Hakim Sabzevari University

Arid Regions Geographic Studies

Homepage: jargs.hsu.ac.ir

P- ISSN: 2228-7167
E- ISSN: 2981-1910

Evaluation of spatial and temporal accuracy of GPCC and CRU datasets against observational data

Hadi Razzaq Abed[1] | Jafar Masoompour Samakosh[2]✉ | Morteza Miri[3] | Tayeb Raziei[4]

1. Department of Geography, Faculty of Literature and Human Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. hadirzaq1@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Geography, Faculty of Literature and Human Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. j.mclimate27@gmail.com
3. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research Education and Extention Organization (AREEO), Tehran, Iran. morteza.miri64@gmail.com
4. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research Education and Extention Organization (AREEO), Tehran, Iran. tayebrazi@yahoo.com

Article Information

Research Paper

Vol: 16
No: 59
P: 1-13
Received: 2024-08-25
Revised: 2024-09-21
Accepted: 2024-09-24
Published: 2025-05-01

Keywords:

- *Iraq*
- *Precipitation*
- *Temperature*
- *Validation*
- *Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)*
- *Climate research unit (CRU)*

Cite this Article:

Razzaq Abed, Hadi., Masoompour Samakosh, Jafar., Miri, Morteza., Raziei, Tayeb. (2025). Evaluation of spatial and temporal accuracy of GPCC and CRU datasets against observational data. *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 16*(59): 1-13*.
doi:10.22034/jargs.2024.475185.1134

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)

10.22034/jargs.2024.475185.1134

Abstract

Aim: This study investigates the accuracy and reliability of GPCC and CRU data for conducting various hydroclimatic studies in Iraq.
Material & Method: The data used include monthly precipitation data from the GPCC database with a spatial resolution of 0.5° and 0.25° geographical latitude and longitude, and monthly precipitation, minimum and maximum temperature data from the CRU database with a spatial resolution of 0.5° geographical latitude and longitude over the period 1990–2020. R, R2, EF, BIAS, RMSE, and Slope statistics were used to evaluate the accuracy of the data.
Finding: According to the validation results, GPCC and CRU exhibit satisfactory accuracy in estimating precipitation minimum and maximum temperatures in Iraq. GPCC shows a high correlation coefficient (0.71-0.87) in estimating precipitation in Iraq's eastern and northern provinces. The Slope statistic ranges between 0.80 and 1.2, and the NRMSE is less than 3 in most stations. CRU demonstrates a high correlation coefficient (R≈0.81), EF>0.5, NRMSE<2, and Bias between -2 and 6 mm in estimating precipitation in the eastern and northern parts of the country. Furthermore, CRU exhibits high accuracy in estimating minimum and maximum temperature in Iraq; as such, the CRU data and observed data at stations exhibit strong agreement, with R>0.96, R2>0.95, EF>0.95, Slope>0.95, and NRMSE around less than 1.5 in most regions.
Conclusion: Based on the validation results, GPCC and CRU have suitable accuracy in estimating rainfall minimum and maximum temperatures in Iraq. Therefore, GPCC and CRU data can be introduced as reliable sources for analyzing precipitation and temperature patterns and in areas lacking data in Iraq.
Innovation: Both data sources provide the possibility of analyzing precipitation and temperature patterns, as well as important decision-making steps related to water management and adaptation to climate change.

Extended Abstract

1- Introduction

In research related to atmospheric sciences and hydrology, one of the fundamental challenges for researchers is the lack of access to accurate and long-term data. The inadequate distribution of synoptic and rainfall stations or the occurrence of various errors in measuring variables can lead to statistical defects and a lack of access to accurate data. Therefore, using information recorded by databases can effectively complement filling these information gaps. Accurate and reliable rainfall and temperature data are essential for water resource management, agricultural planning, and climatic research, especially in countries like Iraq, which face significant uncertainty and water scarcity. However, collecting ground measurements in Iraq can be challenging due to limited infrastructure, political instability, and environmental characteristics.

2- Materials and methods

The study area is Iraq in Western Asia. The data used in this study include rainfall data from the GPCC (Global Precipitation Climatology Centre) with a spatial resolution of 0.25° and 0.5° and rainfall, minimum, and maximum temperature data from the CRU (Climatic Research Unit) with a spatial resolution of 0.5°. Additionally, monthly rainfall and minimum and maximum temperature data from 17 synoptic stations in Iraq over 31 years (1990–2020) were used. These data were obtained for 172 points across Iraq. The rainfall and temperature values from the two databases were extracted and compared to the observed data. Five statistics (R, R2, EF, BIAS, RMSE, and Slope) were used to evaluate the accuracy of the gridded data against observed data. In the final step, using these five statistical tests and programming in MATLAB, the observed data matrix was compared and evaluated with the gridded data matrix, and the error of each database in estimating rainfall and temperature was identified and presented as a map.

3- Discussion and results

The lack of accurate and long-term data is one of the main challenges for researchers in climate and water resource studies. In many arid and mountainous regions, synoptic and rainfall stations are not distributed at suitable intervals. Therefore, data from existing databases worldwide can be a suitable complement to address these gaps. In this study, monthly rainfall data from the GPCC and CRU datasets and monthly minimum and maximum temperature data were evaluated against observed data from 17 stations in Iraq over the period 1990–2020. The findings of this study show that GPCC and CRU data have moderate to high accuracy in simulating rainfall in different regions of Iraq. The highest accuracy of these two datasets was estimated in the eastern, northern, and southeastern regions of Iraq. Regarding minimum and maximum temperature data, the CRU dataset provides reliable data for use in different regions of Iraq. The evaluation of these datasets in Iraq can confirm the results of other studies on the suitability of GPCC and CRU in Iraq and other world regions. The validation results of GPCC rainfall data show that these data have acceptable accuracy and efficiency in estimating rainfall in most parts of the country, especially in the eastern and northern regions of Iraq. Additionally, the spatial accuracy of these data is satisfactory in most areas, and they can represent the rainfall patterns in the region well. The validation of CRU rainfall data shows that this dataset also has high accuracy and a desirable ability to estimate rainfall, especially in northern and eastern Iraq. The spatial distribution of these data in Iraq indicates their accuracy and compatibility with observed data at stations. In terms of comparing the evaluation statistics of the two rainfall datasets, GPCC and CRU do not show any significant superiority over each other. The minimum and maximum temperatures of the CRU dataset also show suitable accuracy in estimating and representing the spatial pattern of these variables across Iraq.

4- Conclusion

Based on the validation results, GPCC and CRU have suitable accuracy in estimating rainfall and minimum and maximum temperatures in Iraq. GPCC has high correlation coefficients (0.71-0.87) in estimating rainfall in the eastern and northern provinces of Iraq. The Slope statistic is between 0.8 and 1.2, and the NRMSE is less than 3 in most stations. CRU has high accuracy in estimating rainfall in the eastern and northern parts of the country, with R values around 0.81, EF > 0.5, NRMSE < 2, and Bias between -2 and 6 mm. Additionally, CRU has high accuracy in estimating minimum and maximum temperatures in Iraq, with R values > 0.96, R2 > 0.95, EF > 0.95, Slope > 0.95, and NRMSE < 1.5 in most regions. Thus, GPCC

and CRU data can be introduced as reliable sources for analyzing rainfall and temperature patterns, suitable for use in regions lacking data in Iraq, and suitable for water management planning and climate change adaptation.

5. Acknowledgement & Funding

The manuscript did not receive a grant from any organization

6. Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دانشگاه حکیم سبزواری

ارزیابی دقت مکانی و زمانی مجموعه داده‌های GPCC و CRU در مقابل داده‌های مشاهده‌ای در کشور عراق

هادی رزاق عبد[۱]، جعفر معصوم‌پور سماکوش[۲]✉، مرتضی میری[۳]، طیب رضیئی[۴]

۱- گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. hadirzaq1@gmail.com

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. j.mclimate27@gmail.com

۳- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. morteza.miri64@gmail.com

۴- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. tayebrazi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

دوره: ۱۶

شماره: ۵۹

صفحه: ۱-۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱

کلیدواژه‌ها:

- *عراق*
- *بارش*
- *دما*
- *اعتبارسنجی*
- *مرکز اقلیم‌شناسی بارش جهانی*
- *واحد پژوهش‌های اقلیمی*

نحوه ارجاع به این مقاله:

رزاق عبد، هادی.، معصوم‌پور سماکوش، جعفر.، میری، مرتضی.، رضیئی، طیب. (۱۴۰۴). ارزیابی دقت مکانی و زمانی مجموعه داده‌های GPCC و CRU در مقابل داده‌های مشاهده‌ای در کشور عراق. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۶(۵۹): ۱-۱۳.

doi: 10.22034/jargs.2024.475185.1134

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری

© نویسنده(گان).

10.22034/jargs.2024.475185.1134

چکیده:

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی دقت و قابلیت اعتماد داده‌های GPCC و CRU به‌منظور انجام مطالعات مختلف هیدرو-اقلیمی در عراق است.

روش و داده: داده‌های مورد استفاده شامل بارش ماهانه پایگاه داده GPCC با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ و ۰/۲۵ جغرافیایی و داده‌های بارش ماهانه، حداقل و حداکثر دمای ماهانه پایگاه داده CRU با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ جغرافیایی طی دوره ۲۰۲۰-۱۹۹۰ است. به‌منظور ارزیابی دقت داده‌ها از آماره‌های R، R2، EF، BIAS، RMSE و Slope استفاده شده است.

یافته‌ها: بر اساس نتایج اعتبارسنجی، GPCC و CRU در برآورد بارش، دمای حداقل و حداکثر در عراق دارای دقت مناسبی هستند. GPCC در برآورد بارش در استان‌های شرقی و شمالی عراق دارای ضریب همبستگی بالا (۰/۸۷- ۰/۷۱) است. مقدار آمارهٔ Slope در اکثر ایستگاه‌ها بین ۱/۲- ۰/۸۰ و NRMSE کمتر از ۳ است. CRU در برآورد بارش در نیمه شرقی و شمالی کشور دارای R حدود ۰/۸۱، ۰/۵ < EF، ۲ > NRMSE و Bias بین ۲- تا ۶ میلی‌متر است. همچنین، CRU در برآورد دمای حداقل و حداکثر در عراق دارای تطابق بالایی دارند، به‌طوری‌که داده‌های CRU و رصدی در ایستگاه‌ها دارای R >۰/۹۶، R2 >۰/۹۵، EF >۰/۹۵، Slope < ۰/۹۵ و NRMSE در حدود کمتر از ۱/۵ در اکثر مناطق هستند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج اعتبارسنجی، GPCC و CRU در برآورد بارش، دمای حداقل و حداکثر در عراق دارای دقت مناسبی هستند. GPCC در برآورد بارش در استان‌های شرقی و شمالی عراق دارای ضریب همبستگی بالا (۰/۸۷- ۰/۷۱) است. داده‌های CRU در برآورد دمای حداقل و حداکثر در عراق دارای تطابق بالایی دارند؛ بنابراین، می‌توان داده‌های GPCC وCRU را به‌عنوان منابعی معتبر برای تحلیل الگوهای بارش و دما و برای مناطق فاقد آمار در عراق معرفی کرد.

نوآوری، کاربرد نتایج: هر دو منبع داده امکان تحلیل الگوهای بارش و دما و همچنین گام‌های مهم تصمیم‌گیری مرتبط با مدیریت آب و سازگاری با تغییرات آب‌وهوا را فراهم می‌کنند.

۱- مقدمه

در تحقیقات مرتبط با علوم جو و هیدرولوژی، یکی از چالش‌های اساسی برای پژوهشگران، اغلب عدم دسترسی به داده‌های دقیق و طولانی‌مدت است. عدم توزیع مناسب ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی و یا بروز خطاهای مختلف در اندازه‌گیری متغیرها باعث ایجاد نقایص آماری و عدم دسترسی به داده‌های دقیق می‌شود. به همین دلیل، استفاده از اطلاعات ثبت‌شده توسط پایگاه‌های داده ایجاد شده می‌تواند به‌عنوان یک مکمل مؤثر جهت پر کردن این خلأهای اطلاعاتی باشد. داده‌های دقیق و قابل اعتماد بارش و دما برای مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی کشاورزی و تحقیقات آب‌وهوایی ضروری است، به‌ویژه در کشورهایی مانند عراق که با عدم قطعیت آب‌وهوایی و کمبود آب قابل‌توجهی مواجه هستند (Al-Quraishi at al., 2020; Othman et ai., 2021). بااین‌حال، جمع‌آوری اندازه‌گیری‌های زمینی در عراق به دلیل عواملی مانند زیرساخت‌های محدود، بی‌ثباتی سیاسی و ویژگی‌های محیطی می‌تواند چالش‌برانگیز باشد (Al-Jiboori., 2017).

از این رو طی دهه‌های اخیر تولید داده‌های آب و هوایی، با دقت مناسب یکی از اهداف اصلی مراکز پیش‌بینی و مدل‌سازی است (Miri et al., 2016). مجموعه داده‌های بارش مبتنی بر ماهواره و ایستگاه‌های زمینی مانند مجموعه داده‌های مرکز اقلیم‌شناسی بارش جهانی (GPCC[1]) و واحد تحقیقات اقلیمی (CRU[2])، یک راه حل بالقوه برای ارائه داده‌های بارش با وضوح بالا در مقیاس جهانی هستند (Becker et al., 2013; Harris et al., 2014). علاوه بر این، مجموعه داده CRU با درون‌یابی ناهنجاری‌های ایستگاه‌ها در سلول‌های شبکه‌ای نواحی مختلف جهان (به جز قطب) دسترسی به متغیرهای دیگر از جمله دما را فراهم کرده است (Harris et al., 2014). هر چند محصولات پایگاه داده‌های اقلیمی بسیاری از مشکلات نبود ایستگاه و یا مناطق دارای گپ داده را تا حدودی برطرف نموده‌اند، با وجود این به‌منظور اطمینان از کاربرد مؤثر این داده‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری، باید از نظر دقت در مقابل داده‌های مشاهده‌ای مورد ارزیابی قرار گیرند. از این رو پژوهشگران با استفاده از روش‌ها و آماره‌های مختلف اقدام به ارزیابی دقت پایگاه داده‌های اقلیمی نموده‌اند.

مطالعات نشان داده‌اند که GPCC همبستگی بالایی با داده‌های بارش مشاهده شده در مناطق مختلف دارند. در این راستا، دارند و کریمی با ارزیابی دقت داده‌های بارش GPCC در مقابل داده‌های مشاهده‌ای بیان کردند که این داده‌ها در مناطقی مانند بخش‌های غربی رشته‌کوه زاگرس و شمال‌شرق ایران دقت مناسبی دارد (Darand & Karimi, 2016). گولاخمادو و همکاران با ارزیابی مجموعه داده‌های CRU در مدل‌سازی هیدرولوژیکی حوضه رودخانه وخش فوقانی در آسیای مرکزی همبستگی قابل قبولی بین جریان مشاهده‌شده و شبیه‌سازی‌شده مشاهده کردند (Gulakhmadov et al., 2021).

با این حال تارسری و همکاران سوگیری‌های سیستماتیک را در توزیع مکانی و تنوع بین سالانه مجموعه داده‌های بارندگی CRU در مقایسه با داده‌های رصدی سازمان هواشناسی تایلند شناسایی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که GPCC دقت فضایی بهتری را نسبت به CRU نشان داد (Torsri et al., 2022).

نتایج مطالعهٔ حسینی موغاری و همکاران نشان داد که هر دو مجموعه داده بارش را در ایستگاه‌های مرطوب و خیلی‌خشک به ترتیب کم‌برآوردی و بیش‌برآوردی می‌کنند؛ اما ارزیابی‌های مکانی–زمانی نشان داد که بارش GPCC مناسب‌تر از CRU برای ایران است (Hosseini-Moghari et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر، سالواشن و همکاران داده‌های CRU TS را در فیلیپین ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که CRU TS ریزمقیاس شده در مقایسه با داده‌های خام دقت و کارایی بالاتر و خطای کمتری در مقابل بارش مشاهده‌شده دارد (Salvacion et al., 2018). تئو و همکاران عملکرد مجموعه داده‌های GPCC و CRU را در مالزی ارزیابی کردند و دریافتند که هر دو مجموعه‌ی GPCC و CRU، داده‌های بارش قابل اعتمادی در طول فصل باران‌های موسمی ارائه می‌دهند (Teo et al., 2020). به‌طور مشابه، چن و همکاران دقت داده‌های بارندگی GPCC و CRU را در فلات تبت ارزیابی کرده و گزارش دادند که مجموعه داده‌ها، الگوهای بارش مکانی را به‌طور دقیق اما با بیش‌برآوردی نشان می‌دهند (Chen et al., 2018).

سلمان و همکاران دقت مکانی و زمانی مجموعه داده‌های GPCC و CRU را برای عراق با استفاده از برنامه‌ریزی سازش ارزیابی کردند. این امر به انتخاب داده‌های بارش شبکه‌ای قابل اعتماد کمک می‌کند (Salman et al., 2019)؛ بنابراین در مطالعه‌ای دیگر سلمان و همکاران ارزیابی دقت مکانی و زمانی مجموعه داده‌های GPCC و CRU در برابر داده‌های مشاهده‌ای در عراق را برای

1. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)
2. Climate research unit (CRU)

تجزیه‌وتحلیل الگوهای بارش و دما در شرایط تغییر اقلیم انجام دادند (Salman et al., 2019). نتایج تغییرات قابل‌توجهی را در الگوی بارش و دما در دوره ۲۰۱۰-۱۹۶۱ نشان داد. مطالعات در سوریه و افغانستان نیز نشان داده‌اند که مجموعه داده‌های GPCC و CRU عملکرد مناسبی در تکرار داده‌های مشاهده‌شده از خود نشان می‌دهند. GPCC روابطی نزدیک با داده‌های مشاهده‌شده در سوریه دارد (Homsi et al., 2023) و CRU برای مطالعات مرتبط با آب در افغانستان قابل اعتماد است (Samim et al., 2024).

ارزیابی جامع از مجموعه داده‌های بارش شبکه‌ای در عراق به درک بهتر الگوهای بارش و اطلاع‌رسانی فرآیندهای تصمیم‌گیری مرتبط با مدیریت منابع آب، سازگاری با تغییرات آب و هوا و توسعه پایدار در منطقه کمک می‌کند. یافته‌ها فرآیندهای تصمیم‌گیری مرتبط با مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی کشاورزی و سازگاری با تغییرات اقلیمی در منطقه را آگاه خواهد کرد (Al-Quraishi at al., 2020; Othman et ai., 2021). در نتیجه این مطالعه عملکرد مجموعه داده‌های بارش GPCC و CRU و به‌علاوه حداکثر و حداقل دمای CRU از نسخه‌های بروز شدهٔ این پایگاه‌ها را در عراق با استفاده از روش‌های آماری و مکانی برای تجزیه‌وتحلیل دقت، سوگیری‌ها و منابع خطا بررسی می‌کند؛ بنابراین این مطالعه می‌تواند از یک طرف مناطق دارای چالش بیشتر از نظر نبود و یا کمبود داده‌ی بارش و نیازمند به بهبود نظارت بر این متغیر اقلیمی در کشور عراق را شناسایی کند و از طرف دیگر بینش ارزشمندی برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در مدیریت منابع آب و سازگاری با تغییرات آب‌وهوا در اختیار مسئولان و برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف جامعه عراق قرار دهد.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

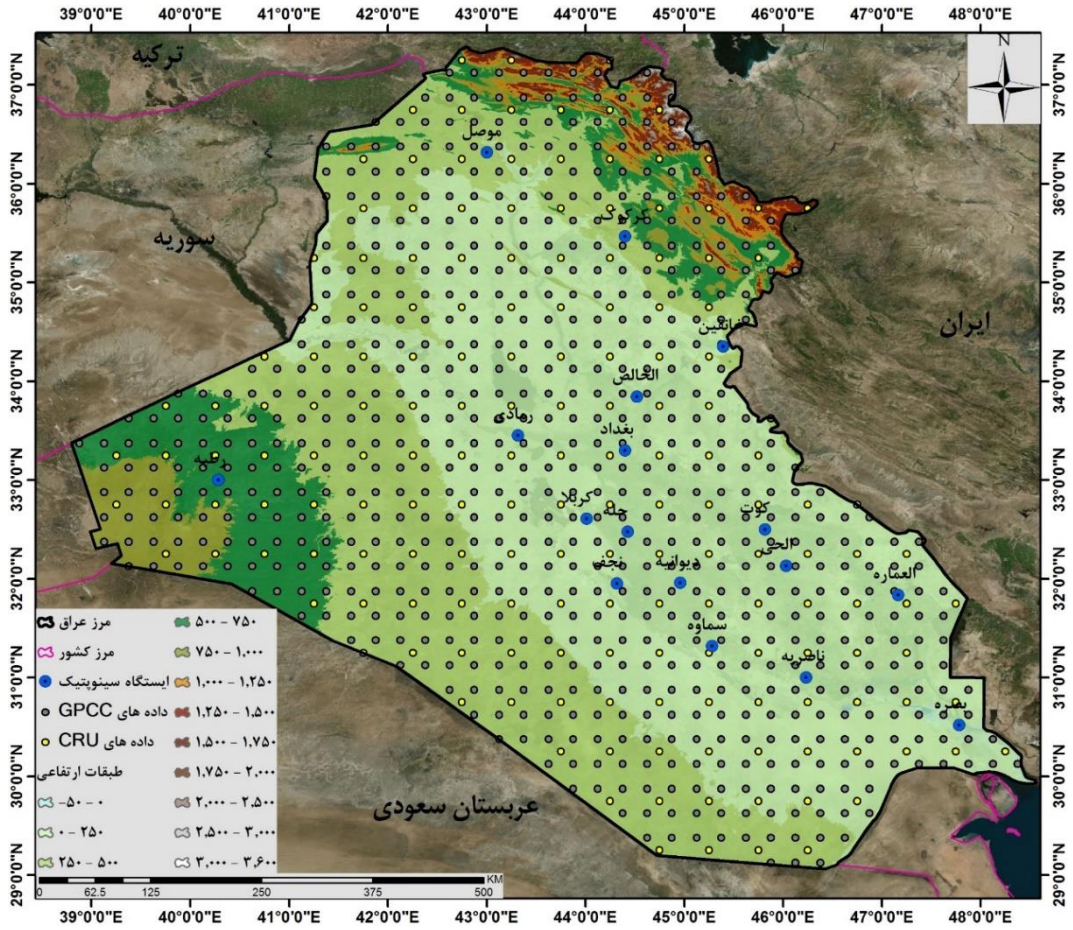
منطقه مورد مطالعه در این پژوهش کل کشور عراق (شکل ۱) در غرب آسیا است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش دربرگیرنده داده‌های بارش مرکز GPCC با قدرت تفکیک مکانی ۰/۲۵ و ۰/۵ درجه جغرافیایی، داده‌های بارش، متوسط ماهانه حداقل و حداکثر دما مرکز CRU با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ درجه جغرافیایی است. توضیحات تکمیلی مربوط به داده‌های GPCC و پایگاه داده CRU به تفضیل در پژوهش میری و همکاران اشاره شده است (Miri at al., 2017). در این پژوهش از آخرین نسخه داده‌های GPCC و همچنین نسخه CRU TS v4.08 استفاده شده است. همچنین از داده‌های مجموع بارش ماهانه و متوسط دمای حداقل و حداکثر ماهانه ۱۷ ایستگاه سینوپتیک عراق استفاده شده است. مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در سطح کشور عراق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب در پهنه عراق

ایستگاه	Station	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
الحی	HAI	٤٦/٠٣	٣٢/١٣	١٧
بغداد	BAGHDAD	٤٦/٤٠	٣٣/٣٠	٣٢
العماره	AMARA	٤٧/١٧	٣١/٨٣	٩
نجف	NAJAF	٤٤/٣٢	٣١/٩٥	٥٣
حله	HILLAH	٤٤/٤٣	٣٢/٤٨	٣٣
کربلا	KERBALA	٤٤/٠١	٣٢/٦١	٣٥
خانقین	KHANAQIN	٤٥/٣٩	٣٤/٣٥	١٨٧
الخالص	KHALIS	٤٤/٥٢	٣٣/٨٤	٤٧
دیوانیه	DIWANIYA	٤٤/٩٦	٣١/٩٦	٢٠
سماوه	SUMAWAH	٤٥/٢٨	٣١/٣٢	١٥
ناصریه	NASIRIYA	٤٦/٢٣	٣١/٠٠	٥
کوت	KUT	٤٥/٨٢	٣٢/٥٠	١٩
بصره	BASRA	٤٧/٧٨	٣٠/٥٢	٣
کرکوک	KIRKUK	٤٤/٤٠	٣٥/٤٧	٣٣١
رطبه	RUTBA	٤٠/٢٨	٣٣/٠٠	٦٣١
رمادی	RAMADI	٤٣/٣٢	٣٣/٤٥	٤٨
موصل	MOSUL	٤٣/٠٠	٣٦/٣٢	٢٢٣

۲-۲- روش پژوهش

هدف این پژوهش ارزیابی دقت داده‌های بارش و دمای GPCC و CRU در عراق است. برای رسیدن به این هدف در ابتدا با مراجعه به سازمان هواشناسی عراق داده‌های ۱۷ ایستگاه طی دوره مورد مطالعه ۳۱ ساله (۲۰۲۰-۱۹۹۰) دریافت و از نظر کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با استفاده از قابلیت‌های تارنمای نوا داده‌های بارش GPCC و با استفاده از تارنمای CRU[1] داده‌های بارش و متوسط حداقل و حداکثر دمای ماهانه برای ۱۷۲ نقطه در پهنه کشور عراق دریافت شد. قابل ذکر است که داده‌های GPCC با دقت مکانی ۰/۲۵ درجه جغرافیایی ۶۷۶ نقطه برای کشور عراق است. از آنجایی که هدف از انجام این پژوهش ارزیابی دقت داده‌های GPCC و CRU در برآورد بارش و دمای ۱۷ نقطه بوده است، مقدار بارش هر یک از این دو پایگاه و متوسط حداقل و حداکثر دمای پایگاه داده CRU در نزدیک‌ترین نقطه به هر ایستگاه استخراج و برای مقایسه مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب چهار ماتریس به ابعاد ۱۷×۳۷۲ تشکیل و مورد استفاده قرار گرفت. در این ماتریس‌ها عدد ۳۷۲ تعداد مشاهده‌ها در ماه‌های پیاپی طی دوره ۳۱ ساله را نشان می‌دهد و عدد ۱۷ نیز معرف تعداد ایستگاه‌ها یا نقاطی است که مقایسه‌های آماری برای آن‌ها به انجام رسیده است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک عراق و پراکنش فضایی شبکه داده‌های GPCC و CRU

به‌منظور انجام ارزیابی دقت داده‌های شبکه‌ای در مقابل داده‌های مشاهداتی از پنج آماره R، R2، EF، BIAS، RMSE و Slope استفاده شد. ضریب همبستگی (R)، ضریب تعیین (R2)، مجذور میانگین مربع خطا (RMSE)، راندمان یا کارایی مدل (EF)، اریبی (Bias) و آماره شیب‌خط (Slope) استفاده شده است. در گام نهایی با استفاده از پنج آزمون آماری یاد شده و برنامه‌نویسی در محیط

1. https://crudata.uea.ac.uk/

نرم‌افزار متلب[1]، ماتریس داده‌های مشاهده‌ای (ایستگاهی) با ماتریس داده‌های شبکه‌ای مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت و میزان خطای هر یک از این دو پایگاه داده در برآورد بارش و دمای منطقه مورد مطالعه شناسایی و به‌صورت نقشه ارائه و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. قابل ذکر است که آماره‌های یاد شده بیشترین کاربرد را در تجزیه‌وتحلیل‌های مقایسه‌ای مانند مقایسه پیش‌بینی‌های یک مدل با داده‌های مشاهده‌ای دارند. جزئیات کامل آماره‌های ذکرشده در مقالات موریاسی و همکاران و میری و همکاران به‌طور کامل تشریح شده است (Moriasi et al., 2007; Miri et al., 2016).

۳- یافته‌ها

▪ اعتبارسنجی بارش GPCC[2]

شکل ۲ نتایج اعتبارسنجی بارش GPCC در مقایسه با داده‌های رصدی را برای عراق نشان می‌دهد. خروجی آماره‌ها نشان‌دهندهٔ دقت متوسط تا نسبتاً قوی این داده‌ها است. بیشترین میزان ضریب همبستگی در استان‌های شرقی، شمالی و جنوب‌شرقی عراق (۰/۸۷- ۰/۷۱) به‌ویژه در خانقین و بصره مشاهده می‌شود (شکل ۲- الف). این وضعیت بر اساس معیارهای R2، EF و NRMSE تقریباً همسو است و نشان می‌دهد عملکرد GPCC در برآورد بارش اکثر مناطق کشور به‌ویژه مناطق شرقی و شمالی بهتر است (شکل ۲- ب، ج، ه). توزیع مکانی آماره مربع خطای استاندارد شده (شکل ۲ - ه)، نشان‌دهنده خطای نه‌چندان زیاد GPCC در برآورد بارش در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه است. چراکه مقادیر NRMSE در اکثر نقاط کمتر از ۳ است و نشان می‌دهد انحراف بارش کم است. این امر به‌ویژه در نیمه شرقی و مناطق شمالی کم‌تر است. بیشترین مقدار NRMSE متعلق به ایستگاه‌های داخلی (نجف و کربلا) است. مقدار R2 در ایستگاه‌های شرقی کشور بین ۰/۶۱ تا ۰/۷۶ است (شکل ۲- ب). مقدار EF (شکل ۲- ج)، در ایستگاه‌های جنوب‌شرقی عراق به ۱ نزدیک است (۰/۵۱ – ۰/۴۱).

مقادیر آمارهٔ شیب نشان می‌دهد که در اکثر نقاط عراق داده‌های برآورد شده از خط رگرسیون (شیب‌خط ۱:۱) فاصلهٔ کمی دارند و مقدار آمارهٔ شیب در اکثر ایستگاه‌ها بین ۱/۲- ۰/۸۰ است که تقریباً ارتباط مستقیم داده‌ها را در مناطق مختلف عراق نشان می‌دهد. وضعیت این شاخص همسو بودن با شاخص‌های دیگر را نشان می‌دهد. مقدار آماره شیب در اکثر ایستگاه‌ها بیشتر از ۰/۸ است (شکل ۲- و). مقادیر آمارهٔ اریبی (شکل ۱- د)، نشان می‌دهد اختلاف GPCC و داده‌های مشاهداتی در اکثر ایستگاه‌های عراق بسیار اندک است زیرا مقدار سوگیری داده‌ها در ایستگاه‌ها کمتر از ۱- تا حدود ۶+ است. به عبارت دیگر به ترتیب کم برآوردی و بیش برآوردی داده‌های GPCC در این مناطق از مقادیر یاد شده تجاوز نمی‌کند.

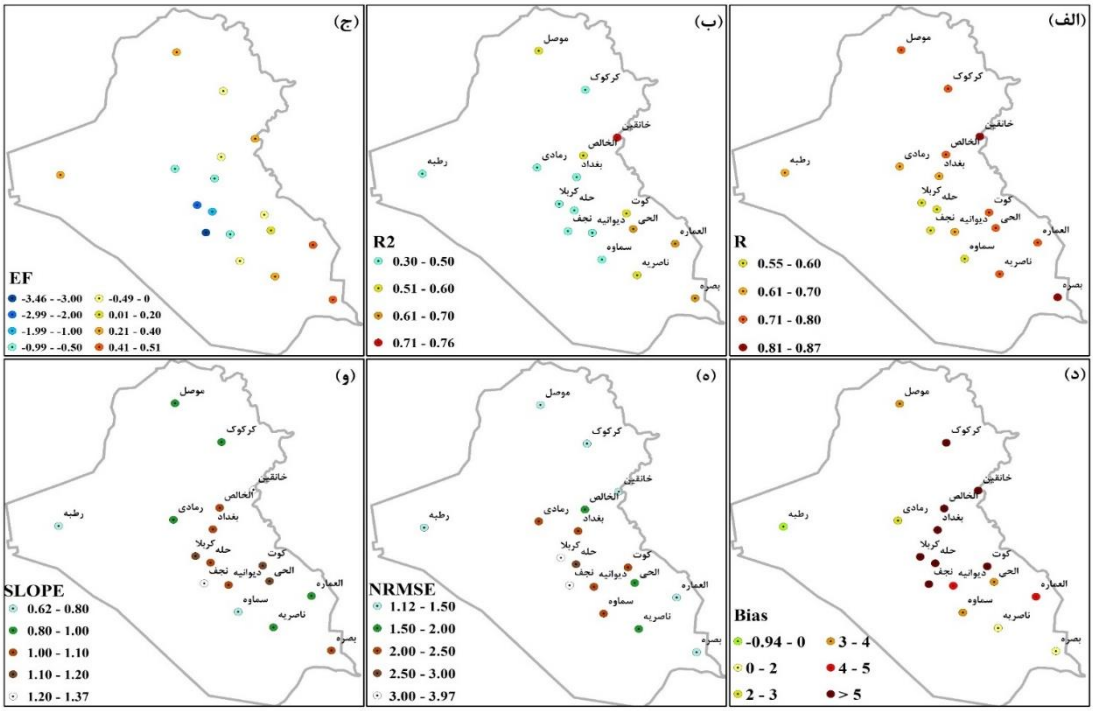
▪ اعتبارسنجی بارش CRU[3]

مقایسه داده‌های بارش CRU با داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعهٔ عراق در شکل (۳) نشان داده شده است. بر اساس مقادیر معیار ارزیابی R (شکل ۳- الف)، ارتباط داده‌های مشاهداتی و برآوردی در بیشتر ایستگاه‌ها متوسط تا قوی است. چرا که مقدار آماره همبستگی از ۰/۵ بیشتر است. در نیمه شرقی و شمالی کشور ضریب همبستگی بین ۰/۷۰ تا ۰/۸۱ است. این وضعیت توسط آماره‌های R2 و EF هم قابل مشاهده است (شکل ۳- ب، ج). مقادیر شاخص NRMSE نشان می‌دهد انحراف بارش CRU در مقایسه با داده‌های مشاهده‌ای عمدتاً نزدیک به یک و کمتر از ۲ واحد است که بیانگر برآورد قابل‌قبول در عراق به‌ویژه در شمال و شرق کشور است. به‌طوری‌که مقدار شاخص در عراق (به استثنا سماوه و نجف) بین ۰/۸۴ تا ۱/۶۰ در نوسان است.

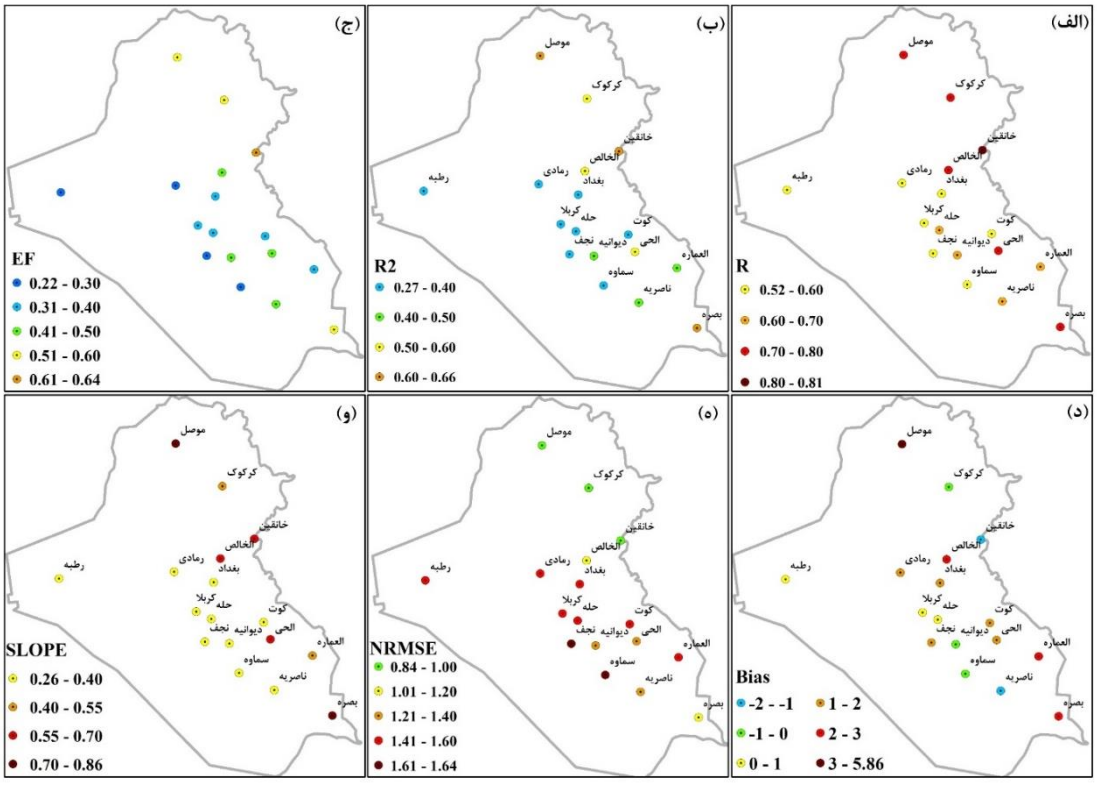
نتایج حاصل از آمارهٔ Bias (شکل ۳- د)، نشان می‌دهد که مقدار اریبی بارش CRU در عراق بین ۲- تا ۶ میلی‌متر است که با توجّه به ماهیت بارش، این مقدار از شاخص اریبی برای بارش مقدار زیادی نیست و CRU از توانایی بسیار مناسب و قابل قبول برخوردار است. مقادیر منفی Bias و به عبارتی کم برآوردی بارش در ناصریه و خانقین حدود ۱- تا ۲- است.

با توجه به شکل (۳- و)، ملاحظه می‌شود که مقدار Slope برای مناطق شمال، شرق و جنوب‌شرق بیشتر از ۰/۵ است که بیانگر فاصله مناسب آن‌ها از خط رگرسیون (شیب خط ۱:۱) است. در ایستگاه‌های موصل، بصره، الحی، الخاص و خانقین فاصله داده‌ها به خط رگرسیون نزدیک‌تر می‌شود و مقدار شیب به ۰/۸۶- ۰/۵۵ رسیده است.

1. Matlab
2. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)
3. Climate research unit (CRU)



شکل ۲. مقایسه داده‌های مجموع بارش ماهانه GPCC با مجموع بارش ماهانه ایستگاه‌های همدیدی منتخب در سطح کشور عراق با استفاده از شاخص‌های آماری: الف): ضریب همبستگی (R)، ب): ضریب تعیین (R2)، ج): کارایی مدل (EF)، د) مجذور میانگین مربع خطای استاندارد (NRMSE)، ه) شاخص اریب (Bias)، و) شیب‌خط (Slope).

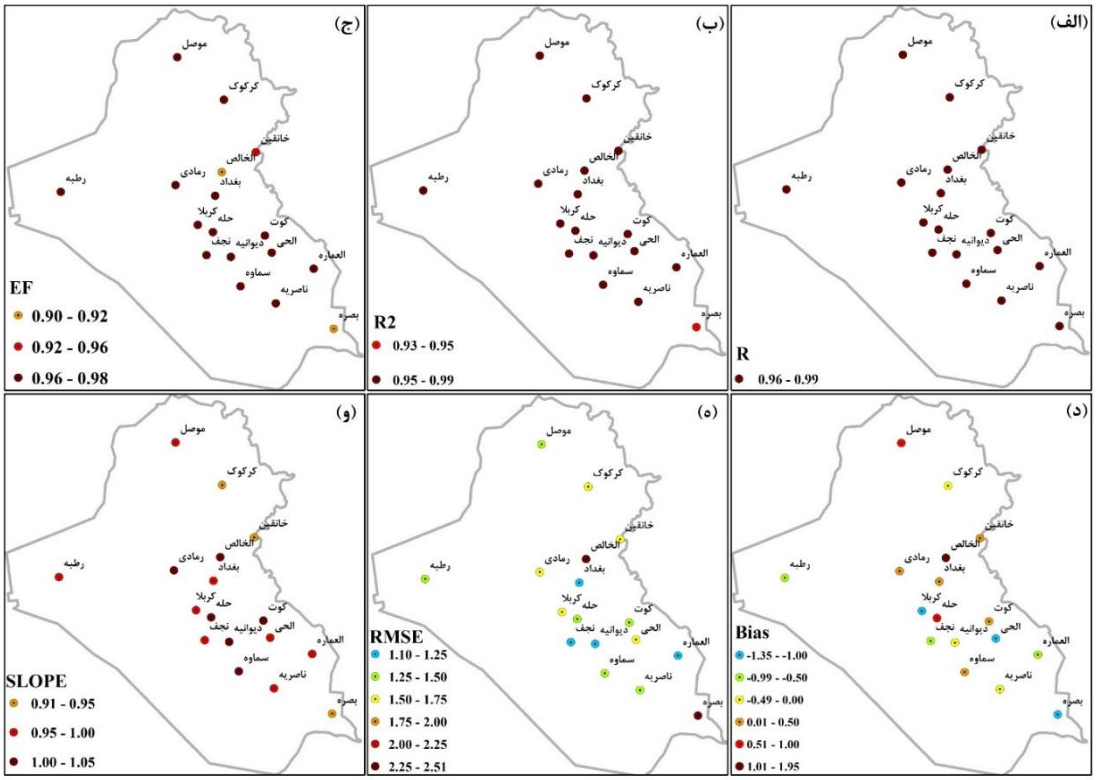


شکل۳. مقایسه داده‌های مجموع بارش ماهانه CRU با مجموع بارش ماهانه ایستگاه‌های همدیدی منتخب در سطح کشور عراق با استفاده از شاخص‌های آماری: الف): ضریب همبستگی (R)، ب): ضریب تعیین(R2)، ج): کارایی مدل (EF)، د) مجذور میانگین مربع خطای استاندارد (NRMSE)، ه) شاخص اریب (Bias)، و) شیب‌خط (Slope).

- **اعتبارسنجی حداقل دما CRU**

بر پایهٔ نتایج شکل (۴- الف، ب)، ارتباط و همبستگی بین داده‌های CRU و رصدی در ایستگاه‌ها بیش از ۰/۹۶ بر اساس R و بیش از ۰/۹۳ بر اساس R2 است. کارایی مدل (EF)، در تمام ایستگاه‌ها دارای ضریبی بیش از ۰/۹۰ (۰/۹۸- ۰/۹۰) است (شکل ۴- ج). میزان NRMSE داده‌های CRU نسبت به داده‌های مشاهداتی در عراق بین ۱/۱۰ تا ۲/۵۱ است. به غیر از بصره و الخاص میزان آن کمتر از ۲ است که نشان‌دهنده مناسب بودن این داده‌ها در برآورد حداقل دماست (شکل ۴- ه).

ضریب اریبی CRU نشان می‌دهد که با توجه به ماهیت عنصر دما، مقدار انحراف دمای شبکه CRU نسبت به داده‌های ایستگاهی در سطح وسیعی از عراق ناچیز است؛ چراکه مقدار شاخص Bias به استثنا بصره، کربلا، الحی و الخالص بین ۱ تا ۰/۹۹- است (شکل ۴- د). ارتباط بین داده‌های واقعی و CRU در ایستگاه‌ها با پراکنش مناسب شیب‌خط بین ۱/۰۵-۰/۹۱ است (شکل ۴- و).

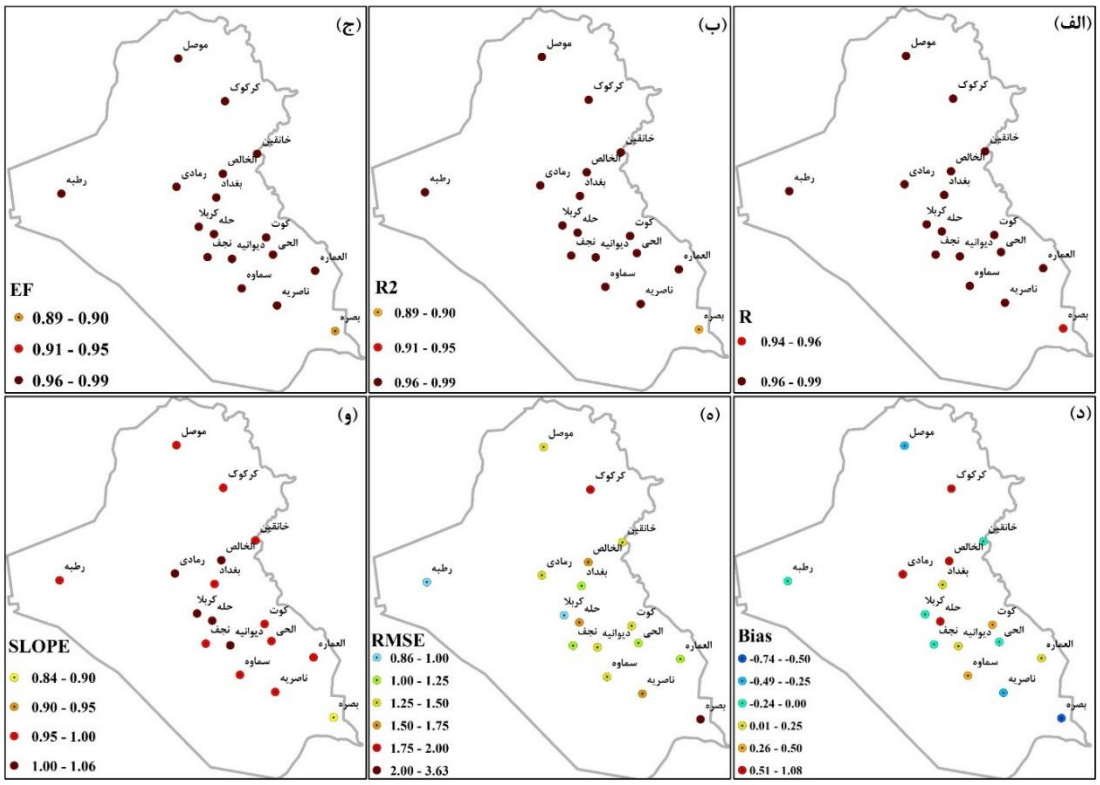


شکل ٤. مقایسه داده‌های متوسط حداقل دما CRU با متوسط حداقل دمای ایستگاه‌های همدیدی منتخب در سطح کشور عراق با استفاده از شاخص‌های آماری: الف): ضریب همبستگی (R)، ب): ضریب تعیین (R2)، ج): کارایی مدل (EF)، د) مجذور میانگین مربع خطای استاندارد (NRMSE)، ه) شاخص اریب (Bias)، و) شیب خط (Slope)

- **اعتبارسنجی حداکثر دما CRU**

شکل ۵ دقت داده‌های میانگین حداکثر دمای ماهانهٔ به دست آمده از CRU را در مقایسه با داده‌های دمای مشاهداتی در عراق بر اساس شاخص‌های مختلف نشان می‌دهد. بر پایهٔ نتایج، شاخص‌های R و R2 (شکل ۵-الف، ب) به ترتیب بیش از ۰/۹۴ و ۰/۸۹ است. نتایج آمارهٔ EF همسو با آمارهٔ همبستگی و ضریب تعیین، با مقدار ۰/۹۹-۰/۸۹ گواه بر کارایی زیاد داده‌های حداکثر دمای CRU است (شکل ۵- ج).

توزیع مکانی آمارهٔ خطا NRMSE در تمام نقاط کشور به غیر از بصره ۲-۰/۸۶ است و از دقت مناسبی برخوردار است (شکل ۵- ه). پراکنش نمایهٔ اریبی Bias در ایستگاه‌ها بین ۱/۰۸-۰/۷۴- است (شکل ۵- د). در نمایه شیب خط تمام ایستگاه‌ها از شیب خطی بین ۱/۰۶-۰/۸۴ برخوردار هستند. (شکل ۵- و)؛ بنابراین داده‌های میانگین حداکثر دمای ماهانهٔ CRU دارای دقت بالایی در عراق هستند.



شکل ۵. مقایسه داده‌های متوسط حداکثر دما CRU با متوسط حداکثر دمای ایستگاه‌های همدیدی منتخب در سطح کشور عراق با استفاده از شاخص‌های آماری: الف): ضریب همبستگی (R)، ب): ضریب تعیین (R2)، ج): کارایی مدل (EF)، د) مجذور میانگین مربع خطای استاندارد (NRMSE)، ه) شاخص اریب (Bias)، و) شیب‌خط (Slope).

٤- بحث و نتیجه‌گیری

نداشتن داده‌های با دقت مناسب و طولانی‌مدت از مهم‌ترین چالش‌های محققان در مطالعات اقلیمی و منابع آب است. در بسیاری از مناطق بیابانی و پرشیب ایستگاه‌های همدید و باران‌سنجی با فاصله مناسب توزیع نشده‌اند. لذا استفاده از داده‌های پایگاه‌های موجود در سراسر جهان که از منابع مختلف ایجاد شده‌اند می‌تواند مکمل مناسبی برای رفع نقائص و نبود داده‌ها باشد. در این مطالعه داده‌های بارش ماهانه از مجموعه داده‌های GPCC و CRU و همچنین داده‌های ماهانهٔ حداکثر و حداقل دمای ماهانه در مقابل داده‌های ۱۷ ایستگاه رصدی عراق در دورهٔ ۱۹۹۰–۲۰۲۰ مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌های مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که داده‌های GPCC و CRU برای شبیه‌سازی بارش در مناطق مختلف عراق دقت متوسط تا بالایی دارند. بیشترین دقت این دو مجموعه بر اساس آماره‌های مختلفی همچون R، R2، EF، Bias، NRMSE و Slope در مناطق شرقی، شمالی و تا حدودی جنوب‌شرقی عراق برآورد می‌شود. در ارتباط با داده‌های حداقل و حداکثر دما باید بیان داشت که مجموعهٔ CRU داده‌های قابل اعتمادی برای استفاده در مناطق مختلف عراق ارائه می‌کند. این نتایج با یافته‌های مطالعه سلمان و همکاران مطابقت دارد (Salman et al., 2019). با توجه به دقت مناسب داده‌های CRU می‌توان گفت که این مجموعه داده‌ها به‌ویژه داده‌های دمایی قابلیت نسبتاً بالایی در مطالعات اقلیمی و هیدرولوژیک برای مناطق فاقد آمار در عراق دارند.

ضمن این‌که ارزیابی مجموعه داده‌های ذکر شده در عراق می‌تواند تأییدی بر نتایج مطالعاتِ دارند و کریمی در مطلوب بودن استفاده از GPCC در ایران (Darand & Karimi, 2016)، تئو و همکاران در دقت مناسب بارش GPCC و CRU در مالزی (Teo et al., 2020)، چن و همکاران در متناسب بودن الگوی فضایی بارش این دو مجموعه در تبت (Chen et al., 2018)؛ نمایش عملکرد قوی GPCC در برآورد بارش در سوریه و تایلند بر اساس مطالعات هُمسی و همکاران و تارسری و همکاران

(Torsri et al., 2022; Homsi et al., 2023) و مجموعهٔ CRU در مطالعات سمیم و همکاران (Samim et al., 2024) و گالاخمادو و همکاران (Gulakhmadov et al., 2021) در افغانستان و آسیای مرکزی باشد.

با توجه به مقایسه دقت و قابلیت اعتماد داده‌های GPCC در برآورد بارش و CRU برای برآورد بارش و دما در منطقه عراق، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که این دو منبع داده می‌توانند به‌عنوان ابزارهای مؤثری برای تحلیل الگوهای بارش و دما در این منطقه مورد استفاده قرار گیرند.

نتایج اعتبارسنجی بارش GPCC نشان می‌دهد که این داده‌ها دارای دقت و کارایی قابل قبولی برای برآورد بارش در اکثر نقاط کشور، به خصوص در مناطق شرقی و شمالی عراق هستند. به علاوه، دقت فضایی این داده‌ها نیز در بیشتر نقاط مطلوب بوده و می‌توانند به‌خوبی الگوهای بارش در منطقه را نمایش دهند. اعتبارسنجی بارش CRU نشان می‌دهد که این منبع داده نیز دارای دقت بالا و توانایی مطلوبی در برآورد بارش به‌ویژه در شمال و شرق عراق است. توزیع مکانی این داده‌ها در عراق نیز نشان از دقت و انطباق مناسب آن‌ها با داده‌های مشاهداتی در ایستگاه‌ها دارد. از نظر مقایسهٔ آماره‌های ارزیابی دو مجموعهٔ بارش، GPCC و CRU ارجحیت ویژه‌ای نسبت به یکدیگر نشان ندادند. دمای حداقل و حداکثر مجموعه CRU نیز دقتی مناسب در برآورد و نمایش الگوی فضایی این متغیرها در سراسر عراق نشان دادند.

در مجموع، این مطالعه نشان می‌دهد که داده‌های GPCC و CRU می‌توانند به‌عنوان منابعی معتبر برای تحلیل الگوهای بارش و دما در عراق و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت منابع آب و تغییرات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرند. این مجموع داده‌ها می‌توانند به دانشمندان، مدیران و تصمیم‌گیران در زمینه مطالعات منابع آب و آب‌وهوا در این منطقه به‌منظور تکمیل داده‌های موجود و مناطق فاقد داده کمک شایان توجهی داشته باشند.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری آقای هادی رزاق عبد است که با حمایت‌های معنوی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام گرفته است.

۶- فهرست منابع

دارند، محمد و زندکریمی، سوما. (۱۳۹۵). ارزیابی دقت داده‌های بارش مرکز اقلیم‌شناسی بارش جهانی بر روی ایران. مجله ژئوفیزیک ایران، ۱۰ (۳)، ۹۵-۱۱۳. https://www.ijgeophysics.ir/article_33880.html

میری، مرتضی، رضیئی، طیب و رحیمی، مجتبی. (۱۳۹۵). ارزیابی و مقایسه آماری داده‌های بارش TRMM و GPCC با داده‌های مشاهده‌ای در ایران. فیزیک زمین و فضا، ۴۲ (۳)، ۶۵۷-۶۷۲. https://jesphys.ut.ac.ir/article_56102.html

میری، مرتضی، عزیزی، قاسم، خوش اخلاق، فرامرز و رحیمی، مجتبی. (۱۳۹۵). ارزیابی آماری داده‌های شبکه‌ای بارش و دما با داده‌های مشاهده‌ای در ایران. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۰ (۳۵)، ۳۹-۵۰. http://jwmsei.ir/article-1-587-fa.html

References

Al-Jiboori, M. H., Abood, M. A., & Khanbilvardi, R. (2017). An evaluation of the precipitation datasets and detection of their trends over Iraq, Climate, 5(3), 66.

Al-Quraishi, A. M., Al-Ansari, N., & Knutsson, S. (2020). Water resources management in Iraq: current situation and research needs, Water, 12(9), 2435.

Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., & Schneider, U. (2013). A description of the global land-surface precipitation data products of the global precipitation climatology centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901-2010. Earth System Science Data, 5(2), 71-99. 10.5194/essd-5-71-2013.

Chen, Q., Zhang, T., Wang, Y., Wang, Q., Wu, Q., Liu, R., ... & Yang, K. (2018). Evaluation of global precipitation data sets over the Tibetan Plateau, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 123(19), 10,487-10,506.

Darand, M., & Zand Karimi, S. (2016). Evaluation of the accuracy of the Global Precipitation Climatology Center (GPCC) data over Iran, Iranian Journal of Geophysics, 10(3), 95-113. https://www.ijgeophysics.ir/article_33880.html. **[In Persian].**

Gulakhmadov, A., Chen, X., Gulakhmadov, M., Kobuliev, Z., Gulahmadov, N., Peng, J., ... & Liu, T. (2021). Evaluation of the CRU TS3. 1, APHRODITE_V1101, and CFSR datasets in assessing water balance components in the upper Vakhsh River basin in Central Asia, Atmosphere, 12(10), 1334. 10.3390/atmos12101334.

Harris, I., Jones, P. D., Osborn, T. J., & Lister, D. H. (2014). Updated high-resolution grids of monthly climatic observations–the CRU TS3.10 Dataset, International Journal of Climatology, 34(3), 623-642. 10.1002/joc.3711.

Homsi, R., Shahid, S., Ismail, T., Khan, J. S., Iqbal, Z., & Ali, A. M. (2023). Validation of Gridded Data Set Over Semi-arid Region of Syria Check for updates, In Proceedings of the 5th International Conference on Water Resources (ICWR)–Volume 2: Current Research in Water Resources, Coastal and Environment (Vol. 365, p. 59). Springer Nature. 10.1007/978-981-99-3577-2_5.

Hosseini-Moghari, S. M., Araghinejad, S., & Ebrahimi, K. (2018). Spatio-temporal evaluation of global gridded precipitation datasets across Iran, Hydrological Sciences Journal, 63(11), 1669-1688. 10.1080/02626667.2018.1524986.

Miri, M., Azizi, G.H., Khoshakhlagh, F., & Rahimi, M. (2017). Evaluation statistically oftemperature and precipitation datasets with observed data in Iran, Iran-Water Manag Scie Engin, 10 (35), 39-50. http://jwmsei.ir/article-1-587-fa.html. **[In Persian].**

Miri, M., Raziei, T., & Rahimi, M. (2016). Evaluation and statistically comparison of TRMM and GPCC datasets with observed precipitation in Iran, Journal of the Earth and Space Physics, 42 (3), 658-672. https://jesphys.ut.ac.ir/article_56102.html. **[In Persian].**

Moriasi, DN., Arnold JG., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the ASABE, 50(3), 885-900. 10.13031/2013.23153.

Othman, A. S., Haddad, O. B., Alnassar, L. N., & Abualhamayel, H. I. (2021). Meteorological drought assessment using effective drought index in the Iraqi climate. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 12(1), 1037-1054.

Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Ahmed, K., Chung, E. S., & Wang, X. J. (2019). Characteristics of annual and seasonal trends of rainfall and temperature in Iraq, Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 55, 429-438. 10.1007/s13143-018-0073-4.

Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Al-Abadi, A. M., Wang, X. J., & Chung, E. S. (2019). Selection of gridded precipitation data for Iraq using compromise programming, Measurement, 132, 87-98. 10.1016/j.measurement.2018.09.047.

Salvacion, A. R., Magcale-Macandog, D. B., Cruz, P. C. S., Saludes, R. B., Pangga, I. B., & Cumagun, C. J. R. (2018). Evaluation and spatial downscaling of CRU TS precipitation data in the Philippines, Model Earth Syst Environ, 4, 891–898. 10.1007/s40808-018-0477-2.

Samim, A. T., Nayyer, F., Hussainzada, W., & Lee, H. S. (2024). Intercomparison of gridded global precipitation data for arid and mountainous regions: A case study of Afghanistan, Journal of Hydrology: Regional Studies, 53, 101837. 10.1016/j.ejrh.2024.101837.

Teo, W. C., Abood, M. A., Chew, J. Y., Chua, C. P., Al-Ansari, N., Zaidan, M. A., & Nawang, N. S. (2020). Validating global satellite-based precipitation data sets over Malaysia using local rain-gauge data. Remote Sensing, 12(10), 1620. 9.

Torsri, K., Lin, Z., Dike, V. N., Thodsan, T., & Wongsaming, P. (2022). Evaluation of spatial-temporal characteristics of rainfall variations over Thailand inferred from different gridded datasets, Water, 14(9), 1359. 10.3390/w14091359.