جغرافیا و توسعه شمارهٔ ۵۴ بهار ۱۳۹۸
وصول مقاله : ۹۶/۰۸/۰۲
تأیید نهایی : ۹۷/۰۴/۲۱
صفحات : ۱۶۲-۱۴۳

بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعهٔ موردی: شهرستان مریوان

شادمان درویشی[۱]، مصطفی رشیدپور[۲]*، دکتر کریم سلیمانی[۳]

چکیده

بررسی وضعیت پراکندگی تابش‌های حرارتی و ارتباط آن با نوع کاربری‌های موجود، در شناخت میکروکلیمای نواحی شهری دارای اهمیت زیادی است. هدف از این مطالعه پایش تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست طی یک دورهٔ ۳۳ ساله است. در این مطالعه پس از اعمال پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای، لایه‌های کاربری اراضی با روش حداکثر احتمال همانندی تهیه شد و سپس با استفاده از معادلات حرارتی و الگوریتم SEBAL دمای سطحی زمین برای دوره‌های مطالعاتی محاسبه شد. نتایج، روند کاهشی پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. به‌طوری که روند این تغییرات بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ حدود ۷/۲۱۵ کیلومتر مربع و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ حدود ۶۴/۱۵۳ کیلومتر مربع بوده است. همچنین زمین‌های بایر و کشاورزی به‌ترتیب روند افزایشی و کاهشی را داشته است و با توجه به نقشه‌های دمایی، دمای شهرستان مریوان روند افزایشی را در دوره‌های زمانی مورد مطالعه داشته که میزان این تغییرات از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۷ به میزان ۵ درجهٔ سلسیوس بوده که به دمای شهرستان افزوده شده است. همچنین در این مطالعه به‌منظور تعیین رابطهٔ بین دمای سطح و تغییرات کاربری‌ها، حداکثر دمای هر کاربری محاسبه شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و همچنین با کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی در دوره‌های مورد مطالعه، دما روند افزایشی داشته است.

واژه‌های کلیدی: دمای سطح زمین ، کاربری اراضی، مریوان، SEBAL،تصاویر ماهوارهای، لندست.

۱- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مؤسسهٔ آموزش عالی هراز، مازندران، ایران SH_darvishi@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مازندران، ایران* m.rashidpour@stu.sanru.ac.ir
۳- استاد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران solaimani. k@ sanru.ac.ir

مقدمه

در طول نیم‌قرن گذشته، سطح زمین دستخوش تغییرات فراوانی ناشی از فعالیت‌های انسانی ازطریق جنگل‌زدایی و توسعهٔ شهرها شده است (*Owen et al, 1998:1671*). تغییرات سریع کاربری پوشش زمین در مناطق شهری تبدیل به نگرانی عمدهٔ زیست‌محیطی و علت مشکلات زیست‌محیطی فراوانی ازجمله کاهش فضای سبز و توسعهٔ جزیرهٔ حراتی شده است (*Amiri et al, 2009:2610*). توسعهٔ مناطق شهری موجب تغییر در چشم‌انداز شده که ساختمان‌ها، جاده‌ها و دیگر زیرساخت‌ها، جایگزین زمین‌های باز و پوشش گیاهی شده است. دمای سطح زمین (LST) عاملی مهم در مطالعات گرمایش جهانی و به‌عنوان یک نماینده برای تغییرات آب و هوا به‌شمار می‌رود. همچنین دمای سطح زمین، یکی از پارامترهای مهم در مطالعهٔ محیط حرارتی و جزیرهٔ گرمایی شهر است. استفاده از داده‌های سنجش از دور برای برآورد دمای سطح زمین روش نسبتاً جدیدی است که هزینه‌های تخمین دما به روش کلاسیک را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. تصاویر سنجش از دور به‌دلیل پوشش وسیع و به‌هنگام‌بودن و همچنین دقت بالا، ابزار مناسبی برای تهیهٔ نقشه‌های حرارتی سطح هستند (*رمضانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۳*).

روس[1] و همکاران (۱۹۸۹) دمای سطحی انواع کاربری زمین را با استفاده از داده‌های AVHRR به‌دست آوردند و شدت جزیرهٔ حرارتی شهری را ارزیابی کردند. وینگ[2] و لو[3] (۲۰۰۴) با استفاده از تصاویر سنجندهٔ ASTER با تحلیل چندزمانه به برآورد رابطهٔ میان الگوی حرارتی شهری و توصیف گرمای بیوفیزیکی در شهر ایندیانا پولیس آمریکا پرداختند. نتیجهٔ این مطالعه نشان داد که با استفاده از این تصاویر می‌توان نقشهٔ درجه حرارت سطح زمین را با ماسک‌کردن آب و پوشش گیاهی با دقت بهتری تهیه کرد.

ژایو[4] و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تصاویر Landsat TM دمای سطح (LST) را بازیابی کرده و ارتباط آن را با درصد نفوذناپذیری زمین را به‌دست آمده از ترکیب ماهواره‌های Landsat TM و Quick Bird را در توان تفکیک‌های مکانی متفاوت (۳۰ تا ۹۶۰متر) در شش پهنه براساس رشد تاریخی شهر پکن (چین) به‌صورت جداگانه تحلیل کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که همبستگی دما و نفوذناپذیری زمین با افزایش توان تفکیک مکانی قوی‌تر می‌شود. نانومورا[5] و همکاران (۲۰۰۹) اثر جزایر حرارتی منطقهٔ تاکاماتسو را در ارتباط با پوشش گیاهی و افزایش جمعیت انسانی بررسی کردند. نتیجهٔ این مطالعه نشان داد، در مناطقی که پوشش گیاهی کاهش یا جمعیت انسانی افزایش‌داشته، روند گرما و ایجاد جزایر حرارتی افزایش یافته است.

ایفات[6] و همکاران (۲۰۱۴) شناسایی تغییر جزیرهٔ حرارتی شهری و بعضی پارامترهای مرتبط با آن را با استفاده از تصاویر چندطیفی لندست سنجدهٔ TM در شهر کایروی مصر مورد بررسی قرار دادند. برای استخراج نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی از روش نظارت‌شده استفاده شد که نتایج این بخش نشان داد در طی بازهٔ زمانی موردنظر، شهر رشد گسترده‌ای را تجربه کرده است. همچنین برای به‌دست‌آوردن دمای سطح زمین، از باند حرارتی سنجدهٔ TM استفاده شد که نتایج نشان داد، جزیرهٔ حرارتی شهری در نواحی غربی که ساختمان‌های متراکم‌تری دارند، نسبت‌به نواحی شرقی بایر افزایش یافته است.

1-Roth
2-Weng
3-LU
4-Xiao
5-Nonomura
6-Addel Effat

رونالد[1]و همکاران (۲۰۱۷) در شهرهای بزرگ مناطق بانکوک (تایلند)، جاکارتا (اندونزی) مانیل (فیلیپین) به‌دنبال بررسی رابطهٔ درجه حرارت سطحی LST و فراوانی و الگوی فضایی سطح غیرقابل‌نفوذ و فضای سبز، مطالعه‌ای انجام دادند. نتایج، ارتباط معنادار قوی‌ای بین میانگین LST و تراکم سطح غیرقابل‌نفوذ (مثبت) و فضای سبز (منفی) در امتداد شیب شهر- روستایی از سه شهر مشخصات UHI معمول را نشان می‌دهد. همچنین ارتباط چگالی سطح غیرقابل‌نفوذ با میانگین LST، روند افزایش در شبکه‌های بزرگ‌تر درحالی که رابطهٔ چگالی فضای سبز با میانگین LST، تمایل به افزایش در شبکه‌های کوچک‌تر نشان‌دهندهٔ تأثیر قدرتمند از سطح غیرقابل نفوذ و فضای سبز بر روی تنوعی از LST به‌ترتیب در مناطق بزرگ‌تر و کوچک‌تر است.

در ایران نیز نگرانی در رابطه با اثرات احتمالی ناشی از تغییر کاربری اراضی و تغییر اقلیم و افزایش مخاطرات زیست‌محیطی در سال‌های اخیر، موجب شده تا مطالعات زیادی در رابطه با ارتباط دمای سطح زمین و تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای صورت گیرد. امیری و همکاران (۱۳۸۶) به مطالعهٔ رابطهٔ بین الگوی پراکنش و تغییرات دما با کاربری زمین در منطقهٔ شهری تبریز با به‌کارگیری تصاویر ماهواره لندست پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات کاربری ناشی از شهرنشینی به‌صورت حرکت از شرایط مطلوب (دمای پایین، پوشش گیاهی بالا) به شرایط نامطلوب (دمای بالا، پوشش گیاهی پایین) است. عبدالهی و همکاران (۱۳۸۷) در یک بازهٔ زمانی ۱۲ ساله، چگونگی تغییر کاربری اراضی را در دو منطقهٔ شهری و غیرشهری اردکان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در مناطق غیرشهری تغییرات چندانی در پوشش گیاهی و دمای ساطع‌شده از پوشش‌های زمینی به محیط‌های پیرامون به‌وجود نیامده است؛ ولی در مناطق شهری پوشش گیاهی به میزان ۳۶/۲ درصد کاهش و دمای این مناطق به‌علت تخریب پوشش گیاهی افزوده شده است.

آخوندزاده و سراجیان (۱۳۸۶) در تحقیقی، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای Terra ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق نقشهٔ دمایی سطح زمین و ضریب گسیل‌مندی شهری تهران با الگوریتم TES[2] تهیه شد. نتایج تحقیق نشان داد که تصاویر چندطیفی ASTER می‌توانند به‌عنوان ابزار مفیدی درجهت تجزیه‌وتحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران به‌کار روند. رمضانی و همکاران (۲۰۱۱) جزیرهٔ حرارتی شهر رشت را با استفاده از آمار روزانهٔ ایستگاه‌های سینوپتیک مستقر در شهر و حومهٔ شهر مطالعه کردند که نتایج حاصل از مقایسهٔ داده‌ها نشان داد که در شرایط کمینه دمای بین و مرکز جزیرهٔ حرارتی و نواحی اطراف، اختلاف دمایی معادل ۲ تا ۵/۵ درجه سانتی‌گراد دارند. در شرایط بیشینهٔ دما این اختلاف بین ۳ تا ۵/۶ درجهٔ سانتی‌گراد متغیّر است.

هدف از این مطالعه، بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست طی یک دورهٔ ۳۳ ساله است. با توجه به اهمیت بالای زیست‌محیطی این منطقه و اتکای مردم شهرستان مریوان به بهره‌برداری از منابع طبیعی، کشاورزی و دامپروی، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی توسعه و لزوم توجه به پیامدهای حاصل از تغییر کاربری اراضی، اهمیت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و داده‌های سنجش از دور در برنامه‌ریزی محیطی حائز اهمیت باشد.

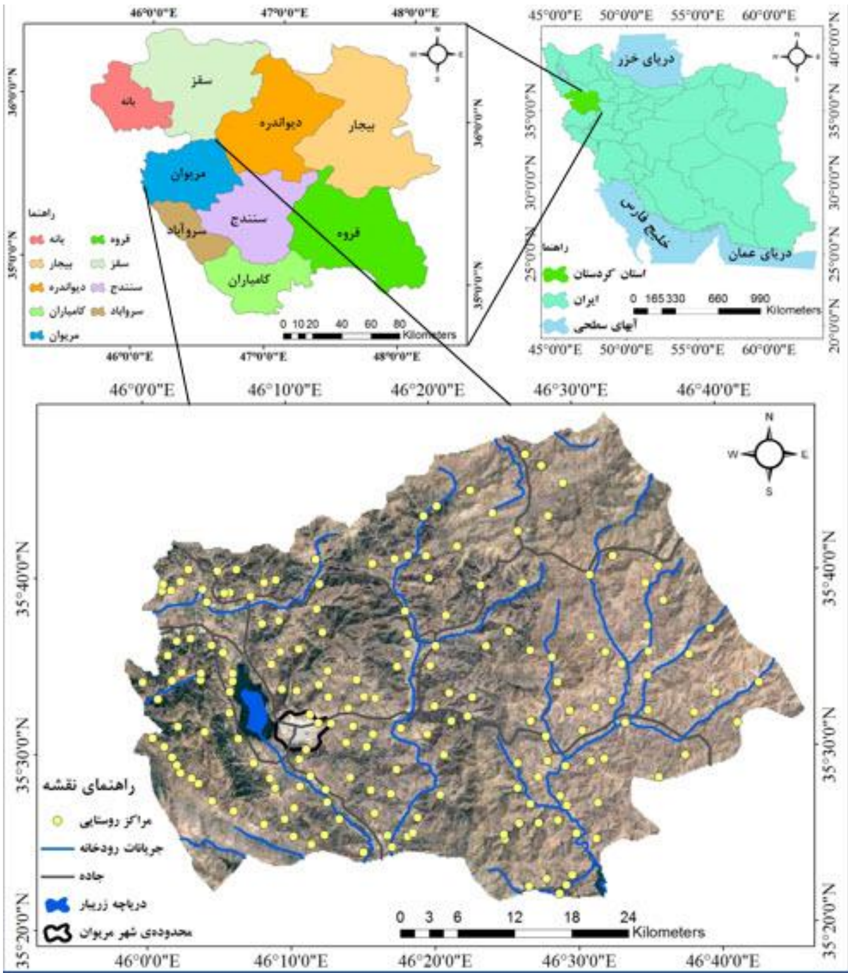
1- Ronald

2- Temperature and Emissivity Separation algorithm

داده‌ها و روش‌شناسی

منطقهٔ مورد مطالعه

شهرستان مریوان ازنظر جغرافیایی در ۴۶ درجه و۱۰ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۱ درجهٔ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد *(یوسفی و همکاران،۱۳۹۰: ۹۸)*. جمعیت این شهرستان طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۹۵۲۶۳ نفر است که سومین شهرستان استان کردستان از این لحاظ به‌شمار می‌رود *(مرکز آمار، ۷۶:۱۳۹۵)*. منطقهٔ مریوان دارای ویژگی‌های اقلیمی معتدلهٔ میانی است. مریوان با بارندگیِ به‌طور متوسط ۴۵۰ میلی‌متر و میزان رطوبت نسبیِ به‌طور متوسط ۷۰ درصد است و مساحت این شهرستان ۲۳۲۶,۵ کیلومتر مربع است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان مریوان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

داده‌های ورودی

۱- برای محاسبهٔ دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۰۰ از باند حرارتی ۶ ماهواره‌های لندست ۵ و ۷ و همین‌طور برای تصویر سال ۲۰۱۷ از باند حرارتی ۱۰ لندست ۸ استفاده شده است.

۲- برای بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی منطقهٔ مورد مطالعه، از تمام باندهای تصاویر به استثنای باندهای حرارتی پانکروماتیک (لندست ۵، ۷ و ۸) استفاده شده است. در جدول (۱) مشخصات تصاویر منطقهٔ مورد مطالعه ذکر شده است.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای به‌کارگرفته‌شده در این پژوهش

ماهواره	سنجنده	ردیف/ گذر	تاریخ	وضوح (m)	طول موج (میکرومتر)
لندست	TM	۳۵/۱۶۸	۱۹۸۴/۰۵/۲۴	۳۰	باند ۱ (۴۵/۰ -۵۱۵/۰) باند ۲ (۵۲۵/۰ -۶۰۵/۰) باند ۳ (۰/۶۳-۰/۶۹) باند ۴ (۰/۷۵-۰/۹۰) باند ۵ (۱/۵۵ -۱/۷۵) باند ۷ (۳۵/۲-۰۹/۲)
				۱۲۰	باند۶(۱۰/۴ -۱۲/۵)
لندست	ETM+	۳۵/۱۶۸	۲۰۰۰/۰۵/۱۱	۳۰	باند ۱ (۴۵/۰ -۵۱۵/۰) باند ۲ (۵۲۵/۰ -۶۰۵/۰) باند ۳ (۰/۶۳-۰/۶۹) باند ۴ (۰/۷۵-۰/۹۰) باند ۵ (۱/۵۵ -۱/۷۵) باند ۷ (۳۵/۲-۰۹/۲)
				۶۰	باند ۶ (۱۰/۴ -۱۲/۵)
لندست	OLI	۱۶۸ /۳۵	۱۸/۰۵/۲۰۱۷	۳۰	باند ۱ (۴۳/۰ -/۴۵) باند ۲ (۴۵/۰ -۵۱/۰) باند ۳ (۵۳/۰ -۵۹/۰) باند ۴ (۶۴/۰ -۶۷/۰) باند ۵ (۸۵/۰ -۸۸/۰) باند ۶ (۵۷/۱ -۶۵/۱) باند ۷ (۱۱/۲ -۲۹/۲) باند ۹ (۳۶/۱ -۳۸/۱)
				۱۰۰	باند ۱۰ (۱۰/۶۰ -۱۱/۱۹) باند ۱۱ (۱۱/۵۱-۱۲/۵۰)

مأخذ: پیرنظر و زندکریمی، ۱۳۹۴: ۲۰

روش کار

استخراج تغییرات کاربری اراضی

به‌منظور شناسایی و آشکارسازی تغییرات کاربری‌ها، معمولاً میزان و روند تغییراتی که تابع شرایط محیطی و طبیعی منطقه است، تعیین می‌شود؛ البته اگر تغییرات چشم‌انداز در یک تصویر با مقیاس مناسب تهیه شده باشد (*Weng et al, 2004: 478*).

آشکارسازی تغییرات به‌طور نسبی آسان خواهد بود، مگر در صورتی که تغییر مکانی به‌صورت خیلی ریز در سطح تصویر توزیع شده و در سطح پیکسل مرئی و قابل شناسایی نباشد. از جنبۀ کاربردی استخراج تغییرات شامل به‌کارگیری مجموعه داده‌های چندزمانه به‌منظور تعیین مناطقی است که در تاریخ‌های مختلف تصویربرداری تغییراتی داشته باشند (*فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷: ۳*).

-تصحیحات اتمسفری[1]

اصولاً تصاویری که توسط ماهواره‌ها دریافت می‌شوند، از تعداد زیادی سلول یا پیکسل تشکیل شده است. هر پیکسل نشان‌دهندهٔ بازتاب[2] نوری است که از عارضه‌ای از زمین ساطع شده و توسط ماهواره دریافت می‌شود. این بازتاب دارای مقادیر رقومی است که آن را DN[3] می‌نامند *(ولیزاده کامران، ۱۳۹۰:۲۱)*؛ بنابراین با استفاده از نرم‌افزار ENVI 5.1 اصلاحات زیر جهت مرتفع‌کردن این انحرافات صورت پذیرفته است:

ـ بابررسی هیستوگرام باندها مقدار کمترین DN اتفاق افتاده در هر یک از آن‌ها مشخص شد.

ـ در میان اجسام مختلف، کمترین مقدار DN مربوط به آب است که در حدود صفر می‌باشد؛ بنابراین با توجه به این مطلب که این عوارض در منطقه وجود داشت، اختلاف حد پایین کمترین DNها با صفر مشخص شد و در قسمت محاسبات نقشه‌ای این اختلاف از تمام اعداد رقومی باندها کسر شد *(علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۹۸)*.

-تصحیحات هندسی[4]

تصاویر سنجش از دور به‌طور ذاتی با اعوجاجات هندسی مواجه هستند که این اعوجاجات به عوامل زیادی بستگی دارند. درواقع علاوه‌بر مقادیر عددی پیکسل‌ها، موقعیت مکانی آن‌ها نیز در تصاویر خام سنجش از دور دستخوش تغییراتی می‌شود *(Richard et al, 2006:37)*. این تغییرات تابع هندسه و خصوصیات ذاتی سیستم تصویربرداری مثل مدار ماهواره، موقعیت، ارتفاع و زاویهٔ جاروب‌کردن تصویر می‌باشند *(آرخی و همکاران،۱۳۸۹:۷۴)*. تصحیح این گونه خطاها معمولاً با استفاده از چند جمله‌ای‌ها یا با استفاده از پارامترهای مداری ماهواره‌ها صورت می‌پذیرد *(Wubet, 2003: 90)*. تصحیحات هندسی به‌منظور برقرارکردن توازن بین این اعوجاجات و تبدیل هندسهٔ تصاویر به شکل واقعی زمین صورت می‌گیرند *(Mather, 2001: 67)* .

– طبقه‌بندی حداکثر احتمال[5]

این روش، دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش نظارت شده است. فرایند طبقه‌بندی، حداکثر احتمال فرض را بر این می‌گذارد که داده‌های آماری آموزشی برای هرکلاس در هرباند، به‌صورت نرمال توزیع شده‌اند؛ بنابراین برای داده‌های آموزشی با هیستوگرام‌های n مدی در یک باند منفرد، مناسب نیستند *(آرخی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۱)*. در چنین شرایطی هر یک از مدها احتمالاً نماینده کلاس‌های جداگانه هستند و لازم است نرم‌افزار طبقه بندی کننده برای آن‌ها مجدداً آموزش داده شوند. به این ترتیب، هیستوگرام‌های تک‌مدی با توزیع گوسن که شرط توزیع نرمال را برآورد می‌کند، به‌وجود می‌آید *(Mather, 2001: 45)*.

ضریب کاپا[6]:ضریب‌کاپا تکنیک چندمتغیّرهٔ گسسته‌ای که اگر یک ماتریس خطا، تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری‌های آماری مورداستفاده قرار می‌گیرد*(Lillesand,1987:70)*.

نتیجهٔ تحلیل کاپا شاخص KAPPA یا K است که شاخصی برای اندازه‌گیری صحت طبقه‌بندی براساس تفاوت بین صحت واقعی در ماتریس خطا و متغیّرهای صحت است که به‌وسیلهٔ مجموع سطر و ستون نشان داده شده است *(Chavez, 1996:1032)*.

رابطهٔ ۱:

$$K=\frac{N\sum_{i=1}^{r} X_{ji}-\sum_{i=1}^{r}(X_{i+}X+i)}{N^{2}-\sum_{i=1}^{r}(X_{i}+X+j)}$$

که در آن R تعداد ستون‌ها (و سطرها) در ماتریس ابهام، xij درایه (i,j) ماتریس ابهام، xi+ و x+i

1-Atmospheric distortion
2-Reflectance
3-Digital Number
4-Geometric Correction

5-Maximum Likelihood
6- Kappa Coefficient

به‌ترتیب مجموع کل سطر I و ستون J و N تعداد کل مشاهدات است. با اینکه معیارهای گفته‌شدهٔ بالا به‌طور متداول در سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی هیچ یک از آن‌ها دقت طبقه‌بندی حاصل از دادهٔ سنجش از دور را ازنظر توزیع هندسی خطا، ارزیابی نمی‌کنند (*Mather, 2001: 87*).

بازیابی دمای سطح زمین (LST)[1]

موضوع تعیین دمای سطحی زمین و روش‌های تعیین دمای سطحی مورد توجه بسیاری از محققان علوم محیطی است. هرچند که تاکنون روش‌های مختلف به‌ویژه برای داده‌های حرارتی مربوط به سنجنده‌های مختلف ارائه شده است، ولی همچنان موضوع دقت نتایج، مورد ارزیابی و بحث است (*علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۷۸: ۶۰*). در این مطالعه به‌منظور استخراج و بازیابی دمای سطح زمین، از الگوریتم سبال[2] استفاده شد. برای استخراج دمای سطح و تبدیل آن به درجهٔ سلسیوس، هفت مرحله انجام شد (*هاشمی همکاران، ۱۳۹۱:۸۴*).

تبدیل عدد رقومی (DN)[3] به تابش طیفی[4]

تبدیل عدد رقومی به تابش طیفی براساس مقادیر مرجع تابش طیفی ارائه‌شده در کتابچهٔ راهنمای سنجنده (*Landsat project Science Office, 2002:90*) براساس رابطهٔ (۲) صورت گرفت:

رابطهٔ ۲:

$$L\lambda=\frac{(LMAX-LMIN)}{(QCALMAX-QCALMIN)}*(DN-QCALMIN)+LMIN$$

که در این رابطه، DN عدد رقومی هر پیکسل، LMAX و LMIN پیوستگی کالیبراسیون (*Calibration Constants*) یا به‌عبارتی مقادیر حداقل و حداکثر رایانس باند حرارتی سنجنده است، QCALMAX وQCALMIN بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد رقومی است که برای باند ۶ سنجنده‌های TM و ETM+ به‌ترتیب برابر با ۲۵۵ و ۱ و همچنین برای باند ۱۰سنجنده OLI به‌ترتیب برابر است با ۶۵۵۳۵ و ۱ که همهٔ این مقادیر از هدر فایل تصویر استخراج شد.

- تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه

داده‌های باند حرارتی TM، ETM+ و OLI با استفاده از رابطهٔ پلانک از تابش طیفی به دمای جسم سیاه (T_B)، با فرضِ توان تشعشعی یک (حداکثر توان تشعشعی) در آن، تبدیل می‌شوند (*علی‌زاده‌ربیعی، ۱۳۹۱:۷۸*).

رابطهٔ ۳:

$$T_B=\frac{k_2}{\ln(\frac{k_1}{L\lambda}+1)}$$

که T_B = دمای مؤثر در ماهواره برحسب کلوین (K)، K_1 = ثابت کالیبراسیون اول، K_2 = ثابت کالیبراسیون دوم، $L\lambda$= رایانس طیفی پیکسل موردنظر ($W\ m^{-2}\ ster^{-1}\ \mu m^{-1}$). مقادیر K_1 و K_2 برای سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین این مقادیر برای باند ۶ سنجنده‌های TMو ETM+ از فایل (*SEBAL, 2002: 22*) و برای باند ۱۰ سنجندهٔ OLI از هدر فایل تصویر استخراج شده است

جدول ۲: مقادیر K_1 و K_2 سنجنده‌های TM، ETM+

سنجنده	K_1	K_2
TM	۶۰۷/۷۶	۱۲۶۰/۵۶
ETM+	۰۹/۶۶۶	۷۱/۱۲۸۲
OLI	۸۸۵۳/۷۷۴	۰۷۸۹/۱۳۲۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

1-land surface temperature
2-Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL)
3-Digital Number
4-Spectral Radiance

- محاسبهٔ NDVI

شاخص گیاهی تفریقی نرمال‌شده[1] از پرکاربردترین شاخص‌های فراوانی پوشش گیاهی است که از طریق نسبت‌گیری باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک به‌دست می‌آید *(علوی‌پناه، ۱۳۸۵:۵۶)*.

رابطهٔ ۴:
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NER + RED}$$

که در آن NIR= باند مادون قرمز نزدیک است که برای سنجنده‌هایTM، +ETM معادل (۰/۹۰- ۰/۷۵) و برای سنجندهٔ OLI معادل (۰/۸۸ – ۰/۸۵) است. R= باند قرمز است که برای سنجنده‌های TM و +ETM معادل (۰/۶۹-۰/۶۳) و برای سنجندهٔ OLI معادل (۰/۶۷-۰/۶۴)است*(پیرنظر وهمکاران، ۱۳۹۴:۲۹)*.

- نسبت پوشش گیاهی

برای محاسبهٔ نسبت پوشش گیاهی از رابطهٔ (۴) استفاده شده است *(رسولی،۱۳۸۷:۶۷)*.

رابطهٔ ۵:
$$P_v = \left(\frac{\text{NDVI-NDVImin}}{\text{NDVImax-NDVImin}}\right)^2$$

در این رابطه، p_v نسبت پوشش گیاهی، $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ به‌ترتیب حداکثر و حداقل مقدار NDVI منطقهٔ مورد مطالعه است.در جدول(۳) مقادیر حداکثر و حداقل NDVI شهرستان مریوان در سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ نشان داده شده است.

جدول ۳: مقادیر حداکثر و حداقل NDVI شهرستان مریوان در سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷

	۱۹۸۴	۲۰۰۰	۲۰۱۷
$NDVI_{max}$	۰/۷۰۴۹۱۸	۰/۷۳۵۶۳۲	۰/۲۵۴۱۹۶
$NDVI_{min}$	۰/۲۸۲۰۵۱-	۰/۲۹۴۱۱۷-	۰/۱۰۶۵۸۸-

مأخذ : نگارندگان، ۱۳۹۶

- تصحیح توان تشعشعی

ضریب نشر ماهیت انتقال حرارت تشعشعی جذب و نشر تابش‌های الکترومغناطیسی است. یکی از پارامترهایی که در انتقال حرارت به‌وسیلهٔ تشعشع تأثیر فراوانی دارد، ضریب نشر (ε) جسم تابش‌کننده به جسم گیرنده است. به‌طوری که ضریب نشر بین صفر تا یک تغییر می‌کند. برای جسمی که هیچ تابشی ندارد، این ضریب صفر بوده و برای جسمی که ماکزیمم تابش را دارد و توان تشعشعی یک جسم سیاه (ایده‌آل) را دارد، یک است *(علوی‌پناه، ۱۳۸۵:۴۰)*. یکی از گزینه‌های عملیاتی و کاربردی برای به‌دست‌آوردن توان تشعشعی، (روش آستانهٔ شاخص پوشش گیاهی[2]) است، که براساس مقادیر NDVI تقسیم‌بندی شد *(Sobrino, et al, 2004: 435)*.

NDVI < ۰/۲، که حاکی از خاک لخت است و توان تشعشعی خاک لخت لحاظ می‌شود (ε_{soil}= ۰/۹۷)

NDVI >۰/۵، که نشان‌دهندهٔ پوشش گیاهی زیاد است و توان تشعشعی پوشش گیاهی برای آن فرض می‌شود (ε_{veg} =۰/۹۹) ۰/۲ ≤ NDVI ≤ ۰/۵، که در این مورد پیکسل‌ها مخلوطی از خاک و پوشش گیاهی است و توان تشعشعی (ε Mix) بر این اساس محاسبه می‌شود *(هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۷)*.

رابطهٔ ۶:
$$\varepsilon = \varepsilon_{veg}\, p_v + \varepsilon_{soil}\,(1 - p_v)$$

- برآورد دمای سطح زمین(LST)

بعد از به‌دست‌آوردن مقادیر توان تشعشعی، دمای سطح زمین (LST) از فرمول زیر محاسبه می‌شود *(Artis et al, 1982: 323)*

رابطهٔ ۷:
$$LST = \frac{T_B}{1 + (\lambda * T_B / p)\ln\varepsilon}$$

λ = طول موج رادیانس ساطع‌شده؛ P =۱۴۳۸۰، ε = توان تشعشعی است *(SEBAL, 2002:57)*

1-Normalized Difference Vegetation Index

2 - NDVI Threshold Method

تبدیل درجهٔ کلوین به درجهٔ سلسیوس

سرانجام نقشهٔ حرارتی براساس رابطهٔ (۷) از درجهٔ کلوین به درجهٔ سلسیوس تبدیل شد.

رابطهٔ ۸: $Tc=LST-273.15$

نتایج و بحث

استخراج پارامترهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پس از اعمال الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال، اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی شد. پیرو مطالعات پیشین (*Tilahun, et al., 2015: 197; Sophia, et al, 2017: 617; Megahed, et al, 2015: 1756*؛ *کیانی و همکاران، ۱۳۹۳:۵۹*) در این مطالعه به‌منظور صحت طبقه‌بندی و محاسبهٔ ضریب کاپا ۳۰۰ نقطه برای هر تصویر به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از تصاویر گوگل ارث صحت کلی و ضریب کاپا برای هر تصویر طبقه‌بندی‌شده محاسبه و استخراج شد. جدول (۴).

جدول ۴: ضریب کاپا و دقت طبقه‌بندی تصاویر به روش حداکثر احتمال

سال	ضریب کاپا	دقت طبقه‌بندی
۱۹۸۴	٪۸۲	٪۸۶
۲۰۰۰	٪۸۶	٪۹۰
۲۰۱۷	٪۸۰	٪۹۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و نقشهٔ تغییرات دمایی

در این مطالعه ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث و با رعایت همپوشانی نقاط تعلیمی در سرتاسر منطقه، نقشهٔ کاربری اراضی در چهار کلاس به شرح جدول (۵) از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شد، سپس میزان تغییرات هر کاربری مشخص شد و در ادامه ارتباط بین دما سطح زمین با هر کاربری ازطریق استخراج حداکثر دمای هر کاربری در هر دوره تعیین شد.

جدول ۵: کلاس‌های کاربری‌های استخراج‌شده از تصاویر

آب‌های سطحی	شامل دریاچه زریبار و جریانات سطحی
نواحی مسکونی	شامل کلیه نواحی ساخته شده
زمین‌های بایر	شامل فضاهای باز و بدون پوشش
زمین‌های کشاورزی	شامل زمین‌های زراعی و باغات
پوشش گیاهی	شامل پوشش‌های جنگلی و مرتعی

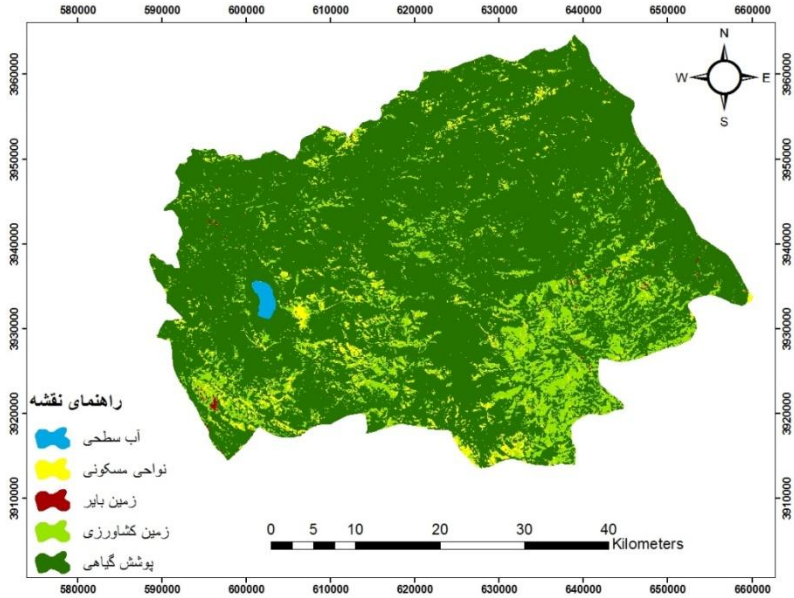
مأخذ : نگارندگان، ۱۳۹۶

با توجه به مساحت کاربری‌های استخراج‌شده در سال ۱۹۸۴ (جدول ۶)، می‌توان اظهار داشت که بیشترین مساحت به پوشش‌گیاهی به میزان ۰۸/۸۳ درصد، بالاترین و کاربری زمین‌های بایر به‌میزان ۰/۰۳ درصد پایین‌ترین مقادیر را به‌خود اختصاص داده‌اند. همچنین کاربری‌های زمین‌کشاورزی با ۸۱/۱۱ درصد، نواحی مسکونی با ۵۲/۴ درصد و آب سطحی با ۳۵/۰ درصد در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. همچنین در رابطه با نقشهٔ تغییرات دمایی نتایج نشان داد، به‌دلیل پوشش گیاهی مناسب، کمبود زمین‌های بایر در منطقه و وضعیت خوب زمین‌های کشاورزی دمای شهرستان پایین‌تر از دورهٔ بعد بوده، به‌طوری که بیشینهٔ دما در این دوره به کاربری‌های مسکونی و زمین‌های بایر تعلق داشته که به‌ترتیب ۳۳/۲۵ و ۹۲/۳۱ درجهٔ سلسیوس بوده، همچین مقدار بیشینهٔ دما در کاربری‌های پوشش‌گیاهی و کشاورزی در این دوره به‌ترتیب به ۲۹/۳۰ و ۷۰/۳۰ درجهٔ سلسیوس رسیده است.

جدول ۶: نام کلاس، مساحت و درصد کاربری‌های استخراج‌شده از تصویر سال ۱۹۸۴

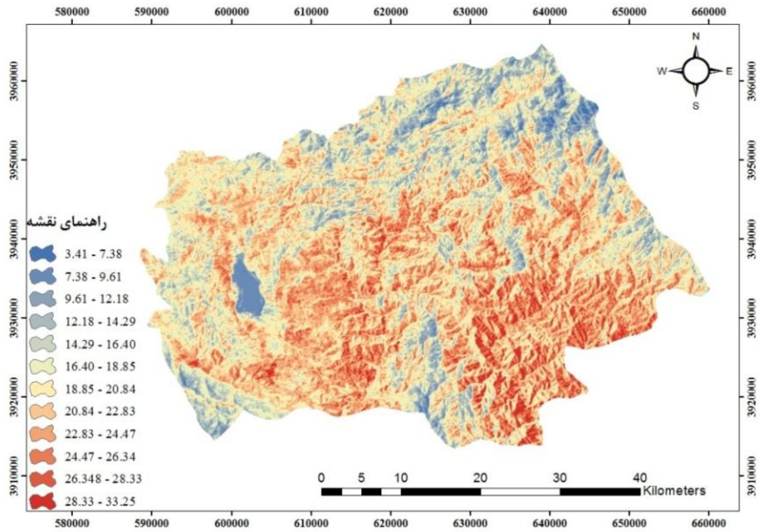
سال	نام کاربری	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
۱۹۸۴	پوشش‌گیاهی	۵/۱۹۱۷	۰۸/۸۳
	زمین کشاورزی	۶۲/۲۷۲	۸۱/۱۱
	زمین بایر	۱۵/۵	۰/۰۳
	نواحی مسکونی	۵۴/۱۰۴	۵۲/۴
	آب سطحی	۱۱/۸	۳۵/۰
	مجموع	۹۳/۲۳۰۷	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۲: نقشهٔ کاربری‌های استخرج‌شده مربوط به سال ۱۹۸۴

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۳ : نقشهٔ تغییرات دمایی باند ۶ لندست ۷ مربوط به سال ۱۹۸۴ برحسب درجهٔ سلسیوس

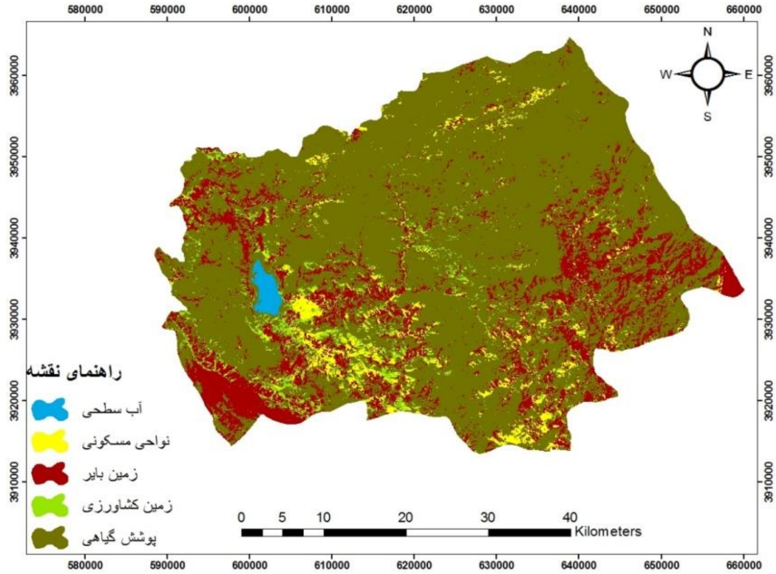
تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۶

در سال ۲۰۰۰ (جدول ۷) کاربری پوشش گیاهی همانند دورهٔ قبل با ۷۳/۷۳ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده، اما میزان آن نسبت‌به دورهٔ قبل، ۳۵/۹ درصد کاهش داشته است؛ به‌عبارت دیگر، حدود ۷/۲۰۵ کیلومتر مربع از پوشش گیاهی منطقه کم شده است. همچنین از مساحت زمین‌های کشاورزی این دوره نسبت‌به دورهٔ قبل به میزان ۲۲/۱۸۵ کیلومتر مربع کم شده است که بیشترین این مساحت تبدیل به زمین‌های بایر شده؛ به‌طوری که مساحت این زمین‌ها در این دوره به ۸۰/۱۷ درصد رسیده که نسبت‌به دورهٔ قبل به میزان ۸۷/۴۰۵ کیلومتر مربع افزایش داشته است. پوشش‌های گیاهی به‌خصوص درختان، با جذب انرژی خورشید و تعرق آب ازطریق برگ‌های خود به داخل جوّ و همچنین با ایجاد سایه، یک سیستم تهویهٔ مطبوع طبیعی هستند و حذف گیاهان با بالا رفتن گرما همراه است *(Weng, 2004:477)*. با توجه به اشکال (۸) و (۹)، در این دوره به‌دلیل کاهش پوشش‌گیاهی، کاهش زمین‌های کشاورزی و به‌خصوص افزایش به نسبت زیاد زمین‌های بایر در منطقه موجب افزایش دمای شهرستان مریوان شده، به‌طوری که بیشینهٔ دمای این دوره ۶۹/۳۵ درجه سلسیوس بوده که نسبت‌به سال ۱۹۸۴ به‌میزان ۲/۴۴ درجهٔ سلسیوس افزایش را نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان اظهار داشت که یکی از دلایل افزایش دمای این دوره نسبت‌به دورهٔ قبل، همین مسأله است. افزایش درجه حرارت دمای سطح زمین موجب شده که منابع برفی ارتفاعات ذوب شود و همین مسأله افزایش سطح دریاچهٔ زریبار را در پی داشته است؛ به طوری که از ۱۱/۸ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۴ به میزان ۷۲/۱۴ کیلومترمربع رسیده و به‌عبارتی معادل ۶۶/۶ کیلومتر مربع به مساحت آب‌های سطحی شهرستان افزوده شده است. در این دوره مساحت زمین‌های بایر نسبت به دوره قبل افزایش داشته و علت اصلی افزایش دمای این دوره همین مسأله است، چرا که بیشینهٔ دمای این دوره متعلق به زمین‌های بایر به میزان ۶۹/۳۵ درجهٔ سلسیوس است (شکل ۹) کاربری‌های زمین‌های کشاورزی و پوشش‌گیاهی به‌دلیل کاهش مساحت نسبت‌به دورهٔ قبل به‌ترتیب با کاهش دما به میزان ۳/۰درجه و افزایش دما به‌میزان ۰۲/۵ درجهٔ سلسیوس مواجه شدند که این مسأله تأثیر تغییرات کاربری بر افزایش دمای ناحیه را نشان می‌دهد (شکل ۱۰).

جدول ۷: نام کلاس، مساحت و درصد کاربری‌های استخراج‌شده از تصویر سال۲۰۰۰

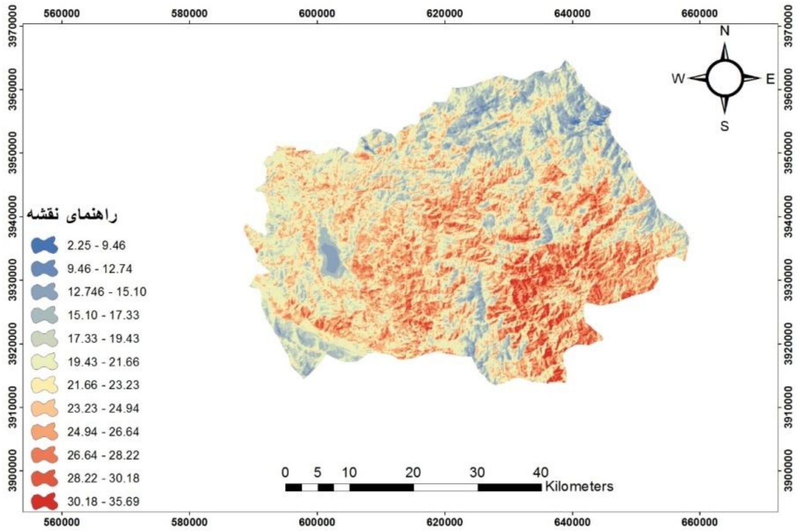
سال	نام کاربری	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
۲۰۰۰	پوشش گیاهی	۸/۱۷۰۱	۷۳/۷۳
	زمین کشاورزی	۴۰/۸۷	۷۸/۳
	زمین بایر	۰۲/۴۱۱	۸۰/۱۷
	نواحی مسکونی	۹۸/۹۲	۰۲/۴
	آب سطحی	۷۲/۱۴	۶۳/۰
	مجموع	۹۴/۲۳۰۷	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۴: نقشهٔ کاربری‌های استخراج‌شده مربوط به سال ۲۰۰۰

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۵: نقشهٔ تغییرات دمایی باند۶ لندست ۷ مربوط به سال۲۰۰۰ برحسب درجهٔ سلسیوس

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

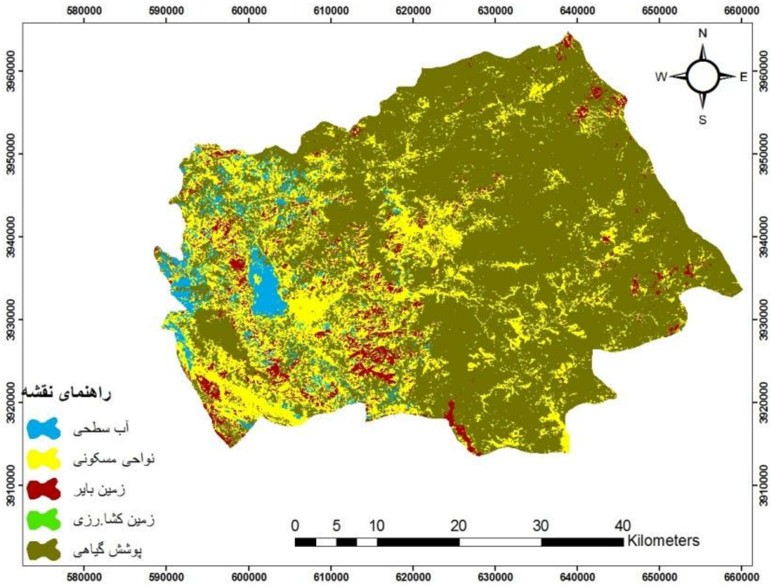
در این دوره همانند دو دورهٔ قبل بیشترین مساحت به پوشش گیاهی، به میزان ۱۶/۱۵۴۸ کیلومتر مربع تعلق دارد که میزان آن نسبت‌به سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ به‌ترتیب معادل ۶۴/۱۵۳ و ۳۴/۳۶۹ کیلومتر مربع کاهش داشته است. نواحی کشاورزی در این دوره کاهش قابل‌توجهی نسبت‌به سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ داشته که میزان این کاهش به‌ترتیب ۹/۸۶ و ۱۲/۲۷۲ کیلومتر مربع بوده است که یکی از دلایل آن می‌تواند افزایش ساخت‌وساز و تبدیل این زمین‌ها به زمین‌های بایر باشد. به‌طوری که بیشترین افزایش تغییرات کاربری‌ها در این دوره به نواحی مسکونی تعلق داشته که میزان این تغییرات برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ نسبت‌به سال ۲۰۱۷ به‌ترتیب ۵۷/۴۶۰ و ۰۱/۴۴۹ کیلومترمربع بوده است. بالا رفتن

ساخت‌وساز و رشد فیزیکی شهر از دلایلی است که دمای یک شهر را بالا می‌برد. از سوی دیگر، کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی می‌تواند منجر به افزایش زمین‌های بایر نیز شود؛ به‌طوری که زمین‌های بایر در سال ۲۰۱۷ نسبت‌به سال ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ به‌ترتیب به میزان ۴۳/۳۰۰ کیلومتر مربع افزایش و ۴۴/۱۰۵ کیلومتر مربع کاهش را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نقشهٔ دما مشاهده می‌شود، از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۷ دمای شهرستان مریوان به میران ۵ درجهٔ سلسیوس افزایش داشته که متأثر از تغییرات پوشش گیاهی، ازبین‌رفتن جنگل‌ها، کاهش زمین‌های کشاورزی و تبدیل آن‌ها به زمین‌های بایر و افزایش ساخت‌وساز بوده است. توسعهٔ کالبدی شهر و افزایش سطوح نفوذناپذیر علاوه‌بر تخریب باغات و زمین‌های کشاورزی اطراف شهر، بر پوشش‌های گیاهی دورتر از محدودهٔ شهری نیز تأثیر داشته است. با توسعهٔ شهر و افزایش جمعیت، تقسیم اراضی و تغییر کاربری کشاورزی به‌وجود آمده است که نتایج آماری روند کسر پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی گویای این امر می‌باشند. در این دوره پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی در منطقه، روند کاهشی خود را ادامه داده است و نواحی مسکونی افزایش داشته که همین مسأله یکی از دلایل افزایش دمای شهرستان مریوان بوده است و با توجه به نقشهٔ تغییرات دمایی، این افزایش دما نسبت‌به سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ حدود ۲/۵۶ و ۵ درجهٔ سلسیوس بوده است. در این دوره مقدار بیشینهٔ دما به‌دلیل رشد نواحی مسکونی به این بخش تعلق داشته که به میزان ۳۸/۲۵ درجهٔ سلسیوس بوده است که این مسأله به‌دلیل افزایش مساحت نواحی مسکونی در این دوره نسبت‌به دو دورهٔ قبل است. افزایش دما نسبت‌به سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۸۴ در این بخش به‌ترتیب ۳/۴۷ و ۵ درجهٔ سلسیوس و مقدار بیشینهٔ دما در بخش‌های پوشش گیاهی، زمین‌های بایر و زمین‌های کشاورزی به‌ترتیب ۳۷/۳۴، ۴۳/۳۶ و ۳۱/۳۵ درجهٔ سلسیوس بوده است.

جدول ۸ : نام کلاس، مساحت و درصد کاربری‌های استخراج‌شده از تصویر سال ۲۰۱۷

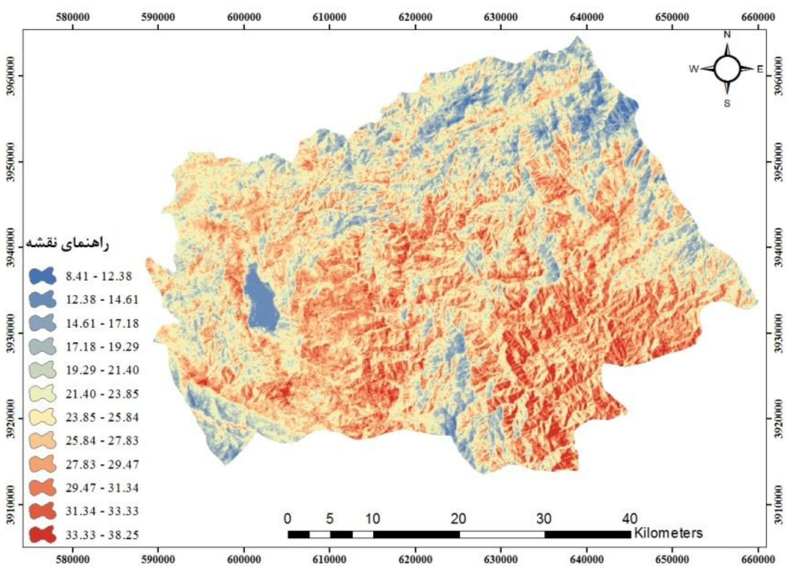
سال	نام کاربری	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
۲۰۱۷	پوشش گیاهی	۱۶/۱۵۴۸	۰۷/۶۷
	زمین کشاورزی	۵۰/۰	۰۲/۰
	زمین بایر	۵۹/۱۱۰	۷۹/۴
	نواحی مسکونی	۵۵/۵۵۳	۹۸/۲۳
	آب سطحی	۱۲/۹۵	۱۲/۴
	مجموع	۹۳/۲۳۰۷	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۶: نقشهٔ کاربری‌های استخراج‌شده مربوط به سال ۲۰۱۷

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

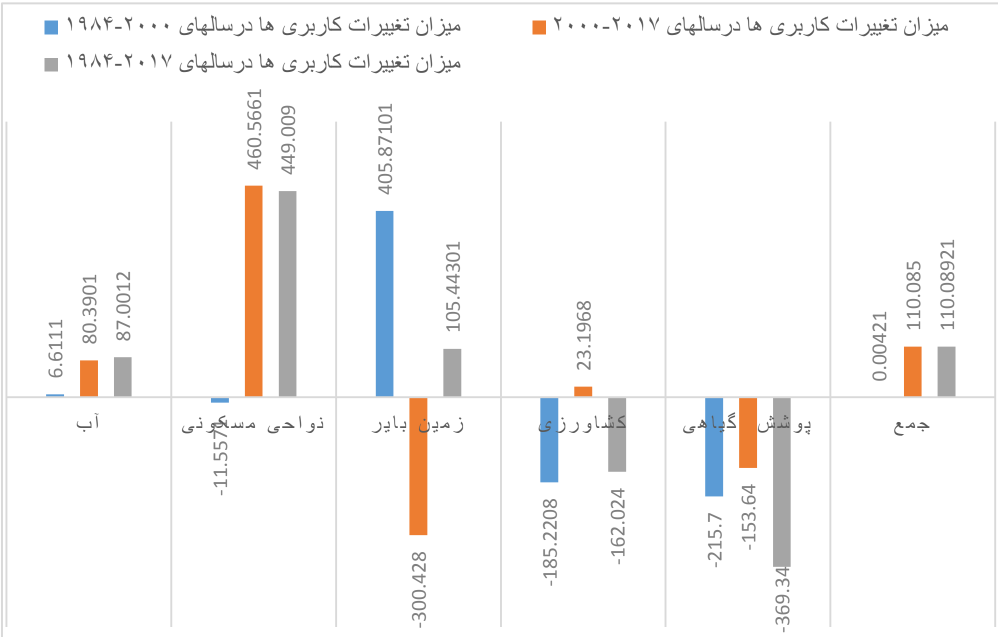


شکل ۷: نقشهٔ تغییرات دمایی باند۱۰ لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۷ برحسب درجهٔ سلسیوس

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

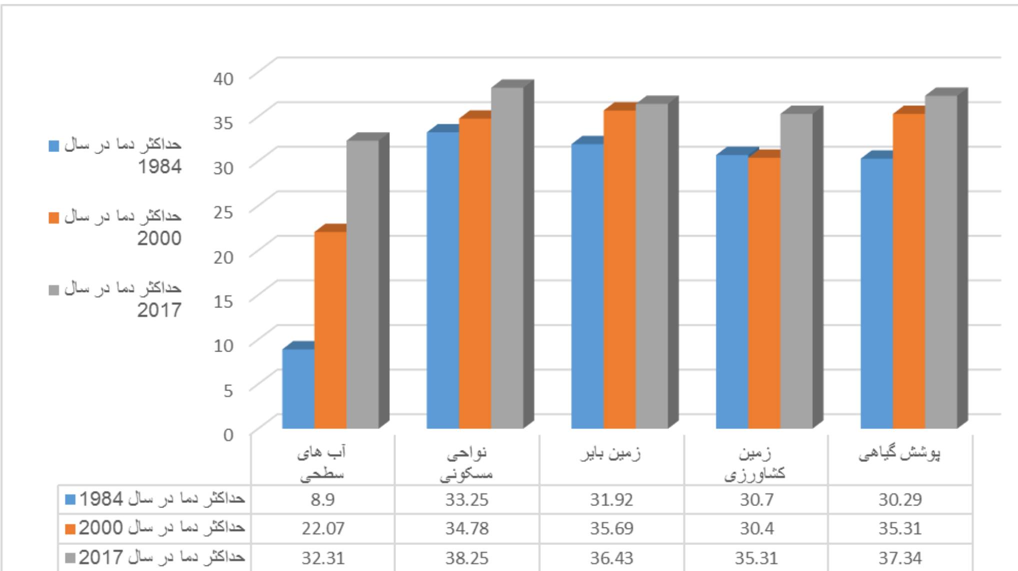
مقایسهٔ نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد که یافته‌های این مطالعه با نتایج امیری و همکاران (۱۳۸۶)، عبدالهی و همکاران (۱۳۸۷)، نانومورا و همکاران (۲۰۰۹)،ایفات و همکاران (۲۰۱۴) و رونالد و همکاران (۲۰۱۷) همسو بوده است. وجه اشتراک این مطالعات با پژوهش صورت‌گرفته، وجود یک ارتباط قوی بین دمای سطح زمین و تغییرات کاربری اراضی است؛ به‌عبارت دیگر نتایج، روند رشد شهری را درجهت تخریب پوشش گیاهی نشان می‌دهد. افزایش نواحی مسکونی و کاهش پوشش

گیاهی، دمای سطح زمین را در طی دوره‌های مورد مطالعه افزایش داده است. همچنین کاهش زمین‌های کشاورزی و تبدیل آن‌ها به نواحی بایر، از دیگر دلایل افزایش دما در منطقه بوده است. وجود دمای بالا در نواحی مسکونی و زمین‌های بایر در طی دورهٔ مورد مطالعه، یکی دیگر از دلایل اهمیت پوشش گیاهی در تعدیل دماست که در این مطالعات به‌وضوح دیده می‌شود.



شکل ۸: مساحت تغییرات کاربری‌ها در سال‌های مورد مطالعه برحسب کیلومتر مربع

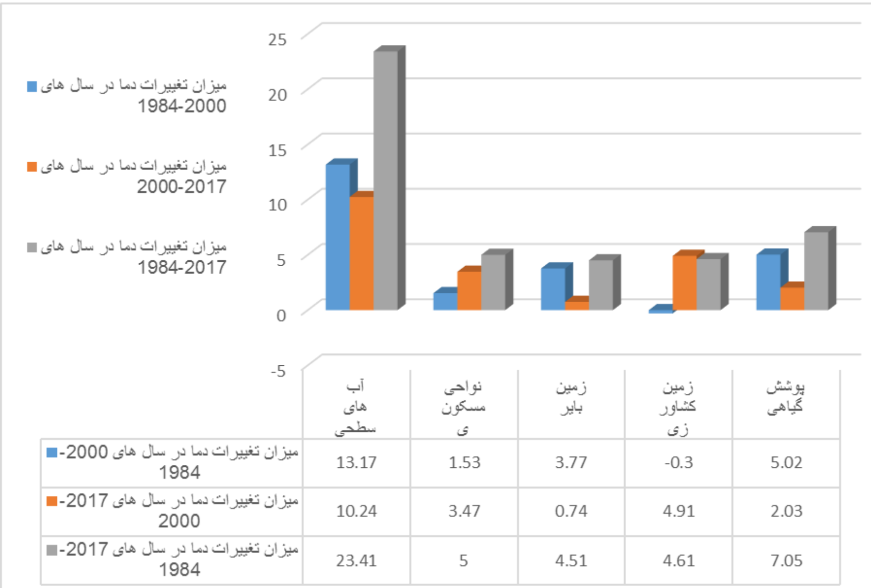
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۹: مقدار بیشینهٔ دمای هر کدام از طبقات کاربری‌ها برحسب درجهٔ سلسیوس

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

باتوجه به بررسی آمار ایستگاه سینوپتیک شهرستان مریوان، بیشینۀ دمایی در سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ به‌ترتیب ۲۸، ۳۱/۸ و ۳۲/۵ است که در مقایسه با مقادیر به‌دست‌آمده از LST، نتایج روند افزایش دما را نشان می‌دهد (http://www.irimo.ir). همچنین نتایج در این مطالعه نشان می‌دهد، با بالا رفتن جمعیت، مساحت نواحی مسکونی طی دوره‌های مورد مطالعه افزایش داشته و افزایش ساخت‌وساز تأثیر منفی بر پوشش گیاهی اطراف شهر داشته و همین امر یکی از دلایل افزایش دما در کاربری پوشش گیاهی بوده است. از سوی دیگر، از دلایل افزایش زمین‌های بایر و کم‌شدن زمین‌های کشاورزی طی دورۀ مورد مطالعه می‌توان به‌پایین‌بودن سود اقتصادی برای کشاورزان، موقعیت کوهستانی و صعب‌العبور بودن، قطعه‌قطعه بودن زمین‌های کشاورزی و کمبود خاک حاصلخیز به‌خصوص در ارتفاعات اشاره کرد که این دلایل موجب شده است بسیاری از زمین‌های کشاورزی این ناحیه به زمین بایر تبدیل شود که این امر یکی از دلایل افزایش دما در کاربری‌های کشاورزی و بایر است.



شکل ۱۰: مقدار تغییرات دمایی در هر کدام از طبقات کاربری‌ها برحسب درجۀ سانتی‌گراد

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

نتیجه

پژوهش حاضر با هدف تعیین ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین انجام گرفت. نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه ارتباط بین تغییرات کاربری‌ها را در افزایش دما سطح زمین نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر، طی بررسی انجام‌شده مشخص شد که کاربری‌های پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی روند کاهشی و کاربری‌های نواحی مسکونی و زمین‌های بایر روند افزایشی را در دورۀ مورد مطالعه نشان می‌دهد. همچنین به‌منظور استخراج دمای سطح‌زمین، از الگوریتم SEBAL استفاده شد که نتایج نشان می‌دهد مقادیر دما در کاربری‌های پوشش گیاهی، زمین‌های کشاورزی، زمین‌های بایر و نواحی مسکونی روند افزایشی داشته است. به‌عبارت دیگر، افزایش نواحی مسکونی در نتیجۀ رشد شهر مریوان باعث ازبین‌رفتن پوشش گیاهی اطراف شهر شده و همین امر موجب

افزایش دما در این نواحی شده است؛ چرا که ازبین‌رفتن رستنی‌ها و گیاهان و جایگزینی آن‌ها با مواد و مصالح تیره‌رنگِ ساختمانی باعث بالارفتن دما در طول روز و کاهش آن در طول شب می‌شود. همچنین وجود پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی در اطراف شهرها موجب کاهش و تعدیل دمای سطح زمین می‌شود که این مسأله بر زندگی ساکنان شهر تأثیر مستقیم می‌گذارد؛ بنابراین برنامه‌ریزی ساخت‌وساز شهرها باید به‌گونه‌ای باشد که کمترین تأثیر را بر پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی این نواحی داشته باشد. از سوی دیگر، بی‌توجهی به کشاورزی از سوی روستاییان، دلیل افزایش زمین‌های بایر در منطقه بوده است؛ چراکه کشاورزی در این منطقه به‌علت وسعت کم زمین‌های کشاورزی، صرفهٔ اقتصادی برای روستاییان ندارد و کشاورزی بیشتر درجهت خودکفایی خانوارها صورت می‌گیرد و جنبهٔ صادرات به بازارهای داخلی و خارجی را ندارد؛ از سوی دیگر، به‌دلیل نبود سرمایه‌گذاری درجهت ساخت مکانی که این فراورده‌ها را به مواد غذایی تبدیل کند، از دیگر دلایل بی‌توجهی روستاییان به کشاورزی است. به‌منظور جلوگیری از افزایش دمای سطح زمین پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌شود:

- گسترش فضاهای سبز شهری و ایجاد پارک‌های سبز در داخل شهر.
- برنامه‌ریزی برای روند رشد و گسترش شهر، شهر باید به‌گونه‌ایی رشد کند که کمترین تأثیر را بر پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی اطراف داشته باشد.
- سرمایه‌گذاری و توجه به کشاورزی منطقه از سوی سازمان‌ها و نهادهای مربوط.
- احداث باغات و پارک‌های جنگلی در اطراف شهر.
- ترویج روستاییان به کشاورزی ازطریق یکپارچه‌کردن زمین‌ها و صادرات محصولات کشاورزی به بازارهای داخلی و خارجی.

با توجه به مباحث گفته‌شده در رابطه با تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین، نتایج این مطالعه می‌تواند کاربردهای مختلفی در زمینهٔ کشاورزی، محیط زیست، اقلیم‌شناسی، برنامه‌ریزی شهری و روستایی زمین‌شناسی و... داشته باشد.

منابع

- آخوندزاده، مهدیریا؛ محمدرضا سراجیان (۱۳۸۶). کاربرد تصاویر ماهوارهای Terra-ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری، مجموعه مقالات دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، قطب علمی مهندسی نقشه‌برداری و مقابله با سوانح طبیعی. دانشکده فنی دانشگاه تهران. صفحه ۱۵.
- آرخی، صالح؛ یعقوب نیازی (۱۳۸۹). ارزیابی روش‌های مختلف سنجش‌ازدور برای پایش تغییرات کاربری اراضی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ درّه شهر- استان ایلام) فصل‌نامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۷ (۱): صفحات ۹۳-۷۴.
- آرخی، صالح؛ حیدر ابراهیمی؛ افشین شعبانی (۱۳۹۱). ارزیابی الگوی مکانی روند تغییرات کاربری پوشش اراضی با استفاده از روش‌های دستهٔ تبدیل (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ دره شهر- استان ایلام) ۱۲(۳۸):۱۸۲- ۱۶۲.
- امیری، رضا؛ عباس علی‌محمدی؛ سیدکاظم علوی‌پناه (۱۳۸۶). مطالعهٔ تغییرپذیری مکانی- زمانی حرارت در ارتباط با کاربری پوشش زمین در منطقهٔ شهری تبریز با استفاده از داده‌های‌حرارتی و انعکاسی سنجنده‌های TM و ETM+ لندست، مجله محیط‌شناسی ۴۳. صفحات ۱۲۰- ۱۰۷.
- پیرنظر، مجتبی؛ آرش زندکریمی (۱۳۹۴). راهنمای کاربری نرم‌افزار ENVI و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات ناقوس. چاپ اول. تهران.

-رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۷). مبانی سنجش‌ازدور کاربری (با تأکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای)، انتشارات دانشگاه تبریز. چاپ اول. تهران.

-رمضانی، بهمن؛ سیدمریم دخت‌محمد (۱۳۸۹). شناخت محدودهٔ مکانی تشکیل جزیرهٔ گرمایی در شهر رشت، مجله‌پژوهش‌وبرنامه‌ریزی شهری.۱(۱).صفحات ۶۴-۴۹.

-سایت سازمان هواشناسی کشور، داده‌های اقلیمی و تاریخچه‌ای http://www.irimo.ir.

-عبدالهی،جلال؛ علی‌محمد چراغی؛ محمدحسن رحیمیان (۱۳۸۷). مقایسهٔ آثار زیست‌محیطی تغییر کاربری اراضی بر تغییر پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری و غیرشهری با به‌کارگیری سنجش‌ازدور، مجلهٔ محیط شناسی.۳۴ (۴۵). صفحات ۹۶-۸۵.

-علیزاده‌ربیعی، حسن (۱۳۹۱). سنجش از دور (اصول و کاربرد)، انتشارات سمت. چاپ دوازدهم. تهران.

-علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۵). سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. تهران.

-علوی‌پناه،سیدکاظم؛ حمیدرضا متین‌فر؛ عمار رفیعی‌امام (۱۳۸۷). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. تهران.

-فیضی‌زاده، بختیار؛ سیدمحمود حاجی میررحیمی؛ (۱۳۸۷). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهرک اندیشه تبریز با استفاده از روش طبقه‌بندی شیءگرا، همایش ژئوماتیک صفحه ۱۰.

-کیانی،واحد؛ افشین‌علیزاده‌شعبانی؛علی‌اکبر نظری‌سامانی (۱۳۹۳). ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصویر ماهواره با استفاده از پایگاه اطلاعاتی Google Eart به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ پوشش/کاربری اراضی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز طالقان)، فصل‌نامهٔ علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر). ۲۳(۹). صفحات ۶۰-۵۱.

-مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، منتشرشده در ۲۳ اسفند ۱۳۹۵. مرکز آمار ایران.

-هاشمی،محمد؛ سیدکاظم علوی‌پناه؛ مرتضی دیناروندی (۱۳۹۱). ارزیابی توزیع مکانی دمای سطح زمین در محیط زیست شهری با کاربرد سنجش‌ازدور حرارتی، مجلهٔ محیط‌شناسی. ۳۹ (۱). صفحات ۹۱-۸۱.

-ولی‌زاده‌کامران، خلیل (۱۳۹۰). جزوهٔ پردازش تصاویر ماهواره‌ای در محیط ENVI، دانشگاه تبریز.

-یوسفی، صالح؛ حمیدرضا مرادی؛ سیدحمزه حسینی؛ سمیه میرزایی (۱۳۹۰). پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های TM و +ETM ماهواره Landsat، مجلهٔ کاربرد سنجش از دور و GIS در منابع طبیعی. ۲(۳). صفحات ۱۰۵-۹۷.

- Adel Effat, H, Abdel Kader, O (2014). Change detection of urban heat islands and somere lated parameters using multi-temporal Landsat images; a case study for Cairo city, journal of Urban Climate, 10, 171-188.
- Artis, D A, Carnahan, W (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Remote Sensing of Environment 12(4),313-329
- Amiri,R,Weng, Q, Alimohammadi, A, Alavipanah, S K (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote sensing of environment, 113(12), 2606-2617.
- Chavez, P.S (1996). Image- based atmospheric correction- revisited& improved. Photogrammetric Engineering & remote sensing, 62(9).1025- 1036.
- Landsat Project Science Office (2002). Landsat 7 Science Data User’s Handbook. Available online from following website:
- http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc. Html, Goddard Spa. Flight Center, NASA, Washington, 1-186.

- Richards. J. A., Xiuping. J (2006). Remote sensing Digital Image Analysis, An Introduction, chapter 9, 4th Edition, Springer.
- Sobrino, J A, Jiménez- Munoz, J C, Paolinib, L (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM ,Remote Sensing of Environment, 90, 434-440.
- Sophia, S, Rwanga, Ndambuki, J, M (2017). Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS, International Journal of Geosciences, 2017, 8, 611-622.
- Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL), 2002, Advanced Training and User's Manual Version 1.0, August.
- Tilahun,A,Teferie,B(2015). Accuracy Assessment of Land Use Land Cover Classification using Google Earth,American Journal of Environmental Protection, 2015; 4(4): 193-198.
- Weng, Q,Lu, D J, Schubring, J (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance Relationship for urban heat island studies. Remote sensing of environment. 89, 467-483.
- Wubet, M, T (2003). Estimation of Absolute Surface Temperature by Satellite Remote sensing, Unpublished M. Sc. Thesis Netherlands, International Institute for Geo Information Science and Earth Observation. Enscheda, the Netherlands.
- Xiao, RB, Ouyang, ZY, Zheng, H, Li, W F, Schienke, EW, Wang, XK (2007). Spatial Pattern of impervious surfaces and their impacts on land surface temperature in Beijing, China. Journal of National Library of Medicine, National Institute of Health, U.S, 19: 250- 256.
- Lillesand, T, Kiefer, R W (1987). Remote sensing and Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition, John Willy and sons, New York.
- Lu, D, Weng, Q (2006). Spectral mixture analysis of ASTER images for examining the relationship between urban thermal features and biophysical descriptors in Indianapolis, Indiana, USA. Remote Sensing of Environment, 104(2): 157-167.
- Mather, P (2001). Classification methods for remotely sensed Data, Taylor& Francis publisher, First Edition, London,
- Megahed, Y, Cabral,P, Silva, J, Caetano, M (2015). Land Cover Mapping Analysis and Urban Growth Modelling Using Remote Sensing Techniques in Greater Cairo Region-Egypt, International Journal ofGeo-Information, 2015, 4, 1750-1769.
- Nonomura, A, Kitahara, M, Masuda T (2009). Impact of land use and land cover changes on the ambient temperature in a middle scale city, Takamatsu, in Southwest Japan. Journal of environmental management, 90(11): 3297-3304.
- Owen, T W, Carlson, T N, Gillies, R (1998). An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. International Journal of Remote Sensing, 19(9):1663-1681
- Ramezani, B, Mohammadi, M (2011). The Recognition of Urban Heat Island in Rasht City, journal of physical geography, 3(10): 111-125.
- Ronald, C, Estoque, M, Yuji, M, S W (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, U.S,15(577),349-359.
- Roth, M, Oke, T R, Emery, W (1989). Satellite derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. International Journal of Remote Sensing, 10(11): 1699-1720.

Geography and Development
17nd Year-No.54–Spring 2019
Received: 24/10/2017 Accepted: 12/07/2018

Investigation of the Relationship Between Land Use Changes and Land Surface Temperature Using Satellite Imagery (Case Study: Marivan city)

Shadman Darvishi
M.Sc of Graduate Remote Sensing and GIS
Faculty of Environmental Sciences
Haraz Institute of Higher Education

Mostafa Rashidpour
Ph. D Student of Watershed Management,
Sari Agricultural Sciences and Natural
Resources University

Dr. Karim Solaimani
Professor, Sari University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

Introduction

Rapid changes in the use of land cover in urban areas have become a major environmental concern and have caused many environmental issues, including the reduction of green space and the development of the heat Island (Amiri et al, 2009: 2610). Land surface temperature (LST) is an important factor in global warming studies and as a factor for climate change. LST also is one of the important parameters in the study of the thermal environment and the urban heat island.

The use of remote sensing data to estimate LST greatly reduces the cost of estimating the temperature rather than the using of direct measurement in climate station. Remotely – sensed urban heat island using satellite images shows different features rather than those measured directly.) M. Roth and T.R.OKE1989; Amiri et al., 2009: 2610; Ghorban Nia Khiabari et al. 2016). Some studied were conducted to estimate spatial pattern of impervious surfaces and the green space and their impacts on land surface temperature. The results of these studies showed that in areas where vegetation cover has decreased or the human population has increased, the heat islands have increased. (Efat et al. 2014; Weng, Q et al. 2004; Ronald et al.2017).

Also, in Iran, concerns about the potential impacts of land use change and climate change and their relations to increasing environmental hazards in recent years have led to many studies on the relationship between land surface temperature and land use change using satellite imagery. Amiri et al , 2007; Ghorbannai khabiri et al. 2016; Akhondzadeh et al.2008; Mazidi et al. 2015; Khosravi ae al. 2017 ; meyjani et al. 2016) . The results of this research show that with the increase in the areas of the building and the reduction of vegetation, the extent of the heat island spread over the cities. Also, this research showed that the thermal properties of the land surface temperature and its patterns can be identified through the type of land use.

The purpose of this study is to investigate the effects of land use change on land surface temperature using Landsat satellite imagery over a 33-year period. Considering the high environmental importance of this area and the reliance of the people of Marivan city on exploitation of natural resources, agriculture and livestock, The results of this research can be useful in planning the development of this region and emphasize the necessity of considering the consequences of land use change, the importance of using modern technologies and remote sensing data in environmental planning.

Methods and Materials

-Study area

Marivan city is geographically located at 35 ° 30'N North latitude and 46 ° 25'E East longitude. The average height is about 1320 meters above sea level. According to the census of 2016, the population of this city is 195,263, the third largest city in the province of Kurdistan. (Statistical Center of Iran, 76: 1395). Marivan has an average rainfall of 450 mm and a relative humidity of 70%, with an area of 2326.5 km^2.

-Input Data

To calculate the LST in 1984 and 2000, the thermal bands of Landsat 5 and 7 was used, as well as Landsat 8 thermal bands for the 2017 image. To mapping the land use in the studied area, all bands of images without thermal and panchromatic bands have used.

Methodology

In this study, land surface temperature maps were prepared using SEBAL algorithm and thermal bands. Then, in order to study the land use change, land use map of Marivan city was prepared during the study period and land use changes was investigated during the studied period Then, in order to determine the relationship of land use changes with land surface temperature, the maximum temperature of each land use was extracted in ARCIGIS10.4 software and then the level of land surface temperature changes in each land use during the studied period was investigated.

Results and Discussion

In this study, After applying the maximum likelihood classification algorithm, the classification accuracy (Table 2)was evaluated (Tilahun et al., 2015: 197; Sophia et al., 2017: 617; Megahed et al, 2015: 1756, Kiani et al., 20014: 59). In this study, land use changes in four classes of surface water, built up areas, bare lands, agricultural lands and vegetation (rangeland and forest) were investigated. Then, the changes of each user were determined and the relationship between the temperature of the surface of the earth and each user was determined by extracting the maximum temperature of each landuse in each period. investigating the area of landuse during the studied period shows that vegetation class during 33 years (1984-2017) decreased by 369.33 square km and the land use of built up areas, Bare land and water bodies was increase to 449.01, 105.44, 87.01, and the agricultural lands has been reduced by about 272,12 square kilometers during this period. Also, the study of land surface temperature maps in Marivan city during the 33-year period (1984-2017) shows that the temperature of this area has increased by 5 degrees Celsius. One of the reasons for increasing the land surface temperature in this area is to reduce the vegetation and increase the built up and bare lands, so by examining the maximum temperature in these classes it is determined that the temperature of the vegetation class during the studied period was increased about 7.05 degrees

Celsius and also This increase in temperature was also observed in two classes of built up and bare lands, and the temperatures of these classes increased by 5 and 4/51 ° C, respectively, which this shows the effect of the changes in the vegetation , built up and bare lands on the increase in land surface temperature.

Conclusion

The purpose of this study was to determine the relationship between land use change and land surface temperature. The results show that there are an increasing trend in built up and barren land areas and a decreasing trend in vegetation area. The SEBAL algorithm was also used to extract land surface temperature, which shows that the temperature has increased in all classes of land covers. According to the synoptic station data in Marivan, the maximum temperature in 1984, 2000, and 2017 were 28, 31.8, and 32.2, respectively, which, as compared with the values obtained from LST, shows the results of the trend increase temperature. Also, the results of this study indicate that with increasing population, the area of built up lands increased during the studied periods and the increase in construction had a negative effect on the vegetation around the city, which is one of the reasons for increasing the temperature in the vegetation cover. On the other hand, due to the increase in bare lands and the deterioration of agricultural land during the study period, there may be a decline in the economic benefits to farmers, the mountainous situation and the gravity, the fragmentation of agricultural land and the lack of fertile soil, especially at altitudes, which led to many This agricultural lands is converted from bare lands, which is one of the reasons for increasing temperature in agricultural and bare lands.in generally the results of this study show the relationship between land use changes in increasing land surface temperature.

Keywords: Land surface temperature, Land use, Marivan city, SEBAL, Satellite images, Landsat.

Reference

- Amiri R., Alimehdi, A., Alavipanah, S. K (2008). Study of spatio-temporal variation of heat in relation to land use / coverage in urban area of Tabriz using thermal and reflection data of TM and + ETM Landsat, Journal of environmental studies, 43, 107-120.
- Amiri, R, Weng, Q, Alimohammadi, A, Alavipanah, S K (2009). Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote sensing of environment, 113(12), 2606-2617.
- Abdolahi, J., Cheraqi, M. A., Rahimian, M. H (2009). Comparison of Environmental Impacts of Land Use Change on Vegetation Change and Surface Temperature in Urban and Non-Urban Areas by Using Outcome Measurement, Journal of environmental studies, 34(45), 85-96.
- Adel Effat, H, Abdel Kader, O (2014). Change detection of urban heat islands and somere lated parameters using multi-temporal Landsat images; a case study for Cairo city, journal of Urban Climate, 10, 171-188.
- Akhondzadeh, M, Sarajyan, M. R (2008). Application of Terra-ASTER satellite images in thermal island display in urban areas, The 2nd natural disaster conference, the scientific pole of engineering and natural disaster management, Technical College, university of Tehran, 15 p.
- Artis, D A, Carnahan, W (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Remote Sensing of Environment 12(4), 313-329.

- Arekhi, S., Niyaz, Y (2011). Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dareshahr, Ilam province), Iranian journal Rangeland and desert research, 17(1), 74-93.
- Arekhi, S., Niazi, Y., Shabani, A (2012). Evaluating Spatial Pattern of Changes Trend of Landuse/landcover with use of Transformation Techniques (Case Study: Dareshar Catchment, Ilam Province), journal of Geo graphic space, 12 (38), 165-182.
- Alavipanah,S.K(2007).Thermal remote sensing, second edition, university of Tehran press,Tehran, Iran.
- Alavipanah, S. K., Matinfar, H. R., Rafiei Emam, A (2009). The application of information technology in the earth sciences, first edition, university of Tehran press, Tehran, Iran.
- AlizadehRabiei, H (2013). remote sensing (principle and application),12th edition, Samt publication, Tehran, Iran.
- Chavez, P. S (1996).Image-based atmospheric correction- revisited and improved. Photogrammetric Engineering and remote sensing, 62(9). 1025-1036.
- Eosifi, S., Moradi, H. R., Hosseini, S. H., Merzaei, S (2012). Monitoring land use changes in Marivan city using TM and ETM+, Journal of RS & GIS in natural resource, 2(3), 97-105.
- Fayzi Zaheh, B., Haji Mir Rahimi., S. M (2009). land use change detection in the Andesheh city in Tabriz Using Objective Classification Method, Geometric Conference, 10 p.
- Hashemi, S. M., Alavipanah, S. K., Dinarvandi, M (2013). LST assessment using thermal remote sensing in urban environment, Journal of environmental studies, 39(1), 81-92.
- Iran’s Statistics Center (2016). Census of Population, https://www.amar.org.ir
- Iran Meteorological Organization, climatic data, https://www.irimo.ir
- Kiani, O, Alizadeh Shabani, A, Nazari Samani, A (2014). Assessing the IRS-P6 satellite image classification accuracy using the Google Earth database to provide land cover / land map (A case study: Taleghan watershed), Journal of Geographic Information (Sepehr), 23(90), 50-59.
- Landsat Project Science Office (2002). Landsat 7 Science Data User’s Handbook. Available online from following website: http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc. Html, Goddard Spa. Flight Center, NASA, Washington, 1-186.
- Landsat 8 (L8) Data users Handbook (2016). Approved by: K. Zanter, LSDS CCB Chair, USGS, version2.0, 22 March 2016, 1-98.
- Lillesand, T, Kiefer, R W (1987). Remote sensing and Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition, John Willy and sons, New York.
- Lu, D, Weng, Q (2006). Spectral mixture analysis of ASTER images for examining the relationship between urban thermal features and biophysical descriptors in Indianapolis, Indiana, USA. Remote Sensing of Environment, 104(2): 157-167.
- Megahed, Y, Cabral,P, Silva, J, Caetano, M (2015). Land Cover Mapping Analysis and Urban Growth Modelling Using Remote Sensing Techniques in Greater Cairo Region-Egypt, International Journal ofGeo-Information, 2015, 4, 1750-1769.
- Mather, P (2001). Classification methods for remotely sensed Data, Taylor& Francis publisher, First Edition, London,

- Nonomura, A, Kitahara, M, Masuda T (2009). Impact of land use and land cover changes on the ambient temperature in a middle scale city, Takamatsu, in Southwest Japan. Journal of environmental management, 90(11), 3297-3304.
- Owen, T W, Carlson, T N, Gillies, R (1998). an assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. International Journal of Remote Sensing, 19(9):1663-1681.
- Peernazar, M., Zandkarimi, A (2015). ENVI Software User's Guide to Satellite Image Processing, first edition, Naghos publication, Tehran, Iran.
- Ramezani, B, Dokhtmohammad, S. M (2011). Recognition of the spatial boundary of the formation of thermal island in Rasht, Geographical Urban Planning Research, 1(1), 49-64.
- Ramezani, B, Mohammadi, M (2011). The Recognition of Urban Heat Island in Rasht City, journal of physical geography, 3(10), 111-125.
- Rasouli, A. A (2009). Principles of applied remote sensing, first edition,Tabriz university press, Tehran, Iran.
- Richards. J. A., Xiuping. J (2006). Remote sensing Digital Image Analysis, An Introduction, chapter 9, 4th Edition, Springer.
- Roth, M, Oke, T R, Emery, W (1989). Satellite derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. International Journal of Remote Sensing, 10(11), 1699-1720.
- Ronald, C, Estoque, M, Yuji, M, S W (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, U.S, 15(577), 349-359.
- Sophia, S, Rwanga, Ndambuki, J, M (2017). Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing & GIS, International Journal of Geosciences,2017,8,611-622.
- Sobrino, J A, Jiménez- Munoz, J C, Paolinib, L (2004). Land surface temperature retrieval from landsat TM ,Remote Sensing of Environment, 90, 434-440.