بررسی توانایی مدل‌های ریزمقیاس‌نمایی Lars-wg و SDSM در شبیه‌سازی دماهای اصلی و بارش استان گلستان برای سال ۲۰۵۰ میلادی

محسن آب‌شناس[۱*]، بهنام کامکار[۲]، افشین سلطانی[۲]، حسین کاظمی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری، [۲]استاد، [۳]دانشیار ، گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
[*]Mohsenabshenas@yahoo.com

چکیده

تغییر در شرایط اقلیمی، کشاورزی در سطوح مختلف را تغییر خواهد داد و قادر است نظام‌های زراعی فعلی را بطور قابل ملاحظه‌ای متحول سازد. تغییرات آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک دوره زمانی بلند مدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است را تغییر اقلیم می‌نامند. به منظور بررسی دقیق پدیده تغییر اقلیم و آثار زیانبار این پدیده برای نسل کنونی و آینده، راهکارهایی از جمله مدل‌های پیش‌بینی گردش عمومی جو و ریزمقیاس‌سازی معرفی شده است. مدل SDSM و Lars-wg از جمله این مدل‌ها هستند که در این تحقیق به بررسی توانایی آن‌ها پرداخته شد. داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های استان گلستان پس از کنترل کیفی به مدل‌های ذکر شده وارد و داده‌های عددی از دماهای اصلی و بارش برای سال ۲۰۵۰ میلادی در سه سناریو تولید شد. در نهایت این مدل‌ها با مقایسه آماره‌ها مورد آزمون قرار گرفتند و نتایج نشان داد که مدل SDSM در پیش‌بینی دما از مدل دیگر برتری دارد اما برای بارش مدل Lars-wg از صحت بیشتری برخوردار است. مقایسه داده‌های پیش‌بینی شده با داده‌های مشاهداتی مبیّن افزایش دما در تمام سناریوها بود. همچنین میزان بارش در سناریوی rcp8.5 در کلیه ایستگاه‌ها کاهش نشان داد.

کلمات کلیدی: امنیت غذایی، تغییر اقلیم، ریزمقیاس‌نمایی، SDSM، Lars-wg

مقدمه

طبق تعریف، پدیده تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک دوره زمانی بلند مدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است. تحقیقات متعددی که در زمینه تغییر اقلیم صورت گرفته، نشان داده که گرم شدن کره زمین همراه با تغییر الگوهای بارش و بروز رخدادهای آب و هوایی حاد در حال شکل‌گیری است. کاهش تولیدات زراعی، کاهش امنیت غذایی و درنهایت مهاجرت از جمله اثرات تغییر اقلیم می‌باشند (۲). تغییرات محیطی کره زمین، اثرات و پیامدهای بسیاری را برای بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی و در نهایت جامعه در بر خواهد داشت. طبق نظر هیات بین الدول تغییر اقلیم این تغییرات با استفاده از مدل گردش عمومی جوّ و ریزمقیاس‌سازی قابل پیش‌بینی است. با توجه به مطالب پیش‌گفته و شرایط ویژه اقلیمی کشور ایران که دارای آب و هوای نیمه‌خشک با پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش و همچنین روباورویی با پدیده خشکسالی است، شناخت دقیق و بررسی اصولی رخدادهای تغییر اقلیم گامی مهم برای پیشگیری خطرات احتمالی و خسارات زیان‌بار آن به امنیت غذایی پایدار می‌باشد. بروز هرنوع تغییر در شرایط اقلیمی آینده، تولیدات کشاورزی در سطوح مختلف را دستخوش تغییر خواهد کرد و قادر خواهد بود نظام های زراعی فعلی را که در شرایط حاکم تکامل یافته‌اند، بطور قابل ملاحظه‌ای متحول سازد. در همین راستا برای بررسی تغییر

اقلیم و اثرات آن بر نظام‌های زراعی باید از مدل‌های پیش بینی تغییراقلیم استفاده نمود. مدل‌های گردش عمومی جو به عنوان شالوده اساسی تمامی مطالعات در این زمینه می‌باشند. اما این خروجی‌ها به‌ویژه برای بررسی مناطق کوهستانی و پارامترهای اقلیمی نظیر بارش و دما مناسب نیست. بنابراین تولید و استفاده از مدل‌های ریز مقیاس نمایی اقلیمی امری ضروری به نظر می‌رسد (۱). در این تحقیق دو مدل ریز مقیاس نمایی Lars-wg و SDSM با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج پیش-بینی آن برای دماهای اصلی و بارش در استان گلستان گزارش شده است. مطالعات مشابه متعددی در این مورد انجام شده است. برای مثال دقت مدل SDSM و LARS-WG را برای وقایع حداکثر بارش در جنوب ایسلند مقایسه شد و نتایج نشان داد که هردو مدل توانایی شبیه‌سازی وقایع مدل بارش را دارد (٤). در پژوهشی سه مدل LARS-WG، Weatherman و CLIMGEN در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی در سه اقلیم مختلف گرگان، گنبد و مشهد مقایسه شدند نتایج کارایی بهتر LARS-WG در شبیه‌سازی پارامتر حداقل دما را نشان داد (۳). در تحقیقی مدل SDSM، مدل LARS-WG و شبکه عصبی مصنوعی برای مطالعه موردی دریاچه ارومیه مورد مقایسه قرار گرفت نتایج نشان داد که مدل SDSM توانسته است بهتر از سایر مدل‌ها شبیه‌سازی کند (۵).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ایستگاه‌های هواشناسی و سینوپتیک دارای داده‌های بلند مدت موجود در محدوده استان گلستان استفاده شد. در این تحقیق ابتدا داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌ها جمع‌آوری شده و کیفیت آن‌ها بررسی شد. سپس با استفاده از برنامه SDSM و به کمک مدل گردش عمومی Can_ESM2 که دارای دوره واسنجی NCEP-NCAR از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۰۵ و دوره‌های پیش‌بینی در سه سناریو از سال ۲۰۰٦ تا ۲۱۰۰ می‌باشد به تولید داده‌های اقلیمی (دماهای اصلی و بارش) در سه سناریوی RCP (2.6, 4.5, 8.5) پرداخته شد. همچین از شبیه‌ساز LARS-WG که با استفاده از مدل گردش عمومی HadGEM2-ES دارای دوره‌های واسنجی متغیر و دوره های پیش‌بینی ۳۰ ساله عمل می‌کند، برای تولید داده های اقلیمی با همان سناریو استفاده شد و در ادامه داده‌های تولیدی این دو مدل هرکدام با داده‌های مشاهده‌ای براساس آماره‌های میانگین مطلق خطا (MAE) ، میانگین اریب خطا (MBE) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) مقایسه شده و بهترین مدل‌ها برای هریک از دماهای اصلی و بارش انتخاب شد. سپس با تفریق میانگین سالانه دما و بارش پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۵۰ از زمان حال میزان افزایش یا کاهش دما و بارش سالانه در ۳۰ سال آینده بدست آمد.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|Z(xi) - Z^*(xi)|$$

$$MBE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[Z(xi) - Z^*(xi)]$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(Z(xi) - Z^*(xi)}$$

در روابط بالا Z*(xi) مقدار پیش‌بینی شده متغیر مورد نظر و Z(xi) مقدار واقعی همان متغیر است. صحت مدل با MAE تعیین می‌شود که مقدار صفر آن نشان‌دهنده صحت ۱۰۰ درصد است و هرچه مقدار آن از صفر فاصله داشته باشد حاکی از کم شدن صحت مدل است. معیار ارزیابی MBE نیز بیانگر میانگین انحراف است، مثبت بودن آن مقدار بیش برآورد مدل را نشان می-دهد و منفی بودن آن کم برآوردی مدل را می‌رساند.

نتایج و بحث

طبق نتایج مقایسه داده‌های تولیدی مدل‌های پیش بینی تغییر اقلیم با داده‌های مشاهداتی (جداول ۱ تا ٤) ،هیچکدام از مدل‌ها برتری مطلقی بر یکدیگر ندارند، اما بررسی آماره‌ها نشان می‌دهد که مدل SDSM در پیش‌بینی دماهای بیشینه و کمینه دارای

خطای کمتری نسبت به Lars-WG بوده و پیش بینی‌های نزدیک‌تری به داده‌های مشاهداتی داشته است. البته برای پیش‌بینی میزان بارش مدل Lars-WG از خطای کمتری برخوردار بوده و داده‌های مناسب‌تری برای مدیریت آینده شرایط اقلیمی تولید نموده است. با بررسی داده‌های تولید شده برای آینده و مقایسه آن با زمان حال در تمامی ایستگاه‌ها و در هر سه سناریو افزایش دمای کمینه و بیشینه رخ خواهد داد، اما در مورد بارش نتایج کمی متفاوت است، در سناریوی rcp2.6 افزایش بارندگی برای آینده پیش‌بینی شده است و این روند در سناریوی rcp4.5 با شیب کمتر ادامه خواهد یافت. در صورتی که سناریوی rcp8.5 با کم شدن میزان بارش برای آینده همراه خواهد شد. ایستگاه‌های واقع در مناطق شمالی‌تر و شرقی‌تر، قرار شاهد افزایش دمای بیشتر و کاهش بارندگی شدیدتری خواهند بود. نتایج تحقیق با یافته‌های دیگران نیز مطابقت دارد (۱، ٤، ۵).

جدول ۱- مقایسه شبیه‌سازهای اقلیمی SDSM وLars-WG برای دمای بیشینه ایستگاه های مورد مطالعه

نام ایستگاه	SDSM			Lars-WG		
	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE	RMSE
مینودشت	۰/۲۹۵	-۰/۲۸٤	۰/۳۷۸	۰/٤۳۲	۰/۱۱۹	۰/۵۲٤
کردکوی	۰/۲۲۳	۰/۰٦۹	۰/٤٤۵	۰/۳٦۲	۰/۱٦٦	۰/٤٦۸
هاشم آباد	۰/۲۷۱	-۰/۱۷۷	۰/۳۲۸	۰/٤۰۵	-۰/۱۲۸	۰/۵۲۳
گرگان	۰/۰۱۱	-۰/۰۰۱	۰/۰۱٤	۰/۵٦۸	-۰/۰۹۹	۰/۷۱۷
کلاله	۰/۱۱۸	-۰/۰۰۹	۰/۱٤۹	۰/۷۸۵	۰/٦۰٤	۰/۹۵۸
مراوه تپه	۰/۱٤٦	-۰/۰۹۲	۰/۱۹۱	۰/٤۸۷	-۰/۰٤٤	۰/٦۳۳
علی آباد	۰/۰٤۵	-۰/۰۳۵	۰/۰٦۲	۰/۷۰۱	-۰/۰٤٤	۰/۸٦۰
گنبد	۰/۰۲۱	۰/۰۱۳	۰/۰۲٦	۰/۵۷٦	-۰/۱۳۹	۰/٦۹۳
فرودگاه	۰/۰۱٤	-۰/۰۰٦	۰/۰۳۵	۰/٤۹۰	۰/۱۱۵	۰/۵۸۲

جدول ۲- مقایسه شبیه‌سازهای اقلیمی SDSM وLars-WG برای دمای کمینه ایستگاه های مورد مطالعه

نام ایستگاه	SDSM			Lars-WG		
	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE	RMSE
مینودشت	۰/۱٦۹	-۰/۱٤۷	۰/۳۷۱	۰/۳۱۰	۰/۱۷۹	۰/٤۰۰
کردکوی	۰/۲۰۰	-۰/۰۷۷	۰/۳۱۳	۰/۳٤٤	۰/۰۹۸	۰/٤۱۷
هاشم آباد	۰/۲۵٦	-۰/۱۸۵	۰/۳۰٤	۰/۳۷۵	۰/۰۳۹	۰/٤٦۷
گرگان	۰/۰۱۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱٦	۰/۵٦٦	-۰/۰۱۸	۰/٦۸٦
کلاله	۰/۰۳٤	-۰/۰۱۲	۰/۰٤۳	۰/۷۰۲	۰/٦۵۸	۰/۹۲۷
مراوه تپه	۰/۱۳۲	-۰/۰۸۰	۰/۱٦٦	۰/۳۸۰	-۰/۰۸۰	۰/٤۷۲
علی آباد	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱٤	۰/۳٦۷	۰/۰۳۳	۰/٤٤۷
گنبد	۰/۰۲۱	-۰/۰۰۸	۰/۰۲۷	۰/۵٦۳	۰/۲۹۹	۰/۷۳۰
فرودگاه	۰/۱۲۳	-۰/۰٤۱	۰/۱٦۵	۰/۵۳۱	-۰/۰٤	۰/٦۱۷

جدول ۳- مقایسه شبیه‌سازهای اقلیمی SDSM وLars-WG برای بارش ایستگاه های مورد مطالعه

نام ایستگاه	SDSM			Lars-WG		
	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE	RMSE
مینودشت	۰/٤۱۱	۰/۳۷۱	۰/٤۵۱	۰/۲٦۰	۰/۱۳۸	۰/۳۰٦
کردکوی	۰/۳۷۷	۰/۳۷۷	۰/٤۲۱	۰/۳۰٦	۰/۰۷۵	۰/۳٦۹
هاشم آباد	۰/۳۷۸	۰/۳۷۸	۰/٤۳۱	۰/۱۱۷	۰/۰۰۵	۰/۱۵۹
گرگان	۰/۲۹۱	۰/۲۹۱	۰/۳۱٤	۰/۱۳۸	۰/۰٤٤	۰/۱۷۵
کلاله	۰/۱۳۹	۰/۰۳۷	۰/۰۵۲	۰/۱۰٦	۰/۰۰۱	۰/۰۳۵
مراوه تپه	۰/۱۸٤	۰/۱۸۵	۰/۲٤۵	۰/۱۲۵	۰/۰٤۱	۰/۱۷۳
علی آباد	۰/۳۳۵	۰/۳۳۵	۰/۳٦۷	۰/۱٤۷	۰/۱۱٤	۰/۳۲۱
گنبد	۰/۵۲۲	۰/۱٤۲	۰/٦۰۱	۰/۱٦۳	-۰/۰۹۰	۰/٤۱۵
فرودگاه	۰/۲۰٤	۰/۱٤۰	۰/۱۵۳	۰/۱۳۸	۰/۱۲۳	۰/۱٤۳

جدول ٤- تغییرات دما و بارش شبیه‌سازی شده‌ی ایستگاه‌های مورد مطالعه برای سال ۲۰۵۰

نام ایستگاه	تغییرات دمای کمینه (میانگین سالانه C °)			تغییرات دمای بیشینه (میانگین سالانه C °)			تغییرات بارش (میانگین سالانه mm)		
	rcp2.6	rcp4.5	rcp8.5	rcp2.6	rcp4.5	rcp8.5	rcp2.6	rcp4.5	rcp8.5
مینودشت	۲/۷٤	۲/۹۸	٤	۳/۷۵	۳/۸	۵/۱۰	۳/۵٤۱	۲/۰۲٤	-۳/۰۸۱
کردکوی	۰/٤۰	۰/٦۸	۲/٤۳	۰/٦۸	۱/۳۸	۳/۲۰	۰/۰۷۹	۰/۰۰۵	-۰/۹۹۱
هاشم آباد	۰/۹٤	۱/۰۱	۲/٤۰	۰/٦۰	۱/٤۰	۳/۹۲	۵/۵۲۷	٤/٦۷۷	۰/۰۰۲
گرگان	۰/۹۵	۱	۲/۵۰	۰/۵۵	۱/٤۲	۳/۹۵	٦/۳۲٦	٦/۱۱۲	-۲/۱۲۱
کلاله	۱/۲۰	۲	۳/۲۰	۲/۲۰	۲/۸۵	٤/۲۲	۳/۲٦٦	۳/۰۲۱	-۱/۰۲۵
مراوه تپه	۲/۸۰	۳/۱۰	٤/۰۱	۳/۹۰	۳/۹۵	٦/۱۵	۵/۹٦۰	٤/۹۱۱	-۱/۸۰۱
علی آباد	۱	۱/۵۵	۲/۸۱	۰/۸۵	۱/۹۸	۳/۷۰	۵/٤٦۰	٦/۱۲۱	-۰/۲۵۰
گنبد	۱	۱/۲۵	۲/۹۵	۱	۱/۸۰	۳/۸۵	۳/۹۲۱	۳/۲۵۱	-۰/۸۲۱
فرودگاه	۰/۹۵	۱/۳۰	۲/٦۰	۰/۷۵	۱/٦۲	۳/۵۰	٦/۰۲۱	۵/۹۲۱	-۰/۵۱۲

این نتایج نشان می‌دهد که برای حفظ امنیت غذایی در آینده، لازم است مخاطرات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه که یکی از مناطق مهم و راهبردی تولید محصولات زراعی به شمار می‌رود، مدنظر قرار گیرد. افزایش دما و کاهش بارش دو رخداد انکارناپذیر در آینده نظام‌های زراعی این استان به شمار می‌روند که توجه بیشتر به ارائه الگوهای کشت جدیدتر، معرفی گیاهان جدید تر و سازگارتر با شرایط اقلیم در آینده را الزامی می‌نماید.

References

1. Hashmi, M. Z., Shamseldin, A. Y., Melville, B. W., 2010. Comparison of SDSM and LARS-WG for downscaling of extreme precipitation events in a watershed, Stoch Environ Res Risk Assess.
2. Hajjarpour, A., Yousefi, M., Kamkar, B., 2014. Precision test of simulators LARS- WG, Weather Man and CLIMGE Ninthree different climatessimulated (Gorgan, Gonbad and Mashhad), Geographyand Development, University ofof Sistanand Baluchestan. 35: 201-216.(In Persian)
3. Kamel, A. M., Ali, A. M., Sayad, T. A., 2016. Study the impact of climate change on maximum and minimum temperature over Alexandria, Egypt using statistical downscaling midel (SDSM). Global Journal of Advanced Research. 3(8): 694-712.
4. Kochaki, A., Nasiri Mahallati, M., Jafari, L., 2013. The Impact of Climate Change on Iranian Agriculture Predicting the future agro-climatic situation. Iranian Journal of Crop Research. 13 (4): 651-664.
5. Sobhani, b., Eslahi, M., Babaian, A. 2015. The efficiency of SDSM and LARS-WG microscale models in simulation of meteorological variables in the catchment area of Lake Uromiye. Quarterly Journal of Natural Geography. 49 (4): 488-156.

Investigating the ability of Lars-wg and SDSM models in simulating the main temperatures and precipitation of Golestan province for 2050

Mohsen Abshenas[1*], Behnam Kamkar[2], Afshin Soltani[2], Hossein Kazemi[3]

[1]PhD student, [2]Professor, [3]Associate Professor, Department of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
[*]Mohsenabshenas@yahoo.com

Abstract

Climate change will change agriculture at different levels and it can seriously change the current crop systems. Climate change is the climate change of a region with the behavior that is expected over a long period from the information observed or recorded in that region. To study the phenomenon of climate change and the harmful effects of this phenomenon for the current and future generations, solutions such as models for predicting the general circulation of the atmosphere and downscaling have been introduced. The SDSM and Lars-wg models are among these models whose capabilities were examined in this study. Observational data of stations in Golestan province were entered into the mentioned models after quality control. And numerical data of the main temperatures and precipitation for 2050 were generated in three scenarios. Finally, these models were tested by comparing statistics and the results showed that the SDSM model is superior to the other model in predicting temperature, but the Lars-wg model is more accurate for precipitation. Comparison of the predicted data with the observational data showed an increase in temperature in all scenarios. Also, the amount of precipitation in the rcp8.5 scenario decreased in all stations.

Keywords: Food security, Climate Change, Downscaling, SDSM, Lars-wg