

## تحلیل روند جنگل زدایی با استفاده از مدل های ماشین بردار پشتیبانی (SVM) و طبقه بندی بیشترین شباهت (MLC) و تاثیر آن بر دمای سطح زمین (LST) و شاخص های طیفی (منطقه مورد مطالعه: محدوده جنگلی تالش)

ارسطو یاری حصار<sup>۱</sup>؛ دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

مهدی فیض اله پور؛ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

ندا کنعانی؛ دانشجوی دکتری رشته جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

### چکیده

دمای سطح زمین اطلاعات مهمی را در زمینه نقش کاربری اراضی و پوشش زمین بر روی فرایندهای بیلان انرژی ارائه میدهد. بنابراین هدف این تحقیق، ارزیابی الگوهای LST در اثر تغییرات رخ داده در کاربری اراضی (LULC) می باشد. منطقه مورد مطالعه با وسعتی معادل ۳۰۰/۶ کیلومتر مربع در منطقه تالش واقع شده است. به این منظور تصاویر لندست در فصول خشک و مرطوب از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ دانلود گردید. چهار طبقه کاربری با طبقه بندی بیشترین شباهت (MLC) و ماشین بردار پشتیبانی (SVM) در بازه های زمانی ۳۶ ساله شناسایی شد. مقادیر ضریب کاپا برای مدل SVM معادل ۰/۷۸۰۲ بوده و برای مدل MLC معادل ۰/۵۳۲۸ بوده است. شاخص های طیفی NDVI، NDSI و NDWI برای پوشش گیاهی، خاک بایر و آب محاسبه شده و در سالهای فوق با LST تطبیق داده شدند. تغییرات کاربری زمین طی سال های ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ عامل مهمی در تغییرات دمای سطح زمین بوده که به طور متوسط از ۱۳/۷ درجه سانتیگراد تا ۳۹/۵ درجه سانتیگراد در فصل مرطوب و ۰/۳۷- تا ۴۱/۰۷ درجه سانتیگراد در فصل خشک متغیر بوده است. پهنه های آبی و پوشش گیاهی کمترین و خاک بایر بیشترین مقادیر LST را نمایش داده اند. بیشترین همبستگی منفی به میزان ۰/۷۴- متعلق به شاخص NDVI در سال ۱۳۶۵ بوده و بیشترین همبستگی مثبت به میزان ۰/۷۹ متعلق به شاخص NDSI در سال ۱۳۶۵ می باشد. مساحت پهنه جنگلی کاهش ۲۰/۳ درصدی و اراضی کشاورزی افزایش ۲۱۷ درصدی را در ۳۶ سال نشان می دهند. زمین های بایر بیشتر تغییر را داشته و از ۶۸/۲ کیلومتر مربع به ۱۲ کیلومتر مربع کاهش یافتند. به طور کلی LST، به علت افزایش فعالیت های انسانی از قبیل گسترش زمین های زراعی و جنگل زدایی در دوره مورد مطالعه افزایش یافته است.

واژه های کلیدی: کاربری زمین، دمای سطح زمین، ماشین بردار پشتیبانی، جنگل زدایی، تالش.

## مقدمه

تغییرات کاربری و پوشش زمین (LULC) می‌تواند بر اقلیم تاثیر گذاشته و متقابلاً تاثیر پذیرد. تغییر نامناسب LULC دلیل اصلی تغییرات آب و هوایی به شمار می‌آید (Thakur et al, ۲۰۱۹, Mondal et al, ۲۰۲۱). (تغییرات کاربری زمین به شدت چشم انداز منطقه را تغییر داده و پهنه جنگل را به قطعات کوچکتر و با تنوع اکولوژیکی کمتر تبدیل کرده است. این فرایند، نگرانی‌هایی را در مورد مدیریت پایدار کاربری زمین ایجاد کرده است. تغییر کاربری به این معنی است که یک منطقه دارای تغییرات کمی یا کیفی باشد (Weng et al, ۲۰۰۴). آلن و همکاران (۲۰۱۱) عنوان کردند که در میان پارامترهای موثر بر کیفیت خاک، دما عامل مهمی برای رشد گیاه بوده و تبخیر و فرایندهای بیوشیمیایی را کنترل می‌کند. از آنجایی که تغییرات دمای خاک به تغییرات کاربری زمین مربوط می‌شود دمای سطح زمین می‌تواند اطلاعاتی را در مورد ویژگی‌های فیزیکی زمین، شرایط آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی موثر بر محیط زیست ارائه دهد, (Dousset et al, ۲۰۰۳, Weng et al., ۲۰۰۴, Mao et al, ۲۰۱۲). (از این نظر، تجزیه و تحلیل محیطی در مناطق وسیع تنها از طریق سنجش از دور قابل انجام می‌باشد. پردازش و استفاده از داده‌های سنجش از دور منجر به نتایج قابل توجهی در مطالعه خاک و گیاه شده است. مقادیر دمای به دست آمده از طریق سنجنده‌های ماهواره‌ای در بسیاری از مطالعات زیست محیطی مانند نظارت بر آتش سوزی، خاک و زمین شناسی به کار گرفته شده است (Bonn et al, ۱۹۹۳, Li et al, ۲۰۱۳, Sayão et al, ۲۰۱۸). در این زمینه، نظارت بر LULC و LST وظیفه‌ای ضروری برای پایش محیطی یک منطقه به شمار می‌آید. این امر توسط فیضی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، ترن و همکاران (۲۰۱۷) و پال و زباول (۲۰۱۷) در زمینه نظارت بر فعالیت‌های انسانی مانند جنگل‌زدایی، رشد شهری و گسترش کشاورزی به تایید رسیده است. نقشه‌های کاربری زمین و LST در طی سال‌های اخیر امکان شناسایی پویایی کاربری زمین و ارزیابی غیر مستقیم رشد اقتصادی و بهره‌برداری از منابع طبیعی را میسر ساخته است. چنین محصولات سنجش از دوری در مناطقی که پتانسیل زیادی در افزایش تولید مواد غذایی دارند بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با این حال، چنین افزایشی مستلزم گسترش اراضی کشاورزی است که منجر به تغییرات مداوم در کاربری زمین و افزایش سطح خاک برهنه می‌شود. گسترش کشاورزی در مناطق حاصلخیز جهان در قرن حاضر عمدتاً به دلیل تقاضای رو به رشد تولید مواد غذایی و سوخت زیستی بوده است (Laurance et al, ۲۰۱۴). (چنین گسترشی ممکن است اثرات زیست محیطی متعددی را از قبیل تخریب منابع خاک در اثر شیوه‌های اشتباه مدیریتی و تغییر دمای سطح محلی باعث گردد. با ادغام سیستم‌های کشاورزی، دوره‌های قرارگیری خاک در معرض هوا بیشتر شده و این نگرانی‌ها افزایش می‌یابد. تاثیر رخدادهای فصلی خاک بایر بر روی سطح زمین در تحقیقات اندکی مورد بررسی قرار گرفته است. فال و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از نقشه‌های کاربری زمین، تغییرات دما را در مقیاس محلی و ناحیه‌ای ایالات متحده مورد مطالعه قرار داده و تاکید کردند که تبدیل کاربری زمین اغلب باعث افزایش دمای سطح زمین می‌گردد. شهر نشینی و تبدیل زمین‌ها به اراضی بایر به عنوان محرک‌های اصلی تغییر دما در نظر گرفته شده و عمدتاً با شرایط گرمایشی مرتبط می‌باشند.

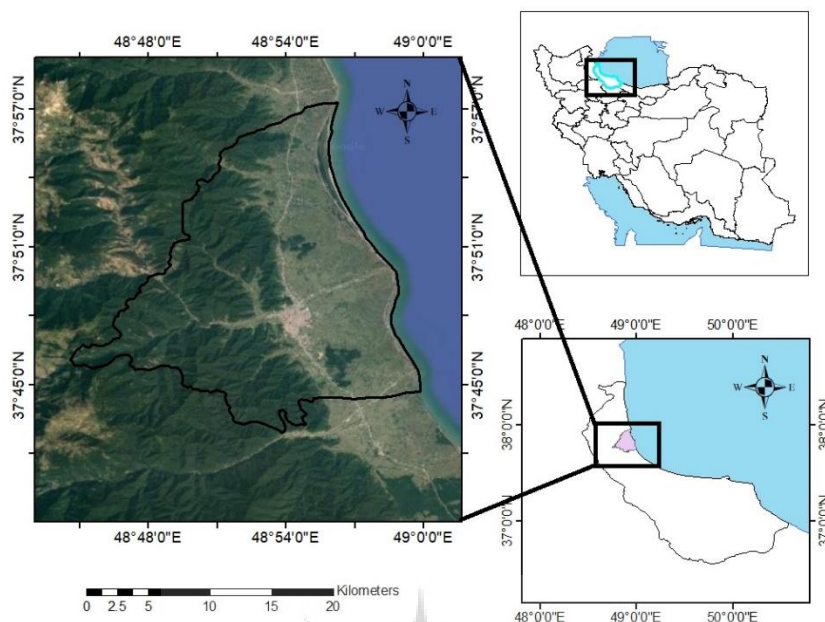
در ایران تحقیقات مختلفی در زمینه تغییرات کاربری زمین انجام شده است. اسلمی و همکاران (۱۳۹۴) در استخراج کاربری و پوشش اراضی از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا استفاده نمودند. نتایج نشان داد که هر سه روش توانستند صحتی قابل قبول برای نقشه‌های کاربری اراضی ارائه دهند. شنائی و زارعی (۱۳۹۵)

الگوریتم‌های طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبانی و حداکثر احتمال را در تهیه نقشه کاربری زمین مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که هر سه الگوریتم طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبانی و حداکثر احتمال قابلیت تهیه نقشه کاربری اراضی را با صحت بالا دارا می باشند. نجفی و همکاران (۱۳۹۶) در طبقه بندی کاربری زمین در حوزه چشمه کیله از مدل ماشین بردار پشتیبانی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با افزایش درجه پلی نومیال مرز بین کلاس ها بهتر تفکیک شده و در قسمت هایی که از نظر طیفی نزدیک به هم بودند موفق تر عمل نمود. جهانبخشی و اختصاصی (۱۳۹۷) عملکرد روش های جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبانی و بیشترین شباهت را در تهیه نقشه کاربری اراضی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل ماشین بردار پشتیبانی نسبت به دو مدل قبلی از بیشترین قابلیت برخوردار است. روستایی و همکاران (۱۳۹۸) روش پیکسل پایه یا بیشترین شباهت را با مدل شی گرا یا ماشین بردار پشتیبانی در طبقه بندی کاربری اراضی مقایسه نمودند. مقایسه نتایج مربوط به صحت کلی و ضریب کاپای طبقه بندی ها نشان می دهد که روش طبقه بندی شی گرا با افزایش دقت معادل  $5/6$  درصد صحت کلی و  $0/04$  درصد ضریب کاپا، در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از دقت بالاتری برخوردار است. عبدلی و حقیقی (۱۳۹۹)، روش های طبقه بندی ماشین بردار پشتیبانی شبکه عصبی مصنوعی را در تهیه نقشه کاربری اراضی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل ماشین بردار پشتیبانی نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی از ضریب کاپای بالاتری برخوردار بوده است. بررسی روند تغییرات کاربری اراضی با این روش مشخص کرد که در طی دوره بررسی شده، مساحت کاربری های پیکره آبی، پوشش علفی و کشاورزی کاهش یافته است در حالی که کلاس کاربری باتلاقی، درختی و بدون پوشش افزایش یافته است. با توجه به موارد ذکر شده، اهداف این تحقیق، ارزیابی تغییرات دمای سطح زمین توسط تصاویر ماهواره ای با داده های چند زمانه به عنوان تابعی از تغییرات پوشش زمین و خاک بایر و تعیین تاثیر تغییرات کاربری زمین و خاک بایر در اراضی کشاورزی بر سطح دما در طول زمان می باشد. انتظار می رود که مناطق با پوشش گیاهی قابل توجه، دمای سطح پایین تری را در مقایسه با نواحی بایر به همراه داشته باشند.

## داده ها و روش کار

### • قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی  $48$  درجه و  $47$  دقیقه و  $55$  ثانیه تا  $49$  درجه طول شرقی و  $37$  درجه و  $44$  دقیقه تا  $37$  درجه و  $57$  دقیقه عرض شمالی در محدوده شهر تالش و در سواحل دریای خزر و دامنه های غربی رشته کوه البرز واقع شده است. از نظر زمین شناسی بخش عمده سازندهای تشکیل دهنده منطقه از نوع آهک های کرتاسه دوران مزوزئیک بوده و چین خوردگی های لارامید باعث شکل گیری این منطقه شده و در مراحل بعدی کوهزایی در فاز پیرینه، ساوین و پاسادنین تکامل یافته است. از نظر شرایط اقلیمی از آنتی سیکلون سیبری تاثیر پذیرفته که بعد از عبور از روی دریای خزر باعث بارندگی های گسترده در ناحیه انزلی شده و در این نواحی بارش به بیش از  $800$  میلیمتر می رسد. این منطقه پوشیده از جنگل های هیرکانی بوده و تا خارج از کشور ایران تداوم می یابد.



شکل ۱: محدوده منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های تالش

#### • روش کار

تصاویر ماهواره ای لندست ۵ و لندست ۸ شامل محدوده‌های طیفی و مادون قرمز حرارتی از سازمان زمین‌شناسی آمریکا دانلود گردید. لندست ۵ دارای سنجنده‌های TM و MSS بوده که داده‌های تصویری را با وضوح ۳۰ متر بین مناطق مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز کوتاه و مادون قرمز حرارتی با وضوح ۱۲۰ متر ارائه می‌دهد در حالیکه لندست ۸ دارای سنجنده‌های تصویرگر زمین عملیاتی (OLI) و مادون قرمز حرارتی (TIRS) است که داده‌هایی را با وضوح ۳۰ متر و ۱۰۰ متر ارائه می‌دهد. پردازشگر سطح یک لندست باندهای نوری را در مقادیر بازتاب سطحی و باندهای حرارتی را در مقادیر روشنایی با اندازه پیکسل ۳۰ متری ارائه می‌دهد. باند حرارتی لندست ۵ شامل طول موج‌های ۱۰۳۱۰ تا ۱۲۳۶۰ نانومتر بوده در حالیکه لندست ۸ دارای دو باند حرارتی است که اولی در محدوده ۱۰۶۰۰ تا ۱۱۱۹۰ نانومتر و دومی در محدوده ۱۱۵۰۰ تا ۱۲۵۱۰ نانومتری قرار دارد (سازمان زمین‌شناسی آمریکا، ۲۰۱۶).

در دوره مورد مطالعه، دو تصویر برای دو دوره اقلیمی در سال انتخاب شد که یکی به فصل خشک و دیگری مربوط به فصل مرطوب می‌باشد. در انتخاب تصاویر، تصاویر ابری و نارسا حذف شدند. تنها در مواردی که هیچ تصویر بدون ابری در طول دوره مورد مطالعه برای منطقه موجود نبوده استشنا در نظر گرفته شده است. در مجموع، ۸ تصویر از داده‌های ۳۱ می و ۴ آگوست ۱۹۸۶، ۱۳ می و ۴ اکتبر ۱۹۹۷، ۲۵ می و ۱۶ اکتبر ۲۰۱۳ و ۳ ژوئن و ۱۸ نوامبر ۲۰۲۲ تهیه گردید. تمامی تصاویر به جز تصاویر مربوط به سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ که متعلق به لندست ۸ می‌باشد به لندست ۵ تعلق دارند.

در بررسی LULC از دو روش طبقه‌بندی بیشترین شباهت (MLC) و ماشین بردار پشتیبانی (SVM) استفاده شد (Chen et al, ۲۰۰۶; Berberoglu et al, ۲۰۰۷). طبقه‌بندی بیشترین شباهت، وزن میانگین فاصله را با استفاده از پارامترهای آماری توزیع پیکسل‌ها در یک طبقه برآورد میکند (Berberoglu et al, ۲۰۰۷). انتخاب نواحی مهم مبتنی بر

داده های یک منطقه و ویژگی های طیفی می باشد. شاخص LULC به چهار طبقه کشاورزی، زمین بایر، جنگل و شرایط آبی تقسیم شدند. پس از آن برای هر کلاس در مناطق نمونه برداری شده، پولیگون هایی ایجاد شد. تحلیل توصیفی تصاویر طبقه بندی شده در Arc GIS برای ارزیابی تغییرات کاربری زمین در بازه زمانی مختلف انجام گرفت. صحت سنجی نقشه طبقه بندی شده با بهره گیری از ضریب کاپا و بر اساس ۱۰۰ نقطه تصادفی برای هر نقشه در تمامی طبقات LULC صورت گرفت (Cohen, ۱۹۶۰). در روش ماشین بردار پشتیبانی (SVM) نیز ترکیب ۷ باند در ماهواره های لندست ۵ و ۸ صورت گرفته و تصویر حاصله برای آموزش و ذخیره پولیگون های انتخاب شده از هر کاربری ذخیره گردیده و طبقه بندی انجام گرفت. نتایج فوق نیز با انتخاب ۱۰۰ نقطه تصادفی بوسیله ضریب کاپا صحت سنجی شد.

برآورد LST از طریق انجام محاسباتی در محیط Arc GIS انجام گرفت. ابتدا اعداد دیجیتالی (DN) باندهای حرارتی به تابش در بالای جو تبدیل شدند (معادله ۱). پس از آن با فرض اینکه تابش به صورت یکنواخت بوده و دما به صورت دمای جسم سیاه است، تابش طیفی به دمای روشنایی تبدیل شد (معادله ۲) (سازمان زمین شناسی آمریکا ۲۰۱۶).

$$L\lambda.DN+AL \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله  $L\lambda$  تابش طیفی بالای اتمسفر،  $ML$  فاکتور درجه بندی شده تابش برای باند،  $DN$  اعداد دیجیتالی و  $AL$  فاکتور درجه بندی شده افزودنی تابشی در باند ۱۰ می باشد (مقادیر فوق از فایل متادیتای دانلود شده از تصویر لندست به دست می آید).

$$TB=K2/\ln(K1/L\lambda+1) \quad \text{معادله ۲}$$

در این معادله  $TB$  دمای روشنایی بوده و  $K1$  و  $K2$  ثابت های ویژه باند حرارتی است که از فایل متادیتای لندست به دست می آید و  $L\lambda$  تابش طیفی بالای اتمسفر می باشد. انتشار سطح زمین (LSE) برای تبدیل  $TB$  به  $LST$  ضروری بوده و با استفاده از روش پیشنهادی سابرنو و راسونی (۲۰۰۰) و با بهره گیری از الگوریتم تخمین تفاوت نرمال شده شاخص گیاهی (NDVI) محاسبه میشود. شاخص  $NDVI$  یک شاخص طیفی است که به طور گسترده برای شناسایی وجود پوشش گیاهی در تصاویر ماهواره ای استفاده می شود (Rouse et al, ۱۹۷۴: ۳۱۴).

$$NDVI=(NIR-Red)/(NIR+Red) \quad \text{معادله ۳}$$

در این معادله  $NIR$  مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و  $Red$  مقدار بازتاب در نور قرمز است. برای لندست ۵ مقدار  $NIR$  در باند ۴ و برای لندست ۸ در باند ۵ قرار داشته و باند قرمز برای لندست ۵ در باند ۳ و برای لندست ۸ در باند ۴ واقع شده است.

وارونگی تابع پلانک برای تخمین  $LST$  مورد استفاده قرار گرفته و از  $LSE$  برای تصحیح اختلاف انتشار بین جسم سیاه و اهداف زمین استفاده می کند. راجرز و کارنی (۲۰۰۴) عنوان کردند که این روش کارآمد می باشد زیرا تخمین  $LST$  به پارامترهای اتمسفری وابسته نبوده و این امر ممکن است باعث ایجاد خطا گردد. دمای به دست آمده بر حسب کلوین بوده و با تفریق مقدار  $273/15$  به درجه سانتیگراد تبدیل می شود.

$$\text{LST} = \text{TB} / (1 + ((\lambda \cdot \text{TB}) / P) \cdot \ln(E)) \quad \text{معادله (۴)}$$

در این معادله LST دمای سطح زمین، TB دمای درخشندگی،  $\lambda$  طول موج تابش ساطع شده، P ضریب ثابت به دست آمده از ضریب پلانک، ضریب بولتزمن و سرعت نور بوده و E مقدار LSE بر حسب مقادیر NDVI می باشد. تغییرات کاربری زمین (LULC) بر اساس تصاویر لندست ۵ و ۸ در بازه زمانی ۳۶ ساله ارزیابی شده و میانگین LST برای هر شاخص با تفکیک فصل و در طول زمان برآورد گردید. به منظور ارزیابی تغییرات LST برای هر شاخص از LULC، دو تصویر از سال ۱۳۶۵ و دو تصویر برای سال ۱۴۰۱ انتخاب شد. این تاریخ‌ها، شروع و پایان سری زمانی لندست را برای این تحقیق نشان می دهد. چنین فرض شده که با توجه به تغییرات کاربری در طولانی ترین دوره زمانی، بیشترین تفاوت در مجموعه داده‌ها مشاهده شود. در نتیجه، LST ممکن است الگوهای متمایزی را در کاربری زمین نشان دهد. سه شاخص طیفی برای نشان دادن طبقات اصلی کاربری زمین محاسبه شده و بین آنها با شاخص LST همبستگی برقرار گردید. شاخص NDVI نشان دهنده پوشش گیاهی می باشد. شاخص تفاوت نرمال شده آب (NDWI) به وسیله مک فیتز (۱۹۹۶) پیشنهاد شده که وضعیت آب را مورد بررسی قرار می دهد. شاخص تفاوت نرمال شده خاک بایر (NDSI) توسط راجرز و کارنی (۲۰۰۴) پیشنهاد شده و نشان دهنده وضعیت خاک بایر می باشد. ضریب همبستگی پیرسون بین LST و شاخص‌های طیفی فوق از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ برای هر دو بازه زمانی خشک و مرطوب محاسبه شد.

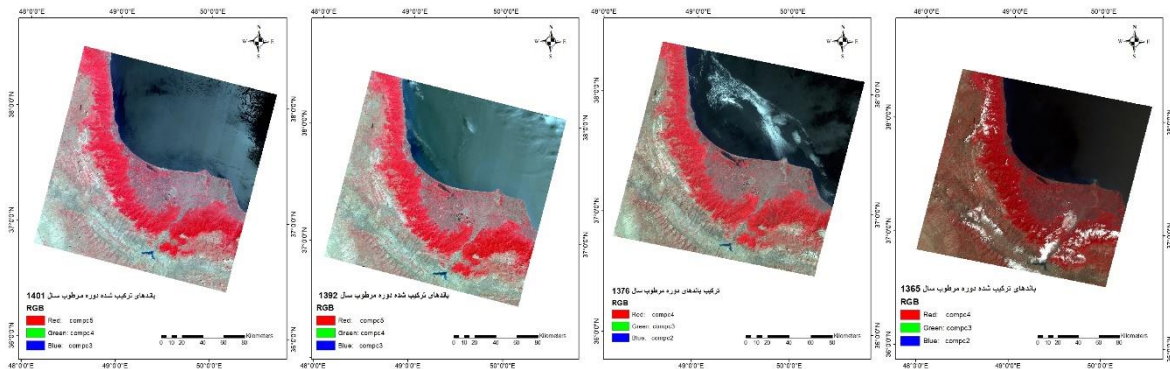
$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) \quad \text{معادله ۵}$$

$$\text{NDSI} = (\text{SWIR}_1 - \text{NIR}) / (\text{SWIR}_1 + \text{NIR}) \quad \text{معادله ۶}$$

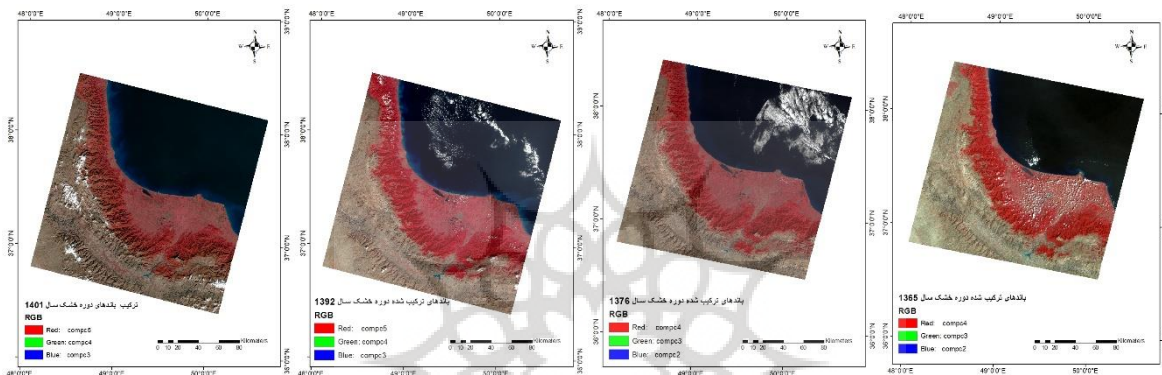
در این معادلات Green مقدار بازتاب در باند سبز بوده و در لندست ۵ معرف باند ۲ و در لندست ۸ معرف باند ۳ می باشد. عبارت NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک را نشان می دهد. این مقدار در لندست ۵ باند ۴ و در لندست ۸ باند ۵ می باشد. عبارت SWIR<sub>۱</sub> مقدار بازتابی مادون قرمز موج کوتاه بوده که در لندست ۵ باند ۵ و در لندست ۸ باند ۶ را نشان می دهد.

### شرح و تفسیر نتایج

برای ترسیم نقشه کاربری اراضی در هر یک از دو مدل SVM و MLC بایستی قبل از آموزش تصویر، باندهای ۷ گانه لندست ۵ و ۸ با یکدیگر ترکیب شوند تا تصویر واحدی حاصل شده و آموزش داده شود. تصاویر حاصل از ترکیب باندها برای تمامی یک تصویر انجام می شود. تصاویر حاصله برای هر دو فصل مرطوب و خشک در زیر نمایش داده می شود.



شکل ۲. باندهای ۷ گانه ترکیب شده برای آموزش دوره مرطوب در مدل های SVM و MLC

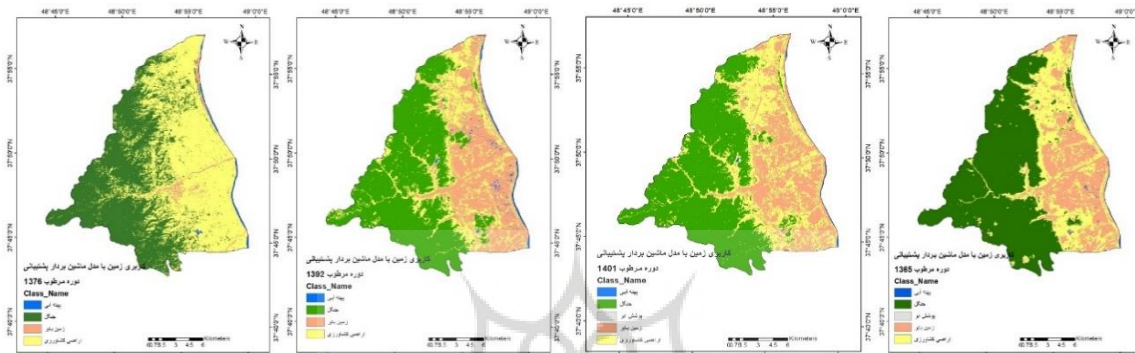


شکل ۳. باندهای ۷ گانه ترکیب شده برای آموزش دوره خشک در مدل های SVM و MLC

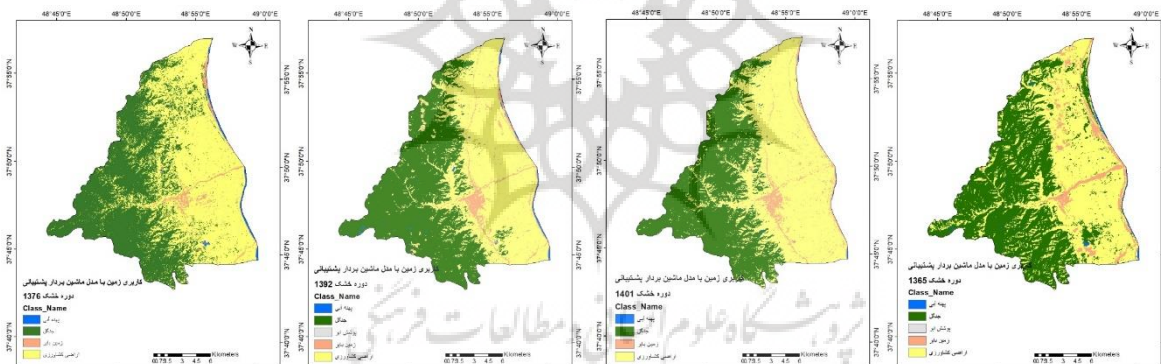
صحت سنجی نقشه های کاربری زمین برای مدل SVM و MLC، مقادیر کاپا را به ترتیب معادل ۰/۷۸۰۲ و ۰/۵۳۲۸ برآورد نمود. به طور کلی با توجه به طبقه بندی های لندیس و کاج (۱۹۷۷) می توان نقشه هایی را با کیفیت بهتری ترسیم کرد. کاربری غالب منطقه، پوشش جنگلی است که به طور متوسط ۴۷ درصد از کل منطقه را در دوره مورد مطالعه پوشش می دهد.

به طور کلی، زمین های بایر در طول سال ها کاهش یافته است. زمین های بایر در سال ۱۳۶۵ به ترتیب حدود ۲۲/۷ و ۵/۴۶ درصد از مساحت مورد مطالعه را در فصول مرطوب و خشک به خود اختصاص داده اند. در مقابل، این طبقه به ترتیب ۲۴/۳ و ۴ درصد از کاربری را در سال ۱۴۰۱ در فصل مرطوب و خشک به خود اختصاص داده است. با توجه به غلبه کشت برنج در منطقه و توسعه فناوری های افزایش بهره وری آن، احتمالاً مناطق مرتعی تخریب شده با مناطق کشت شده جایگزین شده است. مناطق جنگلی در طول سال ها تغییرات قابل توجهی در منطقه داشتند اگر چه میزان آن به تناسب فصول مرطوب و خشک تفاوت داشته است. با توجه به اینکه این منطقه شامل جنگل های بومی از جمله پوشش گیاهی ساحلی و همچنین درختان در مراحل مختلف زادآوری است شناسایی علل چنین تغییراتی دشوار است. عامل دیگری که می تواند به تغییرات مناطق جنگلی منجر گردد پدیده جنگل زدایی است. اگر چه این پدیده به شدت توسط قوانین زیست محیطی کنترل می شود اما ممکن است همچنان در مقیاس کوچک رخ داده باشد. علاوه بر این، طبقه بندی نادرست کاربری زمین توسط سیستم

طبقه بندی بیشترین شباهت و ماشین بردار پشتیبانی نیز می‌تواند منجر به چنین تغییراتی شود. به طور کلی کاهش در خاک بایر دیده می‌شود. پهنه جنگلی در بازه زمانی ۳۶ سال با کاهش ۲۰ درصدی مواجه گردیده است. لیکن تغییر آن در مقایسه با تغییر زمین بایر و اراضی کشاورزی قابل توجه نمی‌باشد. اراضی کشاورزی با افزایش ۲۱۷ درصدی مواجه شده است. لیکن تخریب مراتع و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی مقادیر بالایی را نشان می‌دهد. در دوره های مرطوب و خشک، وسعت اراضی بایر تغییرات قابل توجهی داشته است. در دوره مرطوب سال ۱۴۰۱ میزان آن از ۷۳ کیلومتر مربع به ۱۲ کیلومتر مربع در دوره خشک رسیده است.



شکل ۴. تغییرات کاربری زمین در دوره مرطوب با مدل ماشین بردار پشتیبانی (SVM)



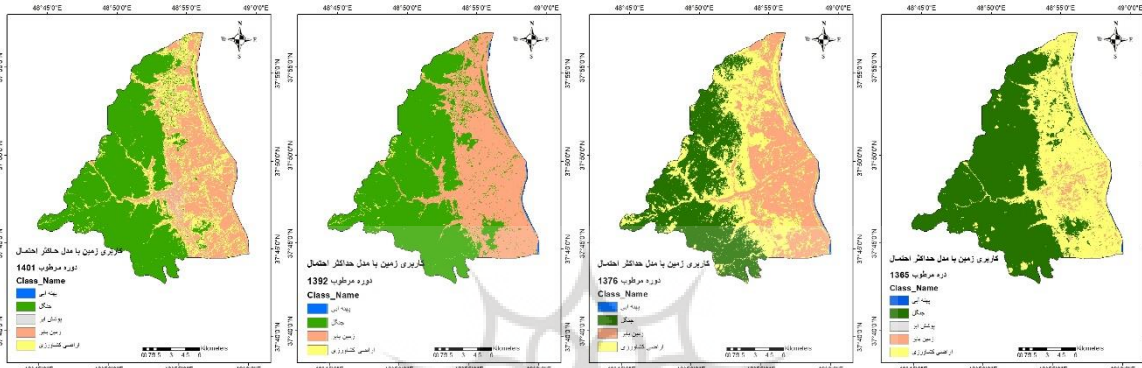
شکل ۵. تغییرات کاربری زمین در دوره خشک با مدل ماشین بردار پشتیبانی (SVM)

جدول ۱. مساحت کاربری های زمین بر حسب کیلومتر مربع در مدل ماشین بردار پشتیبانی

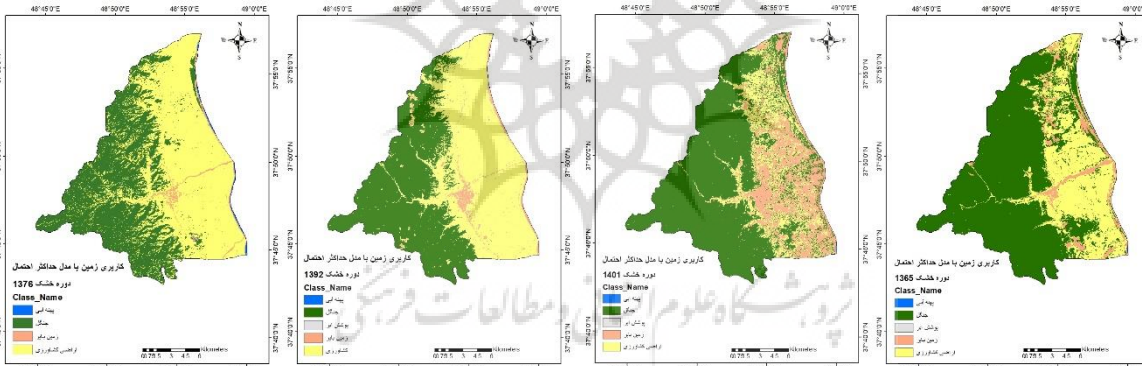
کاربری سال ۱۴۰۱		کاربری سال ۱۳۹۲		کاربری سال ۱۳۷۶		کاربری سال ۱۳۶۵		نوع کاربری
دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	
۰/۸	۰/۸	۱/۲	۳/۹	۲/۲	۲/۲	۱/۷	۱/۰۱	پهنه آبی
۱۲۴/۱	۱۴۳/۵	۱۳۶/۷	۱۴۴/۲	۱۳۴/۴	۱۳۴/۴	۱۳۹/۳	۱۵۵/۸	جنگل
۱۶۳/۷	۸۳/۲	۱۴۸/۷	۶۷/۸	۱۵۶/۳	۱۵۶/۳	۱۴۳/۱	۷۵/۴	اراضی کشاورزی
۱۲	۷۳	۱۳	۸۴/۷	۷/۷	۷/۷	۱۶/۴	۶۸/۲	زمین بایر



مقادیر به دست آمده برای کاربری های زمین در مدل MLC متفاوت از مدل SVM می باشد. این در حالیست که آموزش تصویر حاصله برای هر دو مدل، همزمان انجام گرفته است. مقادیر ضریب کاپا قابلیت مدل SVM را نسبت به مدل MLC نشان می دهد. با این حال مقادیر حاصل از این مدل نیز در این بخش شرح داده شده است. پهنه جنگلی در این مدل از ۱۶۹/۵ کیلومتر مربع در سال ۱۳۶۵ به ۱۵۷/۴ کیلومتر مربع در سال ۱۴۰۱ رسیده و کاهشی معادل ۱۲/۱ کیلومتر مربع را نشان می دهد. بزرگترین مشکل این مدل در تشخیص مزارع و زمین های بایر می باشد. تشخیص پوشش جنگلی کمترین مشکل را در بین این دو مدل دارا می باشد.



شکل ۶. تغییرات کاربری زمین در دوره مرطوب با مدل طبقه بندی بیشترین شباهت (MLC)

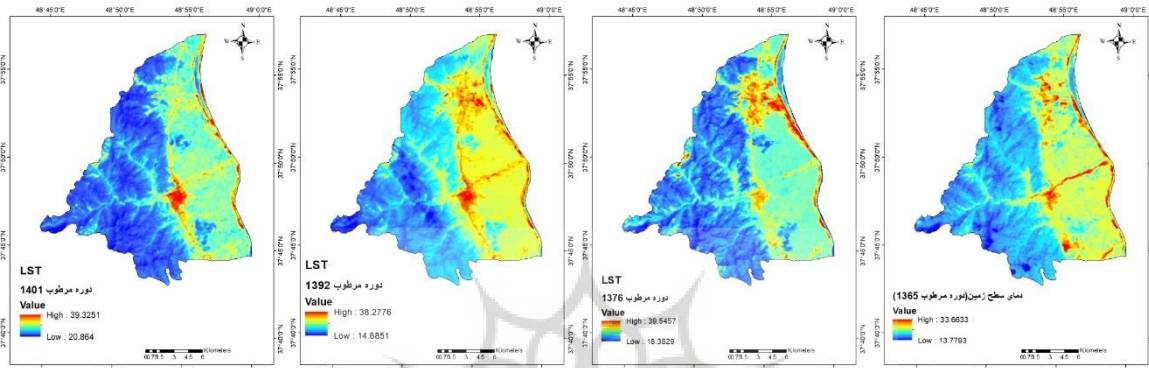


شکل ۷. تغییرات کاربری زمین در دوره خشک با مدل طبقه بندی بیشترین شباهت (MLC)

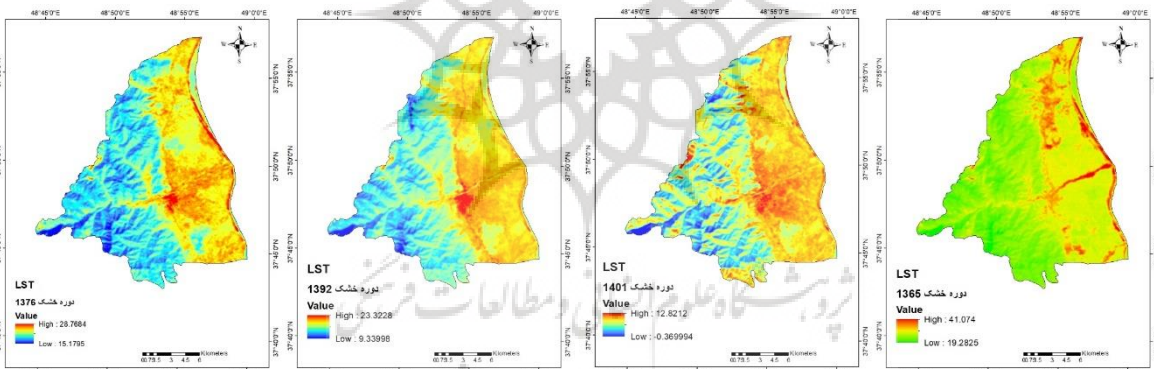
جدول ۲. مساحت کاربری های زمین بر حسب کیلومتر مربع در مدل طبقه بندی بیشترین شباهت (MLC)

کاربری سال ۱۴۰۱		کاربری سال ۱۳۹۲		کاربری سال ۱۳۷۶		کاربری سال ۱۳۶۵		نوع کاربری
دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	دوره خشک	دوره مرطوب	
۰/۰۹	۰/۱۱	۰	۱/۷	۱/۲۸	۱	۰/۲۱	۰/۷۲	پهنه آبی
۱۸۵/۸	۱۵۷/۴	۱۳۳	۱۷۲	۱۲۷	۱۰۸/۰۵	۱۹۲/۷	۱۶۹/۵	جنگل
۵۲/۴	۵۸/۴	۱۵۷	۶/۶	۱۶۶/۴	۱۰۰	۸۸/۴	۱۲۰/۲	اراضی کشاورزی
۶۲/۰۵	۸۱/۷	۹/۸	۱۲۰/۳	۵/۸	۹۱/۴	۱۹/۳	۱۰	زمین بایر

نقشه های LST برای فصول خشک و مرطوب، تغییرات دما را در طول سال های بررسی شده نشان می دهد. بالاترین دما به میزان ۴۱/۰۷ درجه سانتیگراد در دوره خشک سال ۱۳۶۵ رخ داده است. از بررسی تصاویر مشاهده می شود که در ارتفاعات غربی که پهنه جنگلی را در خود جای داده است کمترین مقادیر دما را برخوردار بوده اند. منطقه شهری بیشترین دما را نشان داده است. در بخش شمالی منطقه از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ دمای سطح زمین کاهش یافته که علت آن تبدیل اراضی بایر به زمین های کشاورزی می باشد. اختلاف دما بین بخش جنگلی و محدوده ساحلی و شهری بین ۱۱ تا ۲۲ درجه بوده است.



شکل ۸. دمای سطح زمین در دوره های مرطوب از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



شکل ۹. دمای سطح زمین در دوره های خشک از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱

با در نظر گرفتن رابطه بین LST و LULC، مناطق خاک بایر بالاترین میانگین دمای سطح را ارائه داده اند. این امر با یافته های ماستر و همکاران (۲۰۱۵) مبنی بر افزایش دما در سطح خاک بایر مطابقت دارد. قرارگیری در معرض سطح خاک، فرایند تبادل انرژی در خاک را تغییر می دهد. در واقع، خاک یک منبع حرارتی اصلی بوده و تغییر در کاربری و پوشش زمین می تواند منجر به تغییرات دمای سطح شود.

علاوه بر پهنه های آبی، مناطقی با پوشش گیاهی مانند اراضی کشاورزی و جنگل کمترین میانگین LST را داشته اند. فرایند فوق به این دلیل رخ داده است که پوشش گیاهی قادر است به طور انتخابی انرژی خورشید را جذب و منعکس کرده و گرمای حفظ شده در خاک را به شکل تعرق کاهش دهد (Yuan et al, ۲۰۱۷). پوشش های گیاهی مانند مراتع دمای

بالاتری نسبت به پوشش گیاهی متراکم داشته اند. در فصل مرطوب، میانگین LST در مناطق خاک برهنه و مراتع بالاتر بوده است. از سوی دیگر در فصل خشک نیز LST در مناطق مرتعی بیشتر بوده است. پهنه آبی، مناطق جنگلی و در نهایت اراضی کشاورزی کمترین LST را داشته اند. در واقع، رفتار LST در رابطه با خاک لخت و مرتع مشابه است زیرا این دو کاربری دارای ویژگی های خاک برهنه می باشند که احتمالاً فرایند گرمایش سطح را تحت تاثیر قرار می دهند. علاوه بر این، الگوریتم مورد استفاده برای طبقه بندی کاربری زمین ممکن است این طبقات را با توجه به شباهت هایی که بین آنها وجود دارد به اشتباه طبقه بندی کند.

در فصل خشک، افزایش کلی در مقادیر میانگین LST از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ مشاهده شده است. علاوه بر این رشد شهرها و تغییر اقلیم نیز می تواند باعث افزایش دمای منطقه شده باشد. توزیع مقادیر LST بر اساس طبقات LULC از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ نشان داد که صرف نظر از دوره در نظر گرفته شده، کاربری هایی مانند پهنه آبی، جنگل و زمین کشاورزی کمترین مقادیر LST و مراتع و خاک برهنه بالاترین مقدار دمای سطح را نشان داده اند. مقادیر شاخص LST در مراتع مشابه خاک بایر بوده است. در واقع رابینز و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که مناطق مرتعی تخریب شده رفتاری مشابه خاک بایر داشته اند. عواملی مانند سو مدیریت باعث کاهش بهره وری مراتع و افزایش سطح خاک برهنه می گردد.

در تحلیل نمودار های پراکنش نیز مشاهده می شود که همبستگی بین LST و NDVI برای مناطق جنگلی و کشاورزی منفی می باشد. وجود پوشش گیاهی به دلیل فرایند تبخیر و تعرق با دمای خنک تری همراه است بنابراین مقادیر LST در مقایسه با سایر طبقات کاربری مقادیر کمتری را نشان می دهد. در پهنه مرتع، رابطه LST با NDVI به جز دوره خشک سال ۱۴۰۱، در سایر موارد منفی بوده است. با توجه به اینکه مقادیر متفاوت این سال مربوط به فصل خشک می باشد ممکن است حضور خاک برهنه در مناطق مرتعی باعث افزایش LST شده و منجر به همبستگی مثبت شود.

توان وضعیت عواملی مانند تغییرات پوشش گیاهی، نیاز آبی و اراضی بایر را بوسیله شاخص های طیفی به دست آورد. در بحث جنگل زدایی و تغییرات اراضی بایر و کشاورزی مدل های تغییر کاربری می توانند به نتایجی با درصد صحت متفاوت دست یابند لیکن شاخص NDVI و NDSI و تغییرات آنها می تواند اطلاعات دقیقتری را از وضعیت جنگل زدایی ارائه دهد. بررسی ها نشان می دهد که وسعت پوشش گیاهی تنک در سال ۱۳۶۵ معادل ۱۶۴/۹ کیلومتر مربع بوده و این میزان در سال ۱۴۰۱ به ۲۳/۸۲ کیلومتر مربع رسیده است. این میزان تغییر می تواند اشاره ای به تخریب جنگل داشته باشد. در مقابل پوشش گیاهی که کمی متراکم تر بوده است از ۴۵ کیلومتر مربع به ۱۶۲/۲ کیلومتر مربع رسیده که گسترش قابل توجهی را نشان می دهد. علت این امر کاهش تراکم پوشش گیاهی بوده است. می توان چنین استدلال کرد که جنگل زدایی به شکل تخریب کامل یک سطح نبوده و به صورت کاهش تراکم پوشش گیاهی عمل کرده است. در بحث زمین های بایر مشاهده می شود که از وسعت زمین های بایر به شکل قابل توجهی کاسته شده و به زیر کشت رفته است. این میزان از ۷۸ کیلومتر در سال ۱۳۶۵ به ۲۳/۸۲ کیلومتر در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است. این امر حکایت از کاهش ۳۰۰ درصدی این نوع اراضی داشته است.

جدول ۳. وسعت محدوده شاخص‌های طیفی بر حسب کیلومتر مربع

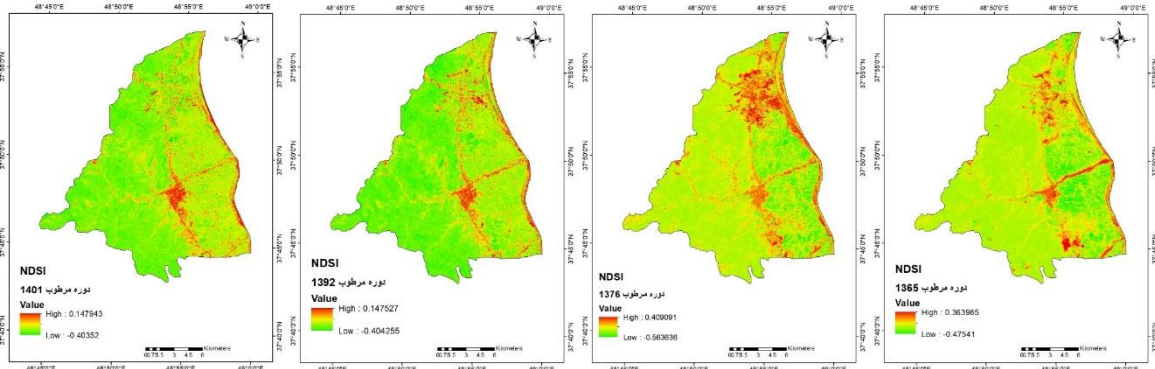
شاخص طیفی	نوع و وضعیت	محدوده	مساحت سال	مساحت سال	مساحت سال	مساحت سال
NDWI	کم	-۰/۵ تا -۰/۶۵	۱۳۳/۳	۱۶۱/۹	۴۰	۱۷/۳
	متوسط	-۰/۳ تا -۰/۵	۸۲/۷	۳۶/۳	۱۵۸/۲	۱۸۶/۹
	زیاد	-۰/۳ تا -۰/۱۵	۲۹/۴	۴۲	۴۶	۵۲/۸
	خیلی زیاد	-۰/۱۵ تا -۰/۵	۵۵/۱۶	۶۰/۲	۵۶	۴۳/۵
NDVI	کم	-۰/۳۰ تا ۰/۲۰	۵۶/۴	۸۵/۴	۶۶/۳	۵۱/۳
	متوسط	۰/۲ تا ۰/۴	۳۴/۲۵	۳۴/۹	۵۱/۷	۶۳/۲
	زیاد	۰/۴ تا ۰/۵۶	۴۵	۲۱/۵	۱۲۳/۹	۱۶۲/۲
	خیلی زیاد	۰/۵۶ تا ۰/۷۵	۱۶۴/۹	۱۵۷/۴	۵۸/۵۶	۲۳/۸
NDSI	پوشش گیاهی	-۰/۴ تا -۰/۱	۲۲۲/۵	۲۰۴/۸۹	۲۷۵	۲۷۶/۷۲
	زمین بایر	-۰/۱ تا ۰/۳۶	۷۸	۹۵/۶۷	۲۵/۶	۲۳/۸۲

همبستگی بین NDWI و آب در تمام موارد به جز سال ۱۴۰۱ مثبت می‌باشد. پهنه خاک بایر که توسط شاخص NDSI نشان داده شده است با همه سال‌ها، همبستگی مثبتی را با LST دارا می‌باشد. با افزایش سطح خاک برهنه انتظار می‌رود که افزایش کلی در میزان LST نیز رخ دهد. در واقع از بین شاخص‌های استفاده شده در این تحقیق، این شاخص تنها شاخصی است که با LST بیشترین همبستگی مثبت را داشته است. فصل خشک به علت تاثیر کم آب در رفتار طیفی پدیده‌ها ممکن است به عنوان مناسب‌ترین دوره برای انجام تحلیل همبستگی بین LST و LULC در نظر گرفته شود.

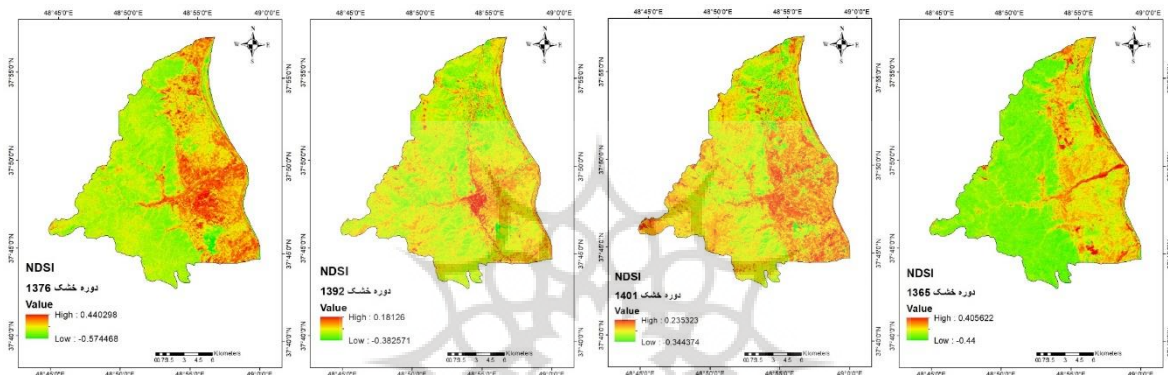
جدول ۴. مقادیر همبستگی بین LST و شاخص‌های طیفی

دوره مرطوب سال ۱۳۶۵		دوره خشک سال ۱۳۶۵		دوره مرطوب سال ۱۴۰۱		دوره خشک سال ۱۴۰۱		شاخص طیفی
R <sup>۲</sup>	همبستگی پیرسون	R <sup>۲</sup>	همبستگی پیرسون	R <sup>۲</sup>	همبستگی پیرسون	R <sup>۲</sup>	همبستگی پیرسون	
۰/۱۵	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۷۹	۰/۵۵	۰/۷۴	۰/۰۳	۰/۱۹	NDSI و LST
۰/۵۵	-۰/۱۷۴	۰/۴۵	-۰/۶۷	۰/۵۱	-۰/۷۱	۰/۰۸	۰/۳۱	NDVI و LST
۰/۴۹	۰/۷۱	۰/۳۴	۰/۵۸	۰/۴۵	۰/۶۷	۰/۱۵	-۰/۳۹	NDWI و LST

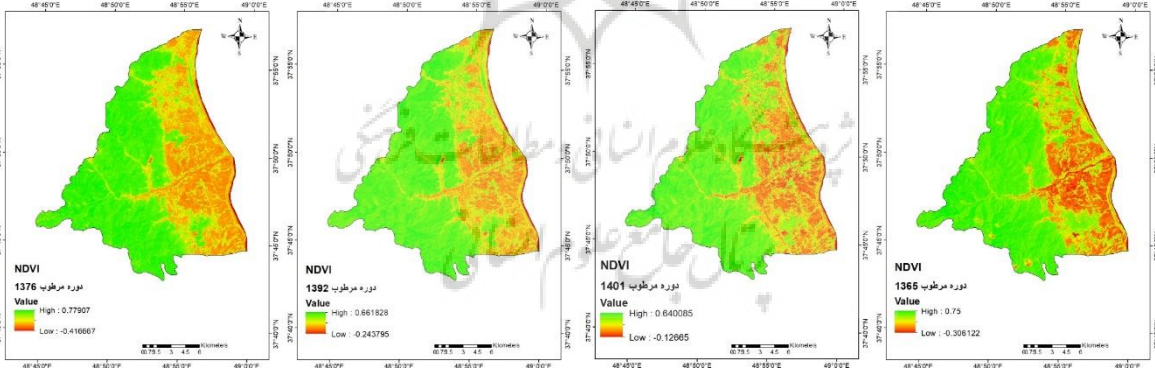
سان و همکاران (۲۰۱۲) بین LST و شاخص‌های طیفی مشابه تحلیل همبستگی انجام داده و پوشش گیاهی، پهنه آبی و خاک برهنه را مورد بررسی قرار دادند. لیکن مشابه این تحقیق این فرایند بر اساس تفکیک فصول انجام نگرفت. در یافته‌های نویسندگان فوق نیز بین LST و پوشش گیاهی همبستگی منفی و بین LST با زمین بایر همبستگی مثبت مشاهده شد.



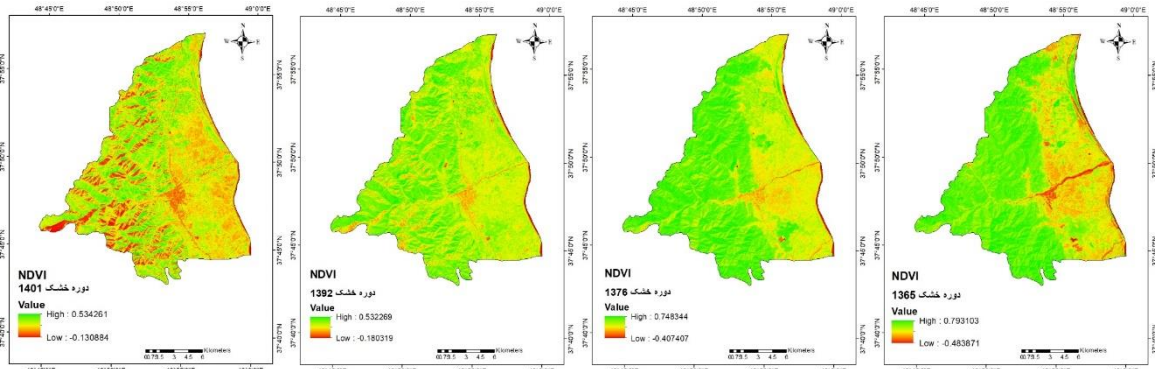
شکل ۱۰. شاخص NDSI برای دوره مرطوب در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



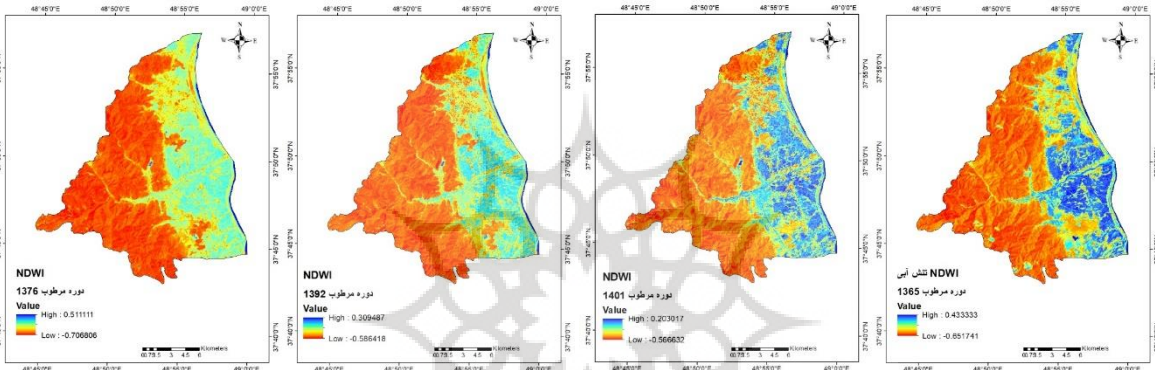
شکل ۱۱. شاخص NDSI برای دوره خشک در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



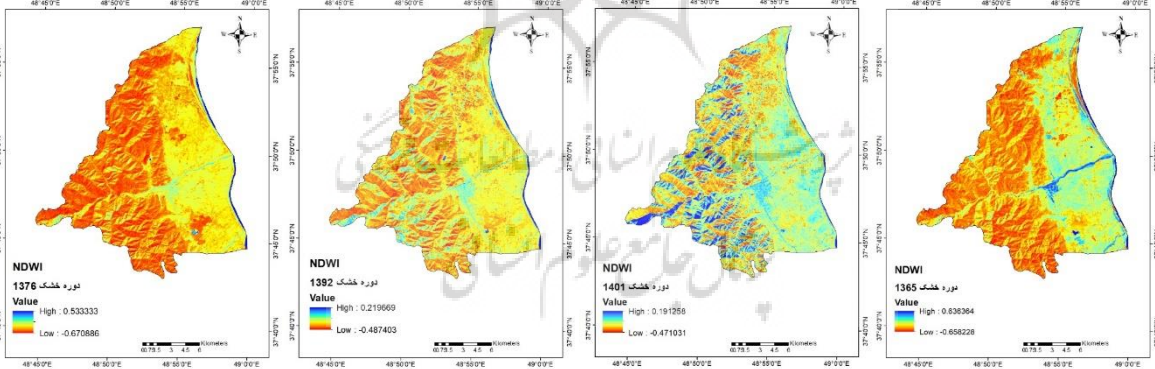
شکل ۱۲. شاخص NDVI برای دوره مرطوب در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



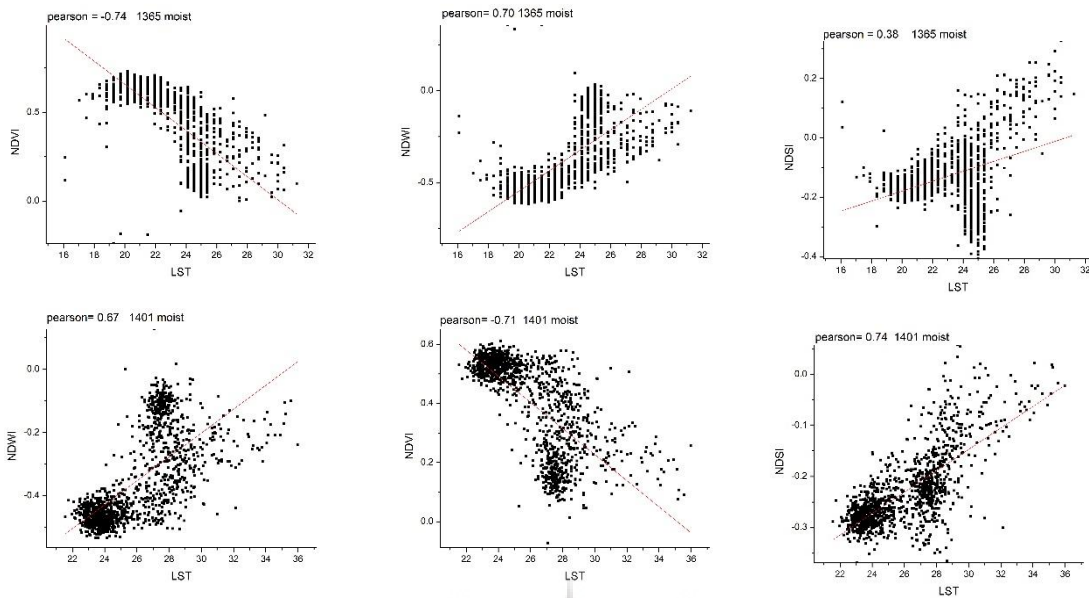
شکل ۱۳. شاخص NDVI برای دوره خشک در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



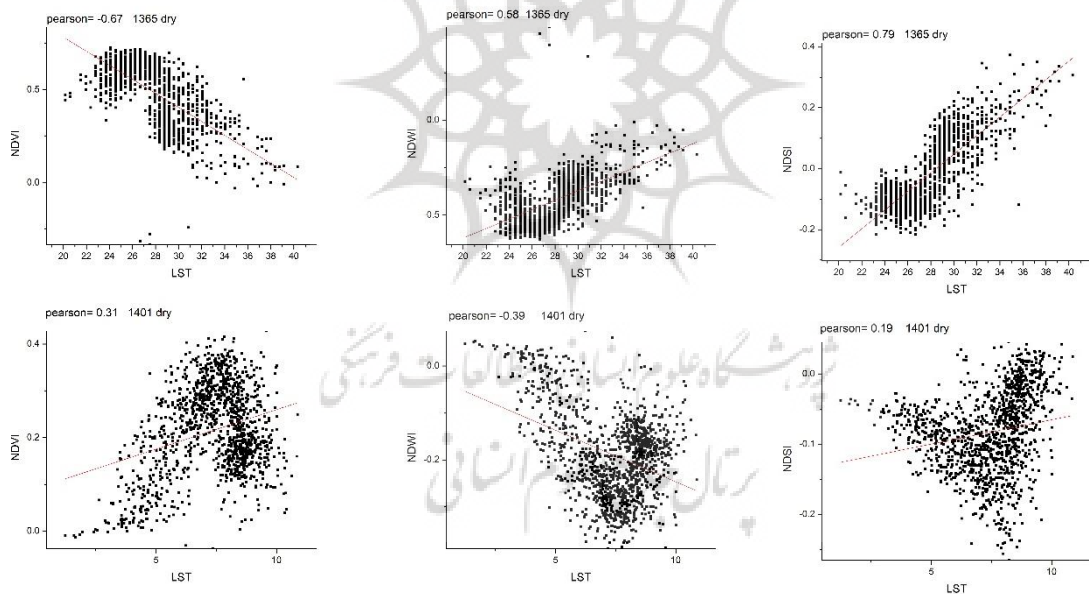
شکل ۱۵. شاخص NDWI برای دوره مرطوب در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



شکل ۱۶. شاخص NDWI برای دوره خشک در بازه سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱



شکل ۱۷. نمودار پراکنش و روابط همبستگی دوره مرطوب سال ۱۳۶۵ و ۱۴۰۱



شکل ۱۸. نمودار پراکنش و روابط همبستگی دوره خشک سال ۱۳۶۵ و ۱۴۰۱

### نتیجه‌گیری

بررسی تغییر کاربری زمین به طور گسترده‌ای از طریق تکنیک‌های سنجش از دور مورد بررسی قرار گرفته است. منطقه تالش به طور مشخص به کشت محصولات زراعی اختصاص یافته است. به منظور بررسی جنگل زدایی و توسعه زراعت، تغییرات ۳۶ ساله این منطقه بررسی شد. نگرانی‌های فزاینده در مورد اثرات زیست محیطی کشت محصولات زراعی منجر به تغییرات

مهمی در روش‌های برداشت شده و قوانینی نیز در این زمینه وضع شده است. با تبدیل مناطق بایر به نواحی تحت کشت، تغییرات عمده‌ای در سال‌های اخیر در منطقه مورد مطالعه به وقوع پیوست. تغییرات محسوس در LST را می‌توان هنگام ارزیابی نقشه‌های کاربری زمین تشخیص داد. در واقع رفتار LST در طول سال‌ها ممکن است به تغییر ویژگی‌های آب و هوایی در اثر تغییر کاربری زمین مرتبط باشد. بررسی سطح خاک در فصل خشک، روند گرم شدن زمین را نشان می‌دهد. در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای و تکامل تکنیک‌های پردازش تصویر، استفاده از آنها را در زمینه‌های مختلف به ویژه در علوم محیطی افزایش داده است. وضوح تصاویر و الگوریتم‌های به کار رفته برای طبقه‌بندی آنها ممکن است استخراج اطلاعات لازم را با محدودیت رو به رو سازد. با این حال، محصولات سنجش از دور را می‌توان به سرعت به دست آورده و تفسیر آنها ممکن است رفتارهای زیست محیطی، اجتماعی و سیاسی را آشکار سازد. دمای سطح زمین اطلاعات مهمی را در زمینه نقش کاربری اراضی و پوشش زمین بر روی فرایندهای بیلان انرژی ارائه می‌دهد. بنابراین هدف این تحقیق، ارزیابی جنگل‌زدایی و توسعه اراضی کشاورزی و نقش آن بر الگوهای LST در اثر تغییرات رخ داده در کاربری اراضی (LULC) می‌باشد. تغییرات کاربری زمین طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۱ عامل مهمی در تغییرات دمای سطح زمین بوده که به طور متوسط از ۱۳/۷ درجه سانتیگراد تا ۳۹/۵ درجه سانتیگراد در فصل مرطوب و ۰/۳۷- تا ۴۱/۰۷ درجه سانتیگراد در فصل خشک متغیر بوده است. پوشش گیاهی کمترین و تنش آبی و خاک بایر بیشترین مقادیر LST را نمایش داده‌اند. بیشترین همبستگی منفی به میزان ۰/۷۴- متعلق به شاخص NDVI در سال ۱۳۶۵ بوده و بیشترین همبستگی مثبت به میزان ۰/۷۹ متعلق به شاخص NDSI در سال ۱۳۶۵ می‌باشد. مساحت پهنه جنگلی کاهش ۲۰/۳ درصدی و اراضی کشاورزی افزایش ۲۱۷ درصدی را در ۳۶ سال نشان می‌دهند. زمین‌های بایر بیشترین تغییر را داشته و از ۶۸/۲ کیلومتر مربع به ۱۲ کیلومتر مربع کاهش یافتند. بر اساس نتایج حاصله می‌توان چنین عنوان کرد که نقشه‌های کاربری زمین و LST ابزار قدرتمندی در شناسایی تغییرات مهم در سطح زمین بوده و می‌توانند به عنوان داده‌های کمکی در مطالعات تغییرات آب و هوایی به کار گرفته شوند.

## منابع

- اسلمی، فرنوش؛ اردوان قربانی، بهروز سبحانی و محسن پناه‌نده. ۱۳۹۴. مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸. *سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۶: ۱۴-۱.
- جهانبخشی، فرشید و محمدرضا اختصاصی. ۱۳۹۷. ارزیابی عملکرد سه روش طبقه‌بندی تصویر (جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان و بیشترین شباهت) در تهیه نقشه کاربری اراضی. *نشریه علوم آب و خاک*، ۲۲: ۲۴۷-۲۳۵.
- شنانی، مانده و حیدر زارعی. ۱۳۹۵. مقایسه الگوریتم‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال در استخراج نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز ابوالعباس. *نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری*، ۱۰: ۸۴-۷۳.
- روستایی، شهرام؛ داوود مختاری، خلیل ولیزاده و لیلیا خدایی. ۱۳۹۸. مقایسه روش پیکسل پایه (بیشترین شباهت) و شی‌گرا (ماشین بردار پشتیبان) در طبقه‌بندی کاربری اراضی (منطقه اهر و ورزقان). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۸: ۱۲۹-۱۱۸.
- عبدلی، مهسا و مریم حقیقی. ۱۳۹۹. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه کاربری اراضی. *پژوهش و فناوری محیط زیست*، ۵: ۶۰-۴۷.



- نجفی، احمد؛ سارا عزیزی و محمد حسین مختاری. ۱۳۹۶. کاربرد ماشین بردار پشتیبان در طبقه بندی کاربری اراضی حوزه چشمه کیله چالکرو. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۸: ۹۲-۱۰۱.
- Allen, D.E.; B.P, Singh, and R.C, Dalal. ۲۰۱۱. Soil Health indicators under Climate Change: A Review of current Knowledge. In: Singh, B.P. (Ed.), Soil Health and Climate Change. *Springer, Heidelberg*, ۲۳: ۲۵-۳۵.
- Berberoglu, S.; F, Evrendilek. C, Ozkan, and C, Donmez. ۲۰۰۷. Modeling Forest productivity using Envisat MERIS data. *Sensors*, ۷: ۲۱۱۵-۲۱۲۷.
- Bonn, F.J.; and N.T, O'Neill. ۱۹۹۳. Thermal infrared remote sensing of soils: evolution, trends and perspectives. *Remote Sens. Rev*, ۷: ۲۸۱-۳۰۲.
- Chen, X.-L.; H.-M, Zhao. P.-X, Li, and Z.-Y, Yin. ۲۰۰۶. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sens. Environ*, ۱۰۴: ۱۳۳-۱۴۶.
- Cohen, J. ۱۹۶۰. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ. Psychol. Meas*, ۲۰: ۳۷-۴۶.
- Dousset, B.; and F, Gourmelon. ۲۰۰۳. Satellitemulti-sensor data analysis of urban surface temperatures and land cover. *ISPRS J. Photogrammetry Remote Sens*, ۵۸: ۴۳-۵۴.
- Fall, S.; D, Niyogi. A, Gluhovsky. R.A, Pielke. E, Kalnay, and G, Rochon. ۲۰۱۰. Impacts of land use land cover on temperature trends over the continental United States: assessment using the North American Regional Reanalysis. *Int. J. Climatol*, ۳۰: ۱۹۸۰-۱۹۹۳.
- Feizizadeh, B.; T, Blaschke. H, Nazmfar. E, Akbari, and H.R, Kohbanani. ۲۰۱۳. Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh County, Iran. *J. Environ. Plann. Manage*. ۵۶: ۱۲۹۰-۱۳۱۵.
- Landis, J.R, and G.G, Koch. ۱۹۷۷. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* ۳۳: ۱۵۹-۱۷۴.
- Laurance, W.F.; J, Sayer, and K.G, Cassman. ۲۰۱۴. Agricultural Expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol. Evol*, ۲۹: ۱۰۷-۱۱۶.
- Li, Z.; B, Tang, and H, Wu. ۲۰۱۳. Satellite- Derived Land Surface Temperature: Current Status and Perspectives. *Remote Sens. Environ*, ۱۳۱: ۱۴-۳۷.
- Mao, D.; Z, Wang. L, Luo, and C, Ren. ۲۰۱۲. Integrating AVHRR and MODIS data to monitor ° NDVI changes and their relationships with climatic parameters in Northeast China. *Int. J. Appl. Earth Observation Geoinformation*, ۱۸: ۵۲۸-۵۳۶.
- McFeeters, S.K. ۱۹۹۶. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens*, ۱۷: ۱۴۲۵-۱۴۳۲.
- Mondal, I.; Thakur, S.; Ghosh, P.B.; and De, T.K. ۲۰۲۱. Assessing the Impacts of Global Sea level rise (SLR) on the Mangrove Forests of Indian Sundarbans using Geospatial Technology, Geographic Information Science for Land Resource Management, ۱۱, Wiley, ۲۰۹-۲۲۸.
- Muster, S.; M, Langer. A, Abnizova. K.L, Young, and J, Boike. ۲۰۱۵. Spatio-temporal sensitivity of MODIS land surface temperature anomalies indicates high potential for large-scale land cover change detection in Arctic permafrost landscapes. *Remote Sens. Environ*, ۱۶۸: ۱-۱۲.
- Pal, S.; and S.k Ziaul. ۲۰۱۷. Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci*, ۲۰: ۱۲۵-۱۴۵.
- Robbins, G.B.; J.J, Bushell, and K.L, Butler. ۱۹۸۷. Decline in plant and animal production from ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *trichoglume*). *J. Agric. Sci*, ۱۰۸: ۴۰۷-۴۱۷.

- Rouse, J.W.; R.H, Haas. J.A, Schell, and D.W, Deering. ۱۹۷۴. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Earth Resources Technology Sattelite-۱ Symposium, *Greenbelt: NASA*, ۳۵۱: ۳۰۹-۳۱۷.
- Rogers, A.S, and M.S, Kearney. ۲۰۰۴. Reducing signature variability in unmixing coastal marsh Thematic Mapper scenes using spectral indices. *Int. J. Remote Sens*, ۲۵: ۲۳۱۷-۲۳۳۵.
- Sayão, V.M.; J.A.M, Demattê. L.G, Bedin. M.R, Nanni, and R, Rizzo. ۲۰۱۸. Satellite land surface temperature and reflectance related with soil attributes. *Geoderma*, ۳۲۵: ۱۲۵-۱۴۰.
- Sobrino, J.A, and N, Raissouni. ۲۰۰۰. Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: Application to Morocco. *International. Journal. Remote Sensing*, ۲۱: ۳۵۳-۳۶۶.
- Sun, Q., Wu, and Z J, Tan. ۲۰۱۲. The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. *Environmental Earth Sciences*, ۶۵: ۱۶۸۷-۱۶۹۴.
- Thakur, S.; Mondal, I.; Ghosh, P.B.; Das, P., and De, T.K. ۲۰۱۹. A review of the application of multispectral remote sensing in the study of mangrove ecosystems with special emphasis on image processing techniques, *J Spat Info Res*, ۲۳: ۱۲۳-۱۳۹.
- Tran, D.X.; F, Pla. P, Latorre-Carmona. S.W, Myint. M, Caetano, and H.V, Kieu. ۲۰۱۷. Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal Photogramm. Remote Sens*, ۱۲۴: ۱۱۹-۱۳۲.
- USGS. ۲۰۱۶. Landsat<sup>o</sup> (L<sup>o</sup>) data user's handbook. Document number LSDS: ۱۵۷۴ version Available at <https://landsat.usgs.gov/documents/>. (Accessed on March ۱, ۲۰۱۹).
- Weng, Q.; D, Lu, and J, Schubring. ۲۰۰۴. Estimation of land surface temperature- vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing Environment*, ۸۹: ۴۶۷-۵۴۸.
- Yuan, X.L.; W, Wang. J, Cui. F, Meng. A, Kurban, and P, Maeyer. ۲۰۱۷. Vegetation changes and land surface feedbacks drive shifts in local temperatures over Central Asia. *Sci. Rep*, ۷: ۳۲۸۷-۳۳۲۱.