نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن –اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۷۵۸-۱۷۴۹

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1749-1758

بررسی امکان‌سنجی استفاده از پایگاه داده AgMERRA برای ساخت داده‌های ناقص و گمشده موجود در داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک (مطالعه موردی: دشت مشهد)

اعظم لشکری[۱]- محمد بنایان[۲*]- علیرضا کوچکی[۳]- امین علیزاده[۴]- یانگ سای چوی[۵]- سئون کی پارک[۶]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۴

چکیده

ساخت داده‌های ناقص (گمشده) موجود در مشاهدات ایستگاه‌های سینوپتیک با استفاده از روش‌های پیشرفته، استاندارد و دقیق در سطح جهانی اهمیت بسزایی در مطالعات هواشناسی کشاورزی و شبیه سازی عملکرد گیاهان زراعی دارد. لذا این پژوهش با هدف امکان‌سنجی استفاده از داده های AgMERRA برای تخمین داده های گمشده انجام شد. در این تحقیق با استفاده از خصوصیات جغرافیایی ایستگاه های مرجع گلمکان و مشهد داده های متناظر با دشت مشهد استخراج شد. با استفاده از روش‌های ارزیابی کارایی مدل‌ها شامل ضریب همبستگی، جذر میانگین مربع خطا، میانگین خطای مطلق و انحراف نتایج، واسنجی داده‌های AgMERRA انجام گرفت. نتایج واسنجی حاکی از قدرت بالای این مجموعه در شبیه سازی حداکثر و حداقل دمای روزانه بود. اگرچه مقادیر پارامترهای ارزیابی کارایی مدل برای بارندگی نیز در سطح قابل قبولی بود با این وجود ضریب همبستگی بارندگی روزانه بین داده‌های AgMERRA و داده‌های ایستگاهی برای ایستگاه‌های گلمکان و مشهد به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۴۳ بود. مقایسه توزیع احتمال تجمعی داده های مشاهده شده با داده های AgMERRA طی کل دوره مورد مطالعه برای ایستگاه‌های گلمکان و مشهد، نشان داد که داده‌های مورد استفاده از هر دو منبع از روند مشابهی تبعیت می کنند. با این وجود، تفاوت میانگین حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای روزانه و بارندگی روزانه مشاهده شده و شبیه سازی شده طی دوره ۳۰ ساله مورد مطالعه برای ایستگاه مشهد به ترتیب۳/۴۲ درجه سانتیگراد، ۴/۶۸ درجه سانتیگراد و ۰/۰۶ میلی متر در روز بود و این مقادیر برای ایستگاه گلمکان طی دوره ۲۳ ساله مورد مطالعه به ترتیب ۲/۱۰ و ۳/۰۵ درجه سانتیگراد و ۰/۲۸ میلی متر در روز بود. بطور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که برای اطمینان از دقت این داده‌ها تعداد ایستگاه‌های بیشتری مورد مطالعه قرار گیرد تا از این طریق میزان دقیق‌تری از قدرت این داده‌ها در شبیه‌سازی بارندگی نیز بدست آید.

واژه های کلیدی: AgMERRA، بارندگی و دما، تخمین داده های گمشده

مقدمه

مدل‌سازی‌های زیست محیطی و کشاورزی هر دو نیازمند سری کامل داده‌های هواشناسی به عنوان ورودی مدل‌ها هستند (۱۸). ثبات و شفافیت در اطلاعات آب و هوایی و روش‌های استخراج آنها، مقایسه مناطق مختلف و همچنین مقایسه مدل‌های مختلف را بخصوص زمانی که ارزیابی اثرات مورد تأکید است، تسهیل می کند، (۱۴ و ۱۵). خصوصا، اخیرا پیشرفت‌ها در زمینه مدل‌های رشد گیاهی و برنامه‌ریزی جهت کشاورزی پایدار، نیاز به داشتن پایگاه داده‌ای جهانی را به طور فزاینده‌ای افزایش داده است (۱۴). امروزه، در حقیقت، تأمین داده‌های بلند مدت آب و هوایی (داده های تاریخی و آینده) در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلف با قدرت تفکیک بالا از مهم‌ترین اولویت‌ها برای برنامه‌ریزی جهت ترویج کشاورزی پایدار است و باید در بین اولویت‌های پژوهشی کسانی قرار بگیرد که در زمینه امنیت غذایی فعالیت می‌کنند (۲).

تشعشع، حداقل و حداکثر دما و بارندگی روزانه از مهم ترین متغیرهای آب و هوایی مورد استفاده در مدل‌های کشاورزی و زیست محیطی هستندکه توسط ایستگاه‌های هواشناسی ثبت می شوند. کمبود منابع مالی و سختی دسترسی به برخی مناطق، سبب شده که

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته دکترای بوم شناسی، دانشیار و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: banayan@ ferdwosi. um.ac.ir)
۴- استاد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵ و ۶- استادیار و استاد دپارتمان مهندسی محیط زیست دانشگاه ایوا- کره جنوبی

در برخی مناطق دنیا ایستگاه‌های موجود با تراکم کمی ساخته شده باشند (۷) و بنابراین داده‌های ایستگاهی مکررا دارای نقصان هستند که در نتیجه آن بازسازی داده‌های ناقص عموما با استفاده از روش-های درون ایستگاهی، بین ایستگاهی یا مدل‌های آب و هوایی (آماری و فرآیند محور[1]) و اخیرا با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور صورت می گیرد (۱). علاوه بر آن، مطالعات متعدد حاکی از حساسیت بالای رشد و عملکرد شبیه‌سازی شده گیاهان زراعی به پارامترهای اقلیمیطی فصل رشد می‌باشد (۹). از طرفی پایگاه داده‌های موجود مانند آفرودیت (APHRODITE) در آسیا (۲۱)، E-Obs (۸) در اروپا تنها بارندگی را تحت پوشش قرار می‌دهند و در مقیاس منطقه‌ای هستند. همچنین برخی از پایگاه داده‌ها بارندگی را در مقیاس ماهانه شبیه سازی می‌کنند که جهت استفاده در ورودی مدل‌های رشد و نمو گیاهان زراعی نیازمند روش‌های ریز مقیاس نمایی می‌باشند تا تبدیل به داده‌های روزانه شده که انجام این تکنیک‌ها سبب بروز خطا و کاهش دقت نتایج می‌شود (۱۵). دلایل مذکور باعث شد تا پژوهش-های متعددی جهت افزایش دقت و تحلیل مجدد[2]داده‌های آب و هوایی روزانه مورد استفاده در مدل‌های رشد گیاهان زراعی آغاز شود. که از این جمله مجموعه داده‌ها می‌توان به پایگاه داده اقلیمی پرینستون (۱۷)، مجموعه داده WFD (WFD-EI) برای مطالعات هیدرولوژی در سطح اروپا (۲۰) و اخیرا پایگاه داده GRASP[3] (۹) که توسط کشور ژاپن تهیه شده و در مطالعات امنیت غذایی کاربرد دارد، اشاره کرد.

در همین راستا، سازمان فضایی ملی ایالات متحده آمریکا[4] و دانشگاه کلمبیا نیز در سال ۲۰۱۴ مجموعه داده‌ای را با هدف ایجادشبکه‌ای جهانی و همگون برای استفاده در پژوهش‌های کشاورزی، امنیت غذایی و مدل‌های رشد گیاهی توسعه داده است. این پایگاه داده که AgMERRA نامیده شده است، مجموعه‌ای از داده‌های آب و هوایی روزانه (دمای حداکثر و حداقل، بارندگی، تشعشع، سرعت باد و فشار بخار) با قدرت تفکیک بالا برای دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۰ میلادی می باشدکه به عنوان بخشی از پروژه AgMIP[5] است و برای بررسی تأثیر تغییرات و نوساناتی اقلیمی بر بخش کشاورزی تأمین شده است. این مجموعه داده حاصل تحلیل مجدد داده های ماهواره‌ای MERRA[6]، PERSIANN و CMORPH (۱۱) و داده‌های مشاهده شده از ایستگاه های سینوپتیک ۲۳۲۴ منطقه در نواحی مهم کشاورزی جهان می باشد. دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۰ اهمیت خاصی برای مدل های کشاورزی دارد. از این دوره برای واسنجی مدل های زراعی و اقلیمی و همچنین بعنوان دوره پایه برای تولید سناریوهای اقلیمی استفاده می شود. این مجموعه داده مانندداده های آب و هوایی سایر مدل‌های هیدرولوژیکی است با این تفاوت که در آن توجه ویژه ای به مناطق کشاورزی و متغیرهای اقلیمی مورد نیاز در مدل‌های رشد و نمو گیاهان زراعی شده است (۱۵).

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی و مقایسه داده‌های بارندگی داده‌های ماهواره‌ای در ایران انجام شده است که می‌توان به مطالعات جامعی و همکاران (۱۰) در زمینه بررسی داده‌های بارندگی افرودیت، غضنفری و همکاران (۷) PERSIANN، غفوریان و همکاران (۶) TRMM اشاره کرد.با توجه به اینکه پایگاه داده AgMERRA در سال ۲۰۱۴ راه اندازی شده است، مطالعات انجام شده در زمینه امکان سنجی استفاده از این مجموعه داده در سطح جهان در حال حاضر در حال انجام است و نتایج آن انتشار نیافته است و در ایران نیز هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته است.

بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی دقت و امکان سنجی استفاده از پایگاه داده AgMERRA برای بازسازی داده‌های ناقص(گمشده) ایستگاه‌های سینوپتیک می‌باشد که در این مطالعه ایستگاه‌های گلمکان و مشهد به عنوان ایستگاه‌های متناظر با دشت مشهد که یکی از دشت های مهم خراسان رضوی می‌باشد، مورد مطالعه قرار گرفتند.

داده ها و روش مطالعه

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق دشت مشهد با وسعتی بالغ بر ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربعدر شمال شرقی استان خراسان رضوی است که در حد فاصل دو رشته کوه هزار مسجد در شمال شرق و بینالود در غرب قرار گرفته است (شکل ۱). دشت مشهد از نظر شرایط آب و هوایی جزء مناطق با اقلیم نیمه خشک محسوب می‌شود.

در این پژوهش از داده‌های روزانه بارش، دمای حداکثر و حداقل ایستگاه های گلمکان (دوره آماری۲۰۱۰-۱۹۸۷ میلادی) و مشهد (دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۰ میلادی) به عنوان ایستگاه‌های سینوپتیک معرف دشت مشهد و به عنوان داده‌های مرجع استفاده شد.

استخراج داده‌های AgMERRA

پس از بررسی کیفیت داده‌های ایستگاه‌های گلمکان و مشهد، داده‌های روزانه حداکثر و حداقل دما و بارندگی Ag-MERRA برای دوره مطالعه با فرمت nc4 از پایگاه داده های سازمان فضایی امریکا گردآوری شد (با قدرت تفکیک زمانی روزانه و مکانی°۰/۲۵×°۰/۲۵

1 - Process-based
2 - Reanalysis
3- Global Risk Assessment toward Stable Production of Food
4- National Aeronautics and Space Administration (NASA)
5- The Agricultural Model Inter-comparison and Improvement Project
6 - the Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications

برای بارندگی و ۰/۵°×۰/۵° برای دمای حداقل و حداکثر). داده ها با فرمت ذکر شده قابل ورود به محیط R می باشند. جدول ۱ نشان داده مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک گلمکان و مشهد می باشد.

شکل۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه
Figure1-Geographical characterestics of study location

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های سینوپتیک
Table 1- Some characteristics of in-situ stations

	ارتفاع (m) Elevation	طول جغرافیایی (°) Longitude	عرض جغرافیایی (°) Latitude
گلمکان Golmakan	1176	59.17	36.29
مشهد Mashhad	999	56.36	36.16

تعیین اعتبار داده‌های AgMERRA

معیارهای مختلفی برای ارزیابی کارایی مدل های مختلف وجود دارد. در این تحقیق اعتبار سنجی داده‌های AgMERRA برای ایستگاه‌های مذکور با استفاده از محاسبه ضریب همبستگی بین داده-های مشاهده شده و داده‌های شبیه‌سازی شده انجام شد. ضریب همبستگی نشان‌دهنده میزان ارتباط مقادیر برآورد شده با مقادیر محاسبه شده است که هر چه مقدار آن بیشتر باشد، این ارتباط نزدیکتر است و اختلاف مقدار برآورد شده با مقدار محاسبه شده کمتر خواهد بود. ضمن اینکه برای ارزیابی بهتر، نتایج مدلها نسبت به خط ۱:۱ نیز مورد سنجش قرار گرفت.

همچنین،جذر میانگین مربع خطا (RMSE[1]) (معادله ۱)، میانگین خطای مطلق (MAE[2]) (معادله ۲)و انحراف نتایج (MBE[3]) (معادله ۳) محاسبه شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y})^2} \quad (۱)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}| \quad (۲)$$

$$MBE = \frac{(\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}))}{n} \quad (۳)$$

که در آن ها: n تعداد نقاط مشاهده ای، y_i مقدار شبیه سازی شده برای نقطه iامو $\hat{y}$مقدار مشاهده شده برای نقطه iاماست (۱۱).

چنانچه مقادیر جذر میانگین مربع خطا (RMSE) کمتر از ۱۰ باشد شبیه‌سازی عالی، بین ۱۰ تا ۲۰ خوب، بین ۲۰ تا ۳۰ متوسط و بیشتر از ۳۰ ضعیف خواهد بود (۱۹). هر چه میانگین خطای مطلق (MAE) و انحراف نتایج (MBE) نیز به سمت صفر میل کند نشان دهنده این است که مقادیر شبیه سازی شده تفاوت کمتری با مقادیر مشاهده شده دارند و در حقیقت مدل از کارایی بالاتری برخوردار است (۱۹). زمانی که MBE برابر صفر است، مشخص می‌شود که مدل فضای مطالعه شده را خوب برآورد کرده و هیچ‌گونه انحرافی وجود ندارد (۱۹).

علاوه بر آن برای مقایسه دقیق‌تر داده های مشاهده شده حداکثر و حداقل دما و بارندگی روزانه با داده های AgMERRA، توزیع احتمال تجمعی حداکثر و حداقل دما و بارندگی روزانه نیز برای دوره آماری ۳۰ ساله در ایستگاه مشهد و دوره آماری ۲۳ ساله در ایستگاه گلمکان مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج اعتبار سنجی داده‌های AgMERRA با داده‌های ایستگاه-های سینوپتیک متناظر نشان داد که این مجموعه داده در شبیه‌سازی حداکثر و حداقل دمای روزانه و بارندگیدر هر دو ایستگاه مشهد و گلمکان از قدرت بالایی برخوردار است (جدول ۲). مقادیر جذر میانگین مربع خطا برای ایستگاه گلمکان برای هر سه پارامتر حداکثر و حداقل دمای روزانه و بارندگی روزانه نسبت به ایستگاه مشهد پایین تر بود.

در رابطه با بارندگی، اگرچه مقادیر جذر میانگین مربع خطا، میانگین خطای مطلق و انحراف نتایج کارایی بالای مدل را نشان می‌دهند اما مقادیر R^2 (برای مشهد و گلمکان به ترتیب ۰/۴۳ و ۰/۲۵) گویای این حالت نمی باشد. مقدار R^2 نشان می‌دهد که همبستگی بالایی بین مقادیر شبیه‌سازی شده بارندگی روزانه و مقادیر مشاهده

1- Root Mean Square Error
2- Mean Absolute Error
3- Mean Bias Error

شده متناظر وجود ندارد، همچنان که خط ۱:۱ رسم شده در شکل ۲ نیز این مطلب را تأیید می کند. علت این پدیده را می توان به رفتار بارندگی ارتباط داد. چرا که خصوصیات بارندگی از جمله شدت و مقدار آن دارای تغییرات زیاد حتی در حوضه های کوچک می باشد (۱۲). بررسی رفتار بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک حاکی از تغییرات مکانی و زمانی زیاد بارندگی در این مناطق می‌باشد (۱۳). غضنفری و همکاران (۷) عنوان کردند بارندگی در این مناطق در بسیاری از موارد ناشی از سیستم‌های میان مقیاس و خرد مقیاس می-باشد. در این گونه موارد بارندگی‌ها در مناطق کوهستانی از نوع اوروگرافیک بوده و در برخی موارد از نوع فرارفتی می‌باشد. بنابراین استفاده از مدل‌هایی که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای عمل می‌کنند می‌تواند در پیش بینی و تخمین بارندگی راهگشا باشد. اگرچه داده-های AgMERRA تلفیقی از داده‌های ماهواره‌ای MERRA، PERSIANN و CMORPH و داده‌های جمع آوری شده از سطح ایستگاه‌های زمین مرجع می‌باشد، با این وجود مسئله عدم تخمین دقیق توزیع بارندگی هنوز به قوت خود باقی مانده است.

مقایسه توزیع احتمال تجمعی داده های مشاهده شده با داده های AgMERRA طی کل دوره مورد مطالعه برای ایستگاه‌های گلمکان و مشهد (شکل ۳)، نشان داد که داده‌های مورد استفاده از هر دو منبع از روند مشابهی تبعیت می کنند. با این وجود، میانگین حداکثر دمای روزانه در داده های AgMERRA برای ایستگاه مشهد به میزان ۳/۴۲ درجه سانتیگراد افزایش یافته نسبت به داده های مشاهده شده. همچنین میانگین حداقل دما و بارندگی روزانه نیز در داده های AgMERRA به ترتیب ۴/۶۸ درجه سانتیگراد و ۰/۰۶ میلی متر در روز کاهش یافته است (جدول۳).

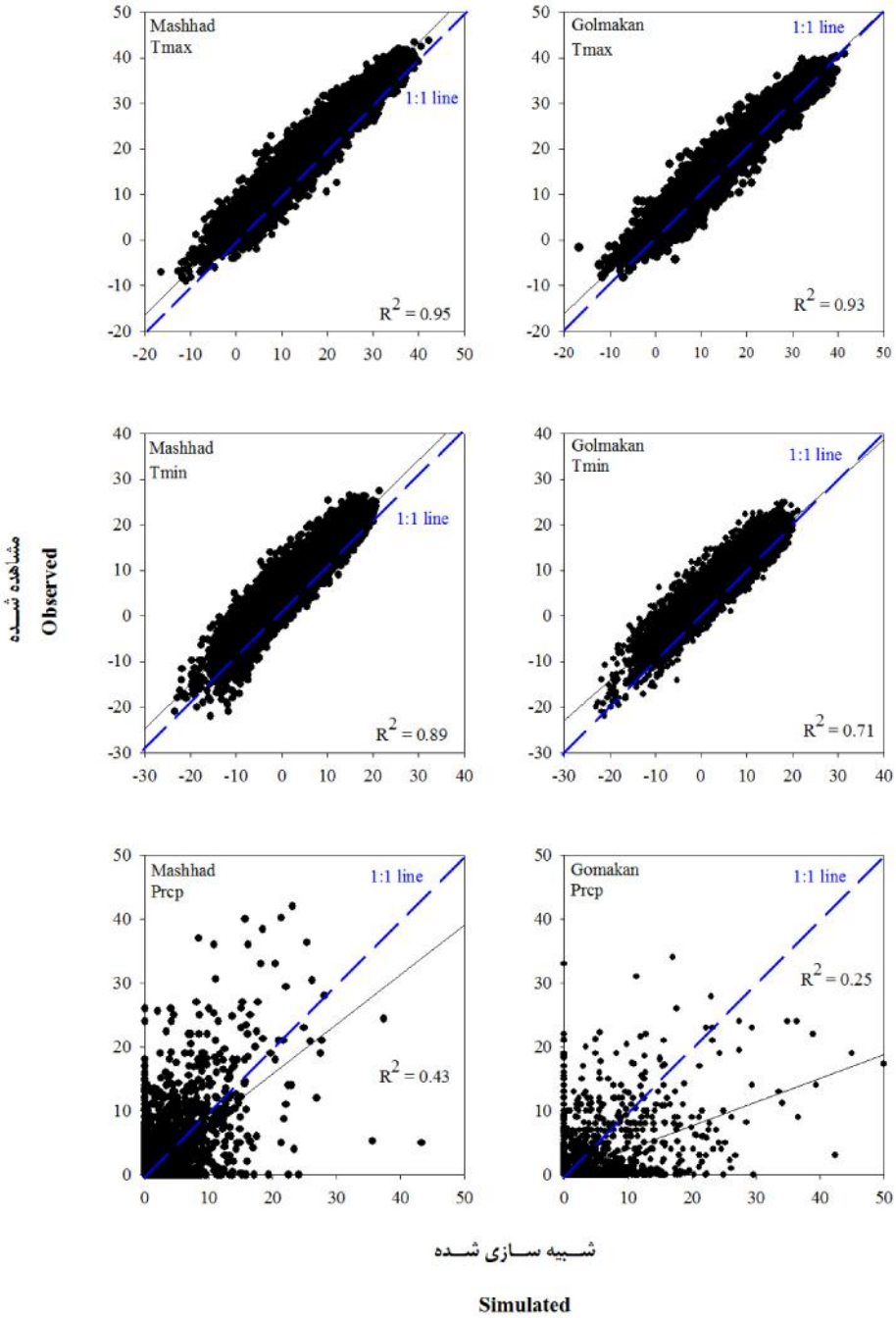
نتایج مقایسه میانگین داده‌های AgMERRA و داده‌های مشاهده شده در ایستگاه گلمکان نتایج متفاوتی را نشان داد. بطوریکه داده‌های شبیه‌سازی شده در ایستگاه گلمکان برای دمای حداکثر و حداقل روزانه و بارندگی به ترتیب ۲/۱۰ و ۳/۵۵ درجه سانتیگراد کمتر از داده‌های مشاهده شده برآورد شده بود و بارندگی روزانه نیز ۰/۲۸ میلی‌متر در روز بیشتر برآورد شده بود (جدول۳). واریانس داده‌های حداکثر و حداقل دمای روزانه برای هر دو ایستگاه گلمکان و مشهد بسیار نزدیک به یکدیگر بود. در مورد بارندگی روزانه، واریانس داده-های شبیه سازی شده در ایستگاه گلمکان ۰/۹۱ بیشتر از واریانس داده‌های مشاهده شده بود و برای ایستگاه مشهد ۰/۴۵ کمتر از واریانس داده‌های مشاهده شده بود، اما روند توزیع احتمال تجمعی بارندگی در هر دو ایستگاه تفاوت بسیار ناچیزی را نشان می‌دهد.

این نتایج نشان می‌دهد اگرچه کارایی مدل در شبیه سازی دما از قوت بالایی برخوردار بوده است، اما بررسی و مقایسه میانگین دماهای شبیه سازی شده و مشاهده شده طی ۳۰ سال دوره مورد مطالعه در ایستگاه مشهد و ۲۳ سال دوره مورد مطالعه در ایستگاه گلمکان تفاوت زیادی را بین دمای روزانه نشان می‌دهد. به عنوان مثال وجود ۳/۴۲ درجه سانتیگراد تفاوت بین حداکثر دمای روزانه مشاهده شده و شبیه سازی شده می‌تواند نمود مدل‌های گیاهان زراعی را در شبیه سازی عملکرد با استفاده از این مجموعه داده تحت تأثیر قرار دهد. چرا که در شبیه سازی عملکرد گیاهان زراعی نوسانات حداکثر دمای روزانه تأثیر زیادی بر عملکرد شبیه سازی شده خواهد داشت (۹). بطوریکه اگر تفاوت ۳/۴۲ درجه‌ای حداکثر دمای روزانه مصادف با مراحل حساس رشدی گیاهان زراعی از جمله گلدهی و پر شدن دانه باشد، نتایج کاملا متفاوتی را به دنبال خواهد داشت.

جدول ۲- مقادیر جذر میانگین مربع خطا و میانگین خطای مطلق و انحراف نتایج برای حداکثر و حداقل دما و بارندگی روزانه برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

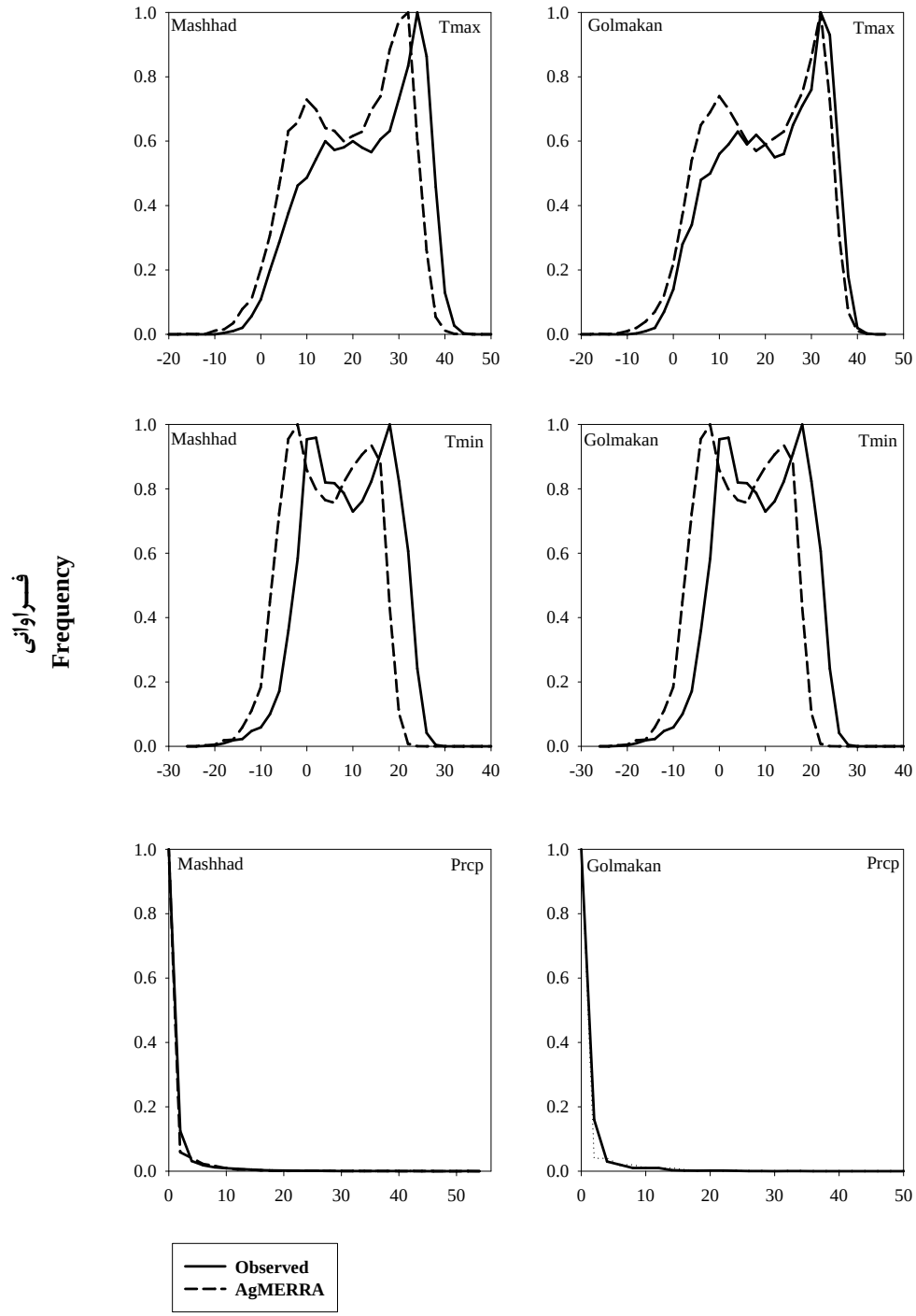
Table 2- RMSE, MAE and MBE for daily maximum and minimum temperature and daily precipitation in study location

ایستگاه Station	حداکثر دما (°C) Maximum Temperature			حداقل دما (°C) Minimum Temperature			بارندگی (mm) Precipitation		
	RMSE	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE	RMSE	MAE	MBE
گلمکان Golmakan	2.95	1.65	2.06	2.85	2.06	2.97	2.56	2.67	-0.29
مشهد Mashhad	4.18	3.64	3.42	7.02	4.95	4.67	5.64	0.9	0.05



شکل ۲- مقایسه مقادیر شبیه سازی شده حداقل و حداکثر دما و بارندگی روزانه با مقادیر متناظر ایستگاه‌های گلمکان و مشهد

Figure 2- Comparison of AgMERRA data and corresponding observed data for daily maximum and minimum temperature and precipitation for Mashhad and Golmakan stations



شکل۳- مقایسه توزیع احتمال تجمعی حداکثر و حداقل دما و بارندگی روزانه مشاهده شده با داده های AgMERRA

Figure 3- Comparison of probability distribution function of observed daily maximum and minimum temperature and precipitation with AgMERRA corresponding data for Golmakan and Mashhad stations

جدول۳- میانگین و واریانس حداکثر و حداقل دما و بارندگی روزانه داده های مشاهده شده متناظر با داده های AgMERRA

Table 3- Mean and variance of observed daily maximum and minimum temperature and precipitation data andAgMERRA corresponding data

		مشاهده شده Observed		اگمرا AgMERRA	
		میانگین Mean	واریانس Variance	میانگین Mean	واریانس Variance
حداکثر دمای روزانه(°C) Daily maximum temperature	گلمکان Golmakan	20.10	10.54	18.0	10.80
	مشهد Mashhad	21.74	10.74	18.32	10.49
حداقل دمای روزانه (°C) Daily minimum temperature	گلمکان Golmakan	6.55	7.86	3.50	8.37
	مشهد Mashhad	8.35	8.52	3.67	8.22
بارندگی (mm) Daily precipitation	گلمکان Golmakan	0.58	2.31	0.86	3.22
	مشهد Mashhad	0.70	2.82	0.64	2.37

نتیجه گیری

در این پژوهش با کمک شاخص‌های ارزیابی کارایی مدل‌ها، امکان‌سنجی استفاده از داده‌های AgMERRA جهت ساخت داده های گمشده (ناقص) موجود در ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مقایسه پارامترهای آماری R^2، RMSE،MAE و MBE نشان می دهد که مجموعه داده AgMERRA قدرت خوبی در تخمین داده های گمشده حداکثر و حداقل دمای روزانه ایستگاه سینوپتیک دشت مشهد دارد. با این وجود، نتایج R^2 مربوط به بارندگی چندان قابل قبول نبود. بنابراین لازم است در مطالعات بعدی تعداد ایستگاه های بیشتری مورد مطالعه قرار گیرد تا صحت این داده‌ها در سطح بزرگتری ارزیابی شود. همچنین به نظر می‌رسد برای اطمینان بیشتر از دقت داده‌های AgMERRA، مطالعه‌ای در جهت مقایسه این پایگاه داده با سایر پایگاه داده‌های موجود مانند افرودیت که خاص آسیا است، انجام شود. همچنین با توجه به اینکه هدف این مجموعه داده بکارگیری آن در اطلاعات آب و هوایی ورودی مدل-های رشد و نمو گیاهان زراعی می‌باشد، لازم است نمود خروجی مدل‌های رشد و نمو گیاهان زراعی با استفاده از این مجموعه داده مورد ارزیابی قرار گیرد تا تأثیر توزیع بارندگی روزانه شبیه سازی شده و همچنین دمای روزانه بر عملکرد گیاهان زراعی با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد. بطور کلی، با توجه به اینکه ایران کشوری است با سطح زیر کشت ۱۸ میلیون هکتار بنابراین برای بررسی تغییرات عملکرد گیاهان زراعی طی سه دهه گذشته و پیش بینی تغییرات تولید در آینده، این مجموعه داده می‌تواند کمک شایانی در پر کردن داده های ایستگاهی گمشده موجود داشته باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از کمک ها و راهنمایی های علمی دکتر الکساندر رائن پژوهشگر دانشگاه کلمبیا و سازمان فضایی ملی ایالات متحده آمریکا کمال تشکر را دارند.

منابع

1- Allen R.J., and De Gaetano A.T. 2001. Estimating missing daily temperature extremes using an optimized regression approach. International Journal of Climatology, 21: 1305–1319.

2- Anonymous. 2013. Solutions for Sustainable Agriculture and Food Systems. Technical report for the post-2015 development Agenda. Prepared by the Thematic Group on Sustainbale Agriculture and Food Systems of the Sustainable Development Solutions Network.

3- Ashraf B., Yazdani R., Mousavi-Baygi M., and Bannayan M. 2013. Investigation of temporal and spatial climate variability and aridity of Iran. Theoretical Applied Climatology, 118: 35-46.

4- Bannayan M., Mohammadian A., and Alizadeh A. 2010. On Climate Variability in North-East of Iran. Journal of Water and Soil, 24 (1): 118-131

5- Dunn R.J.H., Willett K.M., Thorne P.W., Woolley E.V., Durre I., Dai A., Parker D.E., and Vose R.S. 2012. HadISD:

a quality-controlled global synoptic reportdatabase for selected variables at long-term stations from 1973–2011. Climate of the Past, 8: 1649–1679.
6- Ghagourian H., and SanaeiNejad H. 2013. Drought monitoring using TRMM dataset in RazaviKhorasan Province. MSc thesis in Agrometeorology, Ferdowsi University.
7- GhazanfariMoghaddam M.S., Alizadeh A., MousaviBaygi S.M., Faridhosseini A.R., and Bannayan M. 2011. Comparison the PERSIANN Model with the Interpolation Method to Estimate Daily Precipitation (A Case Study: North Khorasan).Journal of Water and Soil, 25 (1): 207-2015.
8- Haylock M.R., Hofstra N., Klein Tank A.M.G., Klok E.J., Jones P.D., New M. 2008. A European daily high-resolution gridded data set of surface tem-perature and precipitation for 1950–2006. Journal of Geophysical Research. 113, D20119, http: //dx.doi.org/ .1029/ 2008JD010201.
9- Iizumi T., Okada M., and Yokozawza M. 2014. A meteorological forcing data set for global crop modeling: Development, evaluation, and intercomparison. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 119 (2): 363–384
10- Jamei M., MousaviBaygi S.M., and Bannayan M. 2014. Comparison of daily precipitation of APHRODITE network and results of spatial interpolation of precipitation in Khozestan Province. 2th National Conference on Agrometeorology.
11- Joyce R.J., Janowiak J.E., Arkin P.A., and Xie P. 2004." CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. Journal of Hydrometeorology, 5: 487- 503
12- Maggioni V., Sapiano M.R.P., Adler R.F., Tian Y., and Huffman G.J. 2014. An Error Model for Uncertainty Quantification in High-Time-Resolution Precipitation Products. Journal of Hydrometeorology, 15, 1274–1292.
13- Pilgrim D.H., Chapman T.G. andDoran D.G. 1998. Problems of rainfall-runoff modeling in arid and semiarid regions. Hydrological Sciences Journal, 33 (4) 379-400.
14- Rosenzweig C., Elliott J., Deryng D., Ruane A.C., Müller C., Arneth A., Boote K.J., Folberth C., Glotter M., Khabarov N., Neumann K., Pionteke F., Pugh T.A.M., Schmid E., Stehfest E., Yang H., and Jones J.W. 2013. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America, 111(9): 3268–3273.
15- Ruane A.C., Goldberg R., Chryssanthacopoulos J. 2015. Climate forcing datasets for agricultural modeling: Merged products for gap-filling and historical climate series estimation. Agricultural and Forest Meteorology, 200: 233-248.
16- Shabani B., MousaviBaygi, M., JabariNoghabi M., and Ghareman B. 2013. Modeling and Prediction of Monthly Max &MinTemperatures of Mashhad Plain Using Time Series Models. Journal of Water and Soil, 27 (5): 896-906
17- Sheffield J., Goteti G., Wood E.F., 2006. Development of a 50-year high-resolutionglobal dataset of meteorological forcings for land surface modeling. Journal of Climatology, 3088–3111
18- Tardivo G., and Berti A. 2012. A Dynamic Method for Gap Filling in Daily Temperature Datasets. Journal of Applied Meteorology and Climatology. 51, 1079–1086.
19- Wallach D., Makowski D., and Jones J.W. 2007. Working with dynamic crop models. Elsevier.
Weedon, G. P., Gomes, S., Balsamo, G., Best, M. J., Bellouin, N., and Viterbo, P. 2012. README file for the "WFDEI" dataset. Version: September 18th, 2013, Availableat www.eu-watch.org/data availability
20- Yatagai A., Kamiguchi K., Arakawa O., Hamada A., Yasutomi N., Kitoh A. 2012.APHRODITE: constructing a long-term daily gridded precipitation dataset forAsia based on a dense network of rain gauges. Bulletin of the American Meteorological Society, 93:1401–1415.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1749-1758

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن –اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۷۵۸-۱۷۴۹

Applicability of AgMERRA forcing dataset forgap-filling of *in-situ* meteorological observation, Case Study: Mashhad Plain

A. Lashkari[1]- M. Bannayan[*2]- A. Koocheki[3]- A. Alizadeh[4]-Y. S. Choi[5]- S.-K. Park[6]

Received: 16-08-2014
Accepted: 05-07-2015

Introduction: Consistency and transparency in climate data and methods facilitate comparisons across regions or between models in each of these assessments, particularly when market linkages between regions are emphasized (14 and 15). However, the density and quality of stationary climate data varies widely through space and time, with the best coverage in developed countries and less reliable coverage in the Tropics and Southern Hemisphere (15). So, several groups have collected these data and constructed harmonized, global gridded datasets at monthly resolution. However, these require weather generators synthesize daily resolution before they may be applied to crop models and are therefore likely to miss events that are important for the calibration and validation of agricultural models. Regional gridded observational networks have also been created (e.g., E-Obs in Europe, (8); APHRODITEin Asia, (21)), however many regions and variables are not covered by any such network and inter comparing sites between regions with different methodologies introduces inconsistencies (). Recently, AgMERRA climate forcing dataset provide daily, high-resolution, continuous, meteorological series over the 1980–2010 period designed for applications examining the agricultural impacts of climate variability and climate change. These datasets combine daily resolution data from retrospective analyses (the Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, MERRA) with in situ and remotelysensed observational datasets fortemperature, precipitation, and solar radiation, leading to substantial reductions in bias in comparisonto a network of 2324 agriculturalregion stations from the Hadley Integrated Surface Dataset (HadISD) (5).Therfore, this research was done in order to investigate the possibility of using AgMERRA climate forcing dataset to estimate missing data in *in-situ* daily temperature and precipitation observations in Mashhad plain.

Materials and Methods: The study area was Mashhad plain in KhorasanRazavi province, located in the northeast of Iran. Climate data corresponding to Mashhad plain extracted by means of geographical characteristics of Mashhad (for the 1980-2010 periods) and Golmakan (1987-2010 period) stations from AgMERRA dataset. The goodness of fit of AgMERRA climate forcing dataset was done by means of Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) and Mean Bias Error (MBE) tests and R2. The root mean-squared error (RMSE) is computed to measure the coincidence between measured and modelled values and Mean Bias Error (MBE) is simply to examine the overall model error.Furthermore, probability distribution function of observed daily data and AgMERRA data for both Golmakan and Mashhad stations calculated. Eventually, mean and variance of AgMERRA and *in-situ* data were calculated to have a more accurate comparison of simulated and observed data.

Results: Results indicated that AgMERRA dataset has a good performance in estimating daily maximum and minimum temperature in Mashhad Plain. RMSE, MAE and MBE for daily precipitation illustrated a good performance of AgMERRA data. However, R^2 value was 0.43 and 0.25 for Mashhad and Golmakan stations, respectively. Although the probability distribution function of daily maximum and minimum temperature and precipitation indicated the same trend for both studied stations, comparison of mean and variance of observed daily maximum and minimum temperature and precipitation and AgMERRA data for Mashhad and Golmakan stations showed different results. The difference between mean of AgMERRA and observed daily maximum temperature for Mashhadand Golmakan stations was 3.42 and 2.10 C°, respectively. It was 4.68 and 3.05 C° for minimum daily temperature for Mashhad and Golmakan, respectively, and the difference between mean of AgMERRA and observed daily precipitation was 0.06 and 0.28 $mm.day^{-1}$ for Mashhad and Golmakan, respectively.

Discussion and Conclusion: This research showed that using AgMERRA climate forcing dataset could be a

1, 2 and 3- Ph.D in Agroecology, Associated Professor and Professor of Agronomy Department, Agriculture Facutly, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively
(*Corresponding Author Email: banayan@ferdowsi.um.ac.ir)
4- Professor of Water Engineering Depertmet, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
5 and 6- Assiastant Professor and Professor of Environmental Engineering Departemnt, Ewha Womnas University, South Korea, Respectively

reliable tool to estimate missing data of *in-situ*temperature observations. Although the performance of AgMERRA dataset was good for daily precipitation, distribution of simulated precipitation compare with observed precipitation was different. Concerning AgMERRA precipitation data some points have to keep in mind that precipitation in arid and semi-arid regions tends to be more variable in time than in humid regions. In fact, the distinctive features of arid and semiarid regions affect precipitation modeling on a discrete event basis and a continuous basis (7, 10, 13).Results of this research illustrated the same trend and it revealed that AgMERRAdataset could not simulate the precipitation distribution in Mashhad plain. It seems that comparing AgMERRAprecipitation data with OPHRODITE dataset and other dataset can give us more accurate vision about AgMERRA dataset. Furthermore, it seems that it is needed to do more researches regarding investigation of performances of crop model results by using AgMERRA dataset as climate data input, because this dataset was released for agricultural application.

Keywords: AgMERRA, Estimating Missing Data, Precipitation- Temperature