مدیریت آب و آبیاری

دوره ۱۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۴۴-۲۳۱

DOI: 10.22059/jwim.2022.329181.913

مقاله پژوهشی:

ارزیابی تطبیقی داده‌های شبکه‌ای بارش و دمای سامانه جهانی داده‌گواری زمینی (مطالعه موردی: حوضه حله)

سعید شکری کوچک[۱]، علی محمد آخوندعلی[۲*]، محمدرضا شریفی[۳]، وحید شکری کوچک[۴]

۱. دانش‌آموخته دکتری منابع آب، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

۲. استاد، گروه هیدرولوژی و منابع آب، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

۳. استادیار، گروه هیدرولوژی و منابع آب دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهوازف ایران.

۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

چکیده

پژوهش حاضر به ارزیابی عملکرد پایگاه داده مدل جهانی همسان‌سازی داده‌های زمینی (GLDAS) در برآورد دو متغیر هواشناسی بارش و دمای هوا در دو مقیاس زمانی روزانه و ماهانه در حوضه‌آبریز حله واقع در جنوب ایران می‌پردازد. برای رسیدن به اهداف پژوهش از اطلاعات ۱۱ ایستگاه اندازه‌گیری بارش و دما، در طی ١٤ سال استفاده شد. در این پژوهش به‌منظور امکان مقایسه داده‌های شبکه‌ای پایگاه و نقطه‌ای ایستگاه، از روش مقیاس کاهی نرخ افتاهنگ دما و بارش و شاخص‌های آماری استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد عملکرد پایگاه داده GLDAS در برآورد دمای هوا نسبت به بارش بسیار مناسب‌تر می‌باشد، به‌طوری‌که در مقیاس زمانی روزانه مقدار میانگین ضریب تعیین در یازده ایستگاه برای برآورد بارش به‌ترتیب ۰/۳۲۹ می‌باشد. درحالی‌که عملکرد در برآورد دمای هوا با میانگین ضریب تعیین ۰/۹۳٤ بسیار مناسب می‌باشد. در مقیاس زمانی ماهانه نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد پایگاه داده GLDAS در برآورد هر دو متغیر دما و بارش بسیار مناسب می‌باشد، به‌طوری‌که در مقیاس ماهانه مقدار ضریب تعیین در پارامترهای دما هوا و بارش به‌ترتیب ۰/۹۸٤ و ۰/۸۵۷ می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان داشت، مناسب‌بودن عملکرد در یک متغیر هواشناسی دلیلی بر مناسب‌بودن در همه پارامترها نمی‌باشد. با توجه به شاخص میانگین خطاها پایگاه داده GLDAS داده‌های دمای هوا را بیش‌تر از واقعیت برآورد می‌نماید، اما در برآورد داده‌های بارش کم‌برآورد می‌باشد. در پهنه‌بندی خطا مشاهده می‌شود خصوصیات سطح حوضه از جمله ارتفاع نیز می‌تواند در ارزیابی عملکرد پایگاه تأثیرگذار باشد.

کلیدواژه‌ها: بارش، پایگاه داده GLDAS، حوضه‌آبریز حله، دما.

Comparative Evaluation of Rain and Temperature Grid Data of Global Land Data Assimilation System (Case study: Helleh basin)

Saeed Shokri Kouchak[1], Ali Mohammad Akhound Ali[2*], Mohammad Reza Sharifi[3], Vahid Kuchak[4]

1. Ph.D. Graduate, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2. Professor, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3. Associate Professor, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

4. M.Sc. Graduate, Department of Water Engineering and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares Universitys, Tehran, Iran.

Received: August 26, 2021 Accepted: April 16, 2022

Abstract

The present study, while introducing the Global Land Data Assimilation System (GLDAS) database, evaluates the performance of this database in estimating two meteorological variables of precipitation and air temperature in two daily and monthly time scales in the Helleh catchment area located in southern Iran. To achieve the objectives of the study, the data of eleven rainfall and temperature gauges in the catchment area was used for fourteen years. In this study, in order to compare the gridbased data and station points, laps rate downscale method of temperature and precipitation and statistical indicators were used. The results show that the performance of GLDAS database in estimating air temperature is much better than precipitation, so that on a daily time scale, the average value of the coefficient of determination in eleven stations for estimating precipitation is 0.329, respectively, while the performance in estimating air temperature with the coefficient of determination of 0.934 is Very suitable. On a monthly scale, the results of this study show that the performance of the GLDAS database is very good in estimating both temperature and precipitation variables, so that on a monthly basis, the coefficient of determination in air temperature and precipitation parameters are 0.984 and 0.857, respectively. Therefore, it can be said that the suitability of performance in a meteorological variable is not a reason for suitability in all parameters. According to the mean error index, the GLDAS database overestimates the temperature data, but underestimates the precipitation data. In Error zoning it can be seen that basin surface characteristics such as altitude can also be effective in evaluating the performance of the base.

Keywords: GLDAS database, Helleh catchment, precipitation, temperature.

* نویسنده مسئول Email: alikh@scu.ac.ir

مقدمه

تصمیم‌گیری و مدیریت منطقی در زمینه منابع آب، به اطلاعات با کیفیت از پارامترهای آب‌وهوایی که برای شبیه‌سازی چرخه آب مهم هستند، نیاز دارد. اطلاعات بارندگی و دمایی از مهم‌ترین اطلاعات برای درک (فهمیدن) سیستم‌های هیدرولوژیک، اکولوژیکی و زیست‌محیطی می‌باشند که به‌دلیل پیوند با اجزا مختلف دستگاه اقلیم، رفتار پیچیده‌ای دارند. بارندگی و دما در بسیاری از مطالعات ازجمله مطالعات هیدرولوژی، هیدروکلیماتولوژی، هواشناسی و آگروکلیماتولوژی، نقش کلیدی دارا می‌باشند و جنبه‌های کاربردی مختلف این مطالعات، نظیر پیش‌بینی شرایط جوی، مدیریت منابع آب، کشاورزی، مدیریت حوضه آبریز و حتی بررسی تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف دنیا با مؤلفه بارندگی و دما در ارتباط است (Parviz *et al*., 2011; Rasuli *et al*., 2016). تغییرات زمانی و مکانی بارندگی و دما می‌تواند ویژگی‌های محیطی هر ناحیه جغرافیایی را کنترل کند. از این رو متخصصان، بارندگی و دما را مهم‌ترین پارامترهای جوی و از اصلی‌ترین عناصر اقلیمی تلقی می‌کنند (Morovati and Shokuhi, 2015; Sanikhani *et al*., 2014) و تغییرات زمانی و مکانی زیاد این پارامترها باعث شده که آن‌ها را تبدیل به پارامترهای بحث‌برانگیز نمایند. از طرف دیگر بارندگی یکی از مؤلفه‌های اساسی چرخه جهانی آب، و به‌همراه دما کلیدی‌ترین متغیرهای ورودی اتمسفری و هواشناختی در شبیه‌سازی هیدرولوژیک هستند (Pomeon *et al*., 2017; Alijanian *et al*., 2017; Duan *et al*., 2016)، روش‌های سنتی که برای بررسی بارندگی و دما مورداستفاده قرار می‌گیرند، معمولاً مبتنی بر ایستگاه‌های اندازه‌گیری زمینی بوده و دارای مزایایی چون، دقت بالای اندازه‌گیری، ساده‌بودن، و عدم نیاز به تخصص بالا می‌باشد، اما ایستگاه‌های زمینی دارای مشکلاتی از قبیل هزینه‌بربودن، کمبود ایستگاه یا تراکم ناکافی آن، عدم امکان استقرار دستگاه‌های ثبت‌کننده در مناطق صعب‌العبور، بر روی آب‌ها، دریاها و دریاچه‌ها، پراکندگی نامناسب و عدم پیروی از قوانین خاصی در تعیین فاصله بین آن‌ها، عدم پایش در فاصله زمانی کوتاه‌مدت، خرابی دستگاه‌ها و احتمال اشتباه کاربر می‌باشند (Shirvani & Fakhari Shirazi, 2014; Madadi *et al*., 2015). اما امروزه با ظهور فناوری پیشرفته در فرایند دریافت اطلاعات هواشناسی ماهواره‌ای، سنجش از دور، ابرکامپیوترها و مدل‌های جهانی آب‌وهوا، سبب شده است که روش‌های متعددی در زمینه پردازش داده‌های هواشناسی از جمله بارندگی و دما به‌صورت شبکه‌بندی شده، در مقیاس جهانی و منطقه‌ای با قدرت تفکیک مکانی و زمانی متفاوت مطرح شوند (Rasuli *et al*., 2016) چنان‌چه در سال‌های اخیر تعداد پایگاه‌های داده‌های جهانی مبتنی بر برآوردهای ماهواره‌ای، مدل‌سازی و روش‌های بازتحلیل داده دارای رشد فزاینده بوده و کوشش‌های زیادی به‌منظور استفاده مناسب از این ابزارهای نوین جهت کاهش مشکلات موجود در این زمینه به‌عمل آمده است (Miri *et al*., 2018). پایگاه‌های داده NCEP-NCAR، MERRA، GLDAS و ECMWF از جمله این پایگاه‌های داده می‌باشند که با استفاده از روش‌های ترکیبی مدل‌سازی و استفاده از داده‌های سنجش از دور، مشاهدات ایستگاهی و میدانی اقدام به ارائه داده‌ها با دقت مکانی مناسب برای کل کره زمین می‌نمایند. اما اگر روش‌هایی و الگوریتم‌هایی یا ابزاری به‌عنوان جایگزین اطلاعات بارش و دما ایستگاه‌های زمینی پیشنهاد شود، بایستی دقت آن بررسی شود و کیفیت ویژگی‌های خطاهای آن‌ها در مکان‌های متفاوت ارزیابی شود. طی سا لهای اخیر داده‌های مدل GLDAS در بسیاری از مطالعات اقلیمی و هیدرولوژی در سطح جهان موردارزیابی و استفاده قرار گرفته است. زیرا مدل GLDAS از جمله پایگاه داده‌هایی است که اقدام به ارائه داده‌ها با دقت مکانی مناسب با پوشش

جهانی می‌نماید. پوشش جهانی، قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا به‌همراه سیستم مدل‌سازی ترکیبی داده‌های سنجش از دوری و مشاهدات زمینی، ویژگی منحصربه‌فرد این مدل است (Miri *et al.*, 2018). هدف از پژوهش حاضر بررسی دقت اطلاعات بارش و دمای هوا پایگاه داده مدل جهانی همسان‌سازی داده‌های زمینی یا GLDAS به‌عنوان یکی از پایگاه‌های داده ارائه‌دهنده داده‌های هیدرواقلیمی مطرح، در سال‌های اخیر، در سطح حوضه آبریز رودخانه حله و در دو مقیاس زمانی روزانه و ماهانه می‌باشد.

Miri *et al.* (2018) در پژوهشی به معرفی پایگاه داده بازتحلیل GLDAS پرداختند و ضمن معرفی، اطلاعات دمایی این پایگاه را در سراسر ایران با استفاده از اطلاعات ٦٦ ایستگاه سینوپتیک موردارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به معیارهای آماری، این پایگاه در سطح ایران از دقت بسیار مناسبی برخوردار می‌باشد و میزان خطای این مدل در برآورد متوسط دمای ایستگاه‌ها موردبررسی قابل چشم‌پوشی و اندک می‌باشد. Faraji *et al.* (2017) به ارزیابی داده‌های تبخیر و تعرق، بارش و دمای هوای حاصل از پایگاه داده بازتحلیل GLDAS با استفاده از داده‌های مشاهداتی در استان قزوین پرداختند. در این پژوهش پارامترهای تبخیر–تعرق و دمای هوا طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ و پارامتر بارش طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ موردبررسی قرار گرفته است. نتایج ارزیابی اطلاعات تبخیر–تعرق حاصل از مدل GLDAS و اطلاعات دستگاه لایسیمتر، همبستگی بالایی بین دو سری داده را نشان داد، به‌طوری‌که مقدار شاخص ضریب تبیین ۰/۹۵= R2 می‌باشد، علاوه بر تبخیر–تعرق، پارامترهای دما و بارش نیز به‌عنوان دو عنصر تأثیرگذار بر تبخیر–تعرق موردبررسی قرار گرفتند. نتایج آماری نشان‌دهنده R^2 بیش از ۰/۹ بین داده‌های دمای هوای حاصل از مدل GLDAS و داده‌های ایستگاهی و R^2 بیش از ۰/٦٧ بین داده‌های بارش حاصل از مدل GLDAS و داده‌های ایستگاهی است و نشان‌دهنده عملکرد نسبتاً مناسب پایگاه GLDAS در برآورد داده‌های بارش و دما می‌باشد. Wang & Zeng (2012)، در پژوهشی به ارزیابی هواشناسی اطلاعات بارش و دمای شش پایگاه داده باز تحلیل در منطقه فلات تبت پرداختند. پایگاه‌های داده موردبررسی شامل MERRA، NCEP/NCAR-1، CFSR، ERA-40، ERA-Interim و GLDAS می‌باشد. در این پژوهش برای ارزیابی از ٦٣ ایستگاه استفاده شد. نتایج نشان داد که پایگاه‌های داده CMA، ERA-Interim بهترین عملکرد را در برآورد دو متغیر دمای هوای روزانه و ماهانه دارند، درحالی‌که اطلاعات پایگاه بازتحلیل MERRA همبستگی خوبی با اطلاعات مشاهداتی دارد. GLDAS، بهترین عملکرد را در برآورد متغیر بارش در مقیاس زمانی روزانه و ماهانه دارد. درحالی‌که پایگاه‌های ERA-40 و MERRA بالاترین ضریب همبستگی را برای بارش روزانه و ماهانه دارند، در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد که اطلاعات پایگاه داده NCEP/NCAR-1 دارای بدترین عملکرد می‌باشد. در ضمن، هیچ محصول باز تحلیل نسبت به دیگر مجموعه‌ها در تمام متغیرها برتر نیست، لذا محصولات مختلف بازتحلیل باید برای مطالعه آب‌وهوا در مورد فلات تبت ترکیب شوند. Haji Hosseini *et al.* (2013) در پژوهشی به ارزیابی مدل‌های جهانی سطح زمین Noah و VIC از چهار مدل موجود سطح زمین در مجموعه داده‌های داده‌گواری‌شده GLDAS با استفاده از مدل هیدرولوژیک SWAT در برآورد مؤلفه‌های بیلان آب حوضه آبریز فرامرزی هیرمند پرداختند. این ارزیابی برای دوره ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۲ میلادی انجام شده است، که نتایج قابل‌قبولی از مؤلفه‌های رواناب کل، تبخیر و تعرق و رطوبت خاک را به‌همراه داشت. برای ارزیابی از نتایج مدل SWAT که در همان منطقه با استفاده از پایگاه داده بارش و دما CRU شبیه‌سازی شده است، استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد، مدل VIC نسبت به مدل Noah دارای عملکرد

بهتری در شبیه‌سازی بارش- رواناب داشته است. هرچند اطلاعات موجود در پایگاه‌های داده این سیستم‌ها تنها برای برآورد اولیه توصیه می‌گردد.

Taheri tizro *et al.* (2016)، در پژوهشی به توانایی تلفیق مدل HEC-HMS و GLDAS در تخمین رواناب مناطق فاقد آمار پرداختند. هدف از این پژوهش، ارائه یک مدل تلفیقی در تخمین آبدهی مناطق فاقد آمار می‌باشد. در این پژوهش مدل GLDAS با مدل هیدرولوژیک، WMS/HEC-HMS تلفیق شده و از آن به‌منظور انجام مطالعات بارش- رواناب منطقه پلرود استان گیلان استفاده شد. در این پژوهش از داده‌های مشاهداتی ایستگاه طول لات استفاده شده است، دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۰۳ (برای واسنجی) و سال ۲۰۰٦ (برای صحت‌سنجی) در نظر گرفته شده است. پس از واسنجی و صحت‌سنجی نتایج مدل GLDAS به بررسی داده‌های بارش، رواناب‌های سطحی و زیرسطحی و هم‌چنین دما در پیکسل مربوط به ایستگاه هیدرومتری طول لات، در ۱۰ سال ۲۰۱۳-۲۰۰٤ پرداخته شد. ارزیابی نتایج براساس معیارهای ضریب تعیین R^2، ضریب نش-ساتکلیف (E) خطای Bias و RMSE و درصد خطا، نشان داد که تلفیق مدل‌ها GLDAS و HEC-HMS ابزار مفیدی جهت تخمین رواناب در نقاط فاقد آمار حوضه‌های آبریز خواهد بود.

Farokhnia & Morid (2014) در پژوهشی به بررسی قابلیت داده‌های ماهواره بازیابی گرانش و آزمایش اقلیمی و خروجی مدل‌های سیستم جهانی تلفیق اطلاعات زمینی برای برآورد بیلان آب در مقیاس‌های مکانی بزرگ در حوضه دریاچه ارومیه پرداختند. این پژوهش‌گران برای رسیدن به اهداف خود از اطلاعات پروژه‌های بازیابی گرانش و آزمایش اقلیمی GRACE و سیستم جهانی تلفیق اطلاعات زمینی GLDAS استفاده نمودند. نتایج نشان داد در ماه‌هایی که بارش کم‌تر از ۵۰ میلی‌متر است، در مدل GLDAS ارقام کم‌تری وجود دارد. ضمن این‌که نوسان‌ها در مقدار بارش مشاهده‌هایی به‌مراتب بیش‌تر از داده‌های بارش استفاده‌شده در GLDAS می‌باشد. متوسط داده‌های بارش مشاهده‌هایی برابر با ۳۲/۵ با انحراف از معیار ۳۱/۱ میلی‌متر و متوسط بارش GLDAS برابر با ۲۱/٦ میلی‌متر با انحراف از معیار ۱٦/۷ میلی‌متر می‌باشد. در مورد دما، داده‌های مورداستفاده در GLDAS تطابق مناسبی با داده‌های مشاهده‌شده دارند، هرچند قدری کم‌تر بوده‌اند. متوسط دمای ماهانه مشاهداتی در حوضه ۱۲/۵ درجه با انحراف معیار ۹/۳ درجه سلیسیوس و مقادیر مربوطه در GLDAS به‌ترتیب برابر با ۹/٤ و ۹/۷ می‌باشد.

Ji *et al.* (2015)، به ارزیابی محصولات داده‌های دمای هوای مجموعه داده بازتحلیل و داده‌گواری جهانی اطلاعات زمین (GLDAS) پرداختند. ایشان اظهار می‌دارند که تقاضای زیادی برای استفاده از داده‌های دمای هوا در سطح زمین شبکه‌بندی‌شده جهت مدل‌های هیدرولوژیک به‌عنوان ورودی مدل برای برآورد بیلان و چرخه منطقه‌ای و جهانی آب وجود دارد. با این وجود، محصولات درجه حرارت هوا GLDAS به‌طور جامع ارزیابی نشده است، نتایج نشان داد که داده‌های روزانه دمای هوا دقت نسبتاً بالایی دارند، اما برای همه مناطق جهان هماهنگ نیست. لذا این پژوهش‌گران توصیه می‌نمایند تخمین دمای هوا با استفاده از مدل بازتحلیل GLDAS به‌طورکلی دقیق است، اما در استفاده برای مناطق کوهستانی و یا مکان‌هایی با ایستگاه‌های آب‌وهوایی کم باید احتیاط نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

حوضه آبریز حله و مسیل‌های کوچک دو طرف آن در جنوب‌غربی کشور قرار دارد به لحاظ تقسیمات کشوری از

این گستره ٥٦ درصد مساحت در استان بوشهر، ٤١/٣ درصد در استان فارس، ١/٤ درصد در استان خوزستان و ١/٣ درصد در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد. منطقه موردمطالعه از لحاظ جغرافیایی بین ″٥٣ °٤٩ تا ″٢٣ °٥٢ طول شرقی و ″١٠ °٢٨ تا ″٢٢ °٣٠ عرض شمالی واقع شده است. وسعت کل حوضه ٢١٢٧٤ کیلومترمربع می‌باشد که از کرانه‌های خلیج فارس تا رشته کوه زاگرس جنوبی گسترده شده است (گزارش Atlas of Water Resources, 2011). شکل (١) موقعیت حوضه مطالعاتی حله را نشان می‌دهد حوضه آبریز حله با توجه به وسعت و ویژگی‌های جغرافیایی و طبیعی دارای تنوع اقلیمی می‌باشد، به‌طورکلی نواحی شمالی حوضه به‌طور عمده در محدوده اقلیم مرطوب سرد تا نیمه‌مرطوب معتدل متغیر است، به سمت نواحی شرقی حوضه به خشک معتدل تغییر می‌یابد و در نواحی جنوب و جنوب‌غربی به سمت آب‌وهوای بیابانی گرم شدید پیش می‌رود. بنابراین از لحاظ رژیم دمایی و بارش بسیار متغیر می‌باشد، به‌طوری‌که متوسط دمای سالانه بین ١٩ تا ٢٦/٨ درجه سانتی‌گراد و میزان متوسط بارش سالانه بین ٢٣٨ تا ٧٩٧ میلی‌متر در سال در نقاط مختلف حوضه متغیر است (Ministry of Energy, 2012). انتخاب حوضه آبریز درجه دو حله جهت ارزیابی تطبیقی پایگاه داده جهانی، به‌دلیل وسعت زیاد حوضه و تنوع اقلیمی آن و عدم وجود ایستگاه زمینی به تعداد کافی، امکان‌سنجی برای استفاده از منابع داده جایگزین می‌باشد.

داده‌های مورداستفاده

داده‌های ایستگاه‌های زمینی اندازه‌گیری دما

در این پژوهش از داده‌های دمای میانگین و بارش ایستگاه‌های سینوپتیک و تبخیرسنجی واقع در حوضه آبریز حله به‌عنوان داده‌های قابل‌مشاهده استفاده شد. لذا اطلاعات روزانه کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک و تبخیرسنجی سازمان هواشناسی کشوری و ایستگاه‌های وزارت نیرو جمع‌آوری شد. بعد از بررسی صحت اطلاعات و حذف ایستگاه‌های دارای خطا یا داده‌های اندازه‌گیری‌نشده و شکاف در داده‌ها، در نهایت یازده ایستگاه انتخاب شد. در این پژوهش با توجه به وجود اطلاعات با کیفیت ایستگاه‌ها، بازه زمانی ابتدای سال ٢٠٠٣ تا انتهای سال ٢٠١٦ به‌مدت ١٤ سال به‌صورت روزانه و ماهانه، در مجموع ٥١١٤ روز و ١٦٨ ماه جهت ارزیابی اطلاعات متوسط دمای هوای و بارش پایگاه داده GLDAS انتخاب شد. شکل (١) موقعیت ایستگاه‌های انتخابی را نشان می‌دهد و جدول (١) مشخصات ایستگاه‌های انتخاب‌شده را نشان می‌دهد.

پایگاه داده GLDAS

پروژه سیستم همانندسازی جهانی داده‌های سطح زمین (GLDAS) نسل جدیدی از پایگاه‌های داده‌ی جهانی می‌باشد، که به‌طور مشترک توسط سازمان ملی هوانوردی و فضایی (NASA)[1] و مرکز پرواز فضایی گودارد (GSFC)[2] و سازمان ملی اقیانوسی و جو (NOAA)[3] و مرکز ملی پیش‌بینی محیط زیست (NCEP)[4] پایه‌گذاری شده است (Rodell *et al*., 2004; Ashrafzadeh Afshar *et al*., 2016; Taheri tizro *et al*., 2016). مطالعه و ارزیابی این پایگاه داده، جهت برآورد بیلان آب در مناطق مختلف کره زمین طی چند سال گذشته موردتوجه پژوهش‌گران بوده است (Polroudimoghadam *et al*., 2016). زیرا شرایط حرارتی و رطوبتی سطح زمین علاوه بر تأثیرپذیری از پدیده‌های اقلیمی، هواشناختی، اکولوژیکی و ژئوفیزیکی، به‌طور متقابل نیز تأثیراتی بر آن‌ها دارد. از این‌رو، برآورد دقیق و با دقت مکانی مناسب شار آب و انرژی سطح زمین، برای تحلیل فرایندهای نظیر تغییر اقلیم، آب‌وهوا، بهره‌وری کشاورزی و هیدرولوژی قابل استفاده است (Rodell *et al*., 2004).

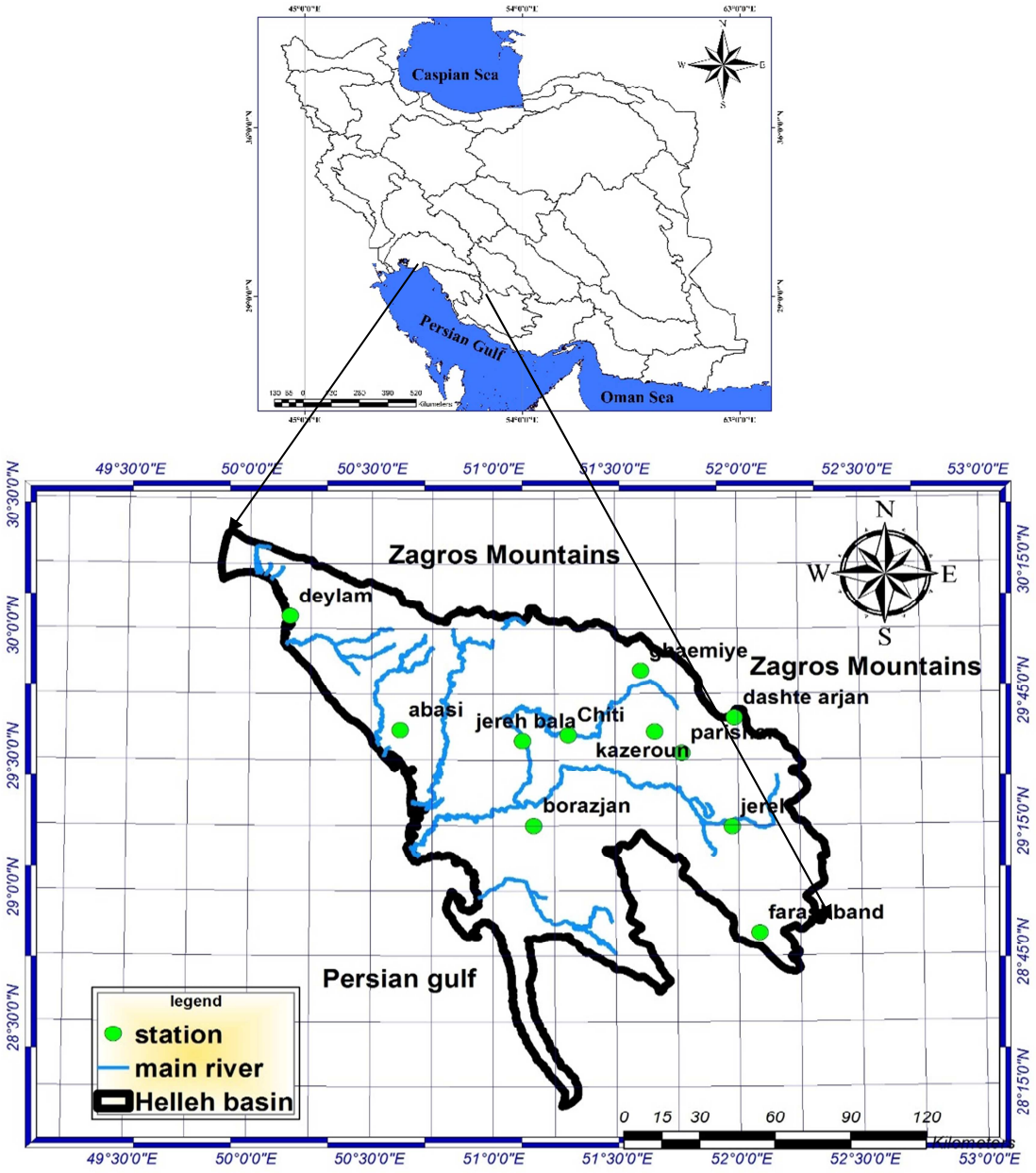


Figure 1. Location of Helleh catchment and selected temperature gauges

Table 1. Specifications of temperature and rain Stations in Helleh catchment

Raw	Station Name	Logitiude (dd)	Latetuide (dd)	Elevation (mm)	Raw	Station Name	Logitiude (dd)	Latetuide (dd)	Elevation (mm)
1	Bandar Deylam*	50.10	30.03	3.9	7	Dasht Arjan**	51.99	29.66	2013
2	Abbasi**	50.62	29.62	11	8	Kazerun**	51.66	29.61	850
3	Borazjan*	51.14	29.12	90	9	Jerh**	51.98	29.25	868
4	Chiti**	51.31	29.60	490	10	Farrashband**	52.08	28.84	805
5	Jerh bala**	51.12	29.57	106	11	Parishan**	51.77	29.53	844
6	Ghaemiyeh**	51.60	29.84	915					

*: ایستگاه‌های سینوپتیک سازمان هواشناسی

**: ایستگاه تبخیرسنجی وزارت نیرو

هدف از پروژه سیستم همانندسازی جهانی داده‌های سطح زمین (GLDAS) ایجاد یک پایگاه داده با تفکیک مکانی بالا در بازه زمانی طولانی‌مدت و در مقیاس جهانی می‌باشد. بنابراین جهانی‌بودن این مدل، قدرت تفکیک بالا و ترکیب مشاهده‌های زمینی و ماهواره‌ای برای تولید زمینه‌های بهینه از حالت‌ها و جریان سطح زمین در زمانی نزدیک به واقعیت از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این مدل می‌باشد. داده‌هایی که به‌عنوان ورودی در GLDAS مورداستفاده قرار می‌گیرند شامل دو دسته کلی می‌باشند؛ این داده‌ها شامل داده‌های هواشناختی و اطلاعات مربوط به فاکتورهای سطح زمین می‌باشند. مهم‌ترین مؤلفه‌های خروجی GLDAS شامل متغیرهای حالت (نظیر رطوبت خاک، برف، بارش، دمای سطح زمین) و متغیرهای جریان (نظیر تبخیر و تعرق و جریان‌های سطحی) است.

GLDAS از مدل‌های سطح زمین LSM[5] استفاده می‌نماید که برای شبیه‌سازی فرایندهای مربوط به تبادل آب و انرژی بین اتسفر و خاک توسعه داده می‌شوند. با اعمال داده‌های هواشناختی قابل‌مشاهده، می‌توان از خطاهای ناشی از مدل‌سازی داده‌های مذکور جلوگیری نمود. این مدل‌های مفهومی به‌طور عمومی در دسته مدل‌های توزیعی قرار گرفته و برای شبیه‌سازی بیلان آب و انرژی در مقیاس‌های مکانی بزرگ مورداستفاده قرار می‌گیرند. مدل‌های سطح زمین با دارابودن مؤلفه‌هایی نظیر شبیه‌ساز تبادل انرژی، هیدرولوژی، فرایندهای بیولوژیکی و چرخه کربن قادر به ارائه تحلیل‌های مناسبی از تغییرات آب در سطح زمین می‌باشند (Farokhnia & Morid, 2014). پایگاه داده GLDAS از چهار مدل مختلف سطح زمین استفاده می‌کند؛ ۱- مدل Mosaic، ۲- مدل Noah ۳- مدل Clm، ٤- مدل Vic و به ارزیابی بیش‌تر سنجه‌های جوی می‌پردازد (Taheri tizro *et al*., 2016; Farokhnia & Morid, 2014). پایگاه داده ذکرشده دارای دو نسخه برای کل کره زمین است، نسخه GLDAS-1 و GLDAS-2. نسخه دوم این پایگاه شامل دو نسخه دیگر به نام‌های ۱- GLDAS.V-2.0؛ این نسخه داده‌های خود را از داده‌های هواشناسی دانشگاه پرینستون استخراج می‌کند و ۲- GLDAS.V-2.1؛ نسخه دوم برای برآورد و استخراج داده‌ها از مدل‌ها و مشاهده‌های زمینی و ترکیب پایگاه اطلاعات داده GPCP و پایگاه داده تابشی AGREMET استفاده می‌کند (Yasemi, 2017).

در پژوهش حاضر از تولیدات و خروجی مدل Noah به‌سبب ویژگی‌های آن، شامل دقت مکانی و زمانی و بازه زمانی دربرگرفته شده، مورداستفاده قرار گرفته است. لذا به توصیف مدل Noah پرداخته می‌شود. مدل Noah یکی از مدل‌های سطح زمین می‌باشد که در پایگاه داده GLDAS مورداستفاده قرار می‌گیرد از سال ۱۹۹۳، NCEP با همکاری GCIP[6] و دیگر پژوهش‌گران مؤسسه‌های دولتی و خصوصی به توسعه یک مدل سطح زمین برای پژوهش در مدل‌های پیش‌بینی اقلیمی و آب‌وهوایی NCEP و سیستم‌های همگن‌سازی داده برای استفاده عموم پرداخت. مدل سطح زمین Noah (Chen *et al*., 1996; Koren *et al*., 1999) براساس این تلاش‌ها به‌وجود آمد.

مقیاس کاهی[7] و تعدیل و تصحیح اثر ارتفاع[8]

با توجه به تفاوت در مقیاس مکانی شبکه‌بندی‌شده پایگاه‌های داده GLDAS با دقت مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه و داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه‌ای می‌باشد. به‌صورت مستقیم مقایسه این دو منبع اطلاعات امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا ابتدا باید به کوچک‌نمودن ابعاد یاخته یا ریز مقیاس‌سازی (مقیاس کاهی) پرداخته شود. در این تحقیق جهت ریزمقیاس‌سازی از روش افتاهنگ دما[9] استفاده شد (Winter *et al*., 2016; Gao *et al*., 2018; Gao *et al*., 2012). آن‌چه مسلم است ارتفاع بر بسیاری از متغیرهای

هواشناسی مانند بارش، رطوبت، دما و غیره تأثیر به‌سزایی دارد. لذا در حوضه‌هایی با شرایط پیچیده ناهمواری‌ها و اختلاف ارتفاع، دما و بارش دارای تغییرات می‌باشند. با توجه به تفاوت در مقیاس مکانی و ارتفاعی پایگاه داده باز تحلیل، و ایستگاه‌های اندازه‌گیری زمینی، ابتدا باید اثر ارتفاع تعدیل و تصحیح شود و مقیاس کاهی صورت پذیرد. سپس به ارزیابی پایگاه داده‌ها پرداخته شود.

تعدیل و تصحیح اثر ارتفاع[10] در مورد پارامتر دما

برخی پژوهش‌گران برای تعدیل و تصحیح اثر ارتفاع و امکان مقایسه بین پایگاه داده شبکه‌بندی‌شده و ایستگاه اندازه‌گیری، روش رابطه خطی و استفاده از نرخ افتاهنگ ($\Gamma(C^0/Km)$) ارائه نمودند (Huld & Pascua, 2015; Gao *et al*., 2012; Gao *et al*., 2018; Fan & Van Den Dool, 2008)، لذا ابتدا با توجه به ارتفاع یاخته پایگاه داده، GLDAS و ارتفاع ایستگاه اندازه‌گیری دما و رابطه ذیل تعدیل و مقیاس کاهی می‌شود، سپس به مقایسه و ارزیابی پرداخته می‌شود.

$T=T\ Dataset+\Gamma\times(Z-Z0)$ (رابطه ۱)

که در آن TDataset دمای تخمین زده‌شده توسط پایگاه داده GLDAS در یاخته‌ای که ایستگاه اندازه‌گیری زمینی قرار دارد. Γ نرخ افتاهنگ، که به‌صورت ماهانه، در جدول (۲) ارائه شده است (Liston & Elder, 2006). (Z-Z0) اختلاف ارتفاع مابین پایگاه داده باز تحلیل و ارتفاع ایستگاه اندازه‌گیری دما برحسب کیلومتر می‌باشد.

تعدیل و تصحیح اثر ارتفاع[11] در مورد پارامتر بارش

اثر ارتفاع بر بارش بسیار پیچیده‌تر از دما می‌باشد، زیرا شرایط وقوع پدیده بارش و عوامل مؤثر در آن بسیار بیش‌تر می‌باشد و به همین دلیل در زمان و مکان دارای تغییرات زیاد و ناپیوسته می‌باشد و از لحاظ اندازه‌گیری بسیار مشکل است. در رابطه به دما اثر ارتفاع به‌صورت خطی در نظر گرفته شده است، اما در مورد بارش این اثر به‌صورت غیرخطی می‌باشد. برخی پژوهش‌گران برای تعدیل و تصحیح اثر ارتفاع و امکان مقایسه بین پایگاه داده شبکه‌بندی‌شده و ایستگاه اندازه‌گیری بارش، روش رابطه غیرخطی و استفاده از نرخ افتاهنگ (χ(Km-1)) ارائه نمودند (Pan *et al*., 2014)، لذا ابتدا با توجه به ارتفاع یاخته پایگاه داده، GLDAS و ارتفاع ایستگاه اندازه‌گیری بارش و رابطه (۲)، اثر ارتفاع تعدیل و مقیاس کاهی می‌شود، سپس به مقایسه و ارزیابی پرداخته می‌شود.

$$P = P_{Dataset}\left[\frac{1+\chi(Z-Z_0)}{1-\chi(Z-Z_0)}\right]$$ (رابطه ۲)

که در آن PDataset بارش تخمین‌زده‌شده توسط پایگاه داده GLDAS، در یاخته‌ای که ایستگاه اندازه‌گیری زمینی قرار دارد. χ فاکتور تعدیل بارش (Km-1)، که به‌صورت ماهانه، در جدول (۳) ارائه شده است (Liston & Elder, 2006)؛ (Z-Z0) اختلاف ارتفاع مابین پایگاه داده و ارتفاع ایستگاه اندازه‌گیری بارش برحسب کیلومتر می‌باشد.

ارزیابی و اعتبارسنجی پایگاه داده GLDAS در برآورد بارش و دما

برای مقایسه کمی و ارزیابی برآوردهای بارش و دما در مقیاس زمانی روزانه و ماهانه پایگاه‌های داده GLDAS، با بارش و دمای اندازه‌گیری‌شده ایستگاه‌های اندازه‌گیری زمینی از معیارهای آماری خطای مختلف نیز استفاده می‌شود.

Table 2. Monthly lapse rate Γ (/Km^{0}C) K (Liston and Elder., 2006)

Mounth	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Γ	-4.4	-5.9	-7.1	-7.8	-8.1	-8.2	-8.1	-8.1	-7.7	-6.8	-5.5	-4.7

Table 3. Precipitation adjustment factor χ (Km^{-1})

Mounth	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
χ	0.35	0.35	0.35	0.30	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.30	0.35

از طریق تجزیه و تحلیل این آماره‌ها، می‌توان نتایج مناسبی در زمینه موفقیت و مناسب‌بودن پایگاه‌های داده GLDAS، کسب نمود. این آماره‌ها عبارتند از ضریب همبستگی (CC)، ضریب (R2)، میانگین خطا (ME) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، روابط (۳) تا (٦) مربوط به محاسبه معیارهای آماری خطا می‌باشد، که در آن‌ها O مقادیر داده‌های مشاهده‌ای و S مقادیر داده‌های پایگاه داده GLDAS می‌باشد. مقدار ضریب همبستگی و ضریب تعیین R^2، میزان انطباق داده‌ها نشان می‌دهند. میانگین خطاها یا خطای تخمین به‌طورکلی بیش برآورد یا کم برآورد بودن پایگاه داده را تعیین می‌نماید و در نهایت مقدار RMSE شاخصی است برای میزان خطاها و معیاری برای عملکرد پایگاه داده می‌باشد (Miri *et al*., 2018; Duan *et al*., 2016).

$$CC = \frac{\sum_{i=1}^{N}(O_i-\bar{O})\times(S_i-\bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(O_i-\bar{O})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(S_i-\bar{S})^2}} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N}(O_i-\bar{O})\times(S_i-\bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(O_i-\bar{O})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(S_i-\bar{S})^2}}\right)^2 \quad \text{(رابطه ٤)}$$

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{N}(S_i-O_i)}{N} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(S_i-O_i)^2}{N}} \quad \text{(رابطه ٦)}$$

نتایج و بحث

دمای میانگین روزانه و ماهانه

جدول (٤) معیارهای آماری ارزیابی توانایی پایگاه‌های داده GLDAS برای دمای میانگین روزانه و ماهانه در ۱۱ ایستگاه را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (٤)، آماره ضریب همبستگی و ضریب تعیین بین داده‌های پایگاه GLDAS و داده‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه بسیار مناسب می‌باشد به‌طوری‌که در اکثر ایستگاه‌ها (به‌جز ایستگاه جره بالا) این ضرایب بالای ۰/۹ می‌باشد و به‌طور میانگین بین ۱۱ ایستگاه ضریب همبستگی (ضریب تعیین) برای مقیاس روزانه ۰/۹٦٦ (۰/۹۳٤) و برای مقیاس ماهانه ۰/۹۸٤ (۰/۹٦۸) می‌باشد. کم‌ترین مقدار ضریب همبستگی مربوط به ایستگاه جره بالا برای مقیاس زمانی روزانه و ماهانه، با مقدار به‌ترتیب ۰/۸٤۰، ۰/۹۲۵ است. از نظر معیار جذر میانگین مربعات خطا RMSE، در جدول (٤)، مشاهده می‌شود که در کلیه ایستگاه‌ها مقادیر RMSE، برای اطلاعات دمای میانگین روزانه بیش‌تر از دمای میانگین ماهانه می‌باشد، زیرا تغییرات دما در مقیاس روزانه بسیار بیش‌تر از تغییرات دما در مقیاس ماهانه است. در مجموع در هر دو مقیاس زمانی انطباق مناسب بین داده‌های مدل و داده‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های اندازه‌گیری وجود دارد، اما در مقیاس ماهانه اطمینان بیش‌تری است. مقدار متوسط RMSE در برآورد دمای میانگین روزانه برابر است با ۲/۹ درجه سلسیوس و در مقیاس زمانی ماهانه ۲/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. با توجه به آماره ارزیابی میانگین خطاها ME می‌توان بیان داشت به‌طورکلی پایگاه داده GLDAS کمی تمایل به بیش‌برآورد دارد. به‌عبارت دیگر، پایگاه داده GLDAS دمای هوا را کمی گرم‌تر از واقعیت برآورد می‌نماید. با توجه به جدول (٤) میانگین معیار ME برای پایگاه GLDAS در مقیاس زمانی روزانه ۱/۸+ درجه سلسیوس و برای مقیاس زمانی ماهانه، ۱/۷+ درجه سلسیوس است.

بارش روزانه و ماهانه

جدول (۵) معیارهای آماری ارزیابی توانایی پایگاه‌های داده GLDAS برای بارش روزانه و ماهانه در یازده ایستگاه را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۵)، آماره‌های ضریب همبستگی و ضریب تعیین بین داده‌های پایگاه GLDAS و داده‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه در مقیاس زمانی روزانه مناسب نمی‌باشد و به‌طور متوسط در مقیاس روزانه ضریب همبستگی (ضریب تعیین) ۰/۵٦٤ (۰/۳۱۹) می‌باشد.

Table 4. Statistical criteria for GLDAS database in estimating average temperature (ºC) on a daily and monthly scale

Raw	Station Name	Daily				Monthly			
		CC	R^2	RMSE	ME	CC	R^2	RMSE	ME
1	Bandar Deylam	0.971	0.943	3.3	2.4	0.988	0.976	2.9	2.3
2	Abbasi	0.958	0.918	3.6	2.7	0.986	0.972	3.1	2.7
3	Borazjan	0.970	0.941	2.3	1.0	0.952	0.906	2.0	0.9
4	Chiti	0.983	0.966	3.5	2.9	0.997	0.994	3.2	2.8
5	Jareh bala	0.840	0.706	5.7	2.5	0.925	0.856	5.4	2.4
6	Qaemiye	0.981	0.962	2.5	1.6	0.994	0.988	2.2	1.5
7	Dasht Arzhan	0.979	0.958	2.5	1.6	0.997	0.994	2.2	1.6
8	Kazerun	0.988	0.976	1.5	0.3	0.996	0.992	1.3	0.2
9	Jareh	0.986	0.972	1.5	0.0	0.995	0.990	1.2	-0.1
10	Farashband	0.983	0.966	3.1	2.6	0.993	0.986	2.9	2.6
11	Parishan	0.985	0.970	2.7	1.7	0.996	0.992	2.4	1.6
	Average	0.966	0.934	2.9	1.8	0.984	0.968	2.5	1.7

Table 5. Statistical criteria for GLDAS databases in estimating precipitation (mm) on a daily and monthly scale

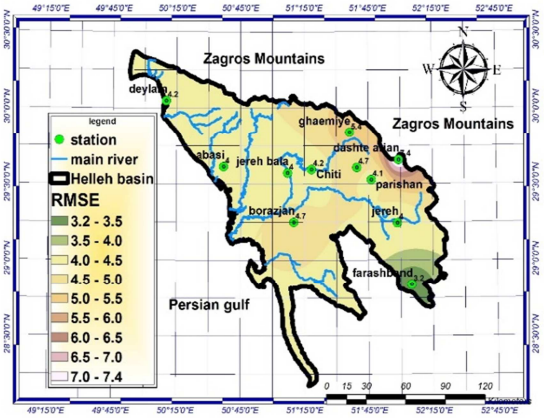
Raw	Station Name	Daily				Monthly			
		CC	R^2	RMSE	ME	CC	R^2	RMSE	ME
1	Bandar Deylam	0.543	0.295	4.2	0.19	0.833	0.694	20.9	6.7
2	Abbasi	0.546	0.298	4.0	0.11	0.902	0.814	17.0	4.3
3	Borazjan	0.493	0.243	4.7	0.15	0.755	0.570	24.9	5.2
4	Chiti	0.577	0.332	4.2	0.0	0.833	0.694	24.1	-0.8
5	Jareh bala	0.531	0.282	4.0	0.1	0.866	0.750	19.1	4.6
6	Qaemiye	0.608	0.370	5.4	-0.7	0.862	0.743	47.8	-21.2
7	Dasht Arzhan	0.562	0.316	7.4	-0.9	0.889	0.790	57.2	-27.8
8	Kazerun	0.579	0.335	4.7	-0.3	0.884	0.781	31.1	-9.8
9	Jareh	0.579	0.335	4.0	0.0	0.901	0.812	18.3	0.6
10	Farashband	0.596	0.355	3.2	0.0	0.846	0.716	16.6	1.0
11	Parishan	0.588	0.346	4.1	-0.4	0.858	0.736	33.6	-12.6
	Average	0.564	0.319	4.5	-0.16	0.857	0.736	28.2	-4.5

اما با توجه به جدول (۵) ضریب همبستگی و ضریب تعیین بین داده‌های پایگاه GLDAS و داده‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه در مقیاس زمانی ماهانه مناسب می‌باشد و ضریب همبستگی (ضریب تعیین) به‌طور متوسط بین ۱۱ ایستگاه برای مقیاس ماهانه ۰/۸۵۷ (۰/۷۳۶) می‌باشد. کم‌ترین مقدار ضریب همبستگی مربوط به ایستگاه برازجان واقع در میانه حوضه آبریز به‌ترتیب برای مقیاس زمانی روزانه و ماهانه با مقدار ۰/٤۹۳ و ۰/۷۵۵ است. از نظر معیار جذر میانگین مربعات خطا RMSE، در جدول (۵)، مشاهده می‌شود که مقدار RMSE، متوسط در بین یازده ایستگاه در مقیاس روزانه ٤/۵ میلی‌متر است. مقدار متوسط RMSE در برآورد بارش ماهانه برابر است با ۲۸/۲ میلی‌متر. به‌نظر می‌رسد در حالت کلی پایگاه داده GLDAS مقداری کم‌برآورد می‌باشد، زیرا با توجه به جدول (۵) میانگین معیار ME در مقیاس زمانی روزانه ۰/۱٦- میلی‌متر و برای مقیاس زمانی ماهانه، ٤/۵- میلی‌متر است. اما با توجه به آماره ارزیابی میانگین خطاها ME می‌توان بیان داشت که پایگاه داده GLDAS در ایستگاه‌های بندردیلم، عباسی، برازجان، جره بالا، جره، فراشبند بیش‌برآورد می‌باشد و در ایستگاه‌های چیتی، قائمیه، دشت ارژن، کازرون، پریشان، تمایل به کم‌برآورد دارد. با توجه به جدول‌های (٤) و (۵) مشاهده می‌شود که عملکرد پایگاه داده GLDAS در برآورد دمای روزانه نسبت به بارش روزانه بسیار بهتر می‌باشد و اطمینان بیش‌تر وجود دارد. زیرا تغییرات میزان بارش در مقیاس روزانه نسبت به دما بسیار بیش‌تر است و هم‌چنین اندازه‌گیری بارش دشوارتر نسبت به اندازه‌گیری دما می‌باشد.

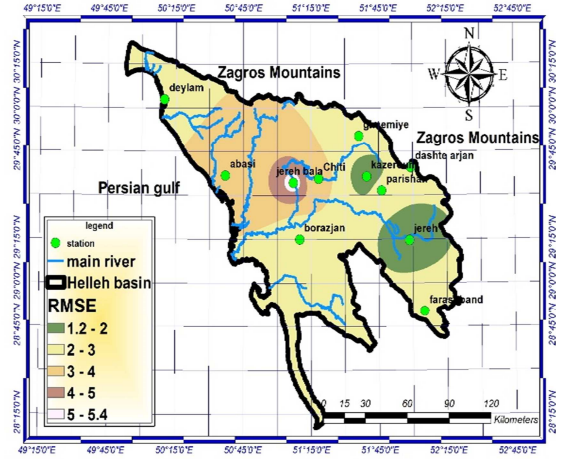
پهنه‌بندی خطاها در برآورد بارش و دما در سطح حوضه آبریز

شکل (A-۲) پهنه‌بندی شاخص RMSE برای برآورد

دمای روزانه پایگاه داده GLDAS در سطح حوضه حله را نشان می‌دهند. با توجه به شکل (A-۲) مشاهده می‌شود به‌طورکلی شاخص خطا برای پایگاه GLDAS در مرکز حوضه بیش‌ترین خطا وجود دارد، اما میزان خطا از غرب به شرق و از مناطق کم‌ارتفاع و ساحلی به سمت مناطق مرتفع کاهش می‌یابد.



A (Daily Temperature)



B (Daily Precipitation)

Figure 2. Error interpolation in estimating precipitation and temperature at the catchment area

اما با توجه به شکل (B-۲)، پهنه‌بندی شاخص RMSE برای برآورد بارش روزانه، برخلاف عملکرد پایگاه در برآورد دما در مناطق مرتفع بیش‌تر می‌باشد و به‌طورکلی میزان خطا از شرق به غرب از مناطق مرتفع به سمت مناطق ساحلی کاهش می‌یابد، زیرا نابهنجاری در ریزش بارش در مناطق مرتفع به‌سبب تأثیر ارتفاع، شیب و جهت شیب در کوهستان بیش‌تر می‌باشد و در عملکرد پایگاه داده تأثیرگذار می‌باشد و به‌طورکلی می‌توان بیان داشت، تغییرات میزان خطا در سطح حوضه نشان می‌دهد در عملکرد پایگاه داده‌ها علاوه بر ارتفاع، عوامل دیگری تأثیرگذار است. زیرا دما و بارش علاوه تأثیرپذیری از ارتفاع، تحت تأثیر ویژگی‌های سطح زمین شامل شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی و غیره نیز می‌باشد.

نتیجه‌گیری

امروزه پایگاه‌های داده باز متعددی با پیشرفت‌های فناوری و تکنولوژی سنجش از دور، ماهواره‌های هواشناسی و رایانه و مدل‌های عددی ظهور پیدا کرده‌اند که موردتوجه پژوهش‌گران به‌منظور استفاده از داده‌های آن‌ها قرار گرفته شده است. در پژوهش حاضر، به ارزیابی عملکرد پایگاه داده مدل جهانی همسان‌سازی داده‌های زمینی (GLDAS) در برآورد داده‌های بارش و دمای میانگین در مقیاس روزانه و ماهانه در حوضه درجه دو حله پرداخته شده است. برای رسیدن به اهداف پژوهش از اطلاعات ۱۱ ایستگاه باران‌سنج و دماسنج در سطح حوضه به‌صورت روزانه و به‌مدت ١٤ سال (٢٠١٦-٢٠٠٣) در مجموع ٥١١٤ روز و ١٦٨ ماه استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان انطباق اطلاعات پایگاه داده GLDAS در دو پارامتر بارش و دما متفاوت می‌باشد و مناسب‌بودن عملکرد در یک پارامتر هواشناسی دلیلی بر مناسب‌بودن در همه پارامترها نمی‌باشد، این نتیجه با نتایج پژوهش Wang & Zeng (2012) هماهنگ می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد عملکرد پایگاه داده GLDAS در برآورد دمای هوا نسبت به بارش بسیار مناسب‌تر می‌باشد، به‌طوری‌که در

مقیاس زمانی روزانه مقدار میانگین ضریب همبستگی در ۱۱ ایستگاه برای برآورد بارش ۰/۵٦٤ می‌باشد، لذا عملکرد پایگاه و انطباق داده بارش غیرقابل‌قبول است. درحالی‌که عملکرد پایگاه داده GLDAS در برآورد دمای هوا با میانگین ضریب همبستگی ۰/۹٦٦ در بین ۱۱ ایستگاه بسیار مناسب می‌باشد و با نتایج پژوهش Miri *et al.* (2018) در مورد برآورد دمای هوا مشابه می‌باشد. در مقیاس زمانی ماهانه نتایج این پژوهش مبین آن است که عملکرد پایگاه داده GLDAS در هر دو پارامتر بسیار مناسب می‌باشد. پایگاه داده GLDAS در برآورد داده‌های دمای روزانه و ماهانه بیش برآورد است، اما در برآورد داده‌های بارش روزانه و ماهانه کم‌برآورد می‌باشد. در پهنه‌بندی خطا مشاهده می‌شود میزان خطای پایگاه GLDAS در سطح حوضه آبریز متغیر می‌باشد، لذا با توجه به ویژگی‌های سطح حوضه از جمله ارتفاع نیز می‌تواند در ارزیابی عملکرد پایگاه تأثیرگذار باشد. چنان‌چه مشاهده می‌شود میزان خطا پایگاه GLDAS در سطح حوضه متغیر می‌باشد. زیرا دمای هوا و بارش علاوه بر ارتفاع، تحت تأثیر ویژگی‌های سطح زمین، شامل پوشش گیاهی، نوع کاربری اراضی، شیب و جهت شیب نیز بوده است. بنابراین ویژگی‌های سطح زمین نیز می‌تواند در عملکرد پایگاه‌های داده GLDAS تأثیرگذار باشد.

پی نوشت‌ها

1. National Aeronautics and Space Administration
2. Goddard Spase Flight Center
3. National Oceanic and Atmospheric Administration
4. National Centers for Environmental Prediction
5. land surface models
6. Grade Crossing Improvement Program
7. Downscaling
8. Elevation Correction
9. Downscaling temperature based on modeled laps rate
10. Elevation Correction
11. Elevation Correction

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Ahmadi, M., & Narangifard, M. (2012). Evaluation of precipitation zones using Joule satellite data in Fars province, *Researches in Earth Sciences*, 3(3),28-44.(In Persian).
2. Alijanian, M., Rakhshandehroo, Gh. R., Mishra, A. K., & dehghani, M. (2017), Evaluation of satellite rainfall climatology using CMORPH, PERSIANN-CDR, Persiann, Trmm, Mswep Over Iran, *International Journal of Climatology*, Published online in Wiley Online Library. (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.5131.
3. Ashrafzadeh Afshar, A., Joodaki, G. R., & Sharifi, M. A. (2016) Evaluation of Groundwater Resources in Iran Using GRACE Gravity Satellite Data. *JGST*, 5(4), 73-84. (In Persian).
4. Chen, F., Mitchell, K., Schaake, J., Xue, Y., Pan, H., Koren, V., Duan, Y., EK, M., & Betts, A. (1996). Modeling of land-surface evaporation by four schemes and comparison with FIFE observions. *Journal Geophys Res*, 101 (D3), 7251-7268.
5. Duan, Z., Liu, J., Tuo, Y., Chiongna, G., & Disse, M. (2016). Evaluation of eight high spatial resolution gridded precipitation products in Adige Basin (Italy) at multiple temporal and spatial scales. *Science of the Total Environment*, http://dx.doi.org/10.1016/j. scitotenv.2016.08.213.
6. Emamifar, S., Rahimikhoob, A., & Noroozi, A. (2014). An Evaluation of M5 Model Tree vs. Artificial Neural Network for Estimating Mean Air Temperature as Based on Land Surface Temperature Data by MODIS-Terra Sensor. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 45(4), 423-433. doi: 10.22059/ijswr.2014.52595
7. Fan, Y., & Van Den Dool, H. (2008). A global monthly land surface air temperature analysis for 1948- persent. *Geophysical Research*, 113, doi: 10.1029/2007/JD008470.
8. Fars Regional *Water* Company. (2011). Atlas Water Resources Report of Helleh Basin
9. Faraji, Z., Kaviani, A., & Shakiba, A. (2017). Evaluation of Evapotranspiration, Precipitation and Air Temperature from Global Land Data Assimilation System (GLDAS) by Lysimeter Data in Qazvin. *Journal of Water and Soil Conservation*, 24(3), 283-297. doi: 10.22069/jwfst.2017.11535.2630. (In Persian).

10. Farokhnia, A., & Morid, S. (2014). Assessment of GRACE and GLDAS Capabilities for Estimation of Water Balance in Large Scale Areas, a Case Study of Urmia Lake Watershed., *Iran-Water Resources Research*, 10(1), 51-62.
11. Gao, L., Bernhardt, M., & Schulz, K. (2012). Elevation correction of ERA- Interim temperature data in complex terrain. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16, 4661-4673, Doi: 10.5194/hess-16-4661-2012.
12. Gao, l., Wei, J., Wang, L., Bernhardt, M., Schulz, K., & Chen, H. (2018). A High-resolution air temperature data set for the Chinese Tian Shan in 1979-2016. *Earth System Science Data*, 10, 2097-2114, Doi: 10.5194/essd-10-2097-2018.
13. Hajihosseini, M., Hajihosseini, H., Najafi, A., & Morid, S. (2013). Evaluation of VIC and Noah global simulation models and SWAT simulation model in estimating water balance components of Helmand transboundary catchment, Fifth Iranian Water Resources Management Conference, Tehran, Iran (In Persian)
14. Huld, T., & Pascua, I.P. (2015). Spatial Downscaling of 2- meter Air Temperature Using Operational Forecast Data, Energise, 8, 2381-2411, doi: 10.3390/en8042381.
15. Ji, L., Senay, G. B., & Verdin, J, P. (2015). Evaluation of the Global Land Data Assimilation System (GLDAS) Air Temperature Data Products. Journal Of Hydrometeorology, 16, 2463-2480, DOI: 10.1175/JHM-D-14-0230.1.
16. Knoche, ., Fischer, C., Pohl, E., Krause, P., & Merz, R. (2014). Combined uncertainty of hydrological model complexity and satellite-based forcing data evaluated in two data-scarce semi-arid catchments in Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 519, 2049-2066. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.10.003
17. Koren, V., Schaake, J., Mitchell., K., Duan, Q.Y., Chen, F., & Baker, J.M. (1999). A parameterzation of snowpack and frozen ground intended for NCEP weather and climate models. *Journal Geophys Res*, 104, 19569-19585.
18. Liston, G.E. and Elder, K., 2006, A meteorological distribution system for high – resolution terrestrial modeling (micromet), J.Hydrometeorol,7,217-234.
19. Madadi, G., Hamzeh, S., Noroozi, A. (2015). 'Evaluation of rainfall on a daily, monthly and annual basis using satellite imagery (Case study: west boundary basin of Iran)', *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(2), pp. 59-74.
20. Ministry of Energy (2012). Update studies of the country's comprehensive water plan in the Helleh basin (Meteorological and climatological report section).
21. Miri, M., Azizi, G., Mohammadi, H., & Pourhashemi, M. (2018). Introduction and Evaluation of Global Model of Land Data Assimilation. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 26(104), 5-17. doi: 10.22131/sepehr.2018.30514 (In Persian)
22. Morovati, R., & Shokoohi, A. (2015). Evaluation of different interpolation methods for NCEP/NCAR temperature data over the 2nd order watersheds in Iran. *Irrigation and Water Engineering*, 5(2), 17-31. (In Persian)
23. Pan, X. O., Li, X., Yang, K., & He, J. (2014). Comparison of downscaled percipitation data over mountainous watershed: a Case study in the Heihe river basin. *Journal of Hydrometorology*, 15, 1560-1574.
24. Parviz, L., Kholghi, M., & Valizadeh, KH. (2011). Estimation of Air Temperature Using Temperature-Vegetation Index (TVX) Method. *JWSS*, 15(56), 21-34 (In Persian).
25. Polroudimoghadam, M., Hamzeh, S., & Vazifehdoust, M. (2016). Investigating the Trend of Rainfall and Runoff Changes using The Global Land Data Assimilation System (GLDAS) in Doosti Dam Basin. *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 25(98), 43-56. (In Persian).
26. Pomeon, T., Jackisch, D., & Diekkruger, B. (2017). Evaluating the performance of remotely sensed and reanalyzed precipitation data over West Africa using HBV light. *Journal of Hydrology*, 547, 222-235, http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.055
27. Rasuli, A.A., Erfanian, M., Sari Sarraf, B., & Javan, Kh. (2016). Comparative assessment of TRMM estimated rainfall and recorded rainfall of ground stations in Lake Urmia basin. *Quarterly Journal of Geographical Space*, 16(54), 195-217 (In Persian)
28. Rodell, M., Houser, P., Jambor, U.E.A., Gottschalck, J., Mitchell, K., Meng, C., & *et al*. (2004). The global land data assimilation system. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85(3), 381-394.
29. Sanikhani, H., Mirabbasi Najaf Abadi, R., & Dinpashoh, Y. (2014). Modeling of Temperature and Rainfall of Tabriz Using Copulas, *Irrigation and Water Engineering*, 5(1), 123-133 (In Persian)

30. Shirvani, A., & Fakhari Shirzai, A. (2014). Comparison of ground based observation of precipitation with TRMM satellite estimations in Fars Province. *Journal of Agricultural Meteorology*, 2(2), 1-15. (In Persian).
31. Taheri tizro, A., Pakdel Khasmakhi, H., Marufi, S., & Vazifeh doost, M. (2016). Combining HEC-HMS and GLDAS models in runoff estimation of without data. *Journal of Soil and Water Conservation Research*, 23(4), 101-118 (In Persian).
32. Wang, A., & Zeng, X. (2012). Evaluation of multireanalysis products with in situ observations over the Tibetan Plateau. *Journal of Geophysical Research*, 117, 1-12, doi:10.1029/2011JD016553, 2012.
33. Winter, J.M., Beckage, B., Bucini, G., Horton, R.M., & Clemins, P.J. (2016). development and Evaluation of High- Resolution Climate Simulations over the Mounthainous Northeastern United States. *Hdrometeorology*, 17, 881-896. doi:10.1175/JHM-D-15-0052.1.
34. Yasami, H. (2017). Evaluation of the accuracy of estimating the farin temperatures of global temperature on Iran, M.Sc. thesis, Kordestan university, pp:167. (In Persian).