نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره ششم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.14940.3006

واکاوی تعداد روزهای یخبندان ایستگاه همدید گرگان با رویکرد تغییر اقلیم

عبدالرضا کاشکی[۱]، *حسین ایمانی‌پور[۲] و مینا فیروزیزدی[۳]

[۱]استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، [۳]دانش‌آموخته کارشناسی گروه آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۷

چکیده

سابقه و هدف: تغییر تعداد روزهای یخبندان در آینده که به لحاظ کشاورزی و عمرانی دارای اهمیت زیادی است، می‌تواند یکی از پیامدهای تغییر اقلیم و پدیده گرمایش جهانی باشد. شناخت چگونگی و زمان وقوع آن می‌تواند کمک قابل‌توجهی به بخش کشاورزی داشته باشد. هدف از این مطالعه، اطلاع از میزان تغییر در تعداد روزهای یخبندان در دوره آینده (۲۰۱۵–۲۰۶۸) نسبت به دوره پایه (۱۹۶۱–۲۰۱٤) برای ایستگاه گرگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور مقایسه تعداد روزهای یخبندان در دوره پایه و آینده داده‌های روزانه دمای کمینه ایستگاه همدیدی گرگان در بازه زمانی ۲۰۱٤–۱۹٦۱ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. سپس جدیدترین سناریوهای موجود گزارش پنجم هیات بین‌الدول تغییر اقلیم (AR5 2014) شامل سناریوهای RCP از تارنمای تغییر اقلیم کانادا بارگیری و با به‌کارگیری نرم‌افزار آماری ریزمقیاس‌نمایی SDSM داده‌ها برای دوره آتی (۲۰۱۵–۲۰۶۸) در منطقه مورد مطالعه ریزگردانی گردید. در ادامه تعداد روزهای یخبندان در دوره پایه و سناریوهای مذکور محاسبه شد. سپس با استفاده از آزمون ویلکاکسون میزان معنی‌داری اختلاف میانگین تعداد روزهای یخبندان محاسبه گردید.

یافته‌ها: به‌طورکلی هدف از این پژوهش بررسی تعداد کل روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی و مقایسه آن با سناریوهای مختلف در آینده است که با استفاده از آزمون ویلکاکسون میانگین داده‌های مشاهده‌ای با سه سناریوی ۲/٦ و ٤/۵ و ۸/۵ مقایسه شده است که این مقایسه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها است. (زمانی مقایسه میانگین‌ها معنی‌دار است که کم‌تر از ۰/۰۵ باشد). معنی‌دار بودن میانگین‌ها معرف این است که روزهای یخبندان در آینده کاهش زیادی خواهد داشت. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که در بازه زمانی ٥٤ ساله برای آینده (۲۰۱۵–۲۰۶۸) دمای کمینه برای ایستگاه گرگان افزایش یافته و تعداد روز های یخبندان کاهش معنی‌دار داشته است. به‌طوری‌که میانگین تعداد روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی (۲۰۱٤–۱۹٦۱) حدود ۱٦ روز، در دوره آینده تا سال ۲۰٦۸ در سناریوی ۲/٦، حدود ۸ روز، در سناریوی ٤/۵، حدود ۷ روز و در سناریوی ۸/۵، حدود ٦ روز است.

* مسئول مکاتبه: birjand.climate@yahoo.com

نتیجه‌گیری: بر اساس خروجی مدل‌های استفاده شده مقایسه نتایج در دوره پایه و آینده بیانگر افزایش دمای کمینه و کاهش تعداد روزهای یخبندان است، معنی‌دار بودن میانگین‌های تعداد روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی و آینده، نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار و شدید روزهای یخبندان و افزایش دمای کمینه در آینده است، که این خود می‌تواند دلیلی بر تغییر اقلیم باشد. یافته‌های این پژوهش و پژوهش‌های مشابه، نتایج مبنی بر افزایش دمای کمینه و همچنین کاهش دوره یخبندان را تأیید می‌کند، که هوشیاری بیش‌تر برنامه‌ریزان را جهت مقابله با آثار مخرب تغییر اقلیم می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: تعداد روزهای یخبندان، تغییر اقلیم، گرگان، SDSM

مقدمه

طی چند دهه اخیر، رشد صنایع و کارخانه‌ها از یک طرف و جنگل‌زدایی و تخریب محیط‌زیست از طرف دیگر باعث افزایش روزافزون تخریب طبیعت و افزایش گازهای گلخانه‌ای در سطح کره زمین شده است (٦). تغییرات اقلیمی در قرن ۲۱ مهم‌ترین چالش پیش‌روی جوامع بشری است. نهادهای پژوهشی بسیاری در سراسر دنیا، شبیه‌سازی‌های گوناگونی را به‌منظور پیش‌بینی اقلیم و فراسنج‌های آن ارائه نموده‌اند. بر اساس گزارش چهارم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم[1] متوسط دمای جهانی در قرن بیستم در حدود ۰/٦ درجه سانتی‌گراد فزونی داشته است و این افزایش را برای قرن بیست و یکم در حدود ۱/۱ تا ٤/٦ درجه پیش‌بینی نموده‌اند (۲). افزایش طول دوره رشد، افزایش دما و ذوب شدن یخ‌های قطب شمال و بالا آمدن تراز آب‌ها، کاهش بارش و خشکسالی‌های پیاپی و شدید، افزایش رخداد سیلاب، امواج گرمایی و کاهش امواج سرما به عنوان نشانه‌هایی از تغییر اقلیم، موجب مشکلات اقتصادی و اجتماعی فراوانی در سراسر جهان شده‌اند (۷). یکی از عوامل مهم آب و هوایی که در طی دوره سرد سال در بیش‌تر مناطق کشور بروز می‌کند، پدیده سرما و یخبندان است. یخبندان تأثیر بسیار زیادی بر روی فعالیت‌های کشاورزی از جمله تغییرات الگوهای کشت، تغییر تاریخ کشت و برداشت، خسارت به محصولات، حمل و نقل، عمران و بسیاری دیگر از فعالیت‌های انسانی دارد. یخبندان با پایین آمدن دما و نزول آن به آستانه بحرانی مشخص شروع می‌شود و با تأثیراتی که در سطح زمین ایجاد می‌کند زندگی انسان‌ها و همچنین فعالیت‌های عمرانی و رشد بازدهی محصولات زراعی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱). گیاهان فقط در محدوده دمایی معینی قادر به ادامه حیات می‌باشند و درجه حرارت محیط طبیعی یا مصنوعی گیاهان در حال جوانه‌زنی یا سبز شدن، نه تنها بقای آنها را کنترل می‌کند، بلکه در رشد و نمو و تولیدمثل اغلب آن‌ها نیز نقش اساسی دارد. درجه حرارت عامل بسیار مهمی در تعیین پراکنش طبیعی گیاهان، زمان کاشت و موفقیت آن‌ها در دوره برداشت به حساب می‌آید. دما، به‌عنوان شاخصی از شدت گرما یکی از عناصر اساسی شناخت هواست که نسبت به سایر عوامل اقلیمی، نقش تعیین‌کننده‌تری را ایفا می‌کند. با توجه به اهمیت موضوع یخبندان در امور کشاورزی و پدیده یخزدگی و سرمازدگی در باغات و محصولات کشاورزی به‌ویژه در شمال کشور به‌دلیل وجود مرکبات، علی‌رغم محدودیت روزهای یخبندان در ایستگاه گرگان بررسی این مطلب ضروری است.

1- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

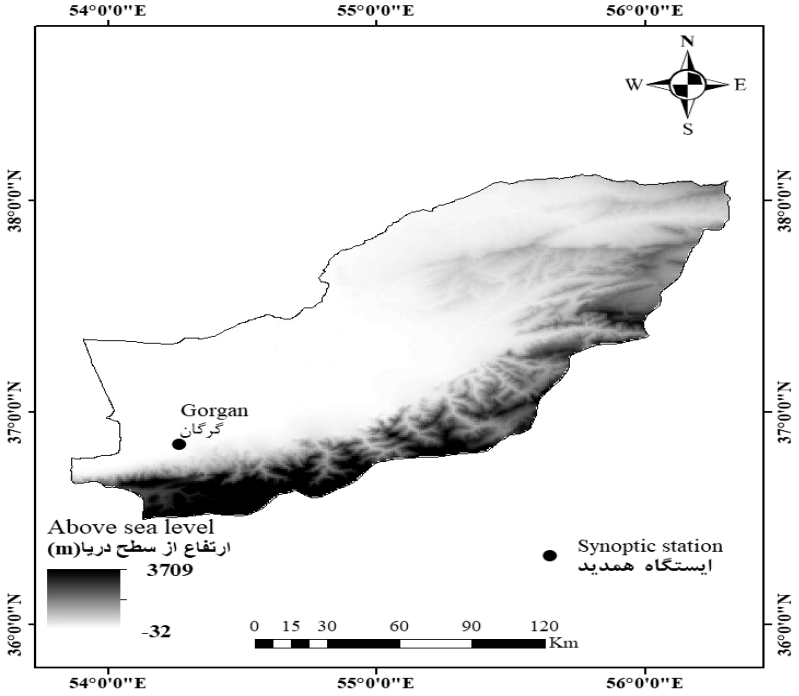
نمونه‌های متعددی در این باره در خارج از کشور کار شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: بونسال (۲۰۰۱) از طریق روندیابی دماهای کمینه و کرانه‌ای نتیجه گرفت که تعداد روزهای یخبندان در کشور کانادا کاهش یافته است (٦). استرلینگ (۲۰۰۲) تغییرات تعداد روزهای یخبندان و بدون یخبندان را برای ۹ ناحیه کشور آمریکا به روش آماری مورد مطالعه قرار داد، او نتیجه گرفت که طول فصل بدون یخبندان برای دوره ۱۹٤۸-۱۹۹۹ در ایالات متحده افزایش یافته است (۸). مارتینز و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی روند دماهای کمینه و بیشینه کاتالونیا طی دوره زمانی ۱۹۷۵-۲۰۰٤ نتیجه گرفتند که دمای بیشینه و کمینه سالانه در فصل بهار و تابستان ۰/۵ درجه سلسیوس و برای فصل زمستان ۰/۷ درجه سلسیوس در هر دهه رو به افزایش است در حالی‌که در فصل پاییز روند دمای کمینه و بیشینه کاهشی است و میزان آن برابر ۰/۵- درجه سانتی درجه سلسیوس‌گراد در هر دهه است (۱۲).

نمونه‌های متعددی نیز در رابطه با این موضوع در ایران صورت پذیرفته است. بهیار و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر تغییر اقلیم بر شماره روز اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره در ایران را با استفاده از مدل SDSM بررسی کرده‌اند، نتایج آن‌ها نشان داد، میانگین شماره روز آخرین یخبندان بهاره در ایستگاه‌های کرمانشاه، گرگان و رشت کاهش و در ایستگاه‌های اصفهان و زاهدان بدون تفاوت و در بقیه ایستگاه‌ها افزایش می‌یابد (٤). بذرافشان و همکاران (۱۳۹٤)، در پژوهشی تحت عنوان مطالعه تطبیقی پهنه‌های اقلیمی استان گلستان تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم به بررسی تغییرات پهنه‌های اقلیمی استان گلستان تحت پدیده تغییر اقلیم پرداختند. نتایج آنان نشان داد میانگین دمای هوا در استان گلستان تا سال ۲۱۰۰ حدود ٤/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (۵). واکاوی تغییرات اخیر روزهای یخبندان و فصل بدون یخبندان در ایالات متحده آمریکا نشان داد که گرمایش مشاهده شده اخیر در ایالات متحده منجر به کاهش تعداد روزهای یخبندان شده است (۸). به‌طورکلی یخبندان‌ها تأثیرات زیادی بر فعالیت‌های عمرانی و کشاورزی به‌ویژه محصولات باغی دارند، بر این اساس هدف این پژوهش بررسی پدیده سرما و یخبندان در ایستگاه هواشناسی گرگان و مشخص نمودن تعداد روزهای یخبندان در دوره آینده (۲۰۱۵-۲۰٦۸) با استفاده از داده‌های نسل پنجم توسعه توسط هر کدام از سناریوهای RCP_2.6، RCP_4.5 و RCP_8.5 بر اساس خروجی مدل ریزمقیاس‌نمایی SDSM[1] و مقایسه آن با دوره مشاهده‌ای (۱۹٦۱-۲۰۱٤) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شهر گرگان در بخش جنوبی استان گلستان در شمال‌شرقی ایران و شرق سواحل دریای خزر و در ارتفاع ۱۷٤ متر از سطح دریا، واقع شده است. قسمت‌های جلگه‌ای و اراضی پست گرگان به لحاظ مجاورت با صحرای ترکمنستان، دوری از دریا و کاهش ارتفاعات، آب و هوای نیمه‌بیابانی و گرم دارد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

1- Statistical Down Scaling Model



شکل ۱- موقعیت ایستگاه همدید گرگان.

Figure 1. Location of Gorgan synoptic station.

در این پژوهش برای واکاوی روزهای یخبندان ایستگاه همدید گرگان با رویکرد تغییر اقلیم، داده‌های روزانه دمای کمینه ایستگاه گرگان در بازه زمانی ۲۰۱٤-۱۹٦۱ از اداره کل هواشناسی استان گلستان دریافت شد. در محدوده کشاورزی، یخبندان به رویداد دمایی گفته می‌شود که سبب خسارت به بافت‌های گیاهی شود و در آستانه‌های متفاوت با توجه به نوع گیاه تعیین می شود، که در اغلب مواقع، این دمای بحرانی با دمای صفر درجه سانتی‌گراد هماهنگ نیست. به‌طورکلی روز های یخبندان[1] تعداد روزهایی از سال است که دمای کمینه روزانه، کم‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد باشد (٦). حال جهت واکاوی تعداد روزهای یخبندان ایستگاه گرگان در محیط نرم‌افزار متلب[2] تعداد روزهای یخبندان به‌صورت ماهانه و سالانه در دوره مشاهداتی (پایه) و دوره آینده طبق سه سناریوی انتشار AR5[3] شامل (RCP_8.5 و RCP_4.5 و RCP_2.6[4]) در بازه زمانی ٥٤ ساله (۲۰٦۸/۱۲/۳۱-۲۰۱٥/۱/۱) محاسبه گردید. هیات بین‌الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود AR5 از سناریوهای جدید RCP به‌عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای استفاده کرده است که بر اساس میزان واداشت تابشی آن‌ها در سال ۲۱۰۰ نام‌گذاری شده‌اند.

مدل SDSM روابط و ارتباطات آماری بین رفتارهای بزرگ‌مقیاس (پیش‌بینی‌کننده‌ها) و محلی (پیش‌بینی‌شونده‌ها) را بر اساس روش رگرسیون خطی چندگانه برقرار می‌کند. این ارتباطات با استفاده از داده‌های مشاهداتی ایستگاه و برون‌دادهای (خروجی) مدل‌های گردش عمومی در دوره مشابه دیدبانی ایجاد می‌شوند. فرض بر این است که این روابط در آینده

1- Frost Days
2- Matlab
3- Fifth Assessment Report
4- Representative Concentration Pathways

نیز صادق باشند، به‌عبارت دیگر فرض اساسی در ریزمقیاس‌نمایی آماری مستقل از زمان بودن این ارتباطات است. قبل از انجام فرآیند ریزمقیاس‌نمایی توسط این مدل داده‌های مشاهداتی و داده‌های مدل‌های گردش عمومی با توجه به مقادیر میانگین و انحراف معیار آن‌ها در دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۰ نرمالیزه می‌شوند. این‌کار به این دلیل انجام می‌شود که مدل‌های گردش عمومی نمی‌توانند به خوبی اقلیم محلی را مانند دیدبانی شبیه‌سازی نمایند، بنابراین مقایسه این دو با هم قبل از نرمالیزه کردن می‌تواند موجب همبستگی‌های غیرمعقول گردد. متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، اطلاعات مربوط به حالت بزرگ مقیاس جو را فراهم می‌کنند، در حالی‌که متغیرهای پیش‌بینی‌شونده حالت جو را در مقیاس نقطه‌ای/ محلی مشخص می‌کنند (۱۰). در این پژوهش پس از انتخاب بهترین متغیر پیش‌بینی‌کننده و صحت‌سنجی داده‌ها، ریزگردانی داده‌ها برای دوره آینده به‌صورت روزانه در بازه زمانی ٥٤ ساله (۲۰٦۸-۲۰۱۵) برای سه سناریو مذکور تولید شد.

در نهایت به‌منظور انتخاب مدل گردش عمومی جو و سناریو مناسب داده‌های ریزمقیاس‌سازی‌شده توسط مدل با داده‌های مشاهداتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت راستی‌آزمایی عملکرد مدل‌ها و مقایسه آن‌ها از روش معیارهای آماری مرسوم PBISE، NSE، MAE و R^2 استفاده گردید. این معیارها بر اساس رابطه‌های ۱ تا ٤ محاسبه می‌شوند.

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(o_i - s_i)*100}{\sum_{i=1}^{n}(o_i)} \right] \quad (۱)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(o_i - s_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(o_i - \bar{o})} \quad (۲)$$

$$MAE = 1/n - \sum_{i=1}^{n}(s_i - o_i) \quad (۳)$$

$$R^2 = \left[\frac{\frac{1}{n}\sum_{m=1}^{n}(s_i - \bar{s})(o_i - \bar{o})}{\sigma_s * \sigma_o} \right]^2 \quad (٤)$$

که در آن، o_i داده‌های مشاهداتی، s_i داده‌های برآورد شده و σ واریانس می‌باشد. مقدار MAE معرف دقت در بسیاری از روش‌های آماری می‌باشد که این مقدار هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده دقت بالای مدل و مقدار صفر، نشان‌دهنده عدم وجود خطا در برآورد مدل است. R^2 بیانگر ارتباط داده‌های دوره پایه و برآورد شده می‌باشد. دامنه این پارامتر بین صفر تا یک است هرچه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده ارتباط قوی بین دو گروه می‌باشد. دامنه ضریب NSE بین $\infty-$ تا یک می‌باشد دامنه بین صفر تا یک قابل‌قبول و بهترین حالت زمانی است که ضریب NSE برابر یک باشد. PBIAS هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده دقت بالاتر مدل در برآورد متغیر مورد نظر می‌باشد. در صورتی که مقدار این پارامتر به سمت مثبت میل کند نشان‌دهنده این است که متغیر مورد بررسی بسیار کم‌تر از مقدار واقعی برآورد شده است. اگر این پارامتر به سمت منفی میل کند نشان می‌دهد که پارامتر مورد نظر مقدار متغیر را بسیار بیش‌تر از مقدار واقعی برآورد کرده است. قابل ذکر است که برای این پارامتر آستانه خاصی در نظر گرفته نشده است (۱۳).

آزمون ویلکاکسون: از آزمون‌های آماری ناپارامتری است که برای ارزیابی همانندی دو نمونه وابسته با مقیاس رتبه‌ای به‌کار می‌رود. همان آزمون علامت زوجی است که در آن اختلاف نسبی تفاوت از میانگین لحاظ می‌شود. از پیش‌فرض‌های این آزمون،

تصادفی بودن نمونه‌ها و حداقل فاصله‌ای بودن مقیاس اندازه‌گیری متغیر مورد مطالعه است (۳). مقایسه زوجی در دو گروه مستقل از یکدیگر گاهی اوقات می‌تواند بر اساس تفاضل‌های زوجی بر طبق مقادیر عددی آن‌ها بدون توجه به علامت‌ها، مرتب شده و سپس برای تشکیل آماره آزمون، رتبه‌های مربوط به مشاهدات مثبت با یکدیگر جمع شوند، این شیوه اساس آزمون رتبه علامت‌دار ویلکاکسون است (۱۱). در این پژوهش به‌دلیل نرمال نبودن داده‌ها از این آزمون استفاده شده است. در مراحل مختلف این پژوهش از نرم‌افزارهای EXCEL، SDSM، ArcGIS، Matlab و SPSS نیز استفاده شده است.

نتایج

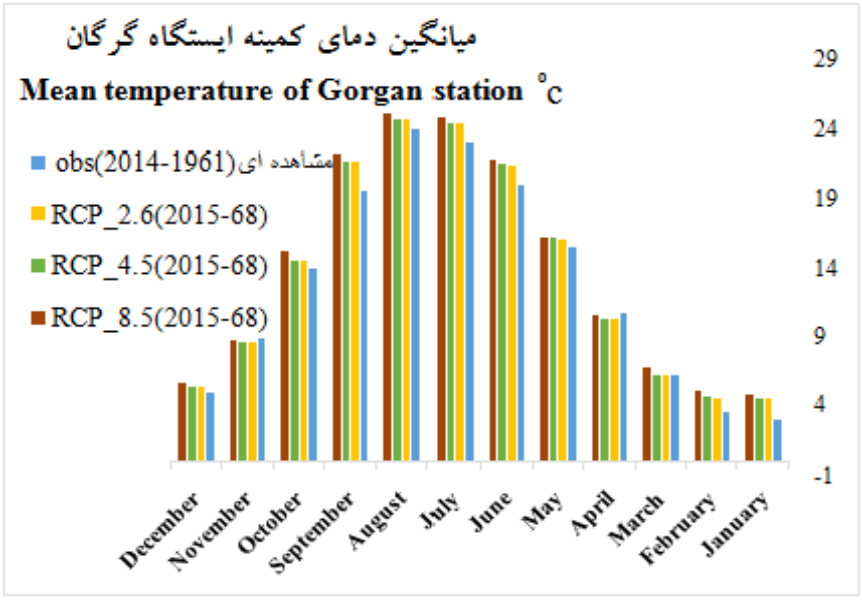
دقت برآورد مدل: پس از تعیین متغیرهای Mslp، P500 و Temp به عنوان متغیرهای منتخب در پیش‌بینی دوره آینده با استفاده از نیمه اول داده‌های دوره مشاهدانی دقت مدل در شبیه‌سازی داده‌های NCEP مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای پیش‌بینی دوره آینده ٥٤ ساله آینده از کل داده‌های روزانه ٥٤ ساله دوره مشاهداتی استفاده گردید. مقادیر MAE بین صفر تا ۱/۲، میزان R^2 در سناریوها حدود ۰/۷ می‌باشد که نشان‌دهنده دقت قابل‌قبول در مدل می‌باشد. دامنه ضریب NSE حدود ۰/۳ و قابل‌قبول می‌باشد. PBIAS در داده‌های NCEP نزدیک صفر و قابل‌قبول می‌باشد و در دوره آینده به سمت مثبت میل می‌کند.

جدول ۱- معیارهای عملکرد سناریوهای مختلف در مقایسه با دوره مشاهده‌ای در ایستگاه گرگان.

Table 1. Performance criteria for different scenarios compared to the observation period at Gorgan.

سناریو Scenario	ضریب تشخیص R^2	ضریب کارایی نش- ساتکلیف NSE	میانگین قدرمطلق خطا MAE	اریبی PBIAS
NCEP	0.75	0.3	0.008	0.06
RCP_2.6	0.76	0.27	0.83	6.1
RCP_4.5	0.767	0.28	0.834	6.17
RCP_8.5	0.769	0.29	1.24	8.89

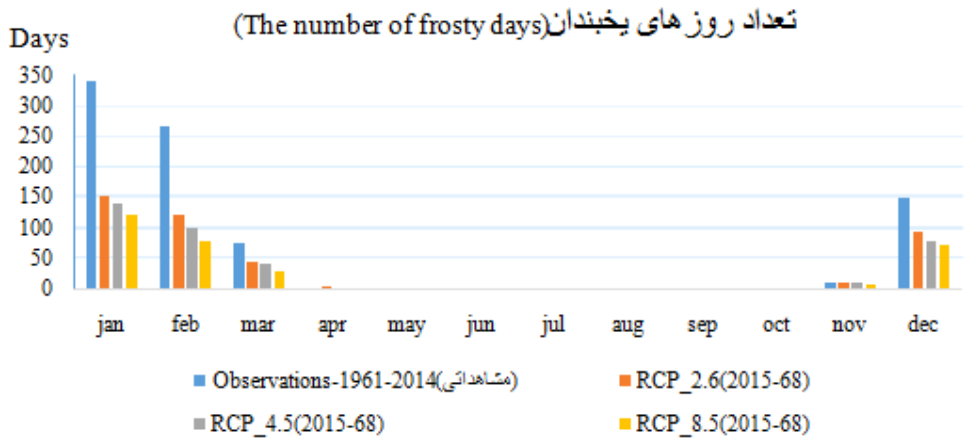
پس از اطمینان از دقت مدل در برآورد، داده‌های دوره آینده جهت تحلیل و بررسی مورد استفاده قرار گرفت. در شکل ۲ دمای کمینه ایستگاه گرگان در دوره مشاهداتی و آینده بر اساس سه سناریوی ۲/٦، ٤/٥ و ۸/٥ آورده شده است. میانگین دمای کمینه در دوره مشاهداتی (۲۰۱٤-۱۹٦۱) به میزان ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد و در دوره آینده (۲۰٦۸-۲۰۱٥) در سناریوی ۲/٦ به میزان ۱۳/٥٥، در سناریوی ٤/٥ به میزان ۱۳/٥٤ و در سناریوی ۸/٥ به میزان ۱۳/۹٥ که بیانگر افزایش حدود یک‌درجه‌ای دمای کمینه در ٥٤ سال آینده نسبت به دوره مشاهداتی می‌باشد. سناریوهای ۲/٦ و ٤/٥ نتایج مشابهی را نشان می‌دهند اما سناریوی ۸/٥ افزایش دمای بیش‌تری را نشان می‌دهد. نتایج نشان‌دهنده این است که دمای کمینه در تمامی سناریوها در دوره آینده نسبت به دوره مشاهداتی افزایش پیدا کرده است و این امر بیانگر کاهش معنی‌دار روزهای یخبندان در دوره آینده می‌باشد.



شکل ۲- میانگین دمای کمینه ایستگاه گرگان در دوره مشاهده‌ای و آینده.

Figure 2. The average temperature of the Gorgan station in the observation and future period.

با توجه به شکل ۳ در ایستگاه همدید گرگان ملاحظه می‌گردد تنها ماه‌های سرد سال (نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس) دارای روز یخبندان است که با توجه به نتایج به‌دست آمده از افزایش دما در ٥٤ سال آینده تعداد روزهای یخبندان دست‌خوش تغییر خواهد شد. به‌عنوان مثال میانگین تعداد روزهای یخبندان در ماه ژانویه از حدود ۳٤۰ روز در دوره ٥٤ سال مشاهداتی به ۱٤۰ روز در ٥٤ سال آینده کاهش خواهد یافت.



شکل ۳- مقایسه تعداد روزهای یخبندان در دوره پایه و آینده.

Figure 3. Compare the number of freezing days in the base and future periods.

مقایسه میانگین: این داده‌ها از الگوی نرمال پیروی نمی‌کنند، به این صورت که یخبندان در سال‌های ۱۹٦۲ و ۱۹۸۱ صفر روز و در سال ۲۰۰۸ و ۱۹٦٤، ٤٤ روز و در سال ۱۹۷۲، ٤۷ روز است. به‌طورکلی هدف از این پژوهش بررسی تعداد کل روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی و مقایسه آن با سناریوهای مختلف در آینده است که با استفاده از آزمون ویلکاکسون میانگین داده‌های مشاهده‌ای با سه سناریوی ۲/٦ و ٤/۵ و ۸/۵ مقایسه شده است، این مقایسه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها است. معنی‌دار بودن میانگین‌ها معرف این است که روزهای یخبندان در آینده کاهش زیادی خواهد داشت. البته حذف شدن ماه آوریل در این مقایسه به این دلیل است که روزهای یخبندان در این ماه در داده‌های مشاهده‌ای و سناریوی ۲/٦ و ٤/۵ کلا دو روز است و در سناریوی ۸/۵ هیچ روز یخبندانی نداریم. نتایج به‌دست آمده از طریق این مقایسه در جدول‌های ۲، ۳ و ٤ قابل مشاهده می‌باشد. در جدول ۲ مقایسه میانگین‌های ماه نوامبر و دسامبر به این علت معنی‌دار نیست که تعداد روزهای یخبندان در این ماه‌ها بسیار کم است و بنابراین آزمون جوابگو نیست.

با توجه به جدول ۳ تمام مقایسه‌ها به‌دلیل محدودیت روزهای یخبندان در سناریوی ٤/۵ معنی‌دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های داده‌های مشاهده‌ای و سناریوی ۲/٦ در ماه‌های مختلف.

Table 2. Comparison of observation data and scenarios of 2.6 in different months.

RCP_2.6 و مشاهداتی (obs)	سالانه Year	دسامبر Dec	نوامبر Nov	مارس Mar	فوریه Feb	ژانویه Jan
خطای استاندارد میانگین (Z)	-4.411	-1.45	-0.295	-1.867	-3.513	-3.531
سطح معنی‌داری (P-value)	0	0.145	0.767	0.062	0	0

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های داده‌های مشاهده‌ای و سناریوی ٤/۵ در ماه‌های مختلف.

Table 3. Comparison of observational data and scenarios 4.5 in different months.

RCP_4.5 و مشاهداتی (obs)	سالانه Year	دسامبر Dec	نوامبر Nov	مارس Mar	فوریه Feb	ژانویه Jan
خطای استاندارد میانگین (Z)	-4.792	-1.965	-0.321	-2.297	-3.834	-3.703
سطح معنی‌داری (P-value)	0	0.049	0.748	0.022	0	0

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های داده‌های مشاهده‌ای و سناریوی ۸/۵ در ماه‌های مختلف.

Table 4. Compares the mean of observational data and the scenario 8.5 in different months.

RCP_8.5 و مشاهداتی (obs)	سالانه Year	دسامبر Dec	نوامبر Nov	مارس Mar	فوریه Feb	ژانویه Jan
خطای استاندارد میانگین (Z)	-5.239	-2.048	0.483	-2.983	-4.275	-4.225
سطح معنی‌داری (P-value)	0	0.041	0.629	0.003	0	0

معنی‌دار بودن میانگین‌های تعداد روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی و آینده در جدول‌های بالا به‌خصوص در سناریوهای ٤/٥ و ٨/٥ نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار و شدید روزهای یخبندان و افزایش دمای کمینه در آینده است که این خود می‌تواند دلیلی بر تغییر اقلیم باشد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با در نظر گرفتن تعداد روزهای یخبندان و مقایسه آن‌ها در دوره مشاهداتی و آینده سعی بر مشخص کردن چگونگی تعداد روزهای یخبندان در آینده و تغییر اقلیم بوده است. مقایسه نتایج در دوره پایه و آینده بیانگر افزایش دمای کمینه و کاهش تعداد روزهای یخبندان است، بر اساس خروجی مدل‌های استفاده‌شده، میانگین تعداد روزهای یخبندان در دوره مشاهداتی (٢٠١٤-١٩٦١) حدود ١٦ روز، در دوره آینده تا سال ٢٠٦٨ در سناریوی ٢/٦ حدود ٨ روز، در سناریوی ٤/٥ حدود ٧ روز و در سناریوی ٨/٥ حدود ٦ روز است که کاهش روزهای یخبندان در آینده کاملاً مشهود است که این خود پیامد منطقی تغییر اقلیم و گرمایش جهانی در آینده است. لازم به ذکر است که نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، نتایج پژوهشگران دیگر مانند بذرافشان و همکاران (١٣٩٤)، بهیار و همکاران (١٣٩٢)، اسماعیلی و همکاران (١٣٨٩) (٩)، صداقت‌کردار و رحیم‌زاده (١٣٨٥) (١٤) و مهدوی و همکاران (١٣٨٣) مبنی بر افزایش دمای کمینه و همچنین کاهش دوره یخبندان را تأیید می‌کند، که هوشیاری بیش‌تر برنامه‌ریزان را جهت مقابله با آثار مخرب تغییر اقلیم می‌طلبد.

منابع

1. Alijani, B., Mahmoudi, P., Rigi Khachi, E., and Khosravi, P. 2010. Investigating the persistence of freezing days in Iran using the Markov chain model. The 73th Natural Geographic Survey. 73: 1-20. (In Persian)
2. Altafi, N. 2017. Iintroduction of Climate Change Modeling. Bachelor project. Karaj Environmental Faculty.
3. Asghari, J., Abadi, M., and Mohammadi, S.M. 1393. Statistical Series: Common Nonparametric Methods. J. Diabete and Metabolism of Iran. 14: 3. 145-162. (In Persian)
4. Bahiar, M.B., Khayand Andish, M., and Zamanian, M.T. 2013. Investigating the effects of climate change on the number of days of the first autumn frost and the last frost of spring in Iran using SDSM scale magnitudes. The 15th and 16th Climate Stud. J. Year 4. (In Persian)
5. Bazrafshan Daryasari, M., Meftah Halghi, M., Ghorbani, Kh., and Ghahraman, N. 2015. Comparative study of climatic regions of Golestan province under different climate change scenarios. J. Water Soil Cons. 22: 5. 187-202. (In Persian)
6. Bonsal, B., Zhang, R.X., Vincent, L.A., and Hogg, W.D. 2001, Characteristics of Daily and Extreme Temperature Canada Climate. 14: 1959-197. 10.
7. Darand, M. 2012. Assessment and Recognition of Climate Change in Iran over the past decade. Iran's Watershed Sciences and Engineering. 30: 9. 1-7. (In Persian)
8. Easterling, D.R. 2002. Recent changes in frost days and the frost-free season in the united states, American meteorological society. 83: 1327-1332.
9. Esmaeili, R., Habibi No Khandan, M., and Fallah Gholheri, G.A. 2010. Evaluation of Changes in the Growth and Freezing Rate Due to Climatic Oscillations Case study: Khorasan Razavi. Natural Geography Research. 73: 69-82. (In Persian)
10. IPCC Semenov, M.A. 2007. Developing of High-resolution UKCUP20. based Climate Change Scenarios in the UK, Agricultural ForestMeteorology, 144: 127-138.
11. Mahdavi, M., and Taher Khani, M. 2004. Application of Statistics in Geography. Gomes Publishing. Pp: 300-301. (In Persian)

12.Martinez, M.D., Serra, C., Burgueno, A., and Lana, X. 2010.Time trends of daily maximum and minimum temperatures in Catalonia (ne Spain) for the period. 2004-1957, Inter. J. Clim. 30: 267-290.
13.Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., and Veith, T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the ASABE. 50: 3. 885-900.
14.Sedaghat Kerdar, A., and Rahimzade, F., 2008. The Changes of Growth Season Length in Second Half of 20 Century in Iran, Investigate in Constructiveness Quarterly, isuee 75.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(6), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.14940.3006

Analysis of frosty days in Gorgan synoptic station with climate change approach

A.R. Kashki[1], *H. Imani Pour[2] and M. Firooz Yazdi[3]
[1]Assistant Prof. of Climatology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran,
[2]M.Sc. Graduate, Dept. of Climatology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran,
[3]Undergraduate Student Degree in Climatology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
Received: 04.16.2018; Accepted: 10.29.2018

Abstract

Background and Objectives: Changing the number of frosty days in the future, which is important for agriculture and development, can be one of the consequences of climate change and the phenomenon of global warming. Understanding how and when it happens can help the agricultural sector. The purpose of this study is to determine the change in the number of frosty days in the future period (2068-2015) compared to the base period (1961-2014) for the Gorgan station.

Materials and Methods: In order to compare the number of freezing days in the base and future periods, daily data on the minimum temperature of the Gorgan station was received from the Iranian Meteorological Organization during the period 1966-2014. The latest available scenarios of the Fifth Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5 2014), which include RCP scenarios, were downloaded from the Canadian Climate Change Web site and, using the SDSM macroeconomic statistics software, data for the upcoming period (2068-2015) in the region was scaled down. Afterward, the number of frosty days in the base period and the scenarios was calculated. Then, Wilcoxon test showed a significant difference between the mean numbers of frosty days.

Result: In general, the purpose of this study is to investigate the total number of freezing days during the observation period and compare it with different scenarios in the future. In order to achieve this goal, using the Wilcoxon test, the mean of observational data with three scenarios 2.6, 4.5 and 8.5 respectively. This comparison shows a significant difference between the means. (The compare means is significant when it is less than 0.05). Meaningful meanings indicate that frosty days will be reduced significantly in the future. The results of this research indicate that in the next 54 years (2015-2068), the minimum temperature will increase for Gorgan station and the number of frost days will significantly decrease. The average number of freezing days in the base period (1961-2016) is about 16 days, in the upcoming period until 2068 in the scenario 2.6, about 8 days, in the scenario 4.5, about 7 days and in the scenario 8.5, about 6 days.

Conclusion: Based on the results of the used models, the comparison of results in the base and future periods indicates a minimum temperature increase and a decrease in the number of freezing days. The significance of the average number of freezing days in the observation and future period indicates a significant and severe decrease of frosty days and low minimum temperatures in the future, which could be a reason for climate change. The findings of this research and similar studies confirm the results of the increase in minimum temperature and also the reduction of the frost phase, which requires a greater awareness of planners to deal with destructive effects of climate change.

Keywords: Climate change, Frosty days, Gorgan, SDSM

* Corresponding Author; Email: birjand.climate@yahoo.com