

فهرست مطالب

مقالات علمی

- پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه گدار خوش براساس شاخص NSFQI و بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۱
علی رضائی، مهدی احمدی‌مقدم و محمدرضا جعفری
- بررسی تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمی پوشش گیاهی (مطالعه موردی منطقه برآباد-سبزوار) ۹
حسن برآبادی، غلامرضا زهتابیان، علی طویلی، ابوالقاسم دادرسی سبزوار و حسن خسروی
- الگوریتم محاسبه شاخص بادپناهی نقاط واقع در حوزه‌های آبریز برفگیر ۱۵
محمدرضا شریفی، سیامک فرخزاده، جهانگیر پرهمت، علی محمد آخوندعلی و عبدالنبی عبدکلاهیچی
- مقایسه روش‌های کریجینگ متعارف و گشتاورهای خطی احتمال در تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب در استان مازندران ۲۵
زهرا شیخ، عبدالحمیددهواری و فرهاد فرسادنیا
- استفاده از ویژگی‌های مغناطیسی برای بررسی نقش واحدهای سنگ‌شناسی در تولید رسوب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز حسن ابدال زنجان) ۳۹
حجت اله صمدی‌ارقینی، سادات فیض‌نیا و علی اکبر نظری‌سامانی
- تحلیل شبکه اجتماعی ذینفعان محلی در برنامه عمل مدیریت مشارکتی منابع آب (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود در حوزه آبخیز لتیان-روستای دربندسر) ۴۷
فریبا ابراهیمی‌آذرخواران، مهدی قربانی، علی سلاجقه و محسن محسنی ساروی
- ارزیابی برخی روش‌های درون‌یابی در مطالعه مرفولوژی بستر رودخانه‌ها و کانال‌های آبی ۵۷
مریم رستمی، علی سلاجقه، مجتبی صانعی و محمد مهدوی

گزارش فنی

- ارائه رابطه تجربی برای تعیین تغییر مکان عرضی مصب رودخانه‌های استان گیلان ۶۷
محمدابراهیم بنی‌حبيب، مزدک اعرابی و آذر عربی

داوران این شماره

چکیده مقالات انگلیسی

Table of Contents

Abstracts

- **Water Qualitative Zoning of Goderkhosh River Based on NSFQI Index and Applying Geographic Information System (GIS)** 1
A. Ramezani, M. Ahmadimoghadam and M.R. Jaa'fari
- **Effect of Flood Spreading on Quantitative Changes of Vegetation Cover (Case Study: Borabad Region- Sabzevar)** 2
H.Barabadi, Gh.Zehtabian, A.Tavili, A. Darasi sabzevar and H. Khosravi
- **Calculation Algorithm for Wind Shelter Index in Snowy Catchments** 3
M. R. Sharifi, S. Farokhzadeh, J. Porhemat, A. M. Akhond Ali and A. A. kolahchi
- **Comparison Canonical Kriging and Linear Moments Methods for Regional Flood Frequency Analysis in Mazandaran Province** 4
Z. Sheikh, A. Dehvari and F. Farsadnia
- **Using Magnetic Properties to Investigate the Role of Lithological Units in Sediment Production (Case Study: Hasan Abdal watershed, Zanzan)** 5
H. Samadi Arghini, S. Feiz Nia and A. A. Nazari Samani
- **Social Network Analysis of Local Stakeholders in Action Plan for Water Resources Co-Management (Case Study: Jajrood River in Latian watershed, Darbandsar village)** 6
F. Ebrahimi Azarkharan, M.Ghorbani, A. Salajegheh and M. Mohseni Saravi
- **Evaluation of interpolation Methods in Study of Bed Morphology of Rivers and Water Channels** 7
M. Rostami, A. Salajegheh, M. Saneie and M. Mahdavi

Technical Note:

- **Developing an Emperical Equation for the Determination of the Displacement in Gilan Province Estuaries** 8
M. Ebrahim Banihabib, M. Arabi and A. Arabi

مذکور در بررسی توزیع مکانی برف انباشته استفاده نموده‌اند. محاسبه شاخص بادپناهی نقاط واقع در سطح یک حوزه آبریز، بر اساس رابطه ارائه شده توسط وینسترال و همکاران [۱۳] صورت می‌گیرد. لیکن استفاده از رابطه مزبور مستلزم داشتن اطلاعات ارتفاعی و فاصله‌ای، در تعداد زیادی از نقاط و انجام مراحل متعددی است که دستیابی به پارامتر مزبور در نقاط مورد نظر را با دشواری و در شرایطی غیر ممکن می‌سازد [۱۱]. برای این منظور، داشتن الگوریتمی مشخص که طی آن بتوان از اطلاعات در دسترس و نیز کارایی‌های مختلف نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی^۷ و همچنین محاسباتی استفاده کرد، اجتناب‌ناپذیر است. سرعت، دقت و سهولت استفاده کاربر از الگوریتم محاسبه شاخص باد پناهی، از جمله ویژگی‌های آن بشمار می‌آیند. از طرفی بررسی‌ها در خصوص نحوه محاسبه و تعیین شاخص باد پناهی، حاکی از عدم دسترسی به یک فرایند معین در محاسبه شاخص بادپناهی نقاط دلخواه واقع در یک حوزه آبریز است. برای نمونه شریفی و همکاران [۱۰] بمنظور دستیابی به مقادیر شاخص بادپناهی ۲۵۸ نقطه مورد مطالعه خود در حوزه آبریز صمصامی واقع در سراب کارون شمالی، از تلفیق کارایی نرم افزار اکسل^۸ با نرم افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی شامل آرک اینفو^۹ و ایلویس^{۱۰}، استفاده نمودند. از آنجایی که در روش آنها بخشی از محاسبات بصورت دستی می‌بایست توسط کاربر صورت گیرد، لذا بعنوان الگوریتمی که برای هر نقطه دلخواه واقع در حوزه آبریز کاربرد داشته باشد، از قابلیت لازم برخوردار نبود. همچنین مطالعه منابع در دسترس، اطلاعاتی از نحوه فرایند تعیین شاخص بادپناهی بدست نمی‌دهد [۵، ۸ و ۹]. در مطالعه حاضر به منظور دستیابی به روشی معین که بتوان بواسطه آن شاخص بادپناهی را بعنوان یک کمیت فیزیکی در هر نقطه دلخواهی از یک حوزه آبریز برفگیر، بدست دهد، اقدام به ارائه الگوریتمی معین با کمک نرم‌افزارهای رایج در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و نیز محاسباتی شده است.

مواد و روش‌ها

تعریف شاخص بادپناهی

پخش شدن جریان هوا در پایین دست یک عارضه طبیعی، کاهش

الگوریتم محاسبه شاخص بادپناهی نقاط واقع در حوزه‌های آبریز برفگیر

محمدرضا شریفی^۱، سیامک فرخزاده^۲، جهانگیر پرهت^۳، علی محمد آخوندعلی^۴ و عبدالنبی عبد کلاهچی^۵

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۲۴

چکیده

باد در پدیده‌های مختلف هیدرولوژیکی نظیر توزیع مکانی برف انباشته، نقش بسزایی را ایفا می‌کند. به منظور مقایسه عملکرد باد در نقاط مختلف حوزه، از کمیتی تحت عنوان شاخص بادپناهی استفاده می‌شود که محاسبه آن بدلیل نیاز به اطلاعات مختلف، از صعوبت و دشواری‌های خاصی برخوردار است. به منظور دستیابی به روشی کاربردی برای تعیین شاخص بادپناهی، الگوریتمی ارائه گردید. نتایج نشان داد که الگوریتم ارائه شده، در مقایسه با روش مستقیم محاسبه شاخص بادپناهی، از سهولت استفاده برای کاربر و قابلیت کاربرد برای محاسبه شاخص بادپناهی کلیه نقاط دلخواه واقع در سطح حوزه برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: شاخص بادپناهی، الگوریتم، عمق برف، طول موثر

مقدمه

باد به عنوان پدیده‌ای طبیعی نقش بسزایی را در فرایندهای هیدرولوژیکی نظیر توزیع مکانی عمق برف انباشته، کیفیت و تراز سطح آب دریاچه‌ها، مخازن و رودخانه‌ها، ایفا می‌نماید. در جریان بررسی فرایندهای هیدرولوژیکی، بمنظور مقایسه تأثیر باد در نقاط واقع در حوزه آبریز مورد مطالعه، از کمیتی تحت عنوان شاخص بادپناهی^۶ استفاده می‌شود [۱۳] مولوچ و همکاران [۸ و ۹]، اریکسون و همکاران [۵]، شریفی و همکاران [۱۰] و لیتائور و همکاران [۷] از شاخص

۱- استادیار گروه عمران دانشگاه صنعتی جندی‌شاپور دزفول

۲- نویسنده مسئول و دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- مهندسی رودخانه دانشگاه صنعتی جندی‌شاپور دزفول com.yahoo@Farokhzad65_Siamak

۳- استادیار پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

۴- استاد دانشکده علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۵- استادیار پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

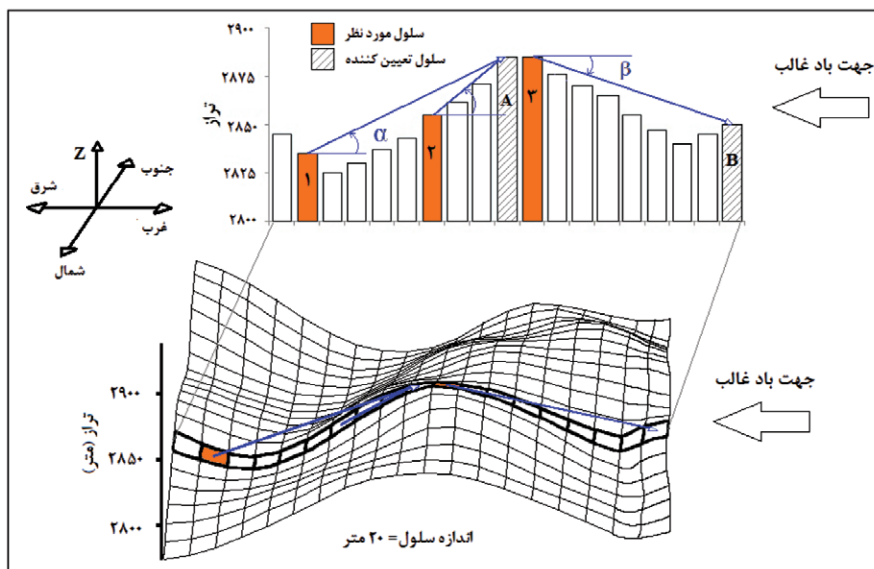
6- Wind shelter Index

7- GIS

8- Excel

9- ARC Info

10- ILWIS



شکل ۱- مقایسه وضعیت بادپناهی سه نقطه ۱، ۲ و ۳ واقع در یک امتداد معین با آزمون ۲۷۰ درجه و جهت غربی وزش باد (از راست به چپ شکل)

تعیین شاخص بادپناهی

به منظور دستیابی به مقدار شاخص بادپناهی یک نقطه واقع در حوزه آبریز مورد نظر، نیاز به داشتن برخی اطلاعات و نیز طی مراحل مختلفی به شرح ذیل می‌باشد.

- جهت باد غالب، امتدادهای موثر بر مقدار شاخص بادپناهی

نقاط و انتخاب فواصل حداکثر

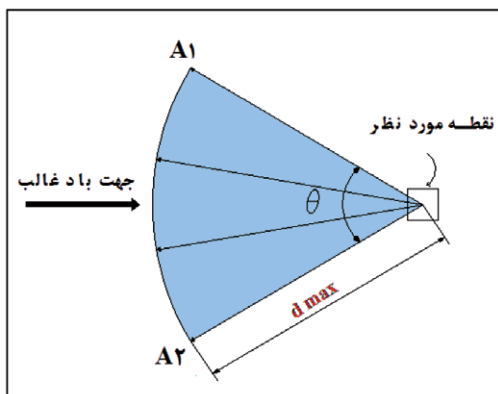
با توجه به مفهوم شاخص بادپناهی، مهم‌ترین عامل در تعیین شاخص مزبور تعیین جهت باد می‌باشد. برای این منظور غالباً از جهت باد غالب که از داده‌های بادسنجی ایستگاه هواشناسی واقع در منطقه بدست می‌آید، استفاده می‌شود [۱۲]. برای تعیین جهت باد غالب در محدوده اندازه‌گیری، از اطلاعات بادسنجی ایستگاه سینوپتیک شهرکرد واقع در نزدیکی محدوده، استفاده گردید [۱۱]. آمار بادسنجی و داده‌هایی که می‌بایست در این مرحله مورد استفاده قرار گیرد، عبارت است از دیده بانی سرعت و جهت باد روزانه و آمار ثبت شده حداکثر سرعت و جهت آن در طی ۲۴ ساعت ناشی از دستگاه ثبت. به ازای این دو سری اطلاعات دیده بانی و با استفاده از گلباد هشت جهته [۱] برای ایستگاه بادسنجی، دو جدول محاسبه می‌شود. از روی جدول محاسبه شده، جهت باد غالب محدوده مورد نظر، تعیین می‌گردد.

توجه به این نکته که باد غالب مربوط به کدام یک از ماه‌ها یا فصول سال می‌باشد، در تعیین جهت باد غالب ضروری است. بطوریکه انتخاب ماه یا فصل سال، بر اساس نوع کاربرد استفاده از وضعیت بادپناهی تعیین می‌شود. به عنوان نمونه در مواردی که موضوع تغییرات مکانی برف‌انباشته تحت تاثیر وزش باد مدنظر است، دوره بادسنجی، مربوط به فصول برفی، در مواقعی که احتمال جابجایی برف انباشته توسط باد وجود دارد، انتخاب می‌گردد [۱۳]. نظر به تغییرات احتمالی جهت وزش باد، معمولاً بازه‌ای از امتدادها

انرژی باد را در پی دارد بطوری که مناطقی با نیروی جنبشی کم، تشکیل می‌شود [۲، ۳ و ۶]. در سال‌های اخیر، بمنظور کمی نمودن تاثیرات عوارض زمین بر باد تلاش‌های بسیاری توسط محققین انجام گرفت که حاصل بخشی از آنها کمیتی تحت عنوان شاخص بادپناهی می‌باشد. نقاط مختلف واقع بر سطح زمین مقادیر انرژی باد را بطور متفاوت دریافت می‌کنند. تفاوت مزبور بدلیل موانع ناشی از ارتفاعات مقابل به باد می‌باشد. می‌توان گفت شاخص بادپناهی بطور کمی، انرژی تاثیر باد را در هر نقطه نشان می‌دهد که بر اساس ارتفاعات بالادست نقطه مزبور و در جهت باد غالب منطقه تعریف می‌شود [۱۳]. به بیان دیگر شاخص بادپناهی، معیاری است که بر اساس برهم کنش باد و وضعیت پستی و بلندی محدوده رو به باد که بادپناهی هر نقطه از سطح زمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد، ارائه شده است.

مفهوم بادپناهی، برگرفته از پدیده سایه‌اندازی نور خورشید روی سطح افق در اثر برخی ارتفاعات در مدل‌سازی تابش خورشیدی می‌باشد [۳]. اصولاً شاخص بادپناهی یک نقطه مبتنی بر شیب وزش باد بین نقطه مزبور و نقطه ای واقع در بالادست آن و در راستای وزش باد است که شیب مذکور شیب مقابل به باد یا شیب رو به باد^۱ نیز نامیده می‌شود [۹]. شکل (۱) وضعیت بادپناهی سه نقطه ۱، ۲ و ۳ را با جهت وزش باد غالب از راست به چپ، نشان می‌دهد. شایان ذکر است زوایای بالای خط افق، مثبت و پائین خط افق، منفی هستند. بر این اساس، شیب مقابل به باد نقطه ۱، مثبت بوده و ارتفاع موثر بر وضعیت بادپناهی آن، ارتفاع A می‌باشد. این در حالی است که، نقطه ۳ با شیب مقابل به باد منفی، در شرایط بادروبی قرار داشته و ارتفاع B ارتفاع موثر بر وضعیت بادپناهی نقطه ۳ به شمار می‌آید.

1- Upwind Slope



شکل ۲- محدوده بالادست نقطه و به سمت وزش باد محدوده قطاعی شکل با زاویه مرکزی θ و محدود به

آزیموت‌های A_1 و A_2

بمنظور دستیابی به مقدار شاخص بادپناهی یک نقطه وینسترال و همکاران [۱۳] از طریق رابطه (۲) اقدام به محاسبه شاخص بادپناهی نمودند.

$$\overline{Sx}_{d \max}(x_i, y_i) \Big|_{A_1}^{A_2} = \frac{1}{n_v} \sum_{A=A_1}^{A_2} Sx_{A, d \max}(x_i, y_i) \quad (2)$$

که در آن n_v تعداد امتدادهای تعریف شده در محدوده تأثیر واقع بین آزیموت‌های A_1 تا A_2 درجه و به شعاع $d_{\max}$ می‌باشد. بدین ترتیب برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری، با ازای فواصل حداکثر مختلف یک انتخابی شاخص بادپناهی بدست می‌آید. بر اساس نظر برخی از محققین، مقدار θ برابر ۶۰ درجه در نظر گرفته می‌شود [۱۳].

- طول موثر

همانگونه که ملاحظه گردید، به ازای هریک از طول‌های انتخابی $d_{\max}$ ، یک مقدار برای شاخص بادپناهی بدست می‌آید. از طرفی از میان طول‌های حداکثر برای کلیه نقاط محدوده، یک فاصله بعنوان طول موثر محدوده می‌بایست ارائه گردد [۱۳]، بطوریکه که شاخص بادپناهی نقاط واقع در محدوده مورد نظر، شاخص بادپناهی بدست آمده به ازای فاصله مزبور می‌باشد. روش ارائه شده برای تعیین طول موثر یک محدوده در مناطق برفی، عبارت از روش همبستگی شاخص بادپناهی با عمق برف نقاط متناظر می‌باشد. معیار مزبور مبتنی بر این واقعیت است که هر چه شاخص بادپناهی در نقطه‌ای بیشتر باشد، کمتر در معرض باد بوده و در نتیجه عمق برف آن نقطه بیشتر است. بدین ترتیب طولی که شاخص بادپناهی متناظر با آن، با مقادیر عمق برف انباشته نقاط، همبستگی بیشتری در مقایسه با سایر طول‌ها داشته باشد، به عنوان طول موثر محدوده مورد مطالعه، و شاخص بادپناهی متناظر با آن طول، به عنوان شاخص بادپناهی نقاط در نظر گرفته می‌شود [۱۳].

الگوریتم تعیین شاخص بادپناهی

با وجود سادگی روابط محاسبه شاخص بادپناهی نقاط، بدلیل

در تعیین شاخص بادپناهی نقاط تأثیر داده می‌شوند. بازه مزبور تحت عنوان محدوده تأثیر شامل آزیموت‌های A_1 تا A_2 به فاصله زاویه‌ای θ در شکل ۲ نمایش داده شده است.

زاویه مذکور به n زاویه مساوی تقسیم می‌شود بطوریکه تعداد $1+n$ امتداد در محدوده تأثیر برای تعیین شاخص بادپناهی نقطه مورد نظر وجود خواهد داشت. همانگونه که بعداً آورده شده، شاخص بادپناهی یک نقطه، میانگینی از شاخص بادپناهی هر یک از امتدادهای واقع در محدوده تأثیر می‌باشد.

یکی دیگر از مشخصات محدوده تأثیر که در شکل (۲) نشان داده شده است، عبارت از طول شعاع محدوده قطاعی می‌باشد. طول مزبور بیانگر فاصله ایست که طی آن تأثیر بادپناهی ارتفاعات واقع در آن، با استفاده از روابط بادپناهی مورد ارزیابی قرار گرفته و از بین هر یک از ارتفاعات، آنکه بیشترین بادپناهی را بر نقطه مورد نظر ایجاد می‌نماید، بعنوان شاخص بادپناهی آن نقطه بر امتدادی معین و در فاصله مذکور، در نظر گرفته می‌شود. با توجه به وضعیت توپوگرافی حوضه مورد مطالعه در این تحقیق و فواصل ارتفاعات موجود در محدوده تا حوضه مزبور و نیز توصیه‌های سایر محققین نظیر وینسترال و همکاران [۱۳]، مولوچ و همکاران [۸] و لیتائور و همکاران [۷]، مقدار $d_{\max}$ از ۶۰ متر برای ارتفاعات نزدیک به نقاط تا ۲۰۰۰ متر برای دورترین ارتفاعات موثر بر وضعیت بادپناهی نقاط، انتخاب گردید. بدین ترتیب فواصل ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر بعنوان طول شعاع محدوده تأثیر انتخاب شدند.

- محاسبه شاخص بادپناهی

شاخص بادپناهی یک نقطه واقع در حوزه آبریز مورد مطالعه از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود (وینسترال و همکاران، ۲۰۰۲).

$$S_{A, d \max}(x_i, y_i) = \max[\tan^{-1} \left[\frac{ELV(x_v, y_v) - ELV(x_i, y_i)}{[(x_v - y_v)^2 + (x_i - y_i)^2]^{0.5}} \right]] \quad (1)$$

که در آن S_x شاخص بادپناهی یا ماکزیمم شیب رو به باد (درجه)، A آزیموت امتداد مورد نظر که منطبق بر جهت وزش باد می‌باشد. $d_{\max}$ طول انتخاب شده در راستای رو به باد (متر)، ELV ارتفاع (متر)، x_i, y_i مختصات نقطه مورد نظر، x_v, y_v مختصات نقاط قرار گرفته در امتداد A و واقع بر طول $d_{\max}$ از نقطه مورد نظر می‌باشد. همانگونه ملاحظه می‌شود، شاخص بادپناهی یک نقطه، حداکثر نسبت اختلاف ارتفاع نقاط موثر بر بادپناهی به فاصله هر یک از آنها تا نقطه مورد نظر، می‌باشد. از اینرو، بدیهی است محاسبه شاخص بادپناهی یک نقطه، مستلزم بکارگیری مکرر رابطه (۱) بین نقطه مورد نظر و هر یک از نقاط واقع بر امتداد طول $d_{\max}$ است.

از آنجاییکه راستاهای مختلفی در محدوده تأثیر، به علت تغییرات احتمالی در جهت وزش باد، با فاصله زاویه‌ای یکسان ۵ درجه در نظر گرفته می‌شود و از طرفی به ازای هر یک از راستاهای مزبور یک مقدار برای شاخص بادپناهی از رابطه (۱) بدست می‌آید، لذا

ضرورت تکرار محاسبات از یکسو و بیشمار بودن یا تعدد نقاط مورد نظر از سوی دیگر، دستیابی به اطلاعات مورد نیاز محاسبات و اعمال در روابط شاخص بادپناهی برای نقاط مختلف، مستلزم تدوین روشی معین، تحت عنوان الگوریتم محاسبه، می‌باشد. چگونگی دستیابی به اطلاعات مورد نیاز در محاسبات شاخص بادپناهی، تعیین‌کننده نوع الگوریتم محاسبه شاخص مزبور می‌باشد. در زیر مراحل الگوریتم بکار رفته در تحقیق حاضر شرح داده شده است.

- رقومی کردن نقشه توپوگرافی محدوده مورد مطالعه

به منظور دستیابی به اطلاعات مورد نیاز در نقاط جغرافیایی دلخواه واقع در محدوده مورد مطالعه، نظیر مختصات، ارتفاع و فاصله نقاط، می‌بایست ابتدا نسبت به تهیه نقشه رقومی ارتفاع^۱ محدوده مورد مطالعه اقدام نمود. قابلیت وضوح^۲ یا به عبارت دیگر دقت نقشه رقومی، تحت تاثیر مقیاس نقشه توپوگرافی محدوده مورد مطالعه و حداقل اختلاف ارتفاعی بین خطوط تراز موجود در نقشه، بدست می‌آید. با توجه به فواصل ارتفاعات موثر بر وضعیت بادپناهی نقاط، رقومی کردن ارتفاعات تا فواصل ۲۰۰۰ متری از مرز محدوده مورد مطالعه، انجام گرفت.

- تعیین مختصات نقاط موثر بر شاخص بادپناهی

در این مرحله می‌بایست نسبت به تعیین مختصات جغرافیایی نقاط موثر بر مقدار شاخص بادپناهی هر یک از نقطه‌های اندازه‌گیری اقدام شود. برای این منظور با معلوم بودن مختصات نقطه‌ای که تعیین شاخص بادپناهی آنها مدنظر است و تعیین راستاهای محدوده تاثیر، با استفاده از روابط مثلثاتی می‌توان اقدام به محاسبه مختصات مزبور گردید. با توجه به میزان وضوح نقشه رقومی و زیاد بودن تعداد نقاط موثر بر وضعیت بادپناهی، با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب^۳ و نوشتن برنامه‌ای تحت عنوان برنامه مختصات قطاع این بخش از فرایند محاسبه شاخص بادپناهی انجام گرفت. خروجی برنامه مزبور شامل مختصات نقاط موثر بر شاخص بادپناهی هر یک از نقاط مورد نظر به صورت فایل متنی^۴ و بمنظور تعیین ارتفاع متناظر هر یک از نقاط، وارد سامانه ایلویس گردید. بدین ترتیب که با اجرای دستور تعیین ارتفاع در نرم‌افزار ایلویس، بر روی نقشه رقومی محدوده، مقادیر ارتفاعات نیز، بصورت فایل متنی در اختیار قرار گرفت.

- محاسبه شاخص بادپناهی به ازای فواصل حداکثر مختلف

محاسبه شاخص بادپناهی نقاط، بازای طول‌های مختلف قطاع تاثیر، به کمک برنامه‌نویسی در نرم‌افزار متلب و نوشتن برنامه‌ای تحت عنوان برنامه تکمیلی، انجام گرفت. در این برنامه با استفاده

از مقادیر ارتفاع و فاصله مختصات نقاط واقع بر راستاهای رو به باد متناظر با هر یک از نقاط اندازه‌گیری، ماتریسی با تعداد سطر و ستون، مطابق روابط (۳) تشکیل می‌گردد.

$$\begin{aligned} (3-الف) \quad m \times n &= \text{تعداد سطر} \\ (3-ب) \quad m &= \frac{\theta}{5} + 1 \end{aligned}$$

$$(3-ج) \quad \text{تعداد ستون} = 1 + \frac{d_{\max}}{20}$$

که در آن m تعداد راستاهای متناظر با هر یک نقطه اندازه‌گیری، n تعداد نقاط اندازه‌گیری، θ زاویه مرکزی محدوده تاثیر و $d_{\max}$ طول شعاع محدوده تاثیر بر حسب متر می‌باشد. بدین ترتیب تعداد سطرها، معادل تعداد راستاهای کلیه نقاط مورد نظر برای تعیین شاخص بادپناهی و تعداد ستون‌ها بیانگر تعداد فواصل انتخابی محدوده تاثیر برای هر یک از نقاط مورد مطالعه می‌باشد.

ماتریس مزبور بواسطه در اختیار گذاشتن ارتفاعات و فواصل مختلف و همچنین اعمال دستورات انتخاب مقادیر حداکثری و میانگین‌گیری، امکان استفاده از روابط (۱) و (۲) را که منجر به محاسبه شاخص بادپناهی هر یک از نقاط مورد مطالعه، بازای طول‌های مختلف شعاع تاثیر می‌شوند، فراهم می‌سازد.

- طول موثر محدوده مورد مطالعه

در این مرحله از الگوریتم، اقدام به تعیین طول موثر محدوده مورد مطالعه و شاخص بادپناهی متناظر با آن، بعنوان شاخص بادپناهی نقاط گردید.

همانطور که ذکر شد، معیار انتخاب شده برای تعیین طول موثر، استفاده از بررسی میزان همبستگی مقادیر شاخص بادپناهی متناظر طول‌های انتخابی بازای عمق برف انباشته در نقاط متناظر است. در این راستا برنامه‌ای جهت تعیین ضریب همبستگی R^2 برای هر یک از فواصل حداکثر انتخاب شده (۶۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر) در نرم‌افزار متلب نوشته شد. از آنجایی که همبستگی مزبور از نوع همبستگی مثبت (افزایش یک متغیر افزایش متغیر دیگر را در پی دارد و بالعکس) می‌باشد، فاصله‌ای که شاخص بادپناهی مبتنی بر آن، بیشترین مقدار ضریب همبستگی را با ضخامت برف دارد، بعنوان فاصله حداکثر متناسب با محدوده و شاخص بادپناهی مربوط به آن بعنوان شاخص بادپناهی محدوده در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به اینکه در مطالعه مزبور، تعیین طول موثر، با تحلیل همبستگی میان شاخص‌های بادپناهی بدست آمده برای نقاط به ازای $d_{\max}$ ‌های مختلف با مقادیر ضخامت برف صورت می‌گیرد، از اینرو، برای انتخاب طول موثر، نقطه‌ای که محاسبه شاخص بادپناهی آنها مدنظر می‌باشد، به اجبار نقطه‌ای برف‌گیر هستند. به همین دلیل از مقادیر عمق برف بدست آمده در تعدادی از نقاط مشاهده‌ای عملیات برف‌سنجی در مطالعه شریفی و همکاران [۱۰]، در حوزه آبریز صمصامی، استفاده گردید.

- 1- DEM
- 2- Resolution
- 3- MATLAB
- 4- TEXT

جدول ۱- مقادیر گلباد ایستگاه سینوپتیک شهرکرد، بر مبنای دیده بانی سرعت و جهت روزانه (در ساعت‌های ۶/۵ صبح، ۱۲/۵ ظهر و ۶/۵ غروب) مربوط به ماه‌های آذر، دی و بهمن ماه سال ۱۳۸۴

جهت	Calm	۰/۵۱-۱/۵۳ m/s	۱/۵۳-۳/۰۶ m/s	۳/۰۶-۵/۰۱ m/s	۵/۰۱-۸/۱۶ m/s	۸/۱۶-۱۰/۷۱ m/s	۱۰/۷۱-۱۳/۷۷ m/s	>۱۳/۷۷ m/s	جمع درصد
N		۰	۰/۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۵
NE		۰	۱/۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۶۶
E		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SE		۰	۰/۵۵	۱/۱۰	۰	۰	۰	۰	۱/۶۵
S	۶۱ درصد	۰	۲/۷۶	۱/۱۰	۳/۸۷	۰	۰	۰	۷/۷۳
SW		۰	۲/۲۱	۴/۴۲	۶/۰۸	۰/۵۵	۲/۲۱	۰	۱۵/۴۷
W		۰	۲/۷۶	۲/۷۶	۱/۱۰	۰	۰	۰	۶/۶۲
NW		۰	۴/۹۷	۰	۰/۵۵	۰	۰	۰	۵/۵۲

بادسنجی ایستگاه سینوپتیک شهرکرد در جداول (۱) و (۲) آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، آمار بادسنجی شامل دیده بانی‌های سه گانه سرعت و جهت روزانه و سری مقادیر حداکثر روزانه این دو کمیت می‌باشد. آمار بادسنجی در هر یک از دو جدول (۱) و (۲) بیانگر آن است که جهت باد غالب، جنوب غرب می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به جهت باد غالب (جنوب غرب)، آزمون شعاع مرکزی و آزمون‌های A_1 و A_2 در محدوده بالادست نقطه، به ترتیب ۲۲۵، ۱۹۵ و ۲۵۵ درجه می‌باشد.

اعتبار سنجی^۱ الگوریتم

بررسی صحت الگوریتم تعیین شاخص بادپناهی، از طریق انتخاب تصادفی تعدادی از نقاط مورد مطالعه و محاسبه شاخص بادپناهی آن‌ها با استفاده از بکارگیری مستقیم روابط (۱) و (۲)، مطابق مطالعه شریفی [۱۱]، انجام گرفت. برای این منظور شاخص بادپناهی نقاط انتخابی یک بار با استفاده از روش مستقیم و بار دیگر با استفاده از الگوریتم ارائه شده در تحقیق حاضر، تعیین و نتایج، با یکدیگر مقایسه گردید.

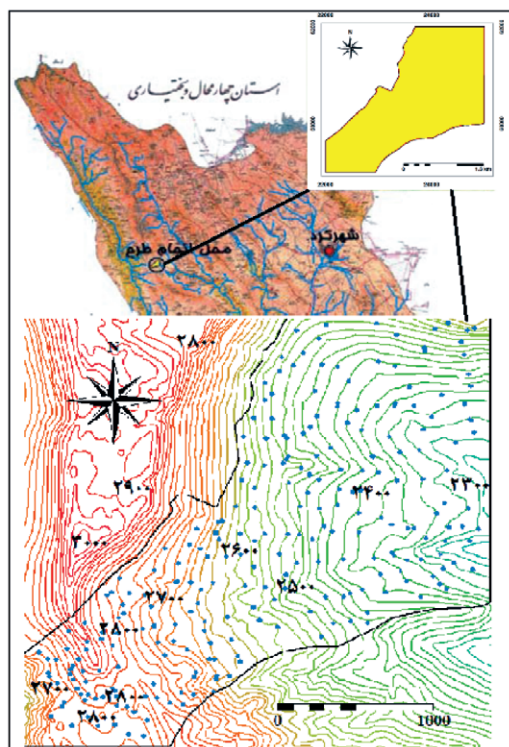
موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه

بمنظور اجرای الگوریتم ارائه شده برای تعیین شاخص بادپناهی در تحقیق حاضر، از ۲۵۸ نقطه برف‌سنجی شده توسط شریفی [۱۱] واقع در گردنه چری از بخش بازفت در ۶۵ کیلومتری جنوب غربی شهرکرد واقع در زیر حوضه دزداران از حوضه دواب صمصامی و از سرشاخه‌های کارون علیا استفاده گردید (شکل ۳). محدوده مورد مطالعه در حد فاصل طول‌های $50^{\circ}10'26''$ تا $50^{\circ}12'16''$ شرقی و عرض‌های $33^{\circ}11'31''$ تا $33^{\circ}9'53''$ شمالی قرار گرفته است. مساحت محدوده ۵/۲ کیلومترمربع بوده و فاقد هر گونه پوشش جنگلی می‌باشد. دامنه ارتفاعی محدوده از ۲۲۵۴ متر تا ۲۹۲۹ متر از سطح دریا با شیب‌هایی به مقدار ۰ تا $63/34^{\circ}$ درجه و میانگین $18/45^{\circ}$ درجه، تغییر می‌کند. امتداد بلندترین طول زیرحوضه مورد نظر، در راستای جنوب غربی- شمال شرقی است.

نتایج و بحث

تعیین جهت باد غالب

با توجه به اینکه کاربرد شاخص بادپناهی در مناطق برفی و در مسائل مربوط به جابجایی عمق برف انباشته می‌باشد، دوره بادسنجی از ایستگاه مزبور به سه ماه آذر، دی و بهمن محدود گردید. از نتایج

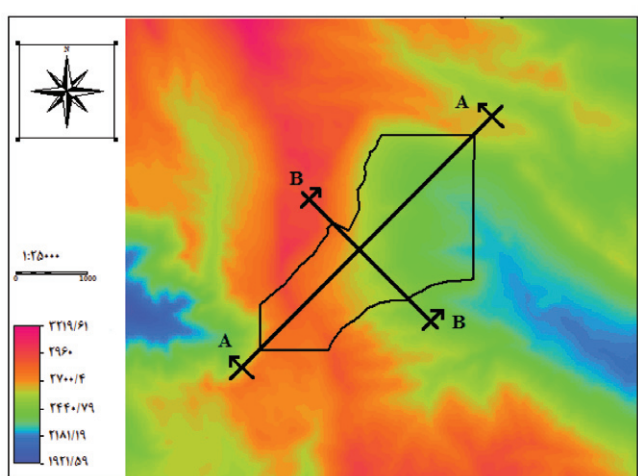


شکل ۳- موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه و نقاط برف‌سنجی شده برای محاسبه شاخص بادپناهی

1- Validation

جدول ۲- مقادیر گلباد ایستگاه سینوپتیک شهرکرد، بر مبنای آمار ثبت شده حداکثر سرعت و جهت آن در طی ۲۴ ساعت مربوط به ماه‌های آذر، دی و بهمن ۱۳۸۴

جهت	Calm	۰/۵۱-۱/۵۳ m/s	۱/۵۳-۳/۰۶ m/s	۳/۰۶-۵/۱ m/s	۵/۱-۸/۱۶ m/s	۸/۱۶-۱۰/۷۱ m/s	۱۰/۷۱-۱۳/۷۷ m/s	>۱۳/۷۷ m/s	جمع درصد
N		۰	۳/۳۳	۱/۶۷	۰	۰	۰	۰	۵
NE		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
E		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SE	۱۱/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S	درصد	۰	۰	۰	۳/۳۳	۱/۶۷	۰	۰	۵
SW		۰	۰	۳/۳۳	۱۵	۸/۳۳	۱۱/۶۷	۳/۳۳	۴۱/۶۶
W		۰	۱/۶۷	۶/۶۷	۵	۱/۶۷	۰	۱/۶۷	۱۶/۶۸
NW		۰	۶/۶۷	۱۳/۳۰	۰	۰	۰	۰	۱۹/۹۷



شکل ۴- مدل رقومی ارتفاع حوضه دوآب صمصامی با قابلیت وضوح ۲۰×۲۰ متر

شاخص بادپناهی نقاط با طول‌های مختلف را تأیید نماید. شایان ذکر است، با افزایش طول شعاع محدوده تأثیر، بادپناهی نقاط افزایش می‌یابد تا جایی که در فواصل بالای ۳۰۰ متر، نقاط بادروب مشاهده نمی‌شود لیکن نقاطی که از بادپناهی قابل ملاحظه‌ای برخوردار هستند، بیشتر می‌شوند. جدول (۳) مقادیر آماری شاخص بادپناهی واقع در محدوده مورد مطالعه را بازای طول‌های مختلف، در دو مقیاس نقطه‌ای (۲۵۸ نقطه) و سلولی نشان می‌دهد. نزدیک بودن مقادیر نقطه‌ای و سلولی حاکی از صحت نقشه توزیعی بدست آمده برای توزیع شاخص بادپناهی می‌باشد.

طول موثر محدوده

نتایج بررسی همبستگی بین مقادیر شاخص بادپناهی نقاط بازای طول‌های مختلف با عمق برف متناظر در آن نقاط در شکل (۸) نمایش داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد علیرغم مقادیر پائین ضریب تعیین، همبستگی معنی‌داری در سطح ۵ درصد، بین

مدل رقومی ارتفاع محدوده مورد مطالعه

با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی ایلویس و نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰، مدل رقومی ارتفاع محدوده مورد مطالعه و همچنین مناطق مجاور آن تا شعاع ۲ کیلومتری، مطابق شکل (۴) بدست آمد.

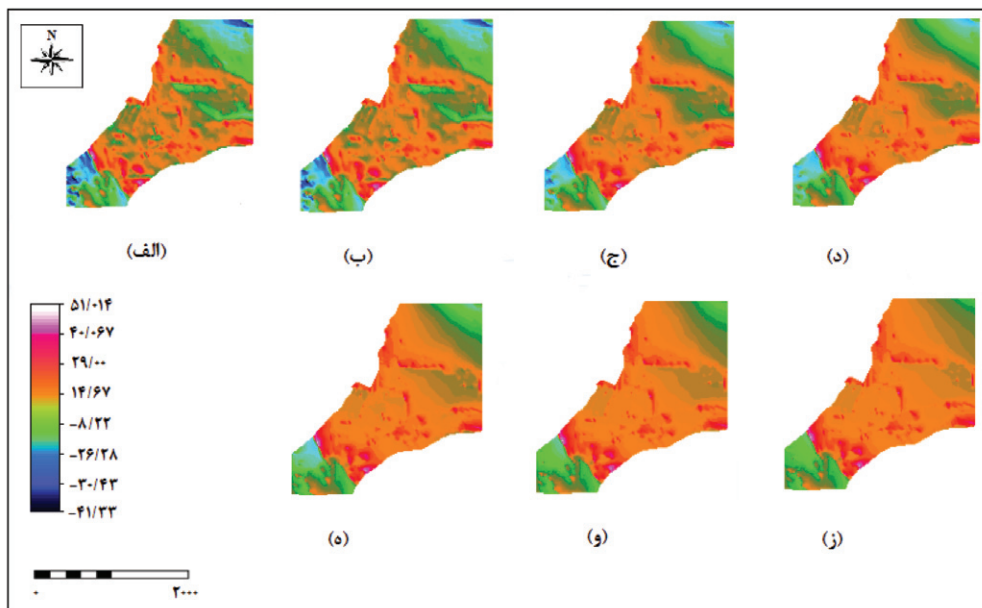
همانگونه که ملاحظه می‌شود دامنه ارتفاعی مدل رقومی بدست آمده از ۱۹۲۰ متر تا ۳۲۲۰ متر می‌باشد. این در حالی است که دامنه ارتفاعی واقع در محدوده برف سنجی شده ۲۲۵۲ تا ۲۹۴۰ متر (۶۸۸ متر اختلاف ارتفاع) با میانگین ۲۵۳۷ متر است که دامنه قابل توجهی را شامل می‌شود.

نتایج الگوریتم تعیین شاخص بادپناهی

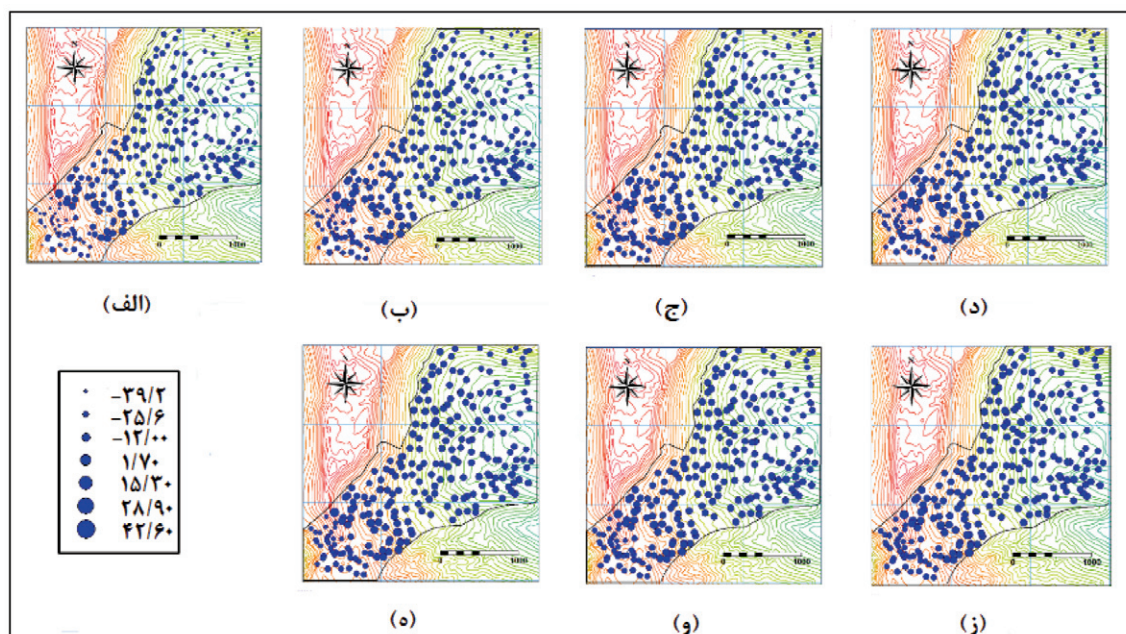
محاسبات شاخص بادپناهی در کلیه نقاط محدوده مورد مطالعه، با فواصل مختلف انجام گرفت. خروجی برنامه بصورت یک فایل متنی شامل ۳ ستون از اعداد بدست آمد. ستون اول و دوم به ترتیب طول و عرض جغرافیایی مختصات نقاط مورد مطالعه و ستون سوم مقدار شاخص بادپناهی هر یک از نقاط را نشان می‌دهد. شاخص مزبور با فاصله دلخواهی که توسط کاربر به عنوان ورودی، انتخاب می‌گردد، می‌باشد.

همانگونه که مشاهده می‌شود، اکثر نواحی محدوده مورد مطالعه از بادپناهی قابل ملاحظه‌ای برخوردارند. مقایسه نقشه‌های توزیعی مقادیر شاخص بادپناهی در شکل (۵) با نقشه‌های نقطه‌ای مقادیر شاخص بادپناهی ۲۵۸ نقطه در شکل (۶) صحت نقشه‌های توزیعی را نشان می‌دهد.

همچنین، همانگونه که در پروفیل A-A و B-B به ترتیب راس‌های جنوب غربی- شمال شرقی و جنوب شرقی- شمال غربی نشان داده شده است شکل (۷)، اکثر نقاط محدوده مورد مطالعه در نقاط گودتری نسبت به ارتفاعات مشرف به محدوده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این نکته می‌تواند، صحت مقادیر بدست آمده برای



شکل ۵- مقادیر شاخص بادپناهی در کلیه نقاط منطقه مورد مطالعه با فواصل حداکثر مختلف (الف) ۶۰ متر، (ب) ۱۰۰ متر، (ج) ۳۰۰ متر، (د) ۵۰۰ متر، (ه) ۱۰۰۰ متر، (و) ۱۵۰۰ متر و (ز) ۲۰۰۰ متر

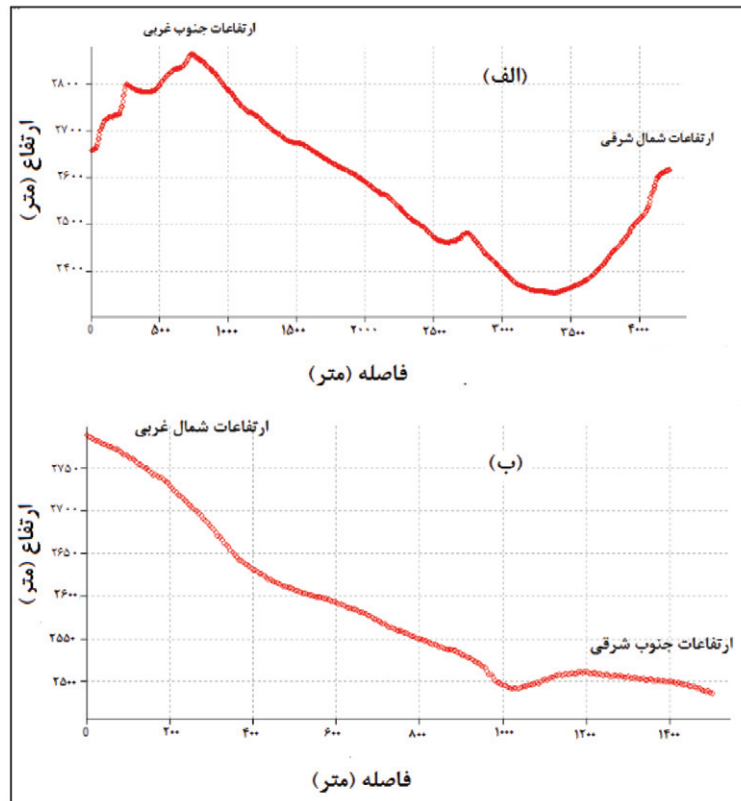


شکل ۶- مقادیر شاخص بادپناهی در کلیه نقاط منطقه مورد مطالعه با فواصل حداکثر مختلف (الف) ۶۰ متر، (ب) ۱۰۰ متر، (ج) ۳۰۰ متر، (د) ۵۰۰ متر، (ه) ۱۰۰۰ متر، (و) ۱۵۰۰ متر و (ز) ۲۰۰۰ متر

مولوچ و همکاران [۸] در حوضه توکوپا در رشته کوه‌های نوادا واقع در کالیفرنیا، فاصله ۱۰۰ متر و لیتاور و همکاران [۷] در حوضه نیوریج واقع در کلرادو، فاصله ۱۵۰ متری را بعنوان فاصله موثر محدوده معرفی نمودند. جدول (۴) مقادیر ضریب تعیین روابط همبستگی عمق برف با شاخص‌های بادپناهی را برای فواصل تاثیر مختلف نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که طول موثر بدست آمده (۱۰۰ متر)، فاصله ارتفاعاتی از نقاط محدوده می‌باشد که بیشترین تاثیر را بر توزیع مکانی برف انباشته دارد. لیکن در بررسی متغیرهایی نظیر توزیع توان

مقادیر ضخامت برف مشاهده شده با شاخص بادپناهی محاسبه شده، بدست آمد. مقادیر بدست آمده نشان می‌دهد، بیشترین همبستگی، بین عمق برف با شاخص بادپناهی متناظر با فاصله ۱۰۰ متری وجود دارد. به عبارت دیگر ارتفاعات واقع در شعاع بیش از ۱۰۰ متر از هر نقطه و به سمت وزش باد غالب (جنوب غرب)، تاثیر کمتری بر برف انباشته نقاط واقع در محدوده داشته‌اند. مطالعه منابع نشان می‌دهد، که در محدوده‌های مختلف مورد تحقیق، بنا به شرایط ناهمواری‌های موثر، فواصل موثر مختلفی بدست آمده است. برای نمونه وینسترال و مارکز [۱۴] در محدوده‌ای واقع در کلرادو، فاصله ۳۰۰ متر،



شکل ۷- (الف) پروفیل طولی امتداد جنوب غربی - شمال شرقی (A_A) و (ب) پروفیل طولی امتداد جنوب شرقی - شمال غربی (B_B) محدوده مورد مطالعه نشان داده شده در شکل (۶)

جدول ۳- آماره های توصیفی شاخص های بادپناهی در دو مقیاس نقطه ای و سلولی در محدوده مورد مطالعه

فاصله موثر (متر)	مقیاس	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	انحراف معیار
۶۰	سلولی	-۴۶/۶۸	۵۱/۰۱۴	۵/۹۴۲	۸/۴۲	۱۲/۷۳
	نقطه ای	-۳۹/۲۱۴	۴۲/۵۶۹	۴/۹۴۶	۷/۳۶	۱۳/۶۷
۱۰۰	سلولی	-۴۱/۳۳۲	۵۱/۰۱۴	۶/۷۲۴	۹/۱۹	۱۲/۳۹
	نقطه ای	-۳۷/۰۸۶	۴۲/۵۶۹	۵/۸۵۵	۸/۲۲	۱۳/۳۹
۳۰۰	سلولی	-۳۰/۶۵۵	۵۱/۰۱۴	۸/۹۳۳	۱۱/۴۶	۱۱/۳۶
	نقطه ای	-۲۶/۸۷۳	۴۲/۵۶۹	۸/۳۶	۱۰/۵۶	۱۲/۳۲
۵۰۰	سلولی	-۲۶/۳۲۶	۵۱/۰۱۴	۱۰/۱۶۷	۱۲/۵۸	۱۰/۵۱
	نقطه ای	-۲۲/۹۸	۴۲/۵۶۹	۹/۵۸۴	۱۱/۹۳	۱۱/۶۴
۱۰۰۰	سلولی	-۲۰/۴۲۸	۵۱/۰۱۴	۱۲/۰۹۱	۱۳/۹۲	۸/۷۷
	نقطه ای	-۱۸/۶۲	۴۲/۵۶۹	۱۱/۲۵۳	۱۳/۷۱	۱۰/۳۵
۱۵۰۰	سلولی	-۱۴/۲۵۶	۵۱/۰۱۴	۱۳/۰۰۴	۱۴/۴۳	۷/۶۳
	نقطه ای	-۱۲/۶۹۷	۴۲/۵۶۹	۱۲/۲۶۱	۱۴/۲۷	۹
۲۰۰۰	سلولی	-۱۱/۱۷۱	۵۱/۰۱۴	۱۳/۵۷	۱۴/۶۱	۷/۰۱
	نقطه ای	-۹/۴۰۸	۴۲/۵۶۹	۱۲/۸۴۵	۱۴/۳۵	۸/۳۹

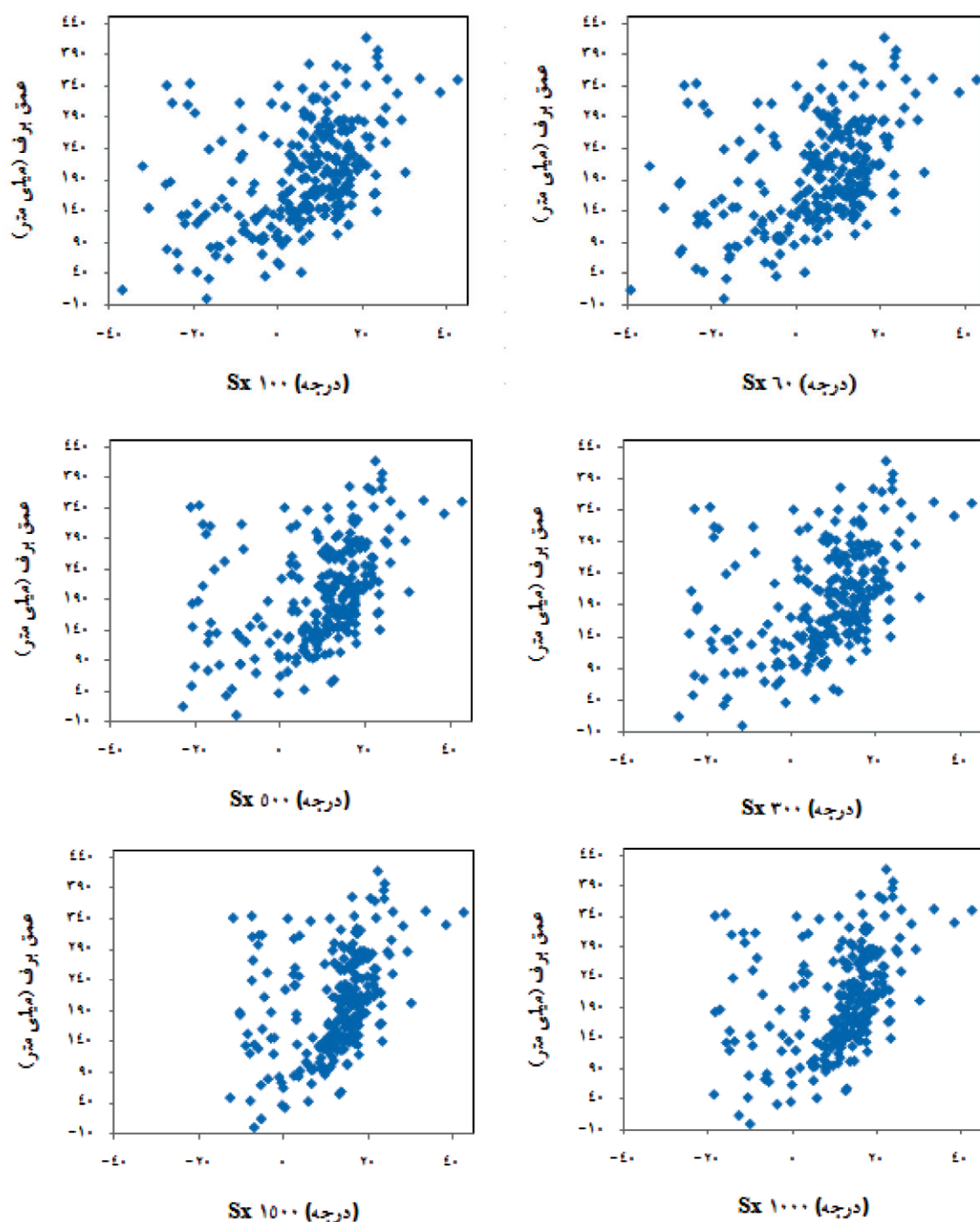
نتایج اعتبارسنجی

مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش دستی و الگوریتم ارائه شده در نقاط اعتبارسنجی نشان داد، مقادیر محاسبه شده از روش دستی با نتایج بدست آمده از الگوریتم ارائه شده در تحقیق حاضر مطابقت

باد و رطوبت سطحی، ممکن است فاصله موثر متفاوتی بدست آید. به عبارت دیگر فاصله موثر محدوده، به کاربرد شاخص بادپناهی در بررسی متغیر مورد نظر بستگی دارد.

جدول ۴- روابط همبستگی ضخامت برف با شاخص‌های بادپناهی به ازای حداکثر فواصل تأثیر مختلف

حداکثر فاصله تأثیر (متر)	۶۰	۱۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
ضریب تعیین R^2	۰/۱۸۸۷	۰/۱۹۲۶	۰/۱۸۳۱	۰/۱۶۵۵	۰/۱۴۱۸	۰/۱۴۵۵	۰/۱۲۷۶
سطح معنی داری (p)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱



شکل ۸- پراکنش ضخامت برف در مقابل شاخص‌های بادپناهی با فواصل حداکثر مختلف ۶۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ متر

Snow: Principles, Processes, Management and Use, edited by Gray and Male, pp. 338-359,

7- Litaor, M.I., Williams, M, and Seastedt, T.R, 2008. Topographic controls on snow distribution, soil moisture, and species diversity of herbaceous alpine vegetation, Niwot Ridge, Colorado, Journal of Geophysical Research, VOL. 113, G02008, doi: 10.1029/2007JG000419,

8- Molotch NP, Colee MT, Bales RC, Dozier J. 2005. Estimating the spatial distribution of snow water equivalent in an alpine basin using binary regression tree models: the impact of digital elevation and independent variable selection. Hydrological Processes 19 : 1459–1479.

9- Molotch NP, Roger .C.Bales, 2006. SNOTEL re presentativeness in the Rio Grande headwaters on the basis of physiographics and re motely sensed snow cover persistence. Hydrological Processes 20 , 723–739.

10- Sharifi M, Akhond Ali A, Porhemat J, Mohamadi J, 2007. Evaluation of two methods of linear correlation equation and the ordinary kriging in order to estimate the spatial distribution of snow depth in Samsami watershed basin. Iran-Watershed Management Science and Engineering Research Journal. No.1, Vol.1. (in Persian)

11- Sharifi, M. 2007. Study of spatial distribution Snow water equivalent using the combining methods. Ph.D., dissertation, Shahid Chamran university of Ahvaz. (in Persian)

12- Winstral, A., 1999. Implementation of digital terrain analysis to capture the effects of wind redistribution in spatial snow modeling. M.S. thesis, Earth Resources Dept., Colorado State University, 277pp

13- Winstral A, Elder K, Davis RE. 2002. Spatial snow modeling of wind-redistributed snow using terrain-based parameters. Journal of Hydrometeorology 3: 524–538.

14- Winstral, A. and Marks D. 2002. Simulation wind fields and snow redistribution using terrain-based parameters to model snow accumulation and melt over a semi-arid mountain catchment, Hydrological Processes, Vol. 16, 3585-3603.

نتیجه‌گیری

نظر به صعوبت در دستیابی و استخراج اطلاعات لازم برای محاسبه و تعیین شاخص بادپناهی نقاط مختلف واقع در حوزه آبریز، نیاز به طراحی و تدوین روشی معین برای انجام محاسبات مزبور ضروری بنظر می‌رسد. بر این اساس در پژوهش نسبت به ارائه الگوریتمی برای این منظور اقدام گردید. این الگوریتم برای کاربران این امکان را مهیا می‌سازد تا با در اختیار داشتن جهت باد غالب و وارد نمودن مختصات نقاط مورد نظر در غالب فایل متنی، اقدام به محاسبه شاخص بادپناهی و در نهایت تعیین آن برای نقاط مزبور نماید. استفاده از الگوریتم مزبور در مقایسه با روش مستقیم که توسط شریفی [۱۱] بکار رفته، از زمان محاسبه بسیار کمتری برخوردار است. از مزایای دیگر استفاده از این الگوریتم، توانایی محاسبه کلیه نقاط موجود در یک حوزه است بطوریکه با وارد کردن مقادیر نقطه‌ای بادپناهی به سامانه اطلاعات جغرافیایی، می‌توان نقشه توزیعی شاخص بادپناهی محدوده بازای فواصل انتخابی را ترسیم نمود. همچنین در ادامه الگوریتم مزبور برای تعیین شاخص بادپناهی محدوده از روش همبستگی شاخص مزبور با عمق برف [۱۳] استفاده گردید.

شایان ذکر است، استفاده از الگوریتم مزبور در مواردی که تعداد نقاط اندازه‌گیری از ۱۲۰۰ نقطه تجاوز کند، به دلیل عدم وجود فضای کافی در حافظه داخلی نرم‌افزار متلب، ماتریس‌های بسیار بزرگ نظیر ماتریس‌های طول و عرض قطاع نقاط، تفکیک شده و انتقال داده‌ها از متلب به ایلویس و بالعکس، در چندین نوبت (به تعداد فایل‌های تفکیک شده) توسط کاربر انجام می‌گیرد.

منابع

- 1- Alizadeh, A. 1999. Applied hydrology. Astan Ghods published. Edition 11s. (in Persian)
- 2- Barry, R. G. 1992. Mountain Weather and Climate. 2d ed. Rutledge, 402 pp.
- 3- Berg, N. 1986. Blowing snow at a Colorado alpine site: Measurements and implications. Arctic Alpine Research, Vol. 18, 147-161.
- 4- Dozier, J., Bruno, J. and Downey, P. 1981. A faster solution to the horizon problem. Comput. Geosci. Vol. 7, 145-151.
- 5- Erikson, T.A., Williams, M.W., and Winstral, A. 2005. Persistence of topographic controls on the spatial distribution of snow in rugged mountain, Colorado, United States, Water Resources Research, 41: 4. 1-17.
- 6- Kind, R. J. 1981. Snow drifting, in Handbook of

Abstract**Calculation Algorithm for Wind Shelter Index in Snowy Catchments**M. R. Sharifi¹, S. Farokhzadeh², J. Porhemat³, A. M. Akhond Ali⁴ and A. A. kolahchi⁵

Recived:2012.12.11 Accepted: 2014.01.14

The wind plays an important role in different hydrologic phenomenon such as spatial distribution of snow accumulation. In order to compare the function of the wind in different locations of the basin, a magnitude called wind shelter index is being used, which its calculation encounter special difficulties because of its need to various information. An algorithm has been presented in order to reach an efficient method to determine wind shelter index. The results showed that the presented algorithm can be used more easily by the users, and it is more qualified for calculating wind shelter index of all the optional locations placed on the surface of the basin, in comparison to the direct method of calculating wind shelter index.

Keywords: *wind shelter index, algorithm, snow depth, effective length.*

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Jondi Shapur Institute of Technology, Dezful

2- MS Student of Civil – River Engineering, Jondi Shapur Institute of Technology, Dezful. Siamak_Farokhzad65@yahoo.com

3- Assistant Professor, Soil Conservation of Watershed Management Resources Institute

4- Professor, Faculty of water sciences, Shahid Chamran university

5- Assistant Professor, Soil Conservation of Watershed Management Resources Institute