

## ارزیابی تغییرات فضایی پوشش گیاهی و دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر لندست و مادیس، مطالعه موردی: استان فارس ۲۰۱۷-۱۹۸۶

علیرضا انتظاری<sup>۱</sup>، رحمان زندی<sup>۲\*</sup> و مریم خسرویان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه ژئومورفولوژی و اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران، <sup>۲</sup>استادیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران، <sup>۳</sup>دانشجوی دکتری آب و هواشناسی - تغییرات آب و هوایی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴

### چکیده

آگاهی از خصوصیات کمی و کیفی تغییرات زمین در برنامه‌ریزی‌های محیطی، آمایش سرزمین و توسعه پایدار بسیار حائز اهمیت است. در حال حاضر، استفاده از نقشه‌های پوشش گیاهی یکی از ارکان مهم در تولید اطلاعات جهت برنامه‌ریزی‌های کلان و خرد می‌باشد. در این پژوهش، برای نمایش تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی استان فارس از اطلاعات ماهواره لندست سنجنده‌های OLI و ETM در طی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۷) استفاده و مقدار شاخص NDVI محاسبه شد. همچنین، به منظور بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی، مقادیر عددی این شاخص به سه طبقه غنی، ضعیف و فاقد پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد و تغییرات دمایی سطح زمین در دوره مطالعاتی با استفاده از تصاویر MODIS محاسبه شد. نتایج نشان داد، تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در طی ۳۰ سال برای منطقه مورد مطالعه گسترده بوده است، به طوری که مناطق فاقد پوشش گیاهی به میزان ۱۰۷/۴۹ هکتار افزایش و مناطق با پوشش گیاهی ضعیف به میزان ۳۶۶/۵۶ هکتار کاهش و همچنین، پوشش گیاهی غنی به میزان ۴۵۵/۵۵ کاهش یافته است. بیشترین کاهش مساحت در اراضی با پوشش گیاهی غنی صورت گرفته است. از بررسی دمای سطح زمین در استان با تصاویر MODIS این نتیجه حاصل شد که دمای سطح افزایش یافته است. دامنه اختلاف دمایی بیش از سه درجه (از ۲/۸۵- تا ۰/۹۶ درجه سانتی‌گراد) متفاوت بوده و بیشترین میزان کاهش دما در مناطق شرقی و منتهی به مرکز استان مشاهده می‌شود. در نهایت، برای بررسی ارتباط پوشش گیاهی و دمای سطح زمین (LST) خطوط هم‌دمای اختلاف دمای سالانه ترسیم و با اختلاف میزان NDVI در دوره مورد مطالعه تلفیق شد. نتایج نشان داد، در اکثر مناطقی که دمای کمتری دارند، پوشش گیاهی انبوه‌تر به وجود آمده است. میزان همبستگی پوشش گیاهی مقدار ۰/۷۷- را نشان می‌دهد که بیانگر رابطه مستقیم و معکوس بین پوشش گیاهی و دما می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** برنامه‌ریزی محیط، تصاویر MODIS، تغییرات زمین، شاخص NDVI، LST

### مقدمه

اکوسیستم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین، نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به سزایی برخوردار است

پوشش‌های گیاهی، به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده شرایط و عملکرد

(Reutter, ۱۹۹۴). در گذشته به منظور اندازه‌گیری دما از ایستگاه‌های ثابت یا ترمومترهای فروسرخ استفاده می‌شد (Owen و همکاران، ۱۹۹۸). اندازه‌گیری زمینی LST برای طیف وسیعی از مقیاس‌های فضایی و زمانی، با توجه به زمان‌بر و هزینه‌بر بودن آن بسیار دشوار است (Lin و همکاران، ۲۰۱۱). استفاده از روش‌های سنتی درون‌یابی نیز در این موقعیت‌ها با بروز مشکلات و کمبود دقت مواجه خواهد بود. اما داده‌های سنجش از دور به‌طور گسترده و در سطح وسیع در دسترس است و بنابراین، می‌توان توزیع فضایی از مؤلفه‌های تعادل انرژی مانند دمای سطح و آلبو را تجزیه و تحلیل کرد. پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنجش از دور حرارتی به بررسی رابطه بین LST و خصوصیات بیوفیزیکی سطح از جمله پوشش گیاهی می‌تواند منجر شود (Depew, ۲۰۰۴). مطالعات متعددی در زمینه پیش‌بینی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور و ارتباط آن با عناصر اقلیمی انجام شده است. Herb و همکاران (۲۰۰۸)، طی پژوهشی در سه منطقه مختلف در آمریکا، دمای سطح زمین را در کاربری‌های مختلف با استفاده از روابط شار گرمایی استخراج نمودند. نتایج این پژوهش، نشان داد که تعیین دمای سطح خاک لخت از دقت کمتری نسبت به اراضی دارای پوشش گیاهی برخوردار می‌باشد. Karnieli و همکاران، (۲۰۱۰) به بررسی ارتباط LST و شاخص پوشش گیاهی در سنجش از دور برای ارزیابی خشک‌سالی پرداخته و به ارتباط معکوس بین آن‌ها دست یافته‌اند. Karimi و Firozjaei و Kiavarz Moghadam (۲۰۱۶)، به بررسی ارتباط بین دما و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ پرداختند. نتایج نشان داد که شار تابش خالص با پارامترهای NDVI، سبزیگی با میانگین ضریب همبستگی ۰/۸ دارد.

Hashemi Darebadami (۲۰۱۵)، به تحلیل توسعه جزیره حرارتی شهر رشت با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که در بیشتر مناطق مورد مطالعه دمای سطح زمین دارای روند افزایشی و کسر پوشش گیاهی دارای روند کاهش است و شدت این روندها در مناطقی بیشتر دیده می‌شود که در دوره مورد مطالعه با تغییرات کاربری

(Pettorelli و همکاران، ۲۰۰۵). روش‌های متعددی برای آشکارسازی تغییرات محیطی به‌کار گرفته می‌شود که از مهمترین آن‌ها می‌توان به استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره نمود (Koh و همکاران، ۲۰۰۶). داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌های در اختیار محققین برای بررسی تغییرات محیطی می‌باشد (Brian و همکاران، ۲۰۱۱). شاخص‌های پوشش گیاهی به‌طور گسترده به‌عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی و عوامل دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Magee و همکاران، ۲۰۱۱؛ Oluseyi و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های گیاهی منتج از تصاویر ماهواره‌ای، شاخص<sup>۱</sup> NDVI است (Zhou و همکاران، ۲۰۱۱). پایه این شاخص، بر اساس اختلاف در بازتاب‌های طیفی (باندهای انعکاسی قرمز و مادون قرمز نزدیک) ناشی از وضعیت پوشش گیاهی حاکم است (Herb و همکاران، ۲۰۰۸). امروزه به‌دلیل تغییر و تبدیل سطوح پوشش گیاهی به سطوح غیر قابل نفوذ، افزایشی در دمای سطح مشاهده می‌شود (Taschner و Ranzi, ۲۰۰۲). با توجه به تحقیقات صورت گرفته، ثابت شده است که رفتارهای NDVI و دمای سطح زمین تا حدی در ارتباط هستند. دمای سطح زمین، پارامتر مهمی است که می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات در سطح زمین باشد. اخیراً این پارامتر در مطالعات تغییر اقلیم، گرمایش جهانی، پدیده‌های زیست‌محیطی مانند خشک‌سالی کشاورزی، بررسی جزایر حرارتی شهری، نقش خود را بیشتر نمایان کرده است (Neteler, ۲۰۱۰). دمای سطح زمین تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است که به مقدار انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلندگی سطح، رطوبت و جریان هوای اتمسفر بستگی دارد. پژوهش در دمای سطح زمین (LST<sup>۲</sup>) نشان می‌دهد که آن، تابعی از پاسخ انرژی سطح در پدیده‌های متنوع آب، خاک، پوشش گیاهی و غیره است (Cheng و Xiaolu, ۲۰۱۱). دمای سطح زمین را می‌توان از تابش مادون قرمز ساطع شده از سطح زمین و با معادله معکوس استفان-بولتزمن برآورد نمود

<sup>۱</sup> Normalized Difference Vegetation Index

<sup>۲</sup> Land Surface Temperature

دیگری است که به مقدار خطای اتمسفری مؤثر است. خطای اتمسفری در تصاویری که با زاویه بزرگ گرفته شده‌اند یا دارای عرض برداشت بزرگی هستند، معمولاً به‌طور ناهمگن ظاهر می‌شوند و در کنارهای تصویر، خطاهای اتمسفری بیشتر از وسط تصویر می‌باشد و این به‌علت مسیر طولانی‌تری است که امواج الکترومغناطیس برای پیکسل‌های کناری باید در اتمسفر طی کنند. تصحیح اتمسفری در مواردی که شدت سیگنال ارسالی از طرف اشیاء از اثرات اتمسفری کمتر باشد، نیز لازم می‌شود. روش‌های تصحیح اتمسفری را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد که شامل روش‌های مدل کردن و تصحیح کلی می‌باشند.

در روش مدل کردن، پارامترهای اتمسفری مؤثر انرژی الکترومغناطیس نظیر دما، میزان رطوبت، فشار اتمسفری و غیره را اندازه‌گیری کرده و اثر آن‌ها بر روی انرژی ارسالی از سطح اشیاء به سمت سنجنده را مدل می‌کنند.

در تصحیح کلی، معمولاً به یک روش سعی در تصحیح نسبی و کاهش اثر اتمسفری روی تصویر دارند. به روش الگوریتم فلش، تصحیح اتمسفری انجام شد. در این روش‌ها، معمولاً به پارامترهای زیادی نیاز نیست و تصحیح اتمسفری به‌طور تقریبی به تصویر اعمال می‌شود. مقدار پراکنش اتمسفری با توجه به افزایش طول موج، کاهش می‌یابد و بنابراین، مقدار شیفت هیستوگرام در باندهای با طول موج بلندتر، کمتر از باندهای است که در طول موج‌های کوتاه‌تر قرار گرفته‌اند. اثر اتمسفری معمولاً به‌صورت خطای جمع شونده ظاهر می‌شود که در نتیجه باعث روشنی بیش از حد تصویر و کاهش وضوح تصویر می‌شود که به آن خطای Haze می‌گویند.

**شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده NDVI:** این شاخص از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده است که بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$NDVI = \frac{(NER - RED)}{(NER + RED)} \quad (1)$$

از لحاظ عملکرد NDVI رفتاری مشابه RVI دارد. البته این شاخص چنانچه از نام آن پیداست، دارای مقادیر نرمال در دامنه بین -۱ و +۱ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی امکان‌پذیر می‌سازد.

اراضی کشاورزی و باغات به کاربری ساخته شده، مواجه بوده‌اند (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۵).

هدف از این پژوهش، ارزیابی روند تغییرات پوشش گیاهی و دمای استان فارس در یک بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷) و بررسی دلایل این تغییرات به کمک تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه، استان فارس با مساحتی در حدود ۱۲۲۶۰۸ کیلومتر مربع، در فواصل جغرافیایی بین ۲۷° ۲' تا ۳۱° ۳۱' عرض شمالی و ۵۵° ۳۶' تا ۵۰° ۴۲' طول شرقی قرار دارد.

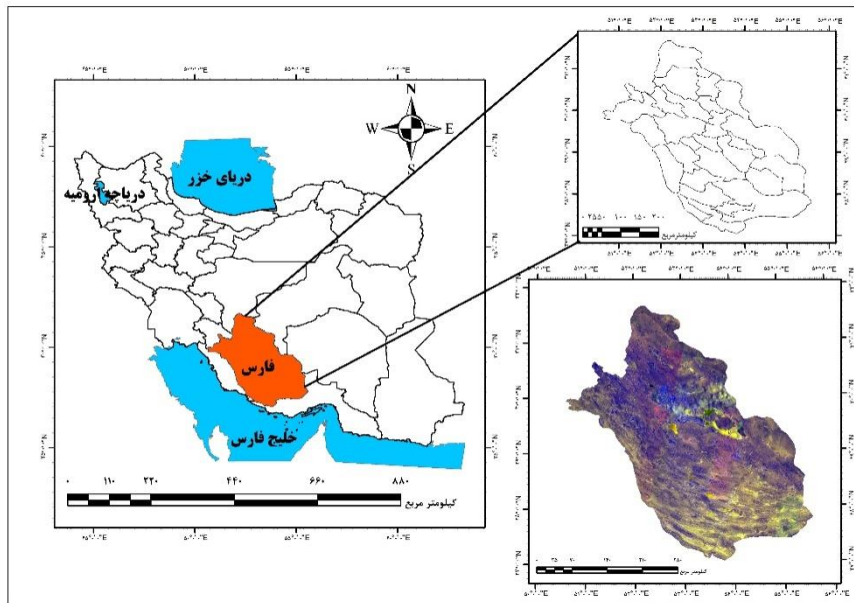
**تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده:** در این پژوهش، از تصاویر ماهواره MODIS<sup>۱</sup> به‌عنوان تصاویر با توان تفکیک زمینی پایین و توان تفکیک زمانی بالا استفاده شده است. تصاویر باندهای ۳۱ و ۳۲ این سنجنده هر دو روز یک‌بار و با سلول‌هایی به ابعاد ۱۰۰۰×۱۰۰۰ متر مربع که حدود ۱۰۰ هکتار را پوشش می‌دهند، به‌صورت رایگان از طریق شبکه جهانی اینترنت در اختیار است. برای تامین تصاویر با تفکیک زمینی بالا از سنجنده Landsat ETM<sup>+</sup> استفاده شده است. تصاویر این سنجنده، هر ۱۶ روز یک‌بار از هر نقطه تصویر تهیه می‌کنند که ابعاد سلول‌های آن ۶۰×۶۰ متر مربع می‌باشد. از آنجایی که استان فارس شامل ۱۱ زون می‌باشد، لذا، ۱۱ تصویر از سنجنده Landsat در تاریخ‌های مورد نظر اخذ و موازی‌یک شد<sup>۲</sup>.

**تصحیح خطای اتمسفری:** خطای اتمسفری همان‌طور که گفته شده در اثر جذب و پراکنش ذرات اتمسفر پیش می‌آید. خطاهای اتمسفری باعث محو جزئیات تصویر می‌شوند و بدین وسیله از قدرت سنجنده نیز می‌کاهند. بیشترین اثر اتمسفری مربوط به پراکنش است که وابستگی زیادی به طول موج دارد. بنابراین، اثر اتمسفر در باندهای مختلف یک سنجنده با هم یکسان نیست.

هر چه طول موج بیشتر شود، اثر پراکنش اتمسفری نیز کمتر خواهد شد. زاویه یک سنجنده نیز عامل

<sup>۱</sup> <https://modis.gsfc.nasa.gov/>

<sup>۲</sup> <https://modis.gsfc.nasa.gov/>



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای پوشش گیاهی سال ۱۹۸۶

ردیف	تاریخ	ماهواره	سنجنده	Path/Row	تعداد باند
۱	۱۹۸۶/۰۵/۲۵	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۰-۴۱	۷
۲	۱۹۸۶/۰۶/۱۳	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۱-۴۰	۷
۳	۱۹۸۶/۰۶/۱۳	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۱-۴۱	۷
۴	۱۹۸۶/۰۵/۱۹	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۲-۳۹	۷
۵	۱۹۸۶/۰۵/۱۹	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۲-۴۰	۷
۶	۱۹۸۶/۰۵/۱۹	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۲-۴۱	۷
۷	۱۹۸۶/۰۶/۰۲	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۳-۳۸	۷
۸	۱۹۸۶/۰۶/۰۲	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۳-۳۹	۷
۹	۱۹۸۶/۰۶/۰۲	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۳-۴۰	۷
۱۰	۱۹۸۶/۰۶/۰۲	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۴-۳۸	۷
۱۱	۱۹۸۶/۰۶/۰۲	Landsat_5	ETM <sup>+</sup>	۱۶۴-۳۹	۷

جدول ۲- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای پوشش گیاهی سال ۲۰۱۷

ردیف	تاریخ	ماهواره	سنجنده	Path/Row	تعداد باند
۱	۲۰۱۷/۰۵/۲۶	Landsat_8	OLI	۱۶۰-۴۱	۱۱
۲	۲۰۱۷/۰۶/۱۸	Landsat_8	OLI	۱۶۱-۴۰	۱۱
۳	۲۰۱۷/۰۶/۱۸	Landsat_8	OLI	۱۶۱-۴۱	۱۱
۴	۲۰۱۷/۰۵/۰۱	Landsat_8	OLI	۱۶۲-۳۹	۱۱
۵	۲۰۱۷/۰۵/۰۱	Landsat_8	OLI	۱۶۲-۴۰	۱۱
۶	۲۰۱۷/۰۵/۰۱	Landsat_8	OLI	۱۶۲-۴۱	۱۱
۷	۲۰۱۷/۰۶/۱۶	Landsat_8	OLI	۱۶۳-۳۸	۱۱
۸	۲۰۱۷/۰۶/۱۶	Landsat_8	OLI	۱۶۳-۳۹	۱۱
۹	۲۰۱۷/۰۶/۱۶	Landsat_8	OLI	۱۶۳-۴۰	۱۱
۱۰	۲۰۱۷/۰۵/۲۲	Landsat_8	OLI	۱۶۴-۳۸	۱۱
۱۱	۲۰۱۷/۰۵/۲۲	Landsat_8	OLI	۱۶۴-۳۹	۱۱

زمانی مشخص مقادیر NDVI منطقه محاسبه شده و در نهایت، برای هر پیکسل بیشترین مقدار موجود در مقادیر NDVI این دوره زمانی انتخاب می‌شود که تصحیحات رادیومتریک و هندسی با استفاده از نرم‌افزار ENVI بر روی تصاویر انجام شد.

#### داده‌های مورد استفاده برای محاسبه دمای

#### سطح زمین LST یا دمای رویه زمین

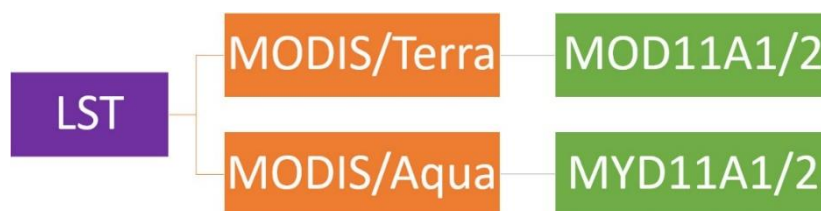
فرآورده MOD11A1: این فرآورده دارای داده‌های دمای سطح زمین LST است و برآوردهای آن از روی ماهواره تررا (Terra) می‌باشد. بازه زمانی این فرآورده ماهواره‌ای از روز ۱۳۷۸/۱۲/۰۵ تا به امروز را شامل می‌شود. داده‌های این فرآورده با فرمت hdf و با سیستم تصویر سینوسی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. از نظر مکانی این فرآورده دارای توان تفکیک یک کیلومتری است.

از طرفی، می‌توان گفت که سنجنده مودیس برای برآورد دمای سطح زمین LST از ماهواره آکووا نیز استفاده می‌کند که فرآورده MYD11A1/2 را نیز ارائه کرده است.

مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش‌های مختلف می‌باشند، مثلاً مقادیر NDVI بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و غنی می‌باشد.

آب و یخ دارای مقادیر NDVI منفی می‌باشند و خاک‌ها دارای مقادیر کمتر از ۰/۰۵ و ابرها نیز معمولاً دارای مقادیر نزدیک صفر هستند. یکی از عمده‌ترین خطاهایی که بر روی مقادیر NDVI به‌دست آمده برای یک منطقه اثر می‌گذارند، اثر ابرها و آلودگی‌های جوی از قبیل دود و مه و غبار می‌باشند. اگر روی پیکسلی که محتوی پوشش گیاهی متراکم است، لکه ابری داشته باشد، افت زیادی در مقدار NDVI آن به‌وجود خواهد آمد و اطلاعات مربوط به آن پیکسل از دست خواهد رفت. بنابراین، استفاده از یک تصویر NDVI در یک زمان نمی‌تواند به‌طور کامل مشخص‌کننده پوشش گیاهی منطقه باشد.

برای رفع این مشکل، معمولاً برای یک دوره



شکل ۲- فلوجارت فرآورده MODIS برای محاسبه LST

تصاویر و خروجی نقشه‌ها، از طریق ساخت یک شیپ فایل، در سطح منطقه تعداد ۵۰۰ عدد ایستگاه مجازی ایجاد کرده و مقدار دما را از روی تصاویر ماهواره‌ای استخراج و سپس پهنه‌بندی بر اساس IDW<sup>۱</sup> انجام شد.

#### نتایج و بحث

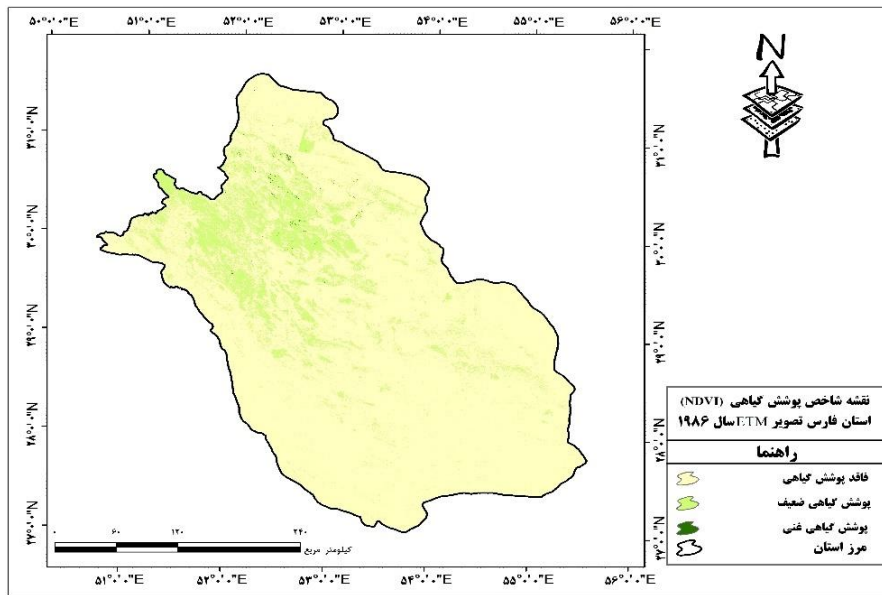
برای بررسی تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در طی ۳۰ سال نقشه‌های خروجی به سه دسته (پوشش گیاهی غنی، پوشش گیاهی ضعیف و فاقد پوشش گیاهی) طبقه‌بندی شدند. شاخص

برای انجام این پژوهش، ابتدا داده‌های مورد نظر را از سایت MODIS به‌صورت روزانه دریافت و سپس، در Scaling Factor ضرب کرده، تصویری که به‌دست آمد به کلوین بود. بنابراین، ۲۷۳:۱۵ را از آن کم نموده تا کلوین را به درجه سانتی‌گراد تبدیل کنیم. طی این فرایند، دما را به‌صورت روزانه استخراج شد. بنابراین، برای تبدیل این داده‌ها به داده‌های ماهانه، داده‌های روزانه جمع و سپس، از این میانگین ماهانه به‌دست آمد و پس از این با میانگین مورد نظر از این داده‌ها، میانگین دمای سالانه را استخراج شد. با توجه به این‌که پیکسل سائز تصاویر MODIS، متر بوده و کیفیت چندانی ندارد، لذا، برای بهبود کیفیت

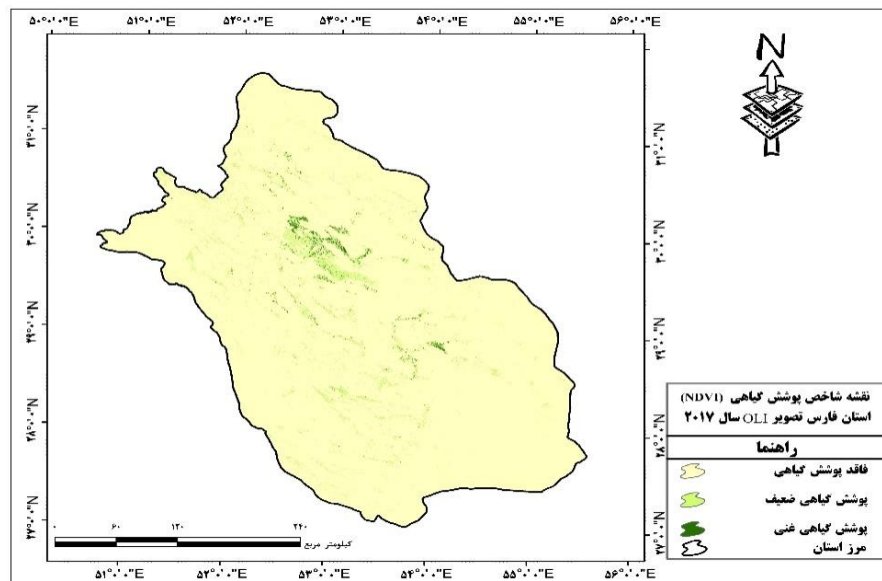
<sup>1</sup> Inverse Distance Weighting

توجه به شکل‌های ۳ و ۴ قسمت‌های با رنگ سبز تیره دارای مقادیر مثبت بزرگتری نسبت به سایر قسمت‌ها می‌باشند که نشان‌دهنده پوشش گیاهی انبوه‌تری است. همچنین، قسمت‌های سبز کم رنگ دارای مقادیر مثبت کمتری هستند که در طبقه پوشش گیاهی ضعیف قرار گرفته‌اند. سپس، درصد مساحت اختصاص یافته به هر طبقه برای هر سال محاسبه و اعداد حاصله با هم مقایسه شد (جدول ۳).

پوشش گیاهی NDVI یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی است که کارایی مفید آن در بسیاری از مطالعات توسط محققان مختلف گزارش شده است. ارزش عددی این شاخص بین اعداد +۱ و -۱ در نوسان است و ثابت شده که هر چه به عدد +۱ نزدیک شود، بر میزان پوشش گیاهی افزوده می‌شود. شکل‌های ۳ و ۴، نقشه‌های طبقه‌بندی شده پوشش گیاهی را نشان می‌دهند. با بررسی میزان عددی شاخص NDVI در نرم‌افزار و با



شکل ۳- نقشه پوشش گیاهی استان فارس، سال ۱۹۸۶



شکل ۴- نقشه پوشش گیاهی استان فارس، سال ۲۰۱۷

پوشش گیاهی غنی صورت گرفته، به صورتی که از سال ۲۰۱۷ ۵۳۰/۴۹ هکتار در سال ۱۹۸۶، به ۷۴/۹۴ هکتار در سال ۲۰۱۷ رسیده است.

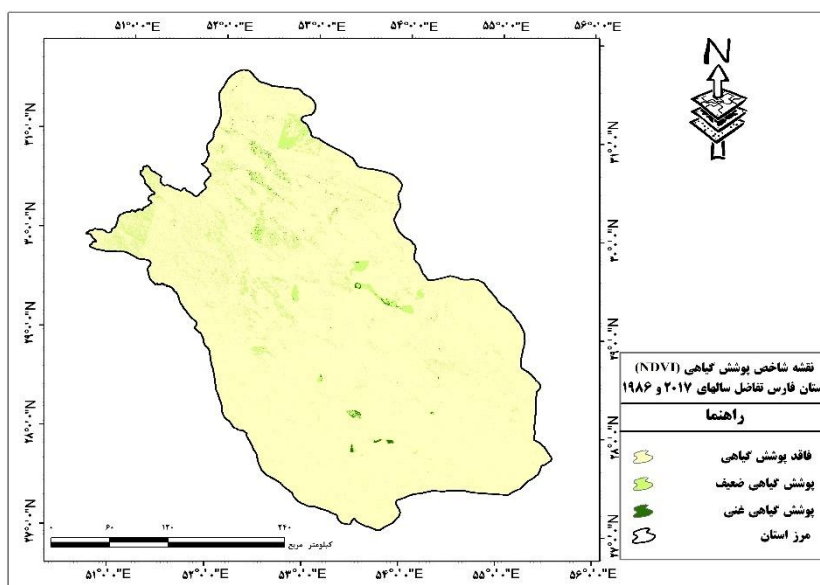
نتایج مقایسه‌ها نشان داد که پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۷ نسبت به دوره پایه (۱۹۸۶) کاهش داشته و مساحت مناطق فاقد پوشش گیاهی افزایش داشته است. بیشترین کاهش مساحت در اراضی با

جدول ۲- مساحت طبقات پوشش گیاهی

پوشش گیاهی	مساحت به هکتار		مساحت به درصد	
	۱۹۸۶	۲۰۱۷	۱۹۸۶	۲۰۱۷
فاقد پوشش گیاهی	۱۱۸۴۴۹/۱	۱۱۹۳۴۲/۳۶	۹۶/۴۱	۹۷/۱۴
پوشش گیاهی ضعیف	۳۸۰۲/۶۶	۳۴۳۶/۱۰	۳/۰۹	۲/۷۹
پوشش گیاهی غنی	۵۳۰/۴۹	۷۴/۹۴	۰/۴۹	۰/۰۶

می‌باشد که به مقدار ۴۵۵/۵۵ کیلومتر مربع کاهش داشته است. تغییرات مساحت و میزان پوشش گیاهی از بین رفته در شکل ۵ نمایش داده شده است.

در سال‌های مورد مطالعه (۱۹۸۶ و ۲۰۱۷) پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه دستخوش تغییرات زیادی شده است (جدول ۳). بیشترین تغییرات عمدتاً شامل طبقه پوشش گیاهی غنی



شکل ۵- اختلاف پوشش گیاهی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷

است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در سال ۲۰۱۷ پوشش گیاهی به پوشش تنک و ضعیف به مساحت ۳۴۳۶/۱۰ و ۷۴/۹۴ هکتار در زمینه پوشش غنی که در محدوده وسیعی گسترده شده، تبدیل شده است.

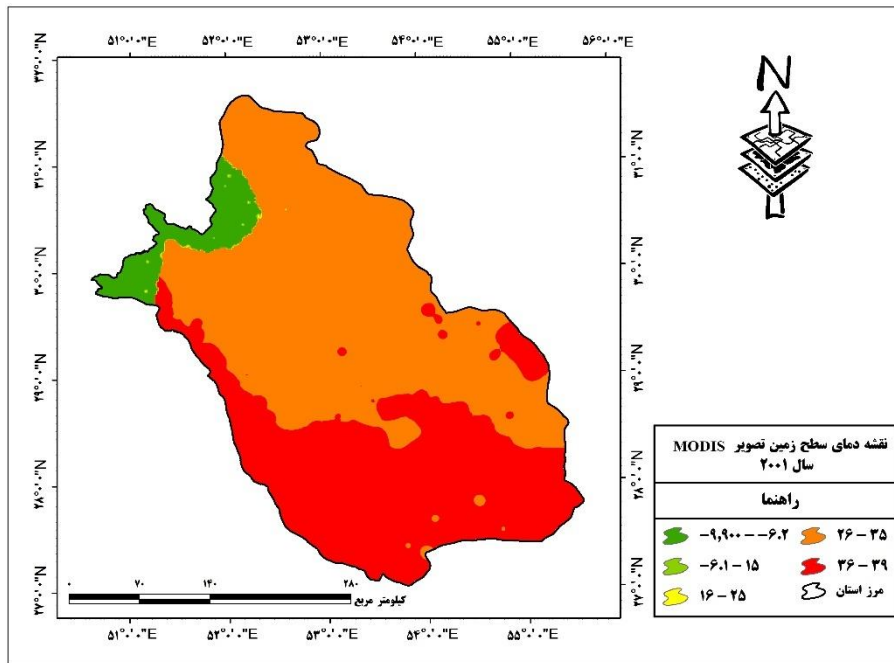
میزان پوشش گیاهی در سال ۱۹۸۶، به صورت انبوه و متمرکز در مناطق شمال و شمال غربی استان مشاهده می‌شود. اما، در سال ۲۰۱۷ پوشش گیاهی به سمت مناطق مرکزی و جنوب غربی کشیده شده

جدول ۳- اختلاف مساحت پوشش گیاهی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷

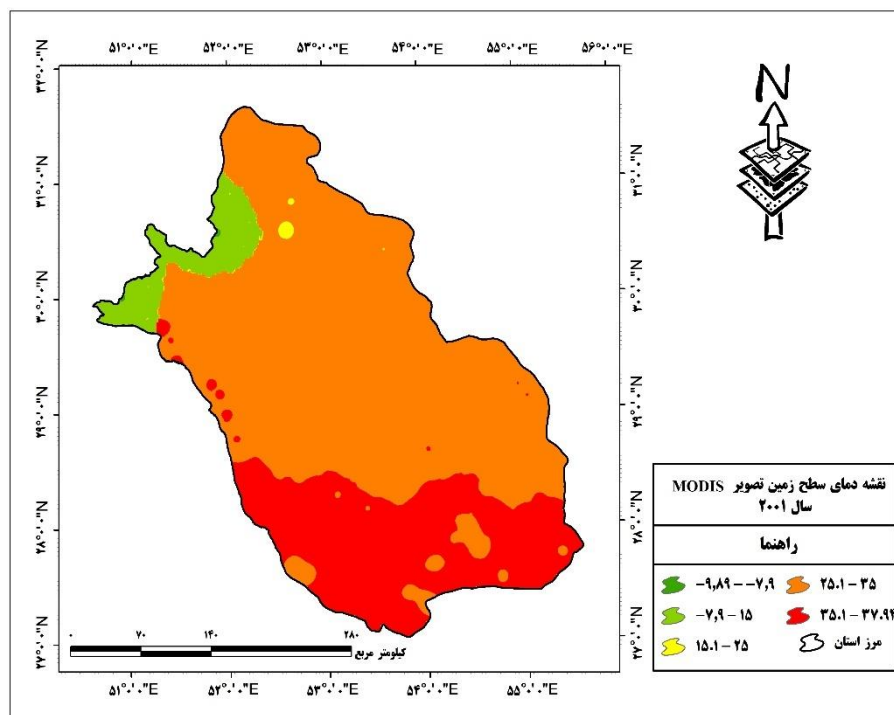
پوشش گیاهی	هکتار
فاقد پوشش گیاهی	۱۰۷/۴۹
پوشش گیاهی ضعیف	۳۶۶/۵۶
پوشش گیاهی غنی	۴۵۵/۵۵

گرفته شد. نقشه دمای سطح زمین در این بازه زمانی (شکل‌های ۶ و ۷) مقدار دقیق دمای سطحی را بین ۹/۸۹ و ۳۹/۲ درجه سانتی‌گراد و ۹/۸۹ و ۳۷/۹ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ برآورد نمود.

در ادامه، میزان دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر MODIS برای منطقه مورد مطالعه محاسبه و نقشه‌های مربوط در محیط نرم‌افزار GIS استخراج شدند. با توجه به اینکه تصاویر MODIS از سال ۱۹۸۶ موجود می‌باشد، بنابراین، سال پایه ۱۹۸۶ قرار



شکل ۶- نقشه دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر MODIS، سال ۲۰۰۱

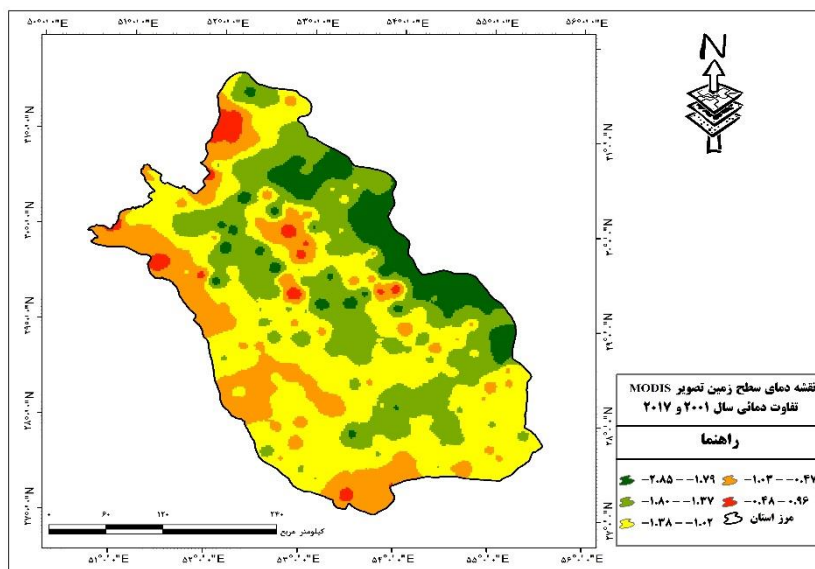


شکل ۷- نقشه دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر MODIS، سال ۲۰۱۷



سال‌های مورد مطالعه محاسبه و نقشه مربوطه در محیط نرم‌افزار GIS استخراج شد. دامنه اختلاف دمایی از  $2/85$  - درجه سانتی‌گراد تا  $0/96$  متفاوت می‌باشد. بیشترین میزان کاهش دما در مناطق شرقی و منتهی به مرکز استان مشاهده می‌شود. مناطق غربی و جنوبی استان همچنان دامنه دمایی بالایی دارند (شکل ۸).

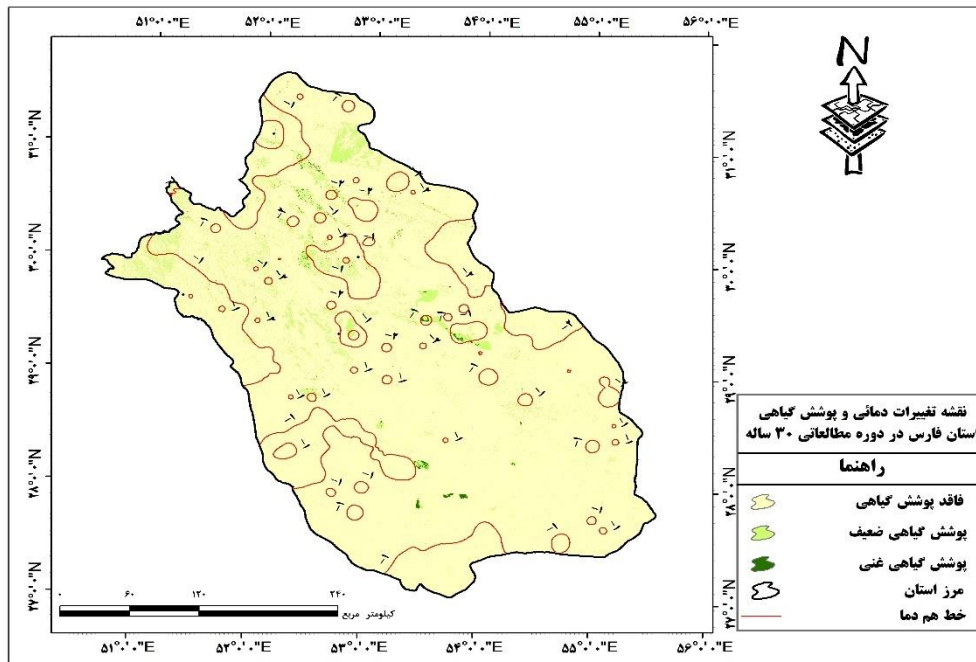
همان‌طور که مشاهده می‌شود، دمای سطح زمین از سال ۱۹۸۶ نسبت به ۲۰۱۷ کاهش پیدا کرده و این کاهش دما بیشتر در مناطق غربی و جنوب غربی استان رخ داده است. بیشترین میزان دمای سطح زمین در مناطق جنوبی استان در هر دو سال مورد مطالعه در مناطق جنوبی استان می‌باشد. در ادامه، بررسی دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر MODIS، اختلاف میزان LST در استان فارس، طی



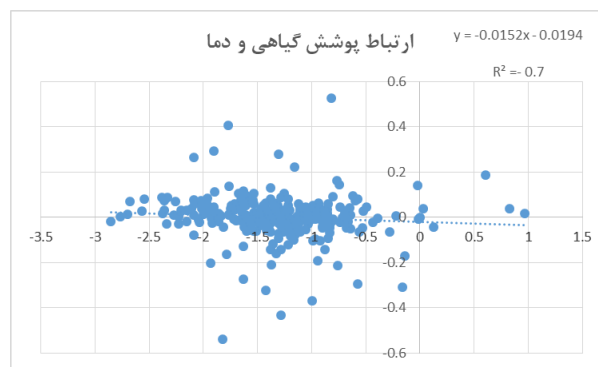
شکل ۸- اختلاف دمای سطح زمین در سال‌های مورد مطالعه

می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در اکثر مناطقی که دمای کمتری دارند، پوشش گیاهی انبوه‌تر می‌باشد و همچنین، مناطقی که پوشش گیاهی کمتری دارند، به نسبت، دمای بیشتری در آن منطقه مشاهده می‌شود. در پژوهشی مشابه، احمدی و همکاران به بررسی دمای سطح زمین در رابطه با پوشش گیاهی و کاربری اراضی شهری با استفاده از داده‌های سنجنده از دور در محدوده شهر اردبیل با استفاده از تصاویر لندست پرداختند که نتایج نشان دهنده ضریب همبستگی دمای سطح زمین (استخراج شده از تصویر) با دمای هوای ایستگاه‌های هواشناسی  $0/79$  و همبستگی دمای هوای ایستگاه‌ها با دمای هوای استخراج شده از تصویر  $0/99$  می‌باشد.

در نهایت، برای بررسی ارتباط پوشش گیاهی و LST، خطوط هم‌دمای اختلاف دمای سالانه ترسیم و با اختلاف میزان NDVI در سال‌های مورد مطالعه تلفیق شد (شکل ۹). روند افزایش دمای جهانی ناشی از تغییرات اقلیمی  $0/5$  درجه سانتی‌گراد در طول ۱۰۰ سال برآورد شده است. با توجه به اینکه با افزایش دما، پوشش گیاهی کاهش می‌یابد و همچنین، افزایش پوشش گیاهی باعث کاهش دمای سطح زمین می‌شود، در اینجا پوشش گیاهی باعث کاهش دمای سطح زمین شده است. به دلیل اینکه با توجه به افزایش دمای جهانی ( $0/5$  درجه در ۱۰۰ سال)،  $0/1$  درجه از دمای محاسبه شده در دوره مطالعاتی مربوط به تغییرات اقلیمی و  $0/9$  درجه مربوط به تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی



شکل ۹- نقشه تغییرات دمایی و پوشش گیاهی



شکل ۱۰- نمودار ارتباط پوشش گیاهی و دما

طرفی، پوشش گیاهی در زمین‌های کشاورزی و مرتعی در هر منطقه در ارتباط مستقیم با اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی، آب و خاک است، افزایش NDVI به معنی افزایش فراوانی پوشش گیاهی و همگن‌تر و یکدست‌شدن پوشش زمین است. اما کاهش NDVI معرف پدیده‌های متنوع‌تر (آب، فضای باز، خاک لخت، ساخت و ساز و غیره) و همچنین ناهمگن‌تر شدن موزاییک سرزمین است.

استفاده از ایستگاه‌های زمینی در محاسبه و بررسی داده‌های هواشناسی علی‌رغم دقت مناسب آن‌ها، محدودیت‌هایی به همراه دارد. از جمله، مهمترین این محدودیت‌ها می‌توان به گسسته بودن این اطلاعات اشاره کرد که باعث می‌شود تا در

مطابق شکل ۱۰، ضریب همبستگی  $-0/77$  می‌باشد که همبستگی بسیار شدید و از نوع معکوس است. لذا، با افزایش پوشش گیاهی، کاهش دما و برعکس با کاهش پوشش گیاهی افزایش دما را شاهد هستیم.

### نتیجه‌گیری

امروزه کسب آگاهی و دانش در رابطه با پوشش گیاهی و سلامت آن نقش مهمی را در مدیریت خاک‌ها ایفا می‌کند. از آنجائی که اعمال سیستم‌های کشت و خاک‌ورزی نقش به‌سزایی در آلودگی‌های زیست محیطی چون افزایش  $CO_2$ ، کیفیت و تخریب خاک‌ها و آب‌های سطحی و زیرزمینی دارند، از

پوشش گیاهی سطح زمین تغییر پیدا می‌کند. با توجه به اینکه پوشش گیاهی یک منطقه نشان‌دهنده وضعیت آب و هوایی، نوع خاک، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، تاریخچه بهره‌برداری از مراتع، اثر عوامل مدیریتی و به‌طور کلی نشان‌دهنده رابطه انسان، محیط و گیاهان است و به‌عنوان عامل مهم در تبدیل انرژی (انرژی تابش) به‌صورت‌های دیگر انرژی است، پیشنهاد می‌شود تا مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد و مسئولان ذی‌ربط با کارهای مدیریتی از تخریب اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جلوگیری نمایند.

محاسبه دما، خطای درون‌یابی برای بخش‌هایی از سطح زمین که با ایستگاه هواشناسی فاصله دارند به بیش از پنج درجه سانتی‌گراد برسد. به‌علاوه، در بخش‌های عظیمی از سطح زمین امکان ایجاد ایستگاه هواشناسی به راحتی فراهم نیست یا دسترسی به داده‌های ایستگاه مورد نظر به راحتی امکان‌پذیر نخواهد بود. با توجه به مشکلات فوق، به‌کارگیری داده‌های سنجنش از دور می‌تواند تا حدودی مشکلات ناشی از ایستگاه‌های زمینی را کاهش دهد و در بخش‌های عظیمی از سطح زمین به تخمین پارامترهای هواشناسی بپردازد. نتایج این پژوهش، نشان می‌دهد که دمای سطح زمین تحت تأثیر

#### منابع مورد استفاده

- Ahmadi, B., A. Ghorbani, T. SafarRad and B. Sobhani. 2015. Survey of surface temperature in relation to land use and land cover using remote sensing data. *Remote Sensing, Natural Geosciences and Bushehr Natural Resources*, 6: 61-77. ناشر؟
- Brian, W.S., C. Qi and B. Michael. 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31: 525-532.
- Depew, J.J. 2005. Habitat selection and movement patterns of cattle and white-tailed deer in a temperate Savanna. MSc Thesis, A and M University, Texas, 71 pages.
- Feizizadeh, B., T. Blaschke, H. Nazmfar, E. Akbari and H.R. Kohbanani. 2012. Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh County, Iran. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(9): 1290-1315.
- Gutman, G. 1990. Towards monitoring droughts from space. *Journal of Climate*, 3: 282-295.
- Hashemi Darebadami, S., A. Noraei Sefat, S. Karimi and S. Nazari. 2015. Analysis of trend of urban thermal islands development in relation to land use cover change using time series of Landsat images. *Remote Sensing and Natural Geosciences and Bushehr Natural Resources*, 3: 15-28.
- Herb, W., R. Janke, B. Mohseni and H.G. Stefan. 2008. Ground surface temperature simulation for different land covers. *Journal of Hydrology*, 356: 327-343.
- Hoersch, B., G. Braun and U. Schmidt. 2002. Relation between landform and vegetation in Alpine regions of Wallis, Switzerland. A multiscale remote sensing and GIS approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26: 113-139.
- Hong, S.H., J.M.H. Hendrickx and B. Borchers. 2005. Effect of scaling transfer between evapotranspiration maps derived from LandSat 7 and MODIS images. *Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering*, 5811: 147-158.
- Karimi Firozjaei, M. and M. Kiavarz Moghadam. 2016. Investigation of the relationship between temperature, flux of pure radiation with biophysical properties and land use using LandSat 8 satellite imagery. *Remote Sensing and Natural Geosciences and Bushehr Natural Resources*, 4: 79-95.
- 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.
- Koh, C.N., P.F. Lee and R.S. Lin. 2006. Bird species richness patterns of northern Taiwan primary productivity, human population density and habitat heterogeneity. *Diversity and Distributions*, 5: 546-554.
- Lin, L., J. Chen and C. Cai. 2012. High rate of nitrogen fertilization increases the crop water stress index of corn under soil drought. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 22: 2865-2877.
- Magee, T.K., P.L. Ringold and M.A. Bollman. 2008. Alien species importance in native vegetation along wadeable streams, John Day River Basin, Oregon, USA. *Plant Ecology*, 195: 287-307.
- Maimaitiyiming, M., A. Ghulam, T. Tiyip, F. Pla, P. Latorre-Carmona, U. Halik, M. Sawut and M. Caetano. 2014. Effects of green space spatial pattern on land surface temperature: implications for

- sustainable urban planning and climate change adaptation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 89: 59-66.
16. Morawitz, D., T. Blewett, A. Cohen and M. Alberti. 2006. Using NDVI to assess vegetative land cover change in central Puget Sound. *Environmental Monitoring and Assessment*, 114: 85-106.
  17. Neteler, M. 2010. Estimating daily land surface temperatures in mountainous environments by reconstructed MODIS LST data. *Remote Sensing*, 2: 333-351.
  18. Oluseyi, I.O. and A.J. Olusegun. 2011. Managing land use transformation and land surface temperature change in Anyigba Town, Kogi State, Nigeria. *Journal of Geography and Geology*, 3: 77-85.
  19. Owen, T.W., T.N. Carlson and R.R. Gillies. 1998. An assessment of satellite remotely sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. *International Journal of Remote Sensing*, 19: 1663-1681.
  20. Pettoelli, N., O. Vik, A. Mysterud, J.M. Gaillard, C.J. Tucker and N.C. Stenseth. 2005. Using the satellite derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Journal Trends in Ecology and Evolution*, 20: 503-510.
  21. Ramachandra, T.V. and U. Kumar. 2010. Greater Bangalore emerging urban heat island. *GIS Development*, 14: 86-104.
  22. Reutter, H., F.S. Olesen and H. Fischer. 1994. Distribution of the brightness temperature of land surfaces determined from AVHRR data. *Remote Sensing*, 15: 95- 104.
  23. Taschner, S. and R. Ranzi. 2002. Comparing the opportunities of Landsat-TM and ASTER data for monitoring a debris covered glacier in the Italian Alps within GLIMS project. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2: 1044-1046.
  24. Xiaolu, S. and B.O. Cheng. 2011. Change detection using change vector analysis from Landsat TM images in Wuhan. *Procedia Environmental Sciences*, 11: 238-244.
  25. Zhou, J., W. Zhan, D. Hu and X. Zhao. 2010. Improvement of mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from HJ-1B satellite data. *Chinese Geographical Science*, 20: 123-131.