



کد مقاله: 20814

ارزیابی کارایی مدل LARS-WG در پیش بینی برخی از پارامترهای اقلیمی در استان آذربایجان شرقی

سولماز بی دست^{۱*}، مریم قبله^۲، مسلم ثروتی^۳، حسین بیرامی^۴، حسن محمدی^۵

^{۱*} دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه گیلان، Solmazbidast@yahoo.com

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه تبریز، maryam.ghebleh1392@gmail.com

^۳ دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه تبریز، moslemservati@gmail.com

^۴ دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه تبریز، hossein_by@yahoo.com

^۵ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه شاهد تهران، hassan.mohammadi1369@gmail.com

چکیده

در عصر حاضر اطلاع از تغییرات اقلیم و در نتیجه لحاظ تمهیدات لازم برای تعدیل اثرات سوء ناشی از آن، برای اقلیم‌شناسان و پژوهشگران امری ضروری است. به همین دلیل، مدل‌های شبیه‌سازی گردش عمومی جو (GCM) گسترش پیدا کرده‌اند که فاکتورهای اقلیمی را می‌توانند در ریز مقیاس، پیش‌بینی کنند. در این پژوهش بر اساس مدل LARS-WG، داده‌های گردش عمومی جو HADCM3، بر اساس سه سناریوی A1B، A2 و B1 و دمای حداقل، دمای حداکثر، ماهانه بارش و ساعت آفتابی استان آذربایجان شرقی در دوره 2011-2030 شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که بارش‌های بهاره، در همه ایستگاه‌های مطالعه شده به استثنای جلفا، در مقایسه با دوره اولیه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین افزایش بارش به میزان 27، 31 و 19 درصد بر اساس سناریوهای A2، A1B و B1 و در مقایسه با دوره اولیه، به ایستگاه تبریز مربوط بوده و در اردیبهشت ماه اتفاق خواهد افتاد. همچنین مدل با دقت بالایی قادر به شبیه‌سازی پارامترهای دمای حداکثر، دمای حداقل و تابش می‌باشد. در ایستگاه تبریز و مراغه در دوره آماری 2011-2030 میلادی در مقایسه با دوره (1961-2010) میانگین ماهانه دمای حداقل، حداکثر و بارش به ترتیب 0/88 و 0/89 درجه سانتی‌گراد و 8 میلی‌متر افزایش می‌یابند.

واژه های کلیدی: آذربایجان شرقی، تغییر اقلیم، GEM، LARS-WG



مقدمه

حاکمیت اقلیم نیمه خشک در دشت‌های کشاورزی استان آذربایجان شرقی و کمبود ناشی از آن باعث شده تا برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی یک امر ضروری در منطقه باشد [1]. تخمین بیش از حد آب مورد نیاز گیاه، ضمن هدر دادن آب آبیاری موجب ماندابی شدن اراضی، شستشوی عناصر ضروری مورد نیاز گیاه و آلوده شدن آب‌های زیرزمینی می‌شود. در ضمن تخمین کمتر نیز سبب استرس رطوبتی به گیاه و کاهش عملکرد می‌شود [2]. پارامترهای موثر بر نیاز آبی گیاهان، چندین پارامتر اقلیمی نظیر دمای هوا، بارش و ساعات آفتابی می‌باشند. هرگونه تغییر در این پارامترهای اقلیمی در اثر تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق گیاه نیز تأثیرگذار خواهد بود [3]. براساس مطالعات انجام شده، با وجود این که تغییرات اقلیم در نواحی واقع در عرض‌های شمالی بالاتر از 55 درجه، اثرات مثبتی بر تولیدات کشاورزی خواهد داشت [4]. ولی اثرات منفی، این تغییرات در مناطق گرم و خشک بسیار شدید خواهد بود [5]. بنابراین، پیش‌بینی‌های اقلیمی جهت استفاده در برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریتی، مهم است. معتبرترین ابزار، جهت بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف، استفاده از متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده توسط مدل‌های جفت شده گردش عمومی جوی-اقیانوسی می‌باشد. این مدل‌ها قادرند پارامترهای جوی و اقیانوسی را برای یک دوره طولانی مدت با استفاده از سناریوهای تأیید شده IPCC مدل‌سازی نمایند [6]. اما ضعف عمده این مدل‌ها قدرت تفکیک مکانی کم آن‌ها است که برای فائق آمدن بر این مشکل، لازم است خروجی این مدل‌ها قبل از استفاده در مطالعات ارزیابی اثرات تغییر اقلیم، ریزمقیاس شوند. به طور کلی ریزمقیاس نمایی را می‌توان به دو روش دینامیکی و آماری انجام داد [7]. روش آماری نسبت به دینامیکی به پارامترهای کمتری نیاز داشته و به همین دلیل در مطالعات مربوط به علوم آب بسیار مورد توجه قرار گرفته است [3].

هارمسن و همکاران [8] از روش ریزمقیاس نمایی آماری و تحت سه سناریوی اقلیمی A1، A2 و B1 به بررسی بارش، تبخیر-تعرق مرجع، کمبود بارش و کاهش نسبی عملکرد محصول پرداختند. نتایج نشان داد که در اثر تغییر اقلیم، فصل بارش مرطوبتر و فصل خشکی خشکتر خواهد شد. همچنین میزان تبخیر-تعرق در ماه‌های خشک با کاهش بارندگی و افزایش دما افزوده خواهد شد. کوروبو [9]، در مالدیو اثرات تغییر اقلیم را بر تولید حیوانات بررسی نمود و گزارش کرد که افزایش درجه حرارت جهانی، منجر به وقوع خشکی در طول دوره‌های رشد این تیپ بهره‌وری خواهد شد.

ردریگز و همکاران [10] با استفاده از مدل‌سازی نیاز آبیاری، افزایش حدود 15 تا 20 درصد نیاز آبی فصلی گیاهان زراعی در دهه 2050 را در اثر تغییر اقلیم پیش‌بینی نمودند که ناشی از مکان و الگوی کشت است.

باگیس و همکاران [11] گزارش کردند، افزایش دما و افزایش غلظت دی اکسید کربن هوا در دهه‌های آتی بر روی تبخیر-تعرق تیپ‌های بهره‌وری زراعی در خصوص محصولات پاییزه، افزایش نیاز آبی مورد توجه نخواهد بود، ولی در مورد محصولات بهاره، افزایش معنی‌داری در نیاز آبی رخ خواهد داد.

با توجه به اثرات وسیع تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی، تحقیقات گسترده‌ای در مورد سازگاری با این پدیده شروع شده و لازم است چنین تحقیقاتی در ایران هم صورت گیرد و بر مبنای آن‌ها برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریتی اجرا شود. این تحقیق در راستای برآورد نیاز آبی آفتابگردان در دو دهه آتی در استان آذربایجان شرقی، اجرا شده است.

بدنه اصلی مقاله

استان آذربایجان شرقی در منطقه معتدل شمالی قرار داشته و از نظر موقعیت طبیعی به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. بلندترین نقطه استان در ارتفاعات سه‌سهند با ارتفاع 4200 متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه استان در دشت جلغا با ارتفاع 800 متر از سطح دریا در حاشیه مرز ایران و آذربایجان قرار دارد. بخش‌های کوهستانی، که دشت‌های حاصلخیز بین آنها قرار گرفته است، به دلیل دارا بودن میزان بارندگی قابل توجه از شرایط مناسب کشاورزی برخوردار می‌باشند. اما برخی از بخش‌های جنوبی استان به سبب پست بودن ناحیه دارای میزان بارندگی کمی می‌باشند و شرایط مناسبی برای کشاورزی ندارند. اقلیم استان نیز به طور معمول نیمه خشک است. داده‌های مورد نیاز در این تحقیق، شامل مقادیر روزانه بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعات آفتابی 7 ایستگاه هواشناسی سینوپتیک (تبریز، اهر، میانه، مراغه، مرند، شبستر و جلغا) در یک دوره آماری 20 ساله (1991-2011) بود که از مرکز اطلاعات و آمار سازمان هواشناسی کشور اخذ شد.

مدل LARS-WG5 یکی از مشهورترین مدل‌های تولید داده‌های هواشناسی است که برای تولید مقادیر روزانه دماهای حداقل و حداکثر،



بارش و تابش یا ساعت آفتابی در یک ایستگاه، تحت شرایط اقلیم حاضر و آینده به کار می‌رود. مدل LARS-WG5 از سه بخش اصلی تشکیل شده که عبارتند از: واسنجی کردن، ارزیابی و تولید یا شبیه سازی داده‌های هواشناسی دهه‌های آینده. نیاز اساسی مدل در مرحله واسنجی کردن، فایلی است که مشخص کننده رفتار اقلیم در دوره گذشته می‌باشد. این فایل با استفاده از داده‌های روزانه بارش، دمای حداقل، دمای حداکثر و ساعت آفتابی کلیه ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه، چنانچه در بالا ذکر شد با در نظر گرفتن یک دوره 20 ساله به عنوان دوره پایه، تهیه شده و مدل بر اساس آن اجرا شد. در مرحله بعد با استفاده از آماره‌های ضریب تعیین (R^2)، میانگین انحراف خطا (MAE) و میانگین مطلق خطا (MBE) که به صورت معادلات 1 و 2 می‌باشند، اقدام به ارزیابی داده های تولید شده توسط مدل و داده های واقعی (مشاهده شده) موجود در دوره پایه گردید.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n |z_i(x) - z(x)| \quad (1)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n [z_i(x) - z(x)] \quad (2)$$

در این روابط X_i و Z_i به ترتیب i امین داده واقعی (مشاهده شده) و شبیه سازی شده توسط مدل، Z و X میانگین کل داده‌های X_i و Z_i در جامعه آماری و n تعداد کل نمونه‌های مورد ارزیابی می‌باشند. پس از اطمینان از صحت نتایج ارزیابی و قابلیت مدل LARS-WG5 در شبیه‌سازی داده‌های هواشناسی، اقدام به اجرای مرحله سوم یا شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی دوره 2011-2030 گردید. نیاز اساسی مدل برای اجرای این مرحله، دو فایل است. فایل اول همان داده‌های روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره پایه می‌باشد و فایل دوم از خروجی یکی از مدل‌های گردش عمومی جو در دوره مشابه با دوره پایه به دست می‌آید [12]. در حقیقت در این مرحله، مدل با استفاده از رفتار اقلیم در دوره پایه و ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های یک مدل گردش عمومی جو، پارامترهای اقلیمی آینده را در حد مقیاس منطقه مورد مطالعه (ایستگاه‌های هواشناسی)، شبیه سازی می‌کند. در این تحقیق از داده‌های مدل گردش عمومی جو HADCM3 که یکی از مدل‌های جفت شده اقیانوسی-جوی است و توسط مرکز تحقیقات و پیش‌بینی اقلیمی هادلی در بریتانیا [13] طراحی شده، استفاده شد. قدرت تفکیک جوی این مدل، شبکه‌ای با ابعاد $2/75$ درجه طول جغرافیایی و $3/75$ درجه عرض جغرافیایی و قدرت تفکیک اقیانوسی آن، $1/25$ درجه عرض جغرافیایی و $1/25$ درجه طول جغرافیایی می‌باشد [14].

سناریوی A2 که مبین رشد سریع جمعیت جهان اما همراه با رشد اقتصادی ناهمگن در مناطق مختلف بوده و بنابراین تغییر اقلیم متوسطی برای دوره‌های پیش رو را ترسیم می‌کند. سناریوهای تغییر اقلیم مورد استفاده نیز عبارت بودند از: سناریوی بدبینانه A1B که ترسیم کننده جهانی با رشد سریع اقتصادی و جمعیتی است به طوری که بیشینه رشد جمعیت در نیمه قرن رخ داده و پس از آن روند افزایش جمعیت، کاهش خواهد بود. همچنین، رشد سریع فناوری‌های نوین و مؤثر بر اساس این سناریو در دوره‌های آتی رخ خواهد داد. بر طبق سناریوی خوشبینانه B1 نیز در دهه‌های آتی همگرایی جمعیت در سطح جهان رخ خواهد داد و تغییر در ساختار اقتصادی با کاهش مواد آلاینده و معرفی منابع فناوری پاک و مؤثر، صورت خواهد گرفت [14].

بدین ترتیب مدل LARS-WG5 با استفاده از این سه سناریوی تغییر اقلیم تأیید شده توسط IPCC اجرا شده و مقادیر روزانه داده‌های اقلیمی بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی برای دوره 2011-2030 شبیه سازی شد. سپس میانگین ماهانه پارامترهای مذکور در این دوره محاسبه شده و نمودارهای مربوطه ترسیم شد.

قبل از ورود به بخش محاسبه نیاز آبی یک گیاه خاص در این نرم افزار، ابتدا لازم است که اطلاعات مورد نیاز آن شامل آمار هواشناسی (داده‌های بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی و یا سایر داده‌های مورد نیاز بر حسب روش انتخاب شده محاسبه تبخیر-تعرق)، مشخصات دشت (نام دشت و حوضه آبریز، ناحیه اقلیمی، ضریب خشکی، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای ایستگاه هواشناسی مورد نظر و بافت خاک)، مشخصات مربوط به گیاه (تاریخ کشت، طول مراحل مختلف رشد، ضرایب گیاهی پایه، ارتفاع گیاه، عمق اولیه ریشه و میزان تحمل به شوری) اطلاعات مدیریت آبیاری (نوع، زمان و مقدار آبیاری) را تکمیل نمود [15]. بر این اساس ابتدا داده‌های بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی تمامی ایستگاه‌ها در دوره 1991-2010 جهت برآورد نیاز آبی چغندرقد در دوره پایه و داده‌های شبیه‌سازی شده این پارامترها توسط مدل LARS-WG5 بر مبنای سناریوهای A1B، A2 و B1 جهت محاسبه نیاز آبی این گیاه در دوره 2011-2030 به عنوان اطلاعات هواشناسی وارد محیط نرم افزار شد. سایر داده‌های مورد نیاز نرم افزار (اطلاعات مربوط به خاک، آب و گیاه) نیز بر اساس الگو و روش‌های مدیریت کنونی تکمیل گردید. سپس برای محاسبه بارندگی مؤثر که در واقع



جزئی از بارندگی است که در منطقه توسعه ریشه‌ها ذخیره شده و به مصرف گیاه می‌رسد، روش مرسوم به فائو انتخاب شده و در نهایت نیاز آبی آفتابگردان در دوره پایه و نیز دو دهه آبی با استفاده از این نرم افزار در طول دوره رشد گیاه (اردیبهشت تا شهریور) برآورد شد.

نتایج

با توجه به جدول (1) مقادیر شاخص‌های خطاسنجی نسبتاً پایین می‌باشد که مؤید انطباق قابل قبول مقادیر مدل‌سازی شده و مشاهده شده دوره پایه است. بنابراین، توانایی مدل LARS-WG5 در شبیه‌سازی داده به اثبات رسیده و برای تولید داده‌های اقلیمی 20 سال آبی مورد استفاده قرار گرفت.

بارش‌های بهار دوره 2011-2030 در اغلب ایستگاه‌ها نسبت به دوره پایه (2010-1991) افزایش خواهند یافت. در خصوص بارش‌های پاییزه نیز روند مشابهی دیده می‌شود. در حالیکه در ماه‌های گرم سال به دلیل مقادیر پایین بارش در منطقه مورد مطالعه که برای این نوع اقلیم (خشک و نیمه خشک) امری طبیعی است، تفاوت محسوسی بین نتایج حاصل از سه سناریوی تغییر اقلیم با دوره پایه، ملاحظه نمی‌شود. نتایج نشان داد که بارش‌های بهاره، در همه ایستگاه‌های مطالعه شده به استثنای جلفا، در مقایسه با دوره اولیه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین افزایش بارش به میزان 27، 31 و 19 درصد بر اساس سناریوهای A2، A1B و B1 و در مقایسه با دوره اولیه، به ایستگاه تبریز مربوط بوده و در اردیبهشت ماه اتفاق خواهد افتاد. استثنائاً در ایستگاه تبریز و در ماه اردیبهشت، میزان ساعت آفتابی در مقایسه با دوره پایه در هر سه سناریو افزایش داشته است که این موضوع در توافق کامل با کاهش بارندگی این ایستگاه در این ماه می‌باشد. علت افزایش نیاز آبی گیاه در شهر تبریز را می‌توان به کاهش محسوس بارش این ایستگاه و افزایش نیاز آبی آفتابگردان در ایستگاه مراغه را به افزایش دمای هوا به ویژه دمای حداکثر مربوط دانست. این موضوع مبین این مطلب است که صرفاً افزایش بارندگی دلیلی بر کاهش نیاز آبی گیاه نیست، زیرا تبخیر-تعرق تابعی از متغیرهای مختلف از جمله سرعت باد، میزان تابش، دمای هوا و خصوصیات خاک و نوع اقلیم منطقه می‌باشد. نیاز آبی آفتابگردان در سایر شهرستان‌های استان شامل مرند، میانه و اهر در طول دوره میانی رشد کاهش یافته که بیشترین میزان کاهش با مقدار 15 درصد نسبت به دوره پایه، مربوط به ایستگاه اهر می‌باشد. این موضوع نیز با توجه به افزایش میزان بارندگی این شهرستان قابل توجیه است.

جدول 1- مقایسه میانگین و انحراف معیار بارش (میلی‌متر) در دوره پایه و سال‌های 2011-2030 میلادی (معادل 4009-1389) در کل ایستگاه‌ها

پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
میانگین بارندگی	42/7	52/4	14/2	4/9	3/3	8/5	7/3	32	14/8	15/3	22/9	29
انحراف معیار	2/3	1	0/26	0/61	0/13	0/13	0/69	1/5	2/6	0/31	0/7	1/2
میانگین بارندگی	45/6	54/4	15	5/5	3/8	11	8/9	34	14/9	15/8	25/5	28/7
انحراف معیار واقعی مدل	2/9	1/8	0/29	0/74	0/3	0/3	0/14	1/19	1/8	0/14	3/9	0/14
انحراف معیار تبدیل یافته مدل	2	0/7	0/24	0/55	0/15	0/1	0/1	1/9	2	1/7	2	2/1

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

آب و هوا مهم‌ترین عامل تغییرپذیری سالانه تولیدات کشاورزی بوده و تغییر اقلیم نیز تاکنون بسیار کمتر نسبت به دنیا مورد توجه دانشمندان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است، زیرا هر تغییری در آب و هوا، عدم قطعیت مربوط به تولید محصولات زراعی را افزایش خواهد داد. به همین دلیل آگاهی از چگونگی وقوع این فرایند و اثرات آن بر نظام‌های زراعی می‌تواند در ارائه برنامه‌های جامع برای مقابله و یا آمادگی در برابر مخاطرات حاصله، مؤثر واقع شود. اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر نیاز آبی آفتابگردان نشان داد که این منطقه در 20 سال آینده با پدیده افزایش دمای جهانی رو به رو شده و تغییراتی نیز در الگوهای بارش رخ خواهد داد و در اثر این عوامل، نیاز آبی گیاه آفتابگردان در مقایسه با دوره کنونی در شهرستان‌های مختلف استان دچار تغییر خواهد شد. بنابراین امری کاملاً ضروری بوده برای بهینه‌سازی زمان و میزان آبیاری در شرایط کمبود آب را می‌طلبد.



مراجع

- [2] کوچک زاده م. و بهمنی، ا. 1384. ارزیابی بازده شبکه عصبی در کاهش پارامترهای مورد نیاز برای تخمین تبخیر-تعرق مرجع. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، شماره 4، 87-97
- [3] علیزاده، ا.، سیاری، ن.، حسامی کرمانی، م.ر.، بنایان اول، م. و فرید حسینی، ع. 1389. بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیمی بر منابع و مصارف آب کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه کشف رود). مجله آب و خاک، جلد 24، شماره 4، 815-835.
- [7] عباسی، ف.، ملبوسی، ش.، بابائیان، ا.، اثمري، م. و برهانی، ر. 1389. پیش بینی تغییرات اقلیمی خراسان جنوبی در دوره 2039-2010 میلادی با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری خروجی مدل ECHO-G. مجله آب و خاک، جلد 24، شماره 2، 218-233.
- [15] علیزاده، ا. و کمالی، غ. 1387. نیاز آبی گیاهان در ایران. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، 227 صفحه.
- [1] Yoo, S.H.; Choi, J.Y. and Jang, M.W. 2008. Estimation of design water requirement using FAO Penman-Monteith and optimal probability distribution function in south Korea. *Agri. Water Manage.*, 95:845-850.
- [4] Stern, N. 2006. Review on the economics of climate change. HM Treasury, London.
- [5] Parry, M.A; Rosenzweig, C.; Inglesias, M.; Fichernd, G.; Livemore, M. and Gischer, G. 2004. Effect of climate change on global environment change, 14:53-67.
- [6] Massa Bavani, A.R. and Morid, S. 2006. Impact of climate change on the water resources of Zayandeh Rud Basin. *Jurnal science and Technology Agriculture and Nature Resources*, 9(4):28
- [8] Harmsen, E.; Miller, N.L.; Schlegel, N.J. and Gonzalez, J.E. 2009. Seasonal climate change impacts on evapotranspiration, precipitation deficit and crop yield in Puerto Rico. *Agricultural Water Management*, 96:1085-1095.
- [9] Corobov, R. 2002. Estimation of climate change impacts crop production in the Republic of Molodova. *Geojournal*. 57:195-202.
- [10] Rodriguez, J.; Weatherhead, J.; Knox, W. and Camacho, E. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *Regional Environmental Change*. 7: 149-159.
- [11] Baguis, P.; Roulin, E.; Willems, P. and Ntegeka, V. 2010. Climate change scenarios for precipitation and crop evapotranspiration over central Belgium. *Theoretical Applied Climatology*. 99: 273-286.
- [12] Semenov, M.A. and Barrow E.M. 2002. LARS-WG a Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies. Users manual, Version 3.0.
- [13] Hadley center. 2006. Effect of climate change in the developing countries. UK Meteorological office.
- [14] IPCC. 2007. Summary for policy makers Climate change: The physical science basis. Contribution of working group 1 to the fourth assessment report. Cambridge University Press, 881 PP climate change scenarios. *Climate Change* 35: 397-414.

