

صص ۷۵-۵۳

ارتباط تغییرات مکانی - زمانی پوشش برف و دمای سطح زمین در البرز میانی

امیرحسین حلبیان*

دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

سینا صلحی

دکتری ژئومورفولوژی، گروه سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، واحد لنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲۷

چکیده

پهنه‌های پوشیده از برف و نوسانات آن یکی از مؤلفه‌های مهم در بررسی‌های اقلیمی و هیدرولوژیک است که البته در ترکیب با توپوگرافی زمین و مشخصات ناهمواری‌ها می‌تواند در منابع آب و شناخت نسبت‌ها و روابط بین مؤلفه‌های محیطی مورد استفاده قرار گیرد در این راستا و وضعیت دمای سطح زمین و ارتباط آن با مؤلفه محیطی برف-پوش مورد توجه قرار گرفت. ارتباط این مؤلفه‌های محیطی با جهت شیب زمین که نقش بسزایی در ماندگاری و حفظ برف-پوش دارد در ارتفاعات البرز مرکزی واقع در شمال ایران مدنظر قرار گرفت. بدین منظور از داده‌های پوشش برف و دمای سطح زمین ماهواره ترا و آکوا سنجنده مادیس در بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ استفاده شد داده‌های پوشش برف با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر با استفاده از برنامه نویسی پایتون در ارتباط با مؤلفه توپوگرافیک جهت شیب در فضای مدل سازی رقومی زمین با تکنیک پردازش رستری پنجره متحرک و تکنیک آنالیز سلول به سلول، تحلیل گردید. ارتباط واضحی بین جهت شیب زمین و در صد برف-پوش مشاهده شد. دمای سطح زمین و برف-پوش دارای روند معکوس، خصوصاً در فصول زمستان و پاییز هستند. اختلاف بارزی بین دمای سطح زمین در دامنه‌های جنوبی و شمالی البرز مرکزی مشاهده می‌شود که علاوه بر جهت شیب، رطوبت دریای خزر و نیز پوشش گیاهی و جنگلی در دامنه‌های روبه شمال در این وضعیت تأثیرگذار است. در تمامی ماه‌ها نرخ دمای سطح زمین در دامنه‌های جنوبی بالاتر از دامنه‌های شمالی است. تحلیل جهتی دمای سطح زمین نشان‌دهنده مقادیر حداکثر در جهات جنوبی و خصوصاً جنوب شرقی و مقادیر حداقل در جهات شمال شرقی و خصوصاً شمالی در تمامی ماه‌های سال است. دامنه‌های جنوبی با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، زاویه برخورد بالایی با تشعشع خورشیدی داشته که این عامل نقش مؤثری در بالا بردن مقدار دمای سطح زمین در جهات جنوبی و جنوب شرقی است. در تمامی بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه جهات طیف جنوبی (S, SE, SE) دارای نرخ دمای سطح زمین بیشتری از جهات طیف شمالی (N, NE, NW) بودند.

واژگان کلیدی: البرز مرکزی، برف-پوش، تغییرات زمانی-مکانی، دمای سطح زمین.

مقدمه

وجود برف-پوش بر روی بسیاری از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و نیز در توسعه اجتماعی و اقتصادی بسیار اثرگذار است (کائو و لئو، ۲۰۰۵؛ هال و همکاران، ۲۰۰۲؛ ژیانو و همکاران، ۲۰۰۴). برف-پوش فصلی، یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های سطح زمین است که بر روی بیلان

Email: halabian_a@yahoo.com

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۱۵۱۰۳۳

1 - Cao and liu
2 - Hall et al.
3 - Xiao et al.

انرژی زمین (آیزن و همکاران^۱، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲؛ آرم استرانگ و بران^۲، ۲۰۱۰؛ بارنت و همکاران^۳، ۱۹۸۹؛ بدنورز^۴، ۲۰۰۴؛ گانج^۵، ۲۰۰۴؛ گوربسن و همکاران^۶، ۱۹۹۴؛ کومار^۷، ۱۹۸۸؛ مارکس و دوزیر^۸، ۱۹۹۲؛ والش و همکاران^۹، ۱۹۸۵) از جمله بیلان هیدرولوژیکی آن (بیلز و همکاران^{۱۰}، ۲۰۰۶؛ دوزیر^{۱۱}، ۱۹۸۷؛ لتنمایر و همکاران^{۱۲}، ۱۹۹۹؛ سولزبای و همکاران^{۱۳}، ۱۹۹۷؛ وربانت و همکاران^{۱۴}، ۲۰۰۳؛ ویلموت و همکاران^{۱۵}، ۱۹۸۵) اثر می‌گذارد. نوسانات سطوح برف-پوش، تعادل انرژی سطح زمین را عمدتاً از طریق آلبنوی بالا حفظ می‌نماید (کوکلا و کوکلا^{۱۶}، ۱۹۷۵؛ رایبسنون و کوکلا^{۱۷}، ۱۹۸۵؛ رایبسنون و همکاران^{۱۸}، ۱۹۸۶). علاوه بر این، فرایند ذوب برف، مقدار بسیار زیادی انرژی مصرف می‌نماید که به‌عنوان فاکتوری در به تأخیر انداختن افزایش حرارت اتمسفر شناخته می‌شود (آیزن و همکاران، ۲۰۰۰). برف-پوش فصلی، همچنین به‌عنوان منبع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته می‌شود. تأمین آب بیش از یک‌ششم جمعیت جهان بر اساس ذوب آب‌های یخچال‌ها و سطوح برفی، است (بارنت و همکاران^{۱۹}، ۲۰۰۵). ذوب برف تا بیش از ۶۰ درصد رواناب رودها در مناطق مرکزی قاره آسیا و حوضه‌های آبی آن را تأمین می‌کند (آیزن و آیزن^{۲۰}، ۱۹۹۵؛ آیزن و همکاران^{۲۱}، ۱۹۹۶). سؤالات مهمی که این پژوهش در صدد پاسخگویی به آن است، آیا جهت شیب زمین عامل مهم و اثرگذاری در برف-پوش و دمای سطح زمین در ارتفاعات البرز مرکزی در فصول و زمان‌های مختلف سال است. تغییرات برف-پوش ارتفاعات البرز مرکزی چه الگوی زمانی و مکانی دارد. بیشتر پژوهش‌هایی که در زمینه برف-پوش‌های نواحی کوهستانی انجام گرفته، عمدتاً معطوف به تغییرات سطح برف-پوش در فصول مختلف و یا ارتفاع خط برف‌رمرز در این نواحی در بازه‌های زمانی مختلف می‌گردد. در صورتی که کمتر به بررسی درصد برف-پوش در جهات مختلف توپوگرافی در بازه‌های زمانی مختلف پرداخته شده است. برف-پوش نقش مهمی در سطح جهانی و منطقه‌ای ایفا می‌کند. به‌طوری که بخش بزرگی از تابش ورودی را منعکس نموده و تعادل بیلان تابشی کره زمین را حفظ می‌کند (کلین و همکاران^{۲۲}، ۲۰۰۰؛ جین و همکاران^{۲۳}، ۲۰۰۸؛ ژائو و فرناندز^{۲۴}، ۲۰۰۹). به‌طور تقریبی ۴۰ تا ۵۰ درصد از سطح نیمکره شمالی در میانه زمستان تحت پوشش برف قرار دارد (هال و همکاران^{۲۵}، ۱۹۹۵؛ پپ و همکاران^{۲۶}، ۲۰۰۵؛ لمک و همکاران^{۲۷}، ۲۰۰۷). در فصل زمستان، پوشش برفه

-
- 1 - Aizen et al
 - 2 - Armstrong and Brun
 - 3 - Barnett et al
 - 4 - Bednorz
 - 5 - Gong
 - 6 - Groisman et al
 - 7 - Kumar
 - 8 - Marks and Dozier
 - 9 - Walsh et al.
 - 10 - Bales et al.
 - 11 - Dozier
 - 12 - Lettenmaier et al.
 - 13 - Soulsby et al.
 - 14 - Verbunt et al.
 - 15 - Willmott et al.
 - 16 - Kukla and Kukla
 - 17 - Robinson and Kukla
 - 18 - Robinson et al.
 - 19 - Barnett et al.
 - 20 - Aizen and Aizen
 - 21 - Aizen et al.
 - 22 - Klein et al.
 - 23 - Jain et al.
 - 24 - Zhao and Fernandes
 - 25 - Hall et al.
 - 26 - Pepe et al.
 - 27 - Lemke et al.

مهم‌ترین پوشش اراضی سطح زمین است. در مقیاس منطقه‌ای برف‌پوش در دسترس سی محلی آب، رواناب رودخانه‌ها و شارژ مجدد آب‌های زیرزمینی مؤثر است (اکیورک و سورمن^۱، ۲۰۰۲؛ جین و همکاران^۲، ۲۰۰۸). در کشورهای همچون نروژ و یاسوئیس، برف‌پوش نقش مهمی در تأمین انرژی ایفا می‌کند (ویخامر و سولبرگ^۳، ۲۰۰۳). در این زمینه اطلاع دقیق از مناطقی که دارای پوشش برفی هستند برای مدیریت منابع نیز ضروری است (بات و بیلال^۴، ۲۰۱۱). همچنین، داشتن اطلاعاتی در مورد آب معادل برف نیز در مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی و مدیریت منابع آبی دارای اهمیت بسزایی است (فوستر و همکاران^۵، ۲۰۰۵). کاهش برف‌پوش‌ها از دهه ۱۹۶۰ که شروع به پایش سطح کره زمین شده، ملاحظه شده است (براون^۶، ۲۰۰۰؛ لمک و همکاران^۷، ۲۰۰۷). در چین، روند افزایشی برف‌پوش‌ها مشاهده شده است (چه و همکاران^۸، ۲۰۰۸). پارامترهایی همچون عمق برف ممکن است به دلیل دماهای بالاتر تغییر کند، در حالی که عمق برف در جنوب مدار ۴۰ درجه کاهش داشته، در شمال مدار ۴۰ درجه افزایش نشان داده است (پنگ و همکاران^۹، ۲۰۱۰). ایمرزیل و همکاران^{۱۰} (۲۰۰۹) برای بررسی بردش^{۱۱} برف‌مرز در حوضه رودخانه ایندوس، داده‌های سنجنده مادیس را بکار گرفتند. یافته‌ها نشان داد ارتفاع برف‌مرز از ۳۳۳۶ متر در زمستان تا ۴۱۰۹ متر در تابستان متغیر است. پو و زو^{۱۲} (۲۰۰۹) برای بررسی ارتفاع برف در فلات تبت، از داده‌های سنجنده مادیس بهره گرفتند که یافته‌ها نشان داد در ماه ژانویه ارتفاع خط برف در دامنه‌های شمالی به پایین‌ترین میزان خود می‌رسد. هار شبرگر و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۰) برای آشکار سازی بردش برف‌مرز در حوضه رودخانه بیگ وود^{۱۴} در بخش‌های غربی آمریکای شمالی از داده‌های برف سنجنده مادیس بهره گرفتند. یافته‌ها نشان داد کمترین ارتفاع برف‌مرز، مربوط به سال ۱۲۰۰۵ است. جین و همکاران^{۱۵} (۲۰۱۴) برای واکووی پیوند میان پوشش‌های برفی با ارتفاعات در فلات لوتس در چین داده‌های سنجنده مادیس ترا و آکو را بکار گرفتند. بررسی‌های ایشان نشان می‌دهد پراکنش روزهای برف‌پوشان از پیکربندی ناهمواری‌ها پیروی می‌کند. در غرب ایالات متحده آمریکا، مونه و همکاران^{۱۶} (۲۰۱۸) گزارش کرده‌اند که ۳۳ درصد سایت‌های پایش برف، کاهش قابل توجهی از تراکم برف نشان می‌دهند و تنها ۲/۲ درصد از این سایت‌ها افزایش قابل توجه داشته است. مناطق کوهستانی نیمکره جنوبی گزارش شده است که تغییرات قابل توجهی در پوشش برف داشته‌اند. ساودرا و همکاران (۲۰۱۸)، منطقه کوهستانی آند را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مادیس در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند. مناطق بین عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۹ جنوبی، افت قابل توجهی در تعداد روزهای با پوشش برف در حدود ۲ تا ۵ روز در سال را نشان داده‌اند. در ضمن کاهش برف‌پوش در دیواره شرقی آند را بارزتر اعلام داشته‌اند. بورمن و همکاران (۲۰۱۸)، چهار منطقه کوهستانی را به‌طور طولانی مدت، با استفاده از داده‌های NOAA-SCE و داده‌های پوشش برف مادیس، بررسی کردند. نتایج بررسی

- 1 - Akyürek and Sorman
- 2 - Jain et al.
- 3 - Vikhamar and Solberg
- 4 - Butt and bilal
- 5 - Foster et al.
- 6 - Brown
- 7 - Lemke et al.
- 8 - Che et al.
- 9 - Peng et al.
- 10 - Immerzeel et al.
- 11 - Variation
- 12 - Pu and Xu
- 13 - Harshburger et al.
- 14 - Big Wood River Basin
- 15 - Jin et al.
- 16 - Mote et al.

آن‌ها، رفتار ترکیبی و پیچیده روند پوشش برف را نشان داد. نوتارینکولا (۲۰۲۰) وضعیت پوشش برف و فنولوژی مرتبط با آن را در رشته کوه‌های اصلی جهان با استفاده از داده‌های مادیس بررسی کردند که این داده‌ها برای نوسانات فضایی در این مقیاس مناسب اعلام شده است. هاموند و همکاران، (۲۰۱۸) برخی پارامترهای مرتبط با پوشش برف، از جمله: مساحت پوشیده شده از برف^۱، مدت زمان مانایی پوشش برف^۲، اولین روز برف-پوشان^۳، آخرین روز برف-پوشان^۴، ارتفاع خط برف^۵ را از داده‌های پوشش برف ماهواره مادیس استخراج نمودند. مطالعات آن‌ها نشان داد که در حدود ۷۸ درصد از مناطق کوهستانی جهان، در حال کاهش زمان ماندگاری برف تا ۴۳ روز و تا ۱۳ درصد در برخی مناطق هستند در ایران، وفاخواه و همکاران (۱۳۹۲) سطح پوشش برف ۱۴ تصویر پوشش برف سنجنده مودیس و پایگاه نوآ را در حوضه آبریز طالقان با یکدیگر مقایسه کردند. یافته‌ها نشان داد خطای برآورد پوشش برف پایگاه نوآ در قیاس با سنجنده مادیس بالاتر است. کیانی و مسعودیان (۱۳۹۶) به بررسی نقش دمای سطح زمین^۶ در پراکنش پوشش برف در ایران به کمک داده‌های ماهواره‌ای مادیس پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که در مناطقی از ایران که متوسط سالانه دمای سطح زمین کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد است، شرایط ایجاد پوشش برف محیا است. مسعودیان و کیخسروی کیانی (۱۳۹۶) در پژوهشی تغییرات روزهای همراه با پوشش برف در طبقات ارتفاعی حوضه زاینده رود را ارزیابی کردند. بررسی‌های آن‌ها نشان داد که در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، شمار روزهای برف-پوشان در کمربندهای ارتفاعی بلند حوضه، یک الگوی کاهشی را نشان می‌دهد. محمدی و همکاران (۱۳۹۸)، تغییرات پوشش برف در ارتفاعات زاگرس را با استفاده از داده‌های سنجنده مادیس بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد در تمامی ماه‌ها روند کاهشی در برف-پوش زاگرس مشاهده می‌شود. فتاحی و مقیمی (۱۳۹۸)، به بررسی اثر تغییرات اقلیمی بر روند برف در شمال غرب ایران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مادیس پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که تعداد روزهای یخبندان و یا تعداد روزهای یخی، در منطقه مورد مطالعه، روند کاهشی نشان می‌دهد. با توجه به موارد فوق، در این پژوهش، ارتباط مؤلفه‌های محیطی دمای سطح زمین و در صد برف-پوش ارتفاعات البرز مرکزی مد نظر قرار گرفت تا زمینه آشکار سازی تغییرات مکانی و زمانی این مؤلفه‌های محیطی و پیوند میان آن‌ها فراهم شود. به‌طور کلی در سابقه پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، کمتر به بررسی ارتباط دمای سطح زمین و برف-پوش در رابطه با مؤلفه‌های توپوگرافی زمین، پرداخته شده بود. نوآوری پژوهش حاضر را می‌توان در انطباق دمای سطح زمین و برف-پوش در کنش با مؤلفه توپوگرافیکی جهت شیب زمین، دانست. به‌طوری که دمای سطح زمین و برف-پوش در جهات مختلف توپوگرافی زمین، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند.

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه واقع در کمربند کوهستانی آلپ-همیالیا در بخش مرکزی سلسله جبال البرز قرار گرفته است. این واحد از دره سفیرود شروع و تا حدوداً دره هراز در شرق امتداد می‌یابد. این محدوده در بین طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۹ دقیقه و ۱۹/۸ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۵۶ دقیقه و ۳۹/۱۲

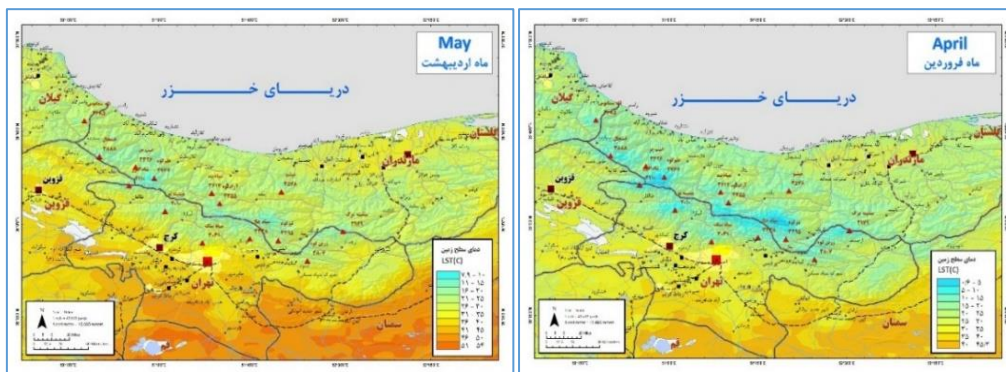
-
- 1 - Snow Cover Area (SCA)
 - 2 - Snow Cover Duration (SCD)
 - 3 - First Snow Day
 - 4 - Last Snow Day
 - 5 - Snow Line Altitude
 - 6 - Land Surface Temperature (LST)

یافته‌ها

بررسی و برآورد دمای سطح زمین (LST)

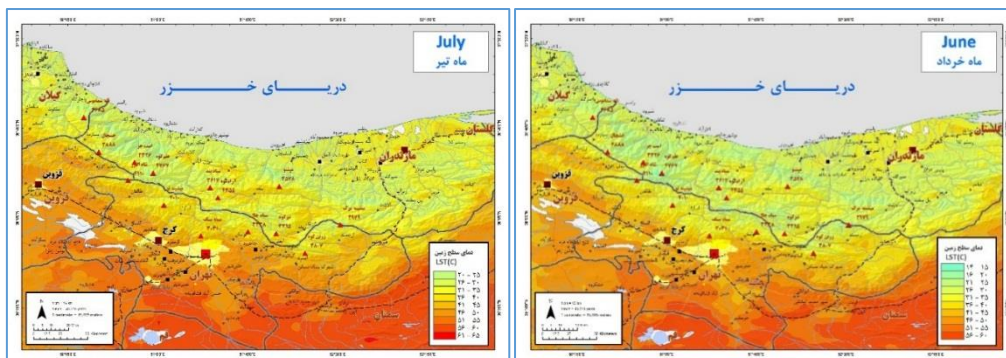
الگوی LST البرز میانی در بازه ماهانه

متوسط ماهانه دمای سطح زمین، در ارتفاعات البرز مرکزی بر اساس داده‌های روزانه ماهواره مادیس محاسبه گردید که در شکل‌های (۳) تا (۸) ملاحظه می‌شوند. تقریباً در تمامی ماه‌ها، LST دامنه‌های جنوبی مقادیر بالاتری از دامنه‌های رو به دریای خزر را نشان می‌دهند. پایین‌ترین مقدار LST بخش البرز مرکزی در دوره آماری مورد بررسی، ماه بهمن است که به حدود ۲۳- درجه سانتی‌گراد نزول می‌کند. پایین‌ترین متوسط LST ماهانه البرز مرکزی، به محدوده قله خ‌شچال، علم کوه، سیاه چال، دماوند، یی‌شینه مرگ و تیغه‌های کوه سستانی اطراف آن‌ها مربوط می‌گردد که عمدتاً ارتفاعی بالاتر از ۳۵۰۰ متر دارند. بالاترین LST در دامنه‌های جنوبی منتهی به دشت‌های قم و سمنان مشاهده می‌شود که در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به بیش از ۴۰ درجه سلسیوس می‌رسد.



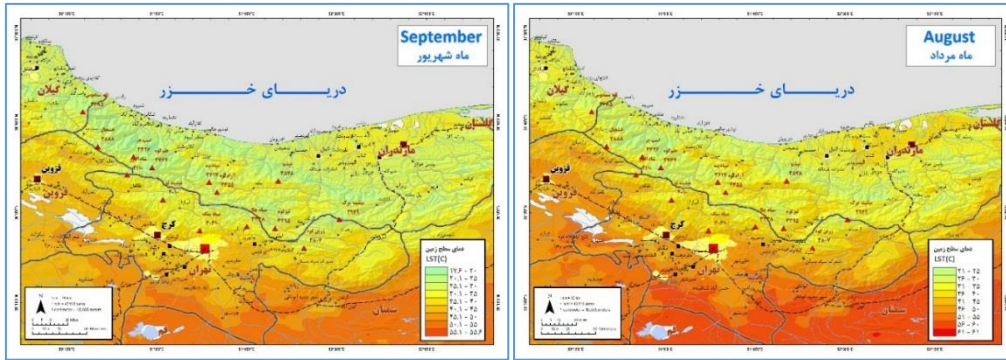
مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های فروردین و اردیبهشت



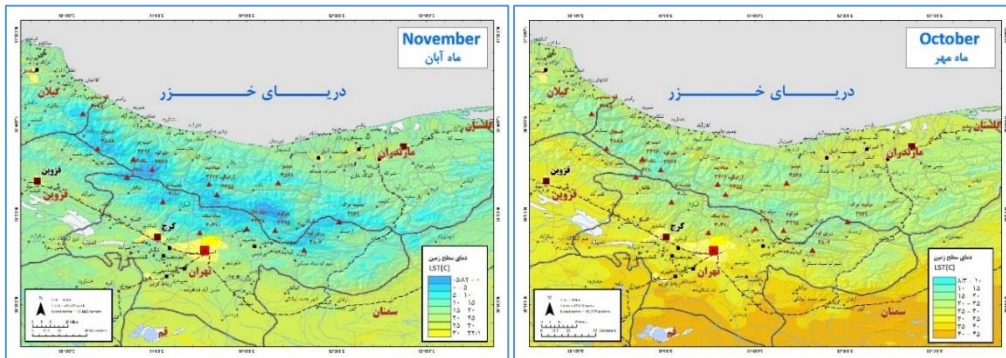
مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های خرداد و تیر



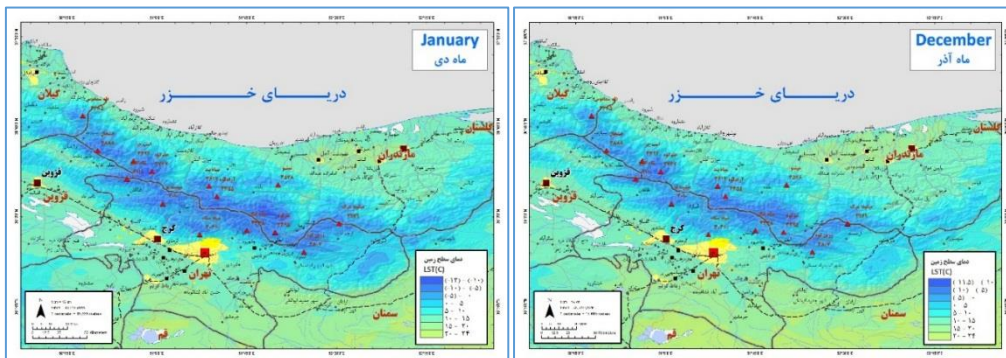
مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های مرداد و شهریور



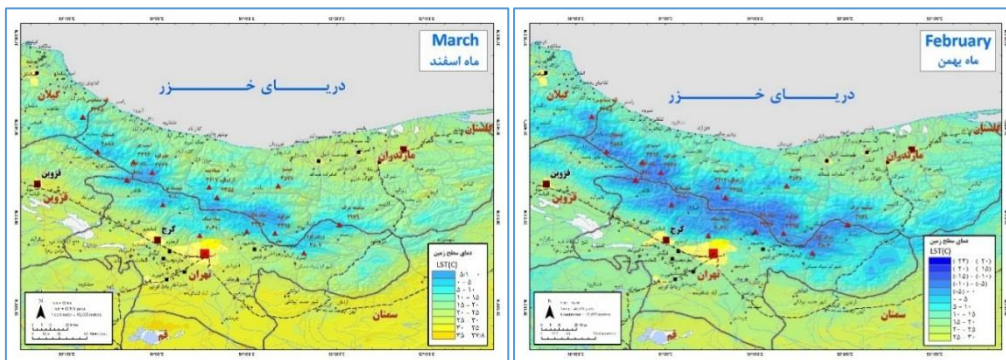
مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های مهر و آبان



مأخذ: نگارندگان

شکل ۷: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های آذر و دی

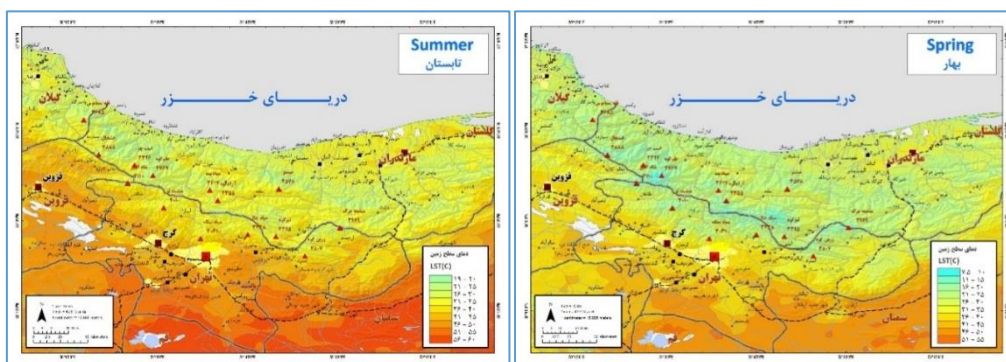


مأخذ: نگارندگان

شکل ۸: متوسط ماهانه دمای سطح زمین ماه‌های بهمن و اسفند

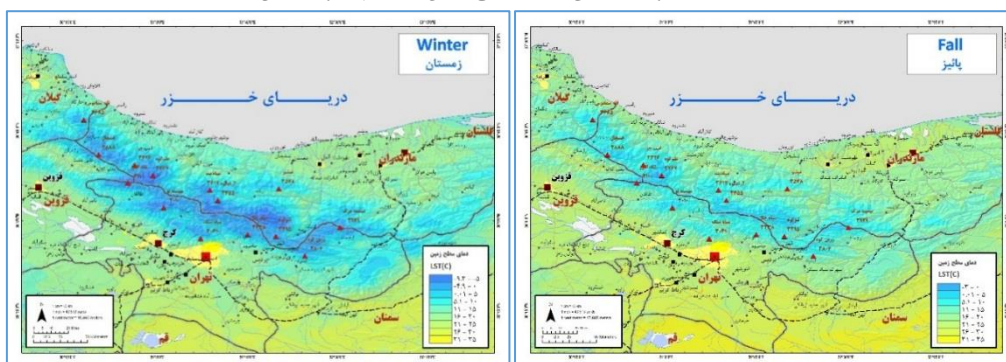
الگوی LST البرز میانی در بازه فصلی

علاوه بر بازه‌های ماهانه، در دوره‌های فصلی نیز LST البرز مرکزی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. متوسط فصلی ارتفاعات البرز مرکزی بر اساس داده‌های ماهواره‌ای مادیس در شکل‌های ۹ و ۱۰ نمایش داده شده است. همان طوری که در این اشکال ملاحظه می‌شود LST تابستانه در ارتفاعات البرز مرکزی به حداقل ۲۰ درجه و حداکثر به بالای ۳۵ درجه سلسیوس در دامنه‌های جنوبی این ارتفاعات می‌رسد تفاوت معنادار LST بین دامنه‌های شمالی و جنوبی در ارتفاعات البرز مرکزی مشاهده می‌شود. LST زمستانه در بدنه مرتفع البرز مرکزی، در مناطقی که ارتفاعی بیش از ۳۰۰۰ متر دارند، زیر صفر و تا $-۹/۳$ درجه سلسیوس می‌رسد. در بدنه ارتفاعات البرز مرکزی LST پاییزه کمیته بیشتری به نسبت LST بهار دارد که در اشکال ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۹: متوسط فصلی دمای سطح زمین فصل بهار و تابستان

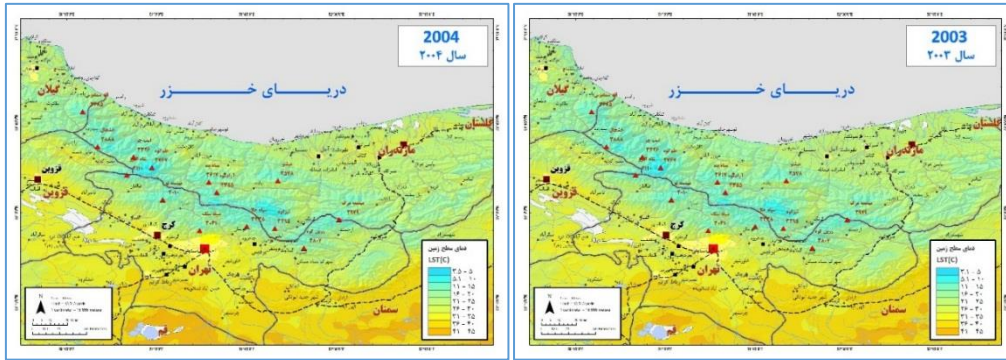


مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۰: متوسط فصلی دمای سطح زمین فصل پاییز و زمستان

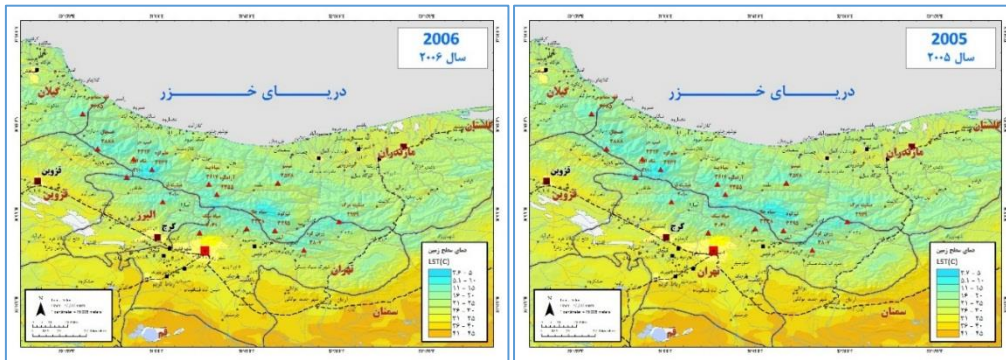
الگوی LST البرز میانی در بازه سالانه

متوسط LST سالانه در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۸ محاسبه و بررسی گردید که در اشکال ۱۱ تا ۱۸ ملاحظه می‌شوند. با توجه به این اشکال سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ پایین‌ترین مقادیر LST سالانه را دارا است. الگوی سالانه، نشان می‌دهد که پایین‌ترین مقادیر LST مربوط به اراضی مرتفع است که به سمت دامنه‌های جنوبی افزایش می‌یابد. در دامنه‌های شمالی به سمت کناره‌های دریای خزر نیز با کاهش ارتفاع، مقدار LST افزایش می‌یابد که البته میزان افزایش LST با کاهش ارتفاع به مقدار مشابه در دامنه‌های جنوبی نیست. به‌طور مشخص در ارتفاعات البرز میانی تا دشت‌های مشرف به آن LST تحت تأثیر ارتفاع و جهت (شمالی و جنوبی) قرار دارد.



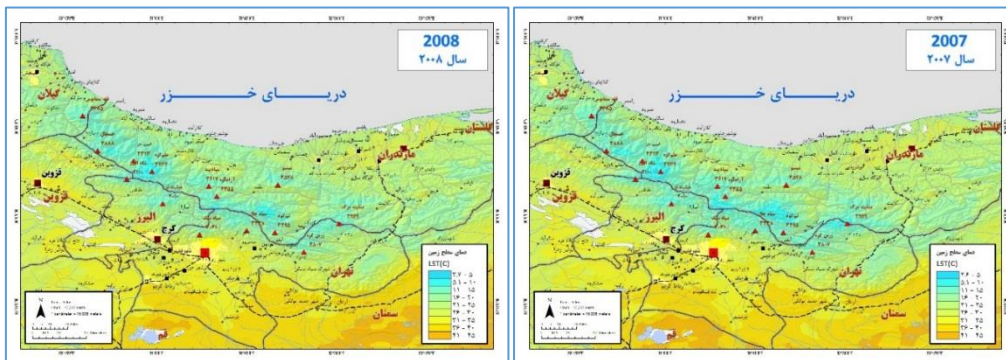
مآخذ نگارندگان

شکل ۱۱: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴



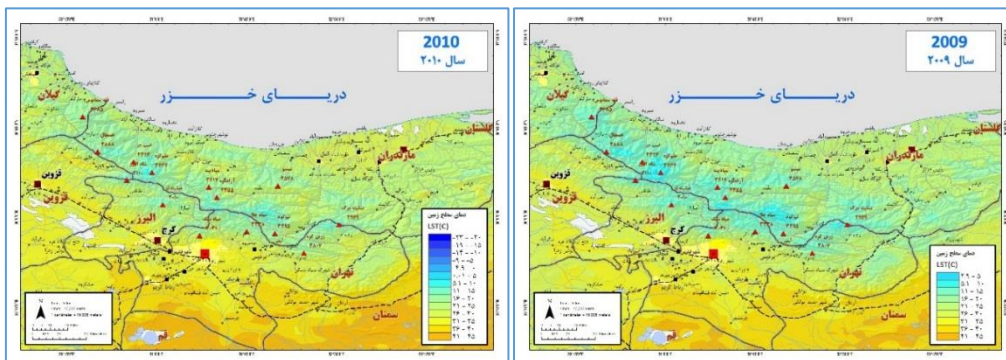
مآخذ نگارندگان

شکل ۱۲: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶

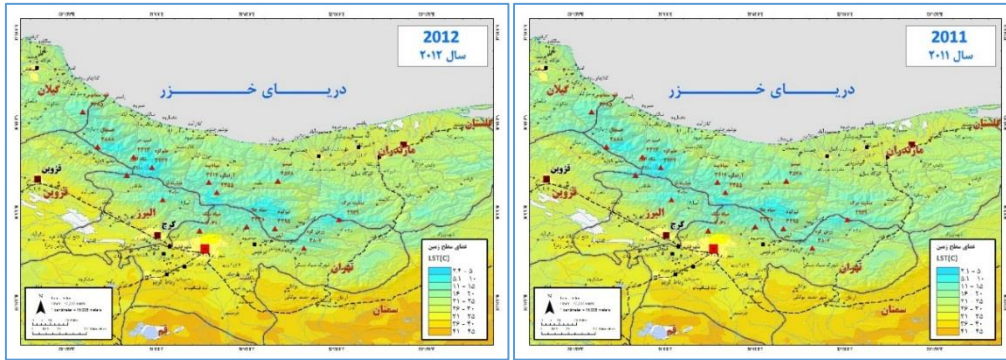


مآخذ نگارندگان

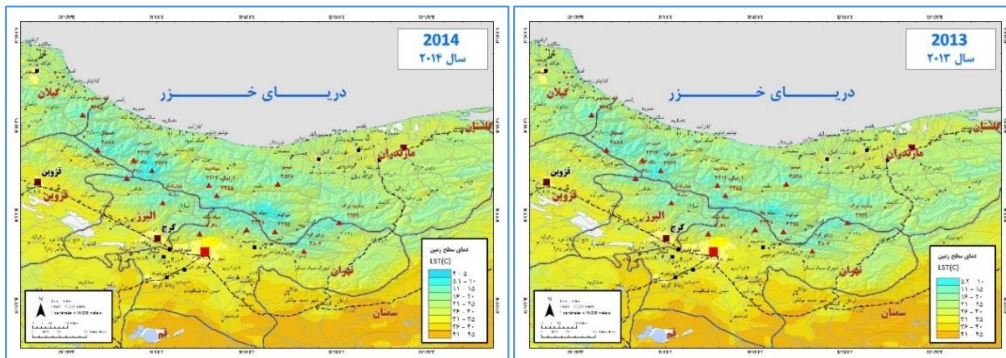
شکل ۱۳: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸



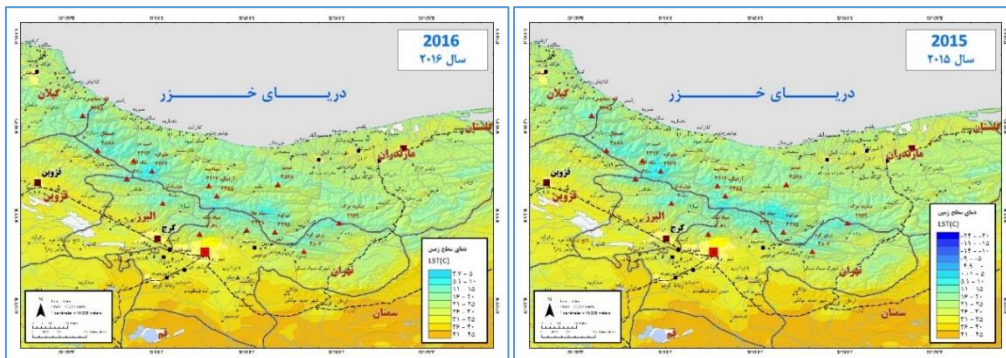
شکل ۱۴: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰



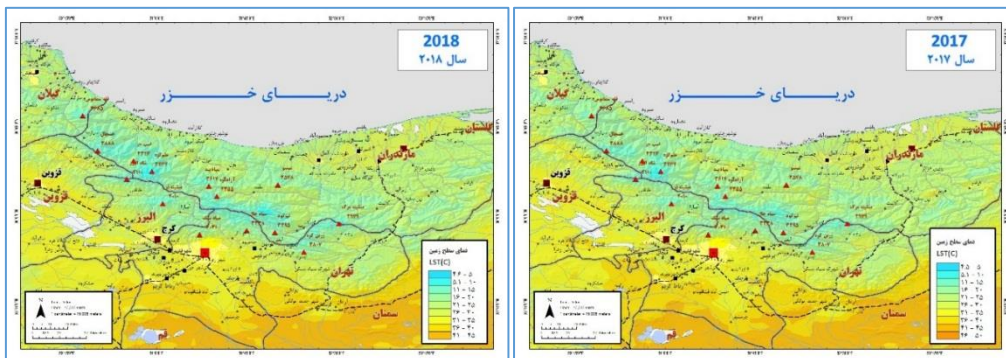
شکل ۱۵: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲



شکل ۱۶: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴



شکل ۱۷: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶

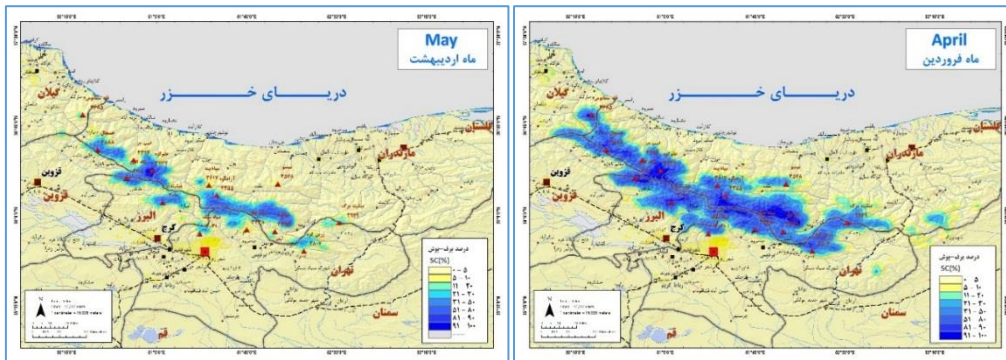


شکل ۱۸: متوسط سالانه دمای سطح زمین سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸

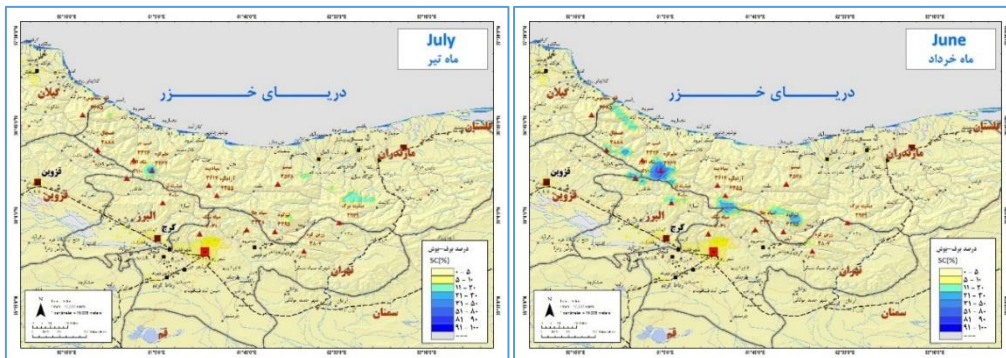
بررسی و برآورد درصد برف-پوش (SC)

الگوی SC البرز میانی در بازه ماهانه

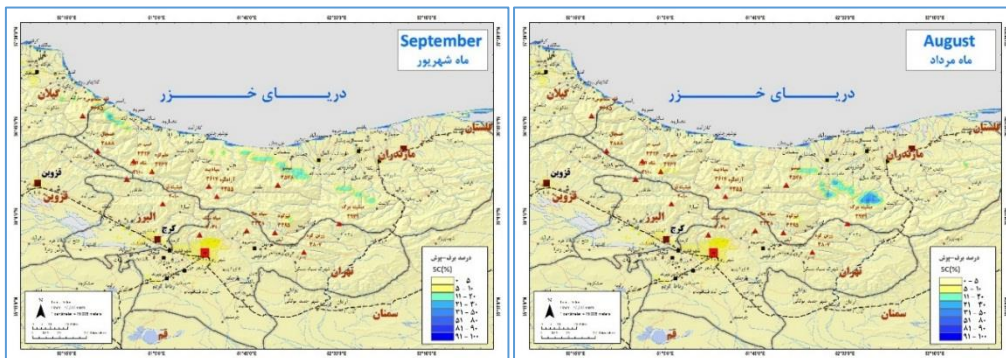
الگوی برف-پوش البرز مرکزی در بازه ماهانه بر اساس داده‌های ماهواره‌ای مادیس محاسبه و ترسیم شد که در اشکال ۱۹ تا ۲۴ نشان داده شده است. از ماه آبان با شروع فصل سرد و بارش، SC در این محدوده تقویت شده و در ماه دی به حداکثر گسترش خود می‌رسد. مجدداً با شروع روند گرمایش فصلی از ماه‌های اردیبهشت و خرداد، SC روند کاملاً کاهشی داشته و در ماه‌های مرداد و شهریور به حداقل می‌رسد.



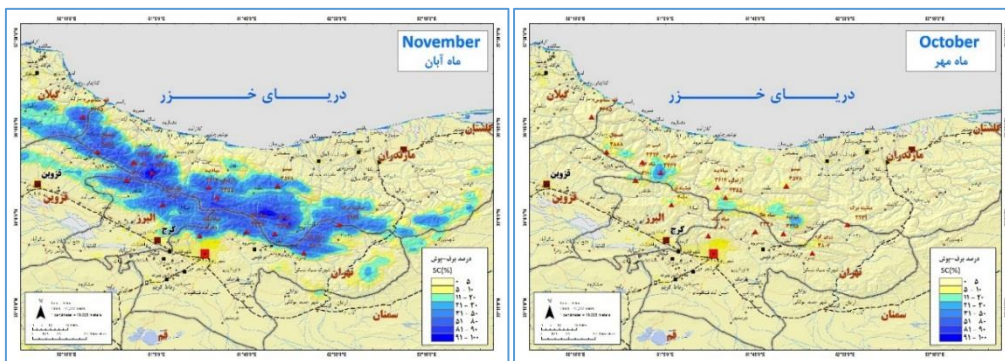
شکل ۱۹: متوسط ماهانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه فروردین و اردیبهشت



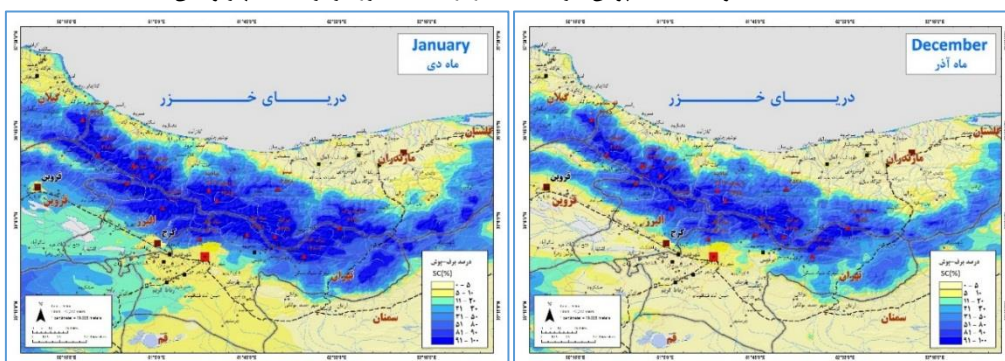
شکل ۲۰: متوسط ماهانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه خرداد و تیر



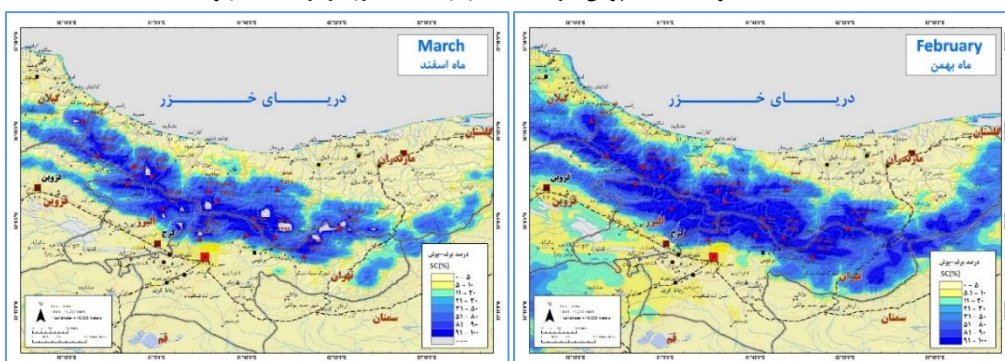
شکل ۲۱: متوسط ماهانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه مرداد و شهریور



شکل ۲۲: متوسط ماهانه پوشش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه مهر و آبان



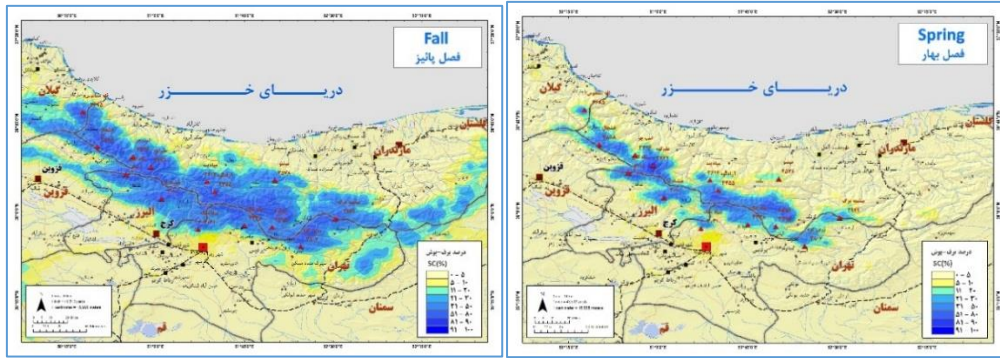
شکل ۲۳: متوسط ماهانه پوشش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه آذر و دی



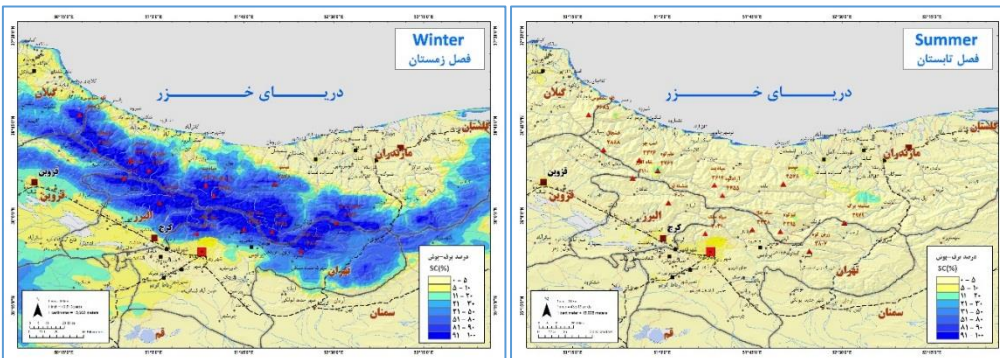
شکل ۲۴: متوسط ماهانه پوشش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی ماه بهمن و اسفند

الگوی SC البرز میانی در بازه فصلی

الگوی فصلی نیز محاسبه و ترسیم گردید که در اشکال ۲۵ و ۲۶ نشان داده شده است. وضعیت فصلی نشان می‌دهد که در تمامی فصول این مولفه محیطی تابعی از ارتفاع است. در فصل پائیز پوشش بیشتری به نسبت فصل بهار دارد در فصل زمستان و تابستان به ترتیب حداکثر و حداقل پوشش را به خود اختصاص می‌دهد. به‌طور کلی در تمامی فصول پوشش SC تمایل بیشتری به دامنه‌های شمالی دارد.



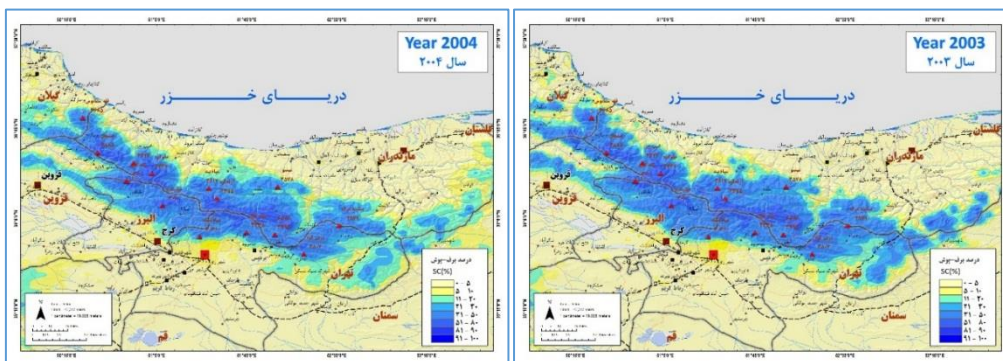
شکل ۲۵: متوسط فصلی پوش برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی فصل پائیز و بهار



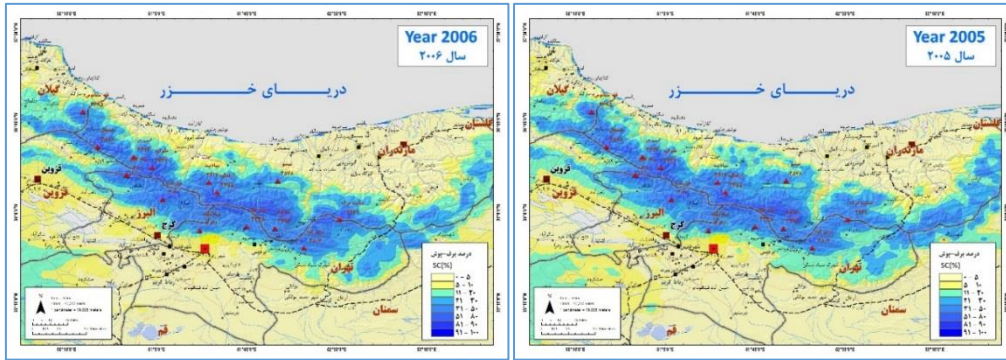
شکل ۲۶: متوسط فصلی پوش برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی فصل تابستان و زمستان

الگوی SC البرز میانی در بازه سالانه

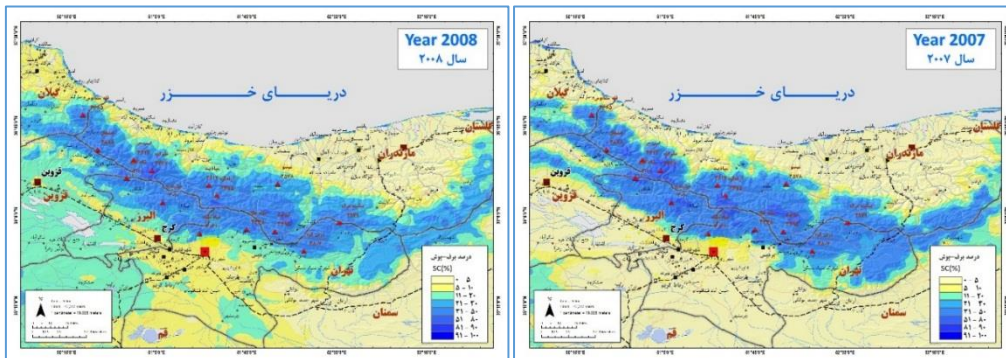
الگوی SC در ارتفاعات البرز مرکزی در دوره‌های سالانه بررسی و برآورد گردید که در اشکال ۲۷ تا ۳۴ نشان داده شده است.



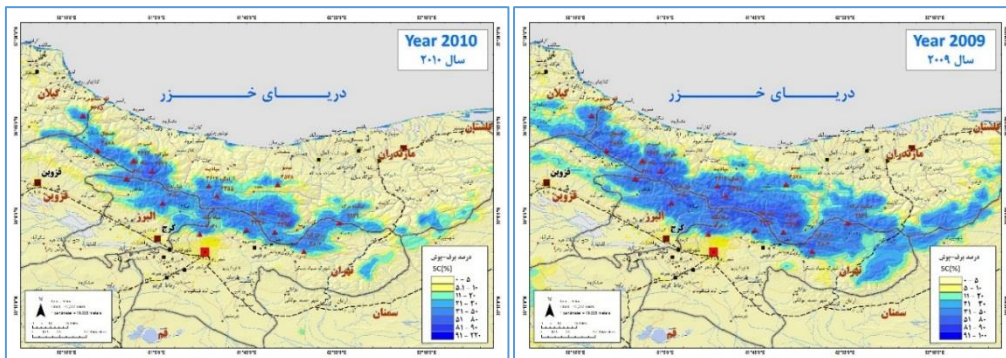
شکل ۲۷: متوسط سالانه پوش برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴



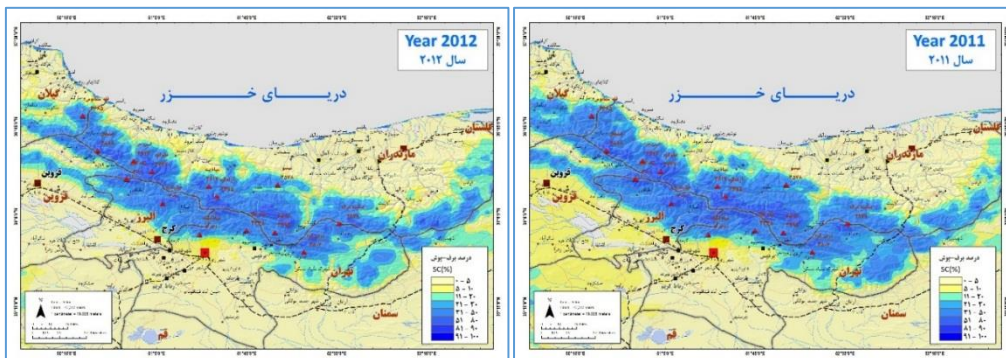
شکل ۲۸: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶



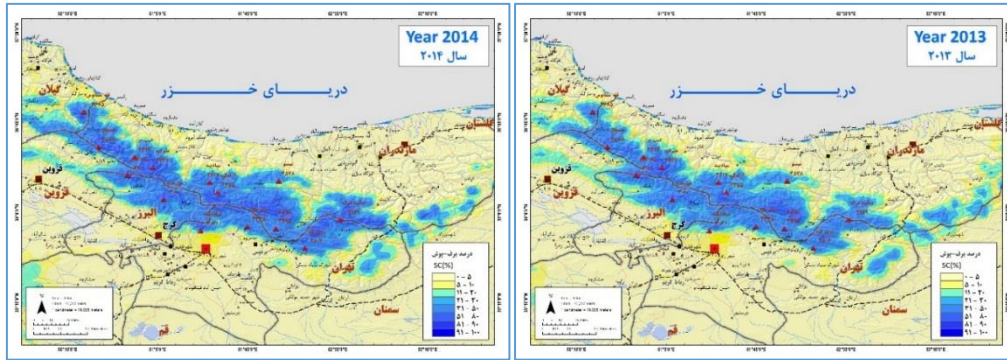
شکل ۲۹: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸



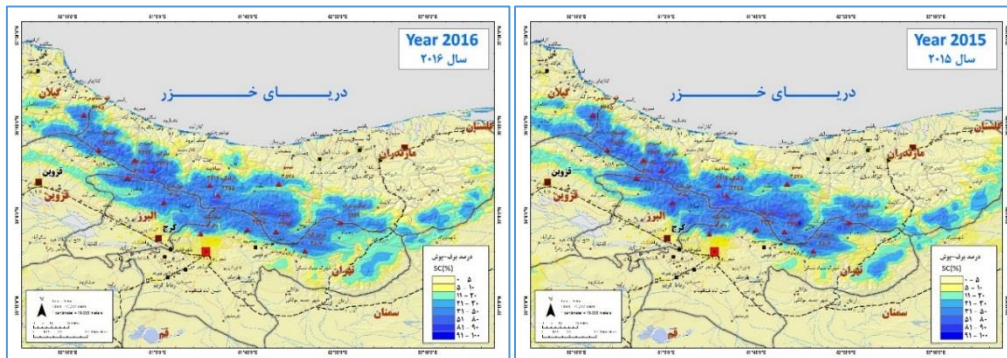
شکل ۳۰: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰



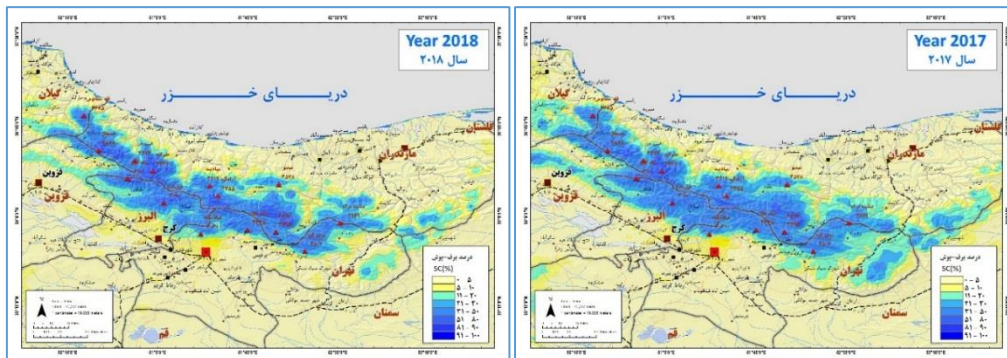
شکل ۳۱: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲



شکل ۳۲: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴



شکل ۳۳: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶



شکل ۳۴: متوسط سالانه پوش-برف (SC) در ارتفاعات البرز مرکزی سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸

به طوری که در این اشکال مشاهده می‌شود، سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱ به نسبت متوسط SC قوی‌تری داشته‌اند. به طور کلی، با توجه به نقشه‌های متوسط SC در ارتفاعات البرز مرکزی، SC تابعی از ارتفاع است.

بررسی ارتباط LST و SC با مؤلفه‌های توپوگرافیکی

بعد از برآورد LST و SC در ارتفاعات البرز مرکزی، ارتباط این دو مؤلفهٔ محیطی با مؤلفهٔ توپوگرافیک جهت شیب مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش ارتباطی که بین LST و SC و جهت شیب در ارتفاعات البرز مرکزی وجود دارد، در بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه مورد واکاوی قرار گرفت که نتایج آن در جداول ۱ تا ۸ نشان داده شده است. جدول ۱ دمای سطح زمین ماهوارهٔ مادیس آکوا و ترا را در بازهٔ ماهانه در ارتباط با مؤلفهٔ

توپوگرافیکی وجه شیب نشان می‌دهد به طوری که از نتایج این جدول بر می‌آید جهات شیب رو به سمت S و خصوصاً SE نرخ LST بالاتری داشته‌اند در مقابل نرخ LST در جهات NE و خصوصاً N در تمامی ماه‌های سال در حداقل است.

جدول ۱: دمای سطح زمین ماهواره مادیس آکوا و ترا در بازه ماهانه

جهت	آکوا											ترا										
	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	آذر	مرداد	فروردین	شهریور	مهر	آبان	اردیبهشت	اسفند	خرداد	تیر	دی	بهمن	آذر	مرداد	فروردین	
N	۳۶/۶	۲۸/۳	۱۶/۶	۳۳/۵	۱۹/۳	۳۹/۴	۳۹/۴	۲۶/۳	۲۶/۳	۳۹/۱	۳۰/۲	۱۸/۵	۳۵/۴	۲۲/۴	۴۱/۹	۴۴/۲	۱۰/۰	۱۳/۷	۱۱/۴	۴۴/۳	۲۸/۶	
NE	۳۶/۹	۲۸/۴	۱۶/۵	۳۳/۴	۱۹/۴	۳۹/۷	۳۹/۷	۲۶/۴	۲۶/۴	۳۹/۴	۳۰/۴	۱۸/۳	۳۵/۴	۲۲/۵	۴۲/۱	۴۴/۵	۹/۶	۱۳/۶	۱۱/۲	۴۴/۶	۲۸/۷	
E	۳۷/۶	۲۹/۱	۱۷/۲	۳۴/۳	۲۰/۱	۴۰/۵	۴۰/۵	۲۷/۱	۲۷/۱	۴۰/۳	۳۱/۲	۱۹/۱	۳۶/۳	۲۳/۲	۴۳/۱	۴۵/۴	۱۰/۳	۱۴/۴	۱۱/۹	۴۵/۴	۲۹/۵	
SE	۳۸/۹	۳۰/۳	۱۸/۲	۳۵/۹	۲۱/۲	۴۲/۲	۴۲/۲	۲۸/۵	۲۸/۵	۴۱/۸	۳۲/۵	۲۰/۲	۳۸/۱	۲۴/۵	۴۴/۹	۴۷/۲	۱۱/۲	۱۵/۵	۱۲/۶	۴۷/۰	۳۱/۰	
S	۳۹/۰	۳۰/۴	۱۸/۱	۳۵/۷	۲۰/۹	۴۲/۸	۴۲/۸	۲۸/۲	۲۸/۲	۴۱/۹	۳۲/۵	۲۰/۱	۳۷/۹	۲۴/۲	۴۴/۸	۴۷/۲	۱۱/۱	۱۵/۲	۱۲/۶	۴۷/۱	۳۰/۷	
SW	۳۷/۹	۲۹/۴	۱۷/۴	۳۴/۲	۲۰/۶	۴۲/۴	۴۲/۴	۲۶/۸	۲۶/۸	۴۰/۶	۳۱/۵	۱۹/۳	۳۶/۳	۲۲/۷	۴۳/۲	۴۵/۴	۱۰/۲	۱۴/۰	۱۱/۹	۴۵/۳	۲۹/۲	
W	۳۸/۳	۲۹/۸	۱۷/۷	۳۵/۰	۲۰/۲	۴۳/۰	۴۳/۰	۲۷/۵	۲۷/۵	۴۱/۱	۳۱/۹	۱۹/۶	۳۷/۱	۲۳/۴	۴۴/۰	۴۶/۳	۱۰/۶	۱۴/۶	۱۲/۲	۴۶/۳	۲۹/۹	
NW	۳۶/۸	۲۸/۳	۱۶/۷	۳۳/۹	۱۹/۳	۳۹/۴	۳۹/۴	۲۶/۶	۲۶/۶	۳۹/۵	۳۰/۴	۱۸/۵	۳۵/۴	۲۲/۴	۴۲/۵	۴۴/۶	۱۰/۰	۱۳/۷	۱۱/۳	۴۴/۶	۲۹/۰	

مأخذ: نگارندگان

الگوی تغییرات LST بر اساس نتایج به دست آمده از ماهواره ترا و آکوا نزدیک به هم بوده و با هم هماهنگی نشان می‌دهد؛ اما به طور کلی نتایج به دست آمده از ماهواره ترا، LST پائین تری به نسبت آکوا نشان داده است (به دلیل آنکه ترا در ساعت ۱۰:۳۰ و آکوا در ساعت ۱۳:۳۰ محلی بر فراز منطقه عبور داشته است). در صد SC ماهانه بر اساس داده‌های ماهواره مادیس آکوا بر اساس جهات شیب زمین در جدول (۲) نمایش داده شده است. به طوری که در این جدول مشاهده می‌شود، مقدار درصد SC به طور کلی در تمامی ماه‌ها در جهات N و NE مقدار بالاتری را نشان می‌دهد. در مقابل در جهات S و خصوصاً SE کمترین درصد SC ماهانه در البرز مرکزی مشاهده شد.

جدول ۲: درصد پوشش برف (SC) ماهواره مادیس ترا و آکوا در بازه ماهانه

جهت	آکوا											ترا										
	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	آذر	مرداد	فروردین	شهریور	مهر	آبان	اردیبهشت	اسفند	خرداد	تیر	دی	بهمن	آذر	مرداد	فروردین	
N	۰/۵	۰/۶	۶/۱	۱/۲	۹/۹	۰/۶	۰/۶	۱۷/۹	۰/۷	۳/۵	۰/۶	۵/۹	۱/۳	۸/۸	۰/۷	۱/۱	۲۵/۹	۲۸/۸	۰/۵	۰/۶	۰/۸	
NE	۰/۵	۰/۶	۶/۱	۱/۲	۹/۹	۰/۶	۰/۶	۱۸/۸	۰/۴	۳/۶	۰/۵	۶/۰	۱/۱	۹/۵	۰/۵	۰/۶	۲۹/۷	۲۶/۷	۰/۳	۰/۴	۰/۵	
E	۰/۴	۰/۵	۵/۲	۰/۷	۱/۰	۰/۵	۱۶/۵	۲۴/۸	۲۸/۱	۰/۵	۰/۵	۵/۰	۱/۱	۷/۸	۰/۶	۰/۶	۳۰/۰	۲۴/۸	۲۸/۱	۰/۵	۰/۴	
SE	۰/۲	۰/۳	۴/۵	۰/۷	۸/۱	۰/۲	۱۴/۹	۲۲/۲	۲۵/۳	۰/۳	۰/۵	۴/۳	۰/۸	۷/۲	۰/۴	۰/۴	۲/۶	۲۲/۲	۲۵/۳	۰/۲	۰/۴	
S	۰/۲	۰/۳	۴/۵	۰/۸	۸/۲	۰/۳	۱۵/۱	۲۲/۷	۲۶/۰	۰/۳	۰/۵	۴/۴	۰/۹	۷/۵	۰/۴	۰/۴	۲/۸	۲۲/۷	۲۶/۰	۰/۳	۰/۷	
SW	۰/۴	۰/۵	۵/۰	۱/۱	۹/۱	۰/۶	۱۷/۰	۲۵/۲	۲۸/۶	۰/۶	۰/۵	۵/۰	۱/۲	۸/۵	۰/۷	۱/۹	۲/۸	۲۵/۲	۲۸/۶	۰/۶	۰/۴	
W	۰/۳	۰/۴	۴/۹	۰/۹	۸/۸	۰/۴	۱۶/۱	۲۳/۹	۲۷/۰	۰/۵	۰/۴	۵/۰	۱/۱	۸/۱	۰/۶	۱/۲	۳/۰	۲۳/۹	۲۷/۰	۰/۵	۰/۶	
NW	۰/۳	۰/۵	۵/۹	۰/۹	۱۰/۲	۰/۶	۱۷/۷	۲۵/۳	۲۷/۷	۰/۴	۰/۶	۵/۶	۱/۰	۹/۲	۰/۵	۰/۵	۳/۴	۲۷/۷	۲۵/۳	۰/۴	۰/۶	

مأخذ: نگارندگان

در جدول (۳) متوسط LST فصلی بر اساس داده‌های سنجنده مادیس ماهواره‌های ترا و آکوا نشان داده شده است. در تمامی فصول سال حداقل LST فصلی در جهات رو به شمال مشاهده شده است که در نتایج هر دو ماهواره ترا و آکوا قابل مشاهده است. حداکثر LST فصلی در نتایج هر دو ماهواره در جهت SE دیده شد و در نتیجه می‌توان جهات رو به شمال (آزیموت ۰ تا ۲۲/۵ درجه) را در ارتفاعات البرز مرکزی با حداقل

LST فصلی در نظر گرفت. جهات شمالی با آزمون $t/5/337$ تا 360 درجه نیز نرخ فصلی مقادیر کمی را نشان می‌دهد در حالی که جهات شمال و شمال شرق، LST بالاتری دارد.

جدول ۳: دمای سطح زمین ماهواره مادیس ترا و آکوا در بازه فصلی

جهت	پائیز	بهار	تابستان	زمستان	جهت	پائیز	بهار	تابستان	زمستان
N(337.5-360)	۲۰/۰۰۹	۳۵/۲۲۹	۴۲/۵۱۴	۱۵/۳۴۳	N	۱۸/۰۰۴	۳۲/۰۷۹	۳۹/۶۸۹	۱۲/۰۶۵
N(0-22.5)	۱۹/۶۷۸	۳۵/۱۸۶	۴۲/۳۴۳	۱۵/۰۵۰	N	۱۷/۶۸۱	۳۲/۹۳۹	۳۹/۴۸۱	۱۱/۷۸۱
NE	۱۹/۹۶۴	۳۵/۴۰۴	۴۲/۸۴۳	۱۵/۲۳۶	NE	۱۷/۹۴۳	۳۳/۱۴۸	۳۹/۹۹۵	۱۱/۹۲۸
E	۲۰/۷۲۳	۳۶/۲۸۴	۴۳/۶۹۹	۱۵/۹۹۰	E	۱۸/۶۳۱	۳۳/۹۶۹	۴۰/۷۵۴	۱۲/۶۲۲
SE	۲۱/۷۳۳	۳۷/۹۹۸	۴۵/۳۳۶	۱۷/۰۵۸	SE	۱۹/۵۲۰	۳۵/۵۳۷	۴۲/۱۷۲	۱۳/۵۱۹
S	۲۱/۷۲۰	۳۷/۷۸۹	۴۵/۳۵۷	۱۶/۸۲۱	S	۱۹/۵۲۷	۳۵/۳۲۱	۴۲/۱۲۱	۱۳/۳۵۴
SW	۲۰/۸۸۳	۳۶/۲۱۳	۴۳/۹۷۲	۱۵/۶۱۸	SW	۱۸/۸۱۶	۳۳/۸۷۲	۴۰/۸۸۹	۱۲/۳۸۳
W	۲۱/۲۲۱	۳۶/۹۸۱	۴۴/۵۶۲	۱۶/۱۹۴	W	۱۹/۰۹۴	۳۴/۵۷۲	۴۱/۴۱۶	۱۲/۸۳۴
NW	۲۰/۰۵۴	۳۵/۷۸۵	۴۲/۹۲۰	۱۵/۳۴۷	NW	۱۸/۰۲۱	۳۲/۴۴۸	۳۹/۹۵۷	۱۲/۰۴۴

مأخذ: نگارندگان

جدول ۴ در صد SC فصلی به دست آمده از ماهواره مادیس ترا و آکوا را نشان می‌دهد. به طور کلی دامنه‌های طیف شمالی شامل N، NE و نیز NW در صد SC بالاتری را نشان می‌دهند. در مقابل در صد SC در دامنه‌های طیف جنوبی شامل S، SW و SE به حداقل خود می‌رسد. به طور کلی در صد SC فصلی در دامنه N تا متمایل به NE در حداکثر و در دامنه‌های SE در حداقل قرار دارد.

جدول ۴: درصد پوشش برف (SC) ماهواره مادیس ترا و آکوا در بازه فصلی

جهت	پائیز	بهار	تابستان	زمستان	جهت	پائیز	بهار	تابستان	زمستان
N(337.5-360)	۷/۷۸۴	۱/۷۶۰	۰/۶۲۸	۱۹/۶۴۲	N	۷/۹۵۶	۰/۴۷۷	۰/۴۷۷	۲۱/۲۷۰
N(0-22.5)	۸/۱۰۵	۱/۶۷۲	۰/۴۵۲	۲۰/۴۴۴	N	۸/۲۹۶	۰/۳۱۳	۰/۳۱۳	۲۲/۰۷۸
NE	۷/۹۲۷	۱/۷۷۸	۰/۶۶۰	۲۰/۶۲۹	NE	۸/۱۳۹	۰/۵۱۵	۰/۵۱۵	۲۲/۳۰۹
E	۷/۰۱۹	۱/۵۰۹	۰/۵۶۹	۱۸/۸۰۶	E	۷/۲۲۲	۰/۴۷۴	۰/۴۷۴	۲۰/۳۲۵
SE	۶/۲۷۶	۱/۲۲۳	۰/۳۲۵	۱۷/۰۸۲	SE	۶/۳۹۷	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸	۱۸/۳۲۰
S	۶/۴۴۱	۱/۳۴۸	۰/۲۰۳	۱۷/۷۹۲	S	۶/۴۶۹	۰/۲۲۸	۰/۲۲۸	۱۸/۷۱۵
SW	۷/۲۹۰	۱/۶۴۱	۰/۴۷۷	۱۹/۸۴۵	SW	۷/۳۲۰	۰/۴۰۹	۰/۴۰۹	۲۰/۷۰۹
W	۶/۸۸۸	۱/۴۹۲	۰/۳۸۸	۱۸/۷۱۶	W	۶/۹۳۸	۰/۳۱۳	۰/۳۱۳	۱۹/۶۴۵
NW	۷/۶۱۷	۱/۵۵۲	۰/۴۰۵	۱۹/۴۶۶	NW	۷/۱۹۶	۰/۲۸۹	۰/۲۸۹	۲۰/۸۰۴

مأخذ: نگارندگان

جدول (۵) متوسط سالانه LST سنجنده مادیس ماهواره آکوا را نشان می‌دهد. الگوی سالانه LST در جهت SE مقدار حداکثر را نشان می‌دهد که در تمامی سال‌ها همین الگو حفظ می‌شود. متوسط LST سالانه در جهات شمالی مقدار مینیمم را به خود اختصاص داده است.

جدول ۵: متوسط سالانه دمای سطح زمین ماهواره مادیس آکوا

میلادی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
شمسی	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷
N(337.5-360)	۲۷/۰۹	۲۸/۳۳	۲۸/۰۴	۲۸/۵۱	۲۷/۶۱	۲۷/۸۰	۲۷/۳۴	۲۹/۴۸	۲۷/۲۰	۲۷/۷۷	۲۸/۸۳	۲۸/۵۳	۲۸/۸۴	۲۸/۷۷	۲۹/۷۴	۲۸/۸۹
N(0-22.5)	۲۶/۸۲	۲۸/۰۹	۲۷/۷۷	۲۸/۳۰	۲۷/۳۹	۲۷/۶۴	۲۷/۱۱	۲۹/۲۷	۲۶/۹۷	۲۷/۴۸	۲۸/۵۹	۲۸/۳۶	۲۸/۵۶	۲۸/۴۶	۲۹/۵۵	۲۸/۶۶
NE	۲۷/۲۲	۲۸/۳۸	۲۸/۰۸	۲۸/۵۱	۲۷/۵۹	۲۷/۷۹	۲۷/۲۰	۲۹/۵۴	۲۷/۱۸	۲۷/۸۲	۲۸/۹۶	۲۸/۶۳	۲۸/۹۹	۲۸/۹۱	۲۹/۹۴	۲۸/۹۴
E	۲۷/۹۵	۲۹/۱۹	۲۸/۹۰	۲۹/۳۳	۲۸/۶۳	۲۸/۲۴	۲۸/۵۰	۳۰/۲۴	۲۸/۰۱	۲۸/۶۴	۲۹/۸۱	۲۹/۵۲	۲۹/۷۹	۲۹/۶۲	۳۰/۶۲	۲۹/۸۰
SE	۲۹/۲۶	۳۰/۵۰	۳۰/۲۴	۳۰/۷۱	۲۹/۷۱	۳۰/۰۶	۲۹/۵۶	۳۱/۵۶	۲۹/۴۳	۲۹/۹۴	۳۱/۱۹	۳۰/۹۳	۳۱/۱۳	۳۱/۱۰	۳۱/۹۹	۳۱/۱۹
S	۲۹/۱۶	۳۰/۳۴	۳۰/۱۴	۳۰/۵۹	۲۹/۵۵	۳۰/۰۰	۲۹/۴۷	۳۱/۵۰	۲۹/۳۴	۲۹/۸۴	۳۱/۰۵	۳۰/۸۱	۳۱/۰۳	۳۰/۹۹	۳۱/۸۹	۳۱/۰۲
SW	۲۷/۸۳	۲۹/۱۱	۲۸/۹۳	۲۹/۳۸	۲۸/۳۶	۲۸/۸۵	۲۸/۲۶	۳۰/۳۱	۲۸/۱۰	۲۸/۵۹	۲۹/۷۴	۲۹/۴۹	۲۹/۷۵	۲۹/۶۷	۳۰/۶۴	۲۹/۷۳
W	۲۸/۴۱	۲۹/۶۹	۲۹/۴۸	۲۹/۹۵	۲۸/۹۳	۲۹/۳۸	۲۸/۸۱	۳۰/۸۵	۲۸/۶۶	۲۹/۱۶	۳۰/۳۲	۳۰/۰۸	۳۰/۳۱	۳۰/۲۵	۳۱/۲۱	۳۰/۳۳
NW	۲۷/۱۲	۲۸/۵۵	۲۸/۲۷	۲۸/۸۲	۲۷/۸۹	۲۸/۲۴	۲۷/۶۲	۲۹/۷۱	۲۷/۴۴	۲۷/۹۵	۲۸/۹۹	۲۸/۸۱	۲۸/۹۸	۲۸/۸۸	۳۰/۰۱	۲۹/۱۴

مأخذ: نگارندگان

جدول (۶) متوسط سالانه LST سنجنده مادیس ماهواره ترا را نشان می‌دهد. در تمامی سال‌های مورد بررسی جهت SE بالاترین نرخ LST را به خود اختصاص داده است. مطابق با روند نتایج به دست آمده از ماهواره آکوا، این ماهواره نیز نتایج مشابهی دارد که به دلیل اختلاف در ساعت محلی (ساعت ۱۰:۳۰ صبح) به نسبت ماهواره آکوا (ساعت ۱:۳۰ بعد از ظهر) به‌طور کلی دارای LST پائین‌تری است.

جدول ۶: متوسط سالانه دمای سطح زمین ماهواره مادیس ترا

میلادی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
شمسی	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷
N(337.5- N(0-22.5)	۲۴/۳۰	۲۵/۷	۲۵/۴	۲۵/۹	۲۴/۸	۲۵/۳	۲۴/۸	۲۶/۸	۲۴/۷	۲۵/۴	۲۶/۳۰	۲۶/۷	۲۶/۳	۲۶/۱	۲۷/۱	۲۶/۳
NE	۲۴/۳	۲۵/۴	۲۵/۴	۲۵/۹	۲۴/۸	۲۵/۳	۲۴/۹	۲۶/۹	۲۴/۷	۲۵/۴	۲۶/۳۰	۲۶/۸	۲۶/۱۱	۲۵/۸	۲۶/۹	۲۶/۱
E	۲۵/۷	۲۶/۴	۲۶/۱	۲۶/۶	۲۵/۵	۲۶/۸	۲۵/۶	۲۷/۵	۲۵/۴	۲۶/۲	۲۷/۱	۲۷/۶	۲۷/۲	۲۷/۲	۲۷/۸	۲۷/۱
SE	۲۶/۲	۲۷/۶	۲۷/۳	۲۷/۸	۲۶/۷	۲۷/۳	۲۶/۸	۲۸/۷	۲۶/۷	۲۷/۳	۲۸/۳	۲۸/۹	۲۸/۴	۲۸/۲	۲۹/۱	۲۸/۴
S	۲۶/۱	۲۷/۴	۲۷/۲	۲۷/۷	۲۶/۶	۲۷/۲	۲۶/۷	۲۸/۶	۲۶/۶	۲۷/۲	۲۸/۲	۲۸/۸	۲۸/۳	۲۸/۱	۲۹/۲	۲۸/۲
SW	۲۴/۹	۲۶/۴	۲۶/۲	۲۶/۷	۲۵/۵	۲۶/۳	۲۵/۶	۲۷/۶	۲۵/۵	۲۶/۱	۲۷/۱۰	۲۷/۶	۲۷/۱	۲۶/۹	۲۷/۹	۲۷/۱
W	۲۵/۴	۲۶/۹	۲۶/۶	۲۷/۲	۲۶/۷	۲۶/۷	۲۶/۱	۲۸/۶	۲۶/۳	۲۶/۶	۲۷/۶	۲۸/۱	۲۷/۶	۲۷/۴	۲۸/۴	۲۷/۶
NW	۲۴/۲	۲۵/۸	۲۵/۵	۲۶/۲	۲۵/۱۰	۲۵/۶	۲۵/۸	۲۷/۲	۲۴/۸	۲۵/۵	۲۶/۳	۲۶/۹	۲۶/۴	۲۶/۱	۲۷/۳	۲۶/۵

مأخذ: نگارندگان

جدول (۷) متوسط سالانه SC در ارتفاعات البرز مرکزی بر اساس داده‌های سنجنده ماهواره آکوا را نشان می‌دهد. بررسی متوسط SC سالانه، نشان می‌دهد که جهات شمال و خصوصاً شمال شرقی، بالاترین مقدار در صد SC را در این ارتفاعات دارد. در مقابل جهت جنوب شرقی کمترین درصد SC را دارد.

جدول ۷: متوسط سالانه درصد برف-پوش ماهواره مادیس آکوا

میلادی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
شمسی	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷
(337.5-360) N(0-22.5)	۷/۹۴	۷/۲۱	۹/۱۲	۸/۷۱	۹/۳۲	۱۰/۸۳	۶/۴۸	۳/۶۵	۹/۸۰	۸/۶۰	۵/۷۶	۷/۳۰	۶/۸۲	۵/۷۲	۶/۶۸	۵/۲۸
NE	۸/۲۷	۷/۵۷	۹/۶۲	۹/۰۹	۹/۸۰	۱۱/۴۷	۶/۶۰	۳/۷۳	۱۰/۲۷	۸/۶۴	۵/۹۱	۷/۷۱	۶/۹۹	۵/۷۸	۷/۰۲	۵/۴۴
E	۷/۵۷	۶/۷۹	۸/۷۲	۸/۱۸	۸/۹۲	۱۰/۴۸	۵/۷۹	۳/۳۹	۹/۴۰	۷/۸۵	۵/۲۶	۶/۷۶	۶/۱۸	۵/۱۷	۶/۳۸	۴/۷۲
SE	۶/۸۶	۶/۰۸	۷/۹۰	۷/۴۰	۸/۰۷	۹/۴۳	۵/۲۱	۲/۹۳	۸/۳۴	۷/۱۸	۴/۶۸	۵/۷۹	۵/۴۶	۴/۶۱	۵/۶۰	۴/۰۷
S	۷/۲۶	۶/۴۶	۸/۳۴	۷/۶۹	۸/۴۱	۹/۷۹	۵/۴۶	۳/۰۲	۸/۳۸	۷/۴۰	۴/۹۴	۵/۹۲	۵/۶۲	۴/۷۳	۵/۸۰	۴/۲۹
SW	۸/۵۱	۷/۵۱	۹/۱۴	۸/۴۵	۹/۵۸	۱۰/۲۶	۶/۱۴	۳/۴۷	۹/۲۱	۸/۴۹	۵/۷۳	۶/۸۳	۶/۴۰	۵/۴۴	۶/۷۸	۵/۲۳
W	۷/۸۴	۶/۹۱	۸/۶۳	۸/۰۲	۸/۹۳	۹/۸۹	۵/۸۴	۳/۲۶	۸/۷۹	۸/۰۰	۵/۳۴	۶/۳۸	۶/۰۵	۵/۱۲	۶/۲۴	۴/۷۸
NW	۸/۱۳	۷/۰۰	۸/۷۲	۸/۳۵	۹/۱۱	۹/۹۲	۶/۴۳	۳/۵۸	۹/۴۳	۸/۸۹	۵/۷۶	۶/۸۸	۶/۷۳	۵/۷۱	۶/۵۶	۵/۰۳

مأخذ: نگارندگان

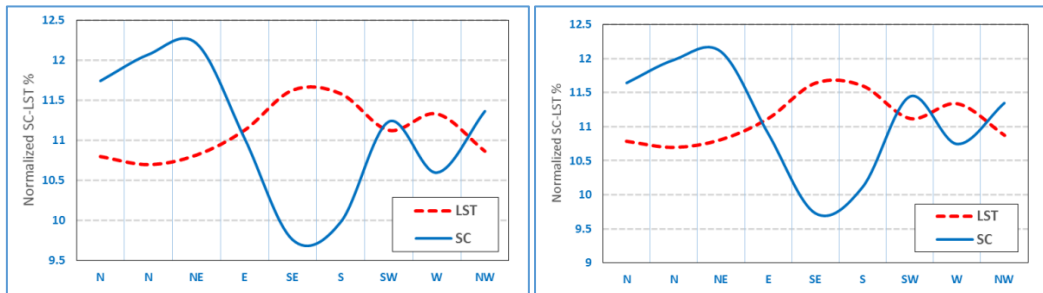
جدول (۸) متوسط سالانه SC بر اساس سنجنده مادیس ماهواره ترا است. بالاترین درصد SC سالانه در جهات شمالی و خصوصاً شمال شرقی مشاهده شد. پایین‌ترین مقدار SC سالانه در دامنه‌های جنوب شرقی مشاهده شده است.

جدول ۸: متوسط سالانه درصد برف-پوش ماهواره مادیس ترا

میلادی	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
شمسی	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷
N(337.5- N(0-22.5)	۷/۶	۷/۸	۹/۳	۸/۹	۹/۷	۱۱/	۶/۶	۳/۸	۱۰/	۹/۲	۶/۳	۷/۶	۷/۲	۵/۴	۷/۳	۵/۶۴
NE	۷/۹	۸/۲	۹/۹	۹/۳	۱۰/	۱۱/	۶/۸	۳/۸	۱۰/	۹/۸	۶/۷	۷/۶	۷/۵	۵/۶	۷/۴	۵/۷۱
E	۷/۲	۷/۴	۹/۰	۸/۴	۹/۳	۱۰/	۵/۹	۳/۴	۹/۸	۸/۴	۵/۸	۷/۱	۶/۶	۴/۹	۷/۰	۵/۱۴
SE	۶/۵	۶/۵	۸/۱	۷/۵	۸/۳	۹/۶	۵/۳	۲/۹	۸/۶	۷/۶	۵/۲	۶/۰	۵/۸	۴/۴	۶/۰	۴/۴۲
S	۶/۷	۶/۹	۸/۴	۷/۷	۸/۵	۹/۹	۵/۴	۳/۰	۸/۵	۷/۷	۵/۴	۶/۰	۵/۸	۴/۴	۶/۲	۴/۶۴
SW	۷/۸	۷/۹	۹/۳	۸/۵	۹/۷	۱۰/	۶/۱	۳/۵	۹/۳	۸/۸	۶/۲	۶/۹	۶/۵	۵/۰	۷/۲	۵/۴۵
W	۷/۳	۷/۳	۸/۸	۸/۱	۹/۰	۱۰/۰	۵/۸	۳/۳	۸/۹	۸/۳	۵/۸	۶/۵	۶/۲	۴/۷	۶/۷	۵/۰۳
NW	۷/۶	۷/۵	۸/۹	۸/۶	۹/۴	۱۰/	۶/۵	۳/۷	۹/۸	۹/۴	۶/۳	۷/۱	۷/۱	۵/۳	۷/۰	۵/۳۷

مأخذ: نگارندگان

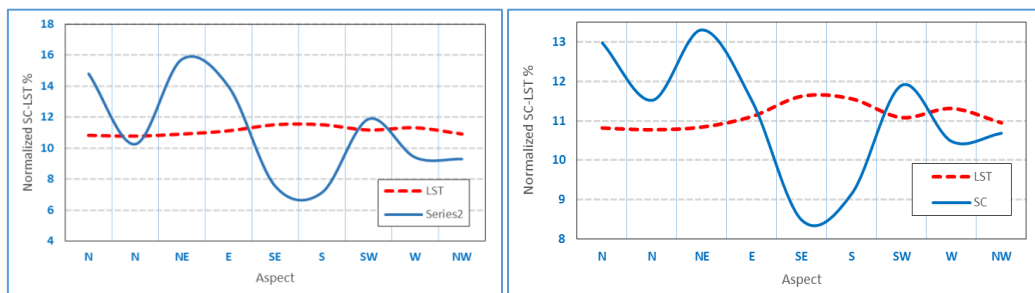
ارتباط نوسانات متوسط سالانه SC و LST در ارتفاعات البرز مرکزی در بازه زمانی مورد بررسی در شکل (۳۵) نشان داده شده است. به طوری که در شکل ملاحظه می شود، نوسانات SC و LST مخالف یکدیگر بوده و افزایش LST با کاهش SC همراه است.



مآخذ نگارندگان

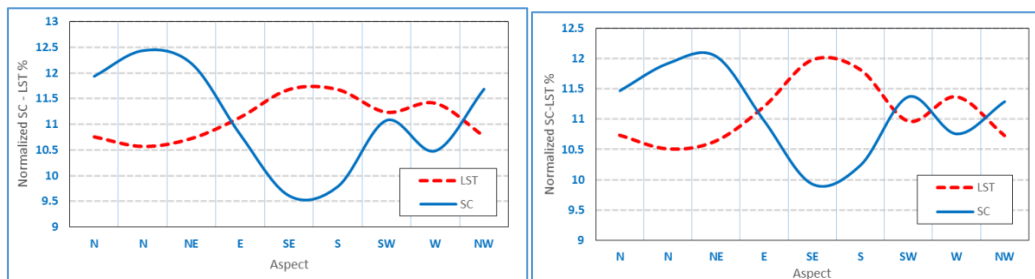
شکل ۳۵: بررسی ارتباط نوسانات SC و LST (ماهواره آکوا سمت راست و ترا سمت چپ) در دوره آماری مورد پژوهش (۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸)

با توجه به اشکال ۳۶ و ۳۷ ارتباط معکوس تغییرات SC و LST در ارتفاعات البرز مرکزی به خوبی مشاهده می شود. نوسان معکوس SC و LST در فصول زمستان و پائیز بیش از فصول بهار و تابستان است. به طور کلی مقدار SC در جهات SE و S به مقدار مینیمم و در جهات N و NE به مقدار ماکزیمم می رسد که این الگو تقریباً در تمامی فصول حفظ می گردد.



مآخذ نگارندگان

شکل ۳۶: بررسی ارتباط نوسانات SC و LST فصلی (فصل بهار و تابستان)



مآخذ نگارندگان

شکل ۳۷: بررسی ارتباط نوسانات SC و LST فصلی (فصل زمستان و پاییز)

نتیجه گیری

در این پژوهش روابط نمایه‌های محیطی SC و LST در ارتفاعات البرز مرکزی مورد واکاوی قرار گرفت. ارتباط این نمایه‌ها با مؤلفه توپوگرافیکی جهت شیب در دوره مورد مطالعه نیز بررسی گردید. ارتباط معناداری بین جهت شیب و درصد برف-پوش در ارتفاعات البرز مرکزی دیده شد. بین دمای سطح روبه زمین و SC نیز روند معکوس، خصوصاً در فصول زمستان و پائیز، مشهود بود. مؤلفه‌های LST و SC در بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت. LST ماه خرداد در ارتفاعات البرز میانی بالاترین مقادیر را به خود اختصاص داده است که به دلیل زاویه عمودی بالای تابش خورشید در این ماه است. دامنه‌های جنوبی به سمت قم و سمنان به نسبت دامنه‌های شمالی رو به دریای خزر نرخ LST بسیار بالاتری دارند که جهت شیب، رطوبت دریای خزر و پوشش گیاهی جنگلی، در این وضعیت تأثیرگذار است. در تمامی ماه‌ها نرخ LST دامنه‌های جنوبی بالاتر از دامنه‌های شمالی است. آنالیز جهتی نرخ LST نشان‌دهنده مقادیر ماکزیمم در جهات S و خصوصاً SE و مقادیر مینیمم در جهات NE و خصوصاً N در تمامی ماه‌های سال است. دامنه‌های ارتفاعات البرز مرکزی با عرض جغرافیایی باند ۳۶ درجه، زاویه برخورد بالایی با اشعه‌های خورشید داشته که این عامل نقش مؤثری در بالا بردن LST در جهات S و SE دارد. در تمامی بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه جهات طیف جنوبی (S, SE, SE) دارای نرخ LST بیشتری از جهات طیف N هستند. بیشترین صعود فصلی LST در جهات SE و S مشاهده می‌گردد. نزول دمای سطحی منطبق با جهات N و NE مشهود است. افزایش دمای سطحی در جهات S و SE با افت SC تطابق کامل دارد و افزایش SC با افت LST در جهات N و NE هماهنگ است. افزایش ارتفاع عامل کاهش LST و افزایش SC در بدنه البرز مرکزی است. وجه شیب در ارتفاعات البرز در ارتباط کامل با LST و SC بوده که در تمامی بازه‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه این ارتباط حفظ شده است. نتایج پژوهش قاسمی فر و همکاران (۲۰۱۸) بر روی ایران نشان می‌دهد که بیشترین و پایین‌ترین میزان برف-پوش به ترتیب در جهات شمال و مسطح می‌باشد. با توجه به اینکه منطقه مورد پژوهش آن‌ها کل ایران است کمترین برف-پوش در مناطق مسطح به دست آمده است. در صورتی که منطقه مطالعاتی در پژوهش حاضر مربوط به ارتفاعات البرز مرکزی بوده و عمدتاً شامل ارتفاعات می‌گردد. نتیجه در جهات شیب رو به جنوب، SC در حداقل قرار دارد. نتایج پژوهش‌های مشابه (شی و همکاران، ۲۰۱۵؛ مارچن و همکاران، ۲۰۱۵؛ شریستا و همکاران، ۲۰۱۴، ۲۰۱۲) نیز نشان می‌دهد که در نیمکره شمالی در جهات جنوبی، در صد برف-پوش در ارتفاعات به نسبت جهات شمالی کمتر است و با افزایش عرض جغرافیایی این مقدار نیز افزایش می‌یابد. به محققین و پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌گردد از سایر مؤلفه‌های محیطی همچون پوشش گیاهی و سایر مؤلفه‌های توپوگرافیکی همچون ارتفاع و جهت شیب نیز در این نوع تحلیل‌ها استفاده کنند. همچنین پیشنهاد می‌گردد نتایج به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای منابع مختلف را با یکدیگر مقایسه و تشابهات و اختلافات احتمالی آن‌ها بررسی گردد.

منابع

۱- فتاحی، ابراهیم، مقیمی، شوکت، (۱۳۹۸): اثر تغییرات اقلیمی بر روند برف شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۴۵، پاییز ۹۸.

- 1 - She et al. 2015
- 2 - Marchane et al
- 3 - Shrestha et al

- ۲- محمدی، پیمان، محمودی، احمد و خورانی، اسد ا... (۱۳۹۸): تغییرات پوشش برف در رشته کوه زاگرس با استفاده از داده های روزانه سنجنده مادیس، فیزیک زمین و فضا، دوره ۴۵، تابستان ۱۳۹۸، صص ۳۵۵ - ۳۷۱.
- ۳- مسعودیان سید ابوالفضل، کیخسروی کیانی محمدصادق (۱۳۹۶): ارزیابی تغییرات روزهای همراه با پوشش برف در گروه های ارتفاعی حوضه زاینده رود، مخاطرات محیط طبیعی، بهار، دوره ۶، شماره ۱۱.
- ۴- وفاخواه، مهدی، محسنی ساروی، محسن مهدوی محمد، علوی پناه، کاظم، (۱۳۹۲): مقایسه سطح پوشش برف در تصاویر ماهواره ای نوآ و سنجنده مودیس (مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان). مجله پژوهش های آبخیزداری، شماره ۹۲.
- 5- Aizen, E. M. Aizen, V. B. Melack, J. M. & Krenke, A. N. (2000): Heat Exchange During Snow Ablation In Plains And Mountains Of Eurasia. *Journal Of Geophysical Research*, 105, 013-027.
- 6- Aizen, V. B. & Aizen, E. M. (1995): Characteristics Of Runoff Formation At The Kirgizskiy Alatau, Tien Shan. *Proceedings Of A Boulder Symposium*, 228. (Pp. 413-430): IAHS Publ.
- 7- Aizen, V. B. Aizen, E. M. & Melack, J. M. (1996): Precipitation, Melt And Runoff In The Northern Tien Shan. *Journal Of Hydrology*, 186, 229-251.
- 8- Aizen, V. B. Aizen, E. M. Melack, J. Nakamura, T. & Kobayashi, S. (2002): Estimation Of The Energy Used To Melt Snow In The Tien Shan Mountains And Japanese Slands. *Global And Planetary Change*, 32, 349-359.
- 9- Akyürek, Z. And Sorman, A.Ü. (2002), Monitoring Snow-Covered Areas Using NOAA-AVHRR Data In The Eastern Part Of Turkey. *Hydrological Sciences*, 47, Pp. 243-252.
- 10- Armstrong, R. L. & Brun, E. (2010): *Snow And Climate: Physical Processes, Surface Energy Exchange And Modeling [Paperback] (1st Ed.)*: Cambridge University Press.
- 11- Bales, R. C. Molotch, N. P. Painter, T. H. Dettinger, M. D. Rice, R. & Dozier, J. (2006). *Mountain Hydrology Of The Western United States*. *Water Resources Research*, 42, 1-13.
- 12- Barnett, T. P. Adam, J. C. & Lettenmaier, D. P. (2005): Potential Impacts Of A Warming Climate On Water Availability In Snow-Dominated Regions. *Nature*, 438, 303-309.
- 13- Barnett, T. P. Dümenil, L. Schlese, U. Roeckner, E. & Latif, M. (1989): The Effect Of Eurasian Snow Cover On Regional And Global Climate Variations. *Journal Of The Atmospheric Sciences*, 46, 661-686.
- 14- Bednorz, E. (2004): Snow Cover In Eastern Europe In Relation To Temperature, Precipitation And Circulation. *International Journal Of Climatology*, 24, 591-601.
- 15- Bormann, K.J. Brown, R.D. Derksen, C. Painter, T.H. (2018): Estimating Snow-Cover Trends From Space. *Nat. Clim. Chang*, 8, 924-928.
- 16- Brown, R.D. (2000): Northern Hemisphere Snow Cover Variability And Change, 1915-97: *Journal Of Climate*, 13, Pp. 2339-2355.
- 17- Butt, M.J. And Bilal, M. (2011): Application Of Snowmelt Runoff Model For Water Resource Management. *Hydrological Processes*, 25, Pp. 3735-3747.
- 18- Cao, Y. G. & Liu, C. (2005): The Development Of Snow-Cover Mapping From AVHRR To MODIS. *Geography And Geo-Information Science*, 21(5), 15-19.
- 19- Che, T. Li, X. Jin, R. Armstrong, R. And Zhang, T. (2008): Snow Depth Derived From passive Microwave Remote Sensing Data In China. *Annals Of Glaciology*, 49, Pp. 145-154.
- 20- Dozier, J. (1987): Recent Research In Snow Hydrology. *Review Of Geophysics*, 25, 153-161.
- 21- Foster, J. Sun, C. Walker, J.P. Kelly, R. Chang, A. Dong, J. And Powell, H. (2005): Quantifying The Uncertainty In Passive Microwave Snow Water Equivalent Observations. *Remote Sensing Of Environment*, 94, Pp. 187-203.
- 22- Ghasemifar E. Mohammadi Ch. Farajzadeh F. (2018): Spatiotemporal Analysis Of Snow Cover In Iran Based On Topographic Characteristics, Theoretical And Applied Climatology, <https://doi.org/10.1007/S00704-018-2690-3>.
- 23- Gong, G. (2004): Sensitivity Of Atmospheric Response To Modeled Snow Anomaly Characteristics. *Journal Of Geophysical Research*, 109 D06107.

- 24- Groisman, P. Y. Karl, T. R. Knight, R. W. & Stenchikov, G. L. (1994): Changes Of Snow Cover, Temperature, And Radiative Heat Balance Over The Northern Hemisphere.
- 25- Hall, D. K. Riggs, G. A. Salomonson, V. V. Et Al. (2002): MODIS Snow-Cover Products. *Remote Sensing Of Environment*, 83, 181–194.
- 26- Hall, D.K. Riggs, G.A. And Salomonson, V.V. (1995): Development Of Methods For Mapping Global Snow Cover Using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Data. *Remote Sensing Of Environment*, 54, Pp. 127–140.
- 27- Hammond, J.C. Saavedra, F.A. Kampf, S.K. (2018): Global Snow Zone Maps And Trends In Snow Persistence 2001–2016. *Int. J. Climatol.* 38, 4369–4383.
- 28- Harshburger, B. Humes, K. Waldon, V. Blandford, T. Moore, B. Dezzani, R. (2010): Spatial Interpolation Of Snow Water Equivalency Using Surface Observations And Remotely Sensed Images Of Snow- Covered Areas. *Hydrological Processes*, 24: 1285-1295.
- 29- Immerzeel, W. Droogers, P. Jong, S. Bierkens, M (2009): Large-Scale Monitoring Of Snow Cover And Runoff Simulation In Himalayan River Basins Using Remote Sensing; *Remote Sensing Of Environment*, 113: 40-49
- 30- Jain, S.K. Goswami, A. And Saraf, A.K. (2008): Accuracy Assessment Ofmodis, NOAA And IRS Data In Snow Cover Mapping Under Himalayan Conditions. *International Journal Of Remote Sensing*, 29, Pp. 5863–5878.
- 31- Jin, X. Ke, C. Xu, Y. Li, X. (2014): Spatial And Temporal Variations Of Snow Cover In The Loess Plateau, China. *International Journal Of Climatology*, 35, Pp. 1721-1731.
- 32- Klein, A.G. Hall, D.K. And Nolin, A.W. (2000): Development Of A Prototype Snow Albedo Algorithm For The NASA MODIS Instrument. In 57th Eastern Snow Conference, 17–19 May 2000, Sysacuse, NY, USA, Pp. 143–158.
- 33- Kukla, G. J. & Kukla, H. J. (1974): Increased Surface Albedo In The Northern Hemisphere:Did Satellites Warn Of The Weather Troubles Of 1972 And 1973? *Science*, 183, 709-714.
- 34- Kumar, O. B. (1988): Eurasian Snow Cover And Seasonal Forecast Of Indian Summer Monsoon Rainfall. *Hydrological Sciences Journal*, 33, 515-525.
- 35- Lemke, P. Ren, J. Alley, R.B. Allison, I. Carrasco, J. Flato, G. Fujii, Y. Kaser, G. Mote, P. Thomas, R.H. And Zang, T. (2007): Observations: Changes In Snow, Ice And Frozen Ground. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Pp. 337–384.
- 36- Lettenmaier, D. P. Wood, A. W. Palmer, R. N. Wood, E. F. & Stakhiv, E. Z. (1999): Water Resources Implications Of Global Warming: A US Regional Perspective. *Climatic Change*, 43, 537-579.
- 37- Marchane A, Jarlan L, Hanich L, Boudhar A, Gascoin S, Tavernier A, Filali N, Le Page M, Hagolle O, Berjamy B (2015): Assessment Of Dailymodis Snow Cover Products Tomonitor Snow Cover Dynamics Over Themoroccan Atlas Mountain Range. *Remote Sens Environ* 160: 72–86.
- 38- Marks, D. & Dozier, J. (1992): Climate And Energy Exchange At The Snow Surface In The Alpine Region Of The Sierra-Nevada. 2. Snow Cover Energy-Balance. *Water Resources Research*, 28, 3043-3054.
- 39- Mote, P.W. Li, S. Lettenmaier, D.P. Xiao, M. Engel, R. (2018): Dramatic Declines In Snowpack In The Western US. *Climate And Atmospheric Science* 1, 2.
- 40- Notarnicola C. (2020): Hotspots Of Snow Cover Changes In Global Mountain Regions Over 2000–2018, *Remote Sensing Of Environment* 243 (2020) 111–781.
- 41- Peng, S. Piao, S. Ciais, P. And Fang, J. (2010): Change In Winter Snow Depth And Its Impacts On Vegetation In China. *Global Change Biology*, 16, Pp. 3004–3013.
- 42- Pepe,M. Brivio, P.A. Rampini, A. Rota Nodari, F. And Boschetti,M. (2005): Snow Cover Monitoring In Alpine Regions Using ENVISAT Optical Data. *International Journal Of Remote Sensing*, 26, Pp. 4661–4667.

- 43- Pu, Z. Xu, L. (2009): MODIS/Terra Observed Snow Cover Over The Tibet Plateau: Distribution, Variation And Possible Connection With The East Asian Summer Monsoon. *Theological And Applied Climatology*, 97: 265-278.
- 44- Robinson, D. A. & Kukla, G. (1985): Maximum Surface Albedo Of Seasonally Snow-Covered Lands In The Northern Hemisphere. *Journal Of Climate And Applied*.
- 45- Robinson, D. A. Scharfen, G. Serreze, M. C. M. Kukla, G. & Barry, R. G. (1986): Snow Melt And Surface Albedo In The Arctic Basin. *Geophysical Research Letters*, 13, 945-948.
- 46- Saavedra, F.A. Kampf, S.K. Fassnacht, S.R. Sibold, J.S. (2018): Changes In Andes Mountains Snow Cover From MODIS Data 2000–2016. *Cryosphere* 12, 1027–1046.
- 47- She J, Zhang Y, Li X, Feng X (2015): Spatial And Temporal Characteristics Of Snow Cover In The Tizinafu Watershed Of The Western Kunlun Mountains. *Remote Sens* 7:3426–3445. <https://doi.org/10.3390/Rs70403426>.
- 48- Shrestha M, Wang L, Koike T, Tsutsui H, Xue Y, Hirabayashi Y (2014): Correcting Basin-Scale Snowfall In A Mountainous Basin Using A Distributed Snowmelt Model And Remote-Sensing Data. *Hydrol Earth Syst Sci* 18: 747–761
- 49- Shrestha M, Wang SL, Koike T, Xue Y, Hirabayashi Y (2012): Modeling The Spatial Distribution Of Snow Cover In The Dudhkoshi Region Of The Nepal Himalayas. *J Hydrometeorol* 13: 204–222.
- 50- Soulsby, C. Helliwell, R. C. Ferrier, R. C. Jenkins, A. & Harriman, R. (1997): Seasonal Snowpack Influence On The Hydrology Of A Sub-Arctic Catchment In Scotland. *Journal Of Hydrology*, 192, 17–32.
- 51- Verbunt, M. Gurtz, J. Jasper, K. Lang, H. Warmerdam, P. & Zappa, M. (2003): The Hydrological Role Of Snow And Glaciers In Alpine River Basins And Their Distributed Modeling, *Journal Of Hydrology*, 282:1-4, Pp 36-55.
- 52- Vikhamar, D. And Solberg, R. (2003): Snow-Cover Mapping In Forests By Constrained Linear Spectral Unmixing Of MODIS Data. *Remote Sensing Of Environment*, 88, Pp. 309–323.
- 53- Walsh, J. E. Jasperson, W. H. & Ross, B. (1985): Influences Of Snow Cover And Soil Moisture On Monthly Air Temperature. *Monthly Weather Review*, 113, 756-768.
- 54- Willmott, C. J. C. J. Rowe, C. M. C. M. & Mintz, Y. (1985): Climatology Of The Terrestrial Seasonal Water Cycle. *Journal Of Climatology*, 5, 589-606.
- 55- Xiao, X. Zhang, Q. Boles, S. Et Al. (2004): Mapping Snowcover In The Pan-Arctic Zone Using Multi-Year (1998-2001) Images From Optical VEGETATION Sensor. *International Journal Of Remote Sensing*, 25(24), 5731–5744.
- 56- Zhao, H. And Fernandes, R. (2009): Daily Snow Cover Estimation From Advanced Very High Resolution Radiometer Polar Pathfinder Data Over Northern Hemisphere Land Surfaces During 1982–2004. *Journal Of Geophysical Research*, 114, Pp. 1–14.