

ارزیابی تأثیر تغییرات پوشش اراضی مرغزار در تعدیل دمای سطح زمین در مرغزار شهرکرد

عطاءالله ابراهیمی^{۱*}، الهام کیانی سلمی^۲

- ۱- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۲- کارشناسی ارشد دانشگاه شهرکرد

دریافت: ۹۷/۲/۲۵ پذیرش: ۹۸/۳/۱۲

چکیده

تفاوت بین دمای سطح زمین و دمای هوا در یک منطقه، از تغییرات در نوع پوشش و ظرفیت حرارتی نشئت می‌گیرد. مطالعات زیادی درباره‌ی رابط بین پوشش اراضی/ کاربری اراضی و رژیم حرارتی دما با بررسی تأثیر پوشش اراضی بر دمای سطح زمین انجام شده است. هدف از این مطالعه، بررسی پوشش اراضی و دمای سطح زمین در اراضی دشت مرغزار شهرکرد با استفاده از داده‌های سنجش از دور است. در این مطالعه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸، شاخص گیاهی (NDVI) و دمای سطح زمین (LST) به ترتیب به کمک باندهای چندطیفی و حرارتی برآورد گردید. سپس نقشه‌ی کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال با نرم‌افزار TerrSet تهیه و دقت طبقه‌بندی در سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ برآورد شد. با مقایسه‌ی شاخص NDVI و دمای سطح زمین طی دوره‌ی ۲۹ ساله (۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵)، مشخص شد که با توسعه‌ی شهری، مقدار دمای سطح زمین برابر ۹/۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد (از ۳۳/۲۴ به ۴۲/۴۲ درجه سانتی‌گراد) افزایش یافته است. نتایج نشان داد که همبستگی شاخص NDVI با نقشه‌ی دمای سطح زمین منفی است. همچنین، شاخص NDVI در محدوده‌ی فضای سبز مرغزار با LST رابطه‌ی معنی‌دارتری در مقایسه با اراضی شهری و اراضی لخت دارند. با مقایسه‌ی دمای سطح زمین با دمای هوا در روزهای تصویربرداری نیز اهمیت مرغزارها در



تعدیل دمای سطح زمین مشخص شد. توصیه می‌شود در حفظ و نگهداری این اکوسیستم ارزشمند که نقش مهمی در تعدیل درجه‌ی حرارت سطح زمین دارد، برنامه‌ریزی مناسبی انجام شود.

واژگان کلیدی: تغییرات دما، سنجش‌ازدور حرارتی، ماهواره‌ی لندست، پوشش اراضی.

۱- مقدمه

مرغزار (Meadow) ازجمله زمین‌هایی است که در تأمین علوفه، جلوگیری از فرسایش خاک، تعدیل آب‌وهوا و ترسیب کربن نقش مهمی دارد و تخریب این زمین‌ها به محیط‌زیست طبیعی و منابع طبیعی صدمات بسیار زیادی می‌زند. مرغزار از اکوسیستم‌های طبیعی، با سطح سفره‌ی آب زیرزمینی بالایی است که باتوجه به نوع گونه‌ها (گیاهان گندمی و علفی)، مقاوم در برابر چرا است و در تأمین علوفه‌ی دامی، به‌دلیل توان چرای جبرانی نقش بسزایی دارد (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۷: ۴۷۴). عامل انسانی ازجمله مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییرات این اکوسیستم ارزشمند به‌شمار می‌رود. انسان‌ها با تغییر در ساختار زمین، بخش زیادی از مساحت منطقه‌ی مرغزار شهرکرد را تغییر داده‌اند. در این اراضی، تغییرات زیادی، ازجمله ساخت اراضی صنعتی و مسکونی و قرار گرفتن محدوده‌ی فرودگاه شهرکرد رخ داده است. قسمتی از اراضی نیز به اراضی کشاورزی تغییر کاربری داده‌اند. فعالیت‌های بشری یکی از عواملی است که تأثیر بسزایی بر روند تغییرات کاربری دارد و این تغییرات در بیشتر مواقع، ناسازگار با محیط است. فعالیت‌های انسان درزمینه‌ی ساخت‌وساز، تغییرات بسیاری در سیمای سرزمین‌ها به‌وجود آورده است (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۵: ۷۲).

دمای سطح زمین ازجمله فاکتورهایی است که تغییرات کاربری بر آن اثر می‌گذارد و لازمه‌ی بررسی ارتباط بین دمای سطح زمین و پوشش اراضی، تعیین نوع کاربری اراضی است. تغییر کاربری اراضی و افزایش مناطق غیرقابل‌نفوذ و تبدیل اراضی کشاورزی به مناطق تجاری و صنعتی، تأثیر زیادی بر دمای سطح زمین دارد. از آنجا که تغییر کاربری درحال حاضر یکی از عوامل مهم درزمینه‌ی افزایش گرمای جهانی است، با توسعه‌ی سریع فناوری ماهواره‌ای و سنجش‌ازدور، بررسی تغییرات دمای اراضی در کمترین زمان ممکن و با دقت مناسب امکان‌پذیر است (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۷: ۱۰۲). در چند سال اخیر، به مطالعات درباره‌ی تغییرات آب‌وهوایی و دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بسیار توجه

شده و نتایج و پیشرفت‌های قابل قبولی به دست آمده است (Weng & Li & et- al, 2013: 131).
et- al, 2014: 145؛ خسروی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱).

۲- پیشینه‌ی پژوهش

با افزایش ساخت‌وساز و فعالیت‌های صنعتی و تغییر کاربری اراضی کشاورزی و جنگلی، درجه‌ی حرارت سطح زمین افزایش می‌یابد (Guo, 2012: 13). فو و دیگران (۲۰۱۶) تغییرات منطقه‌ی شهری آتلانتا را با استفاده از تغییرات کاربری اراضی/ پوشش زمین (LU/LC) و تأثیر این تغییرات را بر دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۷ طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۱ تجزیه و تحلیل کردند. آن‌ها پس از انجام تصحیحات موردنیاز تصاویر و تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی/ پوشش اراضی و بررسی تغییرات دمای سطح زمین، دریافتند که دمای سطح زمین کرده است؛ به‌طوری‌که بیشترین مقدار شاخص LST (دمای سطح زمین) را اراضی شهری داشته و همچنین تغییر جنگل‌های همیشه‌سبز به اراضی شهری بیشترین تفاوت را در روند تغییرات دمای سطح زمین ایجاد کرده است (Fu & et-al, 2016: 175). آینا و دیگران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ی خود در شهر صنعتی یانبو عربستان، توسعه‌ی اراضی شهری و صنعتی را بررسی و تأثیر آن بر درجه‌ی حرارت سطح زمین را ارزیابی کردند. آن‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست و طی دوره‌ی ۲۵ ساله (۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵)، دمای سطح زمین و میزان همبستگی آن با شاخص پوشش گیاهی NDVI را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده‌ی تغییرات رژیم حرارتی در انواع مختلف پوشش اراضی و رابطه‌ی معکوس بین شاخص پوشش گیاهی NDVI با دمای سطح زمین بود. تغییرات دما در مناطق صنعتی نیز از ۵ تا ۷ درجه‌ی سانتی‌گراد تشخیص داده شد.

اراضی با پوشش سبز در کاهش درجه‌ی حرارت بسیار مؤثر هستند. زانگ و دیگران (۲۰۱۷) تغییرات درجه‌ی حرارت سطح زمین (LST) و پارامترهای مرتبط با این تغییرات را با استفاده از تصاویر لندست در حوزه‌ی آبخیز سین کیانگ کشور چین بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از تصاویر سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۱، تغییرات دما را بین این سال‌ها بررسی نمودند. نتایج نشان داد که چمنزارها و اراضی با پوشش گیاهی بر دما تأثیر زیادی دارند؛ به‌طوری‌که دمای سطح زمین با افزایش اراضی شور بیابانی افزایش و با افزایش پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. همچنین، آن‌ها شاخص NDVI را یک شاخص مؤثر برای ارزیابی دمای سطح زمین دانستند و عوامل طبیعی و انسانی را عواملی مهم و تأثیرگذار بر دمای سطح زمین دانستند. زارعی و دیگران (۲۰۱۶)، با استفاده از داده‌های سنجنده‌ی TM، دمای سطح زمین را در شهر



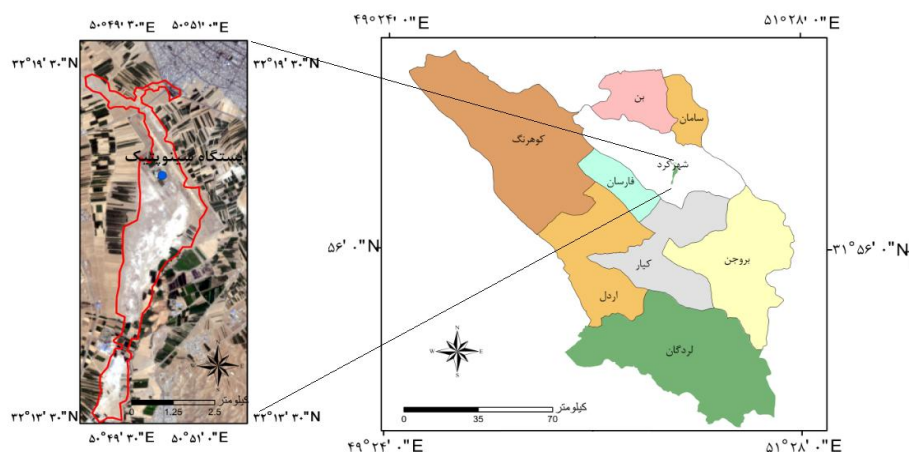
یزد بررسی کردند. آن‌ها با تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی شهر یزد و شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI)، روابط بین کاربری‌های مختلف و شاخص پوشش گیاهی را با درجه‌ی حرارت سطح زمین، طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان داد که حرارت طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹، $1/45$ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش یافته است. آن‌ها دریافتند که داده‌های سنجش‌ازدور حرارتی برای برآورد دمای سطح زمین مناسب هستند و افزایش سطح جاده‌های آسفالت، اراضی مسکونی، تجاری و صنعتی و کاهش پارک‌ها، فضای سبز و پوشش سبز در شهر یزد را از علت‌های افزایش دمای سطح زمین در طی ۱۲ سال بیان کردند (Zareie et al, 2016: 7). به‌طور کلی، در مطالعات انجام‌شده، افزایش دمای سطح زمین در تمامی مناطق مورد مطالعه نشان داده شده و گرم شدن زمین به‌عنوان یک پدیده‌ی جهانی و مهم ارزیابی شده است.

مطالعه‌ی تغییرات اراضی در طی دوره‌های مختلف به بررسی مسائل زیست‌محیطی کمک زیادی می‌کند و با بررسی تغییرات پوشش اراضی، پی بردن به تغییرات زیست‌محیطی ممکن می‌شود. ازجمله‌ی این تغییرات، تغییرات آب‌وهوایی و دمای سطح زمین است. به‌طور کلی، با تغییر در نوع پوشش اراضی، به‌ویژه تغییر آن‌ها به اراضی نفوذناپذیری چون اراضی شهری و صنعتی و اراضی لخت، جذب نور به زمین بیشتر می‌شود و گرما در طول روز ذخیره و هنگام شب آزاد می‌شود که این باعث افزایش انرژی حرارتی و دمای سطحی این اراضی می‌شود. این مسئله در اراضی شهری و اراضی بیشتر اتفاق می‌افتد که در محدوده‌ی شهر هستند. افزایش دمای سطح زمین یکی از عوامل مهم در گرم شدن زمین و بالا رفتن درجه‌ی حرارت به‌شمار می‌رود و ممکن است مشکلات زیادی ازجمله آلودگی هوا، تنش حرارتی و مشکلات زیست‌محیطی و بهداشت عمومی را فراهم کند (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۵).

باتوجه به اهمیت مرغزارها در بخش منابع طبیعی و محیط‌زیست، مطالعات بسیار کمی درمورد اهمیت و جلوگیری از نابودی آن‌ها در جهان و کشور ایران انجام شده است. دشت مرغزار شهرکرد نیز ازجمله دشت‌هایی است که به‌شدت در حال تخریب و تغییر کاربری اراضی است و متأسفانه مردم و مسئولان به آن بی‌توجه هستند. در این مطالعه، کوشیدیم با در نظر گرفتن ارزش این اکوسیستم ارزشمند، نقش آن را در تعدیل آب‌وهوا و کاهش دمای سطح زمین بررسی و ارزیابی کنیم.

۳- مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه: منطقه‌ی مورد مطالعه مرغزار شهرکرد در جنوب و جنوب غربی شهرکرد، مرکز استان چهارمحال و بختیاری است که بین ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۰۹ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه و ۵۹ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه و ۲۳ ثانیه عرض جغرافیایی واقع شده است. مساحت این اراضی در حدود ۱۱۵۰/۲۹ هکتار است و کمترین ارتفاع منطقه ۲۰۳۱ متر و بیشترین ارتفاع آن ۲۰۵۰ متر است. شکل شماره ۱ موقعیت تقریبی این اراضی را در استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت مرغزار شهرکرد (منطقه‌ی مورد مطالعه) در استان چهارمحال و بختیاری
Figure 1: The location of Shahrekord meadow land (study area) in Chaharmahal va Bakhtiari province

داده‌های به‌کاررفته: داده‌های به‌کاررفته در این تحقیق، تصاویر ماهواره‌ی لندست هستند. در حال حاضر، تصاویر لندست باتوجه به وضوح و قدرت تفکیک مکانی بالا، بسیار کاربرد دارند. تصاویر از ماهواره‌های لندست ۵ TM، ۷ ETM+ و لندست ۸ OIL/TIRSS (خط برداشت ۱۶۴ و ردیف ۰۳۸) به‌دست آمده‌اند. در جدول ۱، مشخصات تصاویر و تاریخ تصویربرداری هر تصویر مشخص شده است.

جدول ۱: تصاویر مورد استفاده از ماهواره لندست در سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ به منظور بررسی تغییرات پوشش اراضی

Table 1: Landsat imagery used in the years 1996 to 2016 to study land cover changes

رديف	تاريخ تصويربرداري (ميلادي)	تاريخ تصويربرداري (هجري شمسي)	ماهواره	سنجنده	تعداد باندها	قدرت تفكيك مكاني (متر)	منبع
۱	۱۹۸۷/۰۹/۰۹	۶۶/۰۶/۱۸	لندست ۵	TM	۷	۳۰	USGS,2013
۲	۱۹۹۴/۰۹/۰۴	۷۳/۰۶/۱۳	لندست ۵	TM	۷	۳۰	USGS,2013
۳	۲۰۰۱/۰۹/۰۷	۸۰/۰۶/۱۶	لندست ۷	+ETM	۸	۳۰	USGS,2013
۴	۲۰۰۸/۱۰/۰۴	۸۷/۰۷/۱۳	لندست ۵	TM	۷	۳۰	USGS,2013
۵	۲۰۱۶/۰۹/۰۸	۹۵/۰۶/۱۸	لندست ۸	OIL/TIRSS	۱۱	۳۰	USGS,2013

اطلاعات دمای هوا: برای بررسی اطلاعات دمای هوا از ایستگاه هواشناسی فرودگاه شهرکرد در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ و روزهای تصویربرداری تصاویر مورد بررسی (جدول ۱) به صورت آمار روزانه استفاده کردیم. در جدول ۲، موقعیت و شکل ۱ ایستگاه هواشناسی شهرکرد را شرح داده‌ایم.

جدول ۲: موقعیت ایستگاه هواشناسی فرودگاه شهرکرد
Table 2: Location of Shahrekord airport weather station

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
فرودگاه شهرکرد	۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی	۳۲ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی	۲۰۴۸

تصحیحات تصاویر: فنون ترمیم و تصحیح تصاویر عبارت‌اند از فرآیندهای پردازشی از قبیل حذف اختلالات تصویری و یا خطاهای موجود در تصاویر که ممکن است در اثر خطای سنجنده و اشکالات طبیعی حاصل از آلودگی اتمسفر ایجاد شوند. از جمله این تصحیحات، تصحیحات اتمسفری و تصحیحات هندسی هستند. به دلیل به وضوح بالای تصاویر، به هیچ گونه

تصحیحات هندسی در تصاویر نیاز نبود. در این تحقیق، تصحیحات اتمسفری روی همه‌ی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار TerrSet و به‌صورت خودکار و بر مبنای اطلاعات فراداده‌های تصاویر و روش حذف تیرگی اشباع (Dark-object subtraction) انجام شد.

۴- روش مورد مطالعه

نقشه‌ی کاربری اراضی: برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی، از نرم‌افزار TerrSet و روش طبقه‌بندی نظارت‌شده‌ی حداکثر احتمال^۱ استفاده کردیم که یکی از دقیق‌ترین و پرکاربردترین پرکاربردترین روش‌های طبقه‌بندی تصاویر است. برای بررسی درستی نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از نقشه‌ی واقعیت زمینی، نقاط زمینی و تصاویر گوگل ارث، از ضرایب صحت کلی^۲ و ضریب کاپا^۳ استفاده کردیم.

شاخص پوشش گیاهی: NDVI^۴ یک شاخص ساده و پرکاربرد است. این شاخص بر مبنای دو باند قرمز و مادون قرمز حساب می‌شود که براساس معادله‌ی ۱ محاسبه می‌شود (زارع خورمیزی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲۷؛ Elhag, 2014: 16).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad ۱:$$

در معادله‌ی ۱، NDVI شاخص پوشش گیاهی نرمال (استانداردشده)، NIR باند مادون قرمز (باند ۴ در لندست ۵ و ۷ و باند ۵ در لندست ۸) و RED باند قرمز (باند ۳ در لندست ۵ و ۷ و باند ۴ در لندست ۸) است (Karnieli, 2010: 23).

دمای سطح زمین: برای بررسی دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، از فرمول‌های ۲ تا ۶ استفاده کردیم.

$$T_B = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{k_2}{CVR} + 1\right)} \quad ۲.$$

-
1. Maximum Likelihood
 2. Overall accuracy
 3. Kappa coefficient
 4. Normalized difference vegetation index

T_B دمای روشنایی (کلوین)، k_1 ثابت کالیبراسیون سنجنده‌ی ۱ ($W m^{-2} sr^{-1}$) برای تصویر لندست ۵، ۶۰۷/۷۶، لندست ۷، ۶۶۶/۰۹ و لندست ۸، ۷۷۴/۸۹ است. k_2 ثابت کالیبراسیون سنجنده‌ی ۲ ($W m^{-2} sr^{-1}$) برای تصویر لندست ۵، ۱۲۶۰/۵۶، لندست ۷، ۱۲۸۲/۷۱ و لندست ۸، ۱۳۲۱/۰۸ است (۱۳). CVR ارزش پیکسل‌های تصویر به رادیانس است که با استفاده از روش خودکار در نرم‌افزار TerrSet و باندهای حرارتی ۶ برای لندست ۵ و باند ۱-۶ برای لندست ۷ و باند ۱۰ برای لندست ۸ برآورد شد.

برای تخمین دمای سطح زمین از فرمول ۳ استفاده می‌شود (Zhang؛ Li et al, 2013: 131؛ et al, 2008: 37).

$$LST = \frac{(T_B)}{1 + (\lambda \left(\frac{T_B}{\rho} \right) \ln LSE)} - 273.15 \quad 3$$

در این فرمول، LST دمای سطح زمین برحسب درجه‌ی سانتی‌گراد است. T_B دمای روشنایی (کلوین)، λ طول موج ($11/5 \mu m$)، $\rho = \frac{h \times c}{\delta}$ ، $(1/438 \times 10^{-2} \text{ mk})$ و در آن، h ثابت پلانک ($6/626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$)، c ثابت روشنایی ($2/998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)، δ ثابت بولتزمن (10^{-23} J/k) است.

LSE گسیلندگی (میزان انتشار) است و از روابط ۴ و ۵ برآورد می‌شود.

$$LSE = \varepsilon_v \times P_v + \varepsilon_s(1 - P_v) + d\varepsilon \quad 4.$$

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2 \quad 5.$$

$NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ از هیستوگرام تصاویر به دست می‌آیند و ε_v و ε_s میزان انتشار برای پوشش گیاهی و خاک لخت هستند. باتوجه به مطالعات انجام‌شده، مقدار LSE از رابطه‌ی زیر برآورد می‌شود (Sobrina, 2014؛ Li & et-al, 2013: 131؛ Leo & et-al, 2015: 18).

$$LSE = 0.004 \times P_v + 0.986 \quad 6:$$

پس از تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی، نقشه‌ی دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی، روابط بین دمای سطح زمین، شاخص پوشش گیاهی و کاربری‌های مختلف را با محاسبه‌ی روابط رگرسیون خطی بررسی و تجزیه و تحلیل کردیم و سپس روابط رگرسیون خطی بین دمای سطح زمین و دمای هوا را بررسی و نتایج را ارزیابی نمودیم.

۵- نتایج

تجزیه و تحلیل و دقت طبقه‌بندی: برای بررسی عملکرد طبقه‌بندی اراضی، ارزیابی دقت ۱ نقشه‌های پوشش اراضی را انجام دادیم. نقشه‌ی کاربری اراضی تهیه‌شده را با روش حداکثر احتمال با استفاده از ضریب کاپا و دقت کلی ارزیابی کردیم. مطابق نتایج، تمامی نقشه‌ها از دقت زیادی در طبقه‌بندی برخوردار هستند و در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرند.

جدول ۳: مقایسه‌ی دقت طبقه‌بندی نقشه‌ی کاربری‌های اراضی مرغزار شهرکرد طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵

Table 3: Comparison of classification accuracy of land use classes map of Meadwland of Shahrekord during the years 1996 to 2016

نقشه‌ی کاربری	سال ۱۳۶۶	سال ۱۳۷۳	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۸۷	سال ۱۳۹۵
درستی طبقه‌بندی کل %	۱۰۰	۹۲/۹۷	۹۱/۶۸	۹۲/۲۶	۹۴/۴۶
ضریب کاپا %	۱۰۰	۸۹/۳۳	۸۷/۷۹	۹۰/۳۲	۹۲/۱۶

نقشه‌ی کاربری اراضی: شکل‌های ۲ تا ۶ و جدول ۴ نقشه‌ی کاربری اراضی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ را نشان می‌دهند. در سال ۱۳۶۶، تمامی منطقه‌ی مورد مطالعه را اراضی مرغ پوشش داده است؛ ولی در سال‌های بعد، قسمتی از محدوده‌ی فرودگاه شهرکرد، اراضی دست‌ساخت و اراضی تحت کشت نیز در این محدوده دیده می‌شوند. چنانکه در نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۹۵ دیده می‌شود، حدود ۴۸/۰۱ درصد (حدود نیمی) از اراضی مرغزار شهرکرد تغییر کاربری یافته‌اند و به اراضی دست‌ساخت (۳/۳۳ درصد)، اراضی کشاورزی (۲۵/۰۲ درصد) و محدوده‌ی فرودگاه (۱۹/۶۵ درصد) تبدیل شده‌اند.



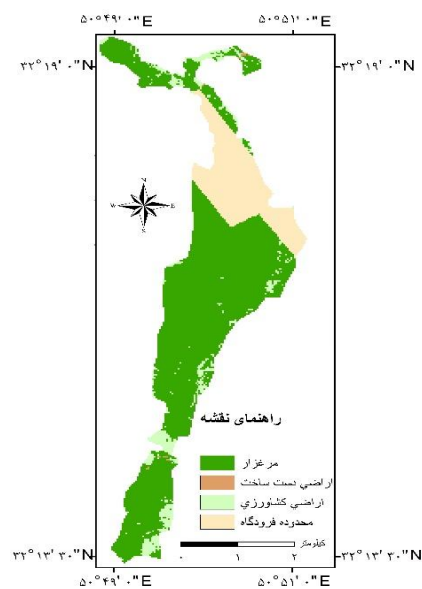
جدول ۴: میزان مساحت طبقات کاربری اراضی طی سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵

Table 4: The area of land use classes during the years 1987 to 2016

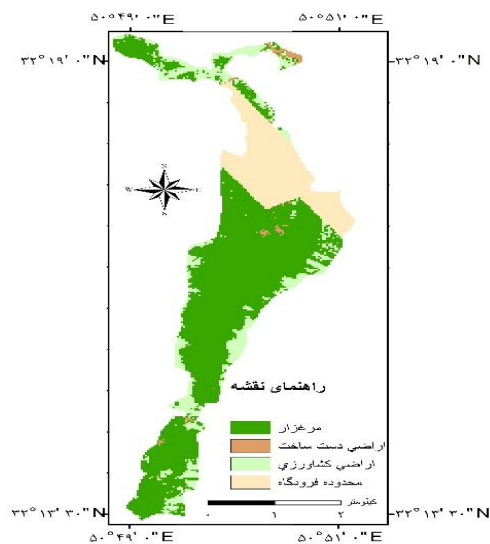
سال ۱۳۹۵		سال ۱۳۸۹		سال ۱۳۸۰		سال ۱۳۷۳		سال ۱۳۶۶		نوع کاربری
درصد مساحت	مساحت (ha)	درصد مساحت	مساحت (ha)	درصد مساحت	مساحت (ha)	درصد مساحت	مساحت (ha)	درصد مساحت	مساحت (ha)	
۵۱/۹۹	۵۹۸/۰۵	۶۰/۵۷	۶۹۶/۶۹	۶۳/۵۹	۷۳۱/۵۲	۷۲/۰۹	۸۲۹/۲۶	۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	مرغ
۳/۳۳	۳۸/۳۴	۱/۹۲	۲۲/۰۵	۱/۲۵	۱۴/۴	۰/۲۰	۲/۲۵	-	-	دست ساخت
۲۵/۰۲	۲۸۷/۸۲	۱۷/۸۶	۲۰۵/۴۷	۱۵/۵۰	۱۷۸/۲۹	۸/۰۶	۹۲/۷	-	-	کشاورزی
۱۹/۶۵	۲۲۶/۰۸	۱۹/۶۵	۲۲۶/۰۸	۱۹/۶۵	۲۲۶/۰۸	۱۹/۶۵	۲۲۶/۰۸	-	-	محدوده ی فرودگاه
۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	۱۰۰	۱۱۵۰/۲۹	جمع کل



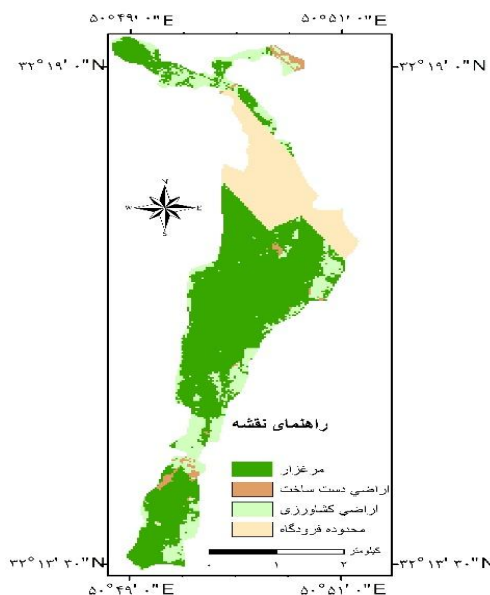
شکل ۲: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۶۶ (۱۹۸۷)
Figure 2: Land use map of 1987



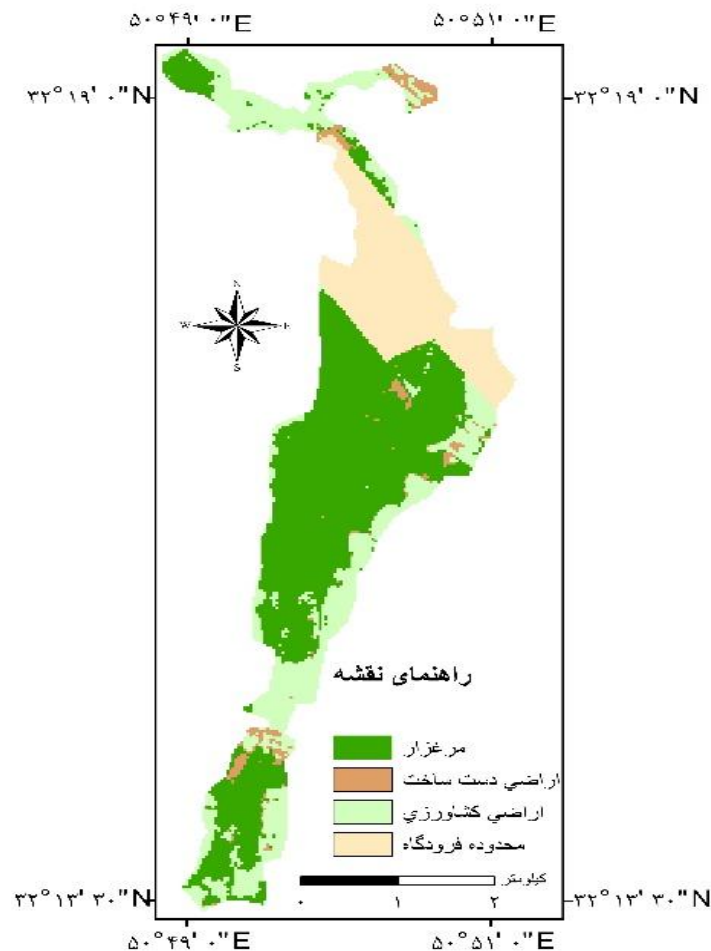
شکل ۳: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۷۳
Figure 3: Land use map of 1994



شکل ۴: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۸۰
Figure 4: Land use map of 2001

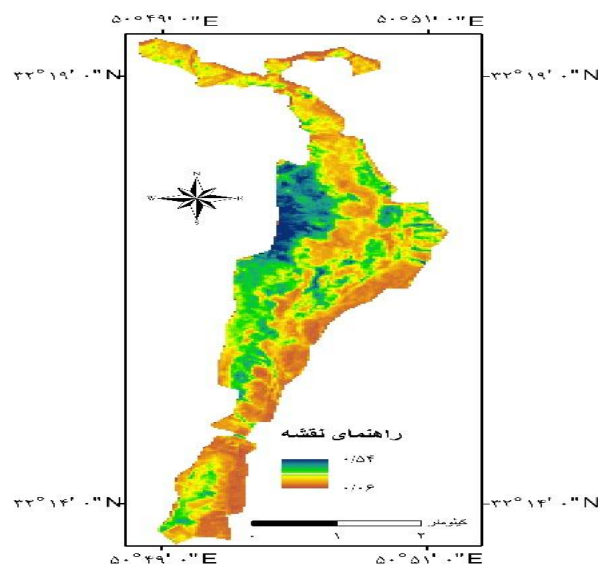


شکل ۵: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۸۷
Figure 5: Land use map of 2008



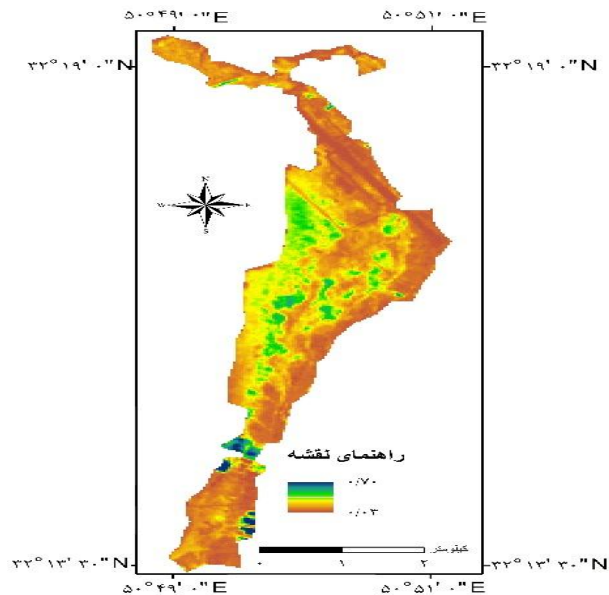
شکل ۶: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۹۵
Figure 6: Land use map of 2016

شاخص پوشش گیاهی: شکل‌های ۷ تا ۱۱ مقدار شاخص پوشش گیاهی NDVI را در محدوده‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهند. همان‌طور که در نقشه‌ی سال ۱۳۶۶ مشخص است، مقدار شاخص NDVI در اراضی با پوشش مرغ بین ۰/۰۶ تا ۰/۵۴ است؛ ولی طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵، باتوجه به اینکه در منطقه علاوه بر اراضی مرغ، اراضی کشاورزی دیده شده و پوشش سبز افزایش یافته، مقدار شاخص NDVI بیشتر شده است؛ به‌طوری که در سال ۱۳۹۵، بیشترین مقدار شاخص NDVI، ۰/۸۳ و به اراضی کشاورزی مربوط است.



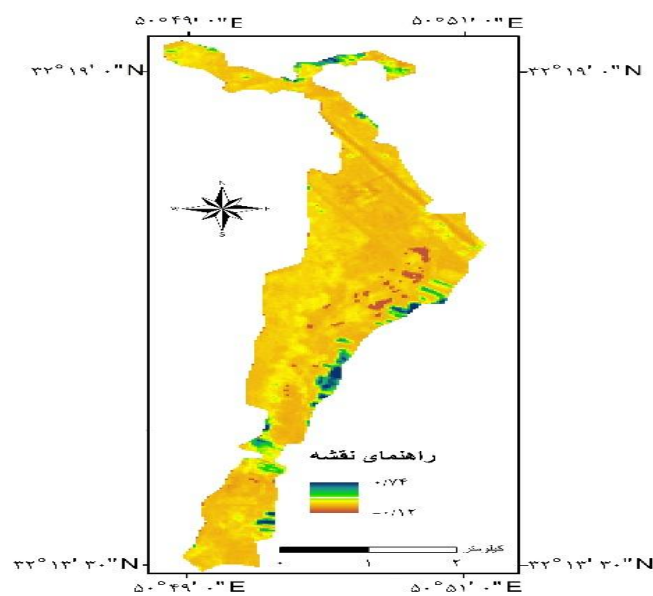
شکل ۷: شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۶۶

Figure 7: Vegetation index map of 1987

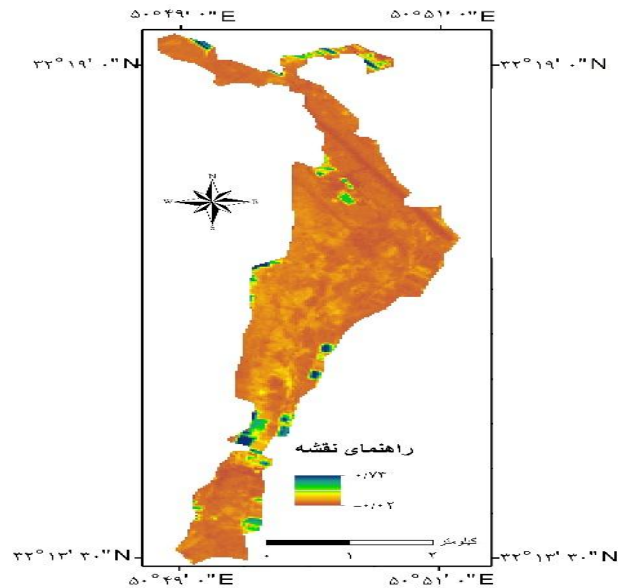


شکل ۸: شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۷۳

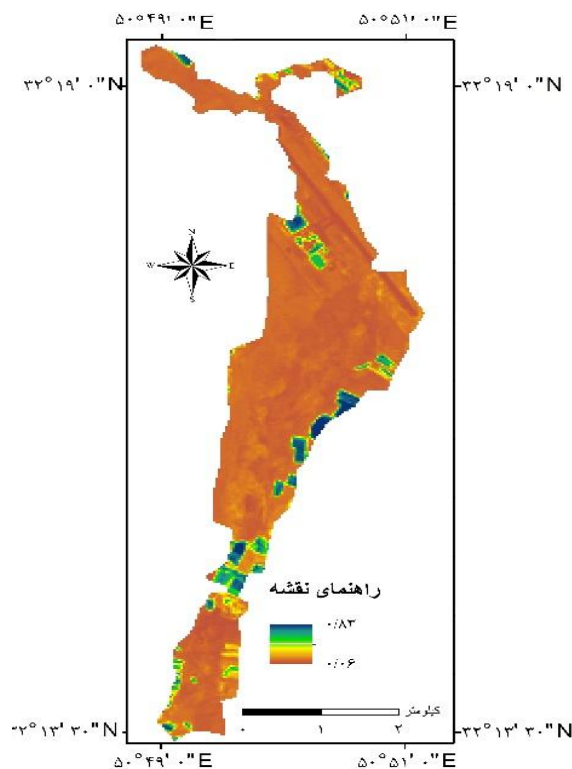
Figure 8: Vegetation index map of 1994



شکل ۹: شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۸۰
Figure 9: Vegetation index map of 2001



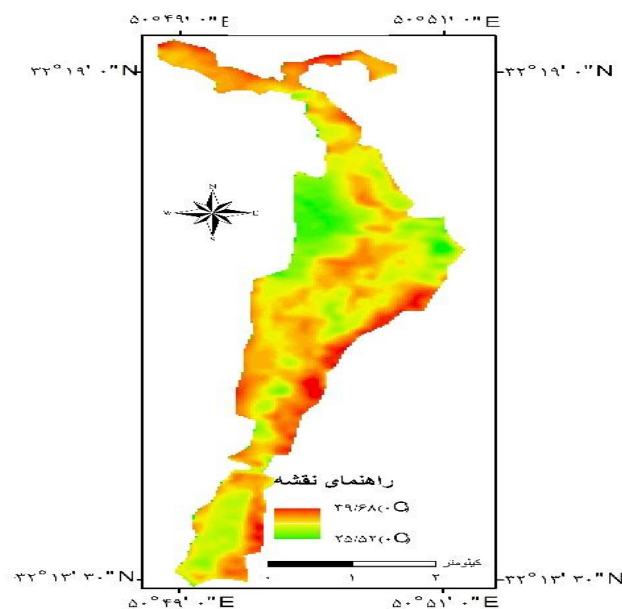
شکل ۱۰: شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۸۷
Figure 10: Vegetation index map of 2008



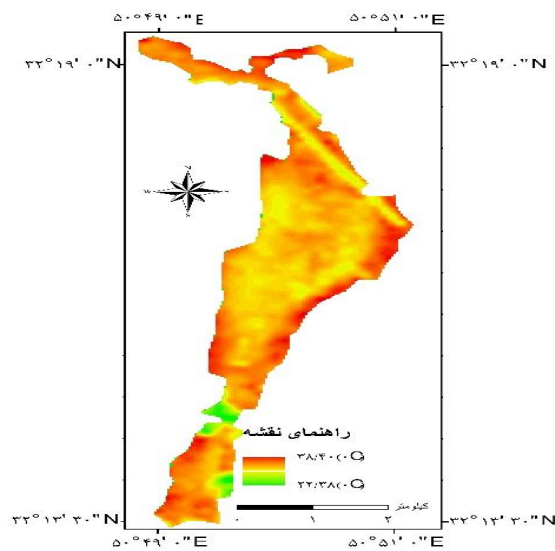
شکل ۱۱: شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۹۵

Figure 11: Vegetation index map of 2016

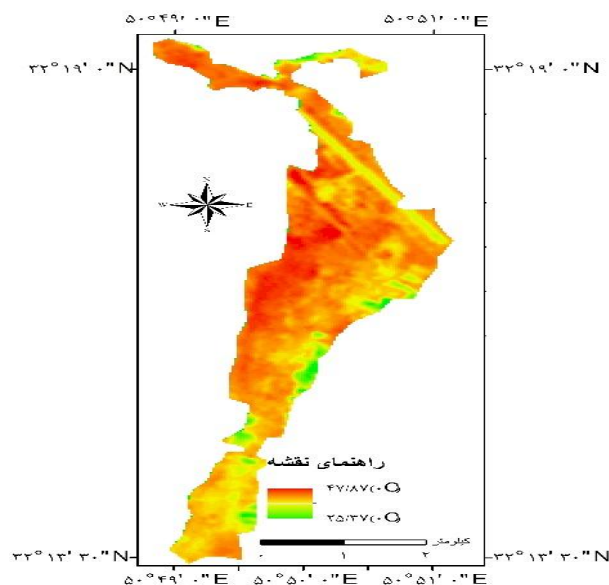
ارزیابی دمای سطح زمین: شکل‌های ۱۲ تا ۱۶ دمای سطح زمین را طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهند. در سال ۱۳۶۶، بیشترین دمای سطح زمین ۳۹/۶۸ درجه‌ی سانتی‌گراد است؛ ولی در سال ۱۳۹۵، ۴۵/۵۱ درجه‌ی سانتی‌گراد است و افزایش ۵/۸۳ درجه‌ای دمای سطح زمین طی دوره‌ی ۲۹ ساله به‌وقوع پیوسته است.



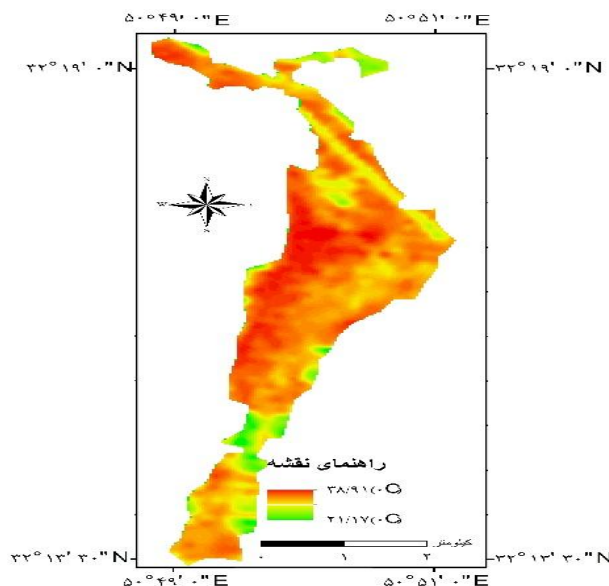
شکل ۱۲: دمای سطح زمین در سال ۱۳۶۶
Figure 15: Land surface temperature map in 1987



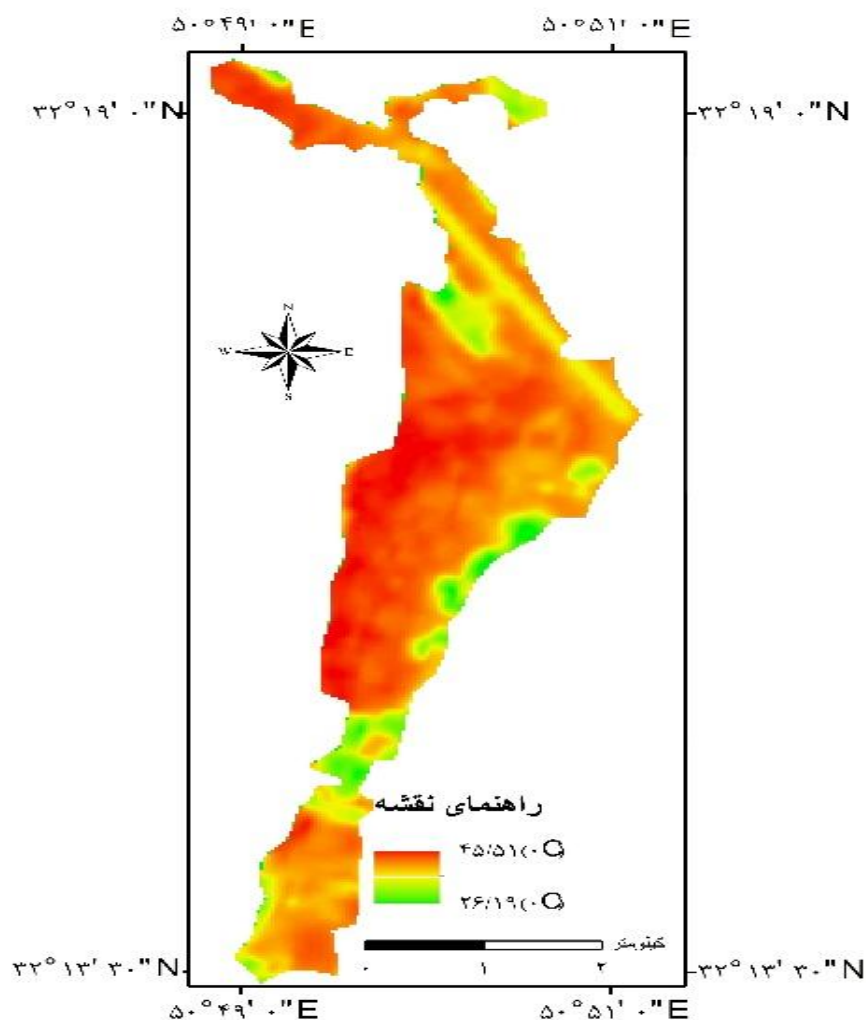
شکل ۱۳: دمای سطح زمین در سال ۱۳۷۳ (۱۹۹۴)
Figure 13: Land surface temperature map in 1994



شکل ۱۴: دمای سطح زمین در سال ۱۳۶۶ (۱۹۸۷)
Figure 14: Land surface temperature map in 1987



شکل ۱۵: نقشه دمای سطح زمین در سال ۱۳۷۳ (۱۹۹۴)
Figure 15: Land surface temperature map in 1994



شکل ۱۶: نقشه شاخص پوشش گیاهی سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶)

Figure 16: Vegetation index map of 2016

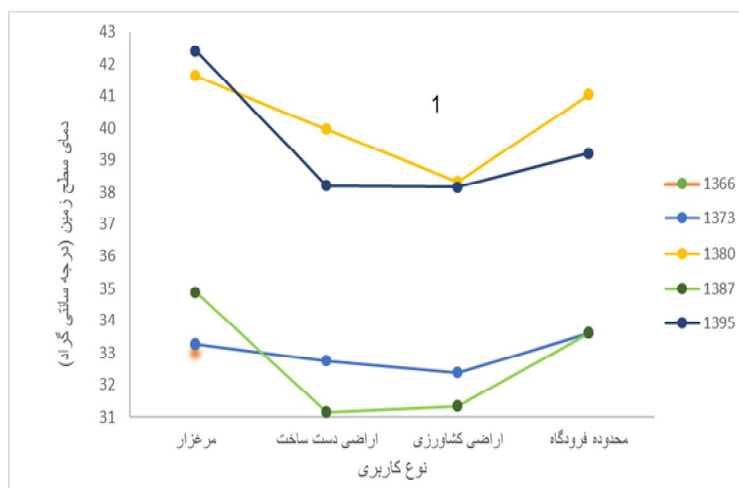
بررسی تغییرات دمای سطح زمین در کاربری‌های اراضی: در جدول ۵ و شکل ۱۷، میزان تغییرات دما در کاربری‌های مختلف طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ مشخص شده است. مطابق نتایج، به‌جز تصویر سال ۱۳۸۷ که یک ماه با تصاویر دیگر اختلاف زمانی دارد، در تمامی

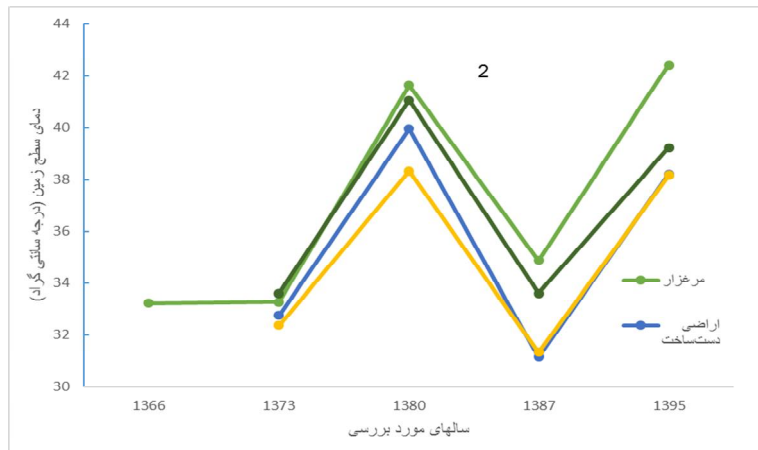
کاربری‌ها، افزایش دما رخ داده که افزایش دما طی دوره‌ی ۲۹ ساله در کاربری‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۵: میانگین دمای سطح زمین در کاربری‌های مختلف اراضی

Table 5: Average land surface temperature in different land uses

دما (درجه‌ی سانتی‌گراد)					پوشش اراضی
۱۳۹۵	۱۳۸۷	۱۳۸۰	۱۳۷۳	۱۳۶۶	
۴۲/۴۲	۳۴/۸۹	۴۱/۶۳	۳۳/۲۸	۳۳/۲۴	مرغزار
۳۸/۲۱	۳۱/۱۵	۳۹/۹۶	۳۲/۷۶	-	اراضی دست‌ساخت
۳۸/۱۷	۳۱/۳۳	۳۸/۳۳	۳۲/۳۷	-	اراضی کشاورزی
۳۹/۲۲	۳۳/۶۱	۴۱/۰۵	۳۳/۶۱	-	محدوده‌ی فرودگاه





شکل ۱۷: تغییرات دما در کاربری‌های مختلف طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵؛ تغییرات دما طی سال‌های مورد بررسی در کاربری‌های مختلف

Figure 17: Temperature variations in different land uses during the years 1987 to 2016

در جدول ۶، تغییرات دمای سطح زمین در اراضی مرغزار طی دوره‌ی ۲۹ ساله مشخص است. با مقایسه‌ی دمای سطح زمین در اراضی که فقط پوشش مرغ داشته‌اند، میزان تغییرات و نوسانات دمای سطح زمین مشخص است؛ به‌طوری که در سال ۱۳۶۶، دمای سطح زمین در اراضی مرغزار ۳۳/۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است و در سال ۱۳۹۵ به ۴۲/۴۲ درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده است.

جدول ۶: مقایسه‌ی دمای سطح زمین اراضی با پوشش مرغزار در سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵

Table 6: Comparison of land surface temperature of meadow land from 1987 to 2016

سال مورد بررسی	کمترین دما (°C)	بیشترین دما (°C)	میانگین $\pm$ انحراف معیار
اراضی مرغ در سال ۱۳۶۶	۲۵/۵۲	۳۹/۶۸	۳۳/۲۴ $\pm$ ۲/۴۸
اراضی مرغ در سال ۱۳۷۴	۲۴/۱۲	۳۸/۰۱	۳۳/۲۷ $\pm$ ۱/۷۳
اراضی مرغ در سال ۱۳۸۱	۳۱/۲۴	۴۷/۸۷	۴۱/۶۳ $\pm$ ۲/۴۹
اراضی مرغ در سال ۱۳۸۹	۲۵/۹۴	۳۸/۹۱	۳۴/۸۹ $\pm$ ۱/۹۲
اراضی مرغ در سال ۱۳۹۵	۳۰/۸۷	۴۵/۵۱	۴۲/۴۲ $\pm$ ۲/۰۱

مقایسه‌ی تغییرات دمای سطح زمین با توجه به تغییرات شاخص پوشش گیاهی: با توجه به اینکه در محدوده‌ی فرودگاه شهرکرد کاربری اراضی کشاورزی و مرغ نیز وجود دارد، پس از

تفکیک طبقات کاربری، طی سال‌های مورد بررسی (جدول ۷) میزان همبستگی شاخص پوشش گیاهی NDVI با دمای سطح زمین مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در جدول می‌بینیم، در سال ۱۳۶۶ که تمامی مساحت منطقه را اراضی مرغ پوشش داده‌اند، میزان همبستگی شاخص NDVI با دمای سطح زمین منفی است؛ ولی طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵، همبستگی شاخص NDVI با دمای سطح زمین در اراضی مرغ مثبت و در سایر کاربری‌ها منفی است.

جدول ۷: میزان همبستگی مقادیر شاخص گیاهی به‌کاررفته در هر کلاس کاربری اراضی با نقشه‌ی تهیه‌شده‌ی دمای سطح زمین

Table 7: The correlation of the vegetation index values in each land use class with the projected land surface temperature map

نام شاخص	نوع کاربری	میزان همبستگی (r) با LST					درصد ضریب تبیین (R2)				
		۱۳۶۶	۱۳۷۳	۱۳۸۰	۱۳۸۷	۱۳۹۵	۱۳۶۶	۱۳۷۳	۱۳۸۰	۱۳۸۷	۱۳۹۵
NDVI	اراضی مرغ	-۰/۷۳	-۰/۵۹	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۸	۵۳/۴۶	۳۵/۴۳	۵/۰۲	۳/۴۰	۷/۹۱
	اراضی دست‌ساخت	-	-۰/۴۰	-۰/۴۵	-۰/۶۱	-۰/۵۵	-	۱۶/۰۶	۲۰/۷۹	۳۷/۳۸	۳۰/۱۵
	اراضی کشاورزی	-	-۰/۸۷	-۰/۹	-۰/۷۵	-۰/۸۴	-	۷۵/۹۰	۸۱/۶۹	۵۷/۴۹	۷۲/۱۷
	کل منطقه	-۰/۷۳	-۰/۶۲	-۰/۵۱	-۰/۵۳	-۰/۷۰	۵۳/۴۶	۳۸/۲۵	۲۶/۲۴	۲۸/۲۸	۴۹/۲۳

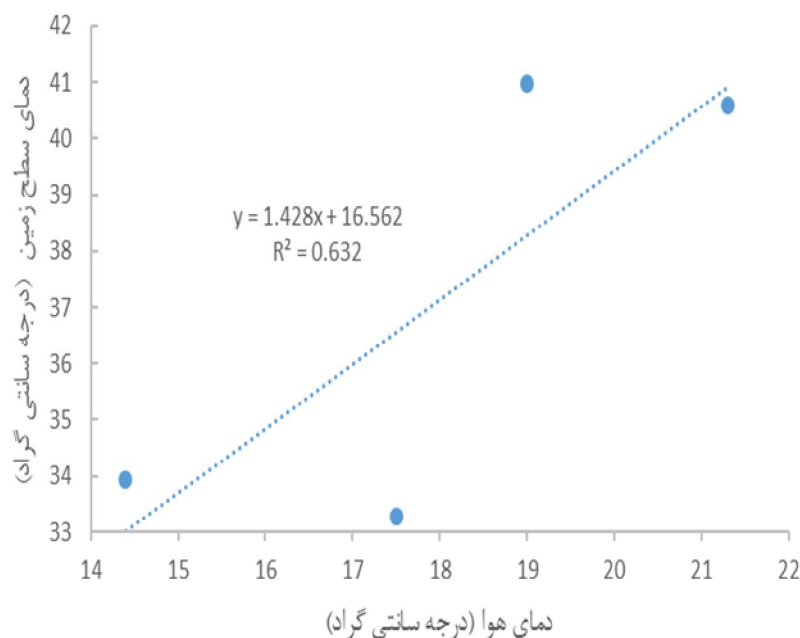
بررسی تغییرات دمای سطح زمین با توجه به تغییرات دمای هوا: جدول ۸ میانگین تغییرات دمای هوا و تغییرات دمای سطح زمین را طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد.

جدول ۸: میزان متوسط تغییرات دمای سطح زمین و دمای هوا در منطقه‌ی مورد مطالعه

Table 8: The average changes in land surface temperature and air temperature in the study area

دمای هوا به درجه‌ی سانتی‌گراد (از ایستگاه هواشناسی)	دمای سطح زمین به درجه‌ی سانتی‌گراد (از تصاویر ماهواره‌ای)	تاریخ تصویربرداری (میلادی)	تاریخ تصویربرداری (هجری شمسی)
۲۱/۳	۳۲/۲۴	۱۹۸۷/۰۹/۰۹	۶۶/۰۶/۱۸
۱۷/۵	۳۳/۲۷	۱۹۹۴/۰۹/۰۴	۷۳/۰۶/۱۳
۱۹	۴۰/۹۸	۲۰۰۱/۰۹/۰۷	۸۰/۰۶/۱۶
۱۴/۴	۳۳/۹۳	۲۰۰۸/۱۰/۰۴	۸۷/۰۷/۱۳
۲۱/۳	۴۰/۵۸	۲۰۱۶/۰۹/۰۸	۹۵/۰۶/۱۸

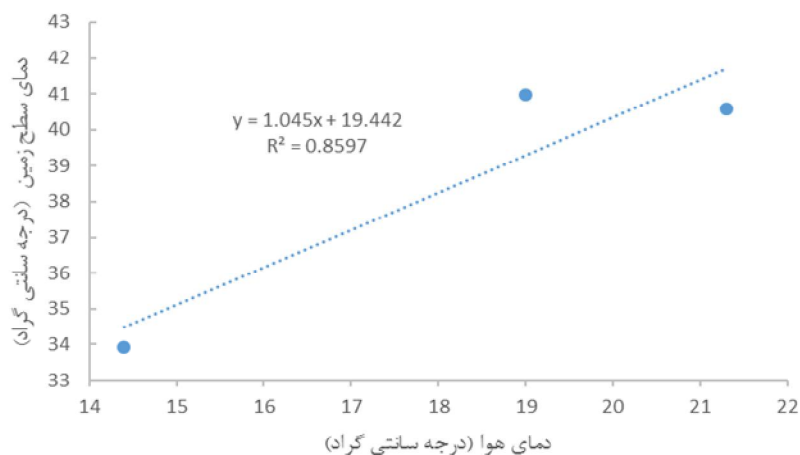
شکل ۱۸ میانگین تغییرات دمای هوا در روزهای تصویربرداری (تصاویر برگرفته‌شده از ایستگاه هواشناسی فرودگاه شهرکرد) و میانگین تغییرات دمای سطح زمین دشت مرغزار شهرکرد را نشان می‌دهد. طبق نتایج، میزان همبستگی بین دمای هوا و دمای سطح زمین در سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵ و بدون در نظر گرفتن تصویر سال ۱۳۶۶ و زمانی که تمامی منطقه را مرغزار پوشش داده، برابر با ۰/۶۳ است.



شکل ۱۸: میزان همبستگی دمای سطح زمین و دمای هوا طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵

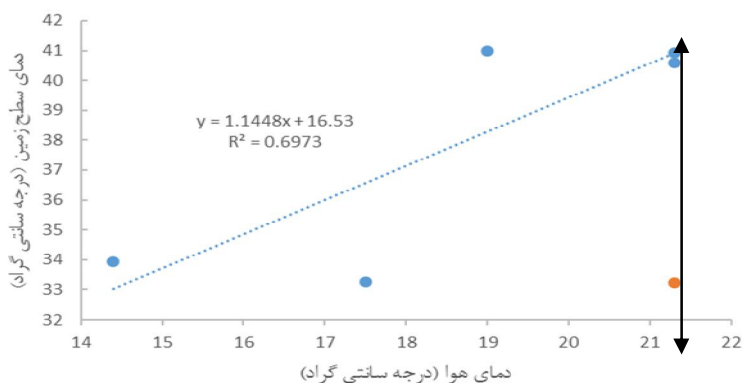
Figure 18: The correlation of land surface temperature and air temperature from 1994 to 2016

همچنین، اگر تصویر سال ۱۳۷۳ را از تصاویر حذف کنیم، میزان همبستگی به ۰/۸۵ می‌رسد. به‌طور کلی، هرچه میزان اراضی مرغ کمتر شود، همبستگی بین دمای سطح زمین و دمای هوا بیشتر می‌شود که نشان‌دهنده‌ی اهمیت مرغزار در تعدیل آب‌وهوا است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹: میزان همبستگی دمای سطح زمین و دمای هوا طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵
Figure 19: The correlation between land surface temperature and air temperature during 2002 to 2016

اگر میزان همبستگی تصاویر به کاررفته در ۵ دوره را ۰/۶۳ در نظر بگیریم، باید مقدار دمای سطح زمین در سال ۱۳۶۶، ۴۰/۹۳ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد تا مقدار همبستگی بین تصاویر ۵ دوره ۰/۶۹ باشد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰: میزان همبستگی دمای سطح زمین با دمای هوا با تغییر در مقدار دمای سطح زمین در سال ۱۳۶۶

Figure 20: The correlation of land surface temperature with air temperature in 1987



۶- بحث و نتیجه گیری

ماهواره‌ی لندست برای پایش و بررسی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در طول سال، تصاویر و نتایج قابل قبولی را ارائه می‌کند؛ به‌ویژه لندست ۸ که توانایی بررسی تولید گیاهی و برآورد شاخص‌های گیاهی در تمام فصول سال را دارد (پردل و همکاران، ۱۳۹۶؛ کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۷).

شکل‌های ۲ تا ۶ نقشه‌های کاربری اراضی منطقه‌ی مرغزار شهرکرد را طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهند. دقت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه‌شده با الگوریتم حداکثر احتمال (جدول ۳) و صحت بالای ۹۰ درصد نقشه‌ها نشان‌دهنده‌ی دقت روش طبقه‌بندی نظارت‌شده‌ی حداکثر احتمال در تهیه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی است. طبق نتایج کاربری اراضی (جدول ۴)، طی دوره‌ی ۲۹ ساله از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵، به‌طور تقریبی نیمی از مساحت مرغزار شهرکرد تغییر کاربری داده و ۵۱/۹۹ درصد از اراضی را در سال ۱۳۹۵ مرغزار پوشانده است. مساحت مرغزار از ۱۱۵۰/۲۹ هکتار به ۵۹۸/۰۵ هکتار کاهش یافته و کاربری محدوده‌ی فرودگاه شهرکرد، اراضی دست‌ساخت و اراضی کشاورزی از محدوده‌ی مرغزار منفک و تغییر کاربری یافته است که نشان‌دهنده‌ی تغییرات ایجادشده به‌دست بشر در کاربری اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه است. این موضوع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تغییر کاربری اراضی شناخته شده است (Zhang et al, 2017).

شکل‌های ۷ تا ۱۱ تصاویر شاخص پوشش گیاهی NDVI را در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد. طبق نتایج، هرچه پوشش سبز گیاهی و اراضی کشاورزی بیشتر باشند، حد بالای مقادیر NDVI به یک نزدیک‌تر می‌شوند. در سال ۱۳۹۵، مقدار حداکثر شاخص پوشش گیاهی ۰/۸۳ است؛ ولی در سال ۱۳۶۶ که تمامی منطقه را مرغ پوشانده، حد بالایی شاخص NDVI، ۰/۷۲ است. این اختلاف ممکن است به‌دلیل تغییرات در نوع پوشش و تبدیل بخشی از آن به اراضی کشاورزی، به‌ویژه در شرق منطقه باشد (Elhag, 2014: 16).

با بررسی شکل‌های ۱۲ تا ۱۶، درمی‌یابیم که طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵، اراضی مرغ بیشترین دما را داشته‌اند. بیشترین دما در سال ۱۳۶۶ که تمامی منطقه را اراضی مرغ پوشش داده‌اند، ۳۹/۶۸ درجه‌ی سانتی‌گراد است؛ ولی در سال ۱۳۹۵ به ۴۵/۵۱ درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده که نشان‌دهنده‌ی افزایش دمای سطح زمین طی سال‌های مورد بررسی است. باتوجه به تغییر کاربری اراضی مرغ مطابق جدول ۵ و شکل ۱۷، میزان دمای سطح زمین در طبقات مختلف کاربری تغییرات دما طی سال‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. این تغییرات دمایی بیشتر در اراضی مرغ دیده می‌شود. در سال ۱۳۶۶، میزان متوسط دمای سطح زمین در اراضی

مرغ ۳۹/۶۸ درجه‌ی سانتی‌گراد بود؛ ولی در سال ۱۳۹۵، به ۴۵/۵۱ درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده است. اختلاف دمای ۵/۸۳ درجه‌ی سانتی‌گرادی دما در اراضی مرغ نشانه‌ی اهمیت این اراضی در تعدیل دمای سطح زمین است (جدول ۶). تغییرات زیاد در اراضی مرغ و تبدیل آن‌ها به اراضی لخت و بدون پوشش و پدیدار شدن خاک‌های سطحی زمین یکی از دلایل تغییر در دمای سطح زمین است. گرچه ممکن است بیشتر این تغییرات هم از تغییرات آب‌وهوایی نشئت بگیرند و هم از عوامل انسانی، تغییرات شدید در منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی ما، بیشتر به دلیل دخالت‌های انسانی است؛ زیرا بخش اعظم این منطقه دچار تغییر شده و به همین دلیل بر درجه‌ی حرارت منطقه که از تخریب این مرغزار نشئت گرفته، اثر گذاشته است (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۵).

مطابق نتایج جدول ۷، میزان همبستگی شاخص پوشش گیاهی NDVI با دمای سطح زمین منفی است. این موضوع گویای نقش مهم پوشش سبز گیاهی در تعدیل درجه‌ی حرارت است. با این حال، مقدار این همبستگی برای اراضی مرغزار طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ به سمت مثبت پیش رفته است؛ به طوری که در سال ۱۳۹۵، مقدار آن به ۰/۲۸ رسیده که نشان‌دهنده‌ی تغییرات زیاد پوشش اراضی مرغزار است. به عبارت دیگر، اگرچه شکل ظاهری مرغزار در این منطقه تغییر نیافته، به دلیل کاهش شدید کیفی آن، چه از لحاظ پوشش گیاهی (کیانی سلمی و ابراهیمی، ۱۳۹۵) و چه از لحاظ سطح سفره‌ی آب زیرزمینی (Van & et-al, 2015: 18)، اثرات تعدیلی درجه‌ی حرارت آن تقلیل یافته و عملکرد حرارتی آن تا حد زیادی شبیه به خاک لخت شده است. باتوجه به اینکه مقدار همبستگی شاخص پوشش گیاهی در اراضی لخت و بدون پوشش با دمای سطح زمین مثبت است، نتیجه می‌گیریم که با تغییر در پوشش اراضی مرغزار و تبدیل آن به خاک لخت، مقدار مثبت همبستگی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۸۷ از این مسئله نشئت می‌گیرد. این نتیجه با نتایج نینج و همکاران در سال ۲۰۱۷ نیز انطباق دارد.

در جدول ۸ و اشکال ۱۸ تا ۲۰ نیز ضریب تبیین بین دمای سطح زمین در روزهای تصویربرداری پنج تصویر به کاررفته و دمای استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای برآورد شد. مطابق نتایج، بین چهار تصویر سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵ میزان ضریب تبیین ۰/۶۳ است و هرچه مقدار اراضی مرغزار کاهش می‌یابد، میزان همبستگی بیشتری بین دمای سطح زمین و دمای هوا دیده می‌شود؛ به طوری که بین تصاویر سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵، میزان ضریب تبیین به ۰/۸۶ رسیده است و همبستگی بیشتری را با دمای هوا نشان می‌دهد. در شکل ۲۰، اگر میزان دمای مرغزار در سال ۱۳۶۶ به جای ۳۲/۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد برآورد شده به ۴۰/۹۳



درجه‌ی سانتی‌گراد برسد، همبستگی بهتری با دمای هوا دارد. این موضوع نشان‌دهنده‌ی اهمیت مرغزار در تعدیل آب‌وهوا و دمای سطح زمین است که احتمالاً به میزان رطوبت و سطح سفره‌ی آب زیرزمینی بالایی مربوط است که در اراضی مرغزار وجود دارد. هرچند دمای سطح زمین در این اراضی پایین‌تر از سایر اراضی است، در مرغزار شهرکرد، به دلیل تغییرات کاربری زیاد (شکل ۶) و احداث محدوده‌ی فرودگاه شهرکرد، ساخت اراضی صنعتی و مسکونی و همچنین تغییر کاربری اراضی مرغ به اراضی کشاورزی، سطح زیادی از آن از بین رفته است. به احتمال زیاد، این تغییرات کاربری تداوم دارد و اگر مسئولین راه پیشروی سایر کاربری‌ها به مرغزار شهرکرد را نبندند، ممکن است طی چند سال آینده، شاهد نابودی کامل این اکوسیستم ارزشمند و گرم شدن بیشتر دمای سطح زمین باشیم.

۷- منابع

- Aina, Y. Parvez I.M., A.-L. Balogun (2017). Examining the Effect of Land Use on the Spatiotemporal Dynamics of Urban Temperature in an Industrial City: A Landsat Imagery Analysis. Global Changes and Natural Disaster Management: Geo-information Technologies. S. Pirasteh and J. Li. Cham, Springer International Publishing: 3-15.
- Ebrahimi A KianiSalmi E. 2019. Assessing the impact of urban expansion and land cover changes on land surface temperature in Shahrekord city Journal of RS and GIS for Natural Resources. 9(4): 102-118.
- Elhag, M. (2014). Sensitivity analysis assessment of remotely based vegetation indices to improve water resources management. Environment, Development and Sustainability, 16, 1209–1222.
- Fu, P. and Q. Weng (2016). "A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery." Remote Sensing of Environment 175(Supplement C): 205-214.
- Guo, Z., Wang, S.D., Cheng, M.M., Shu, Y., (2012). Assess the effect of different degrees of urbanization on land surface temperature using remote sensing images. Procedia Environ. Sci. 13, 935-942.

- Karnieli, A., N. Agam, R. T. Pinker, M. Anderson, M. L. Imhoff, G. G. Gutman, N. Panov, and A. Goldberg. (2010). "Use of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits and Limitations." *Journal of Climate* 23: 618–633.
- Khosravi y., Heidari MA. Tavakoli, A and Zamini A. 2017. Analysis of Relationship between Temporal Changes in Land Surface Temperature and Spatial Pattern of Land Use Changes (Case Study: Zanzan City), *Journal of Spatial Planning*; 21 (3): 119-144.
- KianiSalmi E. Ebrahimi A. 2017. Evaluation of the Modulatory Effect of Shahrekord Meadowland on Land Surface Temperature and Its Relation to Vegetation Index. The 2nd National Conference of Hydrology, 11-12 July 2017. Shahrekord University. Shahrekord Iran.
- KianiSalmi E. Ebrahimi A. 2018. Evaluation of change detection and future condition of meadow-land ecosystem of Shahrekord using Landsat data. *Journal of Rang and Watershed Management* 71(2): 473-484.
- KianiSalmi E. Ebrahimi A. 2018. Evaluation of land-cover changes in the city of Shahrekord, and predicting its future status, using remote-sensing data and CA-Markov. *Journal of Spatial Planning*. 8(1): 71-88.
- Leo, N Di. Francisco, J. Escobedo. Marielle D. (2015). The role of urban green infrastructure in mitigating land surface temperature in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Environment, Development and Sustainability*. 18(2): 373–392.
- Li, H.; Sun, D.; Yu, Y.; Wang, H.; Liu, Y.; Liu, Q.; Du, Y.; Wang, H.; Cao, B. (2014). Evaluation of the VIIRS and MODIS LST products in an arid area of northwest China. *Remote Sens. Environ.* 142, 111–121.
- Li, Z.L., Tang, B.H., Wu, H., Ren, H., (2013). Satellite-derived land surface temperature: current status and perspectives. *Rem. Sens. Environ.* 131, 14–37.
- Ning, J., et al. (2017). "Analysis of relationships between land surface temperature and land use changes in the Yellow River Delta." *Frontiers of Earth Science*. 1-13.



- Pordel F, Ebrahimi A, Azizi Z. 2017. Evaluating spatio-temporal phytomass changes using vegetation index derived from Landsat 8 (Case study: Mrajan rangeland, Boroujen). *Rangeland Journal*, 11 (2): 166-178.
- Sobrino, J.A., Jimenez-Munoz, J.C., (2014). Minimum configuration of thermal infrared bands for land surface temperature and emissivity estimation in the context of potential future missions. *Rem. Sens.*
- USGS. (2013). Using the USGS Landsat 8 Product. Vol. 2015. <https://landsat.usgs.gov/using-usgslandsat-8-product>.
- Van Camp M, Radfar M, Walraevens K (2015). A lumped parameter balance model for modeling intermountain groundwater basins: application to the aquifer system of Shahrekord Plain, Iran. *Geologica Belgica* 18:80-91.
- Weng, Q.; Fu, P.; Gao, F. (2014). Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data. *Remote Sens. Environ.* 145, 55–67.
- Zareie, S.; Khosravi, H.; Nasiri, A.; Dastorani, M. (2016). Using Landsat Thematic Mapper (TM) sensor to detect change in land surface temperature in relation to land use change in Yazd Iran. *Solid Earth*, 7, 1551–1564.
- Zare-khormizie H, Hosseini S Mokhtari M H, Ghafarian Malamiri H R. 2017. Reconstruction of MODIS NDVI Time Series Using Harmonic AN analysis of Time Series algorithm (HANTS). *Journal of Spatial Planning*; 21 (3) :221-255.
- Zhang, F., et al. (2017). "Change Detection of Land Surface Temperature (LST) and some Related Parameters Using Landsat Image: a Case Study of the Ebinur Lake Watershed, Xinjiang, China." *Wetlands*. 1-16.
- Zhang, Z., M. Ji, J. Shu, Z. Deng, and Y. Wu. (2008). "Surface Urban Heat Island in Shanghai, China: Examining the Relationship between Land Surface Temperature and Impervious Surface Fractions Derived from Landsat ETM Imagery." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 37: 601–606.