

مقدمه

خصوصیات فیزیکی درون برف بر تغییرات روزانه و اقلیمی و حتی تغییرات بلندمدت اقلیمی تأثیر می‌گذارد [۴]. بیش از ۴۰ درصد از مساحت نیم کره شمالی در فصل زمستان پوشیده از برف است. آلبیدوی بالای برف به همراه گسترش سطحی بالای آن، تأثیر زیادی بر بیلان تابشی زمین دارد [۱۸]. پوشش برف و حجم آب معادل آن، حدود یک سوم آب مورد نیاز برای آبیاری و رشد محصولات کشاورزی در سراسر جهان را تأمین می‌کند. رواناب حاصل از ذوب برف، منبع آبی بسیار مهمی در بیشتر مناطق کره زمین محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت ذوب برف در تشکیل دبی کل رودخانه، پایش سطح برف و برآورد رواناب ناشی از ذوب آن، نقش مهمی در کنترل و مدیریت آب حوضه دارد [۱۶]. همچنین تمرکز دبی ناشی از ذوب برف طی فصل بهار و اوایل تابستان، نه تنها سبب ایجاد سیلاب شده و مناطق گسترده‌ای را زیر سیل می‌برد، بلکه سبب هدر رفتن آب مورد نیاز آبیاری، شرب و تولید نیرو خواهد شد [۲۸]. مهم‌ترین خصوصیت یک پوشش برف عبارت‌اند از سطح پوشش، عمق، چگالی و عمق آب معادل برف [۲۲]. اگر عمق و چگالی برف معلوم باشد عمق آب معادل برف قابل محاسبه است و با دانستن سطح پوشیده شده از برف می‌توان حجم کل رواناب ناشی از ذوب برف را تخمین زد. از این رو، روش‌های مختلفی برای تعیین توزیع مکانی و زمانی برف در حوضه‌های آبریز مورد استفاده قرار می‌گیرند. برآورد دقیق سطح پوشش، به عنوان یکی از عملیات محوری و اساسی در زمینه مدیریت منابع آب، به ویژه در مناطقی که بارش برف سهم زیادی در نزولات جوی دارد، به حساب می‌آید [۱]. با توجه به اینکه ماهواره‌ها قادر به تصویربرداری از یک سطح در مقاطع زمانی مختلف هستند، در مطالعات برف سنجی این امکان را فراهم می‌کنند که پراکنش زمانی و مکانی برف مورد مطالعه قرار گیرد [۱۵]. قائمی و مرید [۱۴] در مطالعه خود، برف حوضه‌ی دماوند را با استفاده از عوامل هواشناسی از قبیل بارندگی و درجه حرارت و بدون آمار مستقیم برف سنجی، مقدار ریزش برف سالانه، ذوب برف و نهایتاً خط پیشروی و پس‌روی برف را در سال‌های مختلف ارزیابی نموده‌اند. رجب پور و همکاران [۲۳] به برآورد سطح پوشش و پایش الگوی زمانی برف حوزه آبخیز قلعه تک پرداختند، بدین منظور تصاویر سنجنده ETM+ مربوط به آن در سال ۲۰۱۴ میلادی تهیه شد. سپس سطح پوشش برف با شاخص NDSI و

 بررسی و پایش تغییرات سطح برف در استان
چهارمحال بختیاری
علی حقی زاده^{۱*} و آزاده ارشیا^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۳

چکیده

از نظر اقلیم‌شناسان و هواشناسانی که تغییرات اقلیمی و اتمسفری را مطالعه می‌کنند در دید جهانی پایش برف یک ضرورت است. زیرا خصوصیات فیزیکی درون برف بر تغییرات روزانه و اقلیمی و حتی تغییرات بلندمدت اقلیمی تأثیرگذار است. مطالعه و اندازه‌گیری تغییرات سطوح برف به عنوان یکی از منابع مهم تأمین آب، بسیار مهم است. با توجه به شرایط محیط‌های کوهستانی امکان اندازه‌گیری دائم زمینی جهت تخمین منابع برفایی و تشکیل پایگاه داده‌ها وجود ندارد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی مناطق برف‌گیر و ارزیابی تغییرات آن بسیار مهم می‌باشد. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای MODIS استان چهارمحال بختیاری در محدوده‌ی زمانی بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ و مربوط به ماه‌های مارس، دسامبر، ژانویه، آوریل و فوریه انتخاب شد. به طور کلی کمترین مساحت برف در سال‌های مورد مطالعه مربوط به ماه آوریل و بیشترین مساحت برف مربوط به ماه فوریه می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده‌ی کاهش سطح برف در طی دوره مورد بررسی بود که می‌توان این کاهش را ناشی از تغییرات اقلیمی جهانی و گرم شدن کره زمین دانست.

 واژه‌های کلیدی: برف، تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات اقلیمی،
MODIS

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان و نویسنده مسئول، Email: alihaghi20@gmail.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

الگوریتم Map Snow به دست آمد. ماندگاری برف نیز با توجه به سطح پوشش به دست آمده مشخص گردید که نتایج نشان داد بیشترین ماندگاری برف در شیب‌های بالای ۲۰ درصد و جهت‌های شمال و شرق با انحناء محدب می‌باشد. همچنین این احتمال وجود دارد که کاهش ماندگاری برف در سطوح مقعر و یکنواخت به دلیل تبادل گرمایی بیشتر این سطوح نسبت به سطوح باحالت محدب باشد. بنی حبیب و همکاران [۳] به پایش سطح برف حوضه سد شاه‌چراغی با استفاده از تصاویر NOAA-AVHRR پرداختند. آن‌ها بیان داشتند که سطح پوشش برف محاسبه شده از تصویر سنجنده ۳-AVHRR در حدود ۴ درصد بیشتر از سطح برف محاسبه شده از تصویر سنجنده ۲-AVHRR است. همچنین نتیجه بررسی روند تغییرات سطح برف از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷ میلادی به دو روش رگرسیون خطی و من کندال نشان دادند که سری زمانی سطح برف روندی ندارد. فتاحی و وظیفه دوست [۱۱] به پایش سطح پوشش برف و دمای سطح برف حوضه‌های آبریز استان گلستان با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS پرداختند. در این پژوهش دوره آماری ۹ ساله (۲۰۰۰-۸) به منظور تعیین پتانسیل ریزش و ذوب برف از الگوریتم دمای سطح برف و برای تشخیص سطوح پوشیده شده برف، شاخص NDSI بکار گرفته شد. نتایج تحقیق نشان داد با توجه به دقت زمانی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای MODIS و قابل دسترس بودن این تصاویر از طریق اینترنت، برای پایش سطح پوشش برف بسیار مناسب هستند. رایگانی و همکاران [۲۴] به برآورد رواناب ناشی از ذوب برف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS پرداختند. نتایج نهایی این تحقیق مشخص کرد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان با دقت مناسب، سطح پوشیده از برف را نقشه برداری نمود و برای محاسبات مربوط به توده برفی مورد استفاده قرارداد. همچنین، با آزمایش‌های مختلف انجام شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای با روش‌های جدید، تغییرات سطح پوشیده از برف در زمان‌هایی که تصاویر ماهواره‌ای موجود نبود، محاسبه شد. دقت این روش در مقایسه با تصاویر واقعی، بسیار خوب ارزیابی شد. در این روش، معادلاتی برای محاسبه میزان ذوب ناشی از تغییرات درجه حرارت به دقت آمد که تطبیق بسیار مناسبی با واقعیت داشتند. با توجه به تغییرات دبی، معادلاتی نیز برای برآورد دبی از ذوب روزانه حاصل شد که نتایج این معادلات نیز با واقعیت تطبیق مناسبی را نشان دادند. میر موسوی و صبور [۲۰] در تحقیقی پایش تغییرات پوشش برف با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس در منطقه‌ی شمال غرب ایران را بررسی نمودند. آن‌ها نشان دادند که در طول دوره‌ی مورد مطالعه، کمترین مقدار پوشش برف مربوط به سال ۲۰۰۸ با ۱۰۴۰/۰۱ کیلومتر مربع و بیشترین مساحت مربوط به سال ۲۰۰۷ با ۱۰۴۷۱/۷۸ کیلومتر مربع می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد در سال‌هایی که میانگین دمای فصل سرد پایین‌تر می‌باشد، سطح پوشش برف در بهار همان سال بیشتر از سال‌های دیگر

می‌باشد به طوری که در سال ۲۰۰۷ کمترین میانگین دما را در طول ده سال داشته (۲/۶ درجه سانتی‌گراد) درحالی که بیشترین سطح پوشش برفی در طول ده سال نیز مربوط به همین سال می‌باشد (۱۰۴۷۱/۷۸ کیلومتر مربع). برگسترون [۴] از میان متغیرهای مؤثر بر رواناب برف، شاخص حرارتی را در شکل کلاسیک روش درجه-روز، بهتر ارزیابی کرده و یادآور شده است که در مدل‌های رواناب برف این مدل به صورت گسترده استفاده می‌شود. فرگوسن [۱۳] با مطالعه مدل هیدرولوژیکی SRM گزارش نموده که نتیجه هر مدل هیدرولوژیکی به نوع چرخه آب و مراحل و منابع آن بستگی دارد. همچنین فرگوسن در سال ۱۹۹۹ با مطالعه مدل هیدرولوژیکی SRM یا مدل رواناب برف به این نتیجه رسید که این مدل در کوهستان‌های بلند، نتایج عالی می‌دهد. در این تحقیق به پایش تغییرات مساحت سطح پوشش برف پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۲ کیلومتر مربع بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و نیز ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان در بخش مرکزی کوه‌های زاگرس واقع شده است. از شمال و شرق به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان، از جنوب به کهگیلویه و بویر احمد و از شمال غرب به استان لرستان محدود است. بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی کشور، استان چهارمحال و بختیاری دارای ۹ شهرستان، ۱۸ بخش و ۵۱ دهستان می‌باشد [۱۹]. این منطقه دارای یک درصد از کل وسعت ایران می‌باشد که در بستر سلسله جبال زاگرس واقع شده است. که با وجود مساحت کم ده درصد از منابع آب کشور را در اختیار دارد. به علت ماهیت کوهستانی مرتفع که در مسیر بادهای مرطوب سیستم‌های مدیترانه‌ای قرار داشته و موجب صعود و تخلیه بار این سامانه‌ها می‌گردد، این استان دارای بارش نسبتاً مناسب می‌باشد. غالباً در مناطق مرتفع نوع بارش به صورت برف می‌باشد و وجود ارتفاعات پوشیده از برف یکی از ویژگی‌های اقلیمی این استان است. به علت جوان بودن دوره کوه‌زایی، در این منطقه وجود بلایا و مخاطرات طبیعی بسیاری چون سیل و زلزله، رانش زمین در اکثر نقاط آن مشاهده می‌شود [۲۶]. موقعیت جغرافیایی استان در شکل ۱ مشاهده می‌شود.

تنها بر روی درجات خاکستری اعمال شده و فقط با تغییر مقادیر آنها به صورت مجزا (پیکسل به پیکسل) سعی در جبران بعضی خطاهای موجود دارند [۱۲ و ۳۰]. تصحیحات رادیو متریک در قبال تغییرات منظر، نوردهی، دید هندسی، شرایط جوی و نویز سنجنده صورت می‌گیرد و شامل تصحیحات یا روش‌های حذف می‌باشد [۸ و ۳۰]. دو نوع تصحیح رادیو متریک وجود دارد که عبارت‌اند از: تصحیح رادیو متریک مطلق و تصحیح رادیو متریک نسبی [۵]. روش تصحیح رادیو متریک مطلق به دلیل نیاز به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده در اغلب موارد و به‌ویژه برای داده‌های قدیمی کار بسیار سختی است [۹]. یکی از روش‌های تصحیح رادیو متریک نسبی روش Dark Object Subtraction می‌باشد که به‌طور گسترده در بسیاری از مطالعات بکار گرفته شده است [۲ و ۲۷ و ۷].

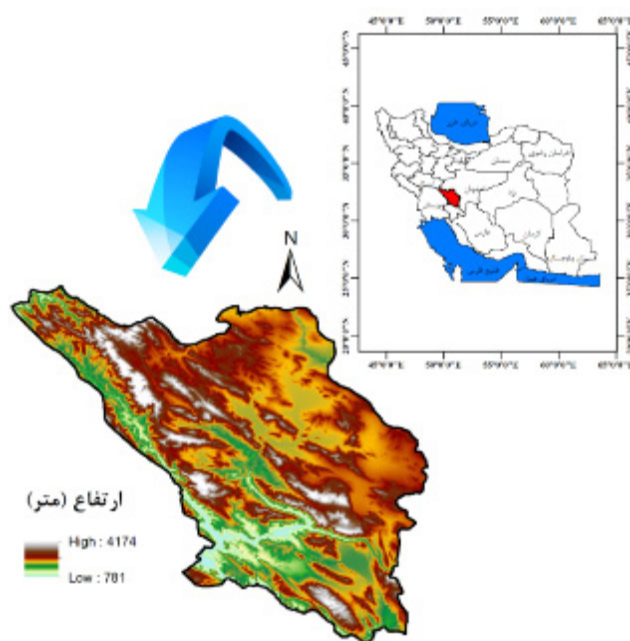
تصحیح اتمسفری مهم‌ترین بخش از پردازش‌های تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. این تصحیح به‌ویژه در زمانی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مهم است، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۷]. همچنین برای سیستم‌های تصویربرداری چند طیفی مانند اسکنرهای سنجنده ماهواره لندست که در بخش طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک اطلاعات را ثبت می‌کنند و جذب اتمسفر به‌طور عمده بر این باندها اثر می‌گذارد [۲۹].

دو روش عمده برای تصحیحات اتمسفری وجود دارد :

۱. استفاده از هیستوگرام باندها است که هیستوگرام باندها به صورت مجزا محاسبه و ترمیم می‌شود.
 ۲. استفاده از روش رگرسیون باندها می‌باشد [۳۰].
- ارزش عددی هر پیکسل در تصاویر ماهواره‌ای، به دلیل تضعیف سیگنال‌ها بر اثر جذب و یا تغییر مسیر بر اثر پراکنش معادل ثبت واقعی تابندگی پدیده‌های سطح زمین نیست [۲۵ و ۲۱]. تکنیک کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره (روش چاوز) بر این فرض استوار است که کمترین مقدار DN برای یک پیکسل در مناطق آبی در هر نوار باید صفر باشد و ارزش رادیومتری DN نتیجه‌ای است که از خطای اتمسفری حاصل شده است [۶]. در این روش ابتدا مقدار خطای اتمسفری با ارزیابی ارزش‌های ثبت شده برای پیکسل‌های موجود در مناطق با پوشش آب، محاسبه گردیده و سپس آن مقدار ثابت از ارزش کل پیکسل‌ها در یک نوار کم می‌شود. این روش بسیار دقیق می‌باشد و به گستردگی در تصحیح اتمسفری مناطق هم‌جوار توده‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۱].

نتایج و بحث

تصاویر مربوط به دوره‌ی آماری سال ۲۰۱۵-۲۰۱۷ در شکل (۲) تا (۱۰) آمده است. در این شکل پیکسل‌های برف و سایر پوشش‌های سطح زمین نظیر برف، دریاچه، دریاچه یخ‌زده و اراضی لخت و فاقد پوشش نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان چهارمحال بختیاری در ایران

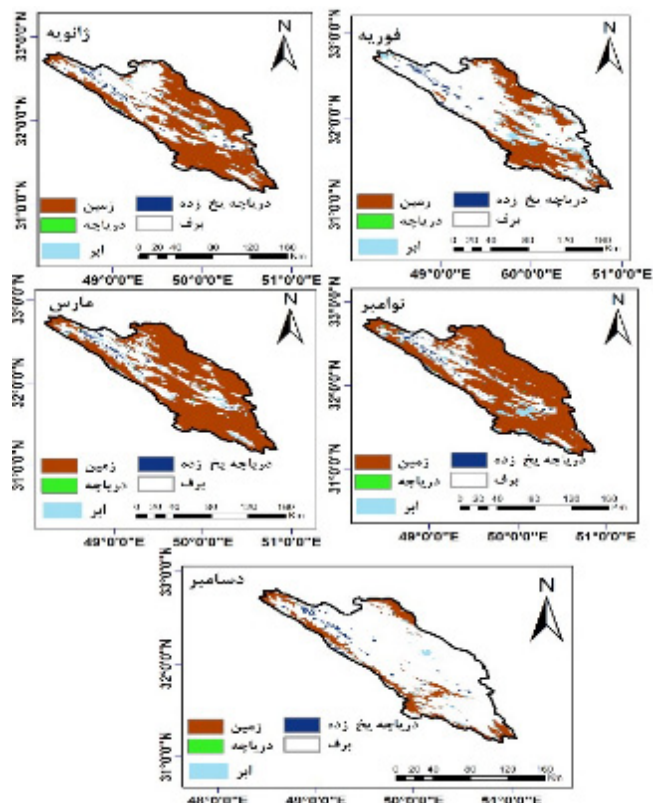
روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل تصاویر Terra-

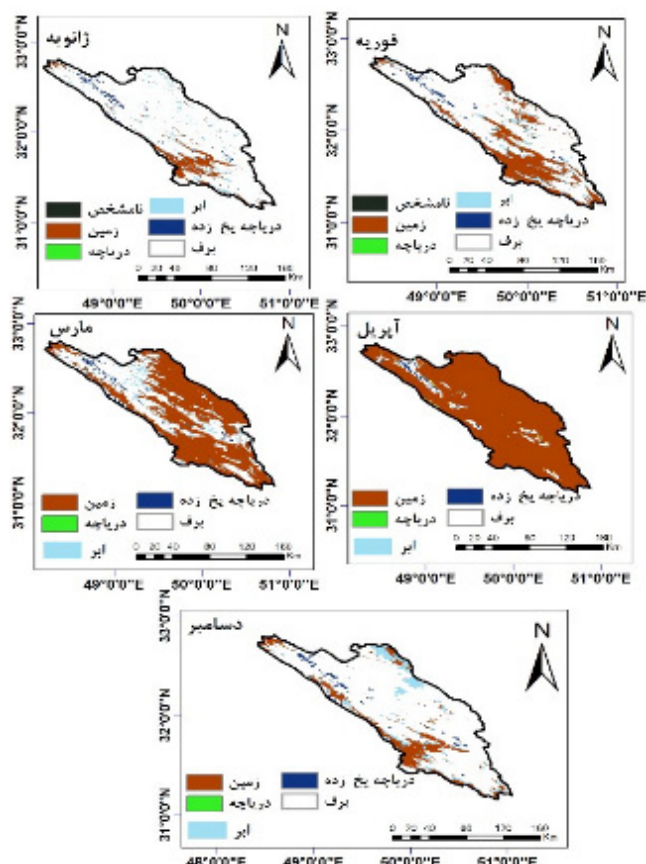
MODIS مربوط به استان چهارمحال بختیاری می‌باشد. تصاویر ماهواره‌ای MODIS با دقت مکانی ۴۶۰ متر مربوط به پنج ماه از سال محدوده‌ی زمانی دانلود شده از میان تصاویر انتخابی، بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ می‌باشد. در انتخاب تصاویر نکاتی در نظر گرفته شده است، بدین ترتیب که هر سال ۵ تصویر انتخاب شده است. این تصاویر مربوط به ماه‌های مارس، دسامبر، ژانویه، آوریل و فوریه می‌باشد این بازه برای این در نظر گرفته شده است که در آن امکان ریزش برف وجود دارد و پس از این تاریخ نیز تقریباً تمامی سطوح با پوشش برفی به دلیل افزایش دما ذوب می‌شود و کار پایش بی‌ثمر خواهد بود. در مرحله‌ی اول پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای نسبت به تصحیح رادیو متریکی و تصحیح هندسی تصاویر اقدام شد. به‌طور کلی، به نحوه تغییر و تبدیل یک تصویر ماهواره‌ای رقومی به صورتی که دارای مقیاس و مختصات شود، تصحیح هندسی می‌گویند. عمل تصحیح هندسی در سیستم مختصات انجام می‌گیرد. در این مطالعه تطابق هندسی UTM داده‌ها با خطای ریشه میانگین مربعات کمتر از یک پیکسل انجام شده است. در تصاویر ماهواره‌ای MODIS در روزهایی که تصویر MODIS ابری یا دارای نویز بود تصحیحات رادیو متریک و اتمسفری صورت گرفت. پس از دریافت و اصلاحات تصاویر، این تصاویر در نرم‌افزار Arc GIS 10.2 بازخوانی شدند. پیکسل‌های مربوط به برف مشخص و تعداد آن‌ها محاسبه شد.

تصحیح رادیو متریک و اتمسفری

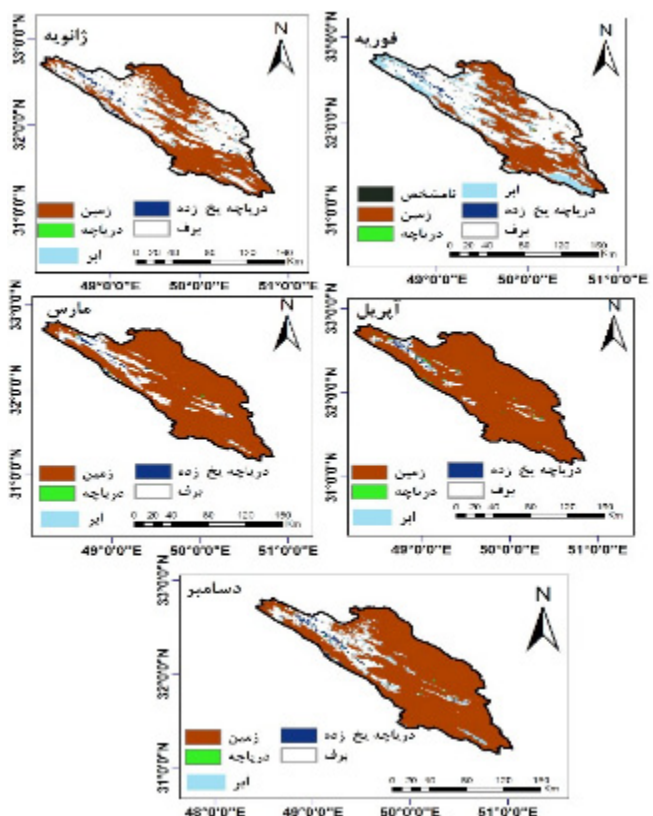
تصحیحات رادیو متریک آن دسته از تصحیحات است که



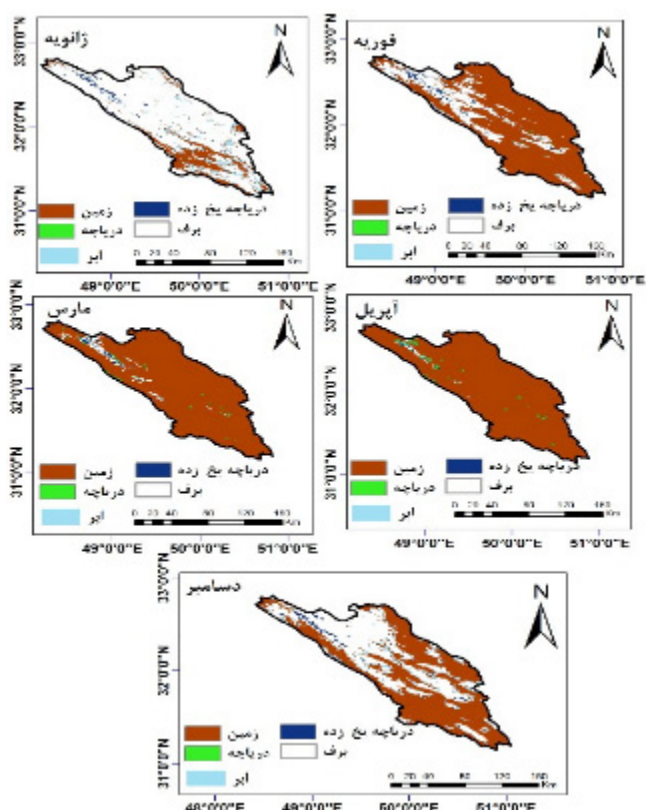
شکل ۴: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۰۹



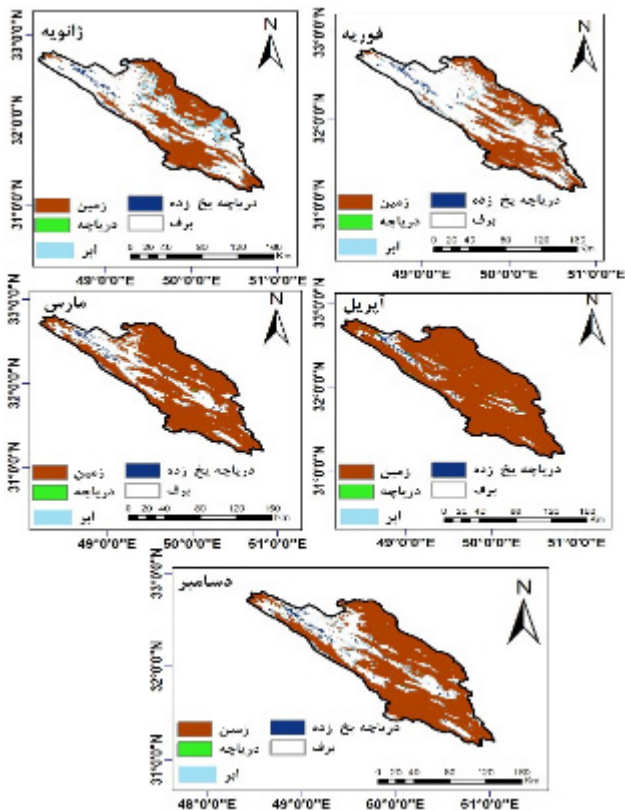
شکل ۲: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۰۷



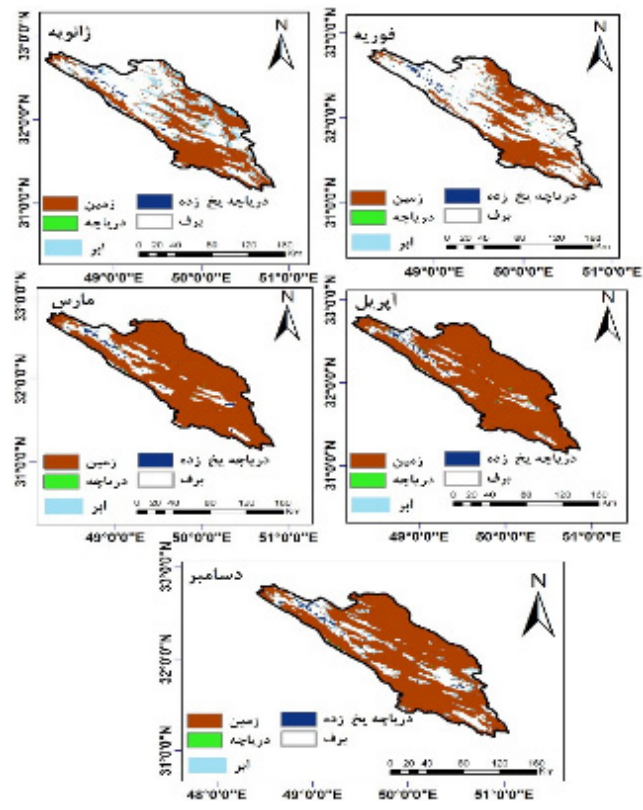
شکل ۵: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۱۰



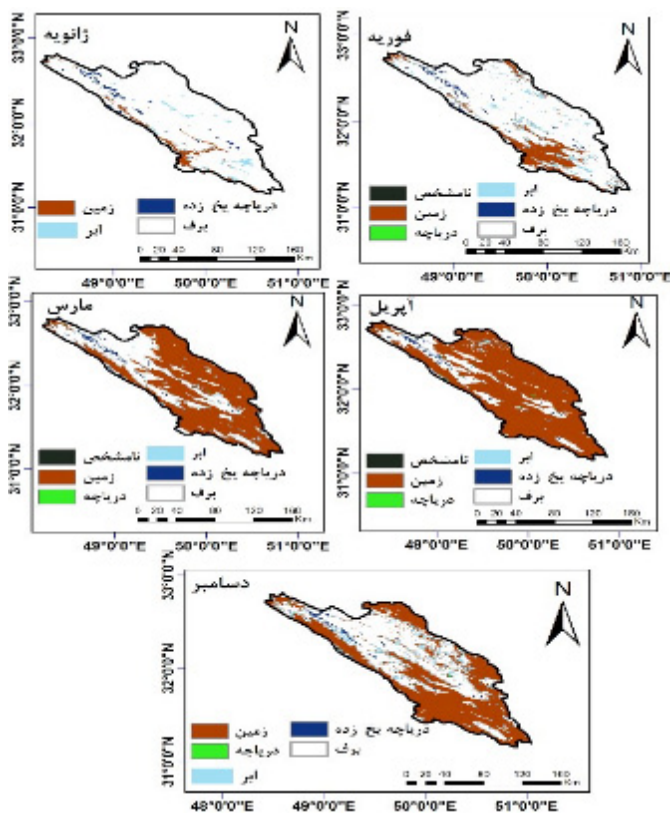
شکل ۳: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۰۸



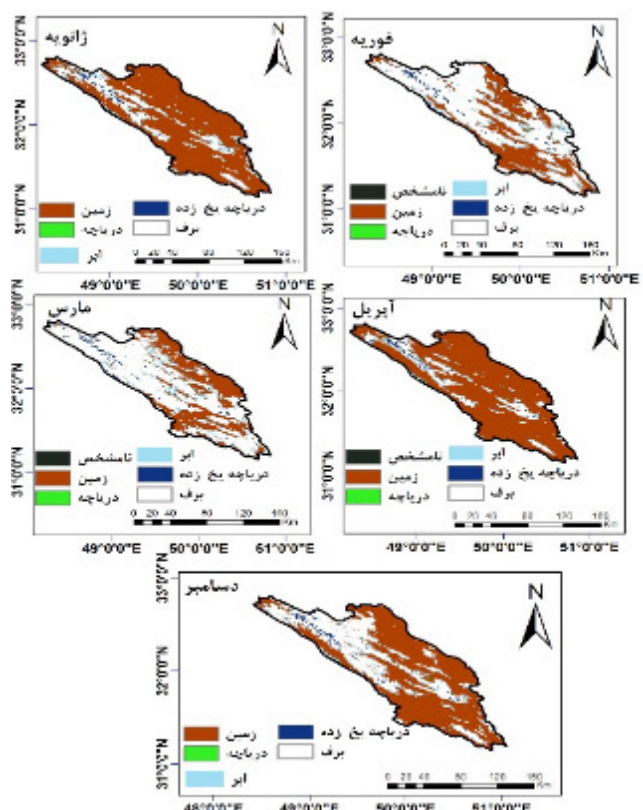
شکل ۸: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۱۳



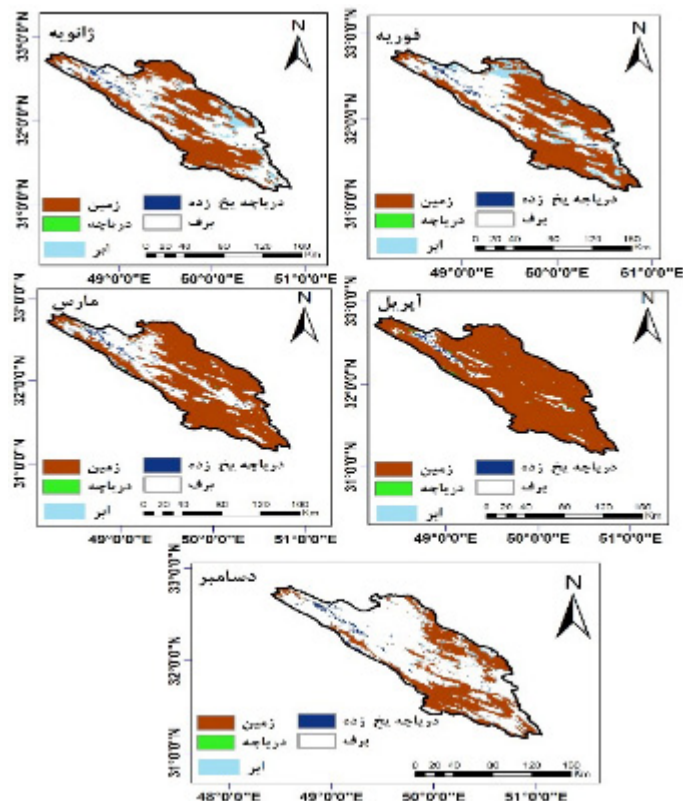
شکل ۶: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۱۱



شکل ۹: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۱۴



شکل ۷: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در ۲۰۱۲

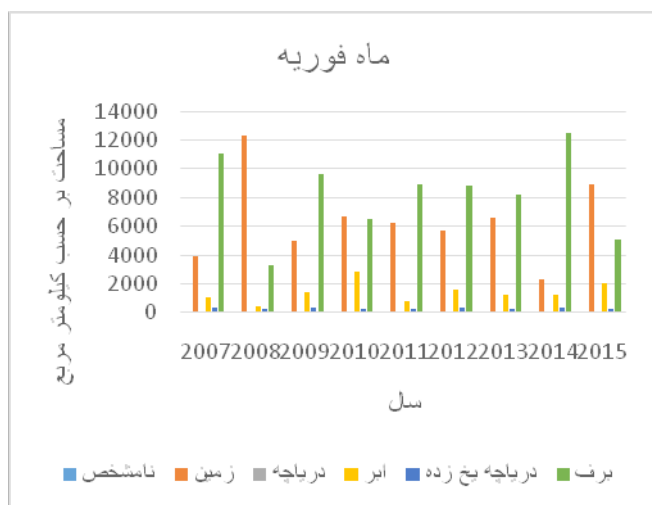


شکل ۱۰: پوشش سطح زمین در طی ۵ ماه مطالعاتی در سال ۲۰۱۵

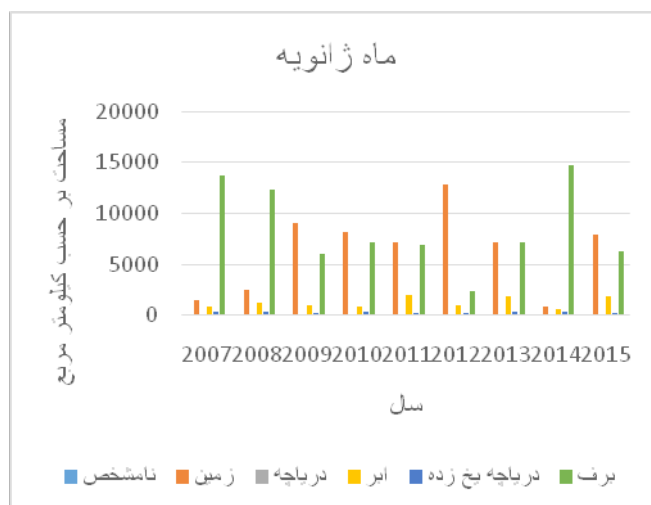
برف می‌باشد و در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ بیشترین مساحت متعلق به پوشش زمین است. در شکل ۱۲ نیز مشاهده می‌شود که ماه فوریه در سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۹، ۲۰۱۱، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ بیشترین مساحت مربوط به پوشش برف و در سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ بیشترین مساحت مربوط به پوشش زمین می‌باشد. در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود ماه مارس در

مساحت پوشش سطح برف و پدیده‌های مشخص شده در تصاویر ماهواره‌ای در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل و دسامبر در سال‌های مورد مطالعه (۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵) به صورت نمودار (اشکال ۱۱ تا ۱۵) ارائه شده است:

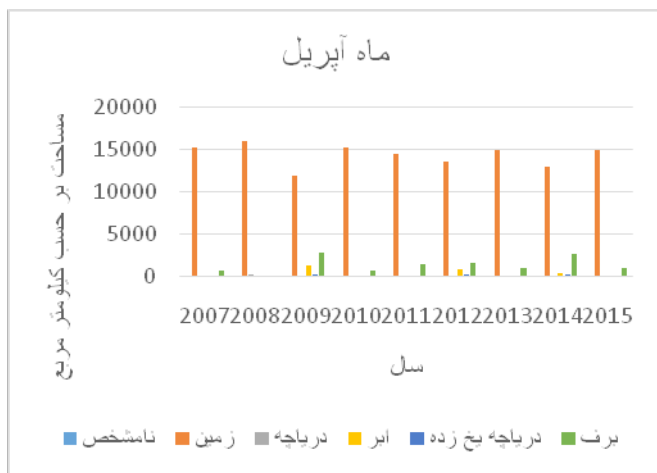
همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود در ماه ژانویه در سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۴ بیشترین مساحت مختص پوشش



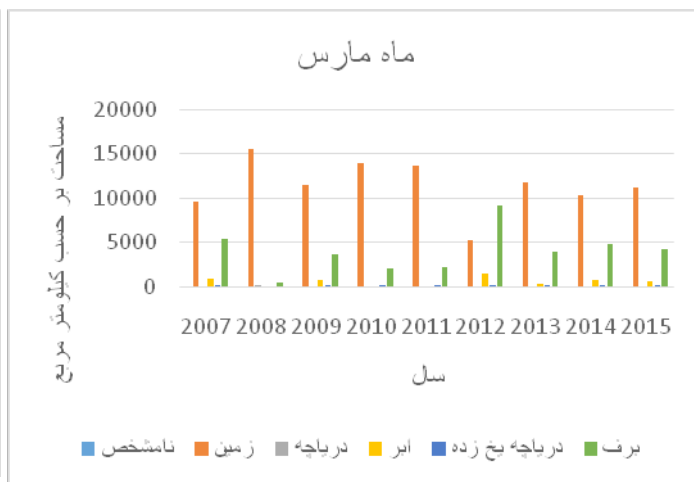
شکل ۱۲: نمودار ماه فوریه در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵



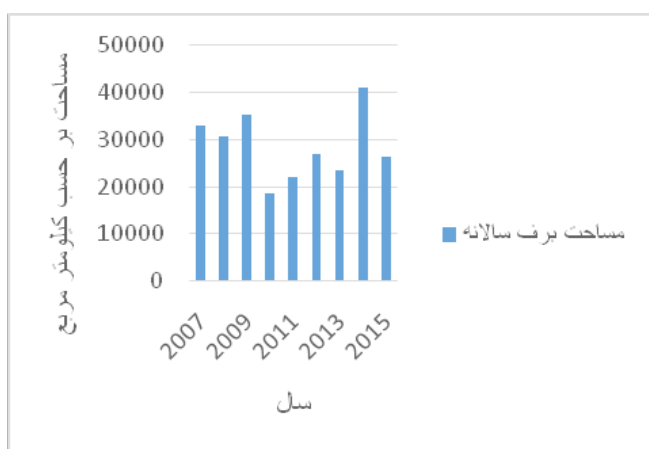
شکل ۱۱: نمودار ماه ژانویه در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵



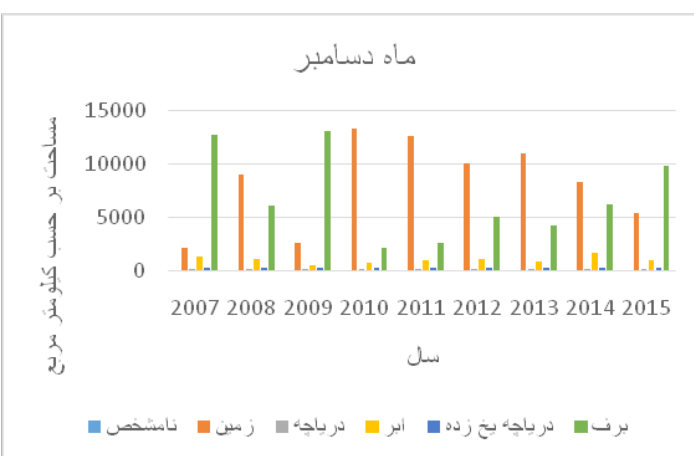
شکل ۱۴: نمودار ماه آپریل در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵



شکل ۱۳: نمودار ماه مارس در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵



شکل ۱۶: نمودار سالانه برف در دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۰۷



شکل ۱۵: نمودار ماه دسامبر در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵

پایین‌تر است، سطح پوشش برف در همان ماه بیشتر از ماه‌های دیگر است. گواه این استنباط ماه‌های فوریه و ژانویه هستند که کمترین میانگین دما را در طول هشت سال مورد بررسی دارند، در حالی که بیشترین سطح پوشش برفی در طول هشت سال نیز مربوط به همین ماه‌ها می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش میر موسوی و صبور [۲۰] مبنی بر ارتباط مستقیم بین افزایش سطح پوشش برف در ماه‌های سرد سال مطابقت دارد. همچنین بررسی بین میانگین دمای سال‌های سرد با میزان پوشش برف نشان داد لزوماً با کاهش دمای سالانه، سطح پوشش برف منطقه مورد مطالعه افزایش نمی‌یابد. گواه این امر میانگین دمای ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۰۷ و میانگین دمای ۱۰/۷ در سال ۲۰۰۹ می‌باشد، در حالی که سطح پوشش برف در سال ۲۰۰۹ بیشتر از سطح پوشش برف در سال ۲۰۰۷ است. بنابراین، نتایج این تحقیق از این نظر با نتایج میر موسوی و صبور [۲۰] مبنی بر ارتباط مستقیم بین افزایش سطح پوشش برف در سال‌های سرد مطابقت ندارد.

سال ۲۰۱۲ بیشترین مساحت مربوط به سطح برف و در دیگر سال‌ها بیشترین مساحت مربوط به پوشش زمین می‌باشد. در شکل ۱۴ نیز مشاهده می‌شود ماه آپریل در تمام سال‌های مورد مطالعه بیشترین سطح مربوط به پوشش زمین می‌باشد. همچنین در شکل ۱۵ ماه دسامبر در سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۵ بیشترین مساحت متعلق به پوشش برف و در دیگر سال‌ها مربوط به پوشش زمین می‌باشد. مساحت سالانه برف به‌طور مجزا در سال‌های مورد مطالعه به‌صورت نمودار در شکل (۱۶) ارائه شده است:

در شکل ۱۶ بیشترین سطح برف مربوط به سال ۲۰۱۴ با مساحت ۴۱۰۲۶ کیلومتر مربع و کمترین پوشش برف مربوط به سال ۲۰۱۰ با مساحت ۱۸۴۸۲ کیلومتر مربع می‌باشد. به‌طور کلی مشاهده می‌شود که پوشش برف در منطقه مورد مطالعه نسبت به سال اول (۲۰۰۷) کاهش یافته است و فقط در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۰۹ سطح برف از مقدار سال اول تجاوز کرده است. ارزیابی رابطه بین میانگین دمای ماه‌های سرد سال با میزان پوشش برف نشان داد در ماه‌هایی که میانگین دما

به طور کلی کمترین مساحت برف در سال های مورد مطالعه مربوط به ماه آپریل و بیشترین مساحت برف مربوط به ماه فوریه می باشد. نتایج به دست آمده نشان دهنده کاهش سطح پوشش برف در سال های اخیر می باشد که می تواند به دلیل پدیده ی گرم شدن آب و هوا باشد. بیشترین مناطق تحت پوشش برف در استان چهارمحال و بختیاری مربوط به شمال و شمال شرق است. حداکثر بارش برف در منطقه مربوط به سال ۲۰۱۴ می باشد که با بررسی دمای هوا می توان این اتفاق را به علت کاهش دمای موقتی در طی یک سال بیان کرد.

منابع

- 9-Dozier, J. 2000. Remote Sensing of Alpine Snow Cover Invisible and Near-Infrared Wavelengths. NASA Goddard Space Flight Center, USA.
- 10-Du, Y., P. M. Teillet and J. Cihlar. 2004. Radiometric Normalization of Multitemporal High-Resolution Satellite Images with Quality Control for Land Cover Change Detection. Remote Sensing of Environment. 14: 643-632.
11. Fattahi, I. Vazifedoost. 2011. Estimation of snow surface temperature and snow cover coverage using MODIS images (case study area of Golestan province). Geographic Research, Vol. 26, No. 102, Spring 2011.
12. Fatemi, S., Rezai. 2014. Basics of measurement. Azadeh Publication, No. 296.
- 13-Ferguson, R.I. 1999. Snowmelt runoff models. Progress in Physical Geography, 23(2):205-227.
- 14- Ghaemi, H., Morid. 1994. Snow Analysis in Damavand River Basin, Proceedings of the First Hydrological Seminar of Snow and Ice of West Azarbaijan Regional Water Authority.
- 15- Ghanbarpur, M. R., Mohseni Saravi, Saghaian, Ahmadi, Abbaspoor. 2005. Determination of effective areas in the accumulation and shelf life of snow cover and the share of snow melt in runoff, Journal of Natural Resources of Iran, No. 3, PP. 503-515.
- 16-Gupta, R.P., Haritashya, U.K., Singh, P., 2005, Mapping Dry/Wet Snow Cover in the Indian Himalayas Using IRS Multispectral Imagery, Remote Sensing of Environment, Vol. 97, No. 4, PP. 458-469.
- 17-Hadjimitsis, D. G., Papadavid, G., Agapiou, A., Themistocleous, K., Hadjimitsis, M. G., Retalis, A., ... & Clayton, C. R. I. (2010). Atmospheric correction for satellite remotely sensed data intended for agricultural applications: impact on vegetation indices. Natural Hazards and Earth System Sciences, 10(1), 89-95.
- 18-Hall, D.K., A.G. Klein and G.A. Riggs. 1997. Improving the MODIS global snow-mapping algorithm. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings (IGARSS'97), pp. 619-621.
- 19- Iran's Statistical Center, State Divisions, National Portal of Statistics; www.amar.org.ir.
- 20-Mirmosavi, S.H., Sabour. 2014. Monitoring of

- 1- Adeli, O.M. 2005. Climatology of snowfall in Northwest of Iran, Master thesis. Center for Testing and GIS of Tabriz University.
- 2- Arkhie, S. Niazi. 2010. Comparison of different techniques for land use change-vegetation cover using GIS and RS (Case study: Valley Valley of Ilam province). Application of GIS and GIS in Natural Resources Science, No. 1, 61-77.
- 3- Bani Habib, M.E., Jamali, Farimah Sadat and Saghaian. 2013. Surveying Snow Surface of Shahcheraghi Dam Basin Using NOAA-AVHRR Images, Natural Geographic Surveys, No. 3, PP. 13-29.
- 4-Bergstrom, L. 1986. Recent developments in snowmelt-runoff simulation. Symposium Cold Regions Hydrology, Fairbanks, American Water resources Association, pp. 461-468.
- 5-Coppin, P., I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys and E. Lambin. 2002. Digital Change Detection Methods in Ecosystem Monitoring: A review. International Journal of Remote Sensing. 60: 6515- 6591.
- 6-Chavez, P. S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote sensing of environment, 24(3), 459-479.
- 7-Chavez, P. S. 1996. Image-based atmospheric corrections-revisited and improved. Photogrammetric engineering and remote sensing, 62(9), 1025-1035.
- 8- Delaware, M. 2011. Draft Guide to Application of Spatial Information Systems and Measurement in the Extracting of Effective Parameters of Hydrological Studies of Drainage Basins, Ministry of Energy, Deputy of Water and Welfare Affairs, No. 395.

- 27- Taj gardan, T., Ayyubi, Shetabi, Khormalli. 2009. Preparation of Soil Surface Soil Map Using ETM + Remote Sensing Data (Case Study: North Aq Qala, Golestan Province). Journal of Aquaculture Researches, Vol. 1, No. 2, 1-18.
- 28- Tekeli, A.E., Akyurek, Z., Sorman, A., Sensoy, A., Sorman, A.U., 2005, Using MODIS Snow Cover Maps in Modelling Snowmelt Runoff Process in the Eastern Part of Turkey, Remote Sensing of Environment, Vol. 97, No. 2, PP. 216- 230.
- 29- Tyagi, P., Bhosle, U., 4066. Atmospheric Correction of Remotely Sensed Images in Spatial and Transform Domain. International Journal of Image Processing (IJIP), 5: 512-579.
- 30- Yari, M., Pourkhobaz, Tavakkoli, Aghdarhossein .2014. Preparation of vegetation map and monitoring of its changes using methods of measuring the data and geographic information system (Case study: Behbahan city). Journal of Geographical Information, Vol.23, No.92, Winter 1393, PP.23-34.
- snow cover variations using Modis sensor images in Northwest region of Iran, Geography and Development No. 35, PP. 181-200.
- 21- Najafi Dysfani, 1998. Computer Processing of Sampling Images, Side Publishing, p.37.
- 22- Pomeroy J.W. and Gray D.M. 1995. Snowcover Accumulation, Relocation and Management, National Hydrology Research Institute: Environment Canada, NHRI Science Report No. 7, p. 134.
- 23- Rajabpour, H., Fathzadeh and Mousavi, 2016, Estimating the Coverage Level and Tracking the Snow Pattern Time Case Study of Qale-Tak Basin, The First National Conference on Natural Resources and Sustainable Development in Central Zagros, Shahrekord, Shahrekord University.
- 24- Raygani, B., Soltani Kupai, Khajeedin and Barati. 2010. Estimation of Snow Melt Runoff Using MODIS Satellite Images. Journal of Engineering and Watershed Management, Vol. 2, No. 4, PP. 221-236.
- 25- Rezaei Moghaddam, M., Rezaei Banafsheh, Feizizadeh, Nazmfar, 2010. Classification of land cover / land use based on object-oriented technique and satellite imagery (Case study: West Azarbaijan Province). Watershed Studies, No. 87, 19-32.
- 26- Soltani, S., Yaghmaei, Khodaghali, Sabouhi. 2010. Biaxiality zoning of Chaharmahal va Bakhtiari province using multivariate statistical methods. Journal of Agricultural Science and Technology, Agricultural Sciences & Aquatic Sciences, No. 54.



Abstract

**Monitor and assess the snow surface changes in the province of Chahar Mahal
Bakhtiari**A. Haghizadeh^{*1} and A. Arshia²

Received: 2017/05/31 Accepted: 2018/03/04

In terms of climatologists and atmospheric air and sociologists who have studied climate change in a global perspective snow monitoring is a necessity. Because the physical properties of the snow on daily changes in climate and even change the effect of long-term climate-leaves. The study measured changes in snow surfaces as an important source of water supply is very important. Due to the possibility of measured environmental conditions mountain snow and the establishment of permanent land for resource estimation database does not exist. Using satellite images to identify and characterize changes snowy areas is very important. In this study, MODIS satellite imagery Chaharmahal Bakhtiari Province within the period between 2007 and 2015 and for the month of March, December, January, February, April and was elected. Results During the study period showed reduced levels of snow that can be reduced as a result of global climate change and global warming.

Keywords: Chaharmahal bakhtiari, Climate change, MODIS, Satellite images, Snow monitoring

1. Associate Professor of Rangeland and Watershed Management Department, College of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Corresponding Author, Email: alihaghi20@gmail.com

3. MSc student of Rangeland and Watershed Management Department, College of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University.