



سنجش از دور & GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing &
GIS

سال یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۸
Vol. ۱۱, No. ۲, Summer ۲۰۱۹

۱۱۵-۱۲۴

ارزیابی داده‌های بارش دور سنجی GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای

(مورد مطالعه: غرب میانه ایران)

حمیدرضا صادقی^۱، جعفر معصوم‌پور سماکوش^{۲*}، مرتضی میری^۳

۱. کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. دانش‌آموخته دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۳۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین مشکلات پژوهشگران در مطالعات جوی و هیدرولوژیکی، نداشتن داده‌های به‌روز و طولانی‌مدت با دقت مناسب است. در بسیاری از مناطق کوهستانی و بیابانی، ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی با فاصله مناسب توزیع نشده‌اند. لذا استفاده از داده‌های بارش ثبت‌شده توسط ماهواره‌ها می‌تواند مکمل مناسبی برای رفع کمبود این نوع از داده باشد. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی صحت داده‌های ماهواره‌ای در مقابل داده‌های مشاهده‌ای است. در این پژوهش تصاویر بارش روزانه ثبت‌شده توسط سنجنده GPM با قدرت تفکیک 0.1×0.1 درجه در غرب میانه ایران برای ۱۳۹۰ روز در بازه زمانی ۲۰۱۴/۳/۱۲ تا ۲۰۱۶/۱/۳۱ مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور، از داده‌های بارش روزانه ۳۱ ایستگاه سینوپتیک به عنوان داده مشاهده‌ای و برای ارزیابی داده‌ها از شاخص‌های آماری R^2 ، EF ، IA ، $slope$ ، $bias$ ، $Rmse$ استفاده شده است. نتایج نشان داد که در مجموع بارش روزانه حاصل از سنجنده GPM در غرب میانه ایران از دقت مناسبی برخوردار نیست. بر اساس ضریب تعیین بیش از ۷۷ درصد ایستگاه مقدار ضریب تعیین کمتر از ۰/۵ دارند و تنها برای ۷ ایستگاه، مقدار ضریب تعیین به ۰/۵ و بیشتر می‌رسد که در بهترین حالت برای ایستگاه نورآباد لرستان مقدار این شاخص ۰/۵۷ است. نتایج سایر شاخص‌ها نیز بیانگر دقت پایین و انحراف بالای مقادیر بارش روزانه این سنجنده در مقابل بارش مشاهده‌ای است. مقایسه مجموع بارش برآورد شده سنجنده GPM در مقابل مجموع بارش هر ایستگاه نشان داد هرچند این سنجنده نمی‌تواند مقدار دقیق و مناسبی از بارش روزانه منطقه غرب ایران را برآورد کند، باوجود این، رفتار مکانی بارش غرب ایران را در حالت کلی به‌خوبی نشان می‌دهد و این شرایط بیانگر دقت بیشتر این سنجنده در مقیاس‌های زمانی بالاتر (ماه، سال) است.

کلیدواژه‌ها: سنجش‌از‌دور، GPM، آزمون آماری، بارش، غرب میانه ایران

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: استان کرمانشاه، شهر کرمانشاه، باغ ابریشم، دانشگاه رازی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا، تلفن همراه: ۰۹۱۸۳۳۱۷۹۸۹

Email: j.masoompour@razi.ac.ir

۱- مقدمه:

بارش‌های سنگین استوایی را نیز به‌خوبی رصد می‌کند (شریفی و همکاران، ۲۰۱۶). قابلیت زیاد داده‌های ماهواره‌ای سبب شده است که محققان زیادی به ارزیابی محصولات بارش ماهواره‌ها و استفاده از آن‌ها در مطالعات هیدرو - اقلیم برای مناطق مختلف جهان استفاده بپردازند.

نذول اسلام و یودا (۲۰۰۷) نشان دادند که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای TRMM در مشخص نمودن خصوصیات بارش در بنگلادش روشی مناسب است. چوگامونگ و چو (۲۰۰۸) با ارزیابی داده‌های بارش ماهواره‌ای و ایستگاه‌های زمینی تایلد برای دوره آماری ۱۹۹۳-۲۰۰۷ بیان کردند که ماهواره TRMM در برآورد بارش‌های سنگین مناسب نیست. حبیب و همکاران (۲۰۰۹) برآوردهای بارندگی توسط ماهواره TRMM3B42-RT را در مقایسه با ایستگاه‌های باران‌سنجی و مشاهدات رادار برای ایالت لوئیزیانا انجام دادند. ارزیابی بر روی ۶ بارش سنگین ناشی از طوفان‌های حاره‌ای بوده است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از این است که ماهواره TRMM بارش‌های کوچک را بیشتر نشان داده و بارش‌های بزرگ را کمتر برآورد می‌کند. فیداس (۲۰۱۰) با مقایسه داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های باران‌سنجی در یونان، دقت شش ایستگاه پایگاه داده برداری ماهواره‌ای را مورد ارزیابی قرارداد و روشن ساخت که داده‌های TRMM در سه مقیاس مکانی ۲/۵، ۱ و ۰/۵ درجه عملکرد بسیار خوبی دارد. المزروعی (۲۰۱۱) برای عربستان سعودی داده‌های اقلیمی بارش ماهواره TRMM را از ۱۹۹۸-۲۰۰۹ به‌وسیله داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی کالیبره کرده است و مشخص کرد که بین آن‌ها ضریب همبستگی قوی ۰/۹ و معنی‌دار ۹۹ درصد وجود دارد.

بارش یکی از مهم‌ترین پارامترها در چرخه هیدرولوژی است که تغییرات زمانی و مکانی زیاد این پارامتر و همچنین تأثیرگذاری زیاد آن بر محیط‌زیست طبیعی و انسانی سبب توجه زیاد به این پارامتر در مطالعات مختلف اقلیمی، هواشناسی، هیدرولوژی، محیطی و غیره شده است (مونتیگن، ۲۰۰۲). از طرف دیگر، تأثیرگذاری مستقیم این عنصر جوی بر دسترس بودن آب شیرین و همچنین پیامدهای ناشی از شدت آن همچون طوفان، کولاک، سیل، خشک‌سالی و رانش زمین بر اهمیت این پدیده بیش‌ازپیش افزوده است (فوترل و همکاران، ۲۰۰۵). با این وجود، همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات پژوهشگران مرتبط با چرخه هیدرولوژی، نداشتن داده‌های به‌روز و طولانی‌مدت با دقت مناسب است. چراکه در بسیاری از مناطق مختلف جهان بارش به‌طور معمول توسط ایستگاه‌های سطح زمین با عدم توزیع یکنواخت و در برخی مناطق توسط رادارها با مشکلات متعدد اندازه‌گیری می‌شود. این در حالی است که در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، مناطق کوهستانی و بیابانی که اندازه‌گیری ویژگی‌های بارش از اهمیت زیادی برخوردار است، ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی موجود به‌خوبی و با فواصل مناسب توزیع نشده‌اند و فاصله آن‌ها از قانون خاصی پیروی نمی‌کند. همچنین بر روی آب‌ها، دریاها و دریاچه‌ها، شبکه همدیدی و باران‌سنجی وجود ندارد (هادلو ۱۹۷۹). امروزه استفاده از ماهواره‌ها به‌ویژه در مطالعات علوم طبیعی از جمله هواشناسی، اقلیم‌شناسی و هیدرولوژی امری اجتناب‌ناپذیر شده است. تا چند دهه قبل برای پیش‌بینی بارش از روش‌های سنتی استفاده می‌شد ظهور ماهواره‌های هواشناسی باعث انقلابی در این زمینه شد. سنجنده‌های مختلفی در این زمینه فعالیت دارند از جمله TRMM^۱، PERSIANN^۲، COMORPH^۳ و غیره. نسل جدید ماهواره‌های هواشناسی GPM^۴ است که به‌منظور اندازه‌گیری باران‌های سبک و بارش برف طراحی شده و همچنین

1. Tropical Rainfall Measuring Mission
2. Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks
3. Climate Prediction Center (CPC) Morphing Technique
4. Global Precipitation Measurement

همبستگی خوبی برخوردار بوده و تنها در تهران دارای کم برآوردی بارش است. اوکتیکی و همکاران (۲۰۱۷) به مطالعه و ارزیابی برآورد بارش ماهواره TRMM3B42V7 در حوضه آبریز ام الربیع در مراکش پرداختند، نتایج نشان داد که دقت برآورد بارش ماهواره در مقیاس زمانی روزانه ضعیف است اما در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه دقت ماهواره در برآورد بارش بهتر است. تن و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی بارش برآوردی ماهواره TRMM و GPM در سنگاپور پرداختند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی عملکرد GPM بهتر از سایر محصولات TRMM است. سانگه و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی مقایسه‌ای برآورد بارش توسط ماهواره GPM و TRMM در بولیوی پرداختند. بر اساس نتایج GPM برآورد دقیق‌تری از بارش داشته است.

در داخل کشور نیز در ارتباط با ارزیابی داده‌های بارش ماهواره‌ای تحقیقاتی انجام شده است. حاجی میر رحیمی و همکاران (۱۳۸۶) میزان انطباق داده‌های رادار و ماهواره TRMM با داده‌های بارش زمینی در منطقه شمال غرب ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مقایسه نشان داد که بین داده‌های رادار و داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک انطباق و همبستگی بسیار بالا بوده و در فاصله ۲۰۰ کیلومتری حوزه نفوذ رادار، برابر ۰/۸ را نشان داد. غضنفری مقدم و همکاران (۱۳۹۰) برای خراسان شمالی طی دوره ۲۰۰۶-۲۰۰۸ داده‌های بارش روزانه PERSIANN و داده‌های به‌دست‌آمده از روش‌های گوناگون درون‌یابی (کریجینگ و روش معکوس فواصل) را با داده‌های دیده‌بانی ایستگاه‌های این منطقه مقایسه کردند. نتایج نشان داد ضریب همبستگی داده‌های PERSIANN با داده‌های دیده‌بانی بیشتر از ضریب همبستگی داده‌های درون‌یابی و داده‌های دیده‌بانی است. جوانمرد و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های ماهواره TRMM-TMI اقدام به بررسی توزیع مکانی و زمانی نرخ بارش بر روی ایران نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار

معظمی و همکاران (۲۰۱۳) در ایران به بررسی میزان بارش روزانه به‌دست‌آمده از سه ماهواره TRMM3B42R، TMPA3B42V، PERSIANN در مقایسه با مشاهدات باران‌سنجی در بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶ در کل ایران اقدام نمودند. نتایج نشان داد که 3B42V7 بارش روزانه را بهتر از PERSIANN و 3B42R برآورد می‌کند. لی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از شاخص‌های آماری مانند مجموع مربع خطا و اریبی، دقت داده‌های روزانه، ماهانه و سالانه بارش TRMM، PERSIANN و COMORPH را در مقایسه با داده‌های زمینی برای حوزه رودخانه یانگ تسه طی دوره آماری ۲۰۰۸-۲۰۱۲ ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند داده‌های TRMM مقدار بارش حوزه را بیشتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد و داده‌های PERSIANN و COMORPH مقدار بارش را کمتر نشان می‌دهد. تن و همکاران (۲۰۱۵) داده‌های بارش CMORPH، PERSIANN، GPCP، TRMM و داده‌های زمینی APHRODITE در مقیاس روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه را با داده‌های مشاهداتی در مالزی برای دوره آماری ۲۰۰۳-۲۰۰۷ مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که GPCP کمترین هماهنگی را با ایستگاه‌های زمینی دارد ولی TRMM و APHRODITE بیشترین هماهنگی را با ایستگاه‌های زمینی دارند. پراکاش و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای یک ارزیابی از برآورد و تخمین بارش سنگین توسط ماهواره TRMM و GPM و داده‌های GSMaP در سراسر منطقه تحت سلطه بارندگی موسمیدر جنوب غربی هند داشتند. نتایج نشان داد که تخمین بارش توسط نسخه IMERG از ماهواره GPM دارای خطای کمتری نسبت به مشاهدات TRMM و TMPA است. شریفی و همکاران (۲۰۱۶) طی یک دوره یک‌ساله به ارزیابی دقت داده‌های بارش روزانه برآوردی سنجنده‌های GPM، TRMM-3B42 و پایگاه داده ERA-Interim در ایران برای ۴ استان گیلان، تهران، کرمانشاه و بوشهر پرداختند. نتایج نشان داد، داده‌های GPM با ایستگاه‌های سینوپتیک از

۲- مواد و روش‌ها:

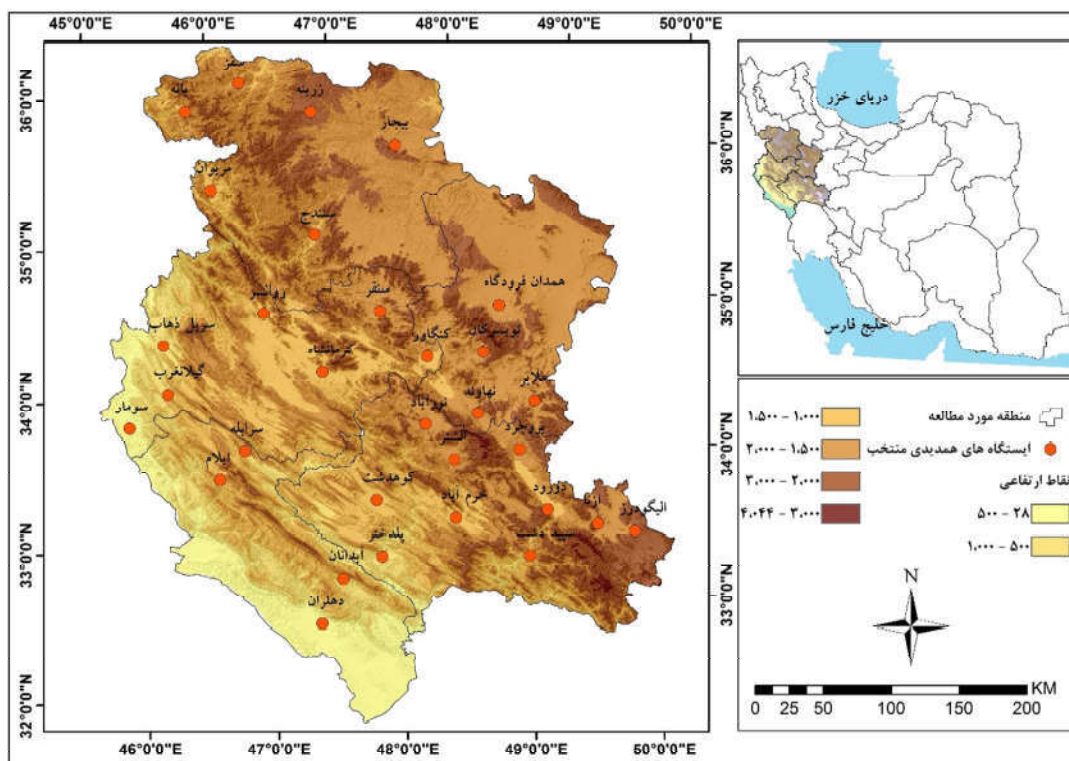
۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، غرب میانه ایران شامل پنج استان کرمانشاه، همدان، کردستان، لرستان و ایلام است. وسعت این منطقه در حدود ۱۲۱۰۰۰ کیلومترمربع است و در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱).

۲-۲- روش کار

به منظور انجام پژوهش حاضر، تصاویر بارش روزانه سنجنده GPM با قدرت تفکیک مکانی 0.1×0.1 درجه طی دوره ۲۰۱۴/۳/۱۲ تا ۲۰۱۷/۱۲/۳۱ به مدت ۱۳۹۰ روز از سایت ناسا به آدرس <https://disc.gsfc.nasa.gov/> datasets اخذ شده است. همچنین داده‌های روزانه بارش ۳۱ ایستگاه همدیدی منطقه مورد مطالعه (شکل ۱) طی دوره مورد مطالعه، از سازمان هواشناسی کشور دریافت شده و به عنوان داده مشاهداتی مورد استفاده قرار گرفت. پس از دریافت داده‌های مورد نیاز، ابتدا تصاویر رستری GPM در محیط نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰.۳ پردازش و مقادیر بارش برای هر روز در منطقه مورد مطالعه استخراج شد. در ادامه به منظور ارزیابی دقت مقدار بارش برآوردی ماهواره، شیپ فایل ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه روی تصاویر بارش برآوردی انطباق داده شد و برای هر ایستگاه مقدار بارش حاصل از تصاویر GPM استخراج شد. در ادامه در محیط نرم‌افزار اکسل داده‌های بارش مشاهداتی و GPM برای هر نقطه در مقابل هم قرار داده شد و با استفاده از قابلیت نرم‌افزار متلب و به‌کارگیری شاخص‌های آماری R^2 ، EF، IA، Bias، RMSE، SLOPE دقت بارش برآوردی GPM مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت نتایج حاصل از ارزیابی به صورت نقشه و نمودار تهیه و ارائه شد.

میانگین پهنه‌ای بارش مربوط به فصل تابستان و ماه‌های ژوئن، جولای و آگوست، با مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌متر بر روز است. کتیرایی بروجردی (۱۳۹۱) اقدام به ارزیابی دقت داده‌های بارش سنجنده PERSIANN در مقابل داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح ایران کرده و نتیجه گرفت PERSIANN بارش سالانه را در مناطق مختلف ایران به‌ویژه منطقه زاگرس کم برآورد می‌کند و مقدار بارش در مناطق خشک کویری را بیش‌ازاندازه برآورد می‌کند. عرفانیان و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه‌ای باهدف ارزیابی میزان صحت داده‌های بارش ماهواره TRMM در ۸۷ ایستگاه سینوپتیکی ایران در مقیاس‌های روزانه و ماهانه انجام داده‌اند. نتایج نشان داد که ماهواره TRMM مقادیر بارندگی روزانه و ماهانه را در ۶۸ درصد از ایستگاه‌ها بیشتر از مقادیر مشاهده‌ای برآورد می‌کند. میری و همکاران (۱۳۹۵) به مطالعه ارزیابی و مقایسه آماری داده‌های بارش TRMM و GPCC با داده‌های مشاهداتی در ایران پرداختند. نتایج نشان داد در مجموع برآورد بارش با TRMM در بیشتر ایستگاه‌های مورد بررسی دقت خوبی دارد. علی بخشی و همکاران (۱۳۹۵) طی یک مطالعه به بررسی مقایسه آماری بین داده‌های بارش GPM و TRMM در مقایسه با ایستگاه‌های باران‌سنجی برای حوضه آبریز کشف رود در استان خراسان رضوی نمودند. بر اساس نتایج به‌دست آمده سنجنده GPM در مقیاس زمانی ماهانه و حوضه دقت بالاتری را نشان داده است. بی‌هتا و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی داده‌های بارش ماهواره GPM و TRMM در شهر تهران نمودند، مقایسه در مقیاس‌های روزانه، ماهانه و فصلی در بازه زمانی ۲۰۱۴/۱۲/۳۱ تا ۲۰۱۶/۱۲/۳۱ انجام گرفت. نتایج نشان‌دهنده عملکرد بهتر ماهواره GPM است. همچنین می‌توان به تحقیقات خسروی و همکاران (۱۳۹۲)، قرابیگی و همکاران (۱۳۹۲)، رسولی و همکاران (۱۳۹۴)، مددی و همکاران (۱۳۹۴) در زمینه ارزیابی دقت داده‌های بارش حاصل از ماهواره، اشاره کرد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های همدیدی منتخب در منطقه مورد مطالعه

۳- نتایج و بحث

بر اساس شاخص R^2 (شکل ۲-الف) میزان ضریب تعیین، بین بارش مشاهده شده و برآورد شده برای غالب ایستگاه‌ها کمتر از $0/50$ است. به طوری که 87% درصد از کل ایستگاه‌ها دارای مقدار ضریب تعیین $0/02$ تا $0/50$ هستند. کمترین مقدار همبستگی مربوط به سرابله با مقدار $0/02$ واقع در شمال شرقی استان ایلام است. شکل (شکل ۳-ب) دقت داده‌های بارش روزانه به دست آمده از ماهواره GPM در مقایسه با داده‌های بارش مشاهداتی در غرب کشور را بر اساس ضریب کارایی EF نشان می‌دهد. مقدار این شاخص از منفی $0/8$ تا مثبت $0/6$ متغیر است به طوری که تعداد ۴ ایستگاه دارای مقدار $0/5$ به بالا می‌باشند یعنی 13% درصد از کل ایستگاه‌ها؛ و تعداد ۱۱ ایستگاه ضریب کارایی آن‌ها در دامنه منفی $0/1$ تا منفی $0/8$ قرار دارد یعنی 35% درصد از کل ایستگاه‌ها. در این بین بالاترین مقدار متعلق به نورآباد با مقدار $0/59$ و کمترین مقدار

در ادامه روابط ریاضی آماره‌های مورد استفاده ارائه شده است. در این روابط p_i مقدار پیش‌بینی شده، O_i مقدار مشاهده شده، \bar{O}_i میانگین مقادیر مشاهده شده، \bar{p}_i میانگین مقادیر پیش‌بینی شده و N تعداد داده‌ها یا طول سری زمانی است. برای توضیحات بیشتر در ارتباط با این شاخص‌ها به مقاله‌های، موریاسی و همکاران 2007 و میری و همکاران 1395 مراجعه شود.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n O_i p_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n O_i^2 \sum_{i=1}^n p_i^2}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (O_i - p_i)^2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - p_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$IA = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (EST - Obs)^2}{\sum_{i=1}^n (|EST - \bar{Obs}| + |Obs - \bar{Obs}|)^2} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$BIAS = \sum_{i=1}^n \frac{p_i - O_i}{n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

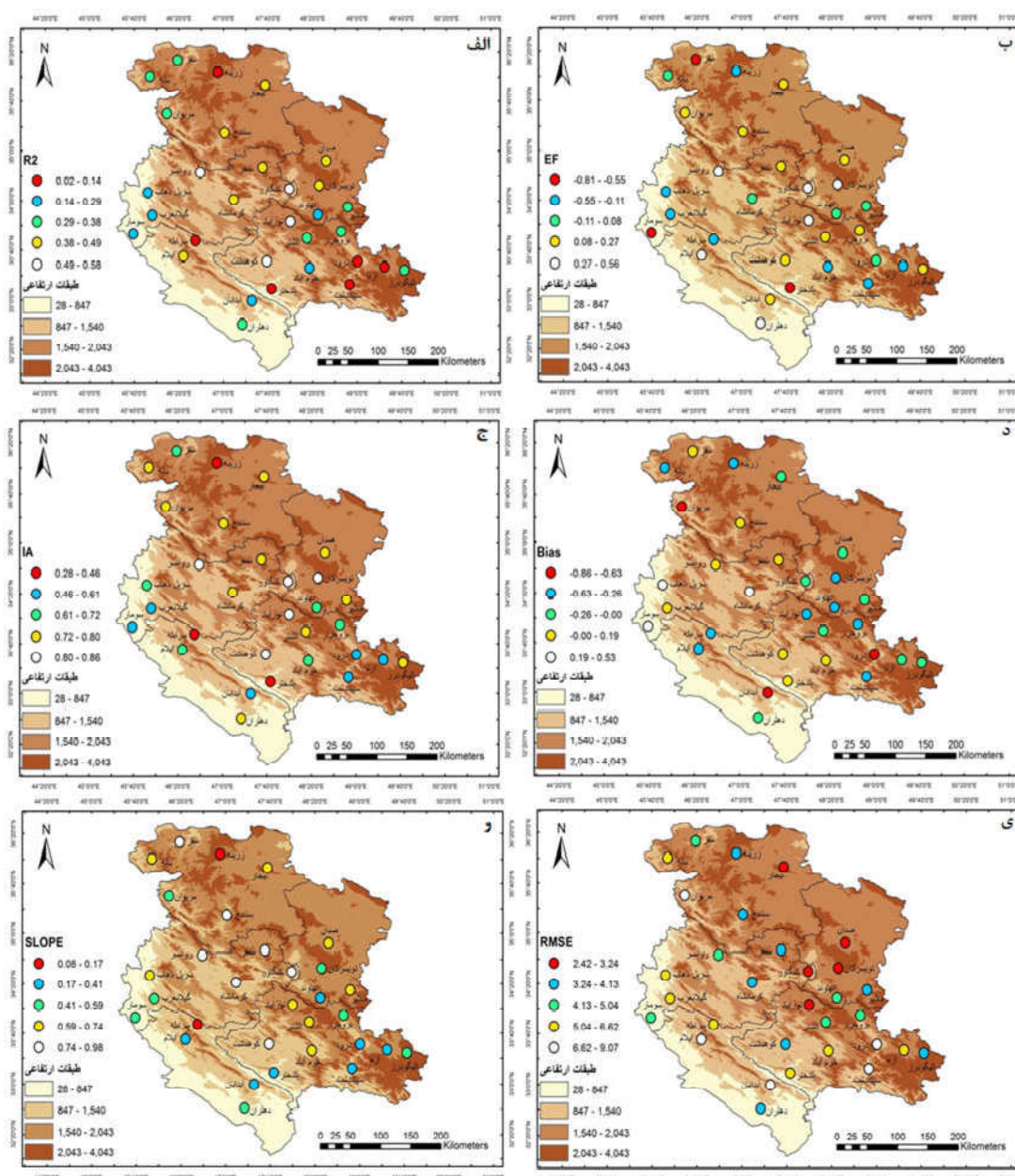
$$b = \frac{S_Y}{S_X} \quad \text{رابطه (۶)}$$

مقدار $2/57$ مشاهده می‌شود. (شکل ۳-و) مقادیر آماره شیب را در مقیاس روزانه نشان می‌دهد. مقدار انحراف از خط رگرسیون برای نقاط داده‌های برآورد شده، از مقدار $0/1$ تا 1 است؛ و تعداد ۹ ایستگاه معادل با 35 درصد از کل ایستگاه‌ها دارای مقدار آماره شیب کمتر از $0/5$ هستند و این نشان‌دهنده فاصله آن‌ها از خط رگرسیون است. ایستگاه‌های (درو، ازنا، آبدانان، ایلام، پلدختر، نهاوند، سپیددشت، زرینه اباتو، سرابله). در این بین، بیشترین انحراف از خط رگرسیون مربوط به سرابله با مقدار $0/08$ است. تعداد ۱۹ ایستگاه معادل با 61 درصد از کل ایستگاه‌ها دارای مقدار slope بیشتر از $0/5$ هستند که به خط رگرسیون نزدیک‌تر می‌باشند. ایستگاه‌های (الشر، الیگودرز، بانه، بیجار، خرم‌آباد، نورآباد، تویسرکان، ملایر، همدان، کرمانشاه، کنگاور، سومار، سقز، کوهدشت، سرپل ذهاب، روانسر). در این بین سقز با مقدار $0/98$ و کوهدشت با مقدار $0/92$ بیشترین نزدیکی را به خط رگرسیون دارند. مقدار slope به‌جز ایستگاه پلدختر، در بقیه ایستگاه‌ها با شاخص bias همسو است. در شاخص bias ماهواره GPM در ایستگاه پلدختر دارای بیش برآوردی است درحالی‌که بر طبق آمار slope این ایستگاه در هر دو حالت از خط رگرسیون فاصله زیادی دارد. شکل (شکل ۳-ی) نتیجه مقایسه و ارزیابی شاخص RMSE برای بارش برآوردی سنجنده GPM در مقابل بارش روزانه ثبت‌شده در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تمامی ایستگاه‌ها دارای مقدار RMSE بیشتر از صفر هستند که تعداد ۱۶ ایستگاه معادل با 52 درصد از آن‌ها دارای مقداری کمتر از 5 هستند (الشر، الیگودرز، همدان، کنگاور، ملایر، کرمانشاه، سنندج، سنقر، دهلران، زرینه اباتو، کوهدشت، روانسر، بیجار، نورآباد، تویسرکان). همچنین تعداد ۱۲ ایستگاه معادل با 39 درصد از ایستگاه‌ها دارای RMSE بالاتر از 5 هستند (درو، ازنا، آبدانان، ایلام، بانه، پلدختر، خرم‌آباد، گیلانغرب، سومار، میوان، سپیددشت، سرابله، سرپل ذهاب). بیشترین مقدار RMSE مربوط به ایلام به میزان $9/07$

مربوط به سرابله به مقدار $0/02$ است. همچنین تعداد ۱۶ ایستگاه معادل 52 درصد دارای مقدار 0 تا $0/4$ هستند. در شکل (۲-ج)؛ ضریب توافق و هماهنگی برای داده‌های برآورد شده توسط سنجنده GPM و داده‌های ثبت‌شده در ایستگاه‌ها نشان داده‌شده است. ضریب توافق و هماهنگی (IA) مقدار $0/3$ تا $0/9$ را نشان می‌دهد. دو ایستگاه زرینه اباتو و سرابله دارای مقدار کمتر از $0/5$ هستند یعنی 6 درصد کل ایستگاه‌ها و تعداد ۲۷ ایستگاه، معادل 87 درصد ایستگاه‌ها دارای مقدار بیشتر از $0/5$ هستند. کمترین مقدار توافق مربوط به سرابله با نمایه $0/28$ است و بیشترین مقدار توافق مربوط به نورآباد با نمایه $0/87$ است. این نتایج حاکی از هماهنگی بسیار زیاد بین داده‌های برآوردی توسط ماهواره GPM با داده‌های مشاهده‌ای است. شکل (شکل ۲-د) مقایسه مقدار bias را بین داده‌های برآورد شده و مشاهده‌شده نشان می‌دهد. مقدار bias از $0/9$ - تا $0/5$ متغیر است. تعداد ۱۸ ایستگاه معادل 58 درصد از کل ایستگاه‌ها دارای bias منفی بوده که نشان‌دهنده کم برآوردی بارش توسط ماهواره GPM در آن ایستگاه‌ها است. دامنه این مقدار از منفی $0/1$ - تا $0/9$ - متغیر است. در دو ایستگاه همدان فرودگاه و کنگاور مقدار bias صفر است که نشان‌دهنده عدم وجود خطا در برآورد بارش توسط ماهواره در این دو ایستگاه است. سومار دارای بیشترین bias با مقدار $0/53$ است که نشان‌دهنده بیش برآوردی ماهواره GPM در این ایستگاه است. آبدانان دارای بیشترین bias منفی به مقدار $0/86$ - است که نشان‌دهنده کم برآوردی ماهواره در این ایستگاه است. به‌طور کلی در ایستگاه‌های الشر، درود، ازنا، بروجرد، الیگودرز، نورآباد، سپیددشت، آبدانان، ایلام، سرابله، دهلران، تویسرکان، نهاوند، ملایر، میوان و زرینه ماهواره GPM دارای کم برآوردی بارش است؛ و در ایستگاه‌های پلدختر، خرم‌آباد، کوهدشت، کرمانشاه، سومار، گیلانغرب، سنقر، سرپل ذهاب، روانسر، سنندج، سقز ماهواره دارای بیش برآوردی بارش در دامنه $0/1$ تا $0/9$ است که تنها در سومار

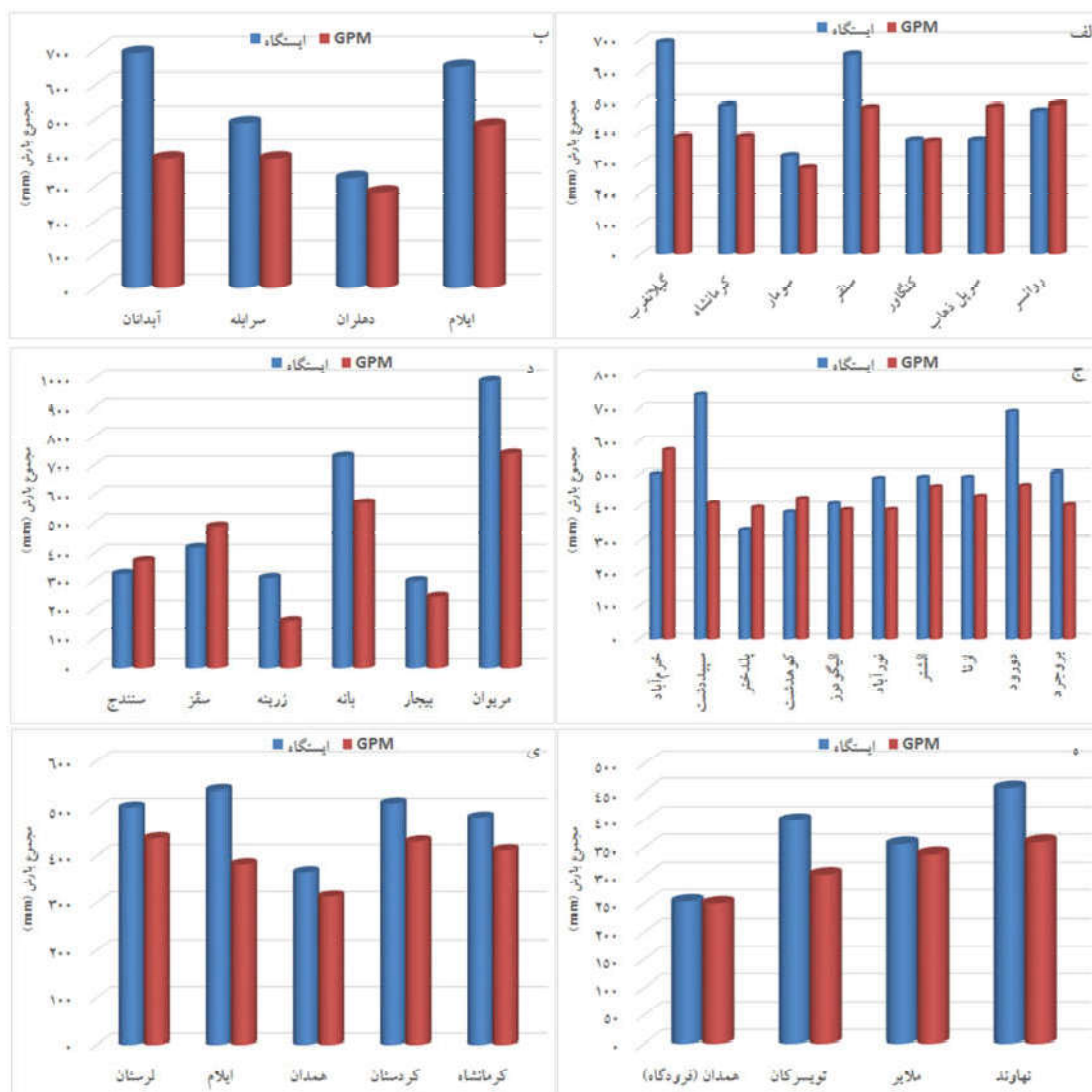
۲۰۱۴/۳/۱۲ تا ۲۰۱۷/۱۲/۳۱ نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودارهای مجموع بارش هر ایستگاه در استان‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد، مجموع بارش برآوردی کل دوره نسبت به بارش ثبت‌شده در ایستگاه‌ها هر چند با اختلاف در مقدار بارش همراه است، با این وجود GPM در مجموع می‌تواند رفتار مکانی بارش منطقه مورد مطالعه را نشان دهد.

است. در کل مقدار RMSE در همه ایستگاه‌ها بیشتر از صفر است که می‌توان گفت نشان‌دهنده دقت کم برآورد بارش توسط ماهواره GPM است که از مقدار ۲/۴۳ در همدان تا ۹/۰۷ در ایلام شدت و ضعف دارد. شکل (۳) مجموع بارش برآوردی حاصل از سنجنده GPM برای هر ایستگاه در مقابل مجموع بارش ثبت‌شده در همان را طی دوره مورد مطالعه



شکل ۲. مقادیر شاخص‌های آماری مورد استفاده برای ارزیابی دقت داده‌های بارش روزانه برآوردی حاصل از سنجنده GPM در مقابل داده‌های مشاهده ای، الف: (R^2) ، ب: (EF)، ج: (IA)، د: (Bias) و: (Slope) ی: (RMSE)

ارزیابی داده‌های بارش دور سنجی GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای ...



شکل ۳. مجموع مقدار بارش برآوردی حاصل از سنجنده GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای ایستگاه‌های مورد مطالعه، الف: استان کرمانشاه، ب: ایلام، ج: لرستان، د: کردستان، ه: همدان، ی: مجموع استانی

۴- نتیجه‌گیری

بارش است. در این پژوهش، داده‌های برآورد شده بارش توسط ماهواره GPM در غرب ایران در مقیاس روزانه مورد ارزیابی قرار گرفته و از بارش ثبت‌شده در ایستگاه‌های زمینی به‌عنوان داده‌های مشاهده‌ای استفاده شده است. برای این کار، از شاخص‌های آماری که بیانگر ارتباط و همچنین ارزیابی خطا بین دو سری داده هستند استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی دقت داده‌های بارش برآوردی در مقابل داده‌های بارش مشاهده‌ای ایستگاه‌ها

امروزه برآورد بارش به‌عنوان یک مسئله مهم در مباحث اقلیمی هیدرولوژیکی محسوب شده و آگاهی از میزان آن کاربردهای مهمی در مباحث کشاورزی، تأمین آب شرب، مدیریت سیل و پایش خشکسالی و غیره دارد. از آنجا که برآورد بارش در همه مکان‌ها با استفاده از وسایل و تجهیزات ایستگاهی امکان‌پذیر نیست، اندیشمندان به دنبال راهکارهای مکمل برای ارزیابی و برآورد بارش در این‌گونه مکان‌ها هستند. یکی از این روش‌ها، استفاده از تصاویر ماهواره‌های باقابلیت برآورد

روزانه در غرب ایران پایین است و استفاده از داده‌های این سنجنده در مقیاس روزانه باید همراه با احتیاط بیشتری باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که قبل از تصمیم‌گیری‌های مدیریتی بر اساس نتایج این داده‌ها، بارش روزانه این سنجنده در منطقه مورد مطالعه، ابتدا بر اساس داده‌های ایستگاه‌های معتبر، بهینه‌سازی شود.

۵- منابع

بی‌همتا، آ.، گهرنژاد، ح. و معظمی، ص.، ۱۳۹۷، **بررسی داده‌های بارش ماهواره‌های GPM و TRMM در مقیاس‌های روزانه، ماهیانه و فصلی در شهر تهران**، سنجنش از دور و GIS ایران، سال دهم، شماره دوم، صص ۴۵-۶۰.

جوآنمرد، س.، سمانه، گ. و عابدینی، ی.، ۱۳۹۰، **مطالعه و بررسی بر روی توزیع مکانی و زمانی نرخ بارش بر روی کشور ایران با استفاده از داده‌های ماهواره TRMM-TMI**، همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط‌زیست، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه.

حاجی میررحیمی، س.م.، رسولی، ع.ا.، ۱۳۸۶، **ارزیابی بارش‌های سیل آسا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و رادار هواشناسی**، دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، قطب علمیمهندسی نقشه‌برداری و مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران.

خسروی، م.، بستانی، م.، عزیزاقلی، م.، گودرزی فر، م.، ۱۳۹۲، **مقایسه پهنه‌بندی‌های بارشی استان سیستان و بلوچستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و ایستگاه‌های زمینی**، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال ۴، شماره ۱۳ و ۱۴، صص ۹۷-۱۱۰.

رسولی، ع.ا.، عرفانیان، م.، ساری صراف، ب.، جوان، خ.، ۱۳۹۴، **ارزیابی تطبیقی مقادیر بارندگی برآورد شده TRMM و بارش ثبت‌شده ایستگاه‌های**

نشان داد که ماهواره GPM در مقیاس روزانه، از توانایی بالایی در برآورد بارش منطقه مورد مطالعه برخوردار نیست و با توجه به نتایج شاخص‌های ضریب تعیین و کارایی که ارتباط بین دو مجموعه را نشان می‌دهد این سنجنده در مقیاس روزانه دقت پایینی دارد. چراکه میزان ضریب تعیین در بهترین حالت به ۰/۵ می‌رسد که این میزان از ضریب تعیین برای ۱۲ درصد از ایستگاه قابل مشاهده است و در ۷۸ درصد دیگر ایستگاه‌ها مقدار ضریب تعیین کمتر از ۰/۵ است. نتایج سایر شاخص‌ها نیز بیانگر دقت پایین این سنجنده است. مقادیر شاخص کارایی (EF) برای تمام ایستگاه‌ها کمتر از ۰/۵ و منفی است. بررسی مقادیر شاخص Bias نیز نشان داد که برای ۲۶ ایستگاه‌ها (۸۴ درصد ایستگاه‌ها) مقدار این شاخص منفی است. مقادیر منفی این شاخص، بیانگر کم برآوردی بارش منطقه مورد مطالعه توسط سنجنده GPM است. مقادیر شاخص‌های RMSE و شیب خط (SLOPE) نیز نشان‌دهنده انحراف بالای مقادیر بارش برآوردی نسبت به مقادیر بارش مشاهداتی است که این شرایط بیان‌کننده این است که این سنجنده توانایی خوبی نیز در برآورد بارش‌های فرین منطقه نیز ندارد. یکی از دلایل اصلی کم برآوردی بارش منطقه توسط سنجنده GPM ویژگی‌های متنوع توپوگرافی غرب میانه ایران است که سنجنده به خوبی نمی‌تواند آن‌ها را تبیین کند. دقت پایین بارش برآوردی روزانه سنجنده GPM در پژوهش‌های مشابه انجام‌شده در داخل مانند علی بخشی و همکاران (۱۳۹۵)، شریفی و همکاران (۲۰۱۶)، میری و همکاران (۱۳۹۷) نیز تأیید شده است. با وجود دقت کم داده‌های بارش روانه این سنجنده، اما نتایج بسیاری از تحقیقات انجام‌شده همانند تن و همکاران (۲۰۱۷) در سنگاپور، ساتگه و همکاران (۲۰۱۷) در بولیوی، بیانگر عملکرد بهتر داده‌های بارش روزانه این سنجنده نسبت به نسل‌های قبلی همانند TRMM است. به‌طور کلی بر اساس این پژوهش مقدار دقت ماهواره GPM برای برآورد بارش

غرب ایران)، نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دانشگاه آزاد واحد بوشهر، دوره ۶، شماره ۲، صص ۵۹-۷۴.

میری، م.، رحیمی، م.، نوروزی، ع.ا.، ۱۳۹۷، ارزیابی دقت برآورد بارش روزانه پایگاه داده‌های TRMM و GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای در ایران، مهندسی و مدیریت آبخیز، در حال انتشار.

میری، م.، رضیئی، ط.، رحیمی، م.، ۱۳۹۵، ارزیابی و مقایسه آماری داده‌های بارش TRMM و GPCP با داده‌های مشاهده‌ای در ایران، فیزیک زمین و فضا، دوره ۴۲، شماره ۳، صص ۶۵۷-۶۷۲.

Almazroui, M., 2011, **calibration of TRMM rainfall climatology over Saudi Arabia during 1998-2009**, Atmospheric Research, No 99, Issues 3-4, pp. 400-414.

Chokngamwong, R., Chiu, L., 2008, **Thailand daily rainfall and comparison with TRMM products**, J. H. Geomorphol, 9(2), 256-266.

Feidas, H., 2010, **validation of satellite rainfall products over Greece**, TheorAppl Climatol, 99, 193-216.

Futrel, J. H., and Coauthors., 2005, **Water: Challenges at the intersection of human and natural systems**, NSF/DOE Tech, Rep, PNWD-3597, 50 pp, doi: 10.2172/1046481

Hudlow, M. D., 1979, **Mean rainfall patterns for the three phases of GATE**. J. Appl. Meteorol., 18(12): 1656-1669.

Homaei, M., Feddes, R. A., & Dirksen, C., 2002, **Simulation of Root Water Uptake. II. Non-uniform transient Water Street Using Different Reduction Functions**. Agricultural Water Manag. 57, 11-126.

زمینی در حوزه دریاچه ارومیه، فضای جغرافیایی، سال ۱۶، شماره ۵۴، صص ۲۱۷-۱۹۵.

عرفانیان، م.، کاظم پور، س.، حیدری، ح.، ۱۳۹۵، **واسنجی داده‌های باران سری 3B42 و 3B43 ماهواره TRMM در زون‌های اقلیمی ایران**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۸، شماره ۲، صص ۲۸۷-۳۰۳.

علی بخشی، س.م.، فریدحسینی، ع.، داوری، ک.، علیزاده، ا.، مونیکاگاسچا، ه.، ۱۳۹۵، **مقایسه آماری بین محصولات IMERG و TMPA3B42V در سطح سه داده‌های بارشی GPM و TRMM (مطالعه موردی: حوزه آبریز کشف رود، استان خراسان رضوی)**، مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۴، صص ۹۸۱-۹۶۳.

غضنفری مقدم، م.ص.، علیزاده، ا.، موسوی بایگی، م.، فرید حسینی، ا.، اول، ب.، ۱۳۹۰، **مقایسه مدل PERSIANN با روش‌های درون‌یابی به‌منظور کاربرد در تخمین مقادیر بارندگی روزانه (مطالعه موردی: خراسان شمالی)**، نشریه آب‌و‌خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۱، صص ۲۱۵-۲۷۰. قرابیگلی، ف.، وظیفه دوست، م.، پیرمردیان، ن.، اشرف زاده، ا.، ۱۳۹۲، **ارزیابی تولیدات ماهواره‌ای TRMM در برآورد میزان بارندگی در استان مازندران**، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط‌زیست سالم، همدان، شرکت هم‌اندیشان محیط‌زیست فردا.

کتیرایی بروجردی، پ.س.، ۱۳۹۱، **مقایسه داده‌های بارش ماهانه ماهواره‌ای و زمینی در شبکه‌ای با تفکیک زیاد روی ایران**، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۷، شماره ۴، صص ۱۴۹-۱۶۰.

مددی، غ.، حمزه، س.، نوروزی، ع.ا.، ۱۳۹۴، **ارزیابی بارش در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه مرزی**

- Ouatiki, H., Boudhar, A., Trambly, Y., Jarlan, L., Benabdelouhab, T., Hanich, L., El Meslouhi, M., Chehbouni, A., 2017, **Evaluation of TRMM 3B42 V7 Rainfall Product over the Oum Er Rbia Watershed in Morocco**, *Climate*, 5(1), 1; doi:10.3390/cli5010001
- Habib, E., Henschke, A., Adler, R., 2009. **Evaluation of TMPA satellite-based research and realtime rainfall estimates during six tropical-related heavy rainfall events over Louisiana, USA.** *Atmosph.res.*,doi:10.1016/j.atmosres.2009.06.015.
- Li, Zh., Yang, D. Hong, Y., 2013, **Multi-scale evaluation of high-resolution multi-sensor blended global precipitation products over the Yangtze River**, *J. Hydrol*,500,157-169.
- Moazami, S., Golian, S., Kavianpour, M. R. and Hong, Y., 2013, **Comparison of PERSIANN and V7 TRMM multi-satellite precipitation analysis (TMPA) products with rain gauge data**, *Int. J. R. sens*, 34(22), 8156-8171.
- Moriasi D N., 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*, Vol 50, No 3: 885-900.
- Montaigne, F., 2002, **National Geographic Magazine**, Vol. 202 (3), International Publishing, 2–33
- Nazrul Islam, Md., Uyeda, H., 2007, **Use of TRMM in determinining the climatic characteristics of rainfall over Bangladesh, Remote Sensing of Environment**, No. 108, Issue 3, pp. 264-276.
- Prakash, S., Mitra, A., Pai, D., AghaKouchak, A., 2016, **From TRMM to GPM: How well can heavy rainfall be detected from space?**, *Elsevier*, 88;1-7
- Sharifi,E., Reinhold, S., saghafian,B., 2016, **Assessment of GPM-IMERG and other Precipitation Products against Gauge Data under Different Topographic and Climatic Conditions in Iran**, *Remote Sens*, 8, 135; doi:10.3390/rs8020135
- Satgé, F., 2017, **Comparative Assessments of the Latest GPM Mission’s Spatially Enhanced Satellite Rainfall Products over the Main Bolivian Watersheds**, *Remote Sens.* 2017, 9, 369; doi:10.3390/rs9040369
- Tan, M. L., Ibrahim, A. L., Duan, ZH., Cracknell, A.P. & Chaplot, V., 2015, **Evaluation of six high-resolution satellite and ground-based precipitation products over Malaysia**, *Remote Sens*, 7,1504-1528
- Tan, M. & Duan, Z., 2017, **Assessment of GPM and TRMM Precipitation Products over Singapore**, *Remote Sensing*, 9(7), 720; doi:10.3390/rs9070720



The Evaluation of GPM Precipitation Remote Sensing Data with Observed Data (Case Study: Mid-West of Iran)

Sadeghi, H. R.¹, Masoompour Samakosh, J.^{*2}, Miri, M.³

1. M. Sc. in Climatology, Department of Geography, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Associate professor of Climatology, Department of Geography, Razi University, Kermanshah, Iran

3. Ph. D. in Climatology, Faculty of Geography, Department of Physical Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

One of the most important problems of researchers in atmospheric and hydrological studies is sometimes the lack of accurate and up-to-date data. In many mountainous and desert areas, synoptic stations and rain gauges are not distributed at the right distance. Therefore, the use of satellite data recorded by rainfall can be a good complement to the lack of this type of data. The purpose of this study is to evaluate the accuracy of satellite data versus observational data. In this study, the daily rainfall data recorded by the GPM sensor with a resolution of 0.1×0.1 in the Midwest of Iran for 691 days in the period from 12/3/2014 to 31/1/2016 has been investigated. For this purpose, the daily precipitation data of 31 synoptic stations were used as observational data, and the statistical indices R, EF, IA, slope, bias, Rmse were used to evaluate the data. The results showed that 74% of the stations had a strong correlation of 0.8-0.5. But based on over-estimated and underestimated indicators, it was found that the GPM sensor has a low precipitation rate of 58% of the stations, Also, for stations in the province of Kermanshah (with the exception of the Kengawer, which has a bias of zero), there is an over estimated rainfall.

Keywords: Measurement, GPM, Statistical test, Rainfall assessment, Middle East of Iran.