

ارزیابی دقت برآورد بارش و رواناب با استفاده از مدل GLDAS در استان قزوین

مژگان احمدی*^۱، عباس کاویانی^۲، پیمان دانش کار آراسته^۳، زهره فرجی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه گیلان

(دریافت: ۹۵/۱۲/۳۰، پذیرش: ۹۶/۰۵/۳۰)

چکیده

امروزه با توجه به کاهش منابع آب و بحران آبی موجود توجه به مدیریت صحیح یکپارچه منابع آب امری مهم و ضروری می‌باشد. یکی از اقدامات اساسی در این زمینه آگاهی از میزان بارش، رواناب و روند تغییرات آن در محدوده حوضه‌های آبریز است. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی دقت برآورد بارش و رواناب در استان قزوین با استفاده از مدل GLDAS و داده‌های اندازه‌گیری شده در نه ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی و هشت ایستگاه هیدرومتری انجام شد. بدین منظور از داده‌های جهانی سطح زمین (GLDAS) با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه به صورت ماهانه از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ برای ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی و ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ برای ایستگاه هیدرومتری استفاده شد. پژوهش‌های صورت گرفته نشان داد که بین داده‌های بارش و رواناب با مدل GLDAS همبستگی خوبی وجود دارد. نتایج ارزیابی‌های آماری برای داده‌های بارش، $R^2 = 0.93$ ، $MAE = 13.57$ ، $MBE = 13.57$ و $RMSE = 15.95$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه قزوین در سال ۲۰۰۲ و در رابطه با داده‌های رواناب $R^2 = 0.92$ ، $MAE = 0.82$ ، $MBE = -0.82$ و $RMSE = 1.53$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه حاجی‌عرب در سال ۲۰۰۷ به دست آمد. بنا بر نتایج به دست آمده، استفاده از داده‌های رواناب و بارش مدل GLDAS در حوضه مورد مطالعه، در نقاطی که دسترسی به آن‌ها دشوار است پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: بارش، رواناب، مدل GLDAS.

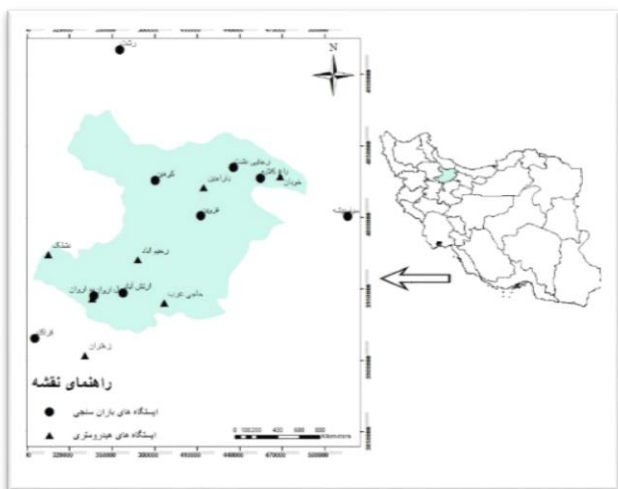
مقدمه

اخیر با رشد فزاینده‌ی پایگاه‌های داده جهانی مبتنی بر برآوردهای ماهواره‌ای و همچنین افزایش توانایی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در مدل‌سازی فرایندهای پیچیده‌ی حاکم بر بیلان آب در سطح زمین، کوشش‌های زیادی به منظور استفاده‌ی مناسب از این ابزارهای نوین جهت کاهش مشکلات موجود در این زمینه به عمل آمده است. GLDAS نمونه‌ای از پروژه‌های شاخصی است که مطالعه در خصوص آن جهت برآورد بیلان آب در مناطق مختلف کره‌ی زمین طی چند سال گذشته مورد توجه محققین قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت منابع آب و مسائل و مشکلات موجود در این زمینه، در این تحقیق سعی شده است به ارزیابی دقت برآورد بارش و رواناب با استفاده از مدل جهانی سطح زمین (GLDAS) در استان قزوین پرداخته شود.

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و ضرورت استفاده بهینه از منابع آب موجود، تعیین دقیق داده‌های بارندگی و رواناب (در مقیاس منطقه‌ای) برای نیل به اهداف آبیاری، مدل‌سازی فرایندهای هواشناسی و توسعه منابع آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لیکن به دلایل اقتصادی، تعداد ایستگاه‌های آب‌سنجی و یا باران‌سنجی در اغلب موارد عمدتاً کم است و یا در بعضی حوضه‌ها اصلاً وجود ندارد.

در حال حاضر تصاویر ماهواره‌ای به طور منظم و با تفکیک مکانی بالا، از سطح زمین تهیه می‌شوند و می‌توانند شرایط نظم و گسترده‌ی فضایی را فراهم کنند. از مزایای استفاده از سنجش از دور نسبت به روش‌های هواشناسی، می‌توان به افزایش نقاط نمونه‌برداری، سطح پوشش وسیع‌تر، قدرت تفکیک زمانی بالاتر و هزینه کمتر اشاره کرد (ویلهاйт، ۲۰۰۰). در سال‌های

جنوب به استان مرکزی و از شرق به استان تهران محدود می-شود. سلسله جبال مرکزی و کوه‌های رامنه و خرقان از سه جهت استان را فراگرفته و دشت گسترده‌ای را بوجود آورده‌اند که از شمال به جنوب ۷۵ کیلومتر و از شرق به غرب حدود ۹۵ کیلومتر امتداد دارد. موقعیت این استان در سطح کشور در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

در این مطالعه برای ارزیابی پارامترهای بارش مدل جهانی سطح زمین (GLDAS) با داده‌های ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی از متغیر بارش در ۹ ایستگاه از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۱۰ استفاده شد. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
قزوین	سینوپتیک	۵۰/۰۳	۳۶/۱۵	۱۲۷۹/۲
رشت	سینوپتیک	۴۹/۳۷	۳۷/۱۹	-۸/۶
سیاه‌بیشه	سینوپتیک	۵۱/۱۸	۳۶/۱۵	۱۸۵۵/۴
پل‌اروان	باران‌سنجی	۴۹/۲	۳۵/۶۳	۱۷۵۰
رجایی‌دشت	باران‌سنجی	۵۰/۲۸	۳۶/۴۵	۹۶۸
باغ‌کلايه	باران‌سنجی	۵۰/۵	۳۶/۳۹	۱۲۸۳
کوهین	باران‌سنجی	۴۹/۶۷	۳۶/۳۷	۱۵۱۰
قراکند	باران‌سنجی	۴۸/۷۵	۳۶/۳۶	۱۷۵۹
ارتش‌آباد	باران‌سنجی	۴۹/۴۳	۳۵/۶۶	۱۷۵۰

تیا و همکاران (۲۰۰۷) نسخه تحقیقاتی TMPA 3B42 را با یک سری داده شامل داده‌های باران‌سنجی و داده‌های راداری مقایسه کردند. آن‌ها دریافتند که این محصول در مقیاس فصلی و سالانه خطای نسبتاً کمی دارد ولی در مقیاس زمانی کوتاه‌تر به ویژه در آشکارسازی بارش روزانه نتایج رضایت‌مندی ندارد. پلرودی مقدم و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تغییرات بارش و رواناب با استفاده از مدل جهانی سطح زمین (GLDAS) در حوضه سد دوستی پرداختند. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد که در شرق و جنوب‌شرقی حوضه‌ی مورد مطالعه همبستگی بین بارش و رواناب ضعیف‌تر از سایر نقاط است. نتایج این مدل نشان می‌دهد که مدل GLDAS برای مطالعه بارش - رواناب در نقاطی که دسترسی به داده‌های زمینی دشوار است، می‌تواند بسیار کاربردی و مفید باشد زیرا امکان بررسی مناطق وسیع با هزینه‌ی کم را دارد. فرخ‌نیا و مرید نیز در سال (۱۳۹۳) به بررسی قابلیت داده‌های مدل GLDAS ماهواره GRACE در برآورد بیلان آب در دریاچه ارومیه پرداختند. مویوو و همکاران در سال (۲۰۰۹) داده‌های تبخیر - تعرق حاصل از مدل GLDAS را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که بعد از اصلاح داده‌ها، ضریب تبیین ۰/۹۲ بین داده‌های تبخیر- تعرق مدل GLDAS و لایسیمتر و همچنین ضریب تبیین ۰/۹۴ بین داده‌های بارش مدل GLDAS و ایستگاه هواشناسی وجود دارد. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از مدل GLDAS به بررسی روند تغییرات بارش-رواناب در استان قزوین پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان قزوین در حوضه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومترمربع بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این استان از شمال به استان‌های مازندران و گیلان، از غرب به استان‌های همدان و زنجان، از

M.2.1) برای سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۱۰ برای داده‌های بارش و ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ برای رواناب از تارنمای Giovanni تهیه شد. یکای داده‌های بارش استخراج شده GLDAS از $(\frac{kg}{m^2 s})$ به میلی‌متر در ماه تبدیل شد و همچنین یکای داده‌های از رواناب $(\frac{kg}{m^2})$ به مترمکعب بر ثانیه تبدیل شد.

شاخص ZSI (Z-SCORE)

مبنای محاسبه این شاخص، انحراف از میانگین نسبت به انحراف استاندارد داده‌های آماری است. اصولاً مقدار شاخص ZSI، وضعیت بارش نسبت به میانگین را تعیین می‌کند. اگر نمره‌های انحراف از میانگین را بر انحراف استاندارد تقسیم کنیم، نمره‌ی استاندارد به دست می‌آید. شاخص ZSI بر خلاف شاخص SPI نیاز به تبدیل داده‌ها و برازش توزیع مانند گاما و یا پیرسون نوع سه ندارد. برای محاسبه شاخص ZSI، ابتدا داده‌های بارش استخراج شده از مدل GLDAS از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ به صورت مجموع سالانه محاسبه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار DIC شاخص ZSI محاسبه شد. داده‌های سال تر، نرمال و خشک وارد نرم‌افزار ArcGIS شد و سپس با استفاده از روش کریجینگ و احتساب ۹ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی و ۸ ایستگاه هیدرومتری پهنه‌بندی خشکسالی برای پارامترهای بارش و رواناب انجام گرفت.

روش‌های آماری مقایسه نتایج

در این تحقیق نتایج حاصل از مدل سطح زمین با داده‌های مشاهداتی توسط روش‌های آماری رایج مانند ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مطلق خطا (MAE)، خطای اریب میانگین (MBE) و ضریب تعیین (R^2) مقایسه شدند. روش‌های مذکور در قالب روابط ۱ تا ۴ ارائه شده است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n}} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{n} \quad (2)$$

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n X_i - Y_i}{n} \quad (3)$$

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}))^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

برای ارزیابی رواناب از هشت ایستگاه هیدرومتری برای سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ استفاده شد که مشخصات ایستگاه‌ها در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هیدرومتری

ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه
۱۶۷۳	۳۵/۸۹	۴۸/۸۴	دشتک
۱۳۹۰	۳۵/۸۷	۴۹/۵۴	رحیم‌آباد
۱۶۴۸	۳۵/۶	۴۹/۷۵	حاجی‌عرب
۱۸۸۰	۳۵/۶۲	۴۹/۱۹	ده اروان
۱۵۲۰	۳۶/۴	۵۰/۶۵	خویان
۱۷۶۶	۳۵/۲۶	۴۹/۱۴	زهتران
۲۲۸۲/۲	۳۶/۷۸	۴۷/۹۷	سایت‌سه
۱۴۰۶	۳۶/۳۳	۵۰/۰۵	باراجین

مدل جهانی سطح زمین

سیستم تحلیل و شبیه‌سازی زمین در پوشش جهانی یا همان GLDAS، به طور مشترک توسط دانشمندان سازمان ملی هوانوردی و فضا (NASA)^۱، مرکز پرواز فضایی گو دارد (GSFC)^۲، سازمان ملی اقیانوسی و جوی (NOAA)^۳ و مراکز ملی پیش‌بینی محیط زیست (NCEP)^۴ در برخی زمینه‌ها توسعه داده شده است. GLDAS سیستم مدل‌سازی جهانی سطح آب زمین است که از داده‌های مشاهده‌ای ماهواره‌ای و همچنین تحقیقات هیدرولوژیکی برای شبیه‌سازی پیشرفت آب و هوا استفاده می‌کند. این سیستم مجموعه‌ای از محصولات را تولید می‌کند که توسط چهار مدل سطح زمین (CLM, Mosaic, Noah and VIC) شبیه‌سازی شده‌اند.

تهیه و آماده‌سازی داده‌های GLDAS

در تحقیق حاضر اطلاعات مدل NOAA با تفکیک مکانی $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ درجه به صورت ماهانه (GLDAS_NOAH025)

1- The National Aeronautics and Space Administration

2- Goddard Space Flight Center

3- The National Oceanic and Atmospheric Administration

4- The National Center for Environmental Prediction

عنوان نمونه رابطه خطی میان داده‌های ایستگاه قزوین با داده‌های GLDAS در سال‌های تر، نرمال و خشک در شکل‌های (۴) تا (۶) ارائه شده است.

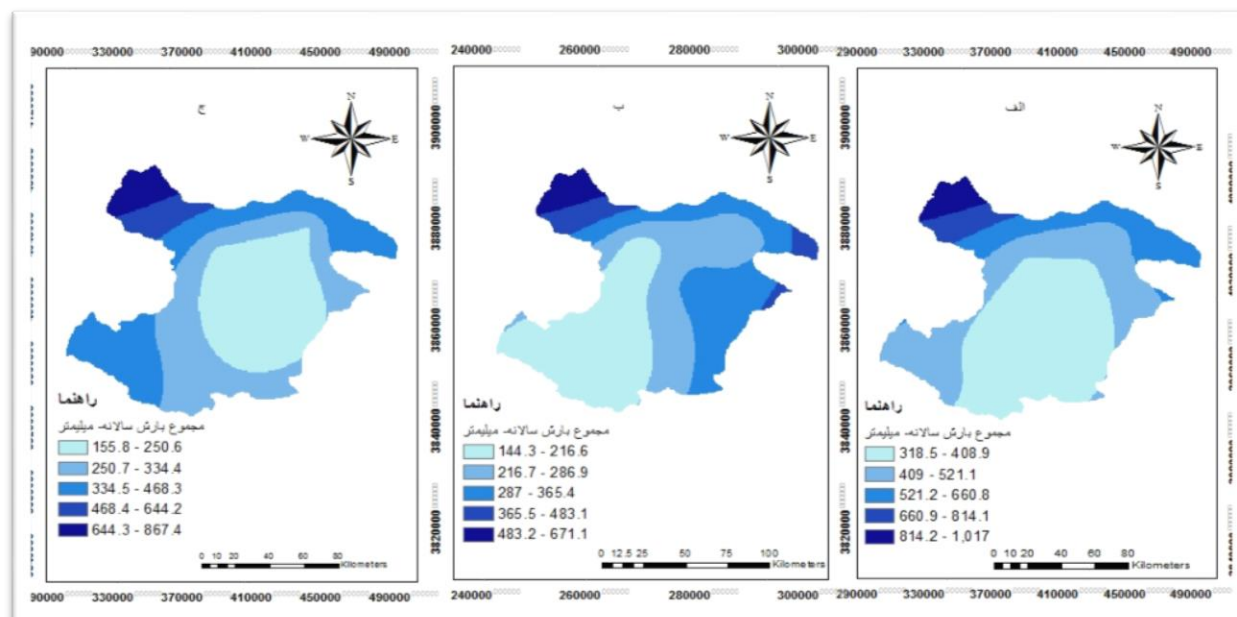
در روابط فوق X_i و Y_i نشان دهنده i امین داده برآورد شده واقعی، \bar{X} و \bar{Y} میانگین داده‌های X_i و Y_i و n تعداد نمونه‌هاست. هر چه مقدار $RMSE$ و $|MAE|$ (قدرمطلق MAE) کمتر باشند دقت مدل بالاتر است.

نتایج و بحث

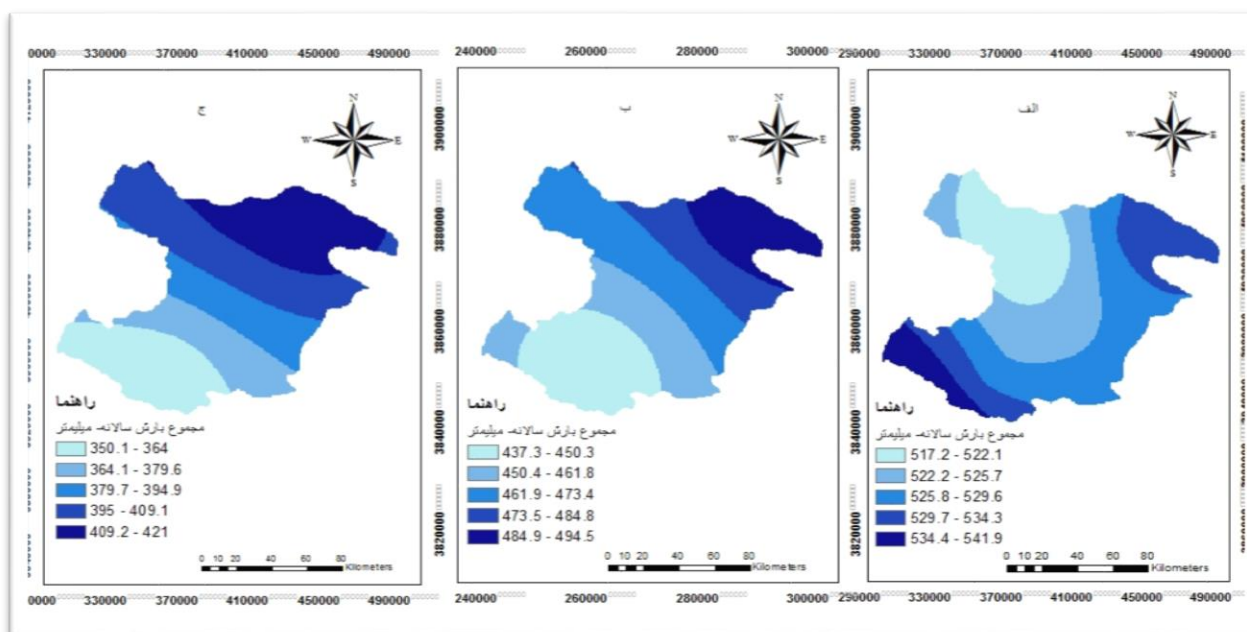
بررسی خشکسالی شاخص ZSI در دوره مورد مطالعه برای ایستگاه قزوین در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج ارزیابی شاخص‌های آماری در جداول (۴) تا (۷) ارائه شده است. با توجه به اینکه داده‌های ماهانه بارش و رواناب حاصل از GLDAS بر حسب سال میلادی و داده‌های ایستگاهی سینوپتیک و هیدرومتری بر حسب سال خورشیدی می‌باشد برای همگام‌سازی این دو زمان جهت ارزیابی پارامترهای مذکور داده‌های ایستگاهی بر حسب سال میلادی در نظر گرفته شد. توزیع مکانی بارش طرح برای سال تر (۲۰۰۶)، نرمال (۲۰۰۷) و خشکسالی (۲۰۰۸) داده‌های ایستگاهی در شکل (۲) و برای مدل GLDAS در شکل (۳) نشان داده شده است. به

جدول ۳- بررسی خشکسالی با شاخص ZSI در دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۹، ایستگاه قزوین

سال	بارش	Z score	وضعیت خشکسالی
۲۰۰۱	۲۲۴/۳	-۱/۲	خشکسالی متوسط
۲۰۰۲	۳۳۹/۵	۰/۳۹	نرمال
۲۰۰۳	۴۱۰/۱	۱/۳۶	ترسالی متوسط
۲۰۰۴	۳۲۶/۵	۰/۲۰۸	نرمال
۲۰۰۵	۳۲۳	۰/۱۶	نرمال
۲۰۰۶	۳۶۱/۱	۰/۶۸	ترسالی متوسط
۲۰۰۷	۳۲۷/۵	۰/۲۲	نرمال
۲۰۰۸	۱۵۵/۶	-۲/۱۵	خشکسالی جدید
۲۰۰۹	۲۹۴/۳	-۰/۲۴	نرمال
۲۰۱۰	۳۵۲	۰/۵۶	ترسالی متوسط



شکل ۲- توزیع مکانی بارش داده‌های ایستگاهی استان قزوین، الف- سال تر (۲۰۰۶)، ب- سال نرمال (۲۰۰۷)، ج- سال خشک (۲۰۰۸)



شکل ۳- توزیع مکانی بارش داده‌های مدل GLDAS استان قزوین، الف- سال تر (۲۰۰۶)، ب- سال نرمال (۲۰۰۷)، ج- سال خشک (۲۰۰۸)

جدول ۴- نتایج ارزیابی شاخص آماری MAE داده‌های مشاهداتی مجموع بارش ماهانه و مدل GLDAS (میلی‌متر در ماه)

سال	رشت	سیاه بیشه	پل اروان	قزوین	رجایی دشت	باغ کلايه	کوهین	ارتش آباد	قراکند
۲۰۰۱	۷۷/۸۱	۱۴/۰۳	۲۵/۱۵	۱۵/۷۹	۲۶/۴۰	۳۲/۷۳	۲۵/۲۷	۲۲/۳۳	۲۴/۸۶
۲۰۰۲	۵۳/۷۶	۱۲/۷۵	۱۷/۴۵	۱۳/۵۷	۲۱/۱۸	۲۰/۳۵	۲۱/۵۵	۲۳/۵۱	۱۳/۷۷
۲۰۰۳	۷۳/۲۳	۱۴/۱۴	۲۰/۳۹	۱۱/۲۳	۲۰/۶۹	۱۹/۱۲	۲۲/۹۹	۱۳/۸۴	۱۹/۳۹
۲۰۰۴	۸۷/۸۰	۲۳/۱۲	۲۶/۷۵	۱۹/۳۱	۲۳/۷۲	۲۱/۰۷	۲۶/۶۱	۲۹/۶۵	۲۸/۵۱
۲۰۰۵	۸۹/۷۲	۲۱/۳۰	۱۷/۹۴	۱۸/۲۴	۲۳/۳۵	۲۰/۷۳	۱۹/۸۱	۲۱/۵۱	۲۴/۴۴
۲۰۰۶	۸۵/۱۶	۱۶/۹۰	۲۲/۶۷	۱۷/۵۹	۲۸/۲۸	۳۲/۵۰	۲۲/۸۹	۲۶/۳۸	۲۵/۰۴
۲۰۰۷	۵۲/۵۸	۱۲/۵۴	۲۶/۰۹	۱۳/۶۹	۲۶/۹۷	۲۵/۴۹	۲۶/۳۳	۲۵/۱۱	۲۶/۵۷
۲۰۰۸	۷۸/۹۸	۸/۷۶	۱۵/۵۴	۲۰/۶۲	۲۳/۱۵	۲۷/۲۸	۲۰/۷۳	۱۸/۸۲	۱۸/۵۶
۲۰۰۹	۴۵/۵۸	۱۵/۱۴	۱۹/۹۳	۱۵/۹۸	۳۱/۸۲	۲۷/۲۴	۲۰/۰۴	۲۲/۶۰	۲۴/۲۷
۲۰۱۰	۴۱/۲۷	۱۱/۰۵	۱۶/۹۱	۱۱/۱۶	۲۴/۸۸	۲۵/۷۷	۱۹/۶۲	۱۵/۹۹	۲۱/۹۶

جدول ۵- نتایج ارزیابی شاخص آماری MBE داده‌های مشاهداتی مجموع بارش ماهانه و مدل GLDAS (میلی متر در ماه)

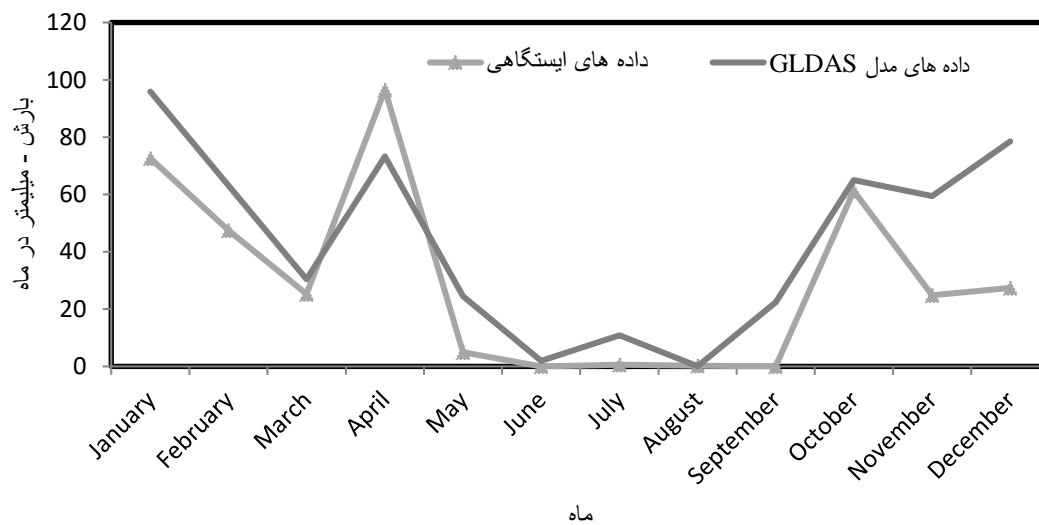
سال	رشت	سیاه بیشه	پل اروان	قزوین	رجایی دشت	باغ کلایه	کوهین	ارتش آباد	قراکند
۲۰۰۱	-۷۷/۶۱	۲/۶۳	۷	۱۵/۱۱	۱۱/۷۱	۱/۹۶	۱۵/۶۷	۱۵/۸۴	۷/۷۶
۲۰۰۲	-۵۲/۵۳	-۴/۵۴	۱۰/۰۵	۱۳/۵۷	۱۴/۹۴	۱۰/۶۹	۱۹/۷۴	۱۱/۲۷	۲/۷۳
۲۰۰۳	-۷۳/۲۳	-۲/۵۲	۲/۱۱	۷/۸۰	۱۵/۴۸	۰/۰۹	۹/۶۹	۶/۳۱	۱/۴۲
۲۰۰۴	-۸۶/۴۱	-۹/۵۰	۲۱/۸۷	۱۶/۸۶	۲۲/۴۰	۱۸/۱۹	۲۵/۴۵	۲۶/۶۸	۲۶/۳۴
۲۰۰۵	-۸۳/۰۵	-۷/۴۷	۱۰/۵۹	۱۰/۵۸	۱۹/۳۹	۶	۹/۵۹	۲۰/۰۶	۱۷/۱۴
۲۰۰۶	-۷۶/۵۰	-۹/۴۲	۵/۶۶	۱۳/۶۸	۸/۲۱	-۵/۱۱	۷/۱۷	۱۶/۸۱	۱۶/۱۲
۲۰۰۷	-۴۷/۸۱	-۹/۳۴	۲۴/۷۴	۱۱/۹۱	۲۱/۸۵	۱۷/۳۶	۲۴/۴۲	۲۴/۳۱	۲۶/۵۷
۲۰۰۸	-۷۲/۷۷	۰	-۳/۱۱	۲۰/۶۲	۱۴/۸۲	۱/۴۲	۱۲/۱۰	۳/۳۷	۷/۷۷
۲۰۰۹	-۴۱/۰۳	-۹/۱۵	۱/۵۹	۱۲/۶۶	۱۰/۰۶	-۰/۲۳	۱۱/۹۰	۹/۳۴	۵/۹۳
۲۰۱۰	-۲۹/۶۲	-۲/۷۵	۶/۱۴	۳/۴۱	۸/۲۲	-۱/۶۳	۱۰/۱۵	۱۱/۷۲	-۱۰/۵۷

جدول ۶- نتایج شاخص آماری RMSE داده‌های مشاهداتی مجموع بارش ماهانه و مدل GLDAS (میلی متر در ماه)

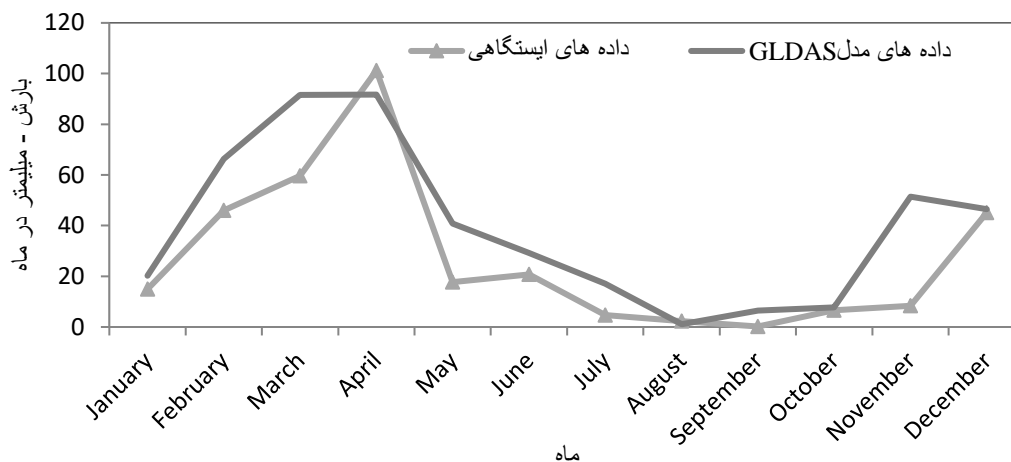
سال	رشت	سیاه بیشه	پل اروان	قزوین	رجایی دشت	باغ کلایه	کوهین	ارتش آباد	قراکند
۲۰۰۱	۱۱۱/۹۵	۲۲/۱۶	۳۱/۹۶	۱۹/۱۲	۳۳/۹۴	۴۶/۶۸	۲۹/۵۳	۲۶/۸۱	۳۱/۷۲
۲۰۰۲	۷۴/۵۰	۱۷/۳۳	۲۲/۰۵	۱۵/۹۵	۲۷/۰۲	۲۵/۵۴	۲۸/۲۷	۳۱/۲۹	۱۹/۲۱
۲۰۰۳	۹۹/۴۰	۱۷/۶۲	۲۶/۵۶	۱۳/۳۱	۲۵/۳۹	۲۲/۷۲	۲۹/۲۶	۱۹/۲۳	۲۴/۹۱
۲۰۰۴	۱۰۶/۹۸	۳۱/۳۷	۳۲/۴۲	۲۱/۴۴	۳۰/۴۲	۲۶/۹۲	۳۱/۶۱	۳۶/۸۸	۳۳/۶۲
۲۰۰۵	۱۳۶/۸۵	۲۷/۴۶	۲۱/۹۸	۲۲/۹۹	۲۷/۹۹	۲۶/۳۳	۲۶/۵۴	۲۶/۱۵	۳۱/۳۱
۲۰۰۶	۱۳۳/۳۱	۲۱/۶۸	۲۷/۲۲	۲۲/۶۸	۳۶/۶۳	۴۲/۶۰	۲۸/۱۴	۳۳/۴۹	۳۳/۶۵
۲۰۰۷	۶۷/۳۵	۱۹/۴۶	۳۵/۷۶	۱۸/۷۵	۳۶/۴۰	۳۶/۰۵	۳۶/۰۷	۳۳/۹۵	۳۵/۹۰
۲۰۰۸	۱۰۵/۳۶	۱۲/۸۹	۲۳/۲۹	۲۶/۱۱	۳۳/۸۵	۳۶/۴۵	۲۸/۵۲	۲۶/۱۳	۲۶/۸۰
۲۰۰۹	۶۳/۵۷	۲۰/۰۲	۲۸/۵۰	۱۷/۶۵	۴۱/۳۹	۳۷/۹۶	۳۰/۲۲	۳۰/۰۴	۳۱/۴۴
۲۰۱۰	۶۱/۹۵	۱۶/۶۳	۲۴/۷۲	۱۶/۲۴	۳۱/۷۱	۲۹/۷۸	۲۶/۶۶	۲۸/۰۴	۴۱/۷۴

جدول ۷- نتایج ارزیابی ضریب تبیین (R^2) داده‌های مشاهداتی مجموع بارش ماهانه و مدل GLDAS

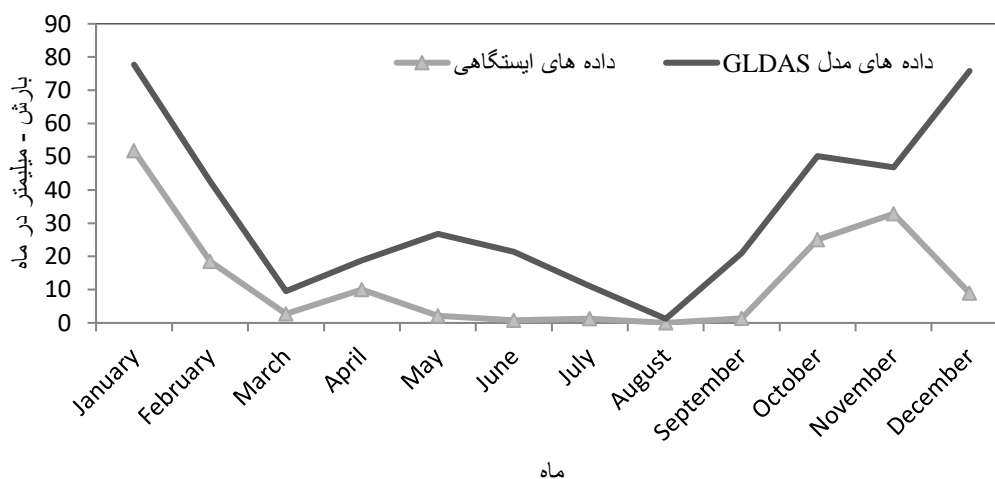
سال	رشت	سیاه بیشه	پل اروان	قزوین	رجایی دشت	باغ کلایه	کوهین	ارتش آباد	قراکند
۲۰۰۱	۰/۶۵	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۰۲	۰	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸
۲۰۰۲	۰/۶۴	۰/۸۵	۰/۶۸	۰/۹۳	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۴۴	۰/۷۵
۲۰۰۳	۰/۱۶	۰/۷	۰/۴۱	۰/۸۷	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۳۲	۰/۶۳	۰/۴۷
۲۰۰۴	۰/۲۳	۰/۵۹	۰/۳۸	۰/۷۶	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۳۶	۰/۷۱
۲۰۰۵	۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۶	۰/۳۶	۰/۵۸	۰/۲۹
۲۰۰۶	۰/۲۶	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۶۹	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۲۷
۲۰۰۷	۰/۳۷	۰/۸۷	۰/۳۶	۰/۷۸	۰/۲۳	۰/۳	۰/۲۸	۰/۴۴	۰/۵
۲۰۰۸	۰/۷۳	۰/۶۹	۰/۳۵	۰/۵۷	۰	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۵
۲۰۰۹	۰/۲۰	۰/۵۴	۰/۳۲	۰/۷۸	۰/۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۲
۲۰۱۰	۰/۱۸	۰/۶۲	۰/۳	۰/۷۹	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۴۱	۰/۲	۰/۲۸



شکل ۴- نمودار خطی رابطه بارش ایستگاه سینوپتیک قزوین با داده‌های GLDAS برای سال تر (۲۰۰۶)



شکل ۵- نمودار خطی رابطه بارش ایستگاه سینوپتیک قزوین با داده‌های GLDAS برای سال نرمال (۲۰۰۷)



شکل ۶- نمودار خطی رابطه بارش ایستگاه سینوپتیک قزوین با داده‌های GLDAS برای سال خشک (۲۰۰۸)

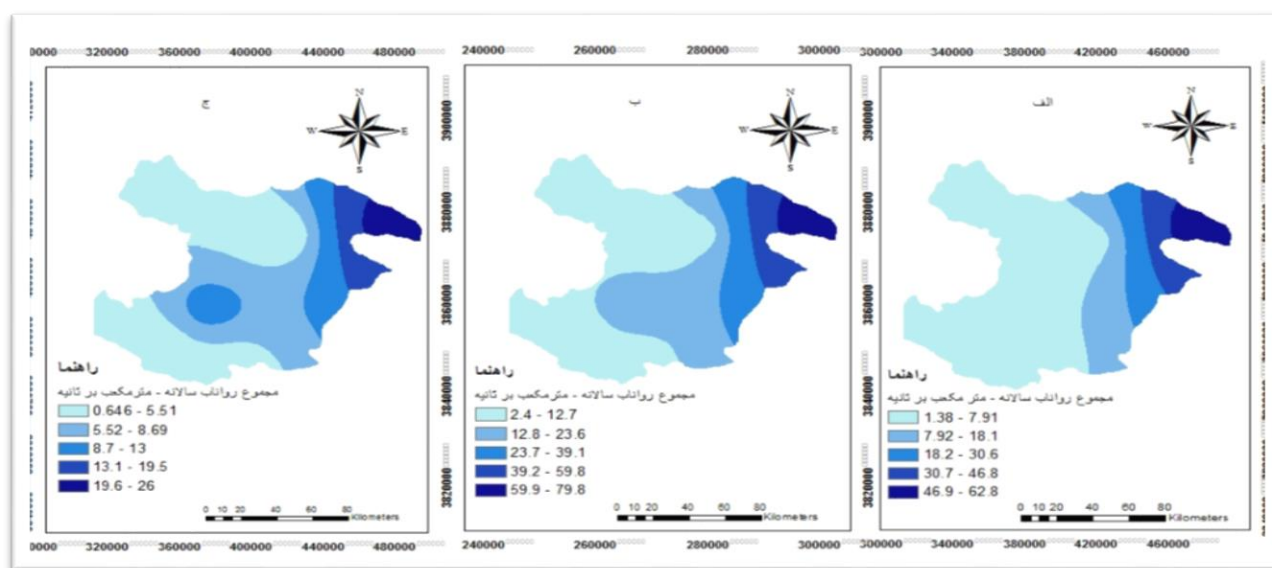
کمترین و بیشترین RMSE به ترتیب برابر $12/89$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه سیاه‌بیشه در سال ۲۰۰۸ و $133/31$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه رشت در سال ۲۰۰۶ (جدول ۸)، کمترین و بیشترین مقدار MAE نیز به ترتیب برابر $8/76$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه سیاه‌بیشه در سال ۲۰۰۸ و $89/72$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه رشت در سال ۲۰۰۵ (جدول ۶)، کمترین و بیشترین مقدار MBE نیز به ترتیب برابر $-86/41$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه رشت در سال ۲۰۰۴ و $26/68$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه ارتش‌آباد در سال ۲۰۰۴ (جدول ۷) و همچنین بیشترین

مقایسه توزیع مکانی داده‌های ایستگاهی با داده‌های مدل GLDAS (شکل‌های ۳ و ۲) حاکی از آن است که در سال نرمال، داده‌های مدل GLDAS هم‌خوانی بیشتری نسبت به سال‌های تر و خشک با داده‌های مشاهداتی دارد. پس از انجام آزمون پیرسون به کمک نرم‌افزار SPSS16.0 و بررسی نتایج آن هم‌بستگی بین داده‌های بارش ایستگاه‌های باران‌سنجی با داده‌های مدل GLDAS با سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار تشخیص داده شد. مقایسه آماری بارش اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی با داده‌های مدل GLDAS نشان داد که

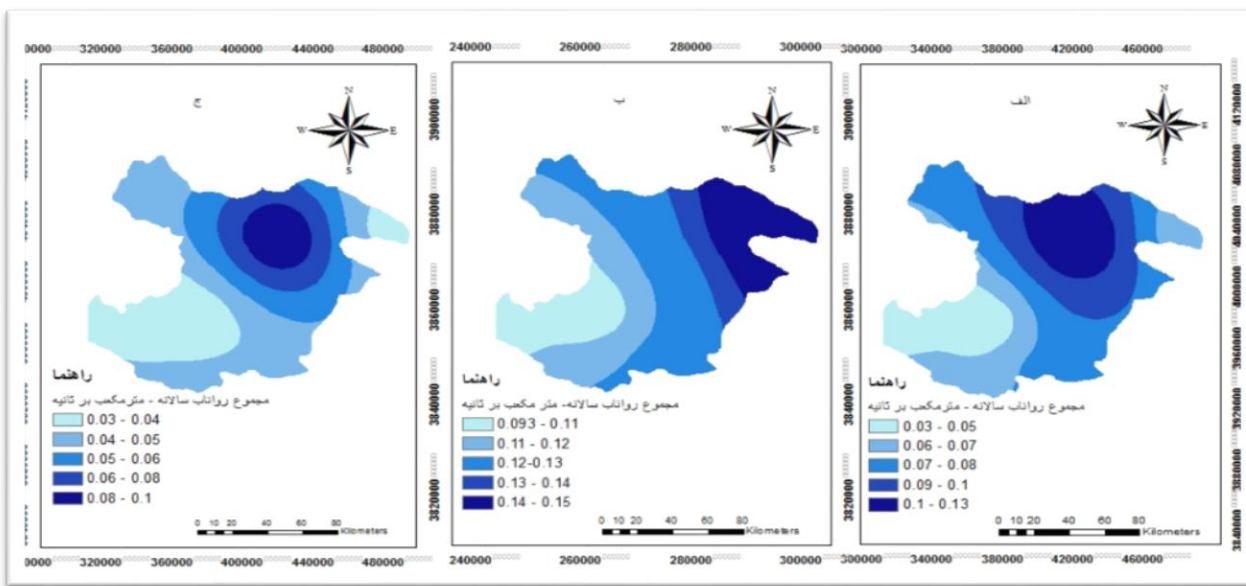
همبستگی برابر 0.78 ، برای سال خشک (2008) RMSE به مقدار $26/11$ میلی متر در ماه، MAE به مقدار $20/62$ میلی متر در ماه، MBE به مقدار $20/62$ میلی متر در ماه و ضریب همبستگی 0.57 به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که صرف نظر از ایستگاه‌های رشت و سیاه‌بیشه مدل GLDAS در بیشتر سال‌ها بیش برآورد داشته است (جدول ۷). همچنین نتایج نشان می‌دهد که مدل GLDAS در سال‌های نرمال ضریب همبستگی بهتری نسبت به سال‌های تر و خشک دارد. در مورد علت متغیر بودن ضریب همبستگی و نتایج در ایستگاه‌های مذکور نمی‌توان به قطعیت صحبت کرد ولی ممکن است که این نتایج ناشی از تنوع آب و هوایی و پوشش گیاهی در منطقه باشد که بر نتایج و پیش‌بینی‌های مدل GLDAS تأثیر گذاشته است.

توزیع مکانی رواناب برای سال تر (2006)، نرمال (2007) و خشکسالی (2008) داده‌های ایستگاهی در شکل (۷) و برای مدل GLDAS در شکل (۸) آورده شده است. نتایج ارزیابی شاخص‌های آماری در جداول (۸) تا (۱۱) ارائه شده است. به عنوان نمونه رابطه خطی میان داده‌های ایستگاه حاجی عرب با داده‌های GLDAS در سال‌های تر، نرمال و خشک در شکل‌های (۹) تا (۱۱) ارائه شده است.

ضریب همبستگی به مقدار 0.93 برای ایستگاه قزوین در سال 2002 و کمترین ضریب همبستگی به مقدار 0 برای ایستگاه رجایی‌دشت در سال 2008 و باغ‌کلایه در سال 2001 است (جدول ۹). کنترایی بروجردی (2016) درستی و دقت داده‌های بارش پایگاه‌های GPCP، APHRODITE، MERRA و GLDAS را در نظارت بر خشکسالی در ایران طی بازه زمانی 1980 تا 2010 مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این پژوهش مقادیر بارش پایگاه‌های به کار گرفته شده در مناطق غربی رشته‌کوه زاگرس بهترین عملکرد را دارند، ولی تمامی پایگاه‌های مورد استفاده در سواحل دریای خزر عملکرد نسبتاً ضعیفی دارند. نتایج ایستگاه رشت نشان می‌دهد که مدل GLDAS در نواحی معتدل و مرطوب با حداکثر بارندگی ضریب همبستگی نسبتاً ضعیفی دارد که با نتایج مطالعات فوق هم‌خوانی دارد. به عنوان نمونه برای ایستگاه قزوین برای سال تر RMSE (2006) به مقدار $22/68$ میلی متر در ماه، MAE به مقدار $17/59$ میلی متر در ماه، MBE به مقدار $13/68$ میلی متر در ماه و ضریب همبستگی برابر 0.69 ، برای سال نرمال (2007) RMSE به مقدار $18/75$ میلی متر در ماه، MAE به مقدار $13/69$ میلی متر در ماه، MBE به مقدار $11/91$ میلی متر در ماه و ضریب



شکل ۷- توزیع مکانی رواناب داده‌های ایستگاهی استان قزوین الف- سال تر (2006)، ب- سال نرمال (2007)، ج- سال خشک (2008)



شکل ۸- توزیع مکانی رواناب داده‌های مدل GLDAS استان قزوین، الف- سال تر (۲۰۰۶)، ب- سال نرمال (۲۰۰۷)، ج- سال خشک (۲۰۰۸)

جدول ۸- نتایج ارزیابی شاخص آماری RMSE داده‌های مشاهداتی مجموع رواناب ماهانه و مدل GLDAS (مترمکعب بر ثانیه)

سال	باراجین	زهتران	سایت سه	دشتک	رحیم اباد	ده اروان	حاجی عرب	خوبان
۲۰۰۲	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۵/۸۳
۲۰۰۳	۱/۱۷	۰/۸۸	۱/۸۸	۱/۰۳	۴/۲۹	۰/۲۹	۰/۹۱	۶/۶۹
۲۰۰۴	۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۸۸	۰/۹۲	۱/۰۳	۰/۳۰	۰/۸۰	۶/۵۷
۲۰۰۵	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۷۶	۱/۶۴	۳/۷۳	۰/۲۴	۰/۷۵	۴/۱۲
۲۰۰۶	۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۸۹	۰/۶۲	۰/۱۸	۰/۳۳	۶/۶۲
۲۰۰۷	۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۰۳	۱/۲۰	۳/۱۷	۰/۳۲	۱/۵۳	۹/۵۸
۲۰۰۸	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۰۱	۰/۵۷	۱/۹۶	۰/۰۸	۰/۴۸	۲/۴۴

جدول ۹- نتایج ارزیابی شاخص آماری MAE داده‌های مشاهداتی مجموع رواناب ماهانه و مدل GLDAS (مترمکعب بر ثانیه)

سال	باراجین	زهتران	سایت سه	دشتک	رحیم اباد	ده اروان	حاجی عرب	خوبان
۲۰۰۲	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۴/۲۶
۲۰۰۳	۰/۷۴	۰/۵۱	۰/۷۸	۰/۸۲	۲/۰۲	۰/۱۹	۰/۵۸	۵/۲۰
۲۰۰۴	۰/۴۰	۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۷۶	۰/۵۰	۰/۱۸	۰/۵۷	۵/۰۲

ادامه جدول ۹-

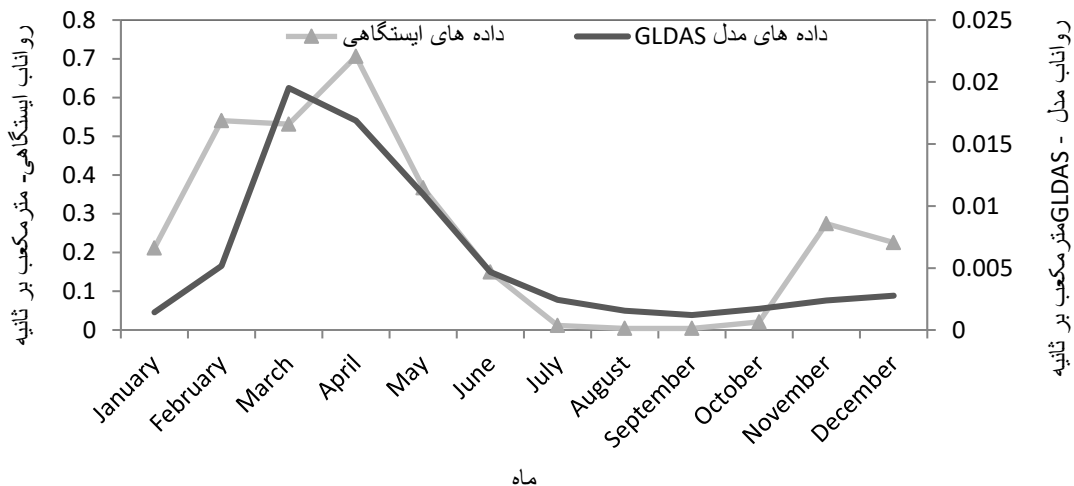
سال	باراجین	زهتران	سایت سه	دشتک	رحیم آباد	ده اروان	حاجی عرب	خوبان
۲۰۰۵	۰/۴۸	۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۷۶	۱/۴۱	۰/۱۵	۰/۵۰	۳/۶۴
۲۰۰۶	۰/۲۷	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۶۵	۰/۳۷	۰/۱۳	۰/۲۵	۵/۲۶
۲۰۰۷	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۰۲	۰/۷۴	۱/۶۱	۰/۱۹	۰/۸۲	۶/۶۵
۲۰۰۸	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۹۸	۰/۰۵	۰/۳۲	۲/۱۷

جدول ۱۰- نتایج ارزیابی شاخص آماری MBE داده‌های مشاهداتی مجموع رواناب ماهانه و مدل GLDAS (مترمکعب بر ثانیه)

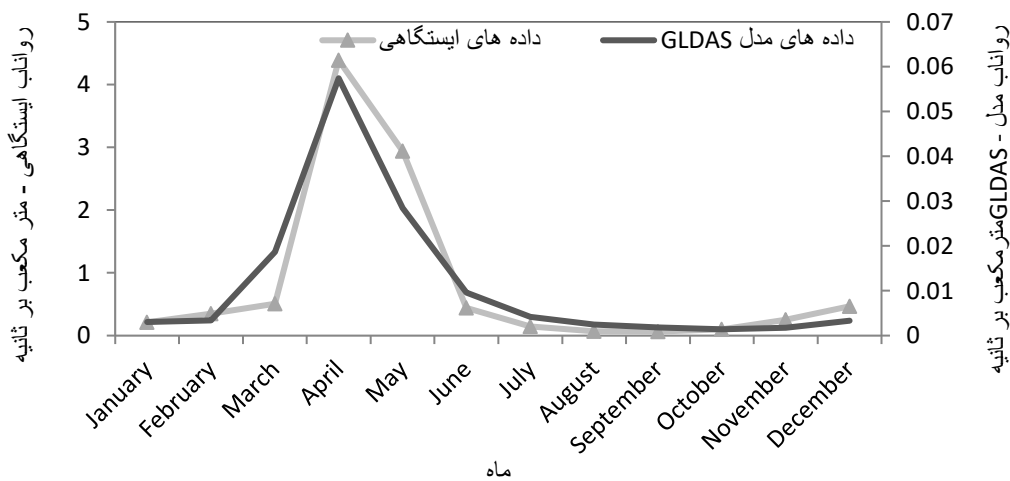
سال	باراجین	زهتران	سایت سه	دشتک	رحیم آباد	ده اروان	حاجی عرب	خوبان
۲۰۰۲	-۰/۱۶	-۰/۲۷	-۰/۳۳	-۰/۳۹	-۰/۱۸	-۰/۰۸	-۰/۰۶	-۴/۲۶
۲۰۰۳	-۰/۷۴	-۰/۵۱	-۰/۷۸	-۰/۸۲	-۲/۰۲	-۰/۱۹	-۰/۵۸	-۵/۲۰
۲۰۰۴	-۰/۴۰	-۰/۳۱	-۰/۴۶	-۰/۷۶	-۰/۵۰	-۰/۱۸	-۰/۵۷	-۵/۰۲
۲۰۰۵	-۰/۴۸	-۰/۵۵	-۰/۴۰	-۰/۷۶	-۱/۴۱	-۰/۱۵	-۰/۵۰	-۳/۶۴
۲۰۰۶	-۰/۲۷	-۰/۴۰	-۰/۳۳	-۰/۶۵	-۰/۳۷	-۰/۱۳	-۰/۲۵	-۵/۲۶
۲۰۰۷	-۰/۵۳	-۰/۵۶	-۰/۰۱	-۰/۷۴	-۱/۶۱	-۰/۱۹	-۰/۸۲	-۶/۶۵
۲۰۰۸	-۰/۱۳	-۰/۲۸	-۰/۰۱	-۰/۳۴	-۰/۹۸	-۰/۰۵	-۰/۳۲	-۲/۱۷

جدول ۱۱- نتایج ارزیابی ضریب تبیین (R^2) داده‌های مشاهداتی مجموع رواناب ماهانه و مدل GLDAS

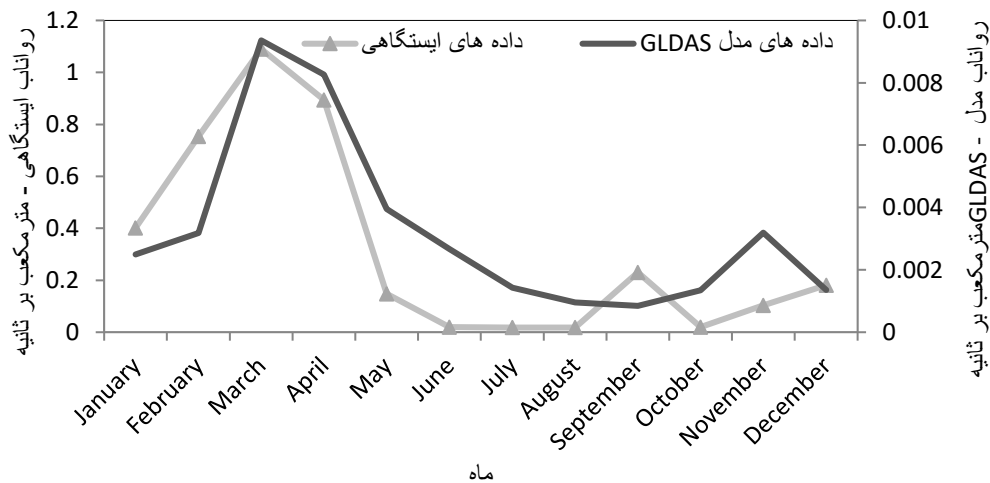
سال	باراجین	زهتران	سایت سه	دشتک	رحیم آباد	ده اروان	حاجی عرب	خوبان
۲۰۰۲	۰/۵۳	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۶۶	۰/۷۳	۰/۳۶
۲۰۰۳	۰/۸۴	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۶۹	۰/۴۹	۰/۸۱	۰/۷۲	۰/۶۸
۲۰۰۴	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۶۳	۰/۷۴	۰/۱۴
۲۰۰۵	۰/۹۸	۰/۳۸	۰/۸۳	۰/۹۶	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۷۲	۰/۴۵
۲۰۰۶	۰/۲۷	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۸۸	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۴۵
۲۰۰۷	۰/۸۸	۰/۵۴	۰/۰۳	۰/۶۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۹۲	۰/۳۵
۲۰۰۸	۰/۶۸	۰/۸۴	۰/۰۵	۰/۶۰	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۲



شکل ۹- نمودار خطی رابطه رواناب ایستگاه هیدرومتری حاجی عرب با داده های GLDAS برای سال تر (۲۰۰۶)



شکل ۱۰- نمودار خطی رابطه رواناب ایستگاه هیدرومتری حاجی عرب با داده های GLDAS برای سال نرمال (۲۰۰۷)



شکل ۱۱- نمودار خطی رابطه رواناب ایستگاه هیدرومتری حاجی عرب با داده های GLDAS برای سال خشک (۲۰۰۸)

MAE به مقدار ۰/۳۲ متر مکعب بر ثانیه و ضریب همبستگی ۰/۷۳ به دست آمد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که داده‌های رواناب مدل GLDAS کم برآورد داشته است. همان‌طور که از نتایج ارائه شده مشخص است بین داده‌های زمینی و نتایج مدل GLDAS در بعضی از ایستگاه‌ها اختلاف وجود دارد. در مورد علت کم برآورد مدل GLDAS در ایستگاه‌های مذکور نمی‌توان به قطعیت صحبت کرد ولی این امکان وجود دارد که این نتایج ناشی از تنوع آب و هوایی و پوشش گیاهی در منطقه باشد که بر نتایج و پیش‌بینی‌های مدل GLDAS تأثیر گذاشته است.

استان قزوین به لحاظ شرایط طبیعی به دو ناحیه کوهستانی و دشتی تقسیم می‌شود. منطقه کوهستانی آن در شمال استقرار دارد. در همین ناحیه، بخشی از رشته کوه البرز از بخش شمال غربی و از استان گیلان به طرف جنوب غربی در داخل استان قزوین کشیده شده است. ایستگاه‌هایی مانند کوهین، رجایی‌دشت و خوبان در ناحیه کوهستانی قرار دارند. ممکن است دلیل همبستگی پایین این ایستگاه‌ها با داده‌های مدل GLDAS اقلیم کوهستانی این منطقه باشد.

ونگ و همکاران (۲۰۱۱) به ارزیابی مدل GLDAS/Noah در حوضه سانگوا واقع در کشور چین طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ پرداختند. بر اساس مقایسه‌ای که بین داده‌های مدل GLDAS و مشاهدات زمینی انجام شد، ضریب همبستگی ۰/۷۵۹۹ برای پارامتر بارش و ۰/۹۹۳۳ برای پارامتر دمای هوای نزدیک سطح زمین به دست آمد. در این پژوهش ضریب همبستگی مجموع سالانه بارش ایستگاه سیاه‌بیشه برابر ۰/۷۶۳۵ و ضریب همبستگی مجموع سالانه رواناب ایستگاه زهتران برابر ۰/۵۰۲۴ بدست آمد. نتایج ارزیابی‌های آماری برای داده‌های بارش، $R^2 = 0/93$ ، $MAE=13/57$ ، $MBE=13/57$ و $RMSE=15/95$ میلی‌متر در ماه برای ایستگاه قزوین در سال ۲۰۰۲ و در رابطه با داده‌های رواناب $R^2=0/92$ ، $MAE=0/82$ ، $MBE=-0/82$ و $RMSE=1/53$ و ضریب همبستگی ۰/۸۲ و $MAE=0/82$ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه حاجی‌عرب در سال ۲۰۰۷ به دست آمد. لازم به ذکر است که

مقایسه توزیع مکانی داده‌های ایستگاهی با داده‌های مدل GLDAS (شکل‌های ۸ و ۷) حاکی از آن است که داده‌های مدل GLDAS تغییرات مکانی رواناب را به خوبی نشان می‌دهد. از قسمت شمال شرقی استان به سمت جنوب غربی استان روند کاهشی مقدار رواناب مشاهده می‌شود (شکل ۷) که با توجه به شکل ۸، GLDAS به خوبی این روند کاهشی را نشان می‌دهد اما به شدت در مقادیر رواناب حاصل از مدل GLDAS کم برآورد مشاهده می‌شود. پس از انجام آزمون پیرسون به کمک نرم‌افزار SPSS16.0 و بررسی نتایج آن همبستگی بین داده‌های رواناب ایستگاه‌های هیدرومتری با داده‌های مدل GLDAS با سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار تشخیص داده شد. مقایسه آماری رواناب اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هیدرومتری با داده‌های مدل GLDAS نشان داد که کمترین مقدار RMSE برابر ۰/۰۱ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه سایت‌سه در سال ۲۰۰۸ و بیشترین مقدار آن برابر ۹/۵۸ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه خوبان در سال ۲۰۰۷ می‌باشد (جدول ۱۰). کمترین و بیشترین مقدار MAE نیز به ترتیب برابر ۰/۰۱ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه سایت‌سه در سال ۲۰۰۸ و ۶/۶۵ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه خوبان در سال ۲۰۰۷ (جدول ۱۱)، کمترین و بیشترین مقدار MBE نیز به ترتیب برابر ۶/۶۵- متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه خوبان در سال ۲۰۰۷ و ۰/۰۱- متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه سایت‌سه در سال ۲۰۰۸ (جدول ۱۲) و همچنین بالاترین ضریب همبستگی به مقدار ۰/۹۸ برای ایستگاه باراجین در سال ۲۰۰۵ و کمترین ضریب همبستگی به مقدار ۰ برای ایستگاه دشتک در سال ۲۰۰۲ به دست آمد (جدول ۱۳). به عنوان نمونه برای ایستگاه حاجی‌عرب در سال تر (۲۰۰۶) $RMSE$ به مقدار ۰/۳۳ متر مکعب بر ثانیه، MAE به مقدار ۰/۲۵ متر مکعب بر ثانیه، MBE به مقدار ۰/۲۵- متر مکعب بر ثانیه و ضریب همبستگی ۰/۶۵، در سال نرمال (۲۰۰۷) $RMSE$ به مقدار ۱/۵۳ متر مکعب بر ثانیه، MBE به مقدار ۰/۸۲- متر مکعب بر ثانیه MAE به مقدار ۰/۸۲ و ضریب همبستگی ۰/۹۲ و در سال خشک (۲۰۰۸) $RMSE$ به مقدار ۰/۴۸ و MBE به مقدار ۰/۳۲،

۲- زارع ایبانه ح، بیات ورکشی م و یزدانی و، تحلیل روند تغییرات سالانه و فصلی دما، بارش و خشکسالی‌های استان همدان، فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال اول، شماره ۳، بهار ۱۳۹۰.

۳- فرخ نیا آ و مرید س.، ۱۳۹۳، 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 (مطالعه‌ی موردی حوضه آبریز دریاچه ارومیه)، تحقیقات منابع آب ایران، سال دهم، شماره ۱.

4- preliminary assessment of their impact on global land data assimilation system and land surface states. *Journal of Hydrometeorol.*, 6, 573-598.

5- Moiwo JP, Yang Y, Li H, Han S, Hu Y. 2009. Comparison of GRACE with in situ hydrological measurement data shows storage depletion in Hai River basin. Northern China. *Water SA* 35:663-670

6- Sabohi, R. and S. Soltani. 2008. Trend Analysis of Climatic Factors in Great Cities of Iran. *Agriculture and natural resources*, 12(46):303-322.

7- Tian, Y., Peters-Lidard, C. D., Choudhury, B.J., and Garcia, M., 2007. Multitemporal analysis of TRMM-based satellite precipitation products for land data assimilation applications. *Journal of Hydrometeorol.*, 8, 1165-1183.

8- Wahr J., Swenson S., Zlotnicki V. and Velicogna I. 2004. Time - variable gravity from GRACE: First results. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L11501, doi: 10.1029/2004GL019779.

9- Wang, F., L. Wang, T. Koike, H. Zhou, K. Yang, A. Wang and W. Li. 2011. Evaluation and application of a fine - resolution global data set in a semiarid mesoscale river basin with a distributed biosphere hydrological model. *Journal of Geophysical Research* Vol. 116.

10- Katirae - Boroujerdy, S. PS., Nasrollahi, N., Hsu, KL., and Sorooshian, S., 2016, Quantifying the reliability of four global datasets for drought monitoring over a semiarid region: *Theor. Appl. Climatol.*, 123, 387-398.

تفاوت‌های منطقه‌ای در عملکرد مجموعه داده‌های مدل GLDAS در اینجا برجسته شده و نیازمند تحقیقات بیشتر است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، هدف این مطالعه، ارزیابی دقت برآورد بارش و رواناب با استفاده از مدل جهانی سطح زمین (GLDAS) بر روی استان قزوین است. کیفیت هر یک از داده‌ها بستگی به بسیاری از عوامل مانند تکنیک‌های درونیابی، منابع داده، دسترسی به داده‌های ایستگاهی و رزولوشن شبکه دارد. این مطالعه نشان می‌دهد مدل GLDAS قادر است رواناب و بارش را برای سال نرمال نسبتاً خوب برآورد کند. با این حال، مطالعات بیشتری برای بررسی تفاوت‌های منطقه‌ای و دلیل تغییرات که فراتر از اهداف این مطالعه است، مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده مدل GLDAS قادر است مقدار رواناب را به صورت ماهانه برای سال نرمال نسبتاً خوب برآورد کند و ضریب همبستگی بالایی با داده‌های زمینی دارد. هم‌چنین بین داده‌های بارش ماهانه زمینی و داده‌های مدل سطح زمین همبستگی خوبی برای سال نرمال وجود دارد. در کل می‌توان در مورد این مدل این‌طور نتیجه گرفت که GLDAS برای نقاطی که دسترسی به داده‌های زمینی دشوار است، می‌تواند بسیار کاربردی و مفید باشد زیرا امکان بررسی مناطق وسیع و غیر قابل دسترس با هزینه‌ی کم را دارد. با توجه به این که مدل GLDAS تقریباً هر ۶ ماه به روزرسانی می‌شود و با توجه به گسترش روز افزون استفاده از این مدل در سطح جهان بررسی داده‌های آن در سال‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

مراجع

۱- پلرودی مقدم م، حمزه س و وظیفه دوست م، بررسی روند تغییرات بارش و رواناب با استفاده از مدل جهانی سطح زمین (GLDAS) در حوضه سد دوستی، فصل‌نامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۵، شماره ۹۸، تابستان ۹۵.