

آشکارسازی واداشت‌های بازتاب سطحی پوشش اراضی استان لرستان با استفاده از

محصولات سنجنده MODIS

حامد حیدری؛ دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

داریوش یاراحمدی^۱؛ دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

حمید میرهاشمی؛ استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۹ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۳/۲۳

چکیده

مداخلات انسان در عرصه‌های طبیعی به‌صورت تغییر در کاربری اراضی منجر به ایجاد دومینویی از ناهنجاری‌ها و سپس مخاطرات محیطی شده است. این تغییرات گسترده و انباشتی در پوشش و کاربری اراضی، خود را به شکل ناهنجاری‌هایی از قبیل شکل‌گیری رواناب‌های شدید، فرسایش خاک، گسترش بیابان‌زایی و شور شدن خاک نشان داده است. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی واداشت‌های رادیانسی سطحی (آلبیدو) فصلی ساختار پوشش اراضی استان لرستان است. در این راستا از داده‌های طبقات پوشش اراضی محصول کامپوزیت $MCD12Q2$ سنجنده MODIS استفاده شد. داده‌های رادیانسی شامل داده باز تحلیل آلبیدو سطحی بود که از پایگاه کوپرنیکس نسخه ERA^۵ اخذ شد، به‌منظور آشکارسازی واداشت‌های رادیانسی هرکدام از پوشش‌های اراضی استان به تفکیک فصلی از تکنیک ماتریس تحلیل متقاطع (CTM) استفاده شد. نتایج نشان داد به‌طور کلی در سطح استان لرستان ۵ کد پوشش اراضی شامل: اراضی جنگلی، مراتع، اراضی کشاورزی، اراضی مسکونی و اراضی بایر قابل آشکارسازی هستند. همچنین نتایج این تحقیق بیانگر آن بود که پوشش اراضی در فصل‌های پاییز، بهار و تابستان، واداشت و تأثیر معنی‌داری در میزان آلبیدوی سطحی در سطح استان اعمال نکرده‌اند، میزان آلبیدوی دو فصل بهار و پاییز در حالت کمینه قرار داشت که به میانگین آلبیدوی جهانی تقریباً ۰/۲ بسیار نزدیک است. اما در فصل زمستان اولاً میزان آلبیدوی سطحی در همه پوشش‌های اراضی استان (به‌جز طبقه اراضی جنگلی) به‌صورت قابل‌توجهی نسبت به سایر فصول افزایش پیدا کرده اند و دوماً تفاوت قابل توجهی نیز بین پوشش‌های مختلف اراضی از لحاظ واداشت آلبیدو، آشکار شد. در این خصوص بیشترین میزان تغییر در آلبیدو مربوط به دو پوشش مراتع و اراضی بایر بود که در فصل زمستان میزان آلبیدوی این دو پوشش به ترتیب مقدار عددی ۰/۳۶ تا ۰/۳۸ رسیده است در حالی که اراضی جنگلی استان در فصل زمستان کمترین میزان آلبیدوی سطحی را از خود نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: استان لرستان، آلبیدوی سطحی، پوشش اراضی، کاربری اراضی، سنجنده مادیس.

مقدمه

پوشش اراضی یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار در سامانه اقلیم است در واقع پوشش اراضی را می‌توان یکی از شکل‌دهندگان اصلی اقلیم نزدیک سطح زمین و لایه‌مرزی دانست اقلیم نزدیک سطح زمین بسیار وابسته به بیلان تابشی ناشی از ساختار و خواص فیزیکی پوشش سطحی است که می‌توان به نوعی تعیین کننده ویژگی‌های اقلیم نزدیک سطح زمین باشد (Zhang et al, ۲۰۱۴). به همین دلیل است که در کلیه گزارشات هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم^۱ از کاربری اراضی و تغییرات کاربری اراضی به‌عنوان یکی از مولدهای اصلی تغییر اقلیم نام می‌برد (IPCC, ۲۰۱۴). پدیده تغییر کاربری اراضی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی است که امروزه جهان با آن روبرو است. کاربری اراضی، نحوه استفاده خاصی است که انسان از زمین می‌کند که این استفاده ممکن است منطبق بر استعداد اراضی و شیوه‌های علمی یا به روش سنتی و احتمالاً تخریب کننده سرزمین باشد (بنیاد و حاجی قادری، ۱۳۸۶). شواهد فراوانی وجود دارد که نشان‌دهنده ارتباط متقابل بین اتمسفر و پوشش اراضی است، بازخوردهای فیزیکی پوشش اراضی یا کاربری اراضی به میزان تابش دریافتی به‌صورت بازتابش در طول موج بلند (مادون قرمز) ظاهر می‌گردد (Hurt et al, ۲۰۱۱) نسبت و میزان بازتابش وابسته به ویژگی‌های فیزیکی سطح پوشش اراضی است (Foley et al, ۲۰۰۵). فعالیت‌های انسانی در تغییر دمای سطح زمین شدت یافته است. شدت تغییر کاربری اراضی که می‌تواند نوع و شدت فعالیت‌های انسانی را منعکس کند و زمینه‌ای برای بحث در مورد رابطه بین کاربری اراضی و تغییرات محیطی فراهم کند (Mishra et al, ۲۰۱۰). تغییرات در شدت استفاده از زمین را می‌توان به‌عنوان گسترش تغییرات کاربری و پوشش زمین در نظر گرفت (Turner et al, ۲۰۰۷). این تغییرات نه تنها تحت پوشش زمین بلکه اقدامات سیاسی است (Zhao et al, ۲۰۰۶) مانند تنظیم ساختار کاربری اراضی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Shen et al, ۲۰۰۶). تنظیم توسعه شهری یا بهینه‌سازی ساختارهای اقتصادی این تغییرات عوامل محیطی مانند دمای سطح زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، دمای سطح می‌تواند تحت تأثیر تغییر و شدت کاربری اراضی باشد. کاربری اراضی طبیعی از نوع و ساختار، برآیند عوامل مؤثر اکولوژیک هر منطقه محسوب می‌شود (منشی زاده و همکاران، ۱۳۸۴). مقادیر آلودی سطحی از شاخص‌های مهم در موضوعات بیوفیزیکی است چراکه با آن بیلان انرژی بین زمین و جو مشخص می‌شود. مقادیر آلودی سطحی تحت تأثیر پوشش گیاهی، دمای سطح زمین و رطوبت خاک است (Colwel, ۱۹۷۴). برای تعیین آلودی اجسام و پدیده‌های روی سطح زمین، در مقیاس وسیع و با در نظر گرفتن، توپوگرافی‌های مختلف سطح زمین، امکان اندازه‌گیری زمینی مقادیر آلودی اجسام وجود نداشته، لذا در این مورد به ناچار از روش‌های سنجش از دور بهره می‌گیرند (Jackson et al, ۱۹۷۸). آلودی در واقع کسری از تابش ورودی است که به‌وسیله سطح انعکاس داده می‌شود (Coakley, ۲۰۰۳) آلودی سطحی یک پارامتر مهم است که بر اقلیم زمین تأثیرگذار است (Cess, ۱۹۷۸؛ Dickinson, ۱۹۸۳) و نقش بسیار مهمی در مطالعات تغییر اقلیم و مدل‌های سطح زمین دارد. این پارامتر، دارای تغییرات مکانی و فصلی است که وابستگی زیادی به تغییرات درخشندگی خورشید، رشد گیاهان و فعالیت‌های انسانی مثل کاشت، برداشت، سوزاندن مزارع و بریدن جنگل‌ها دارد (He, ۲۰۱۲). بررسی لورانتی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که ارتباط خطی منفی معناداری بین شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده و آلودی سطحی وجود دارد. (He, ۲۰۱۲) برای

^۱. Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)

تخمین آلبیدو سطحی مودیس، به جای این که ابتدا تصحیحات اتمسفری را انجام دهد و سپس تصاویر بازتابندگی و محصول آلبدوی سطحی را مطابق آنچه مرسوم است تولید کند، شرایط اتمسفری و توپوگرافی را همزمان تخمین زد. (Chiacchio et al, ۲۰۱۵) با استفاده از مدل آب و هوای منطقه‌ای بودجه تابش در سراسر اروپا را طی دو دوره آماری، از ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۷ و دوره دیگر از ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ را با یکدیگر ارزیابی و مقایسه کردند. ایشان نتیجه گرفتند که مقدار بودجه تابشی در سری زمانی ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۷ افزایشی بوده است ولی در دوره ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۰ با روند کاهش روبرو بوده است. (Ying et al, ۲۰۱۶) مقدار بازتاب موج کوتاه در پهنه یخی قطب شمال را با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس برآورد کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که، الگوریتم مستقیم بازتاب، بر اساس BRDF-R دارای مقدار ۰/۶۷ و متوسط مربعات خطا برابر با ۰/۰۶۸ درصد است. نتایج همچنین نشان داد الگوریتم مستقیم برآورد بازتاب مبتنی بر BRDF برای نقشه‌برداری موج کوتاه بازتابش از سطح یخ‌های قطب شمال مناسب است. (Wang et al, ۲۰۱۸) تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن را در یانگون میانمار بررسی کردند. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن بود که تغییرات کاربری اراضی تأثیرات پیچیده و مستقیمی بر تغییرات دمای سطحی دارد به گونه‌ای که نواحی با کاربری شهری، بالاترین دما را در بین کاربری‌های منطقه، داشته‌اند. همچنین (Wang et al, ۲۰۱۹) با مطالعه تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در دلتای رودخانه پیارل در چین به این نتیجه رسیدند که رشد شهر در این ناحیه و تغییر در بافت کاربری اراضی باغات و اراضی جنگلی و تبدیل شدن آن‌ها به اراضی کشاورزی فصلی و نیز بافت‌های مسکونی که به‌ویژه از سال ۲۰۰۵ تسریع و تشدید شده، توانسته الگوی توزیع فضایی دما و علاوه بر آن میانگین و انحراف معیار فضایی دما در سطح منطقه را در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ نسبت به دوره قبل از ۲۰۱۰ (۱۹۹۰-۲۰۱۰)، به‌صورت قابل توجهی افزایش دهد. تغییرات پوشش زمین به هم خوردن توازن شار انرژی ورودی و خروجی را در پی خواهد داشت (روشنی و همکاران ۱۳۹۳). (ادب و همکاران، ۱۳۹۳) به بررسی ارتباط پوشش گیاهی با دما و آلبدوی سطحی در دوره گرم سال با استفاده از داده‌های مودیس در شمال ایران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که دمای و آلبدوی سطحی تحت تأثیر مقادیر پوشش گیاهی است. نتایج این تحقیق نشان داد که بخش‌های ساحلی و جنگلی دامنه‌های شمالی البرز با بیشترین مقدار سبزی‌نگی از حداقل درجه حرارت و آلبیدو سطحی برخوردار بودند. نواحی جنوبی البرز و قسمتی از مناطق ایران مرکزی با کمترین میزان سبزی‌نگی از حداکثر درجه حرارت و بیشترین مقدار آلبیدو برخوردار بود. (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۹۶) به مدل‌سازی فضایی زمانی آلبدو در گستره‌ی ایران پرداختند. نتایج حاصل از تحلیل زمانی در مقیاس فصلی نشان داد که بیشترین مقدار آلبدو در پهنه ایران در فصل زمستان به مقدار ۰/۲۶ واحد و حداقل مقدار بازتابش در فصل بهار با ۰/۲۳ واحد به ثبت رسیده است.

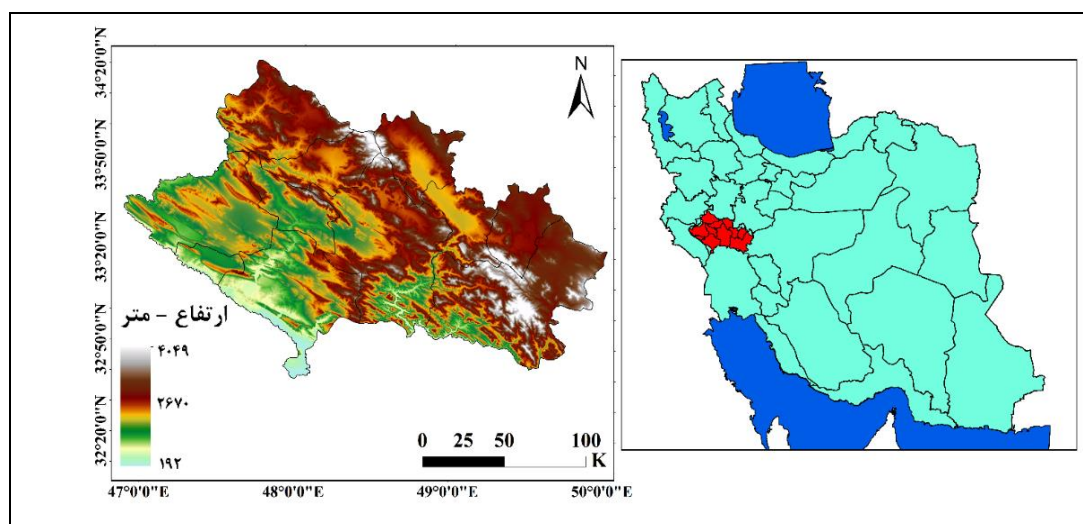
صفر راد و همکاران، ۱۳۹۸ نشان دادند که کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنادار در مقدار شار تابش هستند چنانچه زمین‌های بایر حدود ۶ درجه از زمین‌های مسکونی و ساخته شده گرم‌تر هستند و زمین‌های مسکونی نیز حدود ۱/۵ درجه گرم‌تر از فضای سبز هستند و تفاوت‌های یادشده به خاطر تغییر در مقادیر انرژی خروجی ایجاد شده‌اند و هرگونه تغییر کاربری در طول زمان نهایتاً منجر به تغییر بیان تابش و درجه حرارت آن مکان‌ها خواهد شد (کفایت مطلق و همکاران، ۱۳۹۹) به واکاوی میانگین بلندمدت سپیدایی سرخ‌فام ایران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که سپیدایی ایران با میانگین ۲۱ درصد نزدیک به میانگین سیاره‌ای است که این ویژگی گذشته از عرض جغرافیایی به

ناهمواری‌ها و شرایط رویه زمین بستگی دارد. همچنین نتایج حاصل از بررسی رابطه سپیدایی با تراز دریا نشان داد که میزان آلودگی یک رابطه خطی با ارتفاع دارد است؛ به طوری که ابتدا با افزایش ارتفاع (از سطح زمین تا ۱۰۰۰ متری) سپیدایی کاهش یافته و سپس با افزایش ارتفاع (بالتر از ۱۴۰۰ متری) به سبب کاهش دما و پوشش برفی بر سپیدایی افزوده شده است. (غفاریان مالمیری و همکاران، ۱۳۹۹) به برآورد آلودگی سطح زمین در کاربری‌ها مختلف اراضی در دشت یزد اردکان پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین ضریب آلودگی در اراضی بایر با ضریب ۰/۳۱ و کمترین آلودگی در اراضی کشاورزی با میانگین ۰/۲۰ است و به ترتیب از بیشترین تا کمترین ضریب آلودگی برای کاربری‌های اراضی بایر، مناطق مسکونی، تپه ماسه ای مرتع، کوهستان و کشاورزی است بررسی روند تغییرات آلودگی در سال های مورد مطالعه در هر کاربری نشان داد که آلودگی روند ثابتی داشته است. بررسی پیشینه تحقیق بیانگر آن بود که عموماً تأثیرات رادیانسی یا آلودگی پوشش گیاهی برای سطوح میکرو و عموماً در سطوح بافت های شهری مورد بررسی قرار گرفته است، اما در این تحقیق با استفاده از داده های سنجنده مادیس و پایگاه ERA^۵، هدف اساسی آشکارسازی تأثیرات آلودگی سطوح پوشش اراضی در سطح استان لرستان در یک مقیاس فصلی بود.

داده ها و روش کار

• قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه:

استان لرستان در غرب ایران، بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته و وسعت آن بالغ بر ۲۸۳۰۷ کیلومترمربع است. همان‌طور که در شکل (۱) دیده می‌شود، بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، استان لرستان دارای ۱۱ شهرستان، ۲۵ شهر، ۲۹ بخش، ۸۵ دهستان و ۳۲۹۷ آبادی دارای سکنه بوده و مرکز آن شهر خرم‌آباد است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).



شکل ۱- موقعیت استان لرستان (منطقه مورد مطالعه این تحقیق)

• مواد و روش‌ها:

در این تحقیق برای آشکارسازی ارتباط بین سطوح پوشش اراضی و طبقات مختلف کاربری اراضی، از تحلیل ماتریس اطلاعات متقاطع در بستر نرم‌افزار ARC-GIS استفاده شد. از آنجاکه یکی از اهداف اصلی تحقیق بررسی و آشکارسازی

و اداه‌های آلبدو طبقات پوشش اراضی در سطح استان لرستان بوده، لذا با تکنیک تحلیل ماتریس متقاطع، ارتباط بین این دو فاکتور بررسی شد. در این راستا، از دو دسته از داده‌ها استفاده گردید. دسته اول داده‌ها مربوط به طبقات پوشش اراضی محصول مرکب سنجنده MODIS با قدرت تفکیک فضایی ۱ کیلومتر و فرمت داده‌های سلسله مراتبی^۱ (محصول MCD۱۲Q۲) بود که از پایگاه داده‌های این سنجنده^۲ اخذ شد. به منظور تکمیل پوشش استان از دو بلوک تصویری H۲۱۷۰۰، H۲۲۷۰۰، استفاده شد. داده‌های مربوط به پوشش اراضی از طبقه‌بندی برنامه بین‌المللی ژئوسفر، بیوسفر^۳ انتخاب شد که به‌طور کلی این طبقه‌بندی دارای ۱۷ طبقه پوشش اراضی است. از این طبقات، ۱۱ طبقه مربوط به پوشش گیاهی طبیعی، ۳ طبقه مربوط به پوشش‌های اراضی غیر گیاهی و ۳ طبقه نیز مربوط به پوشش‌های مرکب است. شاخص صحت کلی^۴ این محصول برابر ۷۳/۶ درصد ذکر شده است (<https://landval.gsfc.nasa.gov>). دسته دوم از داده‌ها، مربوط فاکتور میزان آلبیدو سطحی بود این داده‌ها نیز از پایگاه داده‌های جامع کپرنیکس^۵ از مجموعه ECMWF نسخه ERA^۵، با فرمت Netcdf، و رزولوشن فضایی ۰/۱۲ درجه قوسی برداشت شد. محصول آلبیدوی سطحی بازتحلیل ERA^۵ شاخصی بدون بُعد و بدون واحد، است که میزان بازتابش سطحی را نشان می‌دهد.

جدول (۱): داده‌های مورد استفاده در تحقیق

نام داده	نام محصول	دوره آماری	دقت فضایی	منبع
محصول لندکاور سنجنده مادیس	MCD۱۲Q۲	۲۰۲۰	۱ کیلومتر	https://landval.gsfc.nasa.gov
میزان آلبیدوی سطحی ERA ^۵	FAL	میانگین ماهانه ۲۰۱۰-۲۰۲۰	۰.۱۲۵ درجه قوسی	https://atmosphere.copernicus.eu/

در ادامه برای بررسی ساختار آلبیدوی هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان، با اجرای تحلیل ماتریس اطلاعات متقاطع بین لایه طبقات کاربری و لایه NC آلبیدوی ماهانه، میانگین و انحراف معیار فضایی آلبیدوی (میانگین و انحراف معیار دمایی کل پیکسل‌های لایه آلبیدوی سطحی که در یک کلاس پوشش اراضی قرار گرفته‌اند)، مورد بررسی قرار گرفت، با به‌کارگیری تحلیل آنالیز واریانس دوطرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P_value=0.05$)، و نیز آزمون تعقیب شفه که مکمل آنالیز واریانس است، استفاده شد.

شرح و تفسیر نتایج

در شکل (۲) نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ به تفکیک دوره‌های ۵ ساله ارائه شده است. نقشه کاربری اراضی مبتنی بر محصول MCD۱۱Q۱ سنجنده MODIS به‌دست آمده است. در جدول (۲) نیز مساحت هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان ارائه شده است. همان‌طور که در این نقشه دیده می‌شود، پنج طبقه پوشش اراضی در استان

^۱. Hierarchical Data Format (HDF)

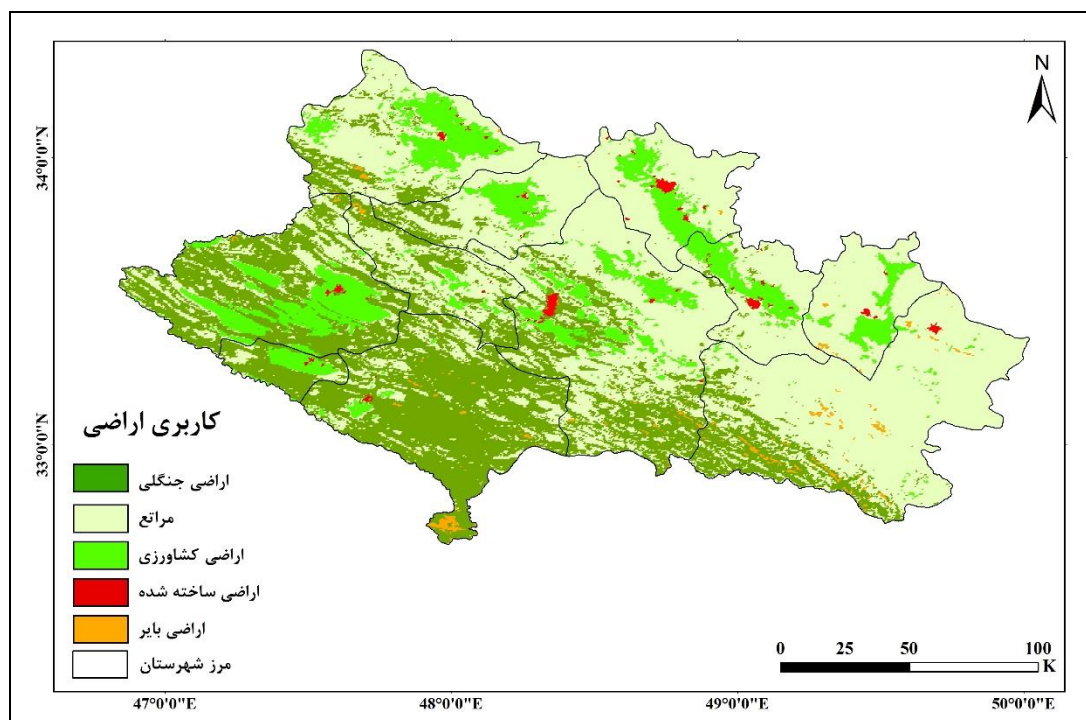
^۲. <https://lpdaac.usgs.gov>

^۳. International Geosphere Biosphere Program (IGBP)

^۴. Overall Accuracy

^۵. <https://atmosphere.copernicus.eu/>

لرستان شامل اراضی جنگلی^۱، پوشش مراتع^۲، اراضی کشاورزی^۳، اراضی ساخته شده^۴ و اراضی بایر^۵ به عنوان پوشش های اصلی و عمده سطح استان لرستان تشخیص داده شده اند. جدول (۲) توزیع طبقات پوشش اراضی در سطح استان بیانگر آن بود که بخش وسیعی از نواحی مرکز، شمال و شرق استان لرستان، از پوشش مرتعی (کد ۱۰ طبقه بندی IGBP، محصول MCD۱۱Q۲) برخوردار است. این کاربری با مساحت ۱۶۳۰۰ کیلومتر مربع بیشترین مساحت استان را به خود اختصاص داده است. پوشش مرتعی در بخش های شرقی و شمالی (میانگین بار سالانه بیش از ۳۵۰ میلی متر) به عنوان پوشش غالب این منطقه از استان محسوب می شود (شکل ۲). اراضی جنگلی نیز بخش وسیعی از نواحی مرکزی، جنوب و غرب استان لرستان را در بر گرفته است، بیشترین مساحت این اراضی برابر با ۸۷۶۵ کیلومتر مربع بوده است. اراضی کشاورزی (اعم از زراعت آبی، دیم و باغداری) در بخش های شمال، مرکز و غربی استان دیده می شود.



شکل (۲) طبقات پوشش اراضی استان لرستان مستخرج از محصول MCD۱۱Q۲ سنجنده MODIS طبقه بندی IGBP همان طور که در جدول (۲) دیده می شود، پوشش مرتعی حدود ۵۵ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است، دومین پوشش عمده استان، اراضی جنگلی است که ۳۰ درصد از مساحت استان را پوشش داده است. بنابراین به طور کلی حدود ۸۵ درصد از مساحت استان پوشیده از دو کاربری یعنی مراتع و اراضی جنگلی است. اراضی کشاورزی

- ۱ . Forest Land
- ۲ . Grassland
- ۳ . Cropland
- ۴ . Built up
- ۵ . Bair land

شامل اراضی دیم و آبی نیز حدود ۱۳ درصد از مساحت کل استان را پوشش داده است. دو پوشش اراضی بایر و اراضی شهری و مسکونی هرکدام کمتر از ۲ درصد از مساحت کل استان را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول (۲) مساحت هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان بر اساس محصول کامپوزیت $MCD^{۱۲}Q^۲$ سنجنده مادیس (بر اساس کیلومتر مربع) (میانگین دوره ۲۰۰۰-۲۰۲۰)

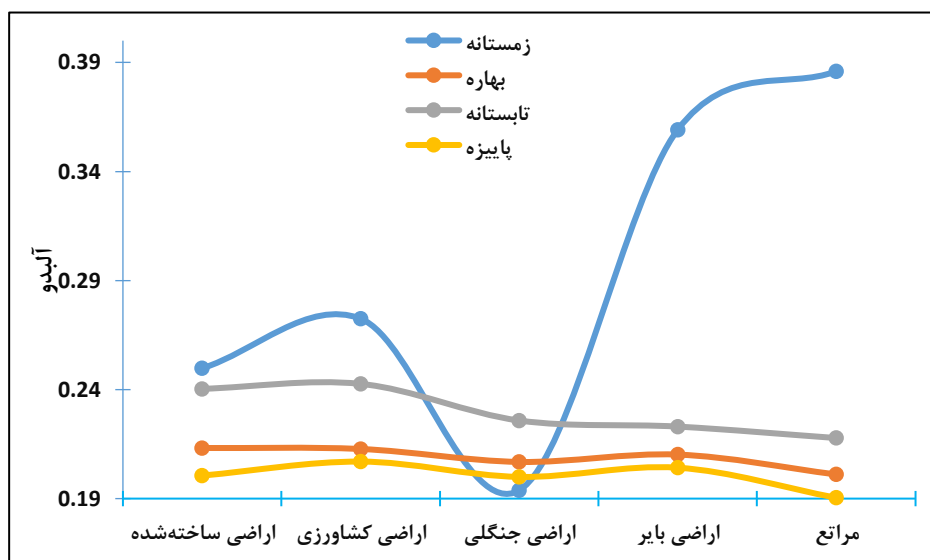
طبقات پوشش اراضی تشخیص داده شده از محصول مادیس	مساحت-کیلومتر مربع	درصد نسبی
اراضی جنگلی	۸۷۶۵	۰/۳۰
مراتع	۱۶۳۰۰	۰/۵۵
اراضی کشاورزی	۳۶۹۸	۰/۱۳
اراضی ساخته شده	۱۶۰	۰/۰۱
اراضی بایر	۲۲۹	۰/۰۱
مجموع	۲۸۸۸۷	۱۰۰

تحلیل میانگین و انحراف معیار فضایی مقادیر آبدوی سطحی هرکدام از کاربری‌ها که بر اساس فایل NC آبدوی اخذ شده برای استان که از محصولات باز تحلیل پایگاه $ERA^۵$ اخذ شد، به تفکیک ۴ فصل سال استخراج شد در جدول (۳) گزارش شده است. نتایج این تحلیل بیانگر آن است که از لحاظ مقادیر آبدوی ثبت شده $ERA^۵$ در فصل پاییز کمترین میزان آبدوی ثبت شده سطح زمین در سطح همه پوشش اراضی استان ثبت شده است. بعد از فصل پاییز، کلیه پوشش‌های آشکار شده، در فصل بهار (میانگین ماه‌های آوریل، می و ژوئن) کمترین میزان آبدوی را داشته‌اند. بالاترین میزان آبدوی سطحی مربوط به فصل زمستان است. اراضی بایر و مراتع در فصل زمستان به صورت قابل توجهی دارای مقادیر آبدوی سطحی بالاتری نسبت به سایر کاربری‌ها و نیز سایر فصول بوده‌اند.

جدول (۳) میانگین و انحراف معیار فضایی مقادیر بدون بعد آبدوی سطحی (محصول $ERA^۵$) در سطح هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان (محصول $MCD^{۱۲}Q^۲$ سنجنده مادیس)

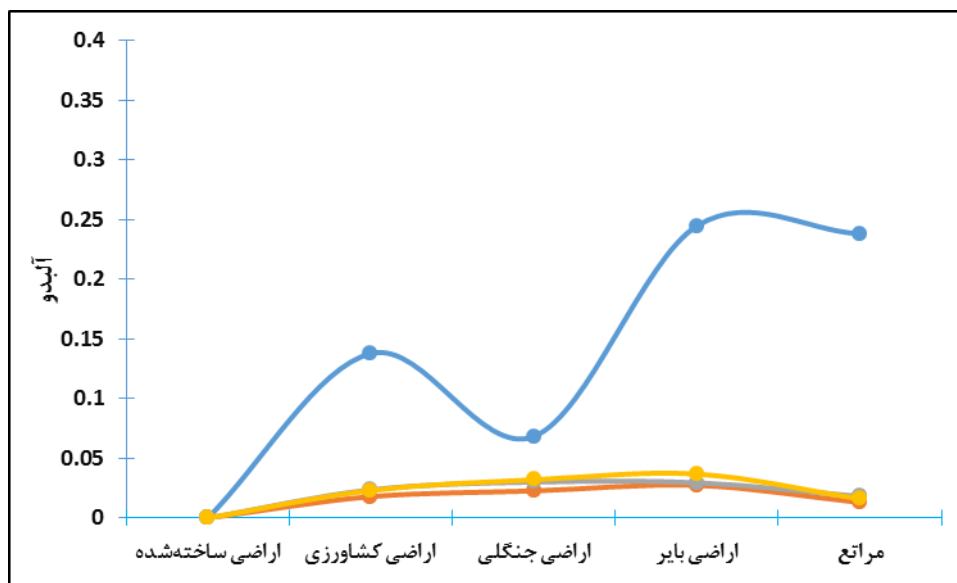
طبقات پوشش اراضی	زمستان		بهار		تابستان		پاییز	
	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف
اراضی ساخته شده	۰.۲۵	۰.۰۰	۰.۲۱	۰.۰۰	۰.۲۴	۰.۰۰	۰.۲۰	۰.۰۰
اراضی کشاورزی	۰.۲۷	۰.۱۴	۰.۲۱	۰.۰۲	۰.۲۴	۰.۰۲	۰.۲۱	۰.۰۲
اراضی جنگلی	۰.۱۹	۰.۰۷	۰.۲۱	۰.۰۲	۰.۲۳	۰.۰۳	۰.۲۰	۰.۰۳
اراضی بایر	۰.۳۶	۰.۲۴	۰.۲۱	۰.۰۳	۰.۲۲	۰.۰۳	۰.۲۰	۰.۰۴
مراتع	۰.۳۹	۰.۲۴	۰.۲۰	۰.۰۱	۰.۲۲	۰.۰۲	۰.۱۹	۰.۰۲

مقادیر آلبیدوی سطحی کاربری‌ها در دو فصل بهار و پاییز تفاوت قابل توجهی باهم ندارد و این نکته را می‌توان در مورد همه پوشش‌های اراضی نیز تعمیم داد. اما در فصل زمستان علاوه بر آنکه پوشش اراضی استان دارای مقادیر آلبیدوی سطحی بالاتری از سایر فصول هستند، مقادیر آلبیدوی پوشش‌های موجود نیز بسیار متفاوت است. در ماه‌های فصل زمستان (دسامبر تا ژانویه) اراضی کشاورزی به‌صورت قابل توجهی مقادیر آلبیدوی سطحی بالاتری نسبت به سایر فصول (روی همین پوشش اراضی) داشته است. اما در این فصل، اراضی با پوشش جنگلی، کمترین میزان آلبیدوی سطحی را به خود اختصاص داده‌اند. میزان آلبیدوی سطحی اراضی جنگلی استان در فصل زمستان نسبت به سایر پوشش‌های اراضی به‌صورت قابل توجهی کمتر بوده است و علاوه بر آن از مقادیر آلبیدوی سطحی همین پوشش در سایر فصول نیز کمتر بوده است. مراتع و سپس اراضی بایر در فصل زمستان به‌صورت قابل توجهی آلبیدوی سطحی بالاتری از سایر کاربری‌ها و نیز از همین کاربری‌ها در سایر فصول داشته‌اند. این کاربری‌ها یعنی مراتع و اراضی بایر، در فصول بهار، پاییز و تابستان کمترین میزان آلبیدوی سطحی را در مقایسه با سایر کاربری‌ها در همان فصل را داشته‌اند اما در فصل زمستان این دو کاربری واداشت کاملاً متفاوتی در میزان آلبیدوی سطحی اعمال کرده‌اند.



شکل ۳- مقادیر میانگین فضایی آلبیدوی (گریدهای ۰.۱۲ درجه قوسی داده‌های ERA۵)، سطوح پوشش اراضی به تفکیک فصول ۴ گانه در سطح استان لرستان

به‌طورکلی از لحاظ میزان انحراف معیار فضایی، تفاوت معنی‌داری بین مقادیر انحراف معیار فضایی آلبیدوی سطحی پوشش‌های اراضی مختلف در فصول بهار، تابستان، و پاییز دیده نشد اما در مورد فصل زمستان، میزان تغییرپذیری فضایی آلبیدوی سطحی در سطح پوشش‌های مختلف استان لرستان، اولاً به‌صورت قابل توجهی بالاتر از سایر فصول بوده است و دوماً، الگوی رفتاری آن نیز همانند میانگین فضایی آلبیدوی سطحی کاربری‌ها بوده است یعنی دو کاربری مراتع و اراضی بایر بیشترین میزان انحراف معیار فضایی در آلبیدوی سطحی فصل زمستان بوده‌اند درحالی‌که اراضی جنگلی از لحاظ این شاخص مجدداً در حالت کمینه نسبت به سایر کاربری‌ها قرار گرفته است.



شکل ۴- مقادیر انحراف معیار فضایی آلودگی (گریدهای ۰.۱۲ درجه قوسی داده‌های ERA۵)، سطوح پوشش اراضی به تفکیک فصول ۴ گانه در سطح استان لرستان

در این بخش برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار در میزان آلودگی سطحی هرکدام از پوشش‌های اراضی تشخیص داده شده، به تفکیک فصول ۴ گانه، از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($p_value=0.05$) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج حاصل از بررسی آنالیز واریانس دوطرفه جهت آشکارسازی وجود تفاوت معنی‌دار بین میزان آلودگی سطحی به تفکیک پوشش‌های اراضی ۵ گانه آشکار شده بیانگر آن بود که اولاً بین سه فصل تابستان، بهار و پاییز تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان آلودگی سطوح پوشش اراضی دیده نشد اما همه این فصول با فصل زمستان در میزان آلودگی سطحی ثبت شده سطوح پوشش اراضی تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($Sig=0.15$)

جدول (۴) نتایج آنالیز واریانس دوطرفه پیکسل‌های دمایی تفکیک شده کاربری‌های ۵ گانه در فصل گرم و سرد در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($P_value=0.05$)

Sig.	F	درجه آزادی	تعداد پیکسل‌ها	ضریب تغییرپذیری آلودگی سطحی	میزان متوسط آلودگی سطحی	
۰/۴۵	۵.۲۶	۴	۲۸۰۰۰	۰.۰۲	۰.۲۳	سه فصل دیگر سال
۰.۰۰۱۲	۱.۶	۴	۲۸۰۰۰	۰.۱۵	۰.۳۱	فصل زمستان

نتایج حاصل از اجرای تست آنالیز واریانس بیانگر آن بود که تنها مقادیر آلودگی سطحی پوشش اراضی در فصل زمستان، با مقادیر آلودگی سطحی سایر فصول تفاوت معنی‌داری را نشان داده بود ($Sig=0.02$)، در حالی که بین مقادیر

آلبدوی سطحی پوشش اراضی در سه فصل بهار، پاییز و زمستان، تفاوت معنی داری آشکار نگردید. اما برای بررسی و آگاهی از اینکه تفاوت آشکار شده مربوط به کدام گروه‌ها است، از آزمون تعقیب شفه استفاده شد که نتایج آن در جدول (۵) گزارش شده است. بر اساس نتایج این تست تعقیبی که درواقع آزمون مکمل آنالیز واریانس به شمار می‌رود، در فصل زمستان، دوطبقه پوشش مراتع و اراضی بایر از لحاظ میزان آلبدوی سطحی تفاوت معنی‌داری باهم نداشته‌اند، اما این دوطبقه با اراضی شهری و مسکونی، اراضی جنگلی، اراضی کشاورزی، از لحاظ میزان آلبدوی سطحی، به‌صورت معنی‌داری دارای آلبدوی سطحی بالاتری بوده‌اند. از طرف دیگر اراضی جنگلی نیز در فصل زمستان به‌صورت معنی‌داری میزان آلبدوی سطحی پایین‌تری نسبت به سایر پوشش‌ها، داشته است.

جدول (۵) تست تعقیب شفه برای آشکارسازی تفاوت معنی دار بین واداشت‌های آلبدوی سطحی طبقات ۵ گانه پوشش اراضی سطح استان

سطح اطمینان ۹۵		Sig.	پیکسل‌های گروه‌های مورد مقایسه	پیکسل‌های گروه مقایسه شونده
Upper Bound	Lower Bound			
۴۰,۳۱۹	-۸۹,۳۱۹	۰.۲۷	اراضی کشاورزی	اراضی ساخته‌شده
۲۱,۳۱۹	-۱۰۸,۳۱۹	۰.۰۱	اراضی جنگلی	
۴,۳۱۹	-۱۲۵,۳۱۹	۰.۰۱۱	اراضی بایر	
-۱,۱۸۱	-۱۳۰,۸۱۹	۰.۰۱۱	مراتع	
۸۹,۳۱۹	-۴۰,۳۱۹	۰.۰۱	اراضی جنگلی	اراضی کشاورزی
۴۵,۸۱۹	-۸۳,۸۱۹	۰.۰۱۲	اراضی بایر	
۲۳,۳۱۹	-۱۰۶,۳۱۹	۰.۰۱۴	مراتع	
۱۰۸,۳۱۹	-۲۱,۳۱۹	۰.۰۰۲	اراضی بایر	اراضی جنگلی
۴۲,۳۱۹	-۸۷,۳۱۹	۰.۰۰۲	مراتع	
۱۲۵,۳۱۹	-۴,۳۱۹	۰.۱۷۴	مراتع	اراضی بایر

طبقات پوشش اراضی یا شاید بتوان گفت کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین شکل‌دهندگان و تعیین‌کنندگان اقلیم نزدیک سطح زمین است. نقش پوشش اراضی در بودجه تابشی دریافتی، تأثیر قابل‌توجهی در تعیین دمای سطح زمین، رطوبت خاک، فازهای فنولوژیک گیاه، تنوع زیستی سطح، دارد. محصول طبقات پوشش اراضی سنجنده مادیس با فراهم کردن یک طبقه‌بندی بسیار مناسب و ارزشمند از پوشش اراضی سطح زمین با رزولوشن فضایی ۱ کیلومتر و ۵۰۰ متر، در مقیاس سالانه و در یک دوره ۲۰ ساله این امکان را فراهم کرده است که بتوان در مطالعات نسبتاً متوسط مقیاس و کلان‌مقیاس با دقت مناسبی اثرات و واداشت‌های اقلیمی و هواشناختی پوشش اراضی را آشکار کرد. هدف اساسی این تحقیق نیز در این راستا این بود که با استفاده از داده‌های پوشش اراضی سنجنده مادیس برای استان لرستان، بتوان تا حدی اثرات و واداشت‌های پوشش اراضی استان را در میزان آلبدوی سطحی در سطح استان به تفکیک ۴ فصل سال، بررسی کرد. داده‌های مربوط به میزان آلبدوی سطحی نیز از مجموعه داده‌های باز تحلیل ERA^۵، در پایگاه

کوپرنیکس با شبکه‌بندی فضایی ۰/۱۲۵ درجه قوسی برای استان لرستان فراهم گردید. نتایج این تحقیق بیانگر آن بود اولاً پوشش اراضی در فصول پاییز، بهار و تابستان، واداشت و تأثیر معنی‌داری در میزان آلبیدوی سطحی در سطح استان اعمال نکرده‌اند و تفاوت معنی‌داری در میزان آلبیدوی سطحی استان در این سه فصل دیده نشد و علاوه بر آن در این سه فصل، بین پوشش‌های اراضی مختلف استان نیز تفاوت معنی‌داری دیده نشد. میزان آلبیدوی دو فصل بهار و پاییز در حالت کمینه قرار داشت و بسیار به آلبیدوی سطحی جهانی که حدود ۰.۲ است، نزدیک بود. در این دو فصل یعنی بهار و پاییز پوشش اراضی واداشت متفاوت و منحصر به فردی روی میزان آلبیدوی سطحی اعمال نکرده بودند یا به عبارت صریح‌تر می‌توان گفت که در فصول بهار و پاییز نوع پوشش اراضی تغییر معنی‌داری در میزان آلبیدوی سطحی ایجاد نکرده بود. اما در فصل تابستان اولاً میزان آلبیدوی سطحی به صورت ناچیزی بالاتر از دو فصل بهار و پاییز بود و دوماً در این فصل میزان آلبیدوی دو پوشش اراضی کشاورزی و اراضی شهری و مسکونی، بالاتر از سایر پوشش‌ها بود است هرچند که تفاوت معنی‌داری دیده نشد. بنابراین در فصل تابستان نیز به راحتی نمی‌توان واداشت یا سیگنچر پوشش اراضی را در میزان آلبیدوی سطحی بازایی کرد. اما در فصل زمستان شرایط کاملاً متفاوتی مشاهده گردید. در این فصل اولاً میزان آلبیدوی سطحی در سطح همه پوشش‌های اراضی استان (به جز طبقه اراضی جنگلی) به صورت قابل توجهی نسبت به سایر فصول افزایش پیدا کرده بود. بیشترین میزان تغییر در آلبیدو مربوط به دو پوشش مراتع و اراضی بایر بود که در فصل زمستان میزان آلبیدوی این دو پوشش به مقدار عددی ۰.۳۶ تا ۰.۳۸ رسیده است. نتایج آزمون تحلیل تفاوت آنالیز واریانس اثبات کرد که واداشت‌ها یا اثرات کاربری اراضی در میزان آلبیدوی سطحی، تنها در فصل زمستان قابل بازایی و شناسایی است. از طرف دیگر نتایج تست تعقیبی شفه نشان داد که در فصل زمستان نیز دو کاربری اراضی بایر و مراتع استان به صورت قابل توجهی نسبت به سایر پوشش‌ها، مقادیر آلبیدوی بالاتری داشته‌اند. میزان آلبیدوی بالای این دو پوشش اراضی یعنی مراتع را که مساحتی در حدود ۵۵ درصد از کل استان را به خود اختصاص داده است می‌توان در موقعیت جغرافیایی و ساختار توپوگرافیک این پوشش اراضی ردیابی کرد. همان‌طور که نقشه توزیع فضایی طبقات پوشش اراضی سنجنده MODIS برای استان نشان داد، عموماً اراضی مرتعی استان در بخش شمالی و شرقی استان یعنی شهرستان‌های ازنا، الیگودرز، نورآباد، و شمال خرم‌آباد که عموماً بخش‌های پر ارتفاع استان هستند، دیده می‌شوند که در زمستان این عامل ارتفاع باعث می‌شود، که بخش‌های زیادی از این منطقه پوشیده از برف شده و میزان آلبیدوی سطحی را به صورت قابل توجهی افزایش دهد. از طرف دیگر خود مرتفع‌تر بودن این پوشش نسبت به سایر پوشش‌های دیگر به‌ویژه در بخش‌های شرقی و جنوب شرق استان، باعث افزایش آلبیدوی سطحی در زمستان شده است که این مسئله در تحقیق کفایت مطلق و همکاران (۱۳۹۹) نیز دیده شده است. ایشان در مقیاس کشوری نشان دادند که میزان آلبیدو با ساختار ارتفاعی کشور یک رابطه خطی معنی‌دار دارد به‌طوری‌که ابتدا با افزایش ارتفاع (از سطح زمین تا ۱۰۰۰ متری) سپیدایی کاهش یافته و سپس با افزایش ارتفاع (بالاتر از ۱۴۰۰ متری) به سبب کاهش دما و پوشش برفی بر سپیدایی افزوده شده است. اما از طرف دیگر همین مسئله در مورد اراضی جنگلی استان به صورت معکوسی نقش خود را ایفا کرده است. اراضی جنگلی استان همان‌طور که در نقشه توزیع فضایی پوشش اراضی استان دیده شد، عموماً در بخش‌های شرق و جنوب شرق یعنی شهرستان‌های کوهدشت، پلدختر، جنوب خرم‌آباد و به صورت تنک و محدود در جنوب الیگودرز دیده می‌شود، که این نواحی عموماً نواحی پست و کم ارتفاع

استان هستند و لذا در اینجا نیز نقش توپوگرافیک احتمالاً در این کاهش قابل توجه آلبیدو در سطح این پوشش، مؤثر بوده است.

نتیجه گیری

طبقات پوشش اراضی یا شاید بتوان گفت کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین شکل‌دهندگان و تعیین‌کنندگان اقلیم نزدیک سطح زمین است. در این تحقیق مشاهده گردید به طور کلی ۵ طبقه پوشش اراضی عمده در سطح استان قابل تفکیک است که در بین آن‌ها اراضی مرتعی و جنگلی ۸۵ درصد از کل پوشش اراضی استان را به خود اختصاص داده است. از طرف دیگر در این تحقیق دیده شد که میانگین فضایی آلبیدوی سطحی استان در فصول بهار، پاییز و زمستان حدود ۰.۲ است که به مقدار جهانی این مولفه بسیار نزدیک است اما در فصل زمستان مقدار متوسط این شاخص در سطح استان به ۰.۳ میرسد که افزایش قابل توجهی را نشان میدهد. طبقات ۵ گانه پوشش اراضی در سطح استان در فصل زمستان واداشت آلبیدویی منحصر به فرد خود را داشته اند که قابل تفکیک و تمایز از هم بوده است اما در فصل بهار، تابستان و پاییز، تمایز معنی داری واداشت‌های آلبیدویی این پوشش‌های اراضی آشکار نگردید.

منابع

- اسلام بنیاد، امیر؛ طه حاجی قادری. ۱۳۸۶. تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷. علوم آب‌و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۴۲: ۶۲۷-۶۳۸.
- ادب، حامد؛ ابوالقاسم امیراحمدی، آزاده عتباتی. ۱۳۹۳. ارتباط پوشش گیاهی با دما و آلبیدوی سطحی در دوره گرم سال با استفاده از داده‌های مودیس در شمال ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۶: ۴۱۹-۴۳۴.
- حجازی زاده، زهرا؛ نسرين بزمی، علیرضا رحیمی، میثم طولابی نژاد، عاطفه بساک. ۱۳۹۶. مدل‌سازی فضایی زمانی آلبیدو در گستره‌ی ایران زمین. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷: ۱-۱۷.
- درخشی، جعفر؛ بهروز سبحانی، صیاد اصغری. ۱۳۹۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر آلبیدوی سطحی و دمای سطح زمین در حوضه آبخیز اهر چای. جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، ۱۰(۳۷): ۱۲۳-۱۴۲.
- درویشی، شادمان؛ مصطفی رشید پور، کریم سلیمانی. ۱۳۹۸. بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی شهرستان مریوان. جغرافیا و توسعه، ۱۷(۵۴): ۱۴۳-۱۶۲.
- رحیمی، جابر؛ جواد بزرافشان، علی رحیمی. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات روزهای بارشی تحت تأثیر خرد اقلیم شهری در کلان‌شهر تهران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱(۷۷): ۹۳-۱۰۸.
- رنجبرسعادت آبادی، عباس؛ عباسعلی علی اکبری بیدختی، علیرضا صادقی حسینی. ۱۳۸۴. آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان‌شهرها تهران بر اساس داده‌های مهرآباد و ورامین. محیط‌شناسی، ۲(۳۹): ۵۹-۶۸.
- روشنی، احمد؛ هوشنگ قایمی، زهرا حجازی زاده. ۱۳۹۳. تغییرات زمانی و مکانی درازمدت تابش خالص در گستره ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۵(۱۰): ۵۵-۷۲.
- ساسان پور، فرزانه؛ پرویز ضیائیان، مریم بهادری. ۱۳۹۲. بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران. جغرافی، ۲(۳۲): ۲۵۶-۲۷۰.
- شعبانی، مرتضی؛ شادمان درویشی، کریم سلیمانی. ۱۳۹۸. بررسی آثار تغییرات کاربری اراضی بر الگوهای زمانی - مکانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی؛ مطالعه موردی: شهرستان سقز. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۰(۷۳): ۳۵-۵۳.

- شمسی پور، علی اکبر؛ قاسم عزیزی، مصطفی کریمی احمدآباد، معصومه مقبل. ۱۳۹۳. مطالعه الگوی دمای سطوح فیزیکی در شرایط جوی متفاوت. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۱(۲): ۷۶-۵۹.
- صفر راد، طاهر؛ مهران منصوری نیا، هیرش انتظامی. ۱۳۹۸. بیلان تابش و کاربری اراضی شهری نمونه موردی: شهر کرمانشاه. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۹(۵۳): ۲۱۷-۲۳۱.
- غفاریان مالیمیری، حمیدرضا؛ فهیمه عربی علی آباد. ۱۳۹۹. برآورد آلودگی سطح زمین در کاربری‌ها مختلف اراضی در دشت یزد اردکان. *مطالعات علوم محیط زیست*، ۵: ۲۳۹۴-۲۴۰۳.
- کاویانی، محمدرضا. ۱۳۸۰. میکروکلیماتولوژی. انتشارات سمت، تهران.
- کفایت مطلق، امیدرضا؛ محمود خسروی، سید ابوالفضل مسعودیان. ۱۳۹۹. واکاوی میانگین بلندمدت سپیدایی سرخ فام ایران زمین. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۲: ۸۵-۹۴.
- مزیدی، احمد؛ مهدی نارنگی فرد. ۱۳۹۵. تأثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب و هوایی شهر شیراز و فسا. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۶(۴۰): ۱۵۴-۱۳۱.
- ملک پور، پیمان؛ محمد طالعی. ۱۳۹۰. مدل سازی ارتباط کاربری-پوشش اراضی و حرارت سطح زمین، با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER. *محیط‌شناسی*، ۲(۵۸): ۲۹-۴۲.
- منشی زاده، رحمت‌الله؛ فرهاد خوشحال. ۱۳۸۳. تأثیر توریسم در تغییر کاربری اراضی در شهرستان لاهیجان (با تأکید بر اراضی روستایی). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۵، ۸۹-۱۰۶.
- نادری زاده شورابه، سامان؛ سعید حمزه، مجید کیاورز، سیدکریم افشاری پور. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات زمانی - مکانی کاربری اراضی گسترش شهری و تأثیر آن بر دمای سطح زمین، مطالعه موردی شهر گرگان. *پژوهش‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری*، ۳(۶): ۵۶۸-۵۴۵.
- Cess, R. D. ۱۷۹۹. Biosphere-Albedo feedback and Climate Modeling. *Atmospheric Sciences*. ۳۵: ۱۷۶۵-۱۷۶۸.
- Chiacchio, M., F. Solmon, F. Giorgi, P. Stackhouse Jr, and M. Wild. ۲۰۱۵. Evaluation of the radiation budget with a regional climate model over Europe and inspection of dimming and brightening, *J. Geophys. Res. Atmos.*, ۱۲۰: ۱۹۵۱۰-۱۹۷۱.
- Coakley, J. A. ۲۰۰۳. Reflectance and albedo, surface. *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*. ۱۹۱۴-۱۹۲۳.
- Colwell, J. E. ۱۷۹۴. Vegetation Canopy Reflectance. *Remote Sensing of Environment*. ۳: ۱۷۵-۱۸۳.
- Dickinson, R. E. ۱۹۸۳. Land surface processes and climate-surface albedos and energy balance. *Advances in Geophysics*. ۲۵: ۳۰۵-۳۵۳.
- Foley, J. A., R. Defries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F.S. Chapin, M.T. Coe, G.C. Daily, H.K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I.C. Prentice, N. Ramankutty, and P.K. Snyder. Global consequences of land use. *Science*. ۳۰۹: ۵۷۰-۵۷۴.
- He, T. ۲۰۱۲. Estimating land surface albedo from satellite data. Doctor of Philosophy dissertation, Faculty of the Graduate School of the University of Maryland. *College Park*. ۵۴
- Hurt, G. C., L. P. Chini, S. Frolking, R. A. Betts, J. Feddema, G. Fischer, J.P. Fisk, K. Hibbard, R.A. Houghton, A. Janetos, C.D. Jones, G. Kindermann, T. Kinoshita, K. Goldewijk, K. Riahi, E. Shevliakova, S. Smith, E. Stehfest, A. Thomson, P. Thornton, D.P. Vuuren, and Y.P. Wang. Harmonization of land-use scenarios for the period ۱۵۰۰-۲۱۰۰: ۶۰۰ years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. *Climatic Change*. ۱۰۹: ۱۱۷-۱۶۱. doi: ۱۰.۱۰۰۷/s ۱۰۵۸۴-۰۱۱-۰۱۵۳-۲m ۲۰۱۱.
- Jacobs, J. M., D.A Myers, M.C. Anderson, And G.R. Diak. ۲۰۰۰. GOES surface insolation to estimate wetlands evapotranspiration. *Hydrology*. ۲۶۶: ۵۳-۶۵.

- Jackson, R.D., M.S. Moran, L.W. Gay, and L.H. Raymond. ۱۹۷۸. Evaluating Evaporation from Field Crops Using Airborne Radiometry Ground- Based Meteorological Data. *Irrigation Science*. ۹: ۸۱-۹۰.
- Loranty, Michael M., J.Goetz, J. Scott, and Beck. Pieter S.A. ۲۰۱۱. Tundra Vegetation Effects on Pan-Arctic Albedo. *Environmental Research Letters*. ۶: ۱-۷.
- Lu, L., X.H. Shen, and L. J. Zou. ۲۰۰۶. Land cover change in Ningbo and its surrounding area of Zhejiang Province, ۱۹۸۷- ۲۰۰۰. *Zhejiang University: Science*. ۷: ۶۳۳-۶۴۰.
- Mishraa , A. K., V. P. Singh, and S. K. Jain. ۲۰۱۰. Impact of global warming and climate change on social development. *Comparative Social Welfare*. ۲۶: ۲۳۹-۲۶۰.
- Perez, R., R. Seals, And A. Zelenka. ۱۹۹۷. Comparing satellite remote sensing and ground network measurements for the production of site/time specific irradiance data. *Solar Energy*. ۶۰: ۸۹-۹۶.
- Turner, B. L., E. F. Lambin, and A. Reenberg. ۲۰۰۷. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. ۱۰۴: ۲۰۶۶۶-۲۰۶۷۱.
- Wang, R., M. Cai, CH. Ren, B. Bechtel, Y. Xu, And E. Ng. ۲۰۱۹. Detecting multitemporal land cover change and land surface temperature in Pearl River Delta by adopting local climate zone. *Urban Climate*. ۲۸: ۱-۱۶.
- Wang, x., G. weidong, Q. bo, Y.E. Liu, S. jiannig and D. aijun. ۲۰۱۷. Quantifying the contribution of land use change to surface temperature in the lower reaches of the Yangtze River. *Atmospheric chemistry and physics*. ۱۷: ۴۹۸۹-۴۹۹۶.
- Wang, Y., Ch, B, Hu, S.W. Myint, C.h. Feng, C.h. Chow, And P.F. Passy, P.F. ۲۰۱۸. Patterns of land change and their potential impacts on land surface temperature change in Yangon, Myanmar. *Science of The Total Environment*. ۶۴۳: ۷۳۸-۷۵۰.
- Ying-ying, Li., H. Zhang, Wolfgang, Kainz. ۲۰۱۴. Monitoring patterns of urban heat islands of the fast-growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. ۱۹: ۱۲۷-۱۳۸.
- Ying, Qu., L.Shunlin, L.Qiang, X. Li, Y. Feng, L. Suhong. ۲۰۱۶. Estimating Arctic sea-ice shortwave albedo from MODIS data. ۲۰۱۶. *Remote Sensing of Environment*. ۱۸۶: ۳۲۰-۳۲۶. doi: ۱۰.۱۰۱۶/s10567. ۱۱۱۱۷۷۲, ۲۰۰۵.
- Zhao, S., C. Peng, H. Jiang, D. Tian, X. Lei, and X. Zhou. ۲۰۰۶. Land use change in Asia and the ecological consequences. *Ecological Research*. ۲۱: ۸۹۰-۸۹۶.