

## امکان‌سنجی استفاده از AgMERRA برای پر کردن خلأ داده‌های بارندگی و دما در ایستگاه‌های سینوپتیک افغانستان

احمدرضا رضوی<sup>۱\*</sup> - مهدی نصیری محلاتی<sup>۲</sup> - علیرضا کوچکی<sup>۳</sup> - علیرضا بهشتی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۳

### چکیده

تغییر اقلیم یکی از مهمترین چالش‌های فراروی بشر در قرن جاری است که به نظر می‌رسد اثرات آن در افغانستان به خصوص در بخش کشاورزی بسیار شدید باشد. مطالعه این اثرات بیش از هر چیز مستلزم دسترسی به داده‌های هواشناسی دقیق و کافی به خصوص برای متغیرهای دما و بارش است، اما به دلایل مختلف این داده‌ها در افغانستان از دقت و کفایت لازم برخوردار نیستند. در این پژوهش امکان استفاده از پایگاه داده AgMERRA از طریق مقایسه داده‌های آن با داده‌های ثبت شده‌ی چهار ایستگاه سینوپتیک مهم در افغانستان با استفاده از پنج شاخص نکویی برآزش (RMSE، NRMSE،  $R^2$ ، d، MBE) الگوی تغییرات فصلی و نیز تابع توزیع احتمال آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه بیانگر قدرت و کارایی لازم داده‌های AgMERRA برای پر کردن خلأها و قابلیت مطلوب آن در تولید سری داده‌های هواشناسی بود. نتایج حاصل از طریق شاخص NRMSE بیانگر قرار گرفتن مقادیر شبیه‌سازی شده در رده عالی و خوب در تمامی ایستگاه‌ها و مقیاس‌های زمانی بود. مقدار شاخص  $R^2$  برای شبیه‌سازی درجه حرارت در فواصل زمانی روزانه، ۱۴ روزه و ماهانه بیش از ۰/۸۶ بود. بارش در مقیاس زمانی روزانه دارای  $R^2$  نامناسب بود، اما با افزایش مقیاس زمانی به ۱۴ روزه و ماهانه مقدار  $R^2$  آن در حد قابل قبولی افزایش یافت. مقادیر ضریب توافق d نیز برای بارش‌های ۱۴ روزه و ماهانه مناسب بود (حداقل ۰/۸۷). داده‌های شبیه‌سازی شده‌ی AgMERRA در مقیاس ماهانه تبعیت خوبی از الگوی فصلی داده‌های ایستگاهی نشان داد. با این وجود مقادیری از تخمین‌های کمتر و بیشتر از حد واقعی به خصوص در ایستگاه کابل مشاهده شد. این تبعیت از الگو در مقیاس روزانه نیز برای متغیرهای هواشناسی مورد مطالعه در حد قابل قبول بود، اگرچه AgMERRA نتوانست برخی از نوسانات موجود در توزیع احتمال داده‌های دمای حداکثر و حداقل (با بازه یک درجه سانتی‌گراد) را به خوبی شبیه‌سازی نماید.

واژه‌های کلیدی: آگمرا، تغییر اقلیم، داده‌های ناقص، کابل، هواشناسی

### مقدمه

هر چه بیشتر احتمال ساخته‌اند (۲۳ و ۲۵). گرمایش جهانی با تأثیر بر چرخه‌های هیدرولوژیکی کره زمین، الگوهای بارش را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد (۴) و این تغییرات در مناطق خشک و نیمه خشک جهان بارزتر خواهد بود. به نظر می‌رسد که به علت طبیعت خشک و نیمه خشک افغانستان و فقر شدیدی که بخش زیادی از مردم این کشور در آن به سر می‌برند، اثرات تغییر اقلیم به صورت قابل ملاحظه‌ای شدیدتر باشد، اما تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه اثرات تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی این کشور صورت نگرفته است (۳۳). بر اساس برآوردهای صورت گرفته توسط برنامه محیطی سازمان ملل و سازمان ملی حفاظت محیط زیست افغانستان (NEPA<sup>۶</sup>)، بخش کشاورزی در کنار بخش‌هایی نظیر آب و تنوع

برنامه محیطی سازمان ملل متحد (UNEP<sup>۵</sup>)، تغییر اقلیم را یکی از مهمترین چالش‌های فراروی بشر در قرن ۲۱ دانسته است. افزایش غلظت گاز کربنیک و اثبات نظریه اثر گلخانه‌ای که بر اساس آن نوع و ترکیب گازهای موجود در آتمسفر به شدت بر دمای کره زمین تأثیر می‌گذارند حقایقی انکارناپذیر هستند که وقوع تغییرات آینده اقلیمی را

۱، ۲ و ۳- به ترتیب فارغ‌التحصیل دوره دکتری و استادان گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(\*)- نویسنده مسئول: (Email: arazavi2005@gmail.com)

۴- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

DOI: 10.22067/jsw.v32i3.68501

زیستی، مهمترین بخش‌های آسیب‌پذیر به تغییرات اقلیمی در آینده می‌باشد. بر همین اساس دو اولویت مهم پژوهشی افغانستان در زمینه علوم محیطی، «تحقیقات کشاورزی» و نیز «تحقیقات مرتبط با اقلیم و سیستم‌های هشداردهی» (از جمله ظرفیت‌سازی و پرورش متخصص جهت ارزیابی راه‌های سازگاری با تغییر اقلیم شامل ظرفیت‌های فنی برای رصد و تجزیه و تحلیل روندهای اقلیمی، برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های مرتبط با سازگاری، ارتقای ظرفیت پیش‌بینی و اطلاع‌رسانی به سیاست‌گذاران) می‌باشد (۳۳).

مطالعات تغییر اقلیم در ابعاد مختلف زیست‌محیطی از جمله بررسی اثرات آن در بخش کشاورزی، مانند تغییرات احتمالی شاخص‌های اقلیمی کشاورزی یا کاربرد مدل‌های رشد گیاهان زراعی برای پیش‌بینی وضعیت تولید آینده، به شدت وابسته به وجود داده‌های هواشناسی می‌باشد. بر اساس استاندارد سازمان هواشناسی جهانی، حداقل ۳۰ سال داده‌های هواشناسی برای مطالعات اقلیمی لازم است (۳). تقریباً تمامی شاخص‌های اقلیمی کشاورزی بر اساس دما و بارش محاسبه می‌شوند و تغییرات اقلیمی آینده با تأثیر بر این شاخص‌ها شرایط رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار خواهند داد (۱۵). مدل‌های زیست محیطی و کشاورزی هر دو نیازمند سری کامل داده‌های هواشناسی به عنوان ورودی هستند (۳۲). ثبات و شفافیت در اطلاعات آب و هوایی و روش‌های استخراج آن‌ها، باعث تسهیل در مقایسه مناطق و مدل‌های مختلف می‌شود، بخصوص زمانی که ارزیابی اثرات تغییر اقلیم مورد تأکید است (۲۶ و ۲۷). بنابراین وجود دوره مشخصی از داده‌های هواشناسی یکی از مسائل مقدماتی و ضروری است، زیرا این داده‌ها برای واسنجی مدل‌ها و همچنین به عنوان مبنایی برای توسعه سناریوهای اقلیمی آینده با استفاده از روش‌های مختلف آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۷).

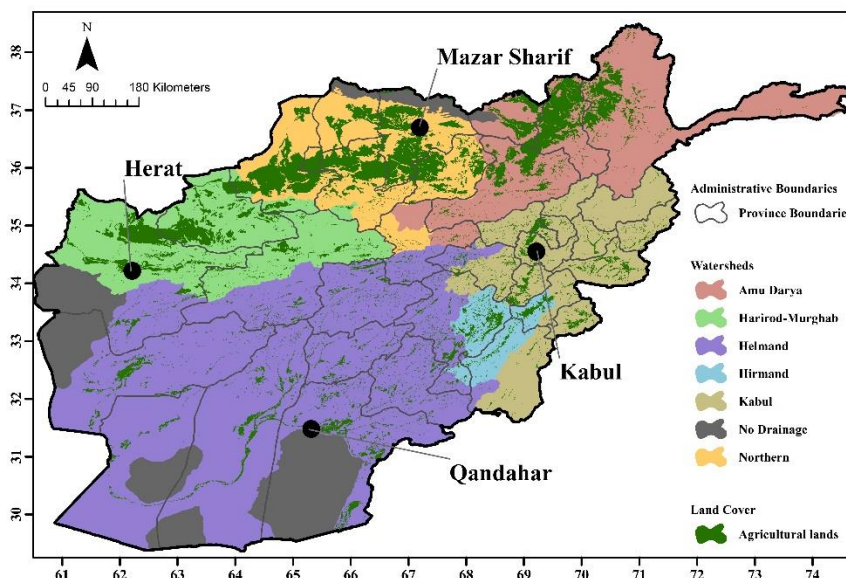
پوشش داده‌های هواشناسی و پراکندگی ایستگاه‌های سینوپتیک در افغانستان به دلایل مختلف، بسیار ضعیف می‌باشد. البته به علت هزینه‌بر بودن و گاهی سخت بودن دسترسی، این دو مشکل در مناطق دیگری از دنیا نیز به وفور مشاهده می‌شود (۷). بنابراین توسعه روش‌هایی برای ایجاد داده‌های هواشناسی قابل اطمینان در مقیاس‌های مناسب زمانی و مکانی به خصوص در مناطقی که مطالعات مختلف اقلیمی-کشاورزی متکی بر وجود داده‌های هواشناسی است، یکی از مسائل حیاتی و مهم است. در همین راستا مطالعات مختلفی برای بازسازی و پر نمودن خلأ میان این داده‌ها با استفاده از روش‌های متعددی نظیر روش‌های درون و بین ایستگاهی، روش‌های آماری و همچنین سنجش از دور صورت گرفته است (۱) که اساس عمده آنها روش‌های مختلف درون‌یابی<sup>۱</sup> با عدم

- 2- Uncertainty
- 3- Dataset
- 4- Weather Generator
- 5- Gauge-based
- 6- Asian Precipitation- Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation
- 7- Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks
- 8- Tropical Rainfall Measuring Mission
- 9- Agricultural Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications
- 10- Agricultural Climate Forecast System Reanalysis
- 11- NASA Goddard Institute for Space Studies
- 12- Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project

- 1- Interpolation

در داده‌های اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه‌های سینوپتیک و تولید مجموعه داده‌های یکنواخت و قابل اعتماد برای چهار ایستگاه مهم هواشناسی افغانستان به منظور استفاده در مطالعات اگروکلیماتیک و نیز بررسی‌های مرتبط با تغییر اقلیم است.

و جهان (۹، ۳۱ و ۳۶) صورت پذیرفته که در مجموع کارایی آن به منظور استفاده در مدل‌های رشد و نیز مطالعات اگروکلیماتیک مثبت ارزیابی شده است. هدف از پژوهش حاضر نیز بررسی اعتبار و دقت مجموعه داده‌های AgMERRA برای پر کردن خلأهای موجود



شکل ۱- نقشه حوضه‌های آبخیز، اراضی کشاورزی و موقعیت جغرافیایی چهار ایستگاه مورد مطالعه در افغانستان  
Figure 1- Watersheds, Agricultural Land and Geographical position of four studied stations of Afghanistan

جدول ۱- خصوصیات جغرافیایی چهار ایستگاه مورد مطالعه  
Table 1- Geographical characteristics of four studied *in-situ* stations

Station	Elevation (m)	Lat. (°E)	Long. (°N)
ایستگاه	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
Kabul	1791	34.33	69.13
Herat	977	34.13	62.13
Mazar Sharif	3910	36.42	67.12
Qandahar	1010	31.3	65.51

Data retrieved from Afghan Meteorological Authority

میلاادی شامل دمای حداکثر روزانه (Tmax)، دمای حداقل روزانه (Tmin) و بارش روزانه (PRCP) از طریق گزارش‌های سالانه سازمان هواشناسی افغانستان<sup>۱</sup> و در برخی موارد از دیگر نهادهای مرتبط که اقدام به ثبت داده‌های هواشناسی می‌کنند جمع‌آوری گردید.

#### استخراج داده‌های AgMERRA

داده‌های AgMERRA با فرمت ذخیره‌ای nc4 از طریق پایگاه

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

این مطالعه روی چهار ایستگاه مهم کابل، قندهار، مزار و هرات واقع در شرق، جنوب، شمال و غرب افغانستان انجام شد (شکل ۱ و جدول ۱). انتخاب این چهار ایستگاه بر مبنای توزیع جغرافیایی، پوشش مناسب داده‌ها در دوره مطالعه، قدمت ایستگاه‌ها و نیز اهمیت شهرهایی که این ایستگاه‌ها در آن واقع شده‌اند صورت گرفت. داده‌های هواشناسی این ایستگاه‌ها در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۰

1- Afghan Meteorological Authority

(معادله ۱). این شاخص خطای شبیه‌سازی را بوسیله وزن‌دهی به خطاهای بیش از حد بزرگ مورد محاسبه قرار می‌دهد (۳۵). مقادیر کمتر RMSE بیانگر قدرت شبیه‌سازی بهتر مدل است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Ag_i - St_i)^2}{N}} \quad (1)$$

شکل بدون واحد RMSE تحت عنوان جذر میانگین مربعات خطای استاندارد شده (NRMSE یا %RMSE) تلقی می‌شود و برای مقایسه داده‌هایی با واحدهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای محاسبه NRMSE دو رهیافت مجزا وجود دارد: استانداردسازی RMSE توسط دامنه داده‌های مشاهده شده<sup>۴</sup> (معادله ۲) و یا توسط میانگین آنها (معادله ۳):

$$NRMSE = \frac{RMSE}{St_{max} - St_{min}} \quad (2)$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{\bar{St}} \quad (3)$$

در شرایطی که داده‌ها دارای مقادیر پرت زیادی بوده و یا به علت ماهیت داده‌ها نتوان برای محاسبه NRMSE از میانگین آن استفاده کرد، از دامنه داده‌های مشاهده شده بهره گرفته می‌شود (۱۴، ۲۱ و ۳۰). در این مطالعه به دلیل ماهیت داده‌های دمای حداقل و نیز بارش، NRMSE از طریق معادله ۲ محاسبه گردید. چنانچه مقدار %RMSE کمتر از ۱۰ باشد شبیه‌سازی عالی، بین ۱۰ تا ۲۰ خوب، بین ۲۰ تا ۳۰ متوسط و بیشتر از ۳۰ ضعیف خواهد بود (۳۴).

میانگین خطای اریبی (MBE) نیز عبارت از میانگین تفاضل مقادیر مشاهده شده ایستگاهی از مقادیر شبیه‌سازی شده‌ی مدل (معادله ۴):

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^N (St_i - Ag_i)}{N} \quad (4)$$

به منظور غلبه بر حساسیت بیش از حد شاخص‌های مبتنی بر ضریب همبستگی به تفاوت میانگین و واریانس مقادیر واقعی با شبیه‌سازی شده، شاخص توافق d مورد پیشنهاد قرار گرفته است (۳۸). شاخص توافق d نیز یکی از شاخص‌های استاندارد شده برای محاسبه خطای شبیه‌سازی مدل است که مقدار آن بین صفر و یک می‌باشد (معادله ۵). مقدار یک بیانگر حداکثر توافق و صفر نشان دهنده عدم وجود توافق است. این شاخص نیز به دلیل استفاده از مربع اختلافات به شدت به مقادیر حدی حساس است (۲۰).

$$d = 1 - \frac{\sum (St_i - Ag_i)^2}{\sum (|Ag_i - \bar{St}| + |St_i - \bar{St}|)^2} \quad (5)$$

در معادلات فوق  $Ag$  و  $St$  به ترتیب تعداد داده‌ها، مقادیر شبیه‌سازی شده توسط AgMERRA و مقادیر مشاهده شده ایستگاهی و نیز  $St_{max}$ ،  $St_{min}$  و  $\bar{St}$  به ترتیب بیشینه، کمینه و میانگین داده‌های مشاهده شده ایستگاهی می‌باشند.

اینترنتی سازمان هوا-فضای آمریکا<sup>۱</sup> گردآوری شده و از طریق نرم افزار آماری R به شکل قابل استفاده استخراج گردید. همچنین در برخی موارد از نرم‌افزار Panoply ver. 4.8.4 ارائه شده توسط تولیدکننده این مجموعه داده استفاده گردید. AgMERRA شامل داده‌های دمای حداکثر و حداقل (با قدرت تفکیک مکانی  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ )، بارندگی، سرعت باد و رطوبت نسبی (با قدرت تفکیک مکانی  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ) و نیز تشعشع (با قدرت تفکیک مکانی  $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ ) می‌باشد. قدرت تفکیک زمانی تمامی این داده‌ها در دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۰ میلادی به صورت روزانه است.

### اعتبارسنجی داده‌های AgMERRA

تناسب یک مدل با مقادیر مشاهده شده (که از آن با عنوان ارزیابی یا اعتبارسنجی مدل یاد می‌شود)، اغلب به وسیله مقایسه‌های دوگانه بین مقادیر شبیه‌سازی شده (یا پیش‌بینی شده مدل) با مقادیر مشاهده شده صورت می‌گیرد (۱۸). ملاک‌ها و شاخص‌های مختلفی برای کارایی مدل‌ها و اعتبارسنجی آنها وجود دارد (۳۰) که به صورت کلی تحت نام شاخص‌های نکویی<sup>۲</sup> برازش تلقی می‌گردد. بخشی از این شاخص‌ها مبتنی بر ضریب همبستگی پیرسون (R) یا مربع آن ( $R^2$ ) است. این دو شاخص اگرچه از محدودیت‌هایی در زمینه بیان عملکرد مدل برخوردارند، درجه همبستگی میان مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهند (۱۸). از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به حساسیت بیش از اندازه به مقادیر حدی (داده‌های پرت) و حساس نبودن به تفاوت‌های افزایشی و تناسبی<sup>۳</sup> (اریب بودن داده‌ها) اشاره کرد، به همین جهت نسبت به کارایی مدل نگاهی نامتعادل و جهت‌دار فراهم می‌سازند (۱۳، ۱۹، ۳۸ و ۳۹). از این رو شاخص‌های دیگری نیز برای بررسی کارایی مدل در شبیه‌سازی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه نیز برای تعیین اعتبار داده‌های AgMERRA در مقابل داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، علاوه بر ضریب تبیین ( $R^2$ ) از چهار شاخص دیگر شامل جذر میانگین مربعات خطا<sup>۴</sup> (RMSE)، جذر میانگین مربعات خطای استاندارد شده<sup>۵</sup> (NRMSE)، میانگین خطای اریبی<sup>۶</sup> (MBE) و شاخص توافق<sup>۷</sup> (d) استفاده شده است.

RMSE به صورت گسترده‌ای به منظور محاسبه تفاوت میان داده‌های مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد

1- [www.data.giss.nasa.gov](http://www.data.giss.nasa.gov) قابل دسترسی آنلاین در آدرس: 1-

2- Goodness of Fit

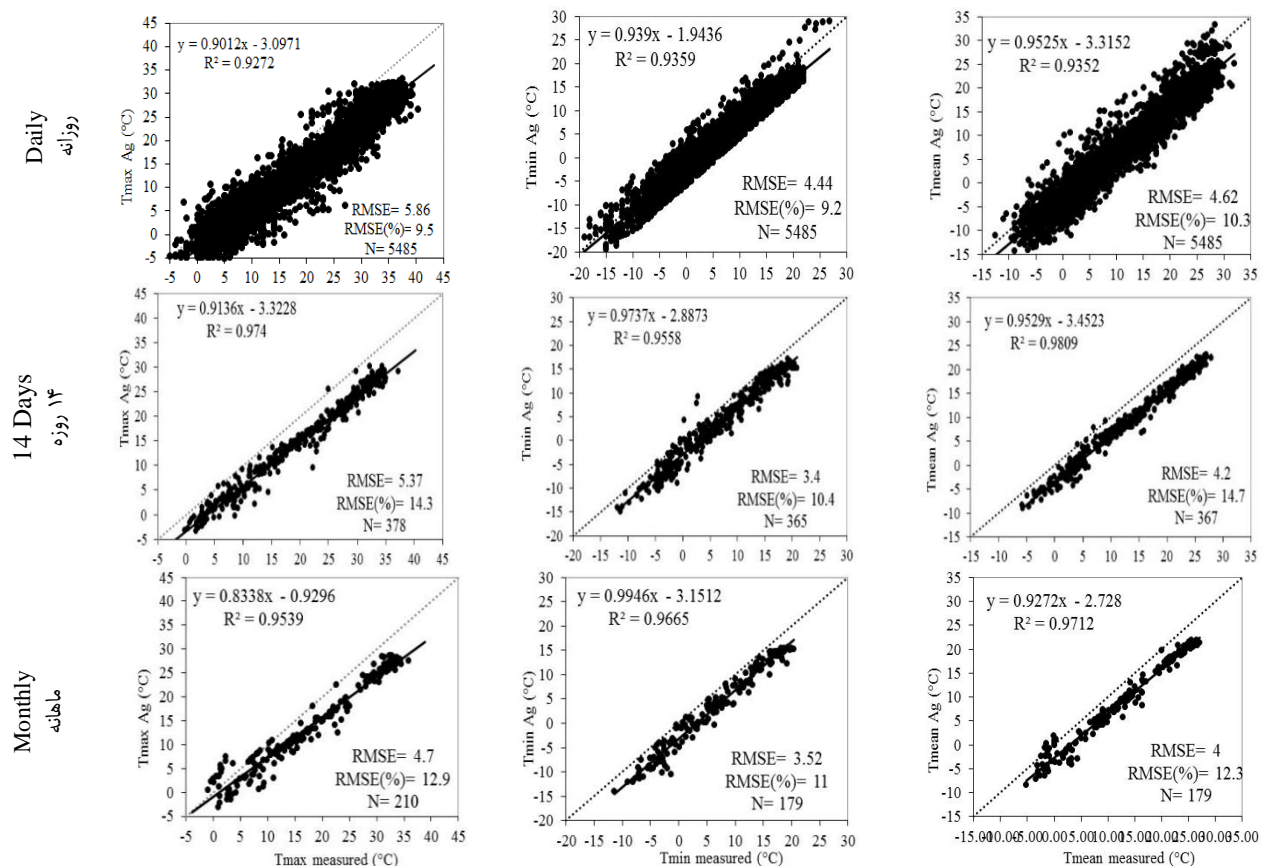
3- Additive and proportional

4- Root mean square error

5- Normalized Root mean square error

6- Mean Bias Error

7- d Index of Agreement



شکل ۲- مقایسه دماهای حداقل (Tmin)، حداکثر (Tmax) و میانگین (Tmean) میان AgMERRA و ایستگاه کابل در مقیاس‌های مختلف زمانی  
Figure 2- Comparison of AgMERRA and in-situ Tmin, Tmax and Tmean in Kabul Station with three different temporal scales

مجموعه داده‌های ERA-Interim/Land, ERA-Interim و JRA-55 داشته است (۵).

بهترین تطابق بین داده‌های AgMERRA و داده‌های ایستگاهی در مورد پارامترهای دمای حداقل، حداکثر و میانگین، در ایستگاه مزار شریف مشاهده شد (شکل ۳) که مقادیر MBE و d نیز مؤید این مطلب است (جدول ۲). از نظر شاخص NRMSE نیز تمامی مقیاس‌های زمانی در ایستگاه‌های مزار و هرات در رتبه عالی (کمتر از ۱۰٪) و در ایستگاه‌های کابل و قندهار در رتبه‌های عالی و خوب (کمتر از ۲۰٪) رده بندی شدند (شکل‌های ۲ تا ۴). مطالعات دیگری نیز مؤید قدرت بالای AgMERRA برای تخمین داده‌های دمای حداقل و حداکثر روزانه بر اساس شاخص‌های مختلف نکویی برآزش نظیر R<sup>2</sup>, RMSE, MAE<sup>1</sup> و MBE بوده است (۱۷). کمترین ضریب تبیین در میان دماهای حداقل، حداکثر، حداقل و میانگین مربوط به دمای حداقل در مقیاس زمانی روزانه مربوط به ایستگاه قندهار

لازم به ذکر است که مقایسه‌ی بین داده‌های ایستگاهی و شبیه‌سازی شده در ۴ ایستگاه مورد مطالعه در مقیاس‌های زمانی روزانه، ۱۴ روزه و ماهانه انجام گرفت.

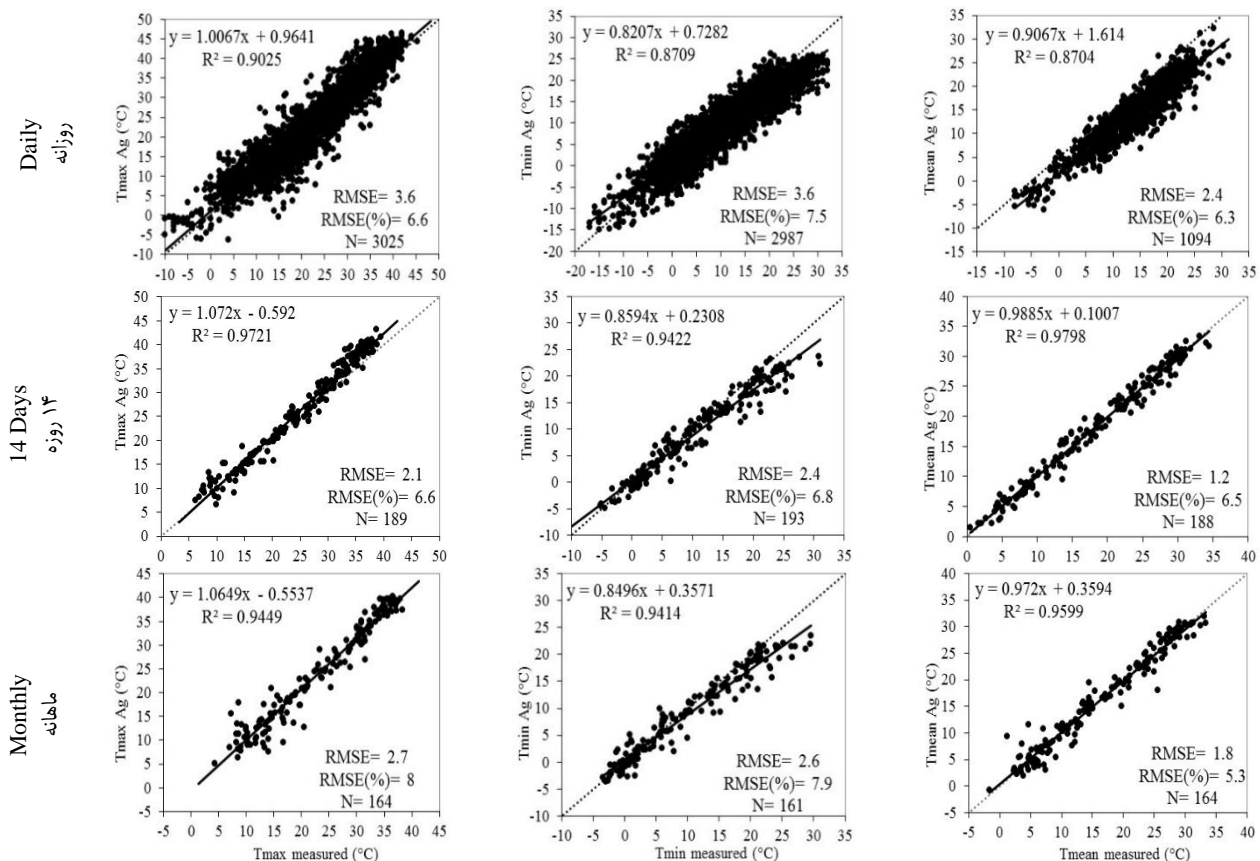
## نتایج و بحث

به طور کلی نتایج اعتبارسنجی AgMERRA در مقابل داده‌های چهار ایستگاه سینوپتیک مورد مطالعه، بیانگر اعتبار و قدرت بالای آن در شبیه‌سازی دمای حداقل، حداکثر و بارش به خصوص در مقیاس‌های زمانی ۱۴ روزه و ماهانه بود. مطالعه دیگری نیز که به ارزیابی کارایی مجموعه داده‌های AgMERRA برای پر کردن خلأ داده‌های تاریخی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های سینوپتیک مناطق اقلیمی مختلف ایران پرداخته بود، کارایی AgMERRA در این زمینه را رضایت بخش گزارش کرد (۲). همچنین گزارش شده است که مجموعه داده‌های AgMERRA بهترین کارایی را در انعکاس متغیر بارش اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های سینوپتیک در مقیاسه با

1- Mean Absolute error

مورد مطالعه با افزایش مقیاس از روزانه به ۱۴ روزه و ماهانه، افزایش یافت (به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۹ و ۰/۸۷). یکی از دلایل ضعف احتمالی AgMERRA در برآورد متغیرهای دما در ایستگاه کابل، موقعیت جغرافیایی این شهر می باشد. وجود توپوگرافی پیچیده، قرار گرفتن ایستگاه هواشناسی در موقعیت نامناسب و تفاوت در پوشش سطحی را می توان از جمله دلایل احتمالی دانست که باعث ایجاد خطا در شبیه سازی های AgMERRA در این ایستگاه گردیده است. در این شرایط، احتمالاً ماهیت شبکه بندی شده ی داده های AgMERRA که مقدار متوسط یک شبکه ی  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  را برای پارامترهای هواشناسی منعکس می کند، باعث ایجاد خطای شبیه سازی نسبت به داده های دیده بانی ایستگاهی که ماهیت نقطه ای دارد شده است. تفاوت در الگوهای سینوپتیکی غالب منطقه، تاثیرپذیری از بارش های سنگین یا سهم بیشتر بارش های همرفتی نیز از دیگر علل بروز خطای شبیه سازی در داده های شبکه بندی شده نسبت به داده های ایستگاهی است.

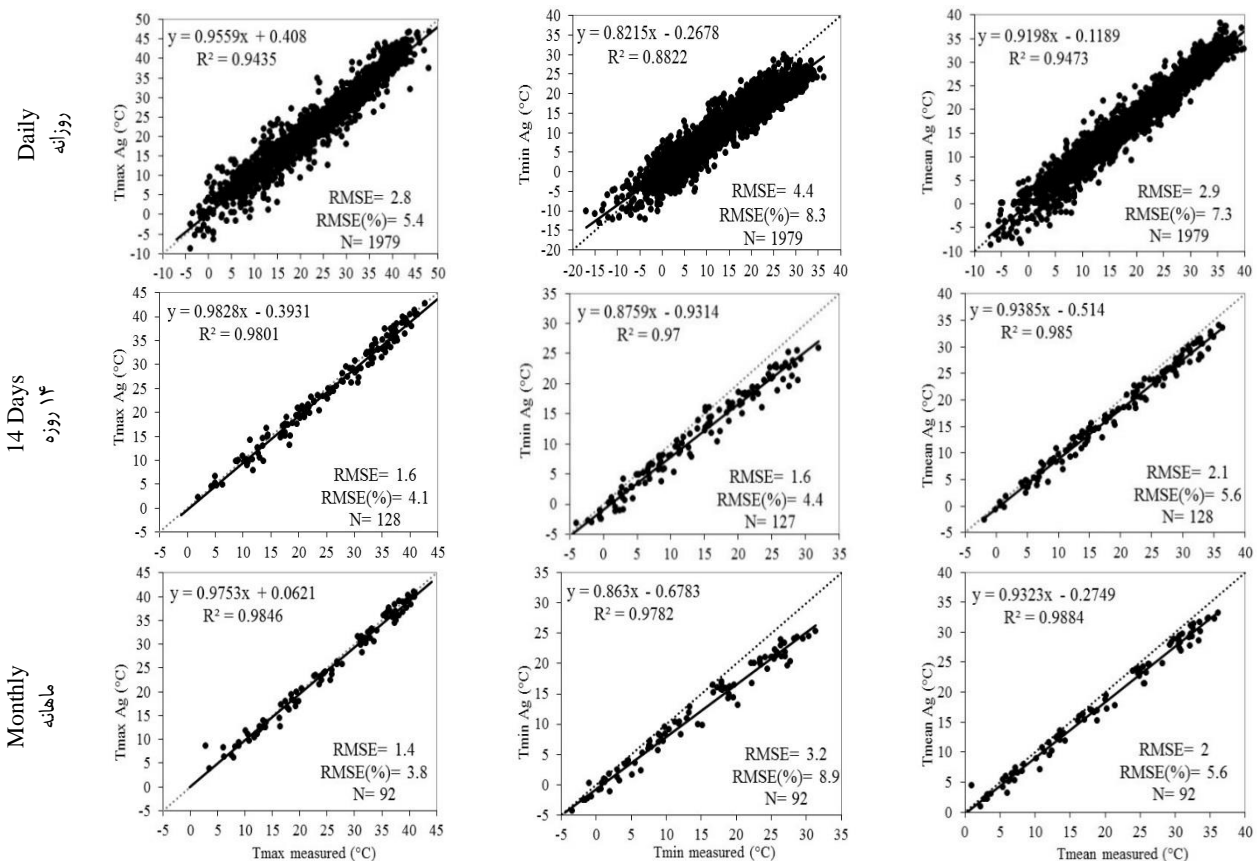
( $R^2=0.8$ ) با اقلیم گرم و نیمه خشک بود (شکل ۴) و بیشترین آن در مورد دمای حداکثر در ایستگاه مزار ( $R^2=0.947$ ) به مشاهده رسید. کمتر بودن ضرایب تبیین دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر در مطالعات دیگری نیز مشاهده شده است (۴۳). در مورد این سه متغیر هواشناسی تمامی ضرایب تبیین مربوط به ایستگاه های چهارگانه مورد مطالعه در مقیاس های زمانی ۱۴ روزه و ماهانه بیش از ۰/۹۳ بود که نشان دهنده تطابق بالای AgMERRA با داده های ایستگاهی در این مقیاس ها می باشد (به استثنای دمای حداکثر ماهانه در ایستگاه قندهار که ضریب تبیین آن به علت وجود داده پرت تا ۰/۸۸ کاهش پیدا کرده است). در میان سه متغیر دما، بیشترین مقدار متوسط زمانی- مکانی شاخص MBE مربوط به دماهای روزانه و کمترین آن مربوط به دمای میانگین بود (به ترتیب با مقادیر ۱/۸ و ۰/۹)، با این وجود بیشترین مقدار MBE در دمای حداکثر روزانه ایستگاه کابل و کمترین آن در دمای متوسط ماهانه ایستگاه مزار مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین مقدار متوسط زمانی- مکانی شاخص توافق (d) نیز در ایستگاه مزار (۰/۹۵) و کمترین آن در ایستگاه کابل (۰/۸۲) مشاهده شد. از نظر مقیاس های زمانی نیز مقدار متوسط d در ایستگاه های



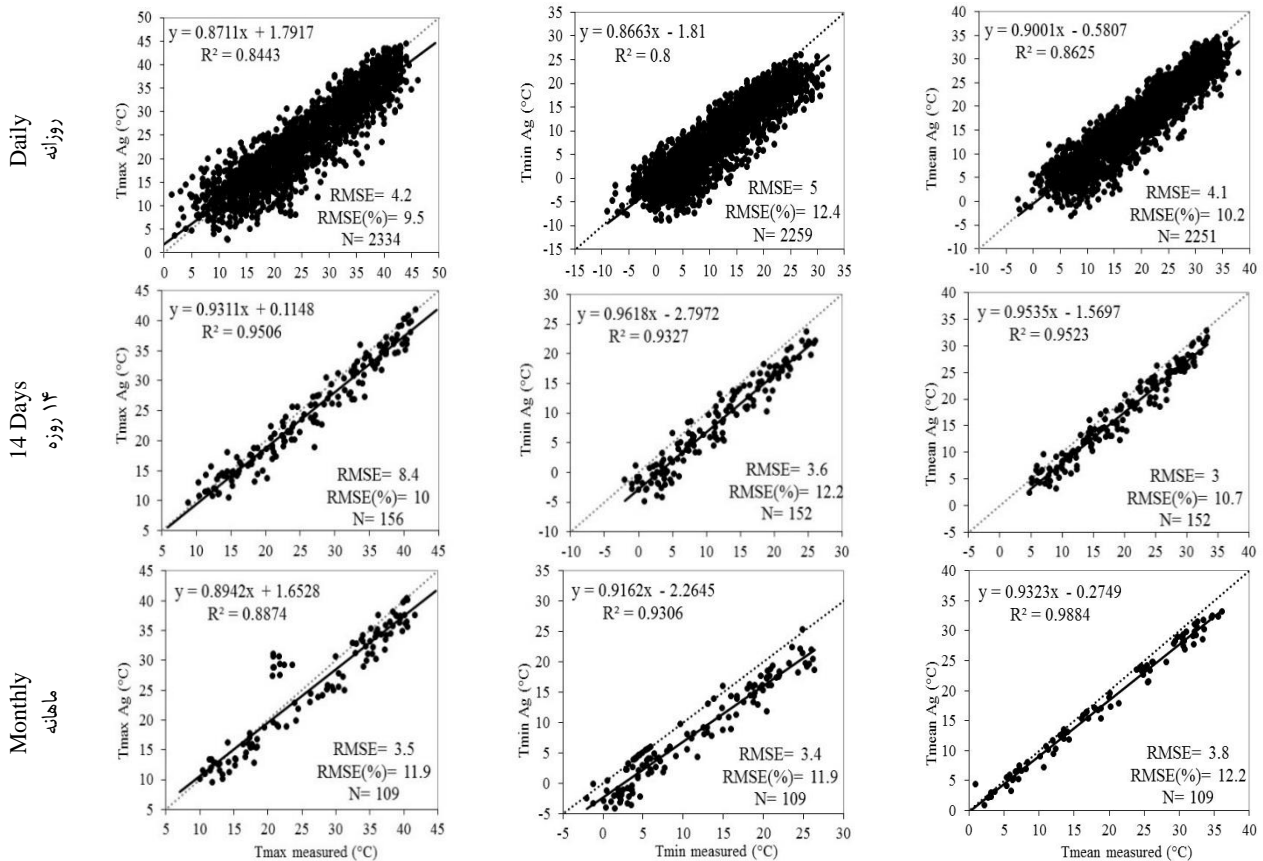
شکل ۳- مقایسه دماهای حداقل (Tmin)، حداکثر (Tmax) و میانگین (Tmean) میان AgMERRA و ایستگاه هرات در مقیاس های مختلف زمانی  
Figure 3- Comparison of AgMERRA and in-situ Tmin, Tmax and Tmean in Herat Station with three different temporal scales

بیشترین و کمترین ضرایب تبیین مربوط به بارش‌های ماهانه و روزانه در ایستگاه کابل بود (به ترتیب با ۰/۹۷ و ۰/۴۵) و ایستگاه قندهار به صورت متوسط در هر سه بازه زمانی کمترین مقدار ضریب تبیین را نشان داد (۰/۸۴). NRMSE بارش نیز در تمامی مقیاس‌های زمانی در ایستگاه‌های هرات و مزار در رتبه عالی و در ایستگاه‌های کابل و قندهار در رتبه‌های خوب و عالی قرار گرفت (شکل ۶). متوسط MBE و d در چهار ایستگاه مورد مطالعه و مقیاس‌های مختلف زمانی برای بارش به ترتیب کمتر و بیشتر از پارامترهای دما بود و بیشترین مقدار شاخص توافق در بارش ماهانه ایستگاه کابل و همچنین مقیاس ۱۴ روزه و ماهانه ایستگاه مزار مشاهده شد. در ایستگاه‌های کابل، مزار و هرات مقدار شاخص MBE منفی بود در حالی که مقدار این شاخص در ایستگاه قندهار با اقلیم گرم و خشک مثبت برآورد شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از برازش رگرسیون خطی بر داده‌های بارش ایستگاهی و AgMERRA نشان داد که ضرایب تبیین محاسبه شده برای بارش روزانه در چهار ایستگاه مطالعاتی نسبت به مقیاس‌های ۱۴ روزه و ماهانه به مراتب پایین‌تر و به صورت متوسط، بارش ایستگاه‌ها در مقیاس ماهانه دارای بهترین ضریب تبیین بود (شکل ۶). با توجه به ماهیت تصادفی و متغیر بارش، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، برآورد بارش در این مناطق به شدت پیچیده است (۱۱). در مطالعه‌های دیگر که به بررسی شاخص‌های نکویی برازش میان داده‌های بارش AgMERRA و داده‌های ایستگاهی در شمال شرق ایران پرداخته شده است، این داده‌ها دارای تناسب خوبی با یکدیگر بوده‌اند و چنین نتیجه‌گیری شده است که با توجه به همبستگی مناسبی که بین شاخص‌های مختلف خشکسالی محاسبه شده بوسیله متغیر بارش مستخرج از AgMERRA و داده‌های ایستگاهی وجود دارد، می‌توان از داده‌های بارش AgMERRA برای پر کردن خلأ داده‌های ایستگاهی برای مطالعات آینده پژوهی بهره برد (۲۸).



شکل ۴- مقایسه دماهای حداقل (Tmin)، حداکثر (Tmax) و میانگین (Tmean) میان AgMERRA و ایستگاه مزار در مقیاس‌های مختلف زمانی  
 Figure 4- Comparison of AgMERRA and in-situ Tmin, Tmax and Tmean in Mazar Station with three different temporal scales



شکل ۵- مقایسه دماهای حدافل (Tmin)، حداکثر (Tmax) و میانگین (Tmean) میان AgMERRA و ایستگاه قندهار در مقیاس‌های مختلف زمانی  
 Figure 5- Comparison of AgMERRA and in-situ Tmin, Tmax and Tmean in Qandahar Station with three different temporal scales

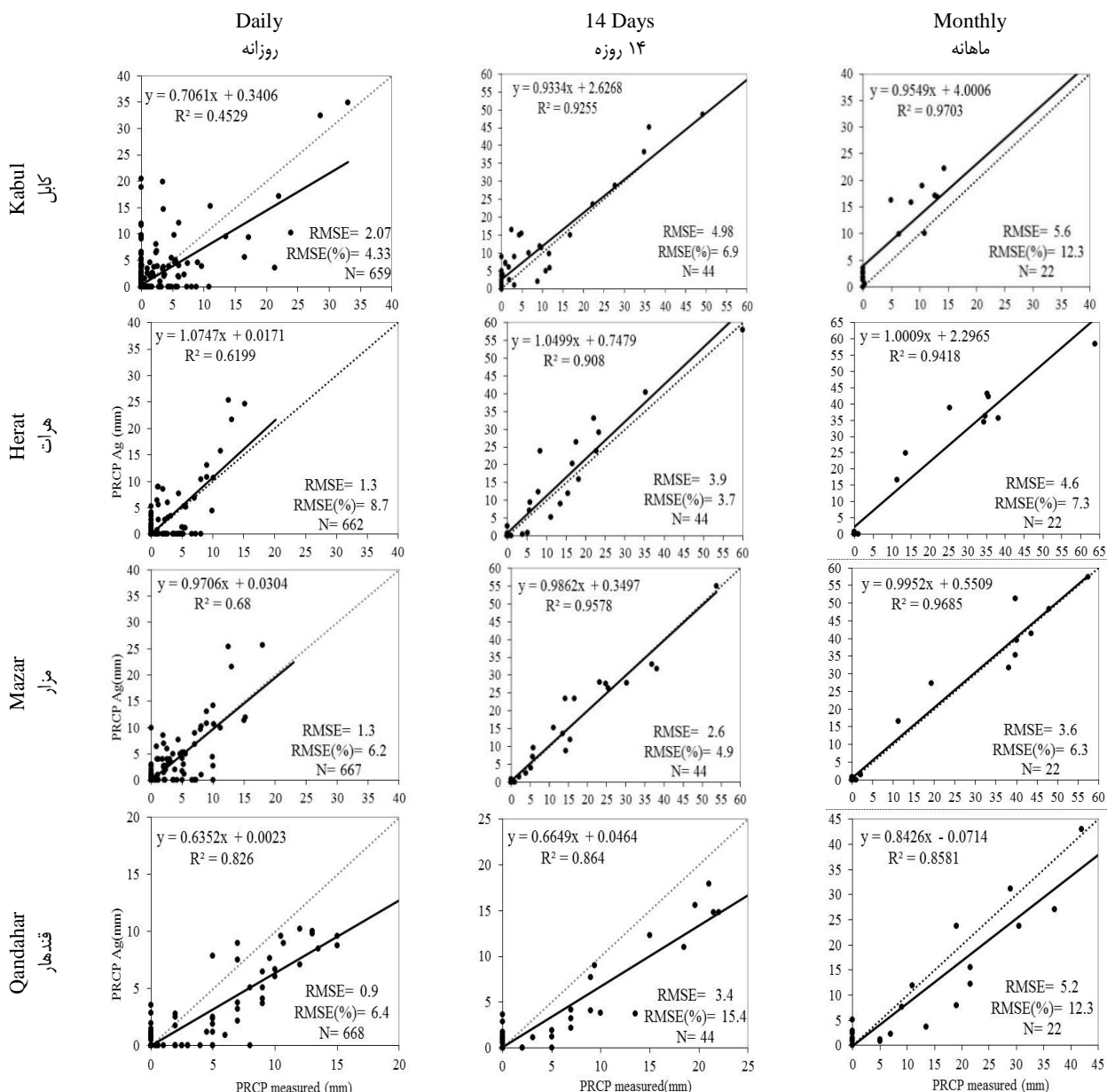
مربوط به AgMERRA و ایستگاه‌های چهارگانه سینوپتیک مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۹) و به صورت کلی نتایج آن نیز بیانگر تطابق الگوی داده‌ها با یکدیگر بود و تنها در برخی موارد اختلاف‌هایی میان داده‌های واقعی و AgMERRA مشاهده شد. بر این اساس داده‌های AgMERRA قادر به برآورد دقیق نوسانات موجود در توزیع احتمال داده‌های دمای حداکثر و حداقل (با بازه یک درجه سانتیگراد) با داده‌های واقعی نبود اما در زمینه دمای میانگین این نوسانات به خوبی شبیه‌سازی شده است. کم بودن دامنه این نوسانات در AgMERRA احتمالاً به دلیل ماهیت آن که مبتنی بر بازکاوی مجموعه داده‌هایی است که با استفاده از آنها تولید شده است، لشکری و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ای بر روی یازده ایستگاه سینوپتیک ایران انجام دادند، نتیجه‌گیری نمودند که مطابقت تابع توزیع احتمال و توزیع احتمال تجمعی بین داده‌های ایستگاهی و AgMERRA ضعیف بوده اما از لحاظ سه شاخص نکویی برازش RMSE، MBE و MAE مطابقت خوبی میان داده‌ها مشاهده شده است.

بررسی روند دمای حداکثر، حداقل و میانگین متوسط ماهانه (شکل ۷) و بارش متوسط ماهانه (شکل ۸) در بازه زمانی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۰ میلادی نشان دهنده تبعیت قابل قبول داده‌های AgMERRA از الگوی داده‌های ایستگاهی بود. با این وجود با توجه به شاخص MBE و نیز روند داده‌های ماهانه دما، مقادیر مشخصی از شبیه‌سازی‌های کمتر<sup>۱</sup> و بیشتر<sup>۲</sup> از حد واقعی در داده‌های بارش کمتر از دما می‌باشد (شکل‌های ۷ و ۸ و نیز جدول ۲). در ایستگاه کابل مقدار شبیه‌سازی‌های کمتر از حد واقعی AgMERRA نسبت به سه ایستگاه دیگر بیشتر بوده و در ماه‌های پاییز و زمستان در ایستگاه هرات، مقادیر AgMERRA به شبیه‌سازی بیشتر از حد واقعی دما پرداخته است.

این تبعیت از الگو در مقیاس روزانه نیز با استفاده از مقایسه نمودار توزیع احتمال داده‌های دمای حداقل، حداکثر و میانگین و نیز بارش

- 1- Under-estimate
- 2- Over-estimate



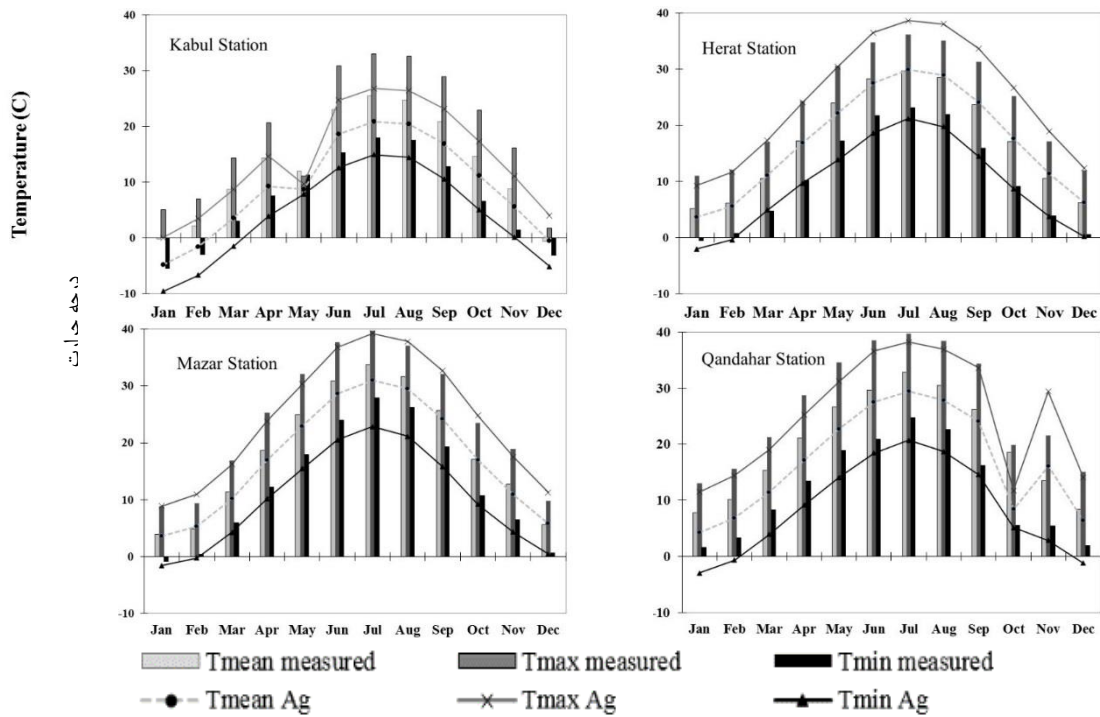


شکل ۶- مقایسه مقادیر بارش AgMERRA و داده‌های ایستگاه‌های چهار منطقه مورد مطالعه با مقیاس‌های زمانی روزانه، ۱۴ روزه و ماهانه  
Figure 6- Comparison of AgMERRA precipitation with in-situ data of Four studied stations in three different temporal scales

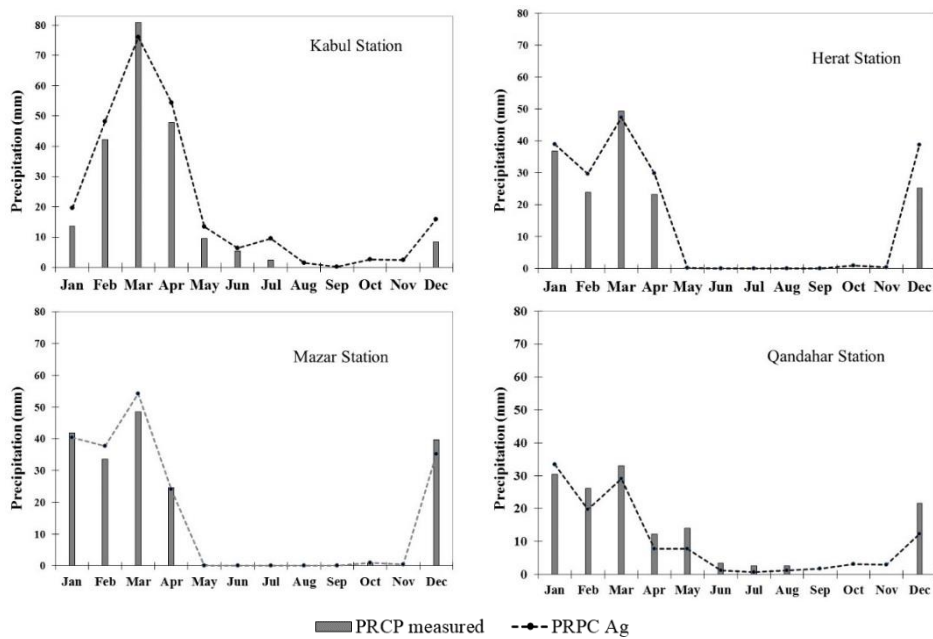
### نتیجه‌گیری

برازش  $R^2$ ، MBE، d، RMSE و NRMSE و نیز بررسی روندهای روزانه و ماهانه دما و بارش پرداخته است. پایگاه داده AgMERRA از نظر آماری نتایج قابل قبولی را در مقایسه با مقادیر مشاهده شده به دست آورد که حاکی از توانایی بالای آن در تخمین متغیرهای هواشناسی است.

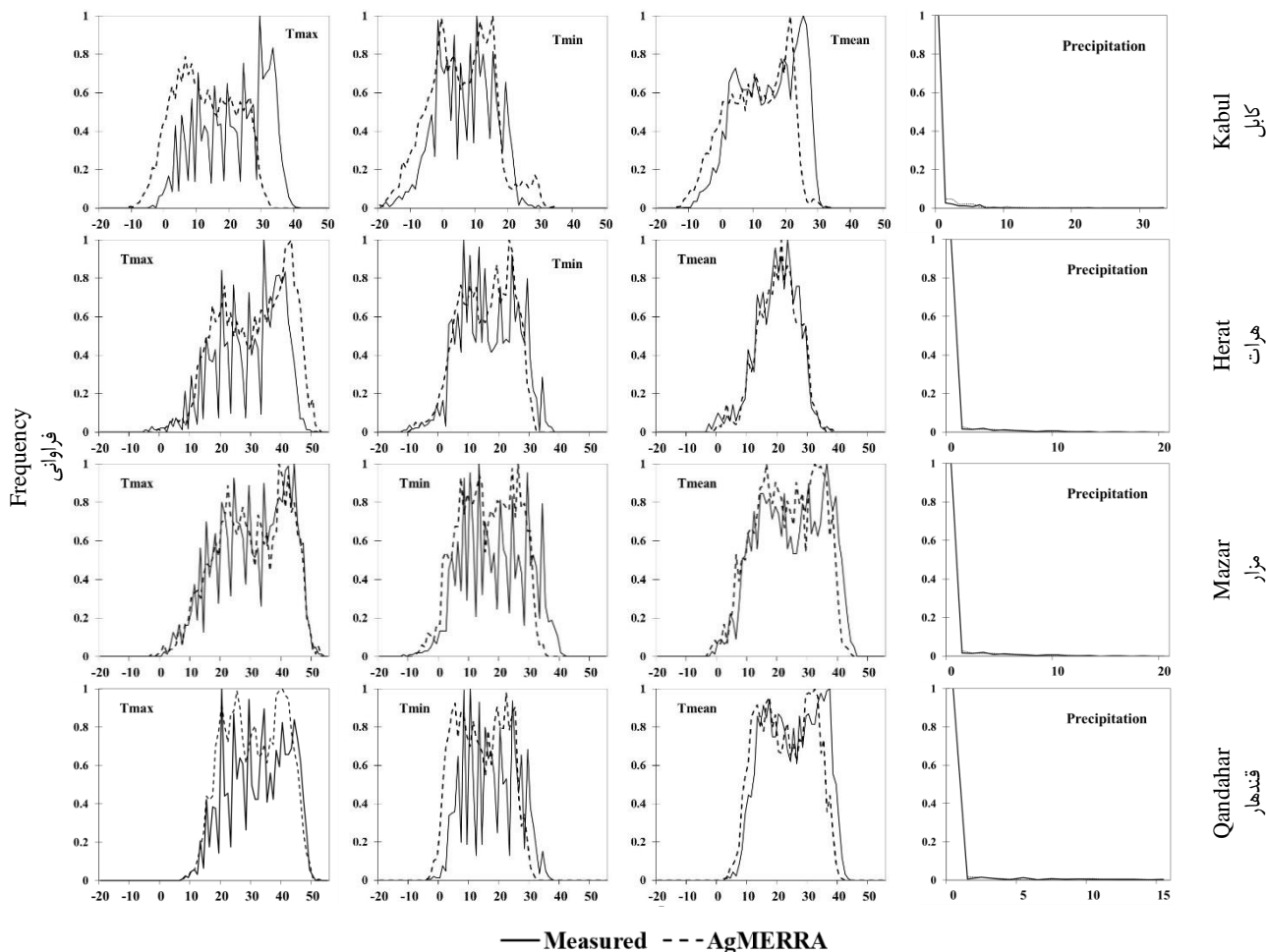
بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه که به بررسی میزان مطابقت داده‌های هواشناسی AgMERRA با داده‌های هواشناسی چهار ایستگاه سینوپتیک کابل، هرات، مزار و قندهار (به ترتیب در شرق، غرب، شمال و جنوب افغانستان) با استفاده از پنج شاخص نکویی



شکل ۷- مقایسه الگوهای دمای حداقل، حداکثر و میانگین بین داده‌های AgMERRA و چهار ایستگاه مورد مطالعه  
Figure 7- Comparison of patterns of AgMERRA and in-situ Tmin, Tmax and Tmean in four studied stations



شکل ۸- مقایسه الگوی بارش ماهانه میان داده‌های AgMERRA و داده‌های چهار ایستگاه مورد مطالعه  
Figure 8- Comparison of monthly precipitation pattern of AgMERRA and in-situ data



شکل ۹- مقایسه ترکیب تابع توزیع احتمال میان داده‌های AgMERRA و چهار ایستگاه مورد مطالعه  
Figure 9- Composition of probability distribution function of in-situ and AgMERRA data

ایستگاه هواشناسی در موقعیت نامناسب، تفاوت در پوشش سطحی و تفاوت ماهیت داده‌های ایستگاهی با داده‌های شبکه‌بندی شده را می‌توان از جمله علل احتمالی بروز این خطا دانست. بررسی الگوی ماهانه متغیرهای سه گانه دما و متغیر بارش نیز نشان داد که AgMERRA اگرچه در برخی ماه‌ها برآوردهای کمتر و بیشتر از مقادیر مشاهداتی ایستگاه‌های مختلف را شبیه‌سازی نموده است، اما این خطای برآورد ناچیز بوده و در متغیرهای مورد بررسی، مطابقت بالایی بین الگوی ماهانه داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی دیده می‌شود. بر این اساس و با توجه به پوشش ضعیف زمانی-مکانی داده‌های هواشناسی افغانستان، AgMERRA ابزاری مناسب برای تولید سری داده‌های هواشناسی با مقیاس زمانی-مکانی مورد نیاز جهت استفاده در مطالعات مختلف اگروکلیماتیک، تغییرات اقلیمی و مدلسازی رشد گیاهان زراعی می‌باشد، البته این امر مستلزم بررسی دقیق، متناسب با ایستگاه‌های مختلف و در صورت نیاز تصحیح مجموعه داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری موجود می‌باشد.

شاخص‌های مختلف نکویی برآزش در مورد دماهای حداقل، حداکثر و میانگین، نشان دادند که با افزایش مقیاس زمانی از روزانه به ۱۴ روزه و ماهانه، شبیه‌سازی‌های صورت گرفته توسط AgMERRA با مقادیر دیده‌بانی شده مطابقت بیشتری پیدا نموده است. با این وجود، مقایسه‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که دمای میانگین روزانه از توانایی بالایی برای پر کردن خلأ داده‌های مشاهداتی برخوردار است. در این بین متغیر بارش به دلیل ماهیت تصادفی<sup>۱</sup> آن دارای ضعیف‌ترین نتایج، به خصوص در مقیاس زمانی روزانه بود، اما در مقیاس‌های ۱۴ روزه و ماهانه نتایج قابل قبولی ارائه کرد. به طور کلی AgMERRA بارش‌های ایستگاه‌های گرم و خشک را بیشتر از حد دیده‌بانی و ایستگاه‌های واقع در مناطق نیمه خشک و نیمه مرطوب را کمتر از مقادیر دیده‌بانی شده شبیه‌سازی نموده است. مطابقت داده‌های ایستگاه کابل تا حدودی نسبت به سه ایستگاه دیگر ضعیف‌تر بود که وجود توپوگرافی پیچیده، قرار گرفتن

1- Stochastic

جدول ۲- نتایج مقایسه داده‌های ایستگاهی و AgMERRA بر اساس شاخص‌های MBE و d  
Table 2- Comparison of AgMERRA and in-situ data using d and MBE indices

ایستگاه Station	متغیر Variable	مقیاس زمانی Temporal Scale	MBE	d
کابل Kabul	T <sub>max</sub>	Daily	5.1	0.7
		14 days	5.08	0.73
		Monthly	3.94	0.84
	T <sub>min</sub>	Daily	2.77	0.82
		14 days	3.002	0.87
		Monthly	3.18	0.86
	T <sub>mean</sub>	Daily	0.14	0.85
		14 days	-2.002	0.97
		Monthly	-3.15	0.98
	Precipitation	Daily	3.608	0.94
		14 days	4.089	0.81
		Monthly	3.66	0.85
هرات Herat	T <sub>max</sub>	Daily	-1.1	0.94
		14 days	-1.22	0.97
		Monthly	-0.96	0.96
	T <sub>min</sub>	Daily	1.07	0.89
		14 days	1.3	0.94
		Monthly	1.19	0.94
	T <sub>mean</sub>	Daily	-0.04	0.85
		14 days	-0.92	0.96
		Monthly	-1.8	0.97
	Precipitation	Daily	-0.29	0.92
		14 days	0.11	0.98
		Monthly	0.07	0.97
مزار شریف Mazar Shrif	T <sub>max</sub>	Daily	0.69	0.96
		14 days	0.83	0.98
		Monthly	0.58	0.98
	T <sub>min</sub>	Daily	2.5	0.86
		14 days	0.83	0.98
		Monthly	2.6	0.91
	T <sub>mean</sub>	Daily	-0.02	0.57
		14 days	-0.24	0.98
		Monthly	-0.47	0.98
	Precipitation	Daily	1.64	0.95
		14 days	1.7	0.96
		Monthly	1.62	0.97
قندهار Qandahar	T <sub>max</sub>	Daily	1.68	0.88
		14 days	1.72	0.94
		Monthly	1.16	0.92
	T <sub>min</sub>	Daily	3.39	0.85
		14 days	3.14	0.84
		Monthly	3.17	0.86
	T <sub>mean</sub>	Daily	0.17	0.91
		14 days	1.68	0.87
		Monthly	2	0.92
	Precipitation	Daily	2.52	0.85
		14 days	2.48	0.9
		Monthly	2.81	0.87

- 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- Bannayan M., Lashkari A., Zare H., Asadi S., and Salehnia N. 2015. Applicability of AgMERRA forcing dataset to fill gaps in historical in-situ meteorological data. In: American Geophysical Union, Fall Meeting 2015. Abstract #GC13D-1180. 2015AGUFMGC13D1180B. Washington DC: American Geophysical Union.
- 3- Burroughs W. 2003. *Climate into the 21st Century*. Cambridge University Press, 240 pp.
- 4- Carson D. J. 1999. Climate modelling: achievements and prospects. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 125:1–28.
- 5- Ceglari A., Toreti A., Balsamo G., and Kobayashi S. 2017. Precipitation over Monsoon Asia: a comparison of reanalyses and observations. *Journal of Climate*, 30(2):465–476.
- 6- Ghafourian H., and Sanaei Nejad H. 2013. Drought monitoring using TRMM dataset in Razavi Khorasan Province. MSc thesis in Agrometeorology, Ferdowsi University of Mashhad.
- 7- Ghazanfari Moghaddam 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. (In Persian with English summary)
- 8- Goovaerts P. 1997. *Geostatistics for natural resources evaluation*, Oxford University Press, New York, Oxford, Vol. 483.
- 9- Greene A.M., and Allis E.C. 2014. A Stochastic Climate Generator for Agriculture in Southeast Asian Domains, American Geophysical Union, Fall Meeting 2014, abstract #GC23D-0663.
- 10- Hijmans R.J., Cameron S.E., Para J.L., Jones P.G., and Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965–1978.
- 11- Hong Y., Hsu K., Gao X., and Sorooshian S. 2004. Precipitation estimation from remotely sensed imagery using artificial neural network cloud classification system. *Journal of Applied Meteorology*, 43:1834–1853.
- 12- Huffman G. J., Adler R. F., Bolvin D. T., Gu G., Nelkin E. J., Bowman K. P., Hong Y., Stocker E. F., and Wolff D. B. 2007. The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis: Quasi-Global, Multi-Year, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale. *Journal of Hydrometeorology*, 8:38-55.
- 13- Kessler E., and Neas B. 1994. On correlation, with applications to the radar and raingage measurement of rainfall, *Atmospheric Researches*, 34:217-229.
- 14- Kira O., Nguy-Robertson A.L., Arkebauer T.J., Linker R., and Gitelson A.A. 2017. Toward Generic Models for Green LAI Estimation in Maize and Soybean: Satellite Observations. *Remote Sensing*, 9:318.
- 15- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., and Jafari L. 2016. Evaluation of Climate Change Effect on Agricultural Production of Iran: I. Predicting the Future Agroclimatic Conditions. *Iranian Journal of Crop production*, 13(4): 651-664. (In Persian with English summary)
- 16- Lashkari A., Bannayan M., Zare A., Asadi A., and Salehnia N. 2015. Applicability of AgMERRA forcing dataset to fill the gaps in historical in-situ meteorological data, case study: Iran. AGU FALL MEETING, San-Francisco.
- 17- Lashkari A., Bannayan M., Koocheki A., Alizadeh A., Choi Y. S., and Park S. K. 2016. Applicability of AgMERRA forcing dataset for gap-filling of in-situ meteorological observation, Case Study: Mashhad Plain. *Journal of Water and Soil*, 29(6):1749-1758.
- 18- Legates D. R. 1999. Evaluating the use of "goodness-of-fit" measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. *Water Resources Research*, 35(1): 33-241.
- 19- Legates D. R., and Davis R. E. 1997. The continuing search for an anthropogenic climate change signal: Limitations of correlation-based approaches, *Geophysical Research Letters*, 24:2319-2322.
- 20- Legates D. R., and McCabe Jr.G.J. 1999. Evaluating the use of goodness-of-fit measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. *Water and Resources Research*, 35(1):233-241.
- 21- Mohanty M., Sinha N.K., and Patra A.K. 2015. Crop Growth Simulation Models in Agricultural Crop Production: 1-27 in *Crop Growth Simulation Modelling and Climate Change*. Mohanty M., Sinha N. K., Hati K. M., Chaudhary R. S., Patra A.K. (ed.) Scientific Publishers, India.
- 22- Nalder I.A., and Wein R.W. 1998. Spatial interpolation of climatic normal: test of a new method in the Canadian boreal forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 92:211–225.
- 23- New M., Hulme M., and Jones P. 1999. Representing twentieth century space-time climate variability. Part I. Development of a 1961–1990 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate*, 12:829–856.
- 24- New M., Lister D., Hulme M., and Makin I. 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Researches*, 21.
- 25- Reilly J., Tubiello F., McCarl B., Abler D., Darwin R., Fuglie K., Hollinger S., Izaurrealde, C., Jagtap S., Jones J., Mearns L., Ojima D., Paul E., Paustian K., Riha S., Rosenberg N., and Rosenzweig C. 2003. Agriculture and climate change: new results. *Climatic Change*, 57: 43–69.

- 26- 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.
- 27- Ruane A.C., Goldberg R., and 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.
- 28- Salehnia N., Alizadeh A., Sanaeinejad H., Bannayan M., Zarrin A., and Hoogenboom G. 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of Arid Land*.
- 29- Schneider U., Becker A., Finger P., Meyer-Christoffer A., Rudolf, B., and Ziese M. 2011. GPCP Full Data Reanalysis Version 6.0 at 0.5°: Monthly LandSurface Precipitation from Rain-Gauges built on GTS-based and Historic Data.
- 30- Shcherbakov M.V., Brebels A., Shcherbakova N. L., Tyukov A. P., Janovsky T.A., and Kamaev V.A. 2013. A Survey of Forecast Error Measures. *World Applied Sciences Journal*, 24:171-176.
- 31- Steward P.R., Andrew J.D., Christian T., Cameron M.P., Lindsay C.S., Maxwell K., and Gorm E.S. 2018. The adaptive capacity of maize-based conservation agriculture systems to climate stress in tropical and subtropical environments: A meta-regression of yields. *Agriculture, Ecosystem and environment*, 251:195-202.
- 32- 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.
- 33- UNEP. 2009. Afghanistan National Capacity Needs Self-Assessment for Global Environmental Management (NCSA) and National Adaptation Programme of Action for Climate Change (NAPA), 128 pp. Available at: [http://www.unep.org/dgef/Portals/43/publications/Afghan\\_NCSA\\_and\\_NAPA\\_2009.pdf](http://www.unep.org/dgef/Portals/43/publications/Afghan_NCSA_and_NAPA_2009.pdf).
- 34- Wallach D., Makowski D., and Jones J.W. 2007. Working with dynamic crop models. Elsevier. In 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, Available at: [www.eu-watch.org/data\\_availability](http://www.eu-watch.org/data_availability).
- 35- Wallach D., Makowski D., and Jones J.W. 2006. Working with dynamic crop models: Evaluations, analysis, parameterization and applications (First edition). Elsevier Science.
- 36- Wechsung F., Childers K., Frieler K., and Hoffman P. 2015. Forecasting Moroccan Wheat Yields using Two Statistical Models, American Geophysical Union, Fall Meeting 2015, abstract #A21F-0210.
- 37- Wilby R.L., Charles S., Zorita E., Timbal B., Whetton P., and Mearns L. 2004. Guidelines for use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods. IPCC, IPCC Supporting Material, available from the DDC of IPCC TG CIA.
- 38- Willmott C.J. 1981. On the validation of models, *Physical Geography*, 2(2):184–194.
- 39- Willmott C.J., Ackleson S.G., Davis R.E., Feddema J.J., Klink K.M., Legates D.R., O'Donnell J., Rowe C.M. 1985. Statistics for the evaluation and comparison of models, *Journal of Geophysics Researches*, 90:8995-9005.
- 40- Willmott C.J., and Matsuura K. 1995. Smart interpolation of annually averaged air temperature in the United States. *Journal of Applied Meteorology*, 34(12):2577–2586.
- 41- Yatagai A., Arakawa O., Kamiguchi K., Kawamoto H., Nodzu M., and Hamada A. 2009. A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges. *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 5:137–140.
- 42- Yatagai A., Kamiguchi K., Arakawa O., Hamada A., Yasutomi N., and Kitoh A. 2012. APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges. *Bulletin of American Meteorology Society*, 93:1401–1415.
- 43- Zare H., Fallah M.H., Asadi A., Mojab A., and Bannayan M. 2016. Assessment of DSSAT and WOFOST sensitivity to temperature derived from AgMERRA. *International Crop Modelling Symposium*: 434-435.

## Applicability of AgMERRA for Gap-Filling of Afghanistan *in-situ* Temperature and Precipitation Data

A. R. Razavi<sup>1\*</sup>- M. Nassiri Mahallati<sup>2</sup>- A. Koocheki<sup>3</sup>- A. Beheshti<sup>4</sup>

Received: 04-12-2017

Accepted: 23-04-2018

**Introduction:** Climate change (CC) is one of the most important concerns for mankind in the current century. Increasing CO<sub>2</sub> concentration and the proof of the greenhouse effect theory in which the type and composition of atmospheric gases which influence the earth temperature, are among undeniable facts makes the future climate change more possible. Impacts of Global warming on hydrological cycles and precipitation patterns would be more prominent in arid and semi-arid regions of the earth. For the arid and semi-arid nature and the poverty more fraction of Afghanistan suffer from, it is likely that the impacts of CC on the country will be more intense. This is while there is no credible and reliant research addressing the impacts of CC on agriculture and food security sector of Afghanistan. Studying the impacts of CC on agriculture, future changes in agroclimatic indices and application of crop growth simulation models intensively require a precise and adequate sets of meteorological data. Because of many reasons, Afghanistan's historical meteorological data coverage is really weak. In this research the applicability of AgMERRA as a gauge-satellite based dataset for filling the Afghanistan *in-situ* meteorological gaps is evaluated via goodness of fit measures, patterns of seasonal changes and the probability distribution functions.

**Materials and Methods:** This study is conducted on four major stations of Afghanistan (Kabul, Herat, Mazar Sharif and Qandahar in the east, west, north and south of the country, respectively) (Fig. 1 and table 1) which had the best *in-situ* meteorological data coverage. Observed Maximum (Tmax) and Minimum temperature (Tmin) and precipitation (PRCP) data is collected via Afghanistan Meteorological Authority (AMA) or other sources. AgMERRA database downloaded with .nc4 format and extracted with R statistical software or Panoply ver. 4.8.4, dependently. Then five goodness of fit (GOF) measures (RMSE, NRMSE, MBE, R<sup>2</sup> and d) are calculated according to the equations 1 to 5. There are different norms and indices to measure the validity of a models, some based on Pearson correlation coefficient (R and R<sup>2</sup>) which indicate the degree of correlation between observed and predicted data but have some amounts of sensitivity to extreme values (outliers). Although, many other measures are considered to overcome the weaknesses but it is hard to distinguish the best.

**Results and Discussion:** The results of this research indicated the good potency, effectiveness and ability of AgMERRA for gap-filling of *in-situ* meteorological data and producing spatiotemporal data series. Several studies in this area have almost the same results. It is reported that AgMERRA is the most applicable dataset for reflecting precipitation data comparing with ERA-Interim, ERA-Interim/Land and JRA-55 datasets. Comparisons via NRMSE shows great (>10%) and good (>20%) amounts in all stations and temporal scales. Among other stations, Mazar Shrif showed the best conformity between AgMERRA and observed data, while Kabul station had the weakest, probably due to complex topographic situation of the Kabul airport station. The amounts of R<sup>2</sup> for predicting temperature (Tmax and Tmin) were more than 0.86 in daily, 14-days and monthly temporal scales. The lowest amount of the coefficient of determination was obtained at Qandahar station for Tmean in daily temporal scale (R<sup>2</sup>=0.8) and the highest amount obtained for daily Tmax at Mazar Sharif station (R<sup>2</sup>=0.947). R<sup>2</sup> for daily PRCP were inadequate, but increasing to adequate amounts in 14-days and monthly temporal scales. The highest spatiotemporal amount of Tmax, Tmin and Tmean was obtained in daily scale and the lowest amount was obtained for Tmean (1.8 and 0.9, respectively). The Index of agreement (d), also had adequate amounts for 14-days and monthly PRCP (>0.87). The amount of MBE for precipitation in Herat, Mazar Sharif and Kabul stations were negative, while it was positive in Qandahar station with a hot and dry climate. AgMERRA could show a good compliance with changes of observed seasonal patterns, however, some amount of over and under-estimates are obvious especially for Kabul station. This compliance with *in-situ* observed patterns was acceptable for daily temporal scale, although AgMERRA was unable to predict some of the fluctuations in probability distribution composition (with the range of 1 °C), especially for Tmax and Tmin, but for Tmean the fluctuations simulated well.

1, 2 and 3- Ph.D. Graduated and Professors of the Agrotechnology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(\*- Corresponding Author Email: arazavi2005@gmail.com)

4- Associate Professor of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center

**Conclusion:** According to the results of the study, AgMERRA showed an acceptable potency to simulate the *in-situ* meteorological data in four major studied stations of Afghanistan. According to the stochastic nature of PRCP, the variable showed the weakest results in daily temporal scale but acceptable in 14-days and monthly. Given the weak coverage of *in-situ* meteorological data of Afghanistan, AgMERRA could be a valid dataset for producing well scaled spatiotemporal data series to be used in agroclimatic, CC and crop growth modeling studies.

**Keywords:** Climate change, Goodness of fit, Kabul, Meteorology, Meteorological data

\