علوم و مهندسی آبیاری
جلد ۴۱، شماره‌ی۱، بهار ۹۷، ص. ۲۲۳-۲۱۱

الگوریتم انتخاب طول مؤثر بادپناهی به‌منظور بررسی وضعیت بادپناهی در سطح دریاچه سدها (مطالعه موردی : سطح دریاچه سد مخزنی دز)

زهرا شاهی[۱] و محمدرضا شریفی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه هیدرولوژی و منابع آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲*- نویسنده مسئول، استادیار گروه هیدرولوژی و منابع آب، دانشگاه شهید چمرن اهواز، msharifi@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۸

چکیده

باد به‌عنوان پدیده‌ای طبیعی، نقش به‌سزایی در بسیاری از فرایندهای هیدرولوژیکی ایفا می‌کند. کمیتی تحت عنوان شاخص بادپناهی قادر به بررسی تأثیر باد در حوزه‌های مختلف هیدرولوژی می‌باشد. محاسبه شاخص بادپناهی در نقاط جغرافیایی مختلف، مستلزم تعیین طول مؤثر در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. تعیین روش انتخاب طول مؤثر در مطالعات قبلی، بسته به نوع کاربرد شاخص بادپناهی، هر یک با محدودیتی مواجه است. به‌عنوان نمونه، در مناطق برفی که از روشی تحت عنوان همبستگی برای انتخاب طول مؤثر استفاده می‌گردد، لزوما نیاز به داشتن عمق برف در نقاط مورد مطالعه می‌باشد. همچنین، روشی موسوم به شیب میانگین بادپناهی، برای انتخاب طول مؤثر در شرایط غیر برفی با این محدودیت که، نقاط مورد مطالعه، لزوما در شرایط با بادپناهی قرار داشته باشند، مواجه است. در تحقیق حاضر، به‌منظور محاسبه شاخص بادپناهی در نقاط مختلف واقع بر سطوح افقی، نظیر دریاچه سد مخزنی دز، نسبت به ارائه روشی متفاوت و متناسب با نوع کاربرد شاخص بادپناهی، برای تعیین طول مؤثر اقدام گردیده است. برای این منظور، از روشی تحت عنوان تفاضل طول‌های حداکثر متوالی، اقدام به انتخاب طول مؤثر بادپناهی گردید. لذا نتیجه تحقیق ضمن تاکید بر ضرورت متناسب بودن روش انتخاب طول مؤثر با نوع کاربرد شاخص بادپناهی، شامل معرفی روشی جدید برای انتخاب طول مؤثر در شرایطی نظیر دریاچه سد مخزنی می‌باشد. طول مؤثر در محدوده دریاچه مورد مطالعه، برابر با ۱۰۰۰ متر به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: باد، سطح آزاد آب، شاخص بادپناهی، طول مؤثر بادپناهی، مخزن سد دز.

مقدمه

باد به‌عنوان یکی از عوامل طبیعی، نقش به‌سزایی در فرایندهای هیدورلوژیکی نظیر تبخیر آب از سطح مخازن (Daneshkar Arasteh, Tagrishi and Mir Lotfi, 2006)، تعیین مکان بهینه توربین‌های بادی (Chapman, 2000)، ترک خوردگی تاج سدها در اثر تولید امواج (Wang and Boles, 2006)، کیفیت آب دریاچه مخازن سدها (Abtew and Iricanin, 2008) و توزیع مکانی عمق برف در نواحی برفی (Sharifi et al., 2007) دارد. از طرفی نقاط جغرافیایی مختلف به‌دلیل وجود عوارض و ارتفاعات مقابل به باد، قادر به دریافت انرژی به میزان متفاوتی هستند (Winstral, Elder and Davis, 2002). در راستای کمی نمودن تأثیرات عوارض زمین بر باد، تلاش‌های متعددی توسط محققین در طول سال‌های مختلف صورت گرفته که حاصل بخشی از آن‌ها، کمیتی تحت عنوان شاخص بادپناهی است. شاخص بادپناهی، تأثیر انرژی باد در هر نقطه را، با توجه به ارتفاعات بالادست آن نقطه و در جهت باد غالب منطقه نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، شاخص بادپناهی یک نقطه، از تعیین شیب وزش باد که اصطلاحا شیب مقابل به باد نامیده می‌شود، بین نقطه مورد نظر و هر نقطه واقع در بالادست باد که روی دریافت انرژی باد تأثیر دارد، به‌دست می‌آید (Winstral, Elder and Davis, 2002).

در فرایند محاسبه شاخص بادپناهی به ازای نقاط واقع در یک محدوده مشخص، مقادیر شاخص بادپناهی به ازای هر یک از مجموعه نقاط مذکور در طول و راستاهای مختلف، محاسبه می‌گردند. لذا از میان این طول‌ها، طولی که شاخص بادپناهی متناظر با آن بیشترین مقدار بادپناهی را به خود اختصاص داده است به‌عنوان طول مؤثر معرفی می‌گردد. به عبارت دیگر، طول مؤثر بیان‌گر فاصله تخمینی ارتفاعاتی است که بررسی اثر آن‌ها روی وضعیت بادپناهی نقطه مورد نظر مؤثر بوده و در راستای جهت وزش باد به سوی نقطه مورد نظر می‌باشد. محققینی نظیر Winstral، Elder و Davis (2002)، Winstral و Marks (2002)، Erickson، Williams و Winstral (2005)، Molotch et al. (2005)، Molotch و Bales (2006)، Litaor، Williams و Seastedt (2008)، Sharifi et al. (2007)، Tabari et al. (2008) و Maroufi et al. (2010) به‌منظور تعیین طول مؤثر در مناطق برفی، به ناگزیر از همبستگی

مقادیر شاخص بادپناهی متناظر با طول انتخابی و عمق برف استفاده نمودند. به‌طوری‌که در تمامی تحقیقات مذکور طولی که شاخص بادپناهی مربوط به آن، با مقادیر عمق برف انباشته در همان نقاط، در مقایسه با سایر طول‌های انتخابی، از همبستگی بیشتری برخوردار باشد، به‌عنوان طول مؤثر محدوده مورد مطالعه معرفی و در نتیجه شاخص بادپناهی متناظر با آن طول، به‌عنوان شاخص بادپناهی نقاط معرفی گردیدند. Winstral, Marks و Gurney (2009) در بررسی روش‌های توزیع سرعت باد در حوزه آزمایشگاهی Reynolds Creek، با توجه به این نکته که هر چه شاخص بادپناهی در نقطه‌ای بیشتر باشد، سرعت باد در آن کمتر است و بالعکس، از طریق نصب شبکه‌ای از سنسورهای اندازه‌گیری سرعت باد (که نقاط مرجع نامیده شدند)، رابطه‌ای میان اختلاف مقادیر شاخص بادپناهی و اختلاف مقادیر سرعت باد ایجاد نمودند. آن‌ها پس از بررسی مدل‌های چند جمله‌ای درجه سوم، طولی را که مدل‌های مکعبی و نمایی، بهترین نتایج را نسبت به آن طول داشتند به‌عنوان طول مؤثر معرفی و شاخص بادپناهی در آن فاصله را به‌عنوان شاخص بادپناهی منطقه در پیش بینی سرعت باد معرفی نمودند. Farokhzadeh et al. (2014) نیز به‌منظور تعیین طول مؤثر در مناطق غیر برفی، معیاری را تحت عنوان شیب میانگین بادپناهی ارائه نمودند. آن‌ها با استفاده از بررسی همبستگی این معیار و مقادیر شاخص بادپناهی متناظر با هر یک از طول‌های انتخابی در نقاط مختلف، طول مؤثر در محدوده مطالعاتی را انتخاب کردند. بدین ترتیب که طول مؤثر بادپناهی محدوده عبارت است از طولی که به ازای آن همبستگی میان شیب میانگین بادپناهی و شاخص بادپناهی، بیشترین مقدار را دارا باشد. روش ارائه شده توسط Farokhzadeh et al. (2014) با محدودیت‌هایی مواجه بود. به این صورت که در این روش حتی الامکان می‌بایست نقاطی انتخاب گردند که در شرایط بادروبی قرار نداشته باشند. بدیهی است تحقق چنین شرایطی منوط به نحوه انتخاب نقاط جغرافیایی می‌باشد، لذا کاربرد چنین روشی در مناطق مسطح از جمله دریاچه سدها، به ندرت امکان پذیر است. از طرفی، همان‌گونه که ذکر شد بنا به ضرورت محاسبه شاخص بادپناهی در مناطق غیر برفی از یک سو و محدودیت کاربرد الگوریتم پیشنهادی Farokhzadeh et al. (2014) برای مناطق غیر برفی نظیر سطوح دریاچه‌ها از سوی دیگر، اتخاذ نوعی خاص از الگوریتم تعیین طول مؤثر شاخص بادپناهی، ضروری به نظر می‌رسد (Shahi, 2017). به عبارت دیگر پیش‌بینی می‌شود، با توجه به کاربردهای متفاوت شاخص بادپناهی در موارد مختلفی نظیر برف و تبخیر و تعرق، ارائه الگوریتمی برای انتخاب طول مؤثر بادپناهی، متناسب با نوع کاربرد مورد مطالعه، اجتناب ناپذیر می‌باشد. از این رو در تحقیق حاضر ضمن بررسی ضرورت مزبور نسبت به ارائه روشی برای انتخاب طول مؤثر بادپناهی اقدام گردید.

مواد و روش‌ها

انتخاب محدوده مطالعاتی

سد دز دارای دریاچه‌ای با مساحت تقریبی ۲۶ کیلومتر مربع و ظرفیت ۳/۳ میلیارد متر مکعب آب، واقع بین طول جغرافیایی "۵۱ '۱۸ °۴۸ تا "۲۰ '۳۰ °۴۸ شرقی و عرض "۴۵ '۳۵ °۳۲ تا "۳۸ '۴۳ °۳۲ شمالی می‌باشد. در تحقیق حاضر، به‌منظور بررسی میزان بادپناهی نقاط مختلف واقع در سطح دریاچه این سد، نقشه رقومی ارتفاع (DEM) مربوط به حوضه مورد مطالعه از سازمان نقشه برداری منطقه جنوب غرب کشور واقع در استان خوزستان تهیه گردید. موقعیت محدوده مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.

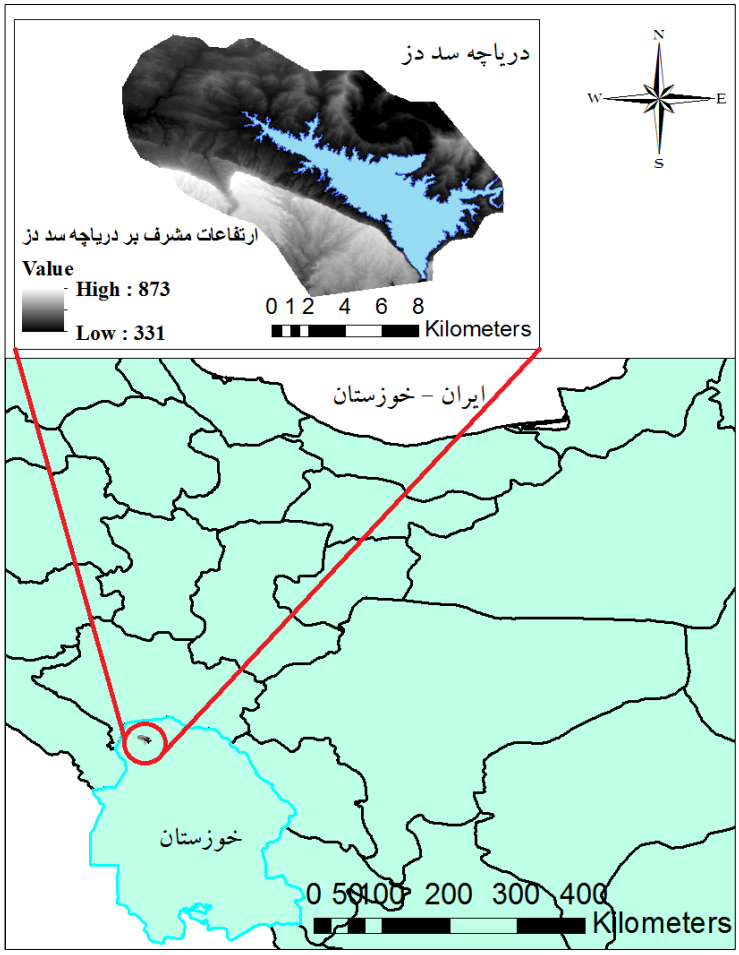
انتخاب بازه زمانی مطالعاتی

به‌منظور بررسی تأثیر تغییرات تراز سطح آب بر وضعیت بادپناهی سطح دریاچه مورد مطالعه، نیاز به تکرار محاسبات شاخص بادپناهی در زمان‌های مختلف می‌باشد. از طرفی با توجه به کاربرد ناشی از ارزیابی وضعیت بادپناهی در سطح دریاچه مورد مطالعه و تأثیر آن بر میزان تبخیر، چهار ماه خرداد، تیر، مرداد و شهریور به‌عنوان ماه‌های گرم سال که تبخیر در آن‌ها زیاد می‌باشد، به‌عنوان گام‌های زمانی مورد مطالعه انتخاب گردیدند. به‌طوری‌که محاسبات مربوط به شاخص بادپناهی که در ادامه آورده خواهند شد، به تفکیک در هر یک از این ماه‌ها صورت گرفت. لذا با توجه به تفکیک محاسبات در هر ماه و نیز وجود سال‌های آماری برای هر ماه، اقدام به تعیین میانگین تراز ماهانه دریاچه طی دوره آماری ۱۳۹۵-۱۳۹۰ برای هر یک از ماه‌ها گردید.

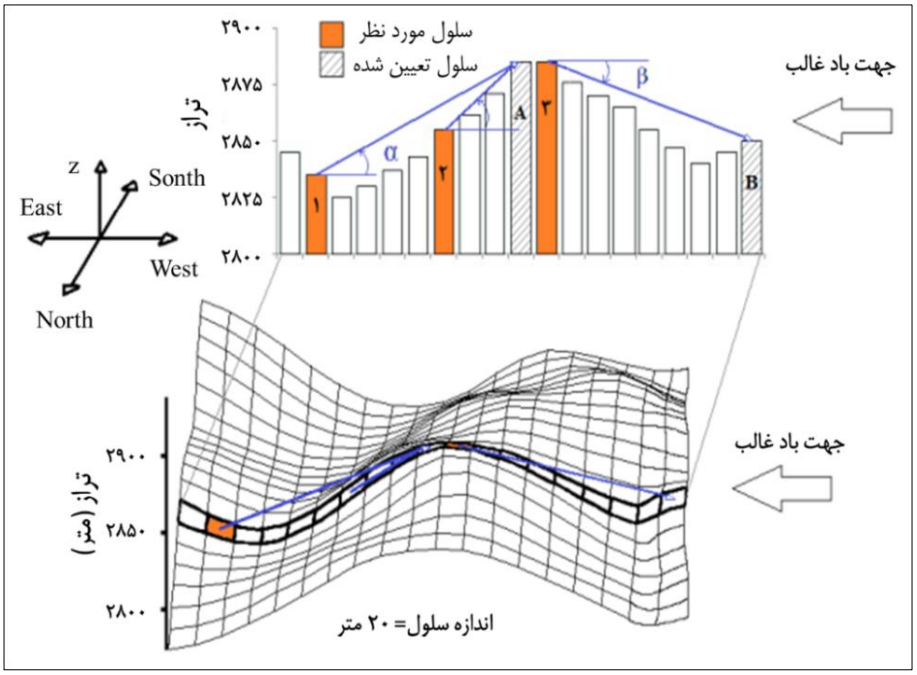
تعریف شاخص بادپناهی

شکل (۲) ضمن نمایش مفهوم بادپناهی، وضعیت بادپناهی سه نقطه ۱، ۲ و ۳ را در شرایطی که جهت باد غالب از سمت راست به چپ شکل می‌باشد، نشان می‌دهد. در شکل مزبور زوایای تشکیل شده با خط افق شیب مقابل به باد نامیده می‌شوند. همچنین زوایای واقع در بالای خط افق، مثبت و در پایین خط افق، منفی می‌باشند. بنابراین در نقاط ۱ و ۲ شیب مقابل به باد مثبت بوده و ارتفاع مؤثر بر وضعیت بادپناهی در آن‌ها، ارتفاع A می‌باشد. در حالی که در نقطه ۳، شیب مقابل به باد منفی بوده و ارتفاع مؤثر بر وضعیت بادپناهی در آن، ارتفاع B می‌باشد. از این رو نقاط ۱ و ۲ جزو نقاط بادپناه و نقطه ۳ جزو نقاط بادروب محسوب می‌گردند.

علوم و مهندسی آبیاری (مجله ی علمی- پژوهشی)، جلد ۴۱، شماره‌ی ۱ بهار ۹۷



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل ۲- نمایش شماتیک وضعیت بادپناهی دو نقطه ۱، ۲ و ۳ واقع در امتداد پروفیل طولی از یک توپوگرافی فرضی

الگوریتم محاسبه شاخص بادپناهی

محاسبه شاخص بادپناهی نقاط مختلف واقع بر سطح دریاچه، شامل انجام مراحل ذیل می‌باشد.

ایجاد شبکه نقاط

با توجه به هدف تحقیق، مبنی بر بررسی وضعیت بادپناهی در سطح دریاچه سد دز، انتخاب نقاطی در سطح دریاچه به‌منظور محاسبه شاخص بادپناهی در آن نقاط الزامی می‌باشد. از این رو، پس از تهیه نقشه‌های رقومی ارتفاع محدوده دریاچه سد دز و ارتفاعات مشرف بر آن، با کمک نرم افزارARC GIS، شبکه نقطه‌ای ۳۰×۳۰ (متر) شامل ۲۸۳۲۱ نقطه، روی سطح دریاچه ایجاد گردید.

تعیین جهت باد غالب منطقه

با توجه به ضرورت تعیین جهت باد غالب در محاسبات مربوط به شاخص بادپناهی در منطقه مورد مطالعه (Winstral, Elder and Davis, 2002)، در تحقیق حاضر، جهت باد غالب از طریق ترسیم گلبادهای مربوط به چهار ماه خرداد، تیر، مرداد و شهریور، با استفاده از آمار ساعتی سمت و سرعت باد به ازای طول دوره آماری ۱۳۹۵-۱۳۸۴ در دو ایستگاه سینوپتیک حسینیه اندیمشک و صفی‌آباد دزفول که به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی به محل سد دز شناخته می‌شوند، میسر گردید. لازم به ذکر است، گلبادهای مذکور با کمک نرم افزار WRPLOT view به‌دست آمدند.

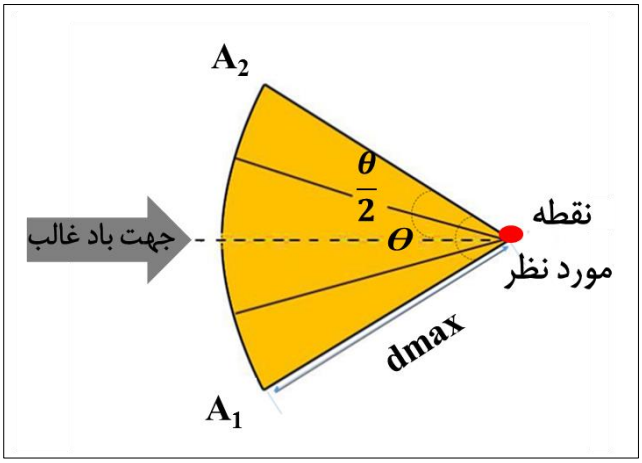
محاسبه شاخص بادپناهی

به‌منظور محاسبه شاخص بادپناهی در هر نقطه دلخواه، مطابق با شکل (۳)، محدوده‌ای تحت عنوان قطاع یا محدوده تأثیر با آزیموت‌های A_1 تا A_2 به فاصله زاویه‌ای Θ درجه به‌منظور در نظر گرفتن تغییرات احتمالی جهت باد غالب منطقه در نظر گرفته می‌شود. زاویه مرکزی محدوده تأثیر به n زاویه مساوی تقسیم گشته و تعداد n+1 امتداد امتداد را به وجود می‌آورد. به توصیه Winstral، Elder و Davis (2002)، $\Theta=60^{o}$ و قطاع تأثیر به ۱۳ راستا با فاصله زاویه‌ای ۵ درجه تقسیم گردید. در شکل (۳)، پارامتر dmax طول حداکثر شعاع محدوده تأثیر نام دارد. طول مزبور عبارت است از فاصله‌ای که تأثیر ارتفاعات واقع در قطاع تأثیر، بر بادپناهی نقطه مورد نظر، صرفاً در آن راستا بررسی می‌گردد.

به‌منظور محاسبه شاخص بادپناهی در نقاط واقع بر سطح دریاچه، مقادیر شاخص در کلیه نقاط، به ازای dmax های ۵۰ متری تا ۵۰۰۰ متر، در هر کدام از راستاها، با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$Sx_{A,dmax}(x_i,y_i)=\max\left[\tan^{-1}\left(\frac{ELV(x_v,y_v)-ELV(x_i,y_i)}{[(x_v-y_v)^2+(x_i-y_i)^2]^{\frac{0}{5}}}\right)\right] \quad (۱)$$

که در Sx حداکثر شیب رو به باد (بر حسب درجه)، A آزیموت امتداد در نظر گرفته شده به‌منظور محاسبه Sx که در واقع همان راستای وزش باد است، dmax حداکثر طول انتخاب شده در راستای رو به باد (بر حسب متر)، ELV ارتفاع (برحسب متر)، (x_i,y_i) مختصات نقطه مورد نظر (برحسب UTM)، (x_v,y_v) مختصات نقاط قرار گرفته در امتداد A و تا حداکثر فاصله dmax از نقطه مورد نظر می‌باشد (Winstral, Elder and Davis, 2002).



شکل ۳- محدوده بالادست نقطه و به سمت وزش باد. محدوده قطاعی شکل با زاویه مرکزی Θ و محدود به آزیموت‌های A_1 و A_2

شایان ذکر است، ارتفاع نقاط مورد بررسی همان متوسط تراز سطح آب می‌باشد. از این رو، با توجه به تفکیک محاسبات به چهار بخش خرداد تا شهریور، در رابطه (۱) از متوسط تراز آب در هر یک از این ماه‌ها، به‌عنوان ارتفاع نقاط مورد بررسی استفاده گردید.

به‌دلیل تعدد مقادیر محاسبه شده برای شاخص بادپناهی در هر نقطه، به ازای فواصل و راستاهای مختلف، در فرآیند محاسبه شاخص بادپناهی، از میان dmax های مورد بررسی، تعدادی را که به خوبی قادر به نمایش وضعیت بادپناهی در نقاط دور و نزدیک نسبت به ارتفاعات مشرف بر سطح مورد مطالعه و در راستای مقابل به جهت باد غالب منطقه می‌باشند، انتخاب و با استفاده از رابطه (۲)، متوسط بادپناهی در هر یک از نقاط، به ازای dmax های انتخابی محاسبه می‌گردد (Winstral, Elder and Davis, 2002). پس از بررسی وضعیت دور و نزدیکی نقاط سطح دریاچه، نسبت به ارتفاعات مشرف بر آن، مقادیر متوسط بادپناهی با استفاده از رابطه مذکور، در هر نقطه، به ازای فواصل ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری محاسبه گردیدند.

$$\overline{Sx}_{dmax}(x_i, y_i)\Big|_{A_1}^{A_2} = \frac{1}{n_v}\sum_{A=A_1}^{A_2} Sx_{A,dmax}(x_i, y_i) \quad (۲)$$

که در آن n_v تعداد امتدادهای تعریف شده در محدوده تأثیر واقع بین آزیموت‌های A_1 تا A_2 درجه و به شعاع dmax می‌باشد. لازم به ذکر است، در تحقیق حاضر n_y=۱۳ می‌باشد.

تعیین طول مؤثر

پس از محاسبه مقادیر بادپناهی هر نقطه به ازای dmax های انتخابی، به‌منظور تعیین یک مقدار مشخص برای شاخص بادپناهی هر یک از نقاط مورد بررسی، از میان dmax های مذکور، طولی که دارای بیشترین تأثیر بر وضعیت بادپناهی نقاط است، تعیین می‌گردد. طول مذکور طول مؤثر نام دارد و مقادیر بادپناهی به ازای آن طول بیشتر از مقادیر بادپناهی نسبت به سایر طول‌ها می‌باشند (Winstral, Elder and Davis, 2002). با توجه به عدم کاربرد پارامتر ارائه شده توسط Farokhzadeh et al. (2014) در سطوح مسطح، نظیر سطح دریاچه‌ها (Shahi, 2017)، در تحقیق حاضر، به‌منظور انتخاب طول مؤثر، نسبت به تعیین اختلاف شاخص بادپناهی متناظر با هر یک از دو طول متوالی، اقدام گردید. به‌طوری‌که، پس از محاسبه مقادیر Sx_{100m}-Sx_{50m}، Sx_{200m}-Sx_{100m}، Sx_{300m}-Sx_{200m}، Sx_{500m}-Sx_{300m}، Sx_{1000m}-Sx_{500m}، Sx_{1500m}-Sx_{1000m}، Sx_{2000m}-Sx_{1500m}، Sx_{3000m}-Sx_{2000m}، Sx_{4000m}-Sx_{3000m} و Sx_{5000m}-Sx_{4000m} به ازای تمامی نقاط مورد بررسی، از طریق میانگین‌گیری از هر یک از مقادیر فوق در تمامی نقاط، نسبت به بررسی روند تغییرات این اختلافات اقدام گردید. بدیهی است که با توجه به مسطح بودن سطح مورد مطالعه، در هر یک از نقاط، مقادیر بادپناهی به ازای طول‌های متوالی، نباید دارای اختلاف قابل توجهی نسبت به هم باشند. بنابراین، مشاهده اختلاف قابل توجه مقادیر بادپناهی در هر یک از طول‌ها، نسبت به طول قبل از خود، بیانگر این نکته است که در فاصله مزبور ارتفاعی وجود دارد که تأثیر آن بر میزان بادپناهی نقاط بیشتر از سایر طول‌ها است. از این رو می‌توان طول مزبور را به‌عنوان طول مؤثر که دارای بیشترین تأثیر بر بادپناهی نقاط می‌باشد، انتخاب نمود. لازم به ذکر است، روش ارائه شده در این تحقیق که به‌منظور تعیین طول مؤثر استفاده گردید، تفاضل طول‌های حداکثر متوالی نام گرفت.

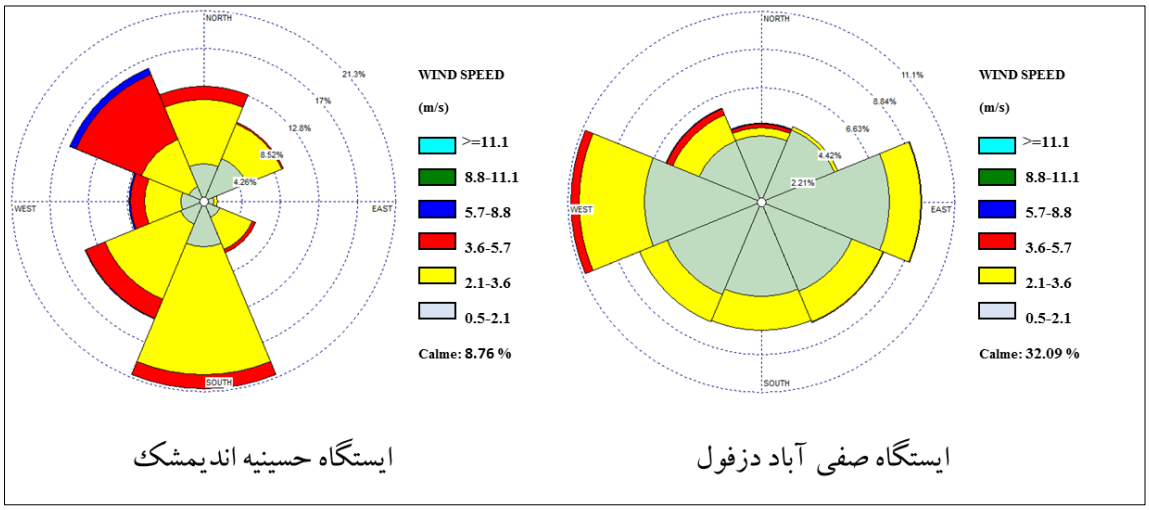
انتخاب مقادیر مؤثر شاخص بادپناهی نقاط

پس از تعیین طول مؤثر، مقادیر شاخص بادپناهی به ازای سایر طول‌های انتخابی حذف شده و صرفاً مقادیر شاخص بادپناهی به ازای طول مؤثر تعیین شده، به‌عنوان مقادیر بادپناهی در نقاط مورد بررسی در نظر گرفته می‌شوند. از این رو، پس از تعیین طول مؤثر به روش مذکور، مقادیر نهایی بادپناهی در نقاط واقع بر سطح دریاچه تعیین گردیدند.

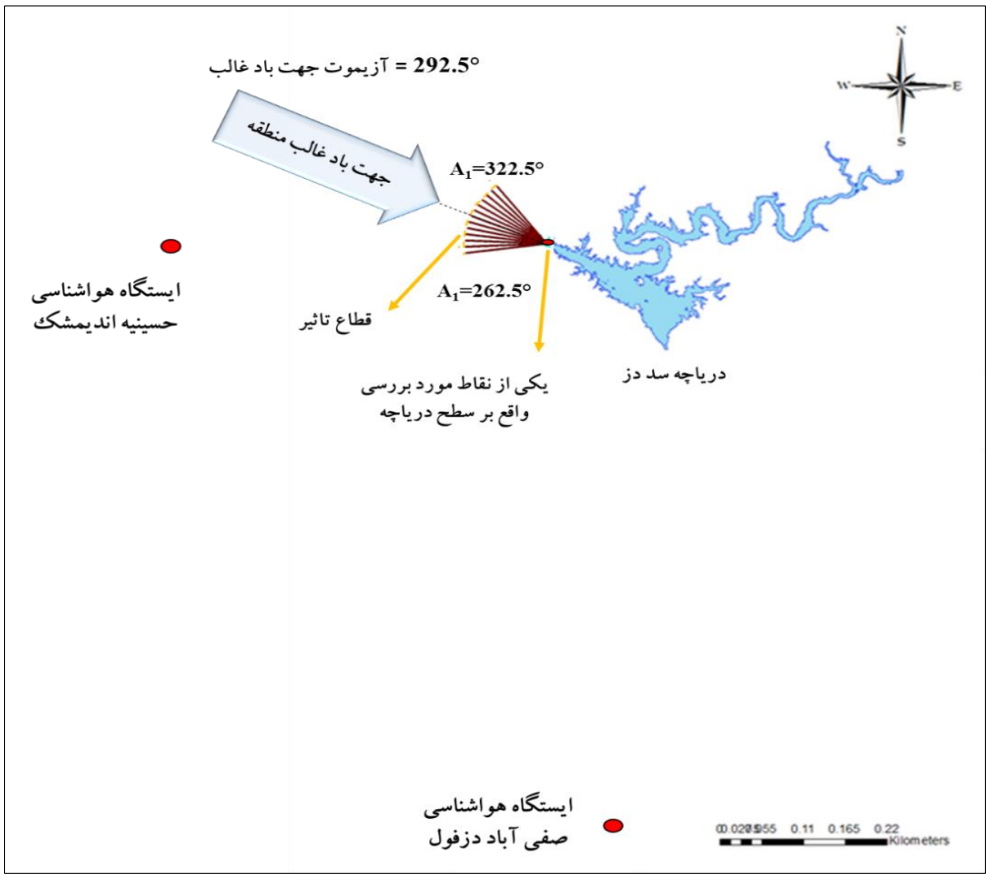
نتایج و بحث

جهت باد غالب و قطاع تأثیر

پس از ترسیم گلبادهای ماهانه در دو ایستگاه صفی آباد دزفول و حسینیه اندیمشک، مشاهده گردید که جهت باد غالب در هر چهار ماه خرداد، تیر، مرداد و شهریور تغییر نمی‌کند. از این رو در شکل (۴) به‌عنوان نمونه، گلبادهای ماه شهریور مربوط به دو ایستگاه مذکور آورده شده‌اند. در ایستگاه صفی آباد دزفول مشاهده می‌گردد که بیشترین فراوانی وزش و سرعت در راستای غرب به شرق اتفاق می‌افتد. از این رو آزیموت جهت باد غالب در این ایستگاه ۲۷۰ درجه می‌باشد. در ایستگاه حسینیه اندیمشک نیز، مشاهده می‌گردد که جهت جنوب بیشترین فراوانی وزش را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که بیشترین فراوانی سرعت از سمت شمال غرب می‌باشد. بنابراین از آن جایی که در تحقیق حاضر، هدف از محاسبه شاخص بادپناهی در سطح دریاچه سد دز بررسی وضعیت بادپناهی و در نتیجه تأثیر باد بر میزان تبخیر می‌باشد، به‌دلیل تأثیر بیشتر بادهایی با سرعت بیشتر بر میزان تبخیر از سطوح آزاد آب، در این ایستگاه جهت باد غالب از سمت شمال غرب و آزیموت متناظر با آن یعنی ۳۱۵ درجه تعیین گردید. در نهایت برای محاسبات شاخص بادپناهی، از میانگین آزیموت دو ایستگاه یعنی ۲۹۲/۵ درجه استفاده گردید. در شکل (۵) موقعیت دو ایستگاه مورد مطالعه نشان داده شده است. در این تصویر، همچنین قطاع تأثیر مربوط به یکی از نقاط شبکه، ترسیم گردیده است. ملاحظه می‌گردد که راستای جهت باد غالب منطقه با آزیموت ۲۹۲/۵ درجه، از مرکز قطاع تأثیر که بین آزیموت‌های ۲۶۲/۵ تا ۳۲۲/۵ درجه واقع شده است، عبور کرده است.



شکل ٤- گلبادهای ماه شهریور در دو ایستگاه سینوپتیک صفی آباد دزفول و حسینیه اندیمشک



شکل ٥- موقعیت ایستگاه های بادسنجی نسبت به محل سد دز و قطاع تأثیر واقع بر یکی از نقاط شبکه

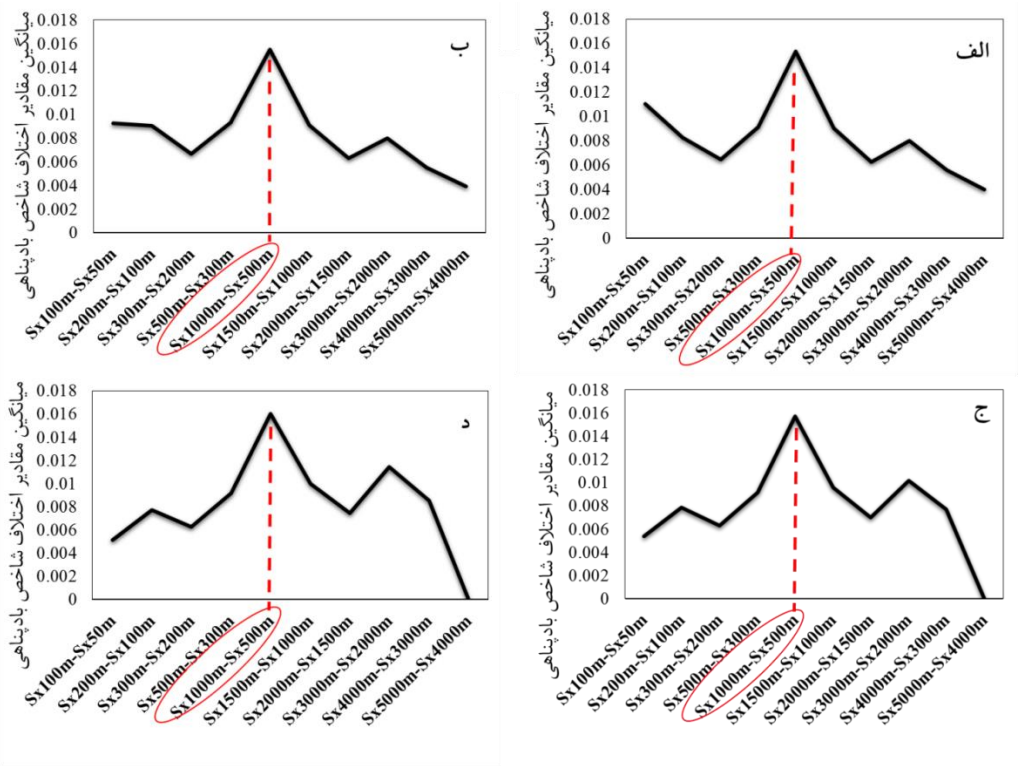
متوسط تراز سطح آب

در جدول (۱) متوسط سالانه تراز آب در ماه‌های مورد مطالعه، آورده شده است. با توجه به این نکته که بررسی بادپناهی در نقاط مختلف سطح دریاچه مد نظر می‌باشد، بنابراین در هر ماه، متوسط تراز آب، به‌عنوان ارتفاع نقاط مورد بررسی در نظر گرفته می‌شود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، از میان ماه‌های مورد مطالعه، ماه خرداد با تراز ۳۴۵/۵ متر و ماه شهریور با تراز ۳۳۱ متر به ترتیب بیشترین و کمترین تراز را به خود اختصاص داده‌اند.

علوم و مهندسی آبیاری (مجله ی علمی- پژوهشی)، جلد ۴۱، شماره‌ی۱ بهار ۹۷

جدول ۱- متوسط تراز سطح آب در هر یک از ماه‌های مورد مطالعه

ماه	متوسط تراز سطح آب (متر)
خرداد	۳۴۵/۵
تیر	۳۴۳/۵
مرداد	۳۳۸/۵
شهریور	۳۳۱



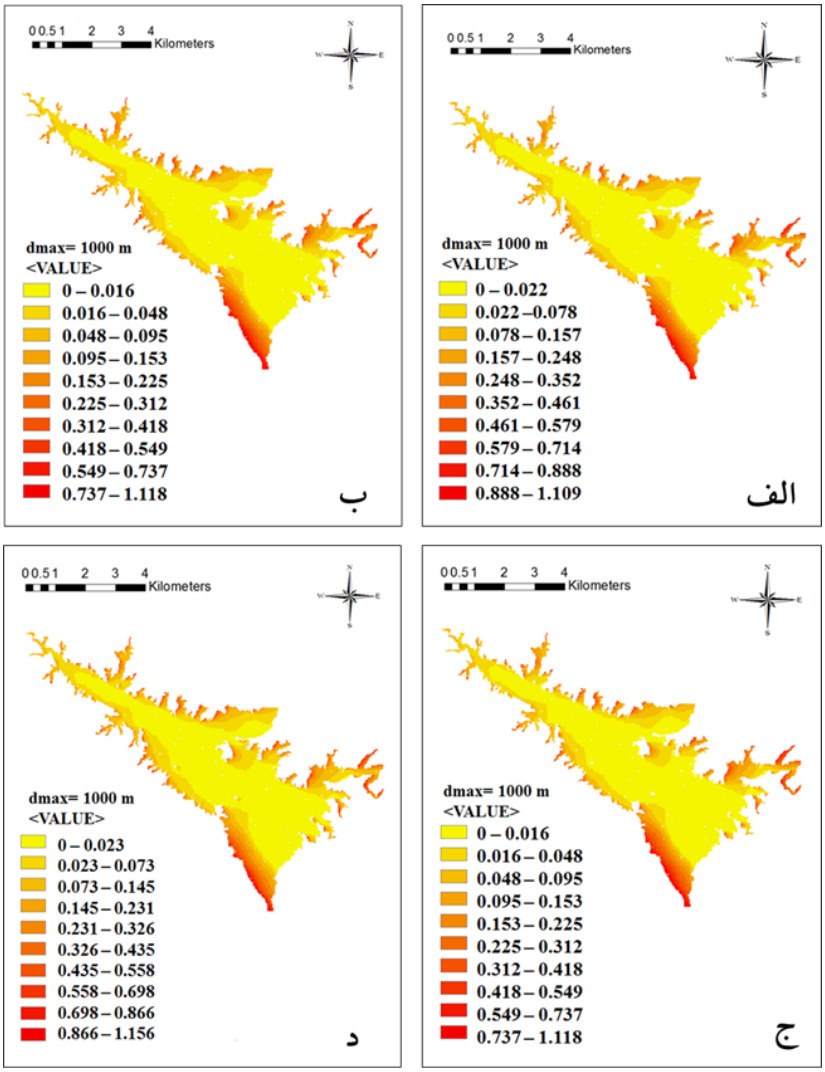
شکل ٦- نمودار میانگین مقادیر اختلاف شاخص بادپناهی در هر طول نسبت به طول قبل از خود در ماه‌های خرداد (الف)، تیر (ب)، مرداد (ج) و شهریور (د)

طول مؤثر

مقادیر میانگین اختلافات شاخص بادپناهی میان هر دو طول متوالی برای ماه‌های مورد مطالعه در شکل (۶) نشان داده شده است. روند تغییرات مقادیر مذکور در ماه خرداد نشان می‌دهد که بادپناهی به ازای طول ۱۰۰۰ متر بیشتر از سایر طول‌ها می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که در ماه خرداد، طول ۱۰۰۰ دارای مؤثرترین نقش بر میزان بادپناهی نقاط می‌باشد. در سایر ماه‌های تیر، مرداد و شهریور نیز ملاحظه می‌گردد که بیشترین میزان بادپناهی مربوط به طول ۱۰۰۰ متر می‌باشد. از این رو می‌توان گفت، مقادیر بادپناهی متناظر با طول مذکور (Sx_{1000m})، مقادیر واقعی بادپناهی در سطح مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

شاخص بادپناهی

نقشه‌های رستری شاخص بادپناهی در سطح دریاچه سد دز، در هر یک از ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در شکل (۷) نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، مساحت زیادی از دریاچه در شرایط بادپناهی کمتری نسبت به سایر نقاط قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، ملاحظه می‌گردد که در ماه خرداد مقادیر بادپناهی، واقع در بازه صفر تا ۰/۰۲۲ درجه، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که در این ماه، در تقسیم‌بندی مقادیر بادپناهی، این بازه کمترین میزان بادپناهی را به خود اختصاص داده است. نکته فوق در سایر ماه‌های تیر، مرداد و شهریور نیز قابل مشاهده می‌باشد. به‌طوری‌که در هر یک از این ماه‌ها به ترتیب، مقادیر بادپناهی واقع در بازه صفر تا ۰/۰۱۶، صفر تا ۰/۰۱۶ و صفر تا ۰/۰۲۳، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین مشاهده می‌گردد، نقاطی که در حاشیه دریاچه قرار گرفته‌اند، به‌دلیل نزدیکی به ارتفاعات مشرف بر دریاچه، از بادپناهی بیشتری نسبت به سایر نقاط برخوردارند.



شکل ۷- نقشه‌های رستری مقادیر بادپناهی در ماه‌های خرداد (الف)، تیر (ب)، مرداد (ج) و شهریور (د)

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاکی از آن است که با توجه به کاربرد شاخص بادپناهی در حوزه‌های مختلف، نحوه انتخاب طول مؤثر نیز می‌تواند متفاوت باشد. به‌طوری‌که معیار طول مؤثر در تحقیق حاضر، از طریق بررسی تفاضل مقادیر شاخص بادپناهی متناظر با هر دو طول متوالی به کار رفته در محاسبه شاخص مزبور، تعیین گردید. این در حالی است که معیار مزبور در مطالعات Winstral، Elder و Davis (2002)، Winstral و Marks (2002)، Erickson، Williams و Winstral (2005) Molotch et al.، Molotch و Bales (2006)، Litaor، Williams و Seastedt (2008)، Sharifi et al. (2007)، Tabari et al. (2008) و Maroufi et al. (2010) به‌دلیل استفاده از شاخص بادپناهی در مناطق برفی، از طریق بررسی همبستگی میان عمق برف و شاخص بادپناهی و در مطالعات Farokhzadeh et al. (2014) به‌دلیل عدم حضور برف از طریق ارائه پارامتر شیب میانگین بادپناهی تعیین گردید. به عبارت دیگر، شواهد حاکی از آن است که استفاده از شاخص بادپناهی در ارزیابی سطوح مخازن سدها، دارای شرایط خاصی است. به‌طوری‌که امکان استفاده از روش‌هایی که تاکنون برای تعیین طول مؤثر به کار رفته‌اند، با محدودیت مواجه است. از این رو، تعیین طول مؤثر در چنین شرایطی مستلزم اتخاذ روشی جدید تحت عنوان تفاضل طول‌های حداکثر متوالی گردید.

منابع

1- Abtew, W. and Iricanin, N., 2008. Hurricane Effects on South Florida Water Management System(A Case Study of Hurricane Wilma of October 2005). *Journal of Spatial Hydrology*, *8*(1),pp. 1-21.

2- Chapman, L., 2000. Assessing topographic Exposure. *Meteorological Applications, 7*(4), pp 335-340.

3- Daneshkar Arasteh, P., Tagrishi, M. and Mir Lotfi, M., 2006. Investigating the effect of wind speed on evaporation from the surface of the reservoir of semi-sistan well by Dalton method. *Sharif Scientific Journal, 37*, pp. 49-56. (In Persian)

4- Erickson, T.A., Williams, M.W. and Winstral, A., 2005. Persistence of topographic controls on the spatial distribution of snow in rugged mountain. *Water Resources Research, 41*, pp. 1-17.

5- Farokhzadeh, S., Sharifi, M.R., Moradi, Sh. and Akhond Ali, A.M., 2014. Wind Shelter Index's Effective Distance Determination in Non Snowy Watershed Basins. *Journal of Advance in Environmental Biology, 8*(5), pp. 1431-1441

6- Litaor, M.I., Williams, M. and Seastedt, T.R., 2008. Topographic controls on snow distribution, soil moisture, and species diversity of herbaceous alpine vegetation. *Journal of Geophysical Research, 113*(2).

7- Molotch, N.P., Colee, M.T., Bales, R.C. and Dozier, J., 2005. Estimating the spatial distribution of snow water equivalent in a alpine basin using binary regression tree models: the impact of digital elevation and independent variable selection. *Hydrological Prosses, 19*, pp. 1459-1479.

8- Molotch, N.P. and Bales, R.C., 2006. SNOTEL representativeness in the Rio Grande headwaters on the basis of physiographic and remotely sensed snow cover persistence. *Hydrological Processes, 20*, pp. 723-739.

9- Maroufi, S., Tabari, H., Zare Abiane, H., and Sharifi, M., 2010. Investigation of wind effects on spatial distribution of snow accumulation in one of Karoon sub-basins (case study-Samsami basin). *Journal of Water and Irrigation Engineering Research, 1*, pp.31-44. (In Persian).

10- Shahi, Z., 2017. Application of Cluster Analysis of Wind Shelter for Identify the Wind-Swept Area in Reducing Evaporation Methods in Reservoirs (Case Study: Lake of Dez Reservoir Dam). Master dissertation, Shahid Chamran university of Ahvaz. (In Persian).

11- Sharifi, M., Akhond Ali, A., Porhemat, J. and 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. *Journal of Iran-Watershed Management Science and Engineering Research. 1*(1). (In Persian).

12- Tabari, H., Maroufi, S., Zare Abiane, H., Amiri Chaychian, R. and Sharifi, M.R., 2008.Comparison of nonlinear regression method with computational intelligence methods in estimating spatial distribution of snow equivalent water in karun River mirage. *Journal of Agricultural Science and Technology, 4*(50), pp.29-41. (In Persian).

13- Wang, Z. and Bowles, D.S., 2006. Overtopping breaches for a long dam estimated using a three-dimensional model. In *26th Annual United States Society on Dams Conference, San Antonio, Texas, USA.*

14- Winstral, A., Elder, K. and Davis, R.E., 2002. Spatial Snow Modeling of Wind-Redistributed Snow Using Terrain Based Parameters. *Journal of Hydrometeorology, 3*, pp. 524-538.

15- 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, 16*, pp. 3585-3603.

16- Winstral, A., Marks, D. and Gurney, R., 2009. An efficient method for distributing wind speeds over heterogeneous trrain. *Hydrological Processes, 23*, pp. 2526-2535.

Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering **Vol. 41, No. 1, Spring 2018, p. 211-223**

EXTENDED ABSTRACT

An Algorithm for Selecting the Effective Distance of the Wind Shelter to Verify the Wind Shelter Status at the Lake Level of Dams (Case Study: Lake of Dez Reservoir Dam)

Z. Shahi[1] and M. R. Sharifi[2*]

1 - M. Sc. Student of Water Resource Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

2* - Corresponding author, Assistant Professor, Department of Hydrology, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran (*msharifi@scu.ac.ir*).

Received:24 October 2017 Accepted:27 February 2018

Keywords: Wind, Free water level, Wind shelter index, Effective distance wind shelter, Dez Dam Reservoir.

Introduction

To calculate the wind shelter index (*Sx*) for points in a region, the wind shelter index values are calculated for each set of points in different lengths and directions. Among these lengths, the length of the *Sx* corresponding to it has the highest wind shelter and is known as an effective length. Winstral *et al.* (2002), Winstral and Marks (2002), Erickson *et al.* (2005), Molotch *et al.* (2005), Molotch and Bales (2006), Sharifi *et al.* (2007), Litaor *et al.* (2008), Tabari *et al.* (2009) and Maroufi *el al.* (2010) in order to determine the effective length in snowy areas inevitably used the correlation of *Sx* values for each desired length and depth of snow. Winstral *et al.* (2009) in study of wind speed distribution methods determined the effective length by establishing the relationship between the difference in the values of the *Sx* and the difference in the velocity of the wind. Farokhzadeh *et al.* (2014) also succeeded in determining the effective length by examining the correlation between a parameter named average wind shelter slope and *Sx*, provided that the selected points were in wind conditions. Therefore, due to the limitation in the method proposed by Farokhzadeh *et al.* (2014) for calculating the *Sx* in non-snow areas such as lake levels, the use of a specific type of algorithm for determining the effective wind shelter length seems necessary (Shahi, 2017). Therefore, in this study, according to the existing conditions, a method was proposed for selecting the effective length of the shelter.

Methodology

In order to calculate the *Sx* at any desired point, a sector that is part of a circle with length *dmax* is assumed to be at any point. In this study, the sector, which is called the impact sector, is divided into 13 directions of 5 degrees. The parameter *dmax* is the distance in which the effect of the altitudes located in the effective sector on the wind shelter of the studied points is investigated only in that direction (winstral *et al.*, 2002). In order to calculate the wind shelter in the points located on the lake surface of the Dez Dam, the *Sx* values in all points were calculated for each *dmax* of 50 meters to 5000 meters in each of the 13 directions. Because the *Sx* is dependent on elevation, and water surface elevation varies in different months, researchers should analyze the *Sx* in different months. On the other hand, since one of the applications of *Sx* is related to evaporation, the warm months including June, July, August and September were selected. Based on what was mentioned, we will have a large number of *Sx* values at each point. To solve this

problem, according to the topographic conditions around the lake and the distance and proximity of the points to the elevations overlooking the wind-facing margin of the lake, we selected a number of lengths from the early dmax, assuming that they could well describe the wind shelter situation at the surface under study, and the average *Sx* values in these lengths were calculated.

After calculating the values of *Sx* at each point for the selected lengths and in order to determine a constant value for the wind index in each of the studied points, the lengths that had the greatest impact on the amount of wind sheltering of points were selected. The wind shelter values for these lengths are greater than the wind shelter values at other lengths (Winstral *et al.*, 2002). In this study, the Maximum Consecutive Length Difference Method was used to determine the effective length. To determine the effective length using this method, we had to examine the differences between *Sx* values corresponding to the points at both maximum selected lengths. Due to the flatness of the studied area, in each of the points studied, the wind shelter values for successive lengths should not be significantly different from each other. Therefore, observation of significant differences in the values of *Sx* at each of the lengths, relative to the preceding length , shows that there is an altitude at that distance which affects the amount of wind shelter points more than other lengths. Therefore, this length can be selected as the effective length that has the greatest impact on the wind sheltering of the points under study.

After determining the effective length at the studied surface, the *Sx* values are removed for other lengths, and only the index values for effective length are considered as wind shelter index values in the studied points. Therefore, after determining the effective length of this method, the final values of *Sx* were determined in the points located on the lake surface.

Results and Discussion

Effective lenght

Verifying the average values of wind shelter index differences between each consecutive lenght in Fig. 1 shows that for every four months studied, *Sx* values for *dmax*=1000m are greater than *Sx* values for other lengths. Hence, we can say that the values of the wind corresponding to this length (Sx_{1000m}) show the actual values of the wind in the study area.

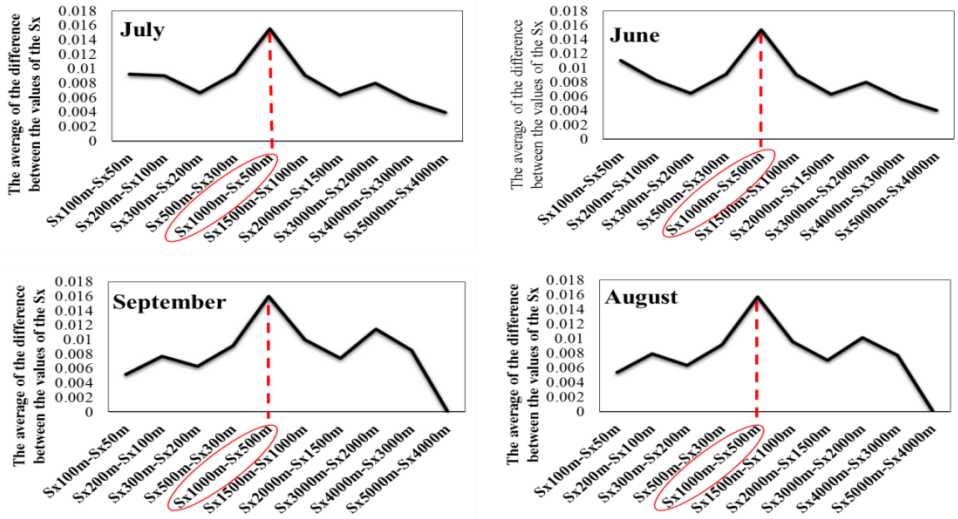


Figure 1- The average of differences of *Sx* in each consecutive two lengths for June, July, August and september

Wind shelter index

Raster maps of *Sx* values at the lake level of the Dez Dam for each of the months studied are shown in Fig. 2. It is noticeable that a large area of the lake is located in lower wind shelter conditions than other places. It is seen that in all months of June, July, August and September, a large area of the lake is located in lower wind shelter conditions than other places. Also, the

points located on the edge of the lake have more wind shelter than other places due to their proximity to the elevations overlooking the lake.

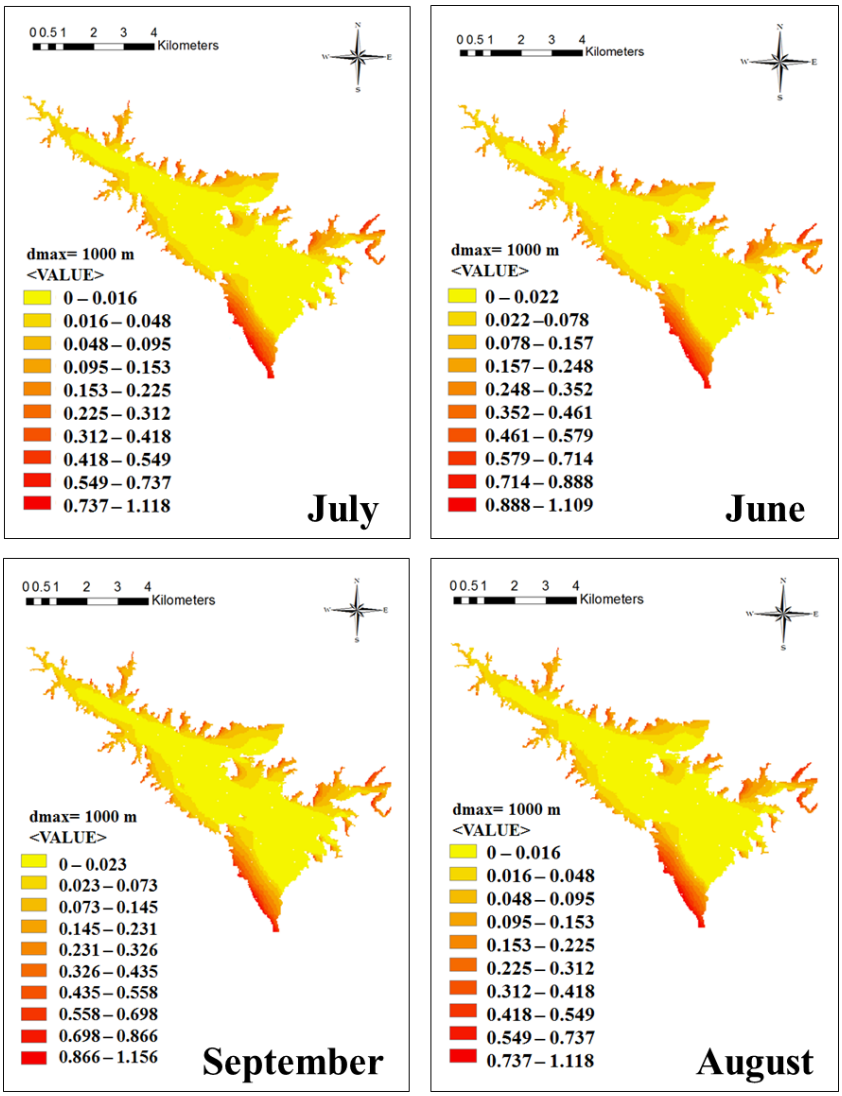


Figure 2- The average of differences of *Sx* in each consecutive two lengths for June, July, August and September

Conclusions

The results of the research showed that in using the *Sx* in different fields, the effective length selection method can also be different. In this study, the differences between *Sx* values corresponding to the points at both maximum selected lengths were examined for determining the effective length. However, in the studies by Winstral *et al.* (2002), Winstral and Marks (2002), Erickson *et al.* (2005), Molotch *et al.* (2005), Molotch and Bales (2006), Sharifi *et al.* (2007), Litaor *et al.* (2008), Tabari *et al.* (2009) and Maroufi *et al.* (2010), the correlation between snow depth and *Sx* was used to determine the effective length due to the use of Sx in snowy areas. In another study by Farokhzadeh *et al.* (2014), due to the lack of snow, the correlation between a parameter called the average wind shelter slope and *Sx* was used. In other words, the evidence suggests that the use of *Sx* in assessing dams' reservoir levels has certain conditions. This case limits the methods that have already been used to determine the effective length. Hence, determining the effective length in such situations requires the adoption of a new method.

References

1- Erickson, T.A., Williams, M.W. and Winstral, A., 2005. Persistence of topographic controls on the spatial distribution of snow in rugged mountain. *Water Resources Research, 41*, pp. 1-17.

2- Farokhzadeh, S., Sharifi, M.R., Moradi, Sh. and Akhond Ali, A.M., 2014. Wind Shelter Index's Effective Distance Determination in Non Snowy Watershed Basins. *Journal of Advance in Environmental Biology, 8*(5), pp. 1431-1441.

3- Litaor, M.I., Williams, M. and Seastedt, T.R., 2008. Topographic controls on snow distribution, soil moisture, and species diversity of herbaceous alpine vegetation. *Journal of Geophysical Research, 113*(2).

4- Molotch, N.P., Colee, M.T., Bales, R.C. and Dozier, J., 2005. Estimating the spatial distribution of snow water equivalent in a alpine basin using binary regression tree models: the impact of digital elevation and independent variable selection. *Hydrological Prosses, 19*, pp. 1459-1479.

5- Molotch, N.P. and Bales, R.C., 2006. SNOTEL representativeness in the Rio Grande headwaters on the basis of physiographic and remotely sensed snow cover persistence. *Hydrological Processes, 20*, pp. 723-739.

6- Maroufi, S., Tabari, H., Zare Abiane, H., and Sharifi, M., 2010. Investigation of wind effects on spatial distribution of snow accumulation in one of Karoon sub-basins (case study-Samsami basin). *Journal of Water and Irrigation Engineering Research, 1*, pp.31-44. (In Persian).

7- Shahi, Z., 2017. Application of Cluster Analysis of Wind Shelter for Identify the Wind-Swept Area in Reducing Evaporation Methods in Reservoirs (Case Study: Lake of Dez Reservoir Dam). Master dissertation, Shahid Chamran university of Ahvaz. (In Persian).

8- Sharifi, M., Akhond Ali, A., Porhemat, J. and 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. *Journal of Iran-Watershed Management Science and Engineering Research. 1*(1). (In Persian).

9- Tabari, H., Maroufi, S., Zare Abiane, H., Amiri Chaychian, R. and Sharifi, M.R., 2008.Comparison of nonlinear regression method with computational intelligence methods in estimating spatial distribution of snow equivalent water in karun River mirage. *Journal of Agricultural Science and Technology, 4*(50), pp.29-41. (In Persian).

10- Winstral, A., Elder, K. and Davis, R.E., 2002. Spatial Snow Modeling of Wind-Redistributed Snow Using Terrain Based Parameters. *Journal of Hydrometeorology, 3*, pp. 524-538.

11- 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, 16*, pp. 3585-3603.

12- Winstral, A., Mark, D. and Gurney, R., 2009. An efficient method for distributing wind speeds over heterogeneous trrain. *Hydrological Processes, 23*, pp. 2526-2535.