

بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

پردازش تصاویر ماهواره لندست ۸ با هدف استخراج سطح پوشش برف و مقایسه آنها با یکدیگر

زینب اسماعیلی"، محسن رضایی

"*دانشجوی ارشد سنجش از دور زمین شناختی، دانشگاه شیراز esmaeilirs99@gmail.com

استاد گروه علوم زمین و آب شناسی، دانشگاه شیراز mn.rezaei@gmail.com

چکیده

برف یکی از شاخص های مهم زیست محیطی است که هم بر اقلیم محلی و هم جهانی تأثیر

می گذارد، و منبع مهمی از آب شیرین است. در این تحقیق با استفاده از نرم افزارهای سنجش از دوری مانند ENVI و GISدر کنار تصاویر ماهواره ای لندست۸ بارزسازی سطوح پوشش برفی از سطوح غیر پوشش برفی با استفاده از الگوریتم جداسازی شاخص پوشش برف و روش های طبقه بندی نظارت شده پرداختیم. براین اساس پس از پردازش اولیه بر روی تصاویر مقایسه ای بین سطح کل پوشش برف بدست آمده توسط پنج روش صورت گرفت. مقایسه نتایج مساحت مربوط به پوشش برف نشان می دهد که اختلاف زیادی بین سطح کل پوشش برف مورد مطالعه توسط برخی از روش ها وجود دارد. بنابراین از بین چهار روش طبقه بندی نظارت شده روش شبکه عصبی نسبت به سه روش ML، SAM، و SIDکمترین مساحت را به سطح پوشش برف اختصاص داد که بدلیل دقت آن در جداسازی پهنه های آبی از پهنه های برفی است. روش NDSIنسبت به چهار روش طبقه بندی نظارت شده کمترین مساحت را به خود اختصاص داد که به دلیل دقت آن در جداسازی پهنه های آبی از برف و جداسازی اشیائ تاریک از برف و همچنین حذف ابر می باشد.

کلمات کلیدی: ENVI ، GIS ، لندست 8 ، Neural Net ، ML ، SAM ، SID ، NDSI

مقدمه

برف یکی از انواع اشکال بارش می باشد که به دلیل رفتار متفاوت آن با دیگر بارش ها ، آن هم به دلیل تاخیر

زمانی بین وقوع بارش و زمان تولید رواناب و تغذیه ی سفره ی آب زیر زمینی مورد توجه ویژه ای قرار میگیرد. در مناطق کوهستانی و مرتفع برف به عنوان یک عامل اصلی ذخیره ی آب در پیش بینی رواناب حاصل از ذوب برف، مدیریت منابع آب و هشدار سیل نقش مهمی را ایفا می کند. حداکثر ۵۳٪ زمین در نیمکره شمالی و حداکثر ۴۴٪ زمین در سطح جهان ممکن است در طول زمستان با برف پوشیده شود (۴). یک سوم از آب مورد استفاده برای آبیاری در سرتاسر جهان به صورت برف ذخیره می شود (۷).سطح برف به دلیل داشتن آلیبدو بالا، می تواند بخش بزرگی از تابش خورشید را از خود منعکس دهد و پوشش برف عایق موثری بین جو و سطح خاک است. بنابراین، داده‌های دقیق بارش برف برای درک سیستم های اقلیمی و مدیریت منابع آب در مناطق سردسیر بسیار مهم می باشد (۵). پوشش جهانی که ماهوارها در دسترس قرار می دهند و با استفاده از فن آوری های سنجش از دور امکان شناسایی مناطق که دسترسی به آنها مشکل و اندازه گیری های مستقیم ممکن نیست را فراهم آورده اند (۶). تصاویر نوری اندازه گیری قابل توجهی از میزان پوشش برف با استفاده از طول موج های مرئی را (۲). در طیف وسیعی از کیفیت های مکانی و زمانی متفاوتی ارائه می دهند (۳). تصاویر ماهواره ای ابزاری مناسب برای تعیین سطح پوشش برف به شمار می روند. تهیه نقشه های پوشش برف با استفاده از تصاویر ماهواره ای از آوریل ۱۹۶۰ توسط سنجنده TIROS-1 آغاز شد. تصاویر ماهواره ای سنجنده های AVHRR ، NOAA.TM، ASTER، MODIS، JRS، تاکنون توسعه داده شده و به صورت عملیاتی در پایش سطح گسترده برف به کار گرفته شده اند. تصاویر Landsat برای مناطق کوچکی مانند منطقه یخچالی علم‌چال مورد استفاده قرار می گیرد، در صورتی که تصاویر سنجنده های MODIS و NOAA برای کاربردهای برف سنجی در مناطق وسیع به کار برده می شوند(1).

مواد و روش کار

داده‌های ماهواره‌ای

در این تحقیق با توجه به اینکه پایش مداوم خصوصیات فیزیکی برف از جمله سطح پوشش برف با دقت مکانی بالا نیاز است به همین منظور در این تحقیق جهت مقایسه ی روش های استخراج پوشش برف ازتصویرلندست۸ (OLI) برای منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. جهت انجام این مقایسه ازتصویر مربوط به تاریخ 2019/3/2 با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متربه فرمت GeoTIFF از سایت Earthexplorer.usgs.gov تهیه گردید. این بازه یعنی ماه مارس به عنوان اساس کارانتخاب شده است که قبل ازآن امکان ریزش برف وجود دارد و در این ماه تمامی سطوح پوشیده از برف می باشد. از آنجایی که این ماه آخرین ماه زمستان است و بدلیل افتابی نبودن این منطقه، شرایط آب و هوایی به گونه ای است که برف ذوب نمی شود. اما ازماه مارس به بعد یعنی در ماه آوریل بدلیل افزایش دما تمامی سطوح برف شروع به ذوب شدن میکند. بنابراین برای استخراج سطح پوشش برف از داده های ماهواره ای به دست آمده از سنجنده OLI از ماهواره لندست-۸ استفاده شده است. این سنجنده به دلیل قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا و همچنین قابلیت دسترسی رایگان به بانک اطلاعاتی آن کاربرد زیادی دارد.

برآورد سطح پوشش برف توسط شاخص NDSI

جهت محاسبه سطح پوشش برف از تصویر سنجنده OLI استفاده شده است. ابتدا روی این تصویر پیش پردازش هایی از قبیل تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری انجام شده است که طی این پیش پردازش ها Radiance به Reflectance تبدیل شده است. سپس برای برآورد سطح پوشش برف شاخص NDSI روی تصویر اجرا شده است. همچنین برای این کار از حد آستانه ۰.۴ استفاده شد که صفر تا ۰.۴ متعلق به مناطق غیر برفی و ۰.۴ تا ۱ متعلق به مناطق برفی است. به دلیل وجود آب و اجسام تیره در تصویر و برای حذف آن ها از دو حد آستانه گزاری B3 > 0.1 و B6 > 0.11استفاده گردید و درنهایت سطح پوشش برف محاسبه شد. براین اساس، اطلاعات سطح پوشش برف در محدوده مورد مطالعاتی شهرستان سپیدان که شامل مساحت سطح پوشش برف با مقدار ۱۳۰۷.۷۶ کیلومتر مربع و مساحت غیر برف با مقدار ۱۵۲۷.۱۳ کیلومتر مربع برآورد شد و در شکل۲نمایش داده می شود.

برآورد سطح پوشش برف با روش های طبقه بندی

در فرآیند برآورد سطح پوشش برف، روش طبقه بندی نظارت شده با استفاده از طیف های مرجع یا ROI انتخاب شده بر روی تصویر سنجنده OLI در این منطقه صورت گرفت. الگوریتم های طبقه بندی نظارت شده به کار برده شده شامل الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی (SAM)، واگرایی اطلاعات طیفی (SID)، روش بیشترین شباهت (ML) و شبکه عصبی مصنوعی (NN) می باشند. بعد از اجرای پیش پردازش های رادیومتریکی و اتمسفری بر روی تصویر لندست-۸ تک تک این الگوریتم ها روی تصویر مورد نظر اجرا شده اند و مناطق فاقد پوشش برف و مناطق دارای پوشش برف در ۲ کلاس به خوبی بارز شدند. پس از بارزسازی اقدام به محاسبه مناطق فاقد پوشش برف و مناطق دارای پوشش برف در هر یک از الگوریتم ها گردید و در نهایت با مقایسه اعتبار سنجی های انجام شده بر روی نتایج حاصل از هر روش بهترین الگوریتم برای تعیین سطح پوشش برف معرفی گردید. در ادامه به بررسی و نتایج بدست آمده در هر الگوریتم خواهیم پرداخت.

روش بیشترین شباهت (ML)

به منظور انجام طبقه بندی نظارت شده به روش بیشترین شباهت، ابتدا بر روی تصویر سنجنده OLI پیش پردازش هایی از قبیل رادیومتریکی و اتمسفری انجام شده که طی این پردازش ها Radiance به Reflectance تبدیل شده است. به این الگوریتم ROI انتخاب شده از منطقه فاقد پوشش برف و منطقه دارای پوشش برف معرفی می شود. دقت شود که باید ROI به عنوان ورودی به الگوریتم انتخاب شود و حدآستانه (Threshold) را بین صفر و ۱ تعیین و همچنین فاکتور مقیاس (scale factor) برای داده های لندست را ۲۵۵بگذاریم چرا که ۸ بیت هستند. پس از انجام طبقه بندی پهنه های مربوطه، پوشش برف و فاقد پوشش برف از یکدیگر تفکیک شده و بارز شدند. براساس طبقه بندی توسط این روش مقادیر صفر، به عنوان مناطق فاقد پوشش برف و مقادیر۱، به عنوان مناطق دارای پوشش برف در نظر گرفته شدندو بر این اساس، مناطق دارای پوشش برف دارای مساحت ۲۰۲۹.۸۳ کیلومتر مربع و مناطق فاقد پوشش برف دارای مساحت ۸۰۸.۱۲ کیلومتر مربع در برگرفتند.

روش شبکه عصبی مصنوعی (Neural Net)

برای انجام طبقه بندی نظارت شده به روش شبکه عصبی ابتدا بر روی تصویر مورد نظر پیش پردازش‌های رادیومتریکی و اتمسفری انجام شده که طی این پیش پردازش‌هاRadiance به Reflectance تبدیل شده است. به این الگوریتم دو ROI انتخاب شده از منطقه فاقد پوشش برف و منطقه دارای پوشش برف معرفی می شود. از آنجاکه شبکه های عصبی از روند یادگیری که در مغز انسان اتفاق می افتد الهام می گیرند؛ آنها از شبکه مصنوعی توابع بنام پارامترها تشکیل شده‌اند که کامپیوتر اجازه می دهد تا با تجزیه و تحلیل داده های جدید، یادگیری خود را تنظیم کنند. پس از انجام طبقه بندی پهنه های برفی و بدون پوشش برف از یکدیگر تفکیک شده و بارز شدند (شکل۵-۳). براساس طبقه بندی براساس این روش؛ محدودهایی که در رده دارای پوشش برف قرار گرفته اند ۱۹۹۳.۴۳ کیلومتر مربع و محدوده‌های فاقد پوشش برف دارای مساحت ۸۴۴.۵۱ کیلومتر مربع را دربر گرفته اند. براساس مساحت کلی محاسبه شده توسط این روش برخلاف سه روش قبل، یعنی SAM، SID و ML که پوشش برف تقریباً نزدیک به یکدیگر می باشند؛ در این روش به دلیل دقت بالاتری که در طبقه بندی پیکسل ها وجود دارد پهنه های آبی جدا در نظر گرفته شده اند و جزو پهنه های پوشش برف در نظر گرفته نشده اند.

الگوریتم نقشه بردار زاویه طیفی (SAM)

برای انجام طبقه بندی نظارت شده به روش نقشه بردار زاویه طیفی، ابتدا بر روی تصویر پیش پردازش های رادیومتریکی و اتمسفری انجام شده که طی این پیش پردازش ها Radiance به Reflectance تبدیل شده است. توجه شود که طبقه بندی SAM بر روی داده های Reflectance اجرا می شود، با این حال اگر از داده های درخشندگی (Radiance) نیز استفاده شوند خطایی ایجاد نمی کند و یا خطای ایجاد شده قابل چشم پوشی است. به این الگوریتم ROI انتخاب شده از منطقه فاقد پوشش برف و منطقه دارای پوشش برف معرفی نمی شود؛ بلکه طیف مربوط به برف که از کتابخانه USGS تهیه شده و به دادهای سنجنده OLI بازنویسی شده بود به این الگوریتم معرفی شد. طیف هایی که باید به الگوریتم معرفی کنیم می توانند ASCII، طیف کتابخانه ای و یا حتی ROI باشند. پس از انجام طبقه بندی مناطق فاقد پوشش برف و مناطق دارای پوشش برف از یکدیگر تفکیک و بارز شدند. براساس طبقه بندی توسط این روش مقادیرصفر، به عنوان مناطق فاقد پوشش برف ومقادیر۱، به عنوان مناطق دارای پوشش برف درنظرگرفته شدند. براین اساس، اطلاعات سطح پوشش برف دارای مساحت ۹۲/۲۰۳ کیلومترمربع ومساحت سطح فاقد پوشش برف ۲/۸۰۱ کیلومترمربع برآورد شد.

واگرایی اطلاعات طیفی (SID)

برای انجام طبقه بندی نظارت شده به روش واگرایی اطلاعات طیفی؛ ابتدا بر روی تصویر سنجنده OLI پیش پردازش های رادیومتریکی انجام شده که طی این پیش پردازش‌هاRadiance به Reflectance تبدیل شده است. به این الگوریتم ROI انتخاب شده از منطقه فاقد پوشش برف و منطقه دارای پوشش برف معرفی نمی شود ؛ بلکه طیف مربوط به برف که از کتابخانه طیفی USGS تهیه شده و به داده‌های سنجنده OLI بازنویسی شده بود به این الگوریتم معرفی شد. طیف‌هایEndmember که توسط SID استفاده می شود می تواند ASCII یا کتابخونه‌های طیفی حاصل شود، با می توانید آن‌ها را مستقیماً از یک تصویر استخراج کنید این ROI پس از انجام طبقه بندی مناطق فاقد پوشش و مناطق دارای پوشش برف از یکدیگر تفکیک شده و بارز شدند. براساس طبقه بندی توسط این روش مقادیر صفر به عنوان مناطق فاقد پوشش برف و مقادیر۱، به عنوان مناطق دارای پوشش برف در نظر گرفته شدند. الگوریتم SAM و SID برای مقایسه ی داده‌های فراطیفی مورد استفاده قرار می گیرند تجربه ثابت کرده است که SID تنوع طیفی را به طور دقیق تر نسبت به SAM نشان می دهد. همچنین استفاده از ترکیب SAM و SID برای تفکیک طیفی نسبت به استفاده ی تنهای SID یا SAM بهتر نتیجه می دهد. بر این اساس، اطلاعات سطح پوشش برف منطقه مورد مطالعه دارای مساحت ۲۵۴۴.۵۶ کیلومتر مربع و مساحت سطح فاقد پوشش برف ۲۹۳.۳۸

کیلومتر مربع برآورد شد•

بحث

در این تحقیق کوشش شده است که از الگوریتم جداسازی شاخص پوشش برف و روش های طبقه بندی نظارت شده به عنوان تکنیک های کاربردی با هدف استخراج سطح پوشش برف در سپیدان و مقایسه بین آنها توسط تصویر ماهواره ای لندست ۸ (OLI) به کار برده شوند. براین اساس مقایسه ای بین سطح کل پوشش برف بدست‌آمده توسط پنج روش صورت گرفت. مقایسه نتایج مساحت مربوط به پوشش برف نشان می دهد که اختلاف زیادی بین سطح کل پوشش برف مطالعه شده توسط برخی از روش‌ها وجود دارد به عنوان مثال از بین ۴ الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده روش بیشترین شباهت (ML)، مقدار مساحت۲۰۲۹.۸۲ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۹۸۸۹ برای پوشش برف از منطقه بارز کرد، اما پوشش شبکه عصبی مقدار مساحت ۱۹۹۳.۴۳ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۹۷۸۶ برای پوشش برف از منطقه را بارز کرد که در بین این دو روش، روش بیشترین شباهت پهنه های آب موجود در تصویر ماهواره ای را نیز به عنوان پهنه های برف در نظر گرفته است. روش نقشه‌برداری زاویه طیفی (SAM) مقدار مساحت ۲۰۳۶.۹۲ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۸۳۸۸ برای پوشش برف از منطقه بارز کرد، اما روش واگرایی طیفی (SID) مقدار مساحت ۲۰۴۴.۵۷ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۸۵۷۸ برای پوشش برف از منطقه بارز کرد. در روش طیف پایه SAM و SID نتایج تقریباً مشابه‌ای از خود نشان دادند. از آنجا که روش SID در اندازه-گیری تغییرات طیفی، می‌تواند موثرتر از روش SAM باشد. در نتیجه مقدار ظریب کاپای بیشتری نسبت به روش SAM از خود نشان داده است. اما براساس مساحت های بدست آمده از این دو روش نشان می دهد که پهنه های آبی موجود در منطقه به عنوان پهنه های پوشش برف در نظر گرفته شده‌اند که باعث ایجاد کاهش مقادیر اعتبار سنجی شده است. الگوریتم جداسازی شاخص پوشش برف (NDSI) با حد آستانه ۰.۴ مقدار مساحت ۱۳۰۷.۷۶ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۹۸۸۹ و صحت کلی ۹۹.۷۸ برای پوشش برف از منطقه بارز شده است. این روش به دلیل آستانه‌گذاری هایی که روی باند۳ و باند۶ انجام شد که به ترتیب باند ۳ برای جداسازی برف از آب و باند۶ برای جداسازی اشیائ تاریک از برف انجام شد است. همچنین برای صحت مساحت بدست آمده از این روش برای تصویر لندست-۸ در تاریخ ۲/۳/۲۰۱۹ با مساحت بدست آمده از محصولات NDSI حاصل از سنجنده مودیس (MOD10A1) که برف روزانه جهانی با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر را ارائه می دهند در همین تاریخ مقایسه شد. که طی این مقایسه مساحت های بدست آمده تقریباً یکسان بودند.

نتیجه گیری

یکی از عوامل اصلی در تامین منابع آب برف میباشد. با توجه به مشکلات دسترسی به منابع برف در ارتفاعات، سنجش از دور به عنوان ابزاری مناسب جهت جمع آوری داده های برفی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. بر این اساس سطح کل برف بدست آمده از سنجنده OLIدرمنطقه مورد مطالعه توسط ۵ روش مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از این مقایسه نشان میدهد که بین سطح کل برف محاسبه شده توسط برخی از روش ها اختلاف زیادی وجود دارد. از بین چهار روش طبقه بندی نظارت شده روش شبکه عصبی (Neural Net) با مقدار مساحت ۱۹۹۳.۴۳ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۹۷۸۶ و صحت کلی ۹۸.۹۴ برای پوشش برف از منطقه برآورد کرد. این روش نسبت به سه روش SAM، ML، و SID کمترین مساحت را به سطح پوشش برف اختصاص داد که بدلیل دقت آن در جداسازی پهنه‌های آبی از پهنه های برفی است. روش NDSI با مقدار مساحت ۱۳۰۷.۷۶ کیلومتر مربع با ضریب کاپای ۰.۹۸۸۹ و صحت کلی ۹۹.۷۸ برای پوشش برف از منطقه برآورد کرد. این روش نسبت به چهار روش طبقه بندی نظارت شده کمترین مساحت را به خود اختصاص داد که به دلیل دقت آن در جداسازی پهنه های آبی از برف و جداسازی اشیائ تاریک از برف و همچنین حذف ابر می باشد.

منابع

^[1] روشی، ن. ولدان‌زوج، م. رضایی، ی. ۱۳۸۷، برف سنجی با استفاده از داده های سنجش از دور (مطالعه موردی منطقه یخچالی علم‌چال)، کنفرانس ژئوماتیک۸۷

References

2- Clifford, D., 2010, Global estimates of snow water equivalent from passive microwave instruments: history, challenges and future developments, Int. J. Remote Sens.,, 31 (14), pp. 3707-3726

3-Dietz, A.J., Kuenzer, C., Gessner, U., Dech, S., 2012, Remote sensing of snow - a review of available methods, Int. J. Remote Sens., 33 (13), pp. 4094-4134.

4-Foster, J.L., Rango, A., 1982, Snow cover conditions in the northern hemisphere during the winter of 1981, Journal of Climatology, 20, pp. 171-183.

5-Ghan, S.J., Shippert, T., 2006, Physically based global downscaling: Climate change projections for a full century, Journal of Climate, 19, pp. 1589-1604.

6-Nolin, A.W., 2010, Recent advances in remote sensing of seasonal snow, J. Glaciol., 56 (200), pp. 1141-1150

7-Steppuhn, H., 1981, Snow and agriculture, D.M. Gray, D.N. Male (Eds.), Handbook of snow: Principles, processes, management and use, Pergamon Press (1981), pp. 60-125