

بررسی سطح پوشش برف و تاثیر آن بر عملکرد گندم در استان خراسان شمالی

مرتضی کمالی^{۱*} - سهراب حجام^۲ - مجید وظیفه دوست^۳

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۰

چکیده

بارش برف در تولید گندم دیم و آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برف می‌تواند با ذخیره رطوبت در خاک نقش اساسی در تولید و میزان عملکرد محصولات زمستانه از قبیل گندم و جو که تامین کننده عمده غذای مردم ایران می‌باشد، به‌ویژه در مناطق برف‌گیر داشته باشد. در این مطالعه برای به‌دست آوردن سطح پوشش برف در محدوده استان خراسان شمالی از محصول ۸ روزه سطح برف از سنجنده مادیس استفاده گردید. طول دوره آماری با توجه به آمار موجود عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های استان خراسان شمالی و همچنین تصاویر سطح برف که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ موجود بود، تعیین گردید. دوره زمانی بارش برفی در منطقه، پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای در حد فاصل ماه آبان تا اردیبهشت تعیین شد و با استفاده از این بازه برای هر سال ۲۴ تصویر و در مجموع ۲۱۶ تصویر در طول دوره آماری مورد پردازش قرار گرفت. با توجه به زیاد بودن حجم تصاویر ماهواره‌ای تمامی عملیات پردازش تصاویر با استفاده از نرم افزار مطلب انجام شد. سطح پوشش برف به تفکیک کلاس‌های ارتفاعی و مرز شهرستان با استفاده از نقشه توپوگرافی، مرز شهرستان‌های استان بر حسب پیکسل برفی محاسبه گردید. به‌منظور ارزیابی اثر برف بر عملکرد گندم از سه شاخص سطح پوشش برف SCI، شاخص مدت پوشش برف SCD و شاخص نسبت پوشش برف SAE استفاده گردید. بررسی‌ها نشان داد که همبستگی دوشاخه SCI (شاخص سطح پوشش برف) و SCD (شاخص مدت پوشش برف) با عملکرد گندم دیم در ۴ شهرستان استان خراسان شمالی شامل فاروج، شیروان، جعفرود و اسفراین در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. شاخص بدون بعد SAE در هیچ یک از شهرستان استان خراسان شمالی با عملکرد همبستگی خوبی را نشان نداد. نتایج نهائی نشان داد که در صورت داشتن تصاویر دقیق ماهواره‌ای می‌توان از این شاخص‌ها برای پیش‌بینی عملکرد گندم دیم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: استان خراسان شمالی، سطح پوشش برف، شاخص برف سنجی، عملکرد گندم دیم، مادیس

مقدمه

آبش تامین کننده نیاز آبی گندم دیم در سال‌های کشت می‌باشد. پوشش برف می‌تواند سبزی‌های در حال خواب مزارع را محافظت کند و یا از درختان در مقابل سرمای بیش از حد نگاه‌داری کند علاوه بر آن آلبیدوی بالای برف به همراه گسترش سطحی بالای آن تأثیر زیادی بر بودجه تابشی زمین داشته (۷) و بسیار قابل توجه اقلیم شناسان و هواشناسانی که تغییر اقلیم و اتمسفر را در یک دید جهانی را بررسی می‌کنند، میباشد.

بنابراین با توجه به کارایی بالای پوشش برفی در بررسی‌های کشاورزی و زیست محیطی، پایش پیوسته پوشش برفی و تهیه نقشه‌های سطح پوشیده از برف یک نیاز انکارناپذیر است. بیشتر روش‌های کار آمد پایش پیوسته پوشش برفی بر پایه سنجش از دور با استفاده از داده‌های ماهواره می‌باشد. در چند دهه اخیر سنجش از دور و کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در علوم محیطی و کشاورزی رشد سریع و چشم‌گیری یافته است. به خصوص در مواردی که اطلاعات زمینی وجود نداشته و یا به روز نبوده و تغییرات سریع را نشان نمی‌دهد

بیش از ۴۰ درصد نیم‌کره شمالی در زمستان به‌صورت فصلی پوشیده از برف می‌باشد. برف و پوشش برفی یکی از منابع بزرگ تامین کننده آب در غالب کشورهای جهان و به‌ویژه مناطق کوهستانی آنها می‌باشد (۵). پوشش برفی و آب معادل آن حدود یک سوم از آب مورد نیاز برای فعالیت‌های کشاورزی و آبیاری را در سراسر کرده زمین تامین می‌کند. بارش برف در تولید گندم دیم و آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برف می‌تواند با ذخیره رطوبت در خاک نقش اساسی در تولید و میزان عملکرد محصولات کشاورزی به‌ویژه غلات را داشته باشد (۱). ذخیره رطوبت حاصل از ذوب برف در سال‌های

۱-۲ کارشناس ارشد و دانشیار گروه هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

(Email: m.kamali@srbiau.ac.ir)

*-نویسنده مسئول

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

ارتفاع بالا برابر ۴ درصد در قسمت نسبتاً خشک شمال غربی چین شود.

در استان خراسان شمالی میانگین سالیانه بارندگی از حدود ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر متغیر است. سطح زیر کشت گندم در این استان بر طبق آخرین آمار ارائه شده در وزارت جهاد کشاورزی ۱۶۹۷۵۰ هکتار می‌باشد. از این میزان ۱۰۷۳۵۰ هکتار به کشت دیم و ۶۲۴۰۰ هکتار به کشت آبی اختصاص یافته است که نشان دهنده اهمیت بالایی کشت دیم در این استان و مستعد بودن منطقه برای کشت گندم دیم است (۴). با بررسی مطالعات قبل در این بخش مشخص گردید بررسی‌های صورت گرفته به‌صورت مجزا انجام شده است. به این معنا که سطح پوشش برف و عملکرد گندم دیم جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفته اند در حالی که ارتباط دو موضوع با یکدیگر مورد بررسی قرار نگرفته است. به همین منظور بررسی فوق به‌صورت پذیرفت. نیاز است خلاصه‌های موجود از جمله رابطه پوشش برف و نقش آن در تولید گندم دیم در منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

استان خراسان شمالی با مساحت ۲۸۱۰۰ کیلومترمربع و جمعیت ۸۱۱۵۷۲ در شمال شرقی کشور واقع شده است. پوشش گیاهی این استان با توجه به شرایط آب و هوایی حاکم بر استان به طرز چشم‌گیری متنوع و متغیر است. به‌طوری که کاربری‌های متنوعی از قبیل جنگل‌های برگ‌ریز و ارس، کویر، مراتع ضعیف و بسیار قوی و انواع دیگر پوشش گیاهی به فاصله کمی از هم مشاهده می‌شود (۱۵).

استان خراسان شمالی قطب کشاورزی و دامپروری شرق ایران می‌باشد. تولید بیش از ۵۷ نوع محصول کشاورزی و باغی، توان بالای این خطه را در تولید مشخص می‌سازد. وسعت مراتع این استان ۲/۵ میلیون هکتار، جنگل‌های پهن برگ ۳۰ هزار هکتار، سوزنی برگ ۳۵ هزار هکتار، اراضی دیم کشاورزی ۲۵۰ هزار هکتار و اراضی آبی ۱۷۰ هزار هکتار می‌باشد (۱۵). این استان شامل ۷ شهرستان بجنورد، شیروان، اسفراین، مانه و سلمقان، فاروج، جاجرم و گرمه می‌باشد. با توجه به اینکه شهرستان گرمه به تازگی و در سال ۱۳۸۷ به عنوان شهرستان مستقل دایر گردیده است، داده‌های عملکرد در این شهرستان موجود نمی‌باشد. بنابراین در این مطالعه تنها ۶ شهرستان استان خراسان شمالی که گرمه جزئی از شهرستان جاجرم می‌باشد، در نظر گرفته شد.

آمار سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دیم

سطح زیر کشت و عملکرد گندم دیم با مراجعه به سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ به تفکیک ۶

می‌توان از این اطلاعات به نحو مطلوبی بهره‌مند شد. در خصوص پایش تغییرات گسترش سطح برف SCA در نیم‌کره شمالی الگوریتم‌های زیادی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای از سنجنده‌های NOAA-AVHRR, LANDSAT و MODIS تاکنون توسعه داده شده و به‌صورت عملیاتی در پایش سطح گستره برف به‌کار گرفته شده‌اند. اما در این میان تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مودیس به دلیل دارا بودن قدرت تفکیک زمانی (دو بار در روز) و قدرت تفکیک مکانی بهتر (۲۵۰ تا ۱۰۰۰ متر) و باندهای طیفی بیشتر برای این منظور مناسب تر از سایر سنجنده‌ها می‌باشد (۸). هال و همکاران (۱۱) ثابت کردند که الگوریتم نقشه برف در شرایط پوشش برف کامل در مناطق با پوشش گیاهی کم پشت، از قبیل عل‌فزارها و زمین‌های کشاورزی به بهترین نحو عمل می‌کند. در این شرایط، باند دو MODIS اساساً جهت شناسایی برف مورد پردازش قرار می‌گیرد و شاخص (Normalized Difference Snow Index) NDSI به‌طور موثر ابرها را فیلتر می‌کند. این ابرها در برگرفته تکه‌های یخ بوده و ممکن است باعث طبقه‌بندی نادرست پوشش برف شوند. با توجه به این معیار، در صورتی می‌توان نتایج شاخص NDSI را قبول کرد که میزان انعکاس باند دو بیشتر از ۱۱ درصد باشد (۱۱).

طبیعی و بهرامی (۶) تأثیر بارندگی و دما بر عملکرد گندم دیم با هدف تعیین مدلی که بتواند تولید گندم دیم را قبل از برداشت پیش‌بینی نماید، با استفاده از آمار، یک دوره ۱۳ ساله مورد بررسی قرار دادند. آنها علاوه بر این، اثر بارندگی یا آبیاری بهاره نسبت به آبیاری یا بارندگی پاییزه را نیز بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که بارش بهاره پس از بر طرف شدن سرما نقش اساسی در عملکرد را دارد. گوچو و همکاران (۱۰) در منطقه نیمه خشک شمال غربی چین اثر تغییرات جدید آب و هوا بر محصول گندم زمستانه را در ارتفاع‌های کم و زیاد مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق به بررسی داده‌های آب و هوا و مراحل رشد گندم زمستانه از منطقه تانگوی واقع در گانسو در قسمت نسبتاً خشک شمال چین در طول سال‌های ۲۰۰۵ - ۱۹۸۱ پرداختند. آنها برای این تحقیق دو زمین انتخاب کردند که یکی در ایستگاه هواشناسی تانگوی واقع در ۱۷۹۸ متری از سطح دریا قرار داشت و زمین دوم روی قله کوه لولو در ارتفاع ۲۳۵۱ متری. هدف از این بررسی این بود که آیا روندهای قابل توجهی در تغییر متغیرهای آب و هوایی وجود دارد یا خیر یا اینکه آیا این تغییرات تأثیر قابل توجهی بر رشد و تولید گندم زمستانی در ارتفاع‌های مختلف از سطح دریا دارد یا خیر. از نتایج مشخص گردید که با تغییر دما و میزان بارندگی، تغییر قابل توجهی در مراحل فنولوژی گندم روی داد بدین صورت که تولید محصول در هر دو زمین از سال ۲۰۰۵ - ۱۹۹۱ افزایش یافت و اینکه افزایش محصول در زمین مرتفع تر بیشتر بود. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ مجموع گرمای رو به افزایش و بارش تغییر یافته منجر به افزایش دوباره محصول گندم در ارتفاع پایین برابر ۱/۳ درصد و در

شهرستان جمع‌آوری گردید. عملکرد گندم در شهرستان‌های مختلف در سال‌های مختلف از ۲۰۰ تا ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر می‌باشد.

داده‌های هواشناسی و برف‌سنجی

داده‌های ایستگاه سینوپتیک بجنورد به صورت ساعتی از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید.

سطح پوشش برف

برای تعیین سطح گستره پوشش برف از ۲ خصوصیت متمایز برف استفاده می‌گردد. اول بازتاب شدید برف در بخش مادون قرمز میانی در محدوده طیفی ۰/۸۴۱ تا ۰/۸۶۷ میکرومتر و بازتاب کم برف در بخش مادون قرمز دور در محدوده طیفی ۰/۶۶۵ - ۰/۵۴۵ میکرومتر.

برای جداسازی برف از سایر عارضه‌ها از قبیل ابر، زمین و آب از دو خصوصیت مذکور می‌توان بهره جست. بدین ترتیب که با ترکیب این دو شرط در یک شاخص نرمال شده، امکان عملیات متمایز کردن سطح برف از سایر عوارض موجود فراهم می‌شود. این شاخص از طریق معادله ۱ محاسبه می‌شود (۱ و ۳):

$$NDSI = \frac{\rho 4 - \rho 6}{\rho 4 + \rho 6} \quad (1)$$

که در این معادله،

$\rho 4$ و $\rho 6$: به ترتیب بازتابش در باند چهارم و شش مادیس می‌باشند. سطح پوشش برف به وسیله مقادیر بالای شاخص NDSI (Normalized Difference Snow Index) از دیگر سطوح زمینی متمایز می‌گردد. در جداسازی پیکسل‌های برفی مقادیری که NDSI بالاتر یا مساوی ۰/۴ دارند، به عنوان برف در نظر گرفته می‌شوند (۱۱).

علی‌رغم ارزش بالای شاخص NDSI، در مواردی هدف‌های تیره مانع طبقه‌بندی صحیح برف می‌شوند. در الگوریتم پوشش برف در صورتی یک پیکسل را برف تلقی خواهد نمود که اولاً میزان انعکاس باند دو بیشتر از ۱۱ درصد باشد (۱۲). دوماً میزان انعکاس باند ۴ حداقل ۱۰ درصد باشد که به عنوان حد پایین تشخیص و تفکیک پوشش گیاهی از برف شناخته می‌شود. در واقع برای پیکسل‌هایی که تحت عنوان برف طبقه بندی شده‌اند، انعکاس در باند چهار باید مساوی یا بیشتر از ۱۰ درصد باشد (۲). در این مطالعه از تولیدات سطح برف سنجنده مودیس برای پایش تغییرات سطح برف در منطقه مورد مطالعه استفاده گردید.

تولیدات سطح برف سنجنده مودیس mod10a2

این محصول بیان‌گر ماکزیمم سطح پوشش برف در یک دوره ۸ روزه می‌باشد. بدین صورت که حداکثر سطح پوشش برف در مدت زمان ۸ روز ملاک عمل قرار می‌گیرد. اندازه هر شیت تصویر در این تولیدات ۱۲۰۰ × ۱۲۰۰ کیلومتر و با درجه تفکیک مکانی ۵۰۰ متر می‌باشد. تولیدات سطح برف سنجنده مودیس با استفاده از الگوریتم Snow map و در گام‌های زمانی روزانه و ۸ روزه تولید می‌گردد. الگوریتم Snow map بر پایه شاخص NDSI و بازتاب‌های باندهای ۲ و ۴ می‌باشد.

پردازش تصویر

کلیه عملیات پردازش تصویر شامل تبدیل سیستم مختصات، عملیات برش تصویر، جداسازی منطقه مورد مطالعه، با استفاده از ابزار پردازش تصویر در نرم افزار مطلب صورت گرفت. چرا که پردازش حجم زیاد تصاویر ماهواره با سایر نرم‌افزارهای موجود به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. برای استخراج سطح برف به تفکیک شهرستان و کلاس ارتفاعی ابتدا برای هر شهرستان کد خاصی انتخاب گردید که در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- کد هر شهرستان در کدنویسی محیط نرم افزار مطلب

شهرستان	کد
جاجرم	۰
اسفراین	۱
سملقان	۲
بجنورد	۳
شیروان	۴
فاروج	۵

سپس با استفاده از تصویر رقومی ارتفاع حاصل از شاتل راداری SRTM منطقه مورد مطالعه به ۷ کلاس ارتفاعی با مشخصات ارائه شده در جدول ۲ طبقه‌بندی شد.

در نهایت با استفاده از روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی نقشه استان خراسان شمالی، نقشه شهرستان، لایه کلاس ارتفاعی و تصاویر سطح برف (Mod 10A2) سطح پوشیده از برف به تفکیک شهرستان و هر کلاس ارتفاعی تعیین گردید. داده‌های خروجی شامل تعداد پیکسل‌های برفی با ابعاد ۵۰۰ متر به تفکیک موارد ذکر شده در شیت‌های اکسل به‌طور جداگانه برای هر تصویر در مسیر مشخص (تعریف شده در کد) ذخیره گشت.

شاخص مدت پوشش برفی SCD

این شاخص بیان‌گر مدت زمان پوشش برف می‌باشد که در

در این تحقیق رابطه سطح پوشش برف و عملکرد گندم دیم در خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. پس از استخراج سطح پوشش برف از داده‌های ماهواره‌ای، به منظور کنترل کردن صحت این داده‌ها، نتایج سطح برف حاصل از تصاویر ماهواره با داده‌های زمینی برف در منطقه مقایسه گردید. تنها داده زمینی برف در منطقه متعلق به ایستگاه سینوپتیک بجنورد می‌باشد، با تهیه آمار ساعتی هوای حاضر و پیدا کردن کد برف در سینوپها میزان بارش برف به ساعت در هر ماه مشخص گردید. سپس رگرسیون ساده دو متغیره میان داده‌های زمینی و داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره برای سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ برقرار گردید که رابطه $y = 0.9404x - 17E - 0.94$ برای سال ۲۰۰۵ با ضریب همبستگی ۰/۹۴ به دست آمده که بعد از انجام معنی‌دار بودن مشخص گردید که این رابطه حداقل در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. رابطه $y = 0.8694x - 4E - 17$ برای سال ۲۰۰۶ با ضریب همبستگی ۰/۸۶۹ به دست آمد که با انجام معنی‌دار بودن، حداقل در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. شکل ۱ و ۲ بیان‌گر هماهنگی کامل داده‌های زمینی و ماهواره‌ای می‌باشد.

در شکل ۳ سطح پوشش برف (شاخص SAE) در دوره زمانی ۹ آبان تا ۱۱ اردیبهشت برای ۶ شهرستان استان خراسان شمالی ترسیم شده است. سطح پوشش برف در دوره زمانی (آبان تا اردیبهشت) در شهرستان‌های استان خراسان شمالی بیان‌گر این واقعیت می‌باشد که تاریخ شروع و خاتمه ایجاد سطح پوشش برف در تمامی شهرستان‌ها در طول سال تقریباً یکسان می‌باشد. بیشترین سطح پوشش برف در ۲ شهرستان فاروج و شیروان در تاریخ ۵ بهمن قابل مشاهده می‌باشد در حالی که در شهرستان‌های بجنورد، اسفراین، مانه و سملقان و جاجرم در تاریخ ۲۷ دی بیشترین سطح پوشش برف در منطقه قابل رویت می‌باشد.

در ادامه بررسی‌ها سطح پوشش برف در استان خراسان شمالی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ به تفکیک شهرستان مطالعه گردید. بیشترین سطح پوشش برف به سال‌های ۸۱-۸۲، ۸۳-۸۴، ۸۳-۸۴، ۸۵-۸۶، ۸۶-۸۷ اختصاص داشته و کمترین آن در سال‌های ۸۲-۸۳ و ۸۴-۸۵ اتفاق افتاده است. بیشترین سطح پوشش برف نیز به ترتیب به شهرستان فاروج، شیروان، بجنورد، اسفراین، مانه و سملقان و جاجرم اختصاص دارد.

تغییرات سطح پوشش برف در هفت کلاس ارتفاعی در شکل ۴ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با زیاد شدن ارتفاع، سطح پوشش برف نیز زیاد می‌شود. نکته قابل توجه این است که تغییرات سطح پوشش برف در کلاس ارتفاعی یک تا سه بسیار کمتر از تغییرات سطح پوشش برف در کلاس‌های ارتفاعی چهار تا هفت می‌باشد.

وسعت‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شاخص در محدوده‌های ۱۰۰ کیلومتر مربع به بالا مورد توصیه می‌باشد (۹ و ۱۳).

جدول ۲- کلاس‌های ارتفاعی در نظر گرفته شده در کد نویسی

محیط مطلب	
ارتفاع	کلاس ارتفاعی
۰ < ارتفاع	۱
۰ < ارتفاع < ۵۰۰	۲
۵۰۰ < ارتفاع < ۱۰۰۰	۳
۱۰۰۰ < ارتفاع < ۱۵۰۰	۴
۱۵۰۰ < ارتفاع < ۲۰۰۰	۵
۲۰۰۰ < ارتفاع < ۲۵۰۰	۶
۲۵۰۰ < ارتفاع < ۳۰۰۰	۷

که فرمول محاسبه آن به صورت معادله ۲ می‌باشد:

$$SCD = m \times \sum_{i=1}^N S_i \quad (2)$$

در این رابطه، m: گام‌های زمانی تولید تصویر (برای mod10a2 برابر است با ۸ روز)، N: تعداد تصاویر در سال (۲۴ تصویر در هر سال از دوره آماری)، S_i: کد برفی یا برفی نبودن هر پیکسل (۰ یا ۱) است. اگر پیکسل برفی وجود داشته باشد S_i=1 در غیر این صورت S_i=0 است.

شاخص پوشش برف SCI

SCI شاخص پوشش برف است که از شاخص SCD حاصل می‌گردد. طبق تعریف SCI جمع تمام سطوح پوشیده از برف در روزهایی که پوشش برف وجود دارد می‌باشد و از معادله ۳ به دست می‌آید (۱۳ و ۹)

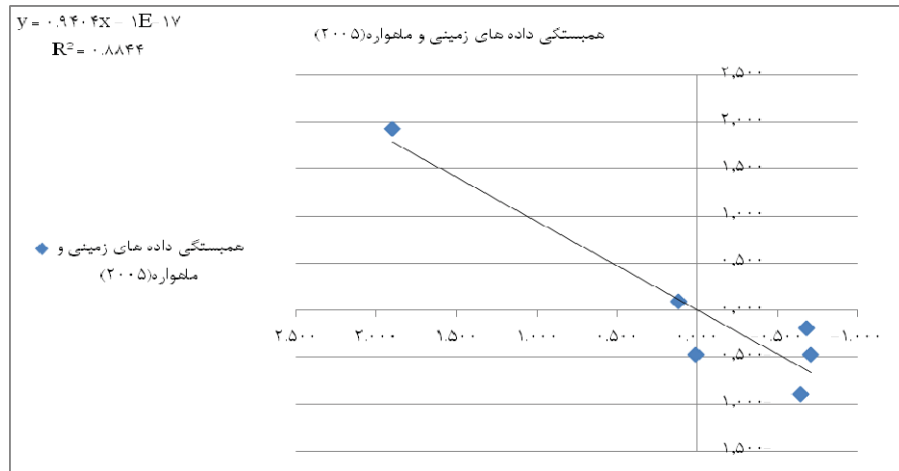
$$SCI = \sum_{i=0}^n A * SCD_i \quad (3)$$

A: سطح هر پیکسل است که برای تولیدات mod10a2 برابر با ۰/۲۵ کیلومتر مربع در نظر گرفته می‌شود.

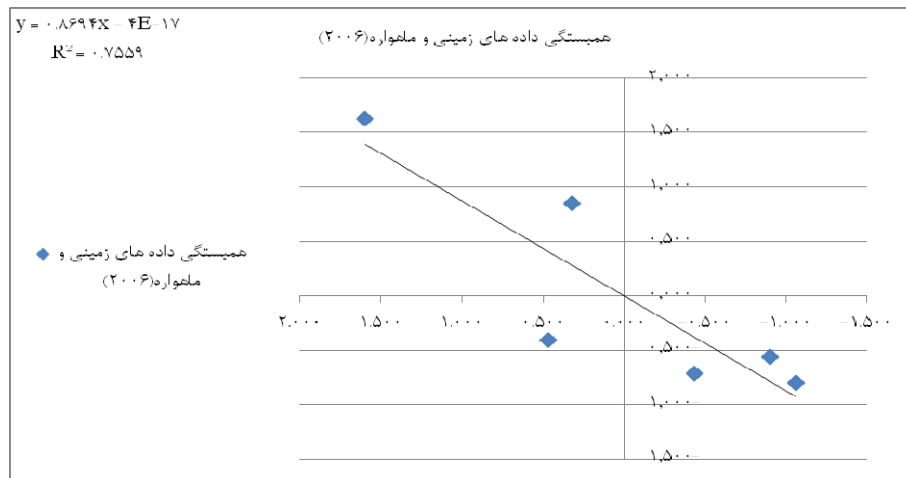
شاخص نسبت پوشش برف SAE

این شاخص نسبت بین تعداد پیکسل‌های پوشیده از برف به کل پیکسل‌های موجود در منطقه در یک دوره ۸ روزه می‌باشد (۹ و ۱۳).

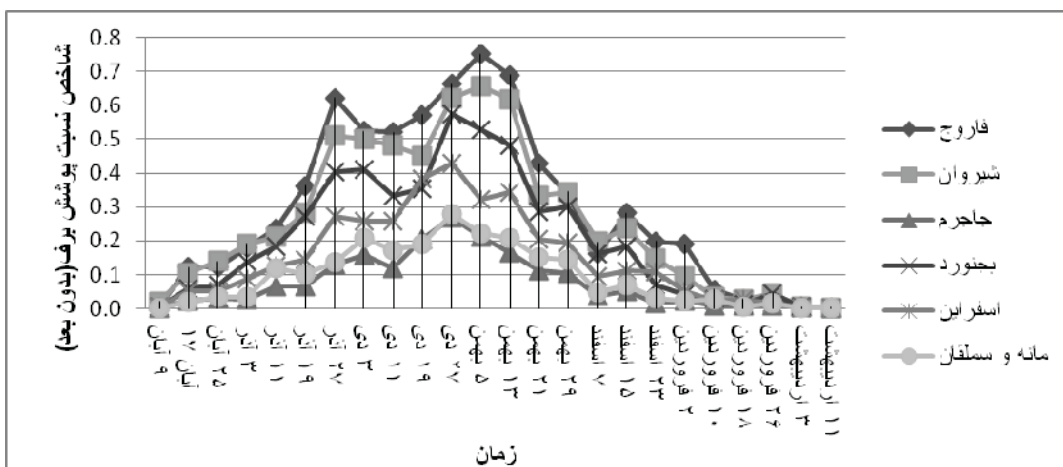
نتایج و بحث



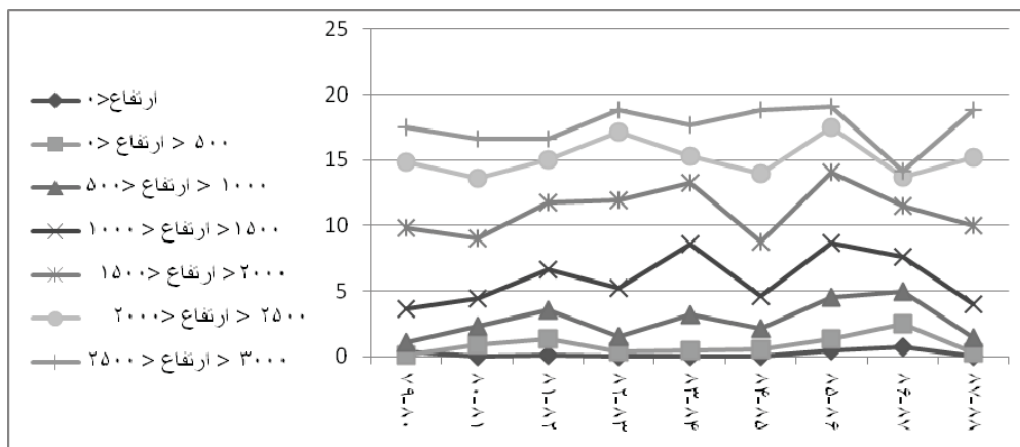
شکل ۱- معادله همبستگی داده های ماهواره و زمینی در سال ۲۰۰۵ در شهرستان بجنورد



شکل ۲- معادله همبستگی داده های ماهواره و زمینی در سال ۲۰۰۶ در شهرستان بجنورد



شکل ۳- نمودار تغییرات شاخص نسبت پوشش برف در دوره زمانی آبان تا اردیبهشت در استان خراسان شمالی



شکل ۴- نمودار تغییرات سالانه شاخص SAE در دوره ۹ ساله در کلاس‌های ارتفاعی در کل استان

قابل قبولی در بر نداشت. در ادامه شاخص مدت پوشش برفی SCD و شاخص سطح پوشش برف SCI محاسبه گردیدند و رابطه عملکرد با این دو شاخص بررسی شد. بر خلاف تحلیل‌های قبلی ضریب همبستگی میان عملکرد گندم دیم و شاخص SCD نشان دهنده وجود ارتباط میان این شاخص و عملکرد گندم دیم در تمامی شهرستان‌های استان خراسان شمالی می‌باشد. همانطور که در شکل ۵ قابل مشاهده است بیشترین همبستگی میان شاخص SCD و عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های بجنورد، شیروان و اسفراین به وجود آمده است که ضریب همبستگی در این شهرستان‌ها به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۷۴، ۰/۷۱ می‌باشد. در رده بعد شهرستان فاروج قرار دارد که ضریب همبستگی برای این شهرستان ۰/۶۵ به دست آمده است. ضریب همبستگی برای شهرستان‌های جاجرم و مانه و سملقان به ترتیب ۰/۵۲ درصد و ۰/۴۹ درصد محاسبه گردیده‌اند. با نگاهی به توپوگرافی استان می‌توان مشاهده نمود که هرچه ارتفاع بیشتر می‌شود ضریب همبستگی نیز افزایش می‌یابد به گونه‌ای که شهرستان‌های مانه و سملقان و جاجرم که از نقاط کم ارتفاع استان می‌باشد کمترین همبستگی را دارد.

پس از بررسی سطح پوشش برف آنالیز رگرسیون ساده دو متغیره میان سطح پوشش برف (شاخص SAE) و عملکرد گندم دیم به انجام رسید. رابطه سطح پوشش برف و عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های استان خراسان شمالی در جدول ۳ آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌گردد رابطه پوشش برف و عملکرد گندم دیم از همبستگی بالایی برخوردار نمی‌باشد و حتی در سطح ۵٪ هم معنی‌دار نمی‌باشد.

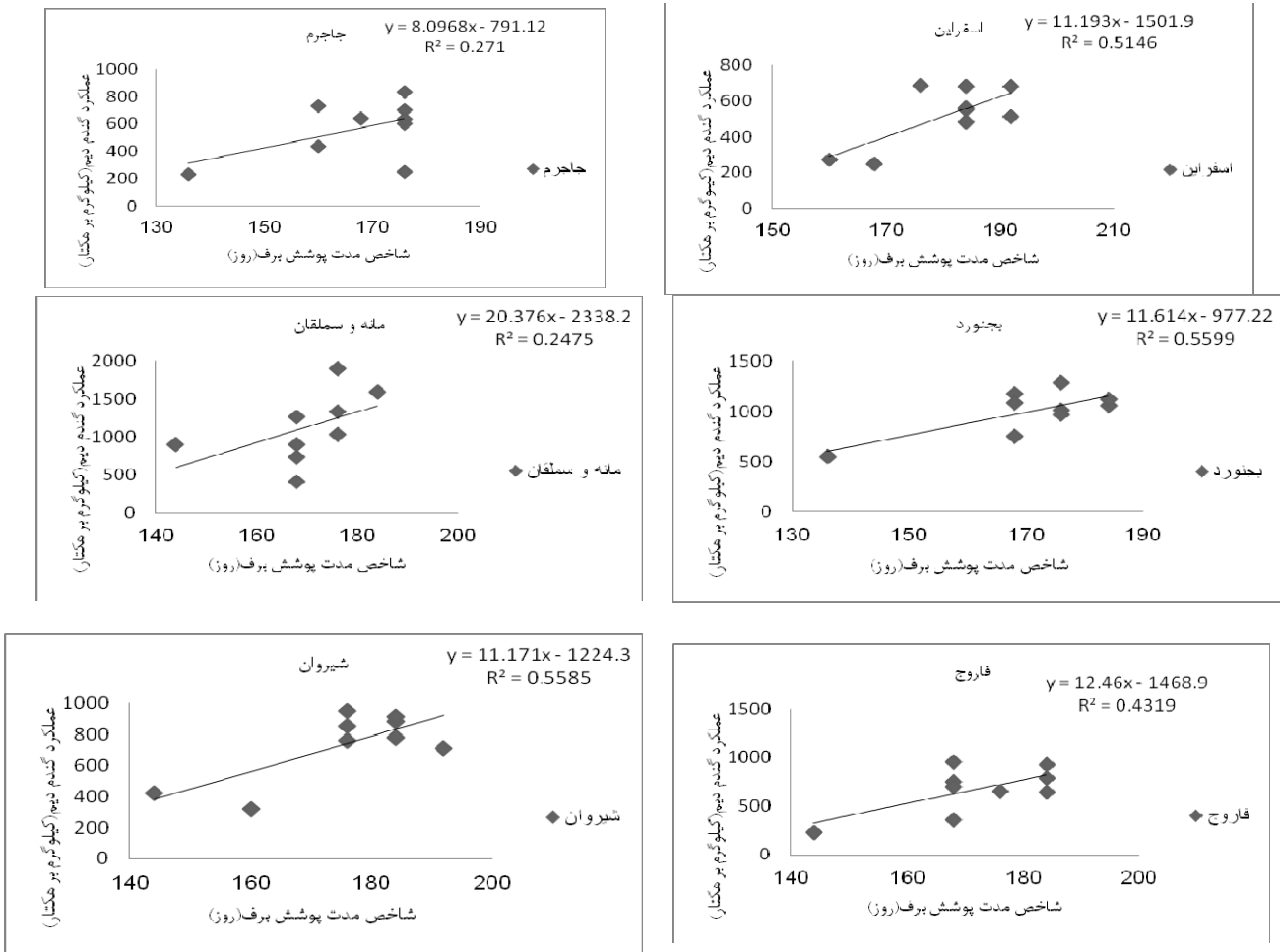
جدول ۳- مقدار همبستگی عملکرد گندم دیم و سطح پوشش برف

در شهرستان‌های خراسان شمالی	
شهرستان	ضریب همبستگی
جاجرم	۰/۳۲
اسفراین	۰/۱۳
مانه و سملقان	۰/۳۲
بجنورد	۰/۳۵
شیروان	۰/۰۴
فاروج	۰/۰۷

درگام بعد رابطه بیشترین سطح پوشش برف در هر سال با عملکرد آن سال مورد بررسی قرار گرفت که این بررسی نیز نتایج

جدول ۴- رابطه مقدار همبستگی عملکرد گندم دیم و شاخص مدت پوشش برف در شهرستان‌های خراسان شمالی

شهرستان	رابطه شاخص مدت پوشش برف و عملکرد گندم دیم	ضریب همبستگی
جاجرم	$y = ۸/۰۹۶۸x - ۷۹۱/۱۲$	۰/۵۲۱
اسفراین	$y = ۱۱/۱۹۳x - ۱۵۰/۱۹$	۰/۷۱۷
مانه و سملقان	$y = ۲۰/۳۷۶x - ۲۳۳۸/۲$	۰/۴۹۷
بجنورد	$y = ۱۱/۶۱۴x - ۹۷۷/۲۲$	۰/۷۴۸
شیروان	$y = ۱۱/۱۷۱x - ۱۲۲۴/۳$	۰/۷۴۷
فاروج	$y = ۱۲/۴۶x - ۱۴۶۸/۹$	۰/۶۵۷



شکل ۵- معادله همبستگی عملکرد گندم دیم و شاخص مدت پوشش برف در شهرستان‌های استان خراسان شمالی

در منطقه بعنوان روشی برای پیش‌بینی عملکرد گندم دیم ارزیابی گردد. استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و استفاده از کلاس‌های ارتفاعی در منطقه بعنوان مطالعات تکمیلی و ارتقاء صحت ودقت نتایج این مطالعه مورد پیشنهاد است.

نتیجه‌گیری

حاصل مطالعه حاضر حاکی از رابطه مستقیم و معنی‌دار بین شاخص مدت پوشش برف (SCD) و شاخص پوشش برف (SCI) و میزان عملکرد گندم در ۴ شهرستان استان خراسان شمالی است. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به عنوان گام نخست در مطالعاتی این چنین

منابع

- ۱- دینی غ. و ضیائی پ. ۱۳۸۶. بررسی سطوح برف‌گیر البرز مرکزی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ترا و نوا و سامانه اطلاعات جغرافیایی، تهران، همایش ژئوماتیک ۱۳۸۵.
- ۲- رایگانی ب.، سلطانی کوهپایی س.، خواجه‌الدین س.ج. و برات س. ۱۳۸۷. محاسبه تغییرات نقشه‌های پوشش برفی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس در دوره فاقد تصویر، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۴.
- ۳- رسولی ع.ا. و ادهمی س. ۱۳۸۶. محاسبه آب معادل از پوشش برف با پردازش تصاویر سنجنده مودیس، جغرافیا و توسعه، جلد ۱۰.
- ۴- شبکه اطلاع رسانی گندم ایران، وزارت جهاد کشاورزی، مجری طرح گندم. www.iranwheat.ir
- ۵- طالبپور اصل د. ۱۳۷۳. هیدرولوژی برف حوضه آبریز رودخانه مهاباد، مجموعه مقالات اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ، سازمان آب

منطقه‌ای آذربایجان غربی، ارومیه.

- ۶- طلایی ع.ا. و بهرامی ن. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر بارندگی و دما بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه، مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۷، شماره ۱.
- ۷- فتاحی ا. ۱۳۷۷. مدل تحلیل کمی ذوب برف، مطالعه موردی حوضه سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- 8- Ackerman S., Baum B., Frey R., Gumley C., Menzel P., Moeller C., LSchaff C., Riggs G.A., Strabala L., and Welch R. 1996. Discriminating Clear-Sky from cloud with MODIS. Algorithm Theoretical Basis Document(MOD35), Version 3.0.
- 9- Aizen V., and Aizen E. 2010. Second report of diagnosis of changes in Alpine water storage and land surface degradation in Pamir mountains and Amu darya river basin, university of Idaho. pp 120-145
- 10- Guoju Xiao , Qiang Zhang , Yubi Yao , Hong Zhao , Runyuan Wang , Huzhi Bai ,and Fengju Zhang .2008. Impact of recent climatic change on the yield of winter wheat at low and high altitudes in semi-arid northwestern China , volume 127 , pp 37-42.
- 11- Hall D.K., Klein A.G., and Riggs G.A. 1997. Improving the MODIS Global Snow-Mapping Algorithm. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings, PP.619-621.
- 12- Hall D.K., Klein A.G., and Riggs G.A. 1998. Global Snow Cover Monitoring Using MODIS. 27th International Symposium on Remote Sensing of Environment, pp. 363-366.
- 13- Hall D.K., Foster J.L., Salomonson V.V., Klein A.G., and Chien J.Y.L. 2001. "Development of a technique to assess snow-cover mapping errors from space," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 39, pp. 432-438.
- 14- Rees W.G. 2006 : Remote Sensing of Snow and Ice , Taylor and Francis, pp 285-294.
- 15- www.wikipedia.org

Study of Snow Coverage and its Effect on the Rainfed Wheat Yield of North Khorasan Province

M. Kamali^{1*}- S. Hajjam²- M. Vazife Doust³

Received:4-9-2011

Accepted:2-10-2011

Abstract

Snow is one of the most prominent water resources and is the main supply for sweet water specially in mountainous regions, so snow studying and its effects on agricultures specially at snowy regions seems compulsory; besides, wheat is a strategic crop in our country and is the main supplier of food for majority of Iranians. to calculate the snow coverage in north Khorasan province mod10a2 product was used. statistical period was determined with consideration to the existed statistics of dryland wheat yield in the cities of North Khorasan state and also mod10a2 pictures from 2000 to 2009. Time period of snow in the region was determined between aban to ordibehesht based on satellite images, Determined from analysis of satellite imagery which was available between November to May and with using of this range were processed 24 for each year and 216 in total image for this study. Due to the large number of satellite imagery used from writing code in Matlab software and level of snow cover by attention to topographic map, cities boundaries of province and satellite data based on pixels snow was calculated in software. To evaluate level of snow on performance wheat was used from three indexes, level snow cover SCI, period of snow cover SCD and snow cover ratio SAE. Experiments indicate that correlation between two indexes SCI and SCD with wheat performance in the fourth city of north Khorasan province included Faruj, Shirvan, Bpjnourd and Esferayan is in 5% significantly. Index without dimension SAE did not show suitable correlation with performance in any city of North Khorasan province. The final results indicate that if used from accurate images it can be used to predict wheat performance.

Keywords: Snow coverage area, Modis, Dryland wheat yield, Snow Coverage Index, North Khorassan Province

1,2- MSc Expert and Associated Professor of Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad university
(*-Corresponding Author Email: m.kamali@srbiau.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Gillan University