

بررسی ماندگاری برف روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای (مطالعه موردی: اربیل، عراق)

مژگان یاراحمدی^۱، زهرا عزیزی^۲، شهرام خلیقی سیگارودی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیز، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

^۳ دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۵ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

چکیده

بخش عمده‌ای از بارندگی‌ها در مناطق کوهستانی به‌صورت برف نازل می‌گردد، جریان حاصل از ذوب برف بخش عمده‌ای از رواناب‌ها را تشکیل می‌دهد که در تأمین منابع آبی و تغذیه سفره‌های آب زیر زمینی مؤثر است و در برخی مواقع باعث وقوع سیلاب‌های مخرب است. بنابراین شناخت ویژگی‌های برف به منزله مدیریت مؤثر منابع آب دارای اهمیت بالایی است. استان اربیل در کشور عراق دارای عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۸ ثانیه است و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۳۳ ثانیه است. در این مطالعه به‌منظور ماندگاری برف بر روی پوشش گیاهی تصاویر لندست ۸ مربوط به ماه‌های آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ منطقه مورد مطالعه استفاده شده است که برای ارتباط بین آن‌ها شاخص‌های NDVI و NDSI را در نرم‌افزار GIS مورد محاسبه قرار گرفت. در ادامه به‌منظور صحت سنجی از نقشه‌های تهیه شده از ضریب کاپا و همبستگی و مساحت شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که در کلاسه‌بندی اراضی بیشترین رابطه، رابطه برف با پوشش گیاهی است و روابط همبستگی و مساحت بین دو شاخص نشان‌دهنده رابطه قوی بین این دو شاخص بوده است. همچنین ضریب کاپا به‌دست آمده برای سال ۲۰۱۶ به ترتیب ۰,۹۶ و ۰,۹۹ و برای سال ۲۰۱۹ به ترتیب ۰,۹۸ و ۰,۹۸ بدست آمد.

کلمات کلیدی: ماندگاری برف، شاخص پوشش برف، شاخص پوشش گیاهی، لندست ۸

برف فصلی به عنوان یکی از پویاترین اجزای کرایوسفر^۱، بخشی جدایی ناپذیر از سیستم‌های هیدرولوژیکی، اکولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی و اقلیمی است. برف در طول فصل سرد جمع می‌شود و در دوره‌های گرم‌تر و خشک‌تر، آب ذخیره شده را آزاد می‌کند (هو و شین، ۲۰۲۲). زمان و کمیت انباشتگی و نحوه ذوب آن می‌تواند تأثیرات مهمی بر فرایندهای پایین‌دست، فنولوژی و تأمین آب (وینکلر و همکاران، ۲۰۱۸)، به‌ویژه در حوزه‌های آبخیز کوهستانی داشته باشد. برف فصلی به عنوان یک مخزن طبیعی عمل می‌کند و یک منبع حیاتی آب شیرین را برای بیش از یک میلیارد نفر در سراسر جهان فراهم می‌نماید (مانکیم و همکاران، ۲۰۱۵).

علی‌رغم نقش مهم برف فصلی در بسیاری از سیستم‌های مختلف زمین، درک و اندازه‌گیری توزیع و محتوای آب آن می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. پوشش برف در طیف وسیعی از مقیاس‌های مکانی و زمانی بر اساس هواشناسی، توپوگرافی و پوشش گیاهی متفاوت است. منابع محلی توزیع مجدد، مانند حمل‌ونقل باد، با فرایندهای توپوگرافی و پوشش گیاهی ترکیب می‌شوند تا پس از بارش برف، تنوع فضایی بیشتری ایجاد کنند (وینسترال و همکاران، ۲۰۰۲). این توزیع بسیار ناهمگون برف نشان می‌دهد که اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای درجا (به عنوان مثال، عمق برف از ایستگاه‌های هواشناسی خودکار) ممکن است نشان‌دهنده ویژگی‌های گسترده‌تر برف، به‌ویژه برای مناطق دورافتاده، از نظر توپوگرافی پیچیده غیر قابل دسترس نباشد.

سنجش‌ازدور ماهواره‌ای می‌تواند اندازه‌گیری‌هایی را در گستره‌های فضایی بزرگ با پوشش زمانی متغیر ارائه دهد. داده‌های ماهواره‌ای قادر به پوشش روزانه گسترده هستند. ابزارهای رصد زمین در سنجش‌ازدور نوری به طور گسترده در دسترس‌اند، به عنوان مثال، طیف‌سنج تصویربرداری با وضوح متوسط [MODIS] در Enhanced, Aqua/Terra، Thematic Mapper Plus [ETM+] در Landsat 7، و Operational Land Imager [OLI] در Landsat 8 (قادری و عزیززی، ۲۰۲۲؛ علیبخشی و همکاران، ۱۳۹۹؛ هال و همکاران، ۲۰۱۷).

منطقه پوشیده از برف را می‌توان از داده‌های نوری با

استفاده از روش‌های نسبتاً ساده باتوجه به تفاوت آلبیدو بین برف و سایر انواع پوشش زمین رایج استخراج کرد. باین‌حال، وجود ابرهای ضخیم نوری و روشنایی متغیر در زمین‌های پیچیده هنوز چالش‌هایی را برای طبقه‌بندی پوشش زمین با سنجش‌ازدور نوری ایجاد می‌کند (گیلس و همکاران، ۲۰۰۱). رویکردهای نقشه‌برداری پوشش برف نوری به طور معمول از بازتاب نسبتاً کم برف در امواج مادون قرمز موج کوتاه (SWIR) و بازتاب نسبتاً بالا در طیف مرئی برای محاسبه شاخص تفاوت نرمال شده برف (NDSI) استفاده می‌کنند که می‌تواند به طور مؤثرتری برف را تشخیص دهد (هو و شین، ۲۰۲۲).

مطالعه بر روی برف به دلیل غیرقابل دسترس بودن آن‌ها و در بسیاری موارد به دلیل صعب‌العبور بودن ناممکن بوده است، بنابراین استفاده از فناوری‌های جدید مانند تصاویر ماهواره‌ای، ضروری به نظر رسیده و تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام شده است از جمله علیمرادی و همکاران (۱۳۹۶) به پویایی پوشش گیاهی در رابطه با دما و بارش در مراتع حوضه کارون محدوده استان خوزستان با استفاده از سنجنده AVHRR ماهواره NOAA برای ماه آوریل در دوره ۲۷ ساله پرداختند و بارش‌ها از ۱۴ ایستگاه همدیدی دریافت گردید که نتایج همبستگی فضایی نشان داد که بین پوشش گیاهی و دمای سطح زمین یک رابطه معکوس و بین پوشش گیاهی و ماندگاری برف یک رابطه مستقیم برقرار است. لیلا یغمایی و همکاران در ۲۰۲۱ در تحقیقات خود اثر تغییرات سطح و ماندگاری پوشش برف بر پوشش گیاهی در استان چهارمحال و بختیاری را مورد بررسی قرار دارند و در این تحقیق، آن‌ها شاخص‌های NDVI و NDSI را از ماهواره MODIS استخراج کردند و با استفاده از آنالیز پیرسون مورد بررسی قرار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که شاخص برف حداکثر همبستگی را با پوشش گیاهی در ماه مارس رانشان داد. (تیوبلت و همکاران ۲۰۲۰) به بررسی تغییرات پوشش برف و رابطه آن با دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی با استفاده سنجنده مادیس در شمال آمریکا پرداختند که نتایج نشان داده شد که ارتباط معکوسی بین میزان پوشش برف و LST و رابطه مستقیمی بین پوشش برفی و پوشش گیاهی

وجود دارد.

و زمستان های سردی دارد. تابستان های طولانی و گرم و دارای زمستان های معتدلی می باشد. خشکی در طول ماه های تابستان حاکم بوده و بین ژوئن و سپتامبر بارندگی کم یا بدون بارش است. میانگین دمای سالیانه حدود ۲۱ درجه سلسیوس و دمای آن بین ۷ تا ۴۷ درجه سلسیوس متغیر می باشد. تقریباً ۴۰۰ میلی متر بارندگی در سال دارد که از ۲۰۰ میلی متر در سال های خشک تا ۶۵۰ میلی متر در سال های مرطوب متغیر است، اکثر بارندگی ها از اکتبر شروع می گردد و این بارندگی ها در دسامبر تا ژانویه افزایش می یابد. در این مطالعه منطقه اربیل به دلیل داشتن برف بیشتر نسبت به دیگر شهر های عراق به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید (شکل ۱).

برف تحت پدیده گرمایش جهانی در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است که اهمیت آن به دلیل خشک و نیمه خشک بودن بخش های قابل توجهی از کشور عراق که کوهستان ها منابع اصلی تأمین کننده منابع آبی هستند از اهمیت بسزایی برخوردار بوده است. میزان بارش های واقعی در دشت های کردستان عراق به ندرت به ۴۰۰ میلیمتر می رسد (کرین، ۱۹۹۲)، لذا در این تحقیق منطقه اربیل در کردستان عراق که یکی از مهم ترین مناطق برف گیر در عراق است و به طور عمده کوهستانی است مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

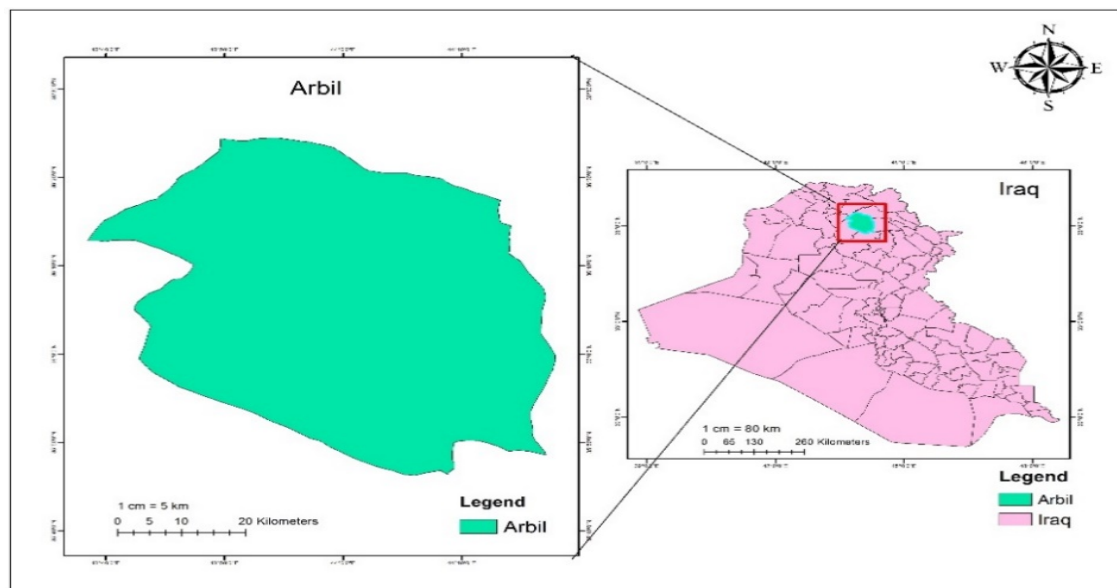
الف: معرفی منطقه مورد مطالعه

استان و شهر اربیل در شمال کشور عراق قرار دارد و از نظر جغرافیایی دشتی کوهستانی می باشد. اربیل در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۸ ثانیه است و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۳۳ ثانیه می باشد (شکل ۱). دارای آب و هوای مدیترانه ای است و از قدیم مکانی استراتژیک بوده است، زمین های بسیار مناسبی برای کشاورزی در چهار فصل سال را دارد به این صورت که تابستان هایی بسیار گرم

ب: داده های مورد استفاده

لندست ۸ آخرین سری از ماهواره های سری لندست ۸ است که در تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ در مدار قرار گرفته است. این مدار خورشید آهنگ بوده است و هر ۹۹ دقیقه یکبار به دور زمین می چرخد. در حدود ساعت ۹ و ۴۵ دقیقه به وقت محلی از بالای خط استوا می گذرد. ماهواره Landsat ۸ از دو سنجنده اصلی تشکیل شده است:

۱- سنجنده OLI که دارای ۹ باند طیفی در محدوده



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات ماهواره لندست ۸

جدول ۱: باندهای طیفی OLI		
قدرت تفکیک مکانی	موج (میکرومتر)	طول باندهای طیفی
۳۰	۰.۴۳-۰.۴۵	باند ۱_آب
۳۰	۰.۴۵-۰.۵۱	باند ۲_آبی
۳۰	۰.۵۳-۰.۵۹	باند ۳_سبز
۳۰	۰.۶۴-۰.۶۷	باند ۴_قرمز
۳۰	۰.۸۵-۰.۸۸	باند ۵_مادون قرمز نزدیک
۳۰	۱.۵۷-۱.۶۵	باند ۶_طول موج کوتاه مادون قرمز
۳۰	۲.۱۱-۲.۲۹	باند ۷_مادون قرمز با طول موج کوتاه
۱۵	۰.۵۰-۰.۶۸	باند ۸_پانکروماتیک
۳۰	۱.۳۶-۱.۳۸	باند ۹_سیروس
۱۰۰	۱۰.۶۰-۱۱.۱۹	باند ۱۰_طول موج بلند مادون قرمز
۱۰۰	۱۱.۵۰-۱۲.۵۱	باند ۱۱_مادون قرمز با طول موج بلند

مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز با طول موج کوتاه طیف الکترومغناطیس می باشد.

۲- سنجنده TIRS که دارای ۲ باند طیفی در محدوده مادون قرمز حرارتی می باشد. ماهواره لندست ۸ در هر گذر نواری به عرض ۱۸۵ کیلومتر را پوشش داده و تهیه پوشش کامل زمین ۱۶ روز طول می کشد. مشخصات فنی ماهواره Landsat در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

متغیر است (رزا و همکاران، ۱۹۷۳) به طور کلی، مقادیر آن برای ابر، برف و آب منفی بوده و برای سنگ ها، ماسه ها یا سطوح بتنی نزدیک به صفر و برای پوشش گیاهی، از جمله گیاهان، درختچه ها، علف ها و جنگل ها مثبت است. در این شاخص خاک معمولی، معادل یک در نظر گرفته می شود (آلیسون، ۱۹۸۹)؛ (جونز و واکان، ۲۰۱۰)؛ (شاهوانگ و همکاران، ۲۰۲۱).

$$NDVI = \frac{b5 - b4}{b5 + b4} = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{رابطه (۱)}$$

شاخص برف تفاوت نرمال شده $NDSI$

این شاخص بر مبنای این که برف دارای بازتابندگی بالاتر ناحیه مرئی و بازتابندگی پایین در فروسرخ میانی می باشد جهت استفاده در تشخیص برف از ابر و مناطق فاقد برف استفاده می شود (نولین و ولیان، ۲۰۰۰)؛ (آکرمن و همکاران، ۱۹۹۶)؛ (کلین و همکاران، ۱۹۹۸). بازه تغییرات این شاخص بین ۱- تا ۱+ متغیر می باشد، با این حال اکثر محققان آستانه ۰.۴ را یک آستانه مناسب برای استخراج مناطق برفی در نظر می گیرند (هال و همکاران، ۱۹۹۵). در حقیقت می توان با در نظر گرفتن شرایط منطقه آستانه عددی متناسب را بدست آورد. حاصل به کار گیری این شاخص ایجاد پیکسل هایی با ارزش ۱- و ۱+ خواهد بود که پیکسل های دارای ارزش بین ۱- تا ۰ نشان دهنده ی مناطقی است که برف در آن ها وجود

ج: شاخص گیاهی تفاوت نرمال شده $NDVI$

این شاخص یکی از اولین محصولات تحلیلی سنجش از دور است که برای ساده کردن پیچیدگی های تصاویر چند طیفی استفاده گردیده است. در حال حاضر یکی از محبوب ترین شاخص های مورد استفاده برای ارزیابی پوشش گیاهی می باشد. مطالعات نشان داده شده است که این شاخص برای بیان وضعیت پوشش گیاهی و ویژگی های کمی پوشش گیاهی موثر می باشد (مانانده و همکاران، ۲۰۰۹)؛ (هانگ و همکاران، ۲۰۲۱) که دارای بیشترین حساسیت به تغییرات پوشش گیاهی بوده و در برابر اثرات جوی و زمینه ی خاک دارای حساسیت کمتری می باشد، که از رابطه ۱ به دست می آید (کوگان، ۱۹۹۳).

که در آن NIR ، بازتاب در باند فروسرخ نزدیک و RED ، انعکاس در باند قرمز می باشد. مقادیر $NDVI$ از ۱- تا ۱+ بدون در نظر گرفتن تابش، بازتاب یا DN به عنوان ورودی

نداشته و ارزش های بین

۰ تا ۱+ مناطقی است که برف با توجه به سنگینی و سبکی (بسته به عمق آن) ضرایب مثبت را به خود اختصاص داده است. هر قدر عمق برف بیشتر باشد حاصل به یک نزدیک تر و هرچه عمق کمتر باشد حاصل به صفر نزدیک می شود (عفی، ۲۰۲۱). الگوریتم نقشه ی برفی لندست از باندهای ۵ و ۶ این سنجنده ها به طور اتوماتیک جهت استخراج شاخص برفی (NDSI) اجرا و اساس محاسبه گردید. آرکر و همکاران ثابت کردند که برف خالص دارای NDSI بالایی بوده، اما با مخلوط شدن با مواد دیگر نظیر خاک از درصد خلوص آن کاسته می گردد (آرکر و همکاران، ۱۹۹۴). این الگوریتم در تصاویر Landsat ۸ از نسبت اختلاف بازتابندگی باند مرئی و باند مادون قرمز میانی تقسیم بر مجموع بازتابندگی در این دو باند بدست می آید (رابطه ۲).

$$\text{NDSI} = \frac{b5 - b6}{b5 + b6} \quad \text{رابطه (۲)}$$

نتایج و بحث

برای تهیه سطح پوشش برف و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده ی OLI ماهواره Landsat 8 مربوط به تاریخ های آوریل و فوریه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ (به شماره گذر و ردیف ۱۶۹-۳۵) استفاده شده است. داده های ماهواره ای به فرمت TIFF Geo از سایت USGS تهیه شدند، در این تحقیق برای پردازش و آماده سازی تصاویر، طبقه بندی و خروجی گرفتن نقشه های نهایی به ترتیب از نرم افزارهای 5.3 Envi، Q Gis و global mapper استفاده گردید.

بررسی کیفیت و طبقه بندی تصاویر

در این تحقیق، کیفیت تصاویر قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش داده ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری مورد بررسی قرار گرفتند. جهت وضوح تصویر از تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری در نرم افزار ENVI 5.6 استفاده شده است و سپس عارضه های هر منطقه را شناسایی کرده و کلاس بندی شدند.

طبقه بندی تصاویر، صحت سنجی و ضریب کاپا

جهت بررسی دقت و صحت سنجی ابتدا عارضه های هر منطقه را مشخص کرده و در نهایت ضریب کاپا هر تصویر را بدست آورده که نتایج به دست آمده همان طور که در جدول ۲ می بینیم برای تصاویر آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ به ترتیب ۰.۹۶ و ۰.۹۸ و برای تصاویر آوریل و ژانویه ۲۰۱۹ به ترتیب ۰.۹۸ و ۰.۹۸ می باشد

روند تغییرات شاخص برف و پوشش گیاهی

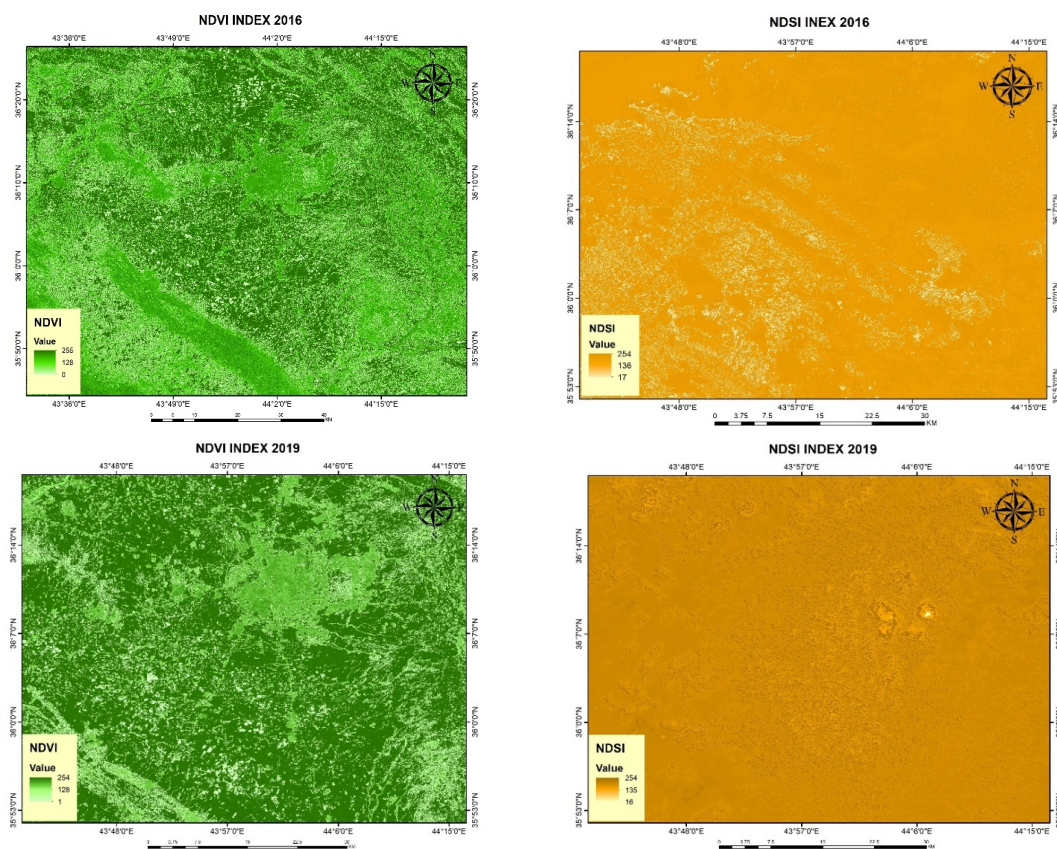
پوشش گیاهی در ماه آوریل که منطقه مورد مطالعه دارای تکامل رشد می باشد و پوشش برف ماه ژانویه از ماهواره لندست ۸ را استخراج کرده و تغییرات این شاخص طی سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ در نرم افزار Globa Mapper مورد محاسبه قرار گرفت که در شکل ۱ نشان داده شده است. که در تصویر مربوط به آوریل ۲۰۱۹ بیشترین پوشش گیاهی و در ژانویه ۲۰۱۹ بیشترین ماندگاری پوشش برف را داشته و در سال ۲۰۱۶ پوشش گیاهی کمتر و ماندگاری کمتر پوشش برف را داشته است.

مساحت شاخص NDVI و NDSI

بدین منظور نقشه های شاخص پوشش برف و پوشش گیاهی را در Arc Gis محاسبه کردیم و همانطور که در جدول ۳ و شکل ۲ دیده می شود در سال ۲۰۱۹ مساحت پوشش گیاهی و پوشش برف در منطقه مورد مطالعه افزایش پیدا کرده است که می توان نتیجه گرفت بین مساحت پوشش گیاهی و ماندگاری پوشش برف رابطه مستقیمی وجود دارد.

همبستگی بین شاخص های NDVI و NDSI

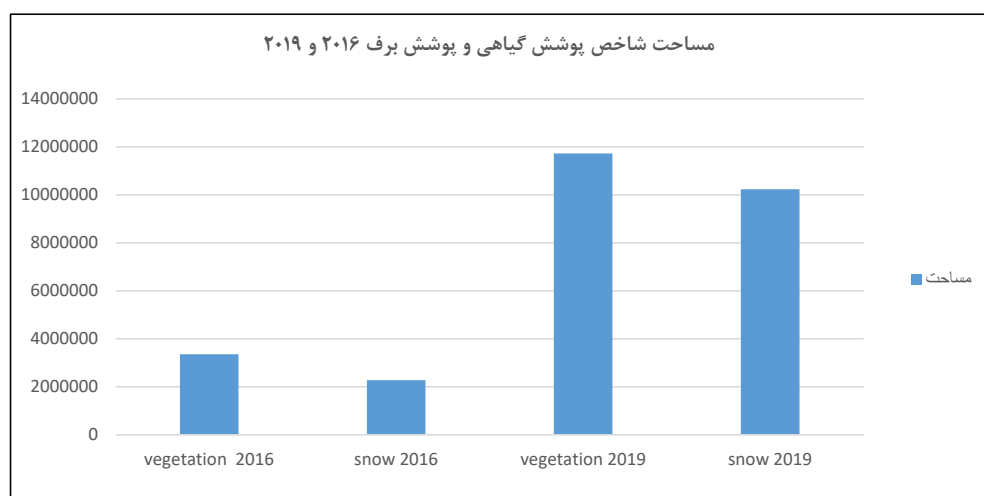
رابطه همبستگی جهت برقراری ارتباط بین پوشش گیاهی و پوشش برف در سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ را نشان می دهد که این مقدار همان طور که در شکل ۳ دیده می شود برای سال ۲۰۱۶ برابر با ۰.۹۶ و برای سال ۲۰۱۹ برابر با ۰.۹۹ است که نشان دهنده همبستگی مثبت بین شاخص پوشش گیاهی و پوشش برف می باشد



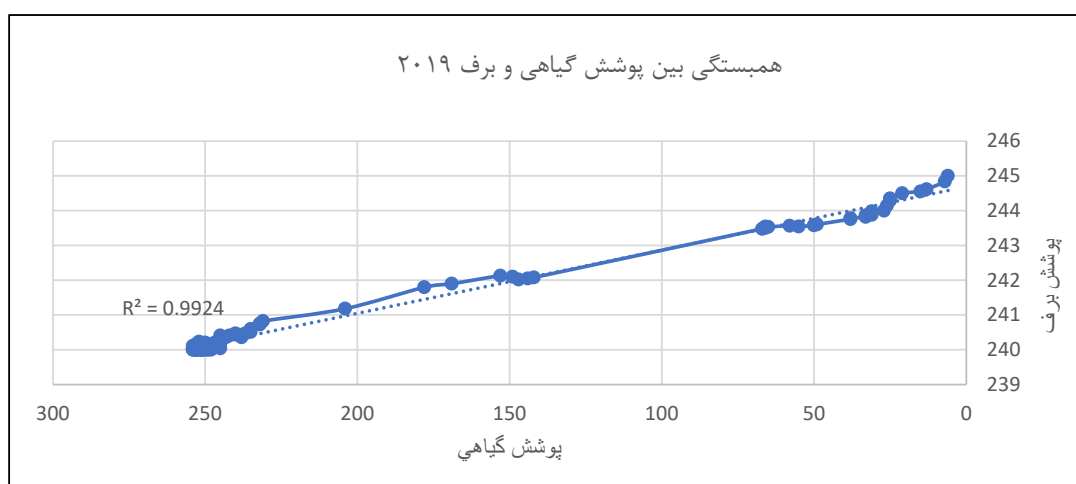
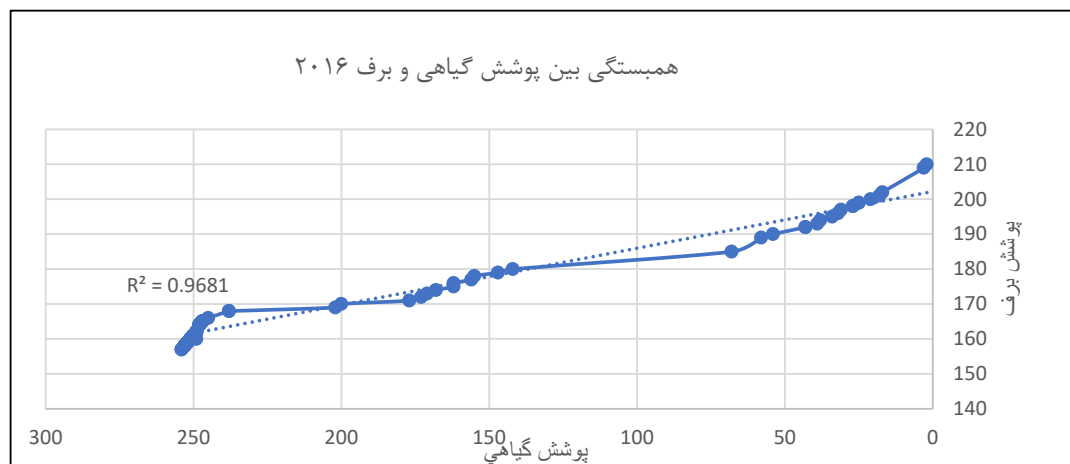
شکل ۱. تغییرات سطح پوشش برف و پوشش گیاهی آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹

جدول ۳. مساحت شاخص NDVI و NDSI ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ منطقه مورد مطالعه

پوشش گیاهی ۲۰۱۶	برف ۲۰۱۶	پوشش گیاهی ۲۰۱۹	برف ۲۰۱۹
۳۳۵۴۴۱۹	۲۲۷۴۴۱۳	۱۱۷۲۸۲۲۱	۱۰۲۳۳۰۹۴



شکل ۲. مساحت شاخص پوشش گیاهی و پوشش برف برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹



شکل ۳. نمودار همبستگی بین پوشش گیاهی و برف آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹

جدول ۲. ضریب کاپا ماه های آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹

لندست ۸ - آوریل ۲۰۱۶					
۹۷.۴۰۷۱٪ (۳۱۱۸/۳۲۰۱) = دقت کلی					
۰.۹۶۵۱ = ضریب کاپا					
پوشش_تست	ابر_تست	ساختمان_تست	خاک_تست	آب_تست	طبقه بندی
.	.	.	.	.	طبقه بندی نشده
.	.	.	.	۱۰۳۶	آب_تست
.	۹	.	۳۳۵	.	خاک_تست
۱۲	۱۴	۶۲۵	.	۶	ساختمان_تست
۲۶	۱۴۸	۱۴	۱	.	ابر_تست
۹۷۴	.	۱	.	.	پوشش گیاهی

ادانه جدول ۲. ضریب کاپا ماه های آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹

لندست ۸ - ژانویه ۲۰۱۶					
۹۹.۸۳۰۳% $(7647/7660)$ دقت کلی					
۰.۹۹۶۹ = ضریب کاپا					
برف_تست	ابر_تست	خاک_تست	پوشش گیاهی_تست	طبقه بندی	
۰	۰	۰	۰	طبقه بندی نشده	
۰	۰	۰	۴۷۷	پوشش گیاهی_تست	
۰	۰	۶۸۳	۰	خاک_تست	
۱۳	۱۷۶۲	۰	۰	ابر_تست	
۴۷۲۵	۰	۰	۰	برف_تست	
لندست ۸ - آوریل ۲۰۱۹					
۹۸.۸۸۲۷% $(3363/3401)$ دقت کلی					
۰.۹۸۰۵ = ضریب کاپا					
ابر_تست	ساختمان_تست	آب_تست	فرسایش شیار_تست	خاک_تست	طبقه بندی
۰	۰	۰	۰	۰	طبقه بندی نشده
۰	۱	۰	۰	۰	خاک_تست
۰	۱	۰	۶۷	۰	فرسایش شیار_تست
۰	۰	۲۷۳	۰	۰	آب_تست
۰	۱۳۱	۴	۰	۰	ساختمان_تست
۷۹۰	۰	۰	۰	۰	ابر_تست
لندست ۸ - ژانویه ۲۰۱۹					
۹۹.۳۶۵۲% $(7044/7089)$ دقت کلی					
۰.۹۸۶۲ = ضریب کاپا					
پوشش گیاهی_تست	برف_تست	خاک_تست	ابر_تست	طبقه بندی	
۰	۰	۰	۰	طبقه بندی نشده	
۰	۲۶	۰	۳۸۰	ابر_تست	
۱۰	۲۶	۱۱۴۴	۰	خاک_تست	
۰	۵۰۱۶	۰	۹	برف_تست	
۵۰۴	۰	۰	۰	پوشش گیاهی_تست	

صحت سنجی

جهت اعتبارسنجی ابتدا عارضه های هر منطقه را شناسایی کرده و در نهایت ضریب کاپا هر تصویر بدست آورده شده است. همانطور که در جدول ۲ می بینیم برای تصاویر آوریل و ژانویه ۲۰۱۶ به ترتیب ۰.۹۶ و ۰.۹۸ و برای تصاویر آوریل و ژانویه

۲۰۱۹ به ترتیب ۰.۹۸ و ۰.۹۸ می باشد. که نشان دهنده دقت و اعتبار بالایی در محدوده مورد مطالعاتی می باشد.

جمع بندی

استان اربیل در شمال کشور عراق قرار گرفته است و نسبت

به دیگر شهرهای عراق دارای برف بیشتری می‌باشد. از آنجایی که برف از اهمیت قابل توجهی برای تامین آب شیرین برخوردار است و بر هیدرولوژی ارتفاعات مختلف در مناطق کوهستانی تأثیر می‌گذارد و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پوشش برف نقش حیاتی در رواناب و الگوهای تغذیه آب زیرزمینی کوهستانی و تأثیرات آن بر روی پوشش گیاهی دارد (آکیورک و سورمن، ۲۰۰۲)؛ (جین و همکاران، ۲۰۰۸). ماندگاری برف، الگوی مکانی برف را نشان می‌دهد و به نوعی می‌توان ذوب برف را با دقت بررسی نمود. در مناطق کوهستانی پراکنش برف از ناهمگونی زیادی برخوردار بوده است (Luce et al., 2000, Balk Elder; 1998). وجود پوشش گیاهی بر ماندگاری برف تأثیرگذار می‌باشد. ممکن است در مناطقی پوشش برف بیشتر باشد ولی به علت نبود پوشش گیاهی به سرعت ذوب می‌گردد. همچنین در بعضی از مناطق به علت وجود پوشش گیاهی ماندگاری برف استمرار داشته است. در پژوهش حاضر بین پوشش گیاهی و پوشش برف، ضریب همبستگی ۰٫۹۶ برای سال ۲۰۱۶ و ۰٫۹۹ برای سال ۲۰۱۹ بدست آمده که با نتایج (Marchand & Killingtveit; ۲۰۰۱) و (Nekoonam & Mazidi; 2010) مبنی بر معنی داری و مستقیم بودن رابطه خطی پوشش برف و گیاهی مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که به میزان پوشش گیاهی در منطقه مورد نظر ماندگاری برف به همان نسبت می‌باشد که در جدول ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است. در سال ۲۰۱۶ پوشش گیاهی کمتر و به تبع ماندگاری برف کمتر و در سال ۲۰۱۹ پوشش گیاهی بیشتر و به تبع ماندگاری برف بیشتری را نشان می‌دهد که با نتایج (تیوبلت و همکاران، ۲۰۲۰) هم پوشانی دارد.

مراجع

- علیمراد، سامان، خورانی، اسداله، اسماعیل پور، & یحیی. (۲۰۱۷). پویایی پوشش گیاهی در رابطه با دما و بارش در مراتع حوضه کارون محدوده ی استان خوزستان. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*, ۴۴(۱۷), ۱۵۵-۱۷۸.
- عیفی، & محمدابراهیم. (۲۰۲۱). بررسی تغییرات سطح پوشش برف و تعیین خط ذوب برف در مناطق کوهستانی با استفاده از تصاویر مودیس و شاخص NDSI مطالعه موردی یخچال‌های زاگرس. *جغرافیا و مطالعات محیطی*.
- آکیورک، سورمن، (۲۰۰۲)؛ (جین و همکاران، ۲۰۰۸). ماندگاری برف، الگوی مکانی برف را نشان می‌دهد و به نوعی می‌توان ذوب برف را با دقت بررسی نمود. در مناطق کوهستانی پراکنش برف از ناهمگونی زیادی برخوردار بوده است (Luce et al., 2000, Balk Elder; 1998). وجود پوشش گیاهی بر ماندگاری برف تأثیرگذار می‌باشد. ممکن است در مناطقی پوشش برف بیشتر باشد ولی به علت نبود پوشش گیاهی به سرعت ذوب می‌گردد. همچنین در بعضی از مناطق به علت وجود پوشش گیاهی ماندگاری برف استمرار داشته است. در پژوهش حاضر بین پوشش گیاهی و پوشش برف، ضریب همبستگی ۰٫۹۶ برای سال ۲۰۱۶ و ۰٫۹۹ برای سال ۲۰۱۹ بدست آمده که با نتایج (Marchand & Killingtveit; ۲۰۰۱) و (Nekoonam & Mazidi; 2010) مبنی بر معنی داری و مستقیم بودن رابطه خطی پوشش برف و گیاهی مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که به میزان پوشش گیاهی در منطقه مورد نظر ماندگاری برف به همان نسبت می‌باشد که در جدول ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است. در سال ۲۰۱۶ پوشش گیاهی کمتر و به تبع ماندگاری برف کمتر و در سال ۲۰۱۹ پوشش گیاهی بیشتر و به تبع ماندگاری برف بیشتری را نشان می‌دهد که با نتایج (تیوبلت و همکاران، ۲۰۲۰) هم پوشانی دارد.
- ۳۶-۲۵، (۱۰)۳۸
- یغمایی، جعفری، سلطانی، & جهانبازی. (۲۰۲۲). اثر تغییرات سطح و ماندگاری پوشش برف بر پوشش گیاهی در استان چهارمحال و بختیاری. *نشریه علمی-پژوهشی مرتع و آبخیزداری*, ۷۴(۴), ۹۱۷-۹۳۸.
- Ali Bakhshi, T., Azizi, Z., Vafaeinejad, A., Aghamohammadi Zanjirabadi, H. Survey of Area Changes in Water Basins of Shahid Abbaspour Dam Caused by 2019 Floods Using Google Earth Engine. *Iranian journal of Ecohydrology*, 2020; 7(2): 345-357. doi: 10.22059/ije.2020.295785.1272
- Antonio, E, David; Juan Co-Lara, Pardo-I, Pulido-V (2016), Estimation of Snowpack Matching Ground- Truth Data and MODIS Satellite-Based Observations by Using Regression Kriging, EGU General Assembly, EPSC2016-14368.
- Allison, E. W., Brown, R. J., Press, H. E., & Gairns, J. G. (1989, July). Monitoring drought affected vegetation with AVHRR. In *12th Canadian Symposium on Remote Sensing Geoscience and Remote Sensing Symposium*, (Vol. 4, pp. 1965-1967). IEEE.
- Archer, D. R., Bailey, J. O., Barrett, E. C., & Greenhill, D. (1994). The Potential of Satellite Remote Sensing of Snow over Great Britain in Relation to Cloud Cover: Paper Presented at EGS XVII General Assembly (Edinburgh, GB-April 1992). *Hydrology Research*, 25(1-2), 39-52.
- AKYÜREK, Z., & ŞORMAN, A. Ü. (۲۰۰۲). Monitoring snow-covered areas using NOAA-AVHRR data in the eastern part of Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 47(2), 243-252.
- Ackerman, S., Strabala, L., Menzel, P., Frey, R., Moeller, C., Gumley, L., Baum, B., Schaff, C., Riggs, G.A. & Welch, R., 1996. Discriminating Clear-Sky from cloud with MODIS, Algorithm Theoretical Basis Document (MOD35), Version 3.0., p. 109
- Almas, A. S., Azam, M., Butt, M. J., & Amer, S. EXPLOITATION OF GEOSPATIAL TECHNIQUES FOR STUDYING THE SNOW AND WATER RUNOFF PARAMETERS.
- Cess, R. O., Potter, G. L., Zhang, M. H., Blanchet, J. P., Chalita, S., Colman, R., ... & Yagai, I. (1991). Interpretation of snow-climate feedback as produced by 17 general circulation models. *Science*, 253(5022), 888-892.
- Cohen, J. (1994). Snow cover and climate. *Weather*, 49(5), 150-156.
- Cohen, J., & Entekhabi, D. (۲۰۰۱). The influence of snow covers on Northern Hemisphere climate variability. *Atmosphere-Ocean*, 39(1), 35 - 53.
- Douville, H., & Royer, J. F. (1996). Sensitivity of the Asian summer monsoon to an anomalous Eurasian snow cover within the Meteo-France GCM. *Climate Dynamics*, 12(7), 449-466.
- Dietz, A., Hu, Z., & Tsai, Y. L. (۲۰۱۸). Remote Sensing of Snow Cover in the Alps. An Overview of

- Klein, A. G., Hall, D. K., & Riggs, G. A. (1998). Global snow cover monitoring using MODIS. *Information for sustainability*, 363-366.
- Kogan, F. (1993, August). United States droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites. In *Proceedings of IGARSS'93-IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 197-199). IEEE.
- Klein, A. G., Hall, D. K., & Riggs, G. A. (1998). Global snow cover monitoring using MODIS. *Information for sustainability*, 363-366.
- Manandhar, R., Odeh, I. O., & Ancey, T. (2009). Improving the accuracy of land use and land cover classification of Landsat data using post-classification enhancement. *Remote Sensing*, 1(3), 330-344.
- Marchand, W.D., Killington, A., ۲۰۰۱. Analyses of the Relation between Spatial Snow Distribution and Terrain Characteristics. 58th Eastern Snow Conference Ottawa, Ontario, Canada.
- Nagajothi, V., Priya, M. G., & Sharma, P. (2019). Snow cover estimation of western himalayas using sentinel-2 high spatial resolution data. *Indian Journal of Ecology*, 46(1), 88-93.
- Negi, H. S., Singh, S. K., Kulkarni, A. V., & Semwal, B. S. (2010). Field-based spectral reflectance measurements of seasonal snow cover in the Indian Himalaya. *International Journal of Remote Sensing*, 31(9), 2393-2417.
- Negi, H. S., Kulkarni, A. V., & Semwal, B. S. (2009). Study of contaminated and mixed objects snow reflectance in Indian Himalaya using spectroradiometer. *International Journal of Remote Sensing*, 30(2), 315-325.
- Nekoonam, Z., Mazidi, A., 2010. Analyses of snow cover in the basin scale of Fakhrabad, Yazd. 4th International Congress of the Islamic Word Geographers. Zahedan, Iran
- Rango, A., Salomonson, V. V., & Foster, J. L. (1977). Seasonal streamflow estimation in the Himalayan region employing meteorological satellite snow cover observations. *Water Resources Research*, 13(1), 109-112.
- Rango, A. (1977, March). Remote sensing: snow monitoring tool for today and tomorrow. In *Western Snow Conf.* (No. X-913-77-57).
- Rouse, JW, Haas, RH, Schell, JA, Deering, DW, (1973) »Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS«, Third ERTS Symposium, NASA, SP-351 I, 309-317pp.
- Thiebault, K., and Young, S. 2020. Snow cover change and its relationship with land surface temperature and vegetation in northeastern North America from 2000 to ۲۰۱۷, *International Journal of Remote Sensing*, 41: 21. 8453-8474.
- Yang, D.B., (2005), "The Urumqi River Source Glacier No. 1, Tianshan, China: changes over the past 45 Opportunities and Constraints.
- Engman, E. T. Gurney, R. J. (1992). *Remote Sensing in Hydrology*, Chapman and Hall, pp.225.
- Foster, J., Liston, G., Koster, R., Essery, R., Behr, H., Dumenil, L., ... & Cohen, J. (1996). Snow cover and snow mass intercomparisons of general circulation models and remotely sensed datasets. *Journal of Climate*, 9(2), 409-426.
- Ghaderi, B., Azizi, Z. (2022). Detecting and Monitoring Dust Storm and Studying the Effect of Temperature and Relative Humidity Parameters Using Remote Sensing. In: , et al. *New Prospects in Environmental Geosciences and Hydrogeosciences*. CAJG 2019. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72543-3_13
- Goodinson, B.E., Rango, A., Walker, A.E., 2000, Snow and Ice, *Remote Sensing in Hydrology and Water Management*, Springer Pub, Berlin, 539- 540.
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1-6.
- Hall, D. K., Riggs, G. A., & Salomonson, V. V. (1995). Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data. *Remote sensing of Environment*, 54(2), 127-140.
- Immerzeel, W. W., Droogers, P., De Jong, S. M., & Bierkens, M. F. P. (2009). Large-scale monitoring of snow covers and runoff simulation in Himalayan river basins using remote sensing. *Remote sensing of Environment*, 113(1), 40-49.
- Jain, S. K., Goswami, A., & Saraf, A. K. (2008). Accuracy assessment of MODIS, NOAA and IRS data in snow cover mapping under Himalayan conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 29(20), 5863-5878.
- Jones, H. G., & Vaughan, R. A. (2010). *Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications*. Oxford university press.
- Jain, S. K., Goswami, A., & Saraf, A. K. (2008). Accuracy assessment of MODIS, NOAA and IRS data in snow cover mapping under Himalayan conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 29(20), 5863-5878.
- Jones, H. G., & Vaughan, R. A. (2010). *Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications*. Oxford university press. scales. *Journal of Hydrometeorology*, 2(3), 228-242.
- Kogan, F. (1993, August). United States droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites. In *Proceedings of IGARSS'93-IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 197-199). IEEE.

- 2005, 41.
- Giles, P. Remote Sensing and Cast Shadows in Mountainous Terrain. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* ۲۰۰۱, 67, 833–839.
- Hall, D.K.; Riggs, G.A.; Salomonson, V.V.; DiGirolamo, N.E.; Bayr, K.J. MODIS Snow-Cover Products. *Remote Sens. Environ.* ۲۰۰۲, 83, 181–194.
- Winkler, D.E.; Butz, R.J.; Germino, M.J.; Reinhardt, K.; Kueppers, L.M. Snowmelt Timing Regulates Community Composition, Phenology, and Physiological Performance of Alpine Plants. *Front. Plant Sci.* ۲۰۱۸, 9, 114.
- ales, R.C.; Molotch, N.P.; Painter, T.H.; Dettinger, M.D.; Rice, R.; Dozier, J. Mountain Hydrology of the Western United States. *Water Resour. Res.* 2006, 42.
- Hu, J.M.; Shean, D. Improving Mountain Snow and Land Cover Mapping Using Very-High-Resolution (VHR) Optical Satellite Images and Random Forest Machine Learning Models. *Remote Sens.* ۲۰۲۲, ۱۴, 4227. <https://doi.org/10.3390/rs14174227>
- years”, *Geophysical Research Letters*, 32: L21504. Doi: 10.1029/2005GL024178.
- Yang, Z. L., Dickinson, R. E., Hahmann, A. N., Niu, G. Y., Shaikh, M., Gao, X., ... & Jin, J. (1999). Simulation of snow mass and extent in general circulation models. *Hydrological Processes*, 13(12-13), 2097-2113
- Zhao, L., & Gray, D. M. (1999). Estimating snowmelt infiltration into frozen soils. *Hydrological processes*, 13(12-13), 1827-1842.
- Valovcin, F.R. Snow/Cloud Discrimination; Air Force Geophysics Laboratory: Hanscom Afs, MA, USA, 1976.
- Mankin, J.S.; Viviroli, D.; Singh, D.; Hoekstra, A.Y.; Diefenbaugh, N.S. The Potential for Snow to Supply Human Water Demand in the Present and Future. *Environ. Res. Lett.* ۲۰۱۵, 10, 114016.
- Molotch, N.P.; Bales, R.C. Scaling Snow Observations from the Point to the Grid Element: Implications for Observation Network Design. *Water Resour. Res.*

Investigating the persistence of snow on vegetation using Landsat 8 images (case study: Erbil-Iraq)

Mozhgan Yarahmadi¹, Zahra Azizi², Shahram Khalighi Sigaroodi³

¹ Msc Student, Department of Arid & Mountainous Region Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Assistant professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Associate professor, Department of Arid & Mountainous Region Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*Corresponding Author Email: zazizi@srbiau.ac.ir

Received: 16 December 2021, accepted: 12 March 2022

ABSTRACT

Most of the rainfall falls in the form of snow in mountainous areas, the flow resulting from melting snow constitutes a major part of runoff, which is effective in providing water resources and feeding underground water aquifers, and sometimes causes destructive floods. Therefore, knowing the characteristics of snow is of great importance as an effective management of water resources. Erbil Province in Iraq has a latitude of 36 degrees 11 minutes and 28 seconds and a longitude of 44 degrees and 33 seconds. Due to the harsh conditions and lack of access to mountainous areas, it isn't easy to measure on the ground. Therefore, it is essential to use remote sensing facilities to estimate information about snow. The purpose of this study is to investigate the factors affecting the durability of snow cover and the correlation between them using satellite images. In this study, Landsat 8 images related to the months of April and January 2016 and 2019 of the studied area were used to determine the persistence of snow on vegetation, and NDVI and NDSI indices were calculated in GIS software to correlate them. In the following, in order to verify the validity of the prepared maps, the Kappa coefficient and the correlation and area of the indicators were evaluated. The results showed that in land classification, the relationship between snow and vegetation is the most important, and the correlation and area between the two indicators indicate a strong relationship between these two indicators. Also, the Kappa coefficient obtained for the year 2016 was 0.96 and 0.99, respectively, and for the year 2019, it was 0.98 and 0.98, respectively.

Keywords: Snow Persistence, Snow Cover Index, Vegetation Cover Index, Landsat 8

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Yarahmadi, M.; Azizi, Z.; Khalighi Sigaroodi, Sh. (2022). Investigating the persistence of snow on vegetation using Landsat 8 images (case study: Erbil-Iraq). *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 5(1): 42-52

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

