نیوار، دوره ۴۵، شماره ۱۱۳-۱۱۲، بهار و تابستان ۱۴۰۰ (دو فصلنامه) (مقاله پژوهشی) DOI: 10.30467/NIVAR.2021.263731.1175
Archive of SID

بررسی تأثیر پارامترهای جوی بر پوشش برف حوضه آبخیز کوهرنگ

شهربانو منجذب مرودشتی[۱]، احمد مزیدی[۲]*، کمال امیدوار[۳]، غلامعلی مظفری[۴]

۱- دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران

۲- دانشیار، گروه جغرافیا - بخش برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه یزد، ایران

۳- استاد، گروه جغرافیا-بخش برنامه ریزی محیطی، دانشگاه یزد، ایران

۴- استاد، گروه جغرافیا-بخش برنامه ریزی محیطی، دانشگاه یزد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۴)

چکیده

در عصر حاضر از یک طرف کمبود آب قابل استفاده و از طرف دیگر افزایش جمعیت، مصرف آب و از همه مهم‌تر بالا رفتن سطح زندگی و رشد فناوری مسئله نیاز به آب و کمبود آن را بیش‌ازپیش مطرح می‌سازد. بنابراین در پژوهش پیش رو به بررسی تأثیر پارامترهای جوی بر پوشش برف حوضه آبخیز کوهرنگ در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۰ پرداخته شده است. چراکه برف در چرخه آب‌شناسی به دلیل تأمین منابع آب به صورت جریان‌های تأخیری در فصل‌های پرآبی و جریان‌های حداقلی در فصل‌های کم‌آبی و همچنین در تولید انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور نقش عوامل و پارامترهای جوی بر پوشش برف با روش‌های آماری مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش با بررسی روابط رگرسیونی خطی و غیرخطی بین پارامترهای اقلیمی (دمای بیشینه، کمینه و متوسط و بارش) و پوشش برف مشخص شد بیشترین ضریب همبستگی مربوط به پارامتر دمای بیشینه (۰/۸۷)و کمترین ضریب همبستگی نیز مربوط به بارش(۰/۲۶)است. در بین رگرسیون‌های مورد استفاده، رگرسیون غیرخطی در پارامترهای مجموع بارش سالانه(۰/۳۴)، دماهای کمینه و بیشینه (۰/۷۴) و (۰/۸۷) ضریب همبستگی بالاتری را ثبت کرد درحالی‌که تغییری در ضریب همبستگی محاسبه شده برای پارامتر متوسط دما مشاهده نشد. همچنین نتایج پژوهش روند کاهشی تغییرات سطح پوشش برف منطقه در طول دوره مطالعاتی را نشان می‌دهد. ارتباط معنی‌داری نیز بین پارامتر دما و پوشش برف وجود دارد که می‌توان از این پارامترها و رگرسیون در تشخیص پوشش برف در منطقه استفاده کرد.

کلمات کلیدی: حوضه کوهرنگ، سطح پوشش برف، سنجنده مودیس، پارامترهای جوی، شاخص **NDSI**

مقدمه

برف از اشکال مهم بارش است و رواناب ناشی از آن منبع بسیار مهمی برای تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی به شمار می‌رود (بارنت، ۲۰۰۵). در بسیاری از حوضه‌های آبخیز کوهستانی یکی از مؤلفه‌های اصلی چرخه هیدرولوژی، برف است. ریزش جوی به صورت برف برای تغذیه منابع سطحی و زیرزمینی کشورها می‌تواند منبعی پایدار و ثابت محسوب شود که با ذوب تدریجی جریان مداوم آب را در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، چشمه‌ها، قنات‌ها و سفره‌های زیرزمینی تأمین می‌کند بویژه اینکه در فصول خشک نیز مورد استفاده می‌باشد. ازاین‌رو بر خلاف باران، ذخایر برف از منابع آبی پر اهمیت و قابل اطمینان محسوب می‌شود (برگوییس و همکاران، ۲۰۱۴).

پارامترها و عوامل اقلیمی بر میزان و نوع بارش تأثیرگذار هستند. از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر پوشش برف می‌توان دما و بارش را نام برد که بترتیب بر تعیین نوع و میزان بارش تأثیرگذارند (استیوارت و همکاران، ۲۰۰۵).

در سال‌های اخیر افزایش دما، کاهش بارندگی، افزایش وقایع حدی و آنتروپی در بسیاری از نقاط جهان اتفاق افتاده است. بنابراین میزان بارش برف روند کاهشی نشان می‌دهد و طول دوره ریزش آن نیز زودتر به پایان می‌رسد و ازاین‌رو حجم رواناب نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (قربان زاده و همکاران ۱۳۸۸). با توجه به موارد ذکر شده بررسی پوشش برف و عوامل تأثیرگذار بر آن ضروری به نظر می‌رسد.

پژوهش‌های مختلفی در زمینه پوشش برف انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. در پژوهشی موران تجدا و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی نقش تغییر دما و بارش بر روی تنوع پوشش برف به عنوان تابعی از ارتفاع در سوئیس پرداختند. نتایج نشان داد بین ارتفاع با عمق و ماندگاری برف رابطه مستقیم وجود دارد اما در مورد

* نگارنده رابط: mazidi@yazd.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

دما این رابطه برعکس می‌باشد. بعلاوه با گرم شدن آب و هوا، ارتفاع برفمرز افزایش یافته که نشان دهنده نقش دما به عنوان محدودیت اصلی در جمع شدن برف است.

پرز و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود کاهش سطح پوشش برف در حوضه آبریز رودخانه آیسن در پاتاگونیا، شیلی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد پوشش برف این منطقه به طور متوسط ۲۰ کیلومتر در هر سال کاهش می‌یابد که با افزایش دما (گرم شدن کره زمین) و کاهش بارش در طول تابستان مرتبط است. ساودرا و همکاران (۲۰۱۸) به پایش سطح پوشش برف و ماندگاری برف در رشته‌کوه آند با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس پرداختند. نتایج نشان داد ماندگاری برف همبستگی بالایی با پارامترهای جوی از جمله بارش و دما داشت و میزان این همبستگی بشدت تحت تأثیر عرض جغرافیایی و ارتفاع قرار می‌گیرد. اورسلی و همکاران، (۲۰۱۹) به برآورد عمق و پوشش برف در فلات تبت پرداختند. با مقایسه نتایج حاصل از مراکز تجزیه‌وتحلیل جهانی با داده‌های مشاهده‌ای ایستگاه زمینی، داده‌های عمق برف حاصل از ماهواره‌ای ریز موج و داده‌های سیستم نقشه‌برداری برف و یخ چند حسگر تعاملی (**IMS**) به این نتیجه رسیدند که **IMS** بیشترین ضریب همبستگی (۰/۷۸) با داده‌های زمینی را دارد. ژانگ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات پوشش برف فلات تبت با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس و**VIIRS** پرداختند، مقایسه آن با داده‌های زمینی نشان داد که مودیس در این منطقه با دقت بیشتری پوشش برف را محاسبه می‌کند. آلونسوگونزالز و همکاران (۲۰۲۰) حساسیت پوشش برفی به دما، بارندگی و تنوع تابش خورشید بر روی یک شیب ارتفاعی در کوه‌های ایبری را مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که گرم شدن آب و هوا بر میزان و مدت زمان ذوب برف در همه نوارهای ارتفاعی اثر منفی داشته است که نشان می‌دهد فصول ذوب با شدت کمتر اما طولانی‌تر در این مناطق وجود دارد.

در ایران از یک سو با توجه اقلیم خشک و نیمه‌خشک، مسئله آب و منابع آبی همیشه از اهمیت بالایی برخوردار بوده است. از سوی دیگر پوشش برف نیز به عنوان منبع اصلی تأمین آب شیرین در بسیاری از نقاط کشور مطرح است. تاکنون تحقیقات نسبتاً گسترده‌ای درزمینه‌ی پوشش برف در ایران انجام‌شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

عزتی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثر تغییرات حرارت و بارش بر دبی سالانه و ماهانه حوضه آبریز طالقان پرداختند. بررسی سطح پوشش برف حوضه طالقان در طول فصل زمستان سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۳ نشان داد که افزایش دمای هوا در زمستان و ذوب شدن برف زمستانه و ایجاد رواناب زودهنگام و به عبارت دیگر به عقب کشیده شدن زمان ذوب برف از فصل بهار به فصل زمستان منجر شده است. تغییرات اقلیمی در این حوضه خود را به صورت تغییر الگوی بارش از برف به باران و همچنین جابجایی فصلی نشان داده است.

سیفی و قربانی (۱۳۹۸) امکان استفاده از سنجنده های **LOI** و **TIRS** برای تخمین سطح پوشش برف در کوهستان سهند از طریق تکنیک‌های شیءگرا را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش برآورد پوشش برف دره‌ها با استفاده از الگوریتم‌های **NDSI**، **Brightness**، **LST** و **NDVI** انجام شد. نتایج تحقیق مبین دقت بسیار مناسب الگوریتم‌های ذکر شده بود.

با مروری بر تحقیقات قبلی اهمیت و لزوم استفاده از تصاویر ماهواره‌ای روشن می‌شود بخصوص برای کشور ایران که فاقد داده‌های برفسنجی معتبر و کافی می‌باشد. همچنین اهمیت تأثیر پارامترهای جوی بر پوشش برف مشخص می‌شود. ازاین‌رو در تحقیق پیش رو تأثیر دما و بارش بر پوشش برف استخراج شده از تصاویر سنجنده مودیس در حوضه کوهرنگ بررسی شد که نتایج حاصل از آن می‌تواند برای برنامه ریزان در مدیریت منابع آب منطقه مفید باشد.

داده‌ها و روش‌ها

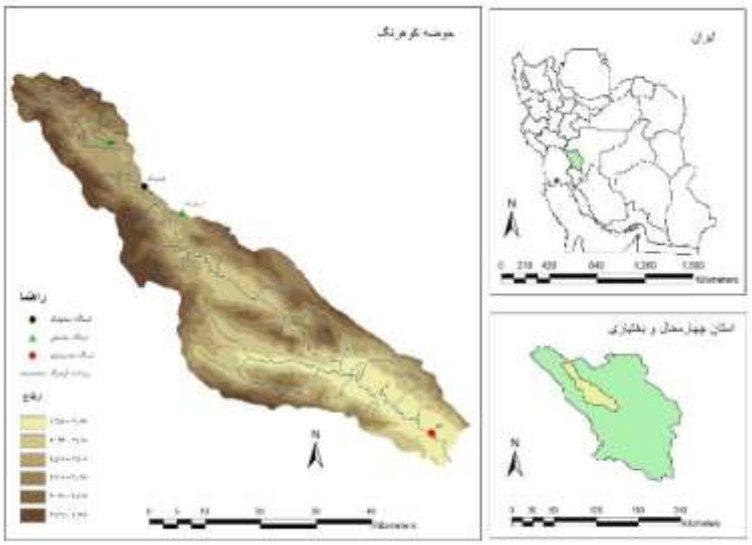
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، حوضه کوهرنگ واقع در استان چهارمحال و بختیاری است. موقعیت جغرافیایی این حوضه

www.SID.ir

Archive of SID

در ۳۱ و ۴۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی تا ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد. بیشتر وسعت این حوضه کوهستانی است و از مناطق مرتفع و برف‌گیر بوده که دارای منابع غنی برف می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کوهرنگ

داده‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی رابطه سطح پوشش برف و پارامترها اقلیمی در حوضه آبخیز کوهرنگ از پوشش برف مستخرج از سنجنده مودیس و داده‌های ایستگاه های کوهرنگ و کاج که شامل دما (متوسط، بیشینه و کمینه)، بارش و دبی برای سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۰ استفاده شد

جدول ۱) مشخصات تصاویر استفاده شده در تحقیق

ماهواره	Terra
سنجنده	MODIS
تصویر	**MOD 01**
ماه	**ژانویه تا دسامبر**
سال	**۲۰۱۸-۲۰۱۰**
تفکیک زمانی تصاویر	**۸ روزه**

۳-۲- تصحیح تصاویر ماهواره‌ای

نخست تصحیحات بر روی تصاویر دریافت شده انجام گرفت. در ابتدا با فراخوانی تصاویر در نرم‌افزار **(ENVI)**، با استفاده از الگوریتم این نرم‌افزار تصحیح جوی انجام شد. سپس برای حذف جابجایی‌های موجود در تصاویر و نقشه منطقه، با استفاده از طول و عرض جغرافیایی تصحیح هندسی اعمال گردید. تصحیح توپوگرافی نیز به روش لامبرت صورت پذیرفت (تانگ و همکاران، ۲۰۱۳).

٤-۲- پیاده‌سازی الگوریتم NDSI

پس از آن به‌وسیله شاخص **NDSI**، به علت داشتن توانایی‌هایی مثل تفکیک برف از ابر و یخ به‌وسیله طول‌موج این پدیده‌ها، به‌عنوان شاخص مورد استفاده قرار گرفت. این شاخص به‌وسیله (معادله ۱) سطح پوشش برف را از سایر سطوح جدا کرده و در آخر میزان آن را اندازه‌گیری می‌کند.

(معادله ۲) $NDSI = \frac{R_G - R_{SWIR}}{R_G + R_{SWIR}}$ ، **RG** انعکاس در طول موج سبز، **RSWIR** انعکاس در طول موج فروسرخ موج کوتاه

(معادله۲) $NDSI = \frac{B_4 - B_6}{B_4 + B_6} \geq 0.4$

www.SID.ir

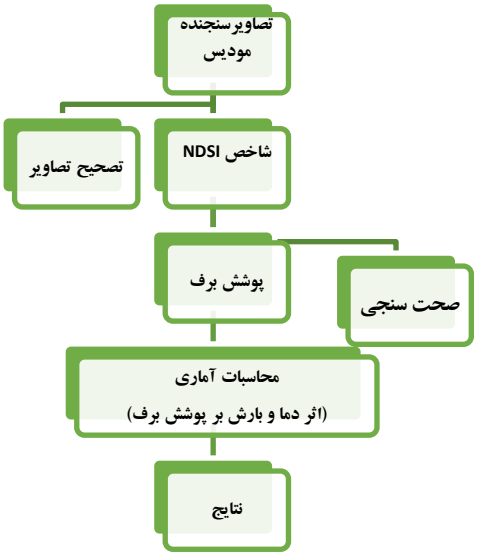
Archive of SID

با به‌کارگیری این شاخص پیکسل‌ها در تصاویر موجود ارزش‌گذاری می‌شوند (۱- تا ۱). عدد متعلق به هر پیکسل نشان‌دهنده عدم وجود و یا وجود برف در آن است. پیاده‌سازی الگوریتم برف سنجی به‌وسیله باندهای ۴ و ۶ سنجنده مودیس به طور خودکار انجام می‌گیرد. در ادامه اگر ابر در تصاویر وجود داشت برای جدا کردن ابر از برف، در سنجنده مودیس از (معادله ۲) استفاده می‌شود.

۵-۲- استخراج سطح برف و انجام محاسبات

پس از انجام مراحل ذکرشده، محدوده منطقه مورد مطالعه برش داده شد. درنهایت به‌وسیله نرم‌افزار **(ArcGIS)**، سطح پوشیده شده از برف منطقه بدست آمد. علاوه بر آن حوضه به ۶ طبقه مجزا ارتفاعی تقسیم شد که شامل طبقات ارتفاعی یکم (۱۶۵۶-۲۰۹۲ متر)، دوم (۲۰۹۲ -۲۴۱۷ متر)، سوم (۲۴۱۷ -۲۷۰۶ متر)، چهارم (۲۷۰۶ -۳۰۲۳ متر)، پنجم (۳۰۲۳ -۳۴۰۸ متر) و ششم (۳۴۰۸ -۴۰۷۴ متر) بود. بعد از این قسمت پوشش برف به تفکیک طبقات ارتفاعی به همین روش محاسبه شد. در مرحله بعد با استفاده از داده های ایستگاه زمینی نتایج بدست آمده پوشش برف، صحت سنجی شد.

در انتها از داده‌های اندازه‌گیری شده روزانه دمای (متوسط، بیشینه و کمینه) و بارش ماهانه استفاده شد. جهت تعیین بهترین همبستگی خطی بین پارامترهای هواشناسی و پوشش برف، رگرسیون خطی و غیرخطی (درجه دوم) رسم گردید و معادله خط مورد نظر به همراه ضریب تبیین **(R)**، به دست آمد. با مقایسه ضرایب رگرسیونی (خطی و معادله درجه دوم)، بهترین همبستگی بین پارامترهای جوی و پوشش برف تعیین شد. سطح معناداری در این تحقیق ۹۵ درصد بود. مراحل انجام تحقیق در شکل ۲ آوره شده است.



شکل ۲) فلوچارت مراحل انجام تحقیق

نتایج

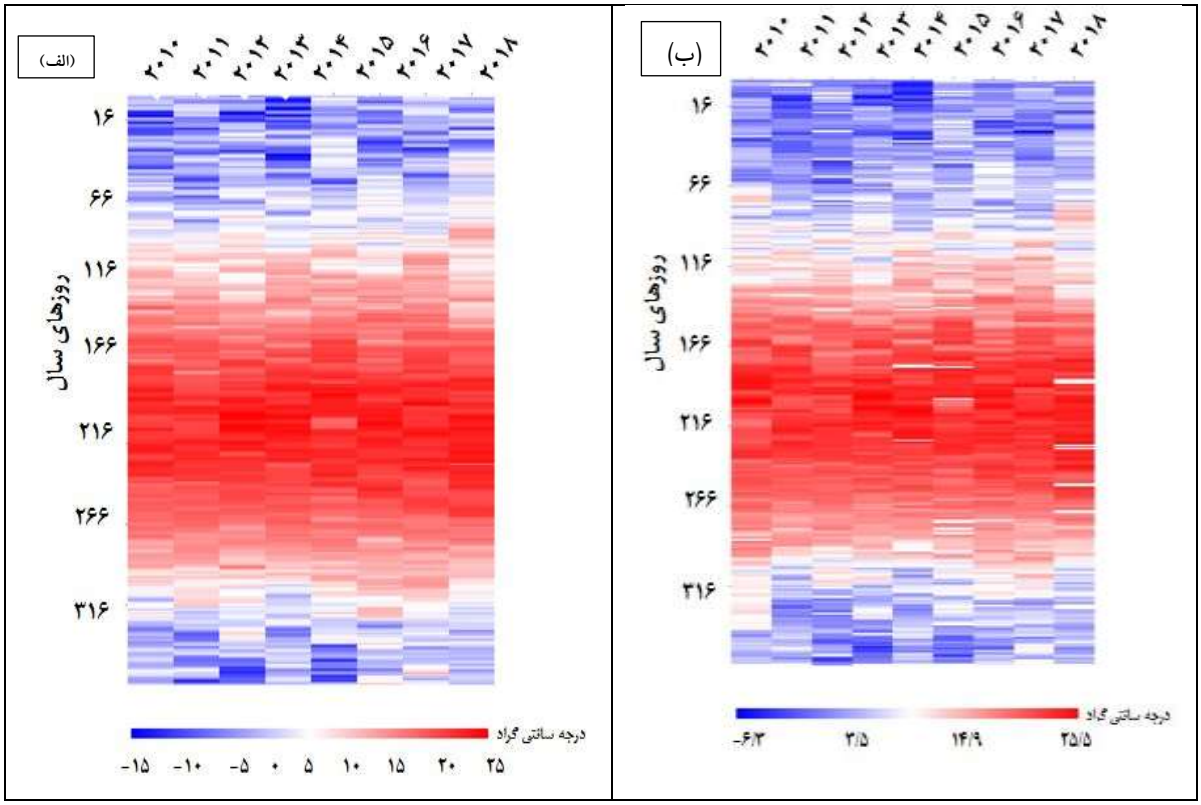
برای بررسی تغییرات پوشش برف حوضه ابتدا باید عوامل و پارامترهای جوی مؤثر بر نوسانات پوشش برف را ارزیابی نمود. در این تحقیق داده‌های دما (متوسط، کمینه و بیشینه) و مجموع بارش به‌عنوان پارامترهای جوی مؤثر بررسی شد.

کمترین دمای بیشینه ثبت شده متعلق به ماه فوریه ۲۰۱۷ با دمای ۶/۳- درجه سانتی‌گراد بود. متوسط دما در ابتدای دوره چندان تغییری نداشت اما از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸ روندی افزایشی با شیب تند را نشان داد به‌طوری‌که در انتهای دوره مورد مطالعه میانگین دما، افزایش ۱/۵ درجه‌ای داشته است (شکل ۳- الف). کمترین میزان در ژانویه سال ۲۰۱۲ با میزان ۸/۸ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. بیشترین دما مربوط به اوایل ژوئیه سال ۲۰۱۵ می‌باشد. همان‌طور که این نمودار نشان می‌دهد، بیشینه دمای مطلق حوضه روندی افزایشی داشت و از ابتدا تا آخر دوره، متوسط دما بیشتر از

www.SID.ir

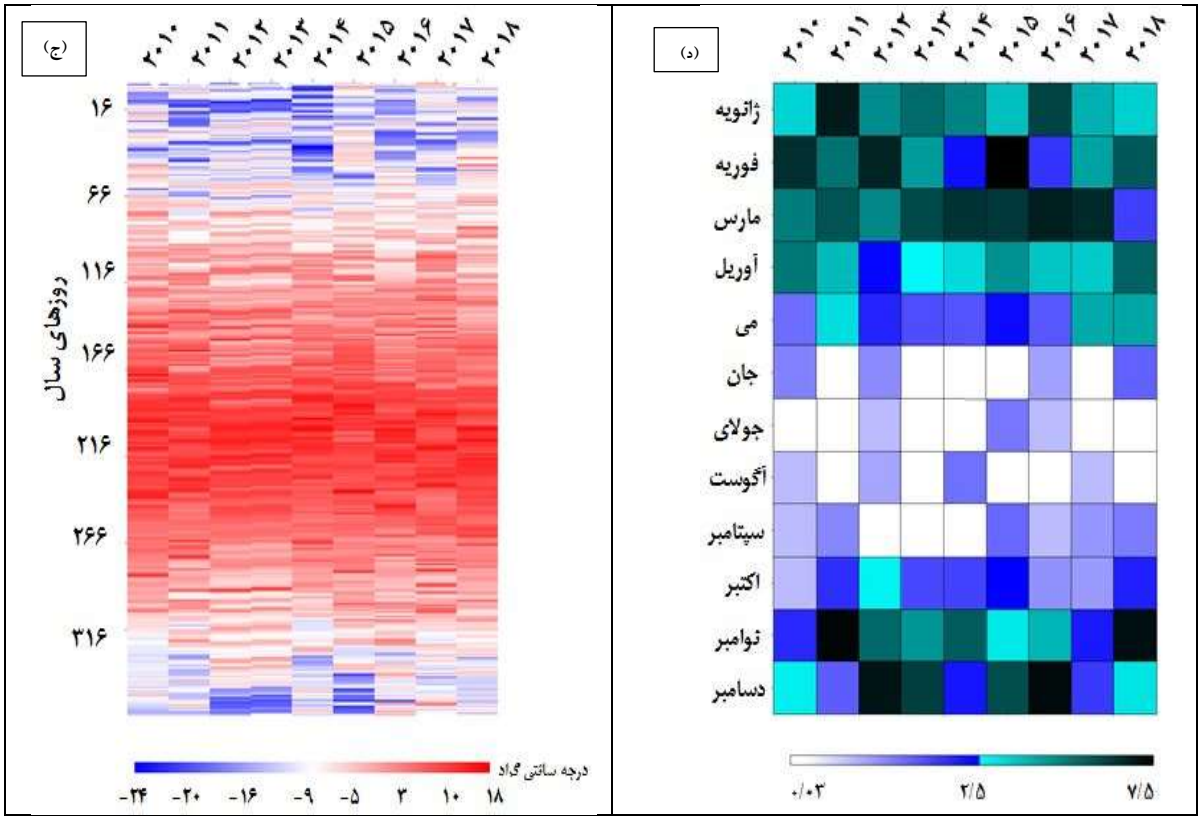
Archive of SID

۱/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است (شکل ۳- ب). بر اساس داده‌ها، بین سال‌های مورد نظر کمترین دما کمینه یعنی ۲۵- درجه سانتی‌گراد متعلق به ماه فوریه ۲۰۱۴ بود. بیشترین دما ۱۸/۷ درجه سانتی‌گراد برای ماه ژوئیه سال ۲۰۱۴ بود. دمای کمینه در دیگر سال‌های مورد بررسی بین این مقادیر در تغییر می‌باشند. با توجه به نمودار دمای کمینه، دماهای کمینه سالانه از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸ روند افزایشی داشته و از حدود ۲/۶ تا ۴/۱ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده است (شکل ۳- ج). با توجه به نتایج موجود سال‌های ۲۰۱۵ با مجموع بارش ۱۳۰۱/۸ میلی‌متر و سال ۲۰۱۱ پس از آن بیشترین میزان بارش را سالانه داشته‌اند. کمترین بارش نیز مربوط به سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۰ گزارش‌شده که تقریباً نصف میزان بارش سال ۲۰۱۱ است (شکل ۳- د).



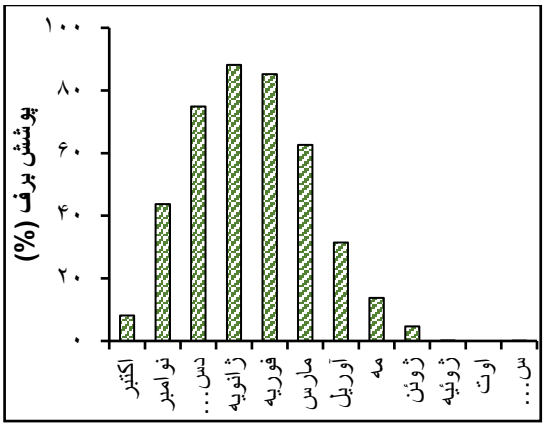
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ نوسانات پارامترهای جوی حوضه آبخیز کوهرنگ در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۱۰، الف) دمای میانگین؛ ب) دمای بیشینه؛ ج) دمای کمینه د) بارش

آغاز ظهور پوشش برف در این حوضه، ماه اکتبر بود و به‌مرورزمان روند افزایشی پیدا کرد. بیشترین سطح پوشش برف حوضه به صورت میانگین در حدود ۸۸ درصد و مربوط به ماه ژانویه بود. پس از آن و با افزایش دما، سطح پوشش برف روند نزولی پیدا می‌کند و معمولاً در آخر ماه ژوئیه به صفر می‌رسد. ژانویه و فوریه به ترتیب با داشتن میانگین پوشش برف ۸۸/۶ و ۸۶/۲ درصد بیشترین پوشش برف ماهانه را ثبت نمودند. بیشترین و کمترین پوشش برف ماه ژانویه طی دوره مطالعاتی بترتیب ۱۰۰ و ۵۲/۵ درصد بود که مربوط به ۹ ژانویه ۲۰۱۴ و یکم ژانویه ۲۰۱۷ بود (شکل ۴).

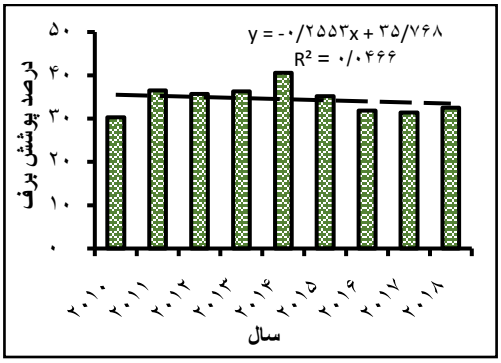


شکل ۴ تغییرات درصد میانگین ماهانه پوشش برف حوضه کوهرنگ طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

در سال‌های مورد بررسی سال ۲۰۱۴ با بیشتر از ۵۱۸/۴۴ (۴۰/۵ درصد) کیلومترمربع بیشترین سطح پوشش برفی را دارا بوده است. سال ۲۰۱۰ نیز با میزان ۳۸۷/۵ کیلومترمربع کمترین مساحت برفی در بین این سال‌ها را دارا بوده است. سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ با متوسط حدود ۳۱ درصد، پس از ۲۰۱۰ کمترین پوشش‌های برف را به خود اختصاص دادند. با توجه به روند این نمودار، می‌توان این‌طور برداشت که میزان پوشش برف حوضه کوهرنگ در سال‌های مورد نظر روند نزولی داشته است (شکل ۵).



شکل ۵ میانگین درصد سطح پوشش برف حوضه کوهرنگ طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۰

در جدول ۲ ارتباط بین مساحت مناطق پوشیده شده از برف با پارامترهای جوی نشان داده‌شده است. در این پژوهش ۴ پارامتر بررسی شده و همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد در بین این پارامترها، بیشترین ارتباط را بیشینه دمای مطلق، با ضریب همبستگی ۰/۸۶- با مساحت سطوح برفی دارد. با توجه به این ضرایب همبستگی با کاهش متوسط دمای سالانه به صورت معنی‌داری سطح پوشش برف افزایش یافته و ماندگاری آن تقویت و طولانی‌تر می‌شود و به‌تبع آن با افزایش دما سطوح بیشتری از برف ذوب می‌گردد. پس از بیشینه دما، دمای متوسط و کمینه دما بیشترین ارتباط را با مساحت پوشش برف نشان داده است. کمترین ارتباط متعلق به بارش بود و با توجه به مثبت بودن این ضرایب، با افزایش بارش بر مساحت مناطق برفی افزوده می‌شود.

در جدول ۲ نتایج حاصل از روابط رگرسیونی (درجه دوم) بین پارامترهای اقلیمی و سطح پوشش برف ارایه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین ضریب همبستگی غیرخطی (معادله درجه دوم) بین دمای متوسط و پوشش برف است. در مقایسه بین ضریب همبستگی رگرسیون خطی و درجه دوم مشاهده می‌شود مجموع بارش، بیشینه و کمینه دمای مطلق این ضریب در معادله درجه دوم بیشتر از خطی بوده است و معادله رگرسیونی درجه دوم بین پارامترهای اقلیمی و پوشش برف قابل‌قبول‌تر بوده است.

جدول ۲) همبستگی بین مساحت مناطق پوشیده از برف با پارامترهای جوی حوضه کوهرنگ

	متوسط دمای سالانه	مجموع بارش سالانه	بیشینه دمای مطلق	کمینه دمای مطلق
ضریب همبستگی خطی	۰/۸۲-	۰/۲۶	۰/۸۶-	۰/۶۷-
ضریب همبستگی غیرخطی	۰/۸۲-	۰/۳۴	۰/۸۷-	۰/۷۴-

الگوی پراکنش مکانی پوشش برف حوضه منطقه با استفاده از توابع تحلیل مکانی در نرم‌افزار **(ArcGIS 10.2.2)**، بررسی شد. بدین منظور از تابع**(Overlay)**، استفاده و پوشش مشترک سطوح برفی در سال‌های مورد مطالعه استخراج گردید (شکل ۷). در ادامه با استفاده از مدل رقومی ارتفاع حوضه مورد بررسی قرار گرفت تا ارتباط پوشش‌های برفی با ارتفاع حوضه مشخص شود، در ادامه نیز الگوی پراکنش پوشش برف منطقه بررسی گردید. همان‌طورکه در شکل۳ مشاهده می‌کنید بین پوشش‌های برف با ارتفاع حوضه ارتباط مشخصی وجود دارد.

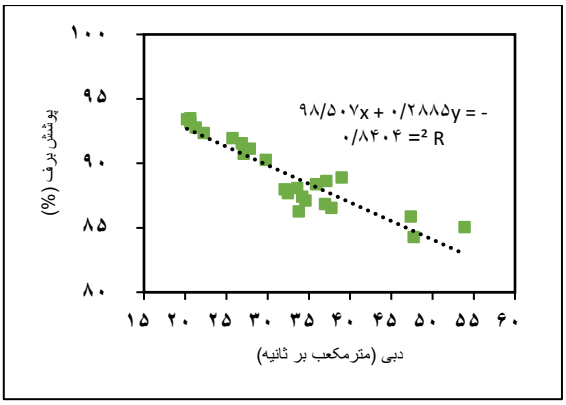
صحت سنجی

جهت صحت سنجی از داده های زمینی استفاده شد، لذا دقت نتایج سطح پوشش برف مودیس با استفاده از دبی روزانه ماه فوریه مورد بررسی قرار گرفت. برای دبی حوضه کوهرنگ از داده های مربوط به ایستگاه کاج استفاده شد. همبستگی داده های مربوط به سطح پوشش برف و دبی در شکل ۶ نشان داده شده است همانطور که در شکل می‌بینید میزان همبستگی بین دبی و سطح پوشش برف ۰/۸۴ است

www.SID.ir

Archive of SID

که این نشان دهنده نتایج قابل قبول در محاسبه پوشش برف توسط سنجنده مودیس می‌باشد و نتایج بدست آمده را تایید می‌کند.



شکل ۶ همبستگی داده های پوشش برف و دبی در حوضه کوهرنگ

بحث

یکی از روش‌های متداول جهت تحلیل سری‌های زمانی آب-هواشناسی، بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن‌ها با استفاده از آزمونه‌ای آماری می‌باشد. اصولاً وجود روند در سری‌های زمانی آب-هواشناسی ممکن است ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و تغییر اقلیم یا اثر فعالیت‌های انسانی باشد (بروکس و کارترز، ۱۹۵۳). اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی بارندگی به تنهایی نمی‌تواند دلیلی قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌نماید (سرانو و همکاران، ۱۹۹۹). این ویژگی نیز ناشی از عوامل متعدد کنترل کننده سامانه اقلیم می‌باشد.

در این پژوهش سعی شده است تأثیر پارامترهای جوی بر سطح پوشش برف در حوضه آبخیز کوهرنگ طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۸ مورد ارزیابی قرار گیرد. بررسی الگوی تغییرات پوشش برف حوضه کوهرنگ نشان دهنده چرخه‌ای است که از ماه اکتبر آغاز در ژانویه به اوج خود می‌رسد و در نهایت در ماه ژوئیه به صفر می‌رسد. در ابتدای دوره مذکور به علت کاهش دمای هوا، ریزش‌های جوی عمدتاً به شکل برف بوده و پوشش برف منطقه کوهرنگ به‌مرورزمان روند افزایشی پیدا می‌کند تا به بیشترین سطح پوشش برف حوضه برسد. پس از آن و با افزایش دما، سطح پوشش برف روند نزولی پیدا می‌کند و درنهایت به صفر می‌رسد. برف ذوب شده به شکل جریان خروجی از حوضه خارج می‌شود. با توجه به اینکه دبی خروجی از میزان و سرعت ذوب برف متأثر است به همین دلیل ضرورت مطالعه بر روند تغییرات سطح پوشش برف برای پیش‌بینی میزان آب در دسترس فصول خشک سال از اهمیت زیادی برخوردار است. پارایکا و بلوسچی، ۲۰۰۶؛ سورمن و همکاران، ۲۰۰۷؛ اورسلی و همکاران، ۲۰۱۹ به ترتیب در منطقه‌های اتریش، ترکیه و فلات تبت تغییرات سطوح پوشش برف را ارزیابی کردند. نتایج هر سه پژوهش نشان داد بارش و تجمع برف در این مناطق از اکتبر آغاز و در ماه ژانویه به مقدار حداکثر خود می‌رسد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارند.

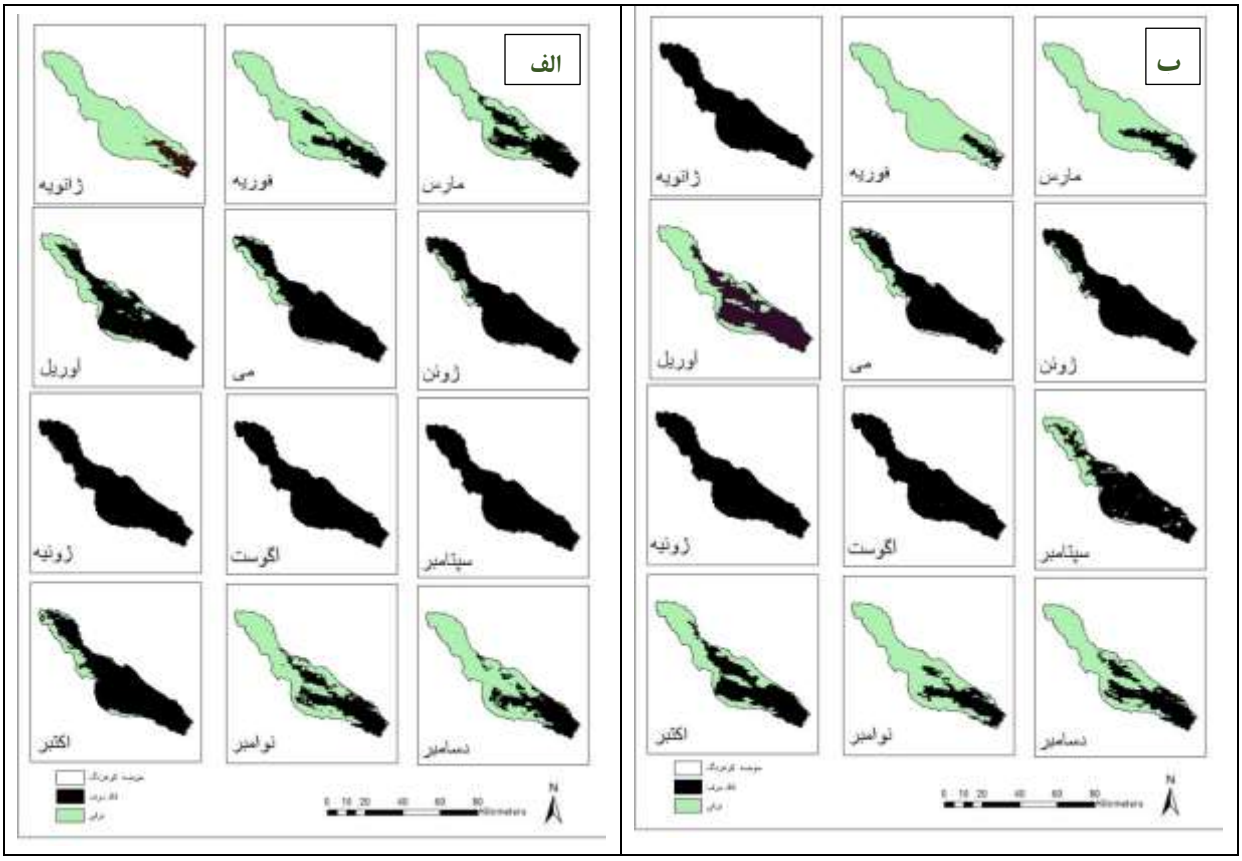
بررسی تغییرات سطوح برفی حوضه کوهرنگ، در سال‌های مورد مطالعه نشان دهنده روند نزولی تغییرات این پارامتر در طول دوره مورد مطالعه بود. به‌طور میانگین سال‌های منتهی به ۲۰۱۸ پوشش برف به مراتب کمتری را نسبت به سال‌های ابتدایی دوره ثبت کردند. که نتایج حاصل از این بخش با داده‌های مربوط به تغییرات بارندگی و میانگین دمای ثبت شده، منطبق بودند.

همپوشانی پوشش برف منطقه و مدل رقومی ارتفاع مشخص گردید، پوشش برف در حوضه کوهرنگ در زمان مورد مطالعه بین ارتفاع ۱۶۵۶ الی ۴۰۷۴ متری از سطح دریا قرار دارند و به‌عبارتی‌دیگر بیشتر پوشش برفی منطقه در این ارتفاع (بالاتر از ۲۴۱۷ متر از سطح دریا) است. ازلحاظ پراکندگی جغرافیایی نیز بیشتر توزیع پوشش برف در مناطق غرب و شمال غرب حوضه قرار دارد، در فصل زمستان همیشه پوشیده از برف است، چراکه مرتفع‌ترین قسمت منطقه (قله زرد کوه) در این قسمت واقع‌شده که ارتفاع آن به بیش از ۴۰۰۰ متر می‌رسد. درنتیجه دما در این منطقه نسبت به سایر نواحی کمتر است که این امر باعث بارش برف و ماندگاری آن می‌شود (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۷). پس از آن، ناحیه شمالی حوضه است که در بیشتر نقشه‌ها پوشیده از برف می‌باشد. سایر قسمت‌های حوضه (جنوبی و مرکزی) به صورت پراکنده دارای پوشش برف هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

خروجی حوضه در قسمت جنوبی آن واقع و میانگین ارتفاعی جنوب و مرکز نسبت به سایر مناطق کمتر است. به‌طورکلی دما و ارتفاع با هم ارتباط غیرمستقیم دارند. با افزایش ارتفاع، دما با شیب خاصی کاهش‌یافته و بالعکس. ازاین‌رو در مناطق با ارتفاع کمتر به دلیل داشتن دمای بالاتر، انتظار می‌رود بارش غالباً به شکل باران و روند ذوب برف نیز از سرعت بالاتری برخوردار باشد. همبستگی دما-سطح پوشش برف در کل سال‌ها دارای رابطه قوی معنی‌دار و معکوس بود. یعنی با کاهش دما، سطح پوشش برف حوضه افزایش یافته یا ماندگاری آن تقویت و طولانی‌ترشده است.



شکل ۷ نقشه‌های سطح پوشش برف، (الف) پوشش برف سال ۲۰۱۰ و (ب) پوشش برف سال ۲۰۱۴

نتیجه‌گیری

خشکی از جمله ویژگی‌های ایران به حساب می‌آید. خشکسالی یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین بلایای جوی-اقلیمی است که کشور را متأثر می‌سازد. از اشکال مهم بارش، برف می‌باشد که عمده بارش در حوضه آبخیز کوهرنگ را دارا می‌باشد با توجه به نقش تأخیری که آب حاصل از برف دارد و این نکته که در فصول گرم آب حاصل از ذوب برف اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و نقش مهمی که پوشش برف حوضه کوهرنگ در منطقه غرب و جنوب غرب کشور دارد، تأثیر پارامترهای اقلیمی بر پوشش برف این منطقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر این است که دمای بیشینه با ضریب همبستگی غیرخطی ۰/۸۷- و بارش با ضریب همبستگی خطی ۰/۲۶ در میان دیگر پارامترهای جوی، بالاترین و کمترین همبستگی را با پوشش برف داشته اند، همبستگی بین دما و پوشش برف (۰/۶۷- تا ۰/۸۷-) نتایج بهتری را نسبت به بارش (۰/۲۶ تا ۰/۳۴) داشته است. به طور کلی همبستگی غیر خطی نتایج بهتری را ثبت کرده است. که این نشان می‌دهد دما با پوشش برف رابطه معکوس دارد، با افزایش دما پوشش برف به صورت معنی داری کاهش یافت و برعکس. پایدارترین و بیشترین پوشش برف حوضه در مناطق غربی و شمالی شکل می‌گیرد که با نقشه ارتفاعی منطقه که متاثر از دمای آنهاست، هماهنگ می‌باشد. همچنین تغییرات پوشش برف سالانه در این دوره مطالعاتی روند کاهشی را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گرفت که طی دوره مورد مطالعه افزایش دما، پدیده‌های حدی و غیره تأثیر محسوسی بر تغییر نوع بارش از برف به باران و ذوب بیشتر و زودتر از موقع برف داشته است. با توجه به این نتایج و اهمیت بالای حوضه کوهرنگ در تأمین‌آب کشاورزی و شرب، نتایج این پژوهش می‌تواند جهت برنامه‌ریزی‌های منابع آب کاربردی و مفید باشد. در این پژوهش به بررسی تأثیر پارامترهای جوی بر پوشش برف حوضه آبخیز کوهرنگ پرداخته شد، برای ادامه پژوهش و بررسی دقیق‌تر هیدرولوژی حوضه، پیشنهاد می‌شود رواناب حاصل از ذوب برف نیز مورد بررسی قرار گیرد. وجود ایستگاه‌های پراکنده در منطقه مورد مطالعه می‌تواند بر کیفیت بالاتر نتایج تأثیر داشته باشد از محدودیت این پژوهش می‌توان به این مورد اشاره کرد.

منابع

۱. سیفی، ه.، قربانی، ا.، ۱۳۹۸. برآورد سطح پوشش برف از طریق تکنیک‌های شیءگرا با استفاده از تصاویر سنجنده های **OLI** و **- TIRS** مطالعه موردی: کوهستان سهند. فصلنامه علمی - پژوهشی داده‌های جغرافیایی (سپهر)، شماره ۱۰۹، صفحات ۷ تا ۹۱.

۲. عزتی، م.، شکوهی، ع.، نوری، م.، پی سینگ، و. ۱۳۹۷. بررسی روند تغییرات دما و بارش و اثر آن بر پتانسیل منابع آب ورودی به سد طالقان. تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران). شماره ۴۹، صفحات ۷۰۵ تا ۷۱۶.

۳. صلاحی، ب.، نخستین روحی، م.، ۱۳۹۷. پایش مکانی و زمانی سطح پوشش برف با تصاویر **NOAA-AVHRR** در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۵ (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بالیقلوچای)، مجله پژوهش آب ایران، شماره ۳، صفحات ۸۹ تا ۹۸.

۴. قربان زاده، ح.، صدقی، ح.، ثقفیان، ب.، پرهمت، ج. ۱۳۸۸. بررسی اثر تغییراقلیم بر توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف در حوضه کارون .علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال۳، شماره ۹، صفحات ۴۵ تا ۵۰.

5. Alonso-González, E., López-Moreno, J.I., Navarro-Serrano, F., Sanmiguel-Vallelado, A., Aznárez-Balta, M., & Revuelto, J. 2020.

6. Snowpack sensitivity to . temperature, precipitation, and solar radiation variability over an elevational gradient in the Iberian mountains, Atmospheric Research, Vol . 243, pp. 185-192.

7. Barnett, T. P., Adam, J. C. & Lettenmaier, D. P. 2005. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. Nature, Vol. 438, pp. 303-309.

8. Berghuijs, W. R., Woods, R. A., & Hrachowitz, M. 2014. A precipitation shift from snow towards rain leads to a decrease in streamflow. Nature Climate Change, Vol. 4, pp. 583-586.

9. Brooks, C.E., & Carruthers, N., 1953, Handbook of statistical methods in meteorology, Her Majesty's Stationery Office.

10. Morán-Tejeda, E., López-Moreno, J., & Beniston, M., 2013. Geophysical Research Letters, Vol . 40, pp. 2131-2136.

11. Orsolini, Y., Wegmann, M., Dutra, E., Liu, B., Balsamo, G., Yang ,K., & Senan, R., 2019.

12. Evaluation of snow depth and snow cover over the Tibetan Plateau in global reanalyses using in situ and satellite remote sensing observations, The Cryosphere, Vol .13, pp. 2221-2239.

13. Parajka, J., & Blöschl, G., 2006. Validation of MODIS snow cover images over Austria, Hydrology and Earth System Sciences, Vol . 10, pp. 679-689.

14. Pérez, T., Mattar, C., & Fuster, R., 2018. Decrease in Snow Cover over the Aysén River Catchment in Patagonia, Chile. Water, Vol . 10, pp. 619-625.

15. Saavedra, F., Kampf, S., & Sibold, J. 2018. Changes in Andes snow cover from MODIS data, 2000–2016. The Cryosphere, Vol. 12, pp. 1027-1046.

16. Serrano, A., Mateos, V.L, & Garcia, J.A., 1999. Trend Analysis of Monthly Precipitation over the Iberian Peninsula for

www.SID.ir

Archive of SID

the Period 1921-1995, Physics Chem Earth (B), Vol. 24, pp.85-90.

17. **Şorman, A., Akyürek, Z., Şensoy, A., Şorman, A., & Tekeli, A., 2007. Commentary on comparison of MODIS snow cover and albedo products with ground observations over the mountainous terrain of Turkey, Hydrology and Earth System Sciences, Vol .11, pp. 1353-1360**.
18. **Stewart, I. T., Cayan, D. R. & Dettinger, M. D. 2005. Changes toward earlier streamflow timing across western North America. J. Clim, Vol. 18, pp. 1136-1155.**
19. **Tang, B.-H., Shrestha, B., Li, Z.-L., Liu, G., Ouyang, H., Gurung, D. R., & San Aung, K., 2013. Determination of snow cover from MODIS data for the Tibetan Plateau region, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol .21, pp.356-365**.
20. **Zhang, H., Zhang, F., Che, T., & Wang, S., 2020. Comparative evaluation of VIIRS daily snow cover product with MODIS for snow detection in China based on ground observations, Science of The Total Environment, pp.138-156.**

www.SID.ir