص پوشش گیاهی

NDVI_s = شاخص مناطق بدون پوشش گیاهی

NDVI_v = مناطق پوشیده از گیاه شاخص

محاسبه نهایی دمای سطح زمین با روش Single

(LST)Channel

هدف اصلی روش تک کاناله بدست آوردن الگوریتمی برای بازیابی LST از یک باند حرارتی سنسور است. بر اساس معادله انتقال تابشی (معادلات ۴ و ۵) و بر اساس قانون پلانک، می‌توان LST را با استفاده از الگوریتم تک کاناله و فرمول زیر تخمین زد.

$$T_s = \{a_i(1 - C_i - D_i) + [b_i(1 - C_i - D_i) + C_i + D_i]T_i - D_i T_a\} / C_i \quad (4)$$

که در آن T_a میانگین دمای موثر اتمسفر (کلونین)،

T_i دمای روشنایی سنسور (کلونین)، $C_i = \epsilon_i \tau_i$ و $D_i =$

منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ تهیه شد. لازم به ذکر می‌باشد که تهیه نقشه کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی شی گرا در نرم‌افزار eCognition Developer64 استفاده شد و خروجی‌های مورد نظر نیز در نرم‌افزار ArcGIS 10.5 تهیه شد. شکل ۳ نقشه کاربری اراضی مربوط به بازه‌های زمانی مشخص را نمایش می‌دهد. همچنین مساحت هر یک از کاربری‌ها نیز در جدول (۳) برای هر سال نمایش داده شد. همانطور که از جدول (۳) مشخص می‌باشد، بیشترین مساحت در سال ۲۰۰۲ متعلق به کلاس مرتع با ۵۸۱۳۸ هکتار مساحت می‌باشد. دومین مساحت مربوط به کلاس کشاورزی دیم که با ۵۲۳۶۹ هکتار بیشترین مساحت را دارا می‌باشد. کمترین مساحت نیز متعلق به کاربری آب با ۵۴۳ هکتار است. برای سال ۲۰۱۸ کشاورزی دیم با ۴۱۹۰۶ بیشترین و بعد از آن مرتع با ۳۰۹۴۳ دارای بیشترین مساحت بوده است. با نگاهی به کاربری‌های سال ۲۰۱۸ نتایج به دست آمده تفاوت چشمگیری را نشان می‌دهد که کاربری خاک از ۱۳۱۴۳ در سال ۲۰۰۲ به ۳۰۹۴۳ در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است، همچنین کاربری‌های کشاورزی آبی و مناطق مسکونی و جنگل نیز افزایش یافته‌اند. اما کاربری مناطق آبی از ۵۴۳ هکتار به ۲۶۲ هکتار کاهش چشمگیری داشته است و همچنین کاربری‌های کشاورزی دیم و مرتع نیز نسبت به سال ۲۰۰۲ کاهش یافته‌اند.

با b_i و a_i است. ضرایب $(1 - \tau_i)[1 + (1 - \varepsilon_i)\tau_i]$ استفاده از فرمول زیر بدست آمده‌اند:

$$\frac{B_i(T)}{(\partial B_i(T)/\partial T)} = a_i + b_i T \quad (5)$$

این الگوریتم که در اصل برای Landsat TM-6 ساخته شده است، در کانال حرارتی DAIS 77 برابر با $\lambda = 11/27$ که شبیه TM-6 است، اعمال شده است. برای این کانال، مقادیر $a_{77} = 267.8699K$ و $b_{77} = 0.45854$ با همبستگی $r = 0.9997$ برای محدوده دمایی ۲۷۳-۳۴۳ کلون استخراج شده‌اند.

میانگین دمای موثر اتمسفر (T_a) و قابلیت انتقال جو (τ_i) را می‌توان با استفاده از معادلات ۶ و ۷ بدست آورد:

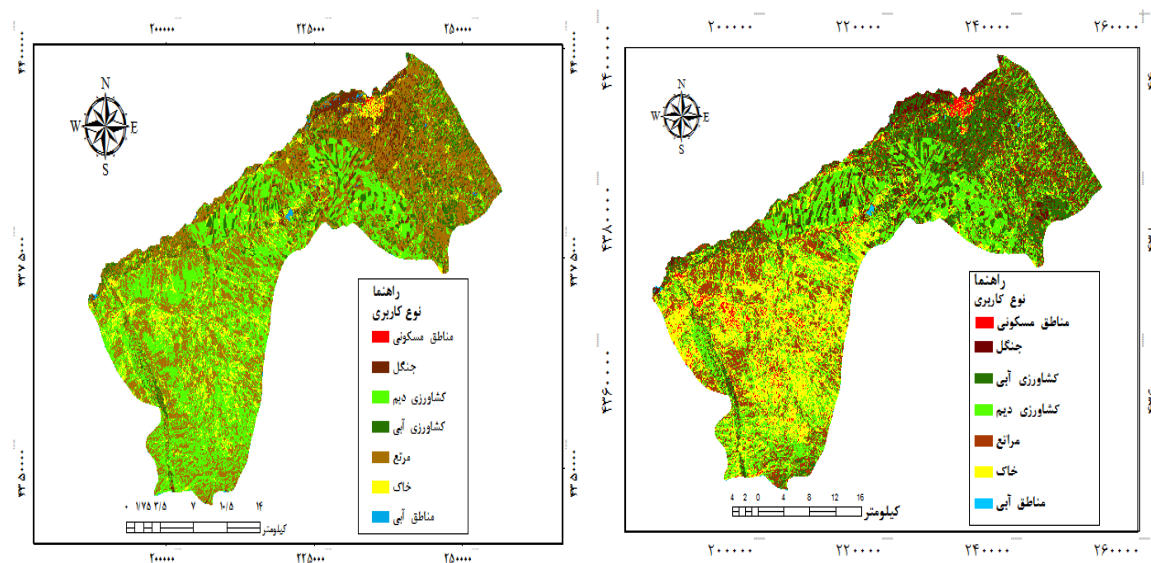
$$T_a = 37.8807 + 0.85128T_s \quad (r = 0.97 \text{ and } T_s = [244.5 - 309.6 K]) \quad (6)$$

$$\tau_{77} = 1.0449 - 0.18738 W \quad (r = 0.998 \text{ and } w = [0.1 - 3.9 gcm^{-2}]) \quad (7)$$

که $T_s =$ دمای هوای نزدیک سطح (کلون) و $W =$ محتوای بخار آب است (گرم در سانتی‌متر مربع) (Qin et al, 2001).

نتایج و بحث

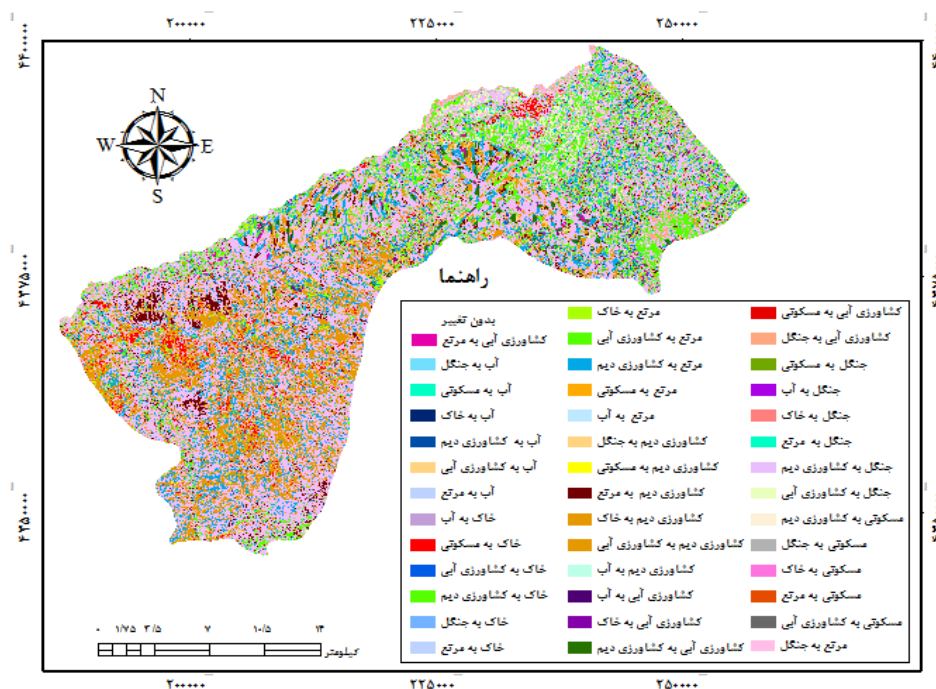
در این پژوهش به منظور پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و TM ماهواره لندست اقدام شد. در ابتدا به



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال ۲۰۰۲ (سمت چپ) و ۲۰۱۸ (سمت راست)

جدول ۳- مساحت کاربری‌های اراضی در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۰۲

نوع کلاس	۲۰۰۲ (هکتار)	۲۰۱۸ (هکتار)
کشاورزی دیم	۵۲۳۶۹	۴۱۹۰۶
جنگل	۶۹۲۱	۷۴۳۹
کشاورزی آبی	۱۱۷۵۲	۲۶۷۰۱
مرتع	۵۸۱۳۸	۳۲۴۹۳
مناطق مسکونی	۶۲۸	۳۷۵۰
مناطق آبی	۵۴۳	۲۶۲
خاک	۱۳۱۴۳	۳۰۹۴۳
جمع کل	۱۴۳۴۹۴	۱۴۳۴۹۴



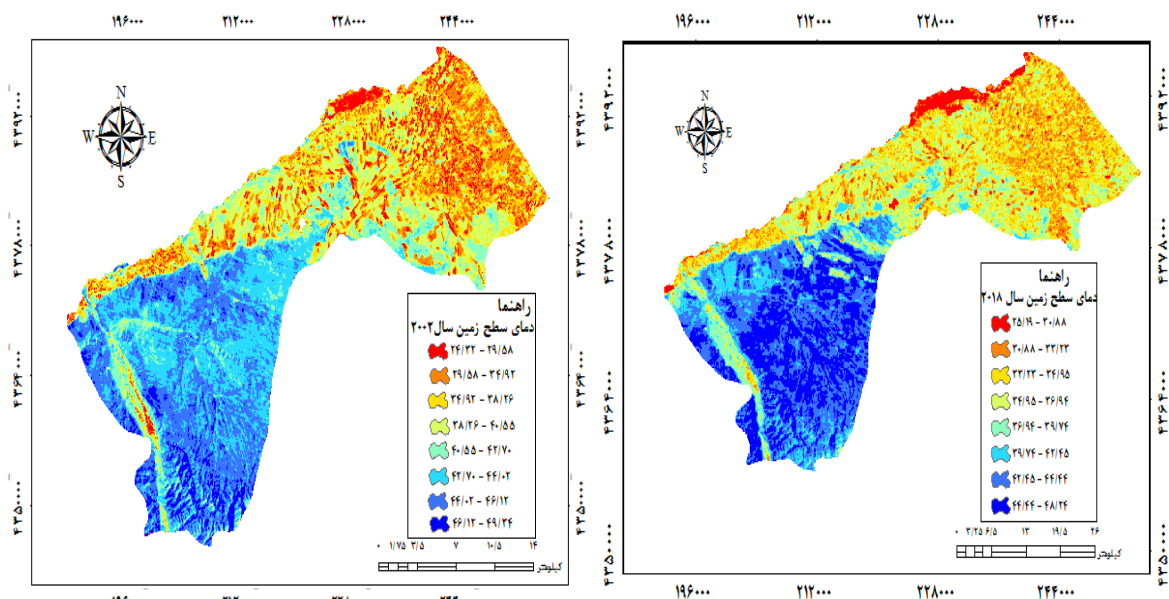
شکل ۴- تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

۰/۱۸۲۳۷۲، کشاورزی دیم به آب با مساحت ۰/۹۵۳۰۲۹ مسکونی به جنگل با مساحت ۰/۶۹۵۷۰ و همچنین کاربری آب به مسکونی با مساحت ۱/۵۴۷ به عنوان کمترین تغییرات کاربری‌ها را شامل می‌شود. تقریباً در اکثر کاربری‌ها میزان تبدیل به مناطق مسکونی رقم چشم‌گیری بوده است که این نشان‌دهنده توسعه شهری و همچنین دخالت و تخریب انسان به منابع طبیعی را نشان می‌دهد. بعد از استخراج نقشه تغییرات کاربری اراضی، اقدام به تهیه نقشه‌های دمای سطح زمین در بازه زمانی مورد نظر (۲۰۱۸-۲۰۰۲) شد و نقشه‌های حاصل از آن نیز استخراج گردید (شکل ۵).

با توجه به جدول ۴ بیشترین میزان تغییرات مربوط به مرتع به کشاورزی دیم با ۱۶۵۵۰/۲ هکتار و همچنین کاربری مرتع به کشاورزی آبی با مقدار ۱۴۲۵۰/۳، تبدیل جنگل به کشاورزی آبی با مساحت ۳۱۵۸/۶۵ هکتار و کشاورزی دیم به کشاورزی آبی ۳۳۰۳/۸۳ هکتار است. در میان کاربری‌های تغییر یافته، کاربری جنگل کمترین میزان افزایش را در بازه زمانی مورد نظر داشته است. در حالی که میزان تغییر کاربری جنگل به دیگر کاربری‌ها در همین بازه زمانی به مراتب بیشتر است و این امر نیز نشان‌دهنده سرعت تخریب جنگل‌ها نسبت به میزان احیای آن است. و همچنین کمترین تغییرات مربوط به خاک به آب با مساحت

جدول ۴- مساحت کاربری‌های تغییر یافته

کاربری‌های تغییر یافته	مساحت (هکتار)	کاربری‌های تغییر یافته	مساحت (هکتار)
کشاورزی دیم به جنگل	۹۸۹ / ۹۴۲	مرتع به شهر	۴۲ / ۰۸۲۵
کشاورزی دیم به کشاورزی آبی	۳۳۰۳ / ۸۳	مرتع به جنگل	۲۲۴۴ / ۲۷
کشاورزی دیم به مرتع	۵۳۰۰ / ۴۹	مرتع به کشاورزی آبی	۱۴۲۵۰ / ۳
کشاورزی دیم به مسکونی	۲۸۱ / ۲۸	مرتع به کشاورزی دیم	۱۶۵۵۰ / ۲
کشاورزی دیم به آب	۰ / ۹۵۳۰۲۹	مرتع به خاک	۲۷۳۴ / ۹
کشاورزی دیم به خاک	۲۱۳۵ / ۳	مرتع به آب	۳۴ / ۳۸۴۹
جنگل به کشاورزی دیم	۸۳۷ / ۲۰۱	خاک به مسکونی	۳۰۶۵ / ۰۳
جنگل به کشاورزی آبی	۳۱۵۸ / ۶۵	خاک به جنگل	۶۱ / ۸۹۵
جنگل به مرتع	۹۵۹ / ۵۶۵	خاک به کشاورزی آبی	۱۵۲ / ۶۴۸
جنگل به مسکونی	۲ / ۰۷	خاک به کشاورزی دیم	۱۲۱۶ / ۵۵
جنگل به خاک	۹۸ / ۸۲	خاک به مرتع	۲۱۹ / ۷۸۹
جنگل به آب	۱۰ / ۱۵۴۴	خاک به آب	۰ / ۱۸۲۳۷۲
آب به مسکونی	۱ / ۵۴۷	مسکونی به جنگل	۰ / ۹۹۵۷۰
آب به جنگل	۵۷ / ۵۴۱۶	مسکونی به کشاورزی آبی	۱ / ۰۵۵۲۱
آب به کشاورزی آبی	۲۰۲ / ۹۵۶	مسکونی به کشاورزی دیم	۱۳ / ۵۹
آب به کشاورزی دیم	۱۲ / ۴۱۶۶	مسکونی به مرتع	۲ / ۹۶۲۸۷
آب به مرتع	۴۱ / ۱۷۰۱	مسکونی به خاک	۱۱ / ۵۲
آب به خاک	۳ / ۷۴۶۹۷	کشاورزی آبی به آب	۱ / ۱۴۱۴۱
کشاورزی آبی به مسکونی	۷ / ۱۷۴۸۵	کشاورزی آبی به خاک	۳۱۴ / ۳۷۵
کشاورزی آبی به کشاورزی دیم	۲۱۳۶ / ۶۵	کشاورزی آبی به جنگل	۲۲۲۹ / ۷۹
کشاورزی آبی به مرتع	۱۴۳۰ / ۹۱		



شکل ۵- نقشه دمای سطح زمین در دو سال ۲۰۰۲ (چپ) و ۲۰۱۸ (راست)

تحلیل رابطه کاربری اراضی و دمای سطحی

همانگونه که از جداول ۵ و ۶ سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ هم مشخص است، دمای کاربری آب در طی سال ۲۰۱۸ تقریباً ثابت بوده است و تفاوتی چشمگیر را نداشته است و کمترین دما را در هر دو سال با ۳۱ درجه را به خود اختصاص می‌دهد با توجه به اینکه آب دارای ظرفیت گرمایی بالایی می‌باشد، آب دمای سطحی کمتری را به خود اختصاص می‌دهد و خاک دارای بالاترین دما در هر دو سال با ۴۰/۸۰ برای سال ۲۰۰۲ و دمای ۴۲/۲۹ برای سال ۲۰۱۸ می‌باشد. کشاورزی آبی در سال ۲۰۰۲ دمای ۳۳/۱۲ سانتی‌گراد بوده است که در سال ۲۰۱۸ این رقم به ۳۴/۴۱ سانتی‌گراد افزایش یافته است. کاربری مرتع در هر دو سال مورد مطالعه دمای بالایی را داشته است و از ۳۸/۲۲ در سال ۲۰۰۲ به ۳۹/۲۶ در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است. دلیل بالا بودن دمای این کاربری، با توجه به فصل مورد مطالعه ازدیاد

نواحی عاری از پوشش گیاهی یا پوشش گیاهی ناچیز و پراکنده می‌باشد. از طرف دیگر به دلیل اینکه اغلب شاخ و برگ گیاهان موجود خشک بوده و تبخیر و تعرق پایین است، دمای بالایی را نیز نشان می‌دهد. نکته قابل توجه این است که تبخیر و تعرق رابطه معکوس با دمای سطحی دارد به این معنا که با افزایش تبخیر و تعرق دمای سطحی کاهش می‌یابد و همین امر باعث شده است که کمبود تبخیر و تعرق در کاربری مرتع باعث افزایش دمای آن شود و انرژی تابشی بیشتری را دریافت و در خود ذخیره کند. در نواحی مرتعی که رو به آفتاب است و پوشش گیاهی غیر متراکم است، دمای سطحی بیشینه حاکم است. بالاترین دماها مربوط به کاربری‌های خاک و مناطق مسکونی است و نکته قابل توجه درباره مناطق مسکونی این است که کاربری مسکونی از ۳۴/۵۱ در سال ۲۰۰۲ به ۴۰/۰۹ در سال ۲۰۱۸ افزایش پیدا کرده است.

جدول ۵- مشخصات آماری دمای سطحی کاربری‌ها سال ۲۰۰۲

کاربری	دمای حداقل (C)	دمای حداکثر (C)	میانگین (C)	انحراف معیار
کشاورزی دیم	۲۷/۳۶	۴۸/۱۴	۴۰/۷۱	۴/۰۷
جنگل	۲۵/۲۲	۴۷/۰۲	۳۲/۸۴	۲/۵۱
کشاورزی آبی	۲۵/۶۹	۴۲/۶۵	۳۳/۱۲	۱/۷۷
مرتع	۲۵/۱۹	۴۸/۲۴	۳۸/۲۲	۴/۸۷
مسکونی	۲۷/۲۳	۴۵/۶۴	۳۴/۵۱	۵/۰۲
آب	۲۵/۴۶	۴۷/۱۳	۳۱/۵۷	۴/۵۱
خاک	۲۷/۳۲	۴۶/۹۴	۴۰/۸۰	۳/۹۰

جدول ۶- مشخصات آماری دمای سطحی کاربری‌ها سال ۲۰۱۸

کاربری	دمای حداقل (C)	دمای حداکثر (C)	میانگین (C)	انحراف معیار
کشاورزی دیم	۲۷/۴۰	۴۸/۲۴	۳۹/۰۱	۴/۶۶
جنگل	۲۵/۳۲	۴۵/۸۲	۳۳/۲۹	۲/۶۰
کشاورزی آبی	۲۵/۲۲	۴۷/۱۷	۳۴/۴۱	۲/۳۹
مرتع	۲۶/۵۰	۴۸/۱۸	۳۹/۲۶	۴/۹۳
مسکونی	۲۷/۲۳	۴۶/۸۴	۴۰/۰۹	۴/۷۵
آب	۲۵/۱۹	۴۷/۱۳	۳۱/۵۷	۵/۳۰
خاک	۲۸/۲۳	۴۸/۱۴	۴۲/۲۹	۳/۳۷

صحت‌سنجی نتایج

نمونه‌های تعلیمی برداشت شده، پرداخته شده است. صحت کلی برابر با نسبت تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده یک طبقه به کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در تمامی

برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی، به محاسبه دقت کاربر، دقت تولید کننده، صحت کلی و ضریب کاپا با استفاده از

احتمال قطعیت درست طبقه‌بندی شدن یک پیکسل. دقت تولید کننده نیز عبارت است از احتمال آنکه یک نمونه برداشت شده بر روی تصویر مرتبط با آن کلاس خاص است. ضریب کاپا نیز تشریح کننده میزان تطابق بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت زمینی می‌باشد با توجه به این نکته که تطابق‌های اتفاقی به وجود آمده، از ملاحظات حذف می‌شوند. دقت طبقه‌بندی کاربری اراضی سال ۲۰۰۲ دارای صحت کلی ۹۰ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۷ درصد می‌باشد که نسبت به طبقه‌بندی کاربری اراضی در سال ۲۰۱۸، با صحت کلی ۹۲ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۰ درصد، دقت پایین‌تری را ارائه داده است (جدول ۷).

طبقات می‌باشد. ماتریس خطا میزان تطابق هر کلاس طبقه‌بندی شده را با واقعیت زمینی نشان می‌دهد و در آن می‌توان میزان قرار گرفتن اشتباهی یک طبقه را در طبقات دیگر مشاهده کرد. قطر ماتریس خطا، درصد کلاس‌های درست طبقه‌بندی شده و سایر سلول‌های آن میزان خطای کامیژن (Commission) (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) و خطای امیژن (Omission) (ستون هر طبقه در ماتریس خطا) را نشان می‌دهد. خطای Omission با عنوان دقت تولید کننده (Producer Accuracy) و از خطای Commission با عنوان دقت کاربر (user accuracy) یاد می‌شود. بر همین اساس دقت کاربر عبارت است از

جدول ۷- بررسی صحت طبقه‌بندی کاربری اراضی

سال ۲۰۰۲			سال ۲۰۱۸		
طبقه کاربری	صحت کاربر٪	صحت تولید کننده٪	صحت کاربر٪	صحت تولید کننده٪	طبقه کاربری
جنگل	۸۸/۴	۹۱	۹۴/۱	۹۲	جنگل
کشاورزی دیم	۸۱/۴	۹۶/۵	۹۷	۹۳	کشاورزی دیم
کشاورزی آبی	۸۱	۷۸	۹۱/۵	۹۴/۴	کشاورزی آبی
مناطق مسکونی	۹۲/۵	۸۲/۹	۹۲/۳	۹۹/۳	مناطق مسکونی
مرتع	۷۷/۴	۸۳	۹۴/۵	۸۸/۷	مرتع
آب	۸۱/۷	۸۶/۹	۹۲/۹	۱۰۰	آب
خاک	۸۳/۸	۸۶/۴	۹۰/۸	۹۵/۶	خاک
صحت کلی ۹۰٪			صحت کلی ۹۲٪		
ضریب کاپا ۰/۸۷			ضریب کاپا ۰/۹۰		

ویژگی‌ها کیفیت تصاویری است که برداشت می‌کند. این کیفیت تصاویر در سنجش از دور با عنوان توان تفکیک رادیومتریکی و یا قدرت تفکیک رادیومتریکی شناخته می‌شود. هر چقدر یک تصویر از توان تفکیک رادیومتریک بالاتری برخوردار باشد، از توان شناسایی انرژی‌های بالاتر و بیشتری برخوردار است. با این تفسیر و توضیح می‌توان به تفاوت بین تصاویر سنجنده لندست ۷ (۸ بیتی) با تصاویر اخذ شده سنجنده لندست ۸ (۱۲ بیتی) پی برد و رابطه این عوامل با محاسبه دمای سطح را نیز آشکار ساخت. عامل بعدی در این تفاوت دمایی، به خود سنجنده و سیستم فیزیکی آن مرتبط می‌باشد. به این معنا که سنجنده‌ها بعد مدت زمان معینی خود نیز از خود انرژی و حرارت تولید

ارزیابی دمای به دست آمده با داده‌های زمینی

مقادیر دمای اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه هواشناسی شهرستان پارس‌آباد برای هر دو سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ در جدول ۸ نمایش داده شده است. همانطور که گفته شد مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه زمینی نزدیک به هم بوده اما این مقادیر در اندازه‌گیری توسط تصاویر اخذ شده متفاوت‌تر از هم می‌باشند. دلیل این تفاوت چندین عامل می‌تواند باشد. از عوامل مهم در اختلاف دمایی به دست آمده در تصاویر ماهواره‌ای، میزان توان تفکیک رادیومتریکی هر یک از تصاویر می‌باشد. هر سنجنده‌ای که وظیفه تصویربرداری از سطح زمین را بر عهده دارد، دارای ویژگی‌های خاص و متناسب به خود می‌باشد. یکی از این

عوامل (هرچند کم) تأثیراتی بر روی تصویر نهایی می‌گذارند (Jensen, 2005).

می‌کنند و سنسور نیز همین انرژی‌ها را نیز ثبت و لحاظ می‌کند. هرچند این عوامل تا حدودی تصحیح می‌شوند ولی همیشه تصحیح به معنای کامل اتفاق نمی‌افتد و این

جدول ۸- دمای ایستگاه‌های هواشناسی و مقادیر استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای

سال مورد بررسی	داده‌های زمینی	تصاویر ماهواره‌ای	ایستگاه هواشناسی
۲۰۰۲	۳۴/۰۲	۳۷/۰۲	پارس‌آباد
۲۰۱۸	۳۸/۶	۳۸/۶۲	پارس‌آباد

نتیجه گیری

از جمله پارامترهای اصلی در مطالعه شهرهاست. چرا که تقریباً دمای هوای لایه‌های پایین شهری، موازنه انرژی سطح است و تعیین کننده اقلیم و همچنین موثر بر زندگی و آسایش ساکنان شهری است. با توجه به شکل ۵ و جدول ۵ و ۶ خاک دارای بالاترین دما در هر دو سال با ۴۰/۸۰ برای سال ۲۰۰۲ و دمای ۴۲/۲۹ برای سال ۲۰۱۸ می‌باشد. همچنین نکته قابل توجه درباره مناطق مسکونی این است که کاربری مسکونی از ۳۴/۵۱ در سال ۲۰۰۲ به ۴۰/۰۹ در سال ۲۰۱۸ افزایش پیدا کرده است که نشان دهنده این است که در سال ۲۰۱۸ با گسترش شهر نسبت به ۱۶ سال قبل تمرکز حرارت نیز افزایش یافته است. این کاربری به علت وجود عوامل انسان ساخت و جاذب حرارت همانند آسفالت، بتن، وجود ماشین آلات و کارخانه جات مختلف و همچنین ایجاد ساختمان‌های بلند که مانع از خروج گرما به اطراف و مانع از حرکت باد به داخل شهر که خود عاملی در گرم شدن کاربری شهری می‌باشد. با توسعه شهر پارس‌آباد بخش قابل توجهی از مناطق طبیعی و زمین‌های کشاورزی جای خود را به مناطق صنعتی و مناطق مسکونی داده است. کمترین دمای ثبت شده برای هر دو سال مربوط به مناطق آبی است با توجه به اینکه آب دارای ظرفیت گرمایی بالایی می‌باشد، دارای دمای سطحی کمتری نیز می‌باشد. از سوی دیگر با توسعه شهرنشینی شهرستان پارس‌آباد، بخش قابل توجهی از مساحت مناطق طبیعی و جنگلی، جای خود را به مناطق صنعتی، ساختمان‌ها و سایر زیرساخت‌ها داده‌اند. محدوده‌های شهری دارای بیلان انرژی متفاوتی در قیاس با نواحی غیرشهری هستند. این تفاوت و تغییر در مفهوم بیلان انرژی، باعث از دست رفتن توازن انرژی در محیط شهری می‌گردد که مشکلات زیست‌محیطی جدی همانند آلودگی

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری می‌باشد. به همین دلیل در این پژوهش در اولین قدم به منظور طبقه‌بندی و سپس بررسی تغییرات حادث شده در یک بازه زمانی مشخص در سطح شهرستان پارس‌آباد اقدام شد. به همین منظور در این پژوهش در اولین مرحله به منظور طبقه‌بندی و ثبت تغییرات در یک بازه زمانی ۱۶ ساله، اقدام به طبقه‌بندی تصاویر به روش شی‌گرا در نرم‌افزار eCognition شد و در نرم‌افزار ArcGIS10.5 نقشه‌های خروجی استخراج شد (شکل ۳). دقت طبقه‌بندی در سال ۲۰۰۰ دارای صحت کلی ۰/۹۰ و ضریب کاپا ۰/۸۷ می‌باشد. در حالی که طبقه‌بندی در سال ۲۰۱۸ با صحت کلی ۰/۹۲ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۰ به نسبت دقت بالاتری را ارائه داده است. بعد از طبقه‌بندی به منظور بررسی تغییرات حادث‌شده در سطح منطقه در یک بازه زمانی ۱۶ ساله اقدام شد و نقشه تغییرات کاربری اراضی برای سطح محدوده مورد مطالعه ایجاد شد (شکل ۴) و همچنین تغییرات حادث‌شده در هر کاربری نیز در جدول ۳ بر حسب هکتار مشخص شد. بیشترین میزان تغییرات مربوط به مرتع به کشاورزی دیم، کاربری مرتع به کشاورزی آبی، تبدیل جنگل به کشاورزی آبی و کشاورزی دیم کشاورزی آبی ۳۳۰۳/۸۳ هکتار است. در میان کاربری‌های تغییر یافته، کاربری جنگل کمترین میزان افزایش را داراست در حالی که میزان تغییر کاربری جنگل به دیگر کاربری‌ها به مراتب بیشتر است و این امر نیز نشان‌دهنده سرعت تخریب جنگل‌ها نسبت به میزان احیای آن است. دمای سطح زمین

شناخته می‌شود. درویشی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی دمای سطح زمین با استفاده از تأثیر شاخص‌های گیاهی و خصوصیات سطح شهری پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که بیشترین دما در طبقات با پوشش گیاهی ضعیف و کمترین دما در طبقات با پوشش گیاهی متراکم رخ داده است. بنابراین کاهش پوشش گیاهی و رشد نواحی مسکونی نقش موثری در افزایش دمای سطح زمین دارد.

منابع

- Ahmadi, M., Ashurlu, D., and Narangi Fard, M., 2012, Temporal-spatial changes of thermal and applied patterns of Shiraz city using TM and ETM measuring data. *Remote sensing and GIS of Iran*, 4(4): 55_68.
- Akbari, E., Ebrahimi, M., Fiezizadeh, B., and Nezhadsoleimani, H., 2016, Evaluating Land Surface Temperature related to the Land use Change Detection by Satellite Image (Case study: Taleghan Basin). *Geography and Environmental Planning*, 26(4): 151-170.
- Alavi Panah, K., 2009, *Thermal Remote Sensing and its Application in Earth Sciences*. Second Edition, Tehran, University of Tehran Press.
- Amini Bazyani, S., Zare Abyaneh, H., and Akbari, M., 2014, Estimation of Surface Temperature and Cropping Intensity in Hamedan Province Using Remote Sensing Data. *Physical Geography Research Quarterly*, 46(3): 333-348.
- Asghari, S., and Emami, H., 2019, Monitoring the earth surface temperature and relationship land use with surface temperature using of OLI and TIRS Image. *Researches in Geographical Sciences*, 19(53): 195-215.
- Ashraf, B., Faridhosseini, A., and Mianabadi, A., 2012, The Investigation of Mashhad's Heat Island Using Satellite Images and Applying Fractal Theory. *GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS*, 1(1): 35-48.
- Darvishi, S., rashidpour, M., and soleimani, K., 2019, Analysis of Land Use Role in the Formation of Thermal Islets of Marivan County Using Landsat Satellite Images. *Geography and Development Iranian Journal*, 17(54): 143-162.
- Darvishi, S., Soleimani, K., and Rashidpour, M., 2019, Impact of vegetation

حرارتی را برای ساکنین این شهر به دنبال می‌آورد. همچنین برای پوشش سبز نیز مقدار زیادی از انرژی دریافتی در فرآیند تبخیر و تعرق مصرف‌شده و مقدار کمی از انرژی برای گرم کردن هوا باقی می‌ماند. از طرفی افزایش تراکم جمعیت موجب افزایش انرژی وارده شده به محیط توسط بشر می‌شود که نتیجه آن ایجاد خرد اقلیم‌های متفاوت و بالا بودن گرمایش شهری نسبت به اطراف آن در سطح شهر خواهد بود. کمترین دمای ثبت شده در شهرستان پارس‌آباد نیز مربوط به کاربری آب می‌باشد. بدنه‌های آبی در این محدوده به دو شکل مناطق رودخانه با عمق و آب کم (اکثراً رودخانه داخل شهری) و به صورت دریاچه‌ای می‌باشد. با توجه به اینکه آب دارای ظرفیت گرمایی بالایی می‌باشد، نواحی عمیق دارای دمای سطحی کمتری نسبت به نواحی کم عمق می‌باشند. بنابراین، انحراف معیار به دست آمده از دمای سطحی این کاربری با توجه به دمای استخراج شده در نواحی کم عمق و عمیق است.

در تحقیقی مشابه فیضی زاده و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و الگوریتم پنجره مجزا پرداختند که نتایج نشان داد که بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین رابطه قوی وجود دارد چنان که منطقه دارای پوشش گیاهی دارای حداقل دما و مناطق عاری از پوشش گیاهی دارای حداکثر دما می‌باشند که نشان دهنده اهمیت پوشش گیاهی در منطقه می‌باشد. امیری (۱۳۸۴) با بهره‌گیری از سنجش از دور به مطالعه و بررسی توزیع حرارت و تغییرات آن در ارتباط با کاربری و پوشش زمین و ویژگی‌های آن در منطقه شهری تبریز پرداخته و از تصاویر لندست ۵ و ۷ که به ترتیب متعلق به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ بودند، استفاده کرد. وی برای مدل‌سازی توزیع حرارت، ارتباط میان شاخص NDVI و ارتفاع با حرارت سطح از تحلیل همبستگی و رگرسیون چندگانه استفاده کرد. نتایج نشان می‌دهد که تبدیل کاربری‌های فضای سبز و کشاورزی به مناطق مسکونی با تغییرات حرارتی همراه بوده و به مهاجرت پیکسل‌ها از شرایط مطلوب (دمای پایین و پوشش گیاهی بالا) به شرایط نامطلوب (دمای بالا و پوشش گیاهی پایین) منجر شده است که عامل مهمی در حرارت‌های بالا در شهر

18. Ronald, C., Estoque, M., and Yuji, M., 2017, Effects of landscape Composition and pattern on land surface temperature An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. National Library of Medicine, 15(577): 349-359.
19. Rozensten, O., Qin, Z., Derimian, Y., and Karnieli, A., 2014, Derivation of land surface temperature for landsat – 8 TIRS using a split window algorithm. Sensor, 4(14): 5768-5780.
20. Shi, Y., Katzschner, L., Ng, E., 2017, Modelling the fine- scale spatiotemporal pattern of urban heat island effect using land use regression approach in a megacity. Science of the Total Environment, 618(15): 891-904.
21. Valizadeh Kamran, K., Gholamnia, K., Eynali, G., and Moosavi, M., 2017, Estimation land surface temperature and extract heat islands using split window algorithm and multivariate regression analysis (Case Study of Zanjan). Research and urban planning, 8(30), 35-50.
22. Wang, Y., Ch, B., Hu, s.w., Myint, Ch., feng, Ch., Chow, W.T.L., and Passy, P.F., 2018, Patterns of land change and their potential impacts on land surface temperature change in Yangon Myanmar. Science of the Total Environment, 643: 738-750.
23. Zhong, X., Huo, X., Ren, C., Labed, J., and Li, Z, L., 2016, Retrieving Land surface temperature from hyperspectral thermal infrared data using a multi-channel method. Sensors, 15(16): 671-687.
24. Thyer, M. A, A. Y. Forst and G. akuczera (2006) parameterestimation and modelidentification for stochastic models of annuel hydrological data: is the observed record, lonj enoujh. Journal of hydrology. volnes 330. issues 1-2, 313-327.
25. T. skiris, G. vanjelis.H (2004) towared sadrought watch system based on spatial SPI. water resources manajment, 18:1.
- indices and urban surface characteristics on land surface temperature changes (Case study: Sanandaj city). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 10(1): 17-35.
9. Faizizadeh, B., and Hilali, H., 2010. Comparison of base pixel, object-oriented and effective parameters in land use coverage classification in West Azarbaijan Province. Geographical Research Journal, 71: 73_84.
10. Farhanj, F., and Akhoondzadeh, M., 2017, Fusion of _8 Thermal Infrared and Visible Bands with Multi-Resolution Analysis Contour let Methods. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 77-81.
11. Kakeh Mami, A., Ghorbani, A., Kayvan Behjoo, F., and Mirzaei Mosivand, A., 2017, Comparison of visual and digital interpretation methods of land use/cover mapping in Ardabil province. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 8(3): 121-134.
12. Karenia, C.N.S.G., 2016, spatial Geotechnologies and Gis tools for urban planners applied to the Analysis of urban heat island case caracas citevenezuela. 9 th International Conference on Urban Climate jointly with 12 th symposium on the urban Environment, 1-5.
13. Kaviani, A., Sohrabi, T., and Daneshkar Araste, P., 2013, Estimation of land surface temperature using NDVI in MODIS and Landsat ETM+ imageries. Journal of Agricultural Meteorology, 1(1): 14-25.
14. Lu, D., and Weng, Q., 2008, A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance.
15. Moradi, M., Salahi, B., and Masoodian, S., 2016, Analysis of land surface temperature gradient of Iran using MODIS Terra and Aqua data. Physical Geography Research Quarterly, 48(4): 517-532.
16. Pijanowski, B.C., Brown, D.G., Shellito, B.A., and Manik, G.A., 2002, Using neural networks and GIS to forecast land use change; A Land Transformation Model. Computers Environment and Urban Systems, 26: 553-575.
17. Qin, Z., Karniel, A., and Berliner, P., 2001, A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. International Journal of Remote Sensing, 22: 3719–3746.