



ششمین همایش ملی سامانه های
سطوح آبیگر باران
بهمن ۱۳۹۶ دانشگاه آزاد اسلامی واحد
خمینی شهر



معرفی ماهواره GPM به عنوان روشی نوین برای استحصال آب باران و ارزیابی صحت داده‌های آن

مرضیه زمردیان^۱، مجید وظیفه دوست^{۲*}، مهدی اسمعیلی ورکی^۳

* نویسنده مسئول: Majid.vazifedoust@gmail.com

واژه‌های کلیدی

بارش، ماهواره GPM، بارش ایستگاهی،
سنجش از دور

چکیده

بارش یکی از مهم‌ترین مولفه‌های چرخه هیدرولوژی در طبیعت است که تمامی چرخه از آن متأثر می‌باشد. همواره کیفیت اندازه‌گیری داده‌های بارش به عنوان یکی از چالش‌های مهم در مطالعات منابع آب می‌باشد. زیرا به دلیل تنوع شرایط اقلیمی و توپوگرافیکی همچنین محدودیت‌های اقتصادی ایجاد یک شبکه استاندارد با پوشش مناسب و دقت کافی در یک حوضه آبریز وجود ندارد. بر این اساس همواره محققان در پی استفاده از روش‌های نوین مبتنی بر اندازه‌گیری غیر مستقیم بارش یا سنجش از دور بوده‌اند که با حفظ میزان دقت اندازه‌گیری، محدوده وسیعی را تحت پوشش خود قرار دهد. در پژوهش حاضر امکان استفاده از داده بارش GPM برای برآورد بارش‌های سنگین مورد بررسی قرار گرفت. تعداد شش واقعه بارش سنگین در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ از داده‌های هواشناسی گیلان برای مقایسه با بارش اندازه‌گیری شده توسط این ماهواره شناسایی شد. از داده‌های ثبت شده در ۱۰ ایستگاه هواشناسی برای تحلیل صحت درستی برآورد داده‌های ماهواره‌ای استفاده شد. برای ارزیابی نتایج از ضریب تبیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد. نتایج شاخص‌های ارزیابی $R^2=0.81$ و $RMSE=12.4$ mm حاصل، حاکی از دقت مطلوب برآورد مقادیر بارش در ماهواره GPM می‌باشد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان، رشت

۲ و ۳- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

۱- مقدمه

سیل یکی از بلاهای طبیعی است که در زمان نسبتاً کوتاهی شکل گرفته و علاوه بر تخریب زیرساخت‌ها و اراضی کشاورزی، خسارات مالی و جانی زیادی را بر جای می‌گذارد. پیش‌بینی دقیق زمان، شدت و محل وقوع بارش‌های سیلابی همواره به عنوان یک چالش اصلی در توسعه سیستم‌های هشدار سیل مطرح می‌باشد. روش‌های کلی پیش‌بینی بارش شامل روش‌های ایستگاهی، سیستم‌های تله‌متری و مدل‌های پیش‌بینی وضع هوا می‌باشند که هر کدام دارای محدودیت‌هایی هستند. یکی از رایج‌ترین ابزار اندازه‌گیری بارش در اکثر حوضه‌های آبریز، استفاده از باران‌سنج و یا باران‌نگار در ایستگاه‌های زمینی می‌باشد که بطور گسترده در اقصی نقاط جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود آنکه شبکه ایستگاه‌های هواشناسی شامل ایستگاه‌های سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو در مناطق مختلف استان گسترده شده‌اند، اما به دلیل تراکم نامناسب شبکه باران‌سنجی و به دلیل بالا بودن هزینه ناشی از احداث و نگهداری ایستگاه‌های زمینی و همچنین ماهیت روش اندازه‌گیری بارش هنوز مناطق وسیعی فاقد ایستگاه می‌باشند. عدم وجود و یا پراکندگی نامناسب ایستگاه‌های زمینی در اکثر حوضه‌های آبریز باعث شده تا اندازه‌گیری بارش با استفاده از سایر روش‌ها از قبیل اندازه‌گیری بارش از تصاویر حسگرهای ماهواره‌ای فعال و غیرفعال مورد توجه قرار گیرد [۱]. لذا بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای در مناطقی که امکان احداث ایستگاه نمی‌باشد، می‌تواند جایگزین مناسبی باشد، یکی از ماهواره‌های پر کاربرد در زمینه اندازه‌گیری بارش ماهواره GPM است.

کاربرد محصولات بارش حاصل از مشاهدات ماهواره‌ای و یا مدل‌های شبیه‌سازی به دلیل پوشش جهانی و گام زمانی نیم ساعته مورد توجه بسیاری از محققین داخل و خارج از کشور واقع شده و در بسیاری از شبیه‌سازی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۲- پیشینه تحقیق

تیکیلی و فولی [۲] با بررسی امکان استفاده از محصول (3B42RT) از ماهواره TRMM در پیش‌بینی بارش‌های سیل آسای شهر الرياض، به این نتیجه رسیدند که داده‌های حاصل دقت بسیار مناسبی داشته و پیشنهاد استفاده از این داده‌ها را برای ایجاد یک سیستم هشدار سیل ارائه نمودند. هونگ و همکاران [۳] مدل PERSIANN در منطقه شمال غربی مکزیک را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه خروجی‌های مدل PERSIAN برای بارندگی‌های ساعتی و روزانه در فصول گرم با داده‌های باران‌سنجی مقایسه گردید که نتایج حاکی از تطابق زمانی و مکانی مناسب خروجی‌های مدل PERSIANN با داده‌های زمینی بود. سون و همکاران [۴] چهار محصول ماهواره‌ای را روی شبه جزیره کره ارزیابی کردند و نشان دادند که مدل TMPA-V6 نتایج بهتری نسبت به بقیه دارد. رومیلی و جبرمایکل [۵] در حوضه رودخانه اتیوپی نشان دادند که مدل PERSIANN دقت بیشتری نسبت به مدل CMORPH در تخمین بارش حوضه برخوردار است، اما نسبت به مدل TMPA دقت کمتری دارد. جیانگ و همکاران [۶] با مقایسه مدل

جغرافیایی ۳۷ تا ۳۸ درجه می باشد. جهت بررسی صحت برآورد داده های ماهواره ای، داده های بارش ۱۰ ایستگاه سینوپتیک منطقه در تاریخ های مورد مطالعه از سازمان هواشناسی گیلان دریافت شد که مختصات ایستگاه ها مطابق جدول زیر است:

جدول (۱) ایستگاه های هواشناسی و مختصات جغرافیایی آنها

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
آستارا	۴۸/۸۵	۳۸/۳۶	-۲۱/۱
انزلی	۴۹/۴۵	۳۷/۴۸	-۲۳/۶
تالش	۴۸/۸۶	۳۷/۸۱	۷
دیلمان	۴۹/۹۱	۳۶/۸۸	۱۴۴۷/۶
فرودگاه	۴۹/۶۱	۳۷/۳۱	-۸/۶
رودسر	۵۰/۳۱	۳۷/۱۳	-۲۲
کشاورزی	۴۹/۶۵	۳۷/۲	۲۴/۹
کیاشهر	۴۹/۸۸	۳۷/۴۱	-۲۲
لاهیجان	۵۰/۰۱	۳۷/۲	-۳۴/۲
ماسوله	۴۸/۹۸	۳۷/۱۵	۱۰۸۰/۹



شکل (۱) موقعیت ایستگاه های مورد بررسی در استان گیلان

CMORPH و TMPA به این نتیجه رسیدند که مدل CMORPH نسبت به TMPA دقت کمتری در تخمین بارش دارد. شارما و همکاران [۷] در منطقه سیاهریکنای هند تحقیقی بر روی میزان تطابق داده های بارش رادار داپلر و TRMM داشتند به این نتیجه رسیدند که بین داده های بارش رادار داپلر و داده های TRMM همبستگی بالایی (نزدیک به ۰/۹) وجود دارد.

حاجی میررحیمی و همکاران [۸] در تحقیقی سعی کردند میزان انطباق داده های رادار و TRMM را با داده های بارش زمینی مورد بررسی قرار دهند که در نهایت مشخص گردید داده های رادار همبستگی معناداری با داده های بارش زمینی دارند، هرچند که نتایج تحقیق نشان دهنده این واقعیت بود که داده های TRMM علی رغم انطباق نسبی با بارش های زمینی به دلیل قدرت تفکیک مکانی پایین نمی توانند جایگزین مناسبی برای ایستگاه های بارانسنج کلاسیک در حوضه های کوچک باشند. بهرنگی و همکاران [۹] به مقایسه مدل های CMORPH, PERSIANN, TMPA و PERSIANN-CCS پرداختند و به این نتیجه رسیدند که محصولات ماهواره ای بارش در فصول گرم سال میزان بارش را بیش تر و در فصول سرد سال میزان بارش را کم تر از میزان بارش مشاهداتی نشان می دهند.

۳- مواد و روش ها

۳-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان گیلان می باشد که از طول جغرافیایی ۴۸ درجه تا ۵۰ درجه و عرض

۲-۳- معرفی مدل GPM

ماموریت اندازه‌گیری بارندگی جهانی (Global Precipitation Measurement) که به اختصار GPM نامیده می‌شود، شبکه‌ای بین‌المللی از ماهواره‌ها است که نسل بعدی مشاهدات جهانی باران و برف را فراهم می‌کند. این ماموریت که بر پایه موفقیت ماهواره TRMM بنا شده، با بکارگیری یک ماهواره اصلی و مرکزی که یک سیستم رادار و رادار پیشرفته را حمل می‌کند به اندازه‌گیری بارندگی از فضا می‌پردازد و به عنوان یک استاندارد مرجع برای تلفیق اندازه‌گیری‌های بارندگی از مجموعه‌ای از ماهواره‌های تحقیقاتی و عملیاتی عمل می‌کند.

مدل سنجش جهانی بارندگی (GPM) نام پروژه‌ای مشترک بین آژانس کاوش‌های هوافضای ژاپن و ناسا و دیگر آژانس‌های فضایی بین‌المللی است که اخیراً با هدف دیده‌بانی پیوسته بارندگی زمین ایجاد شده است. این ماهواره ۹۳۳ میلیون دلاری، تلاش مشترک ناسا و آژانس کاوش‌های هوافضای ژاپن (Jaxa) است و روز پنج‌شنبه (هشتم اسفند ۱۳۹۲) در ساعت ۱۸:۳۷ به وقت گرینویچ (۲۲:۰۷ به وقت تهران) از مرکز فضایی تانگاشیما در جنوب غربی ژاپن پرتاب شد. GPM شامل محصولات بارش در مقیاس جهانی با قدرت تفکیک مکانی ۰/۱ درجه و با گام زمانی ۳۰ دقیقه می‌باشد که با ادغام و درون‌یابی داده‌های همه ماهواره‌های میکروویو برآورد بارش، همراه با واسنجی برآوردهای میکروویو مادون قرمز (IR) ماهواره‌ای ایجاد شده است. ماهواره ی GPM با استفاده از شدت سنج میکروویو مقدار و شدت بارش باران و برف را اندازه‌گیری می‌کند و همچنین با یک رادار دو فرکانسه حمل ذرات یک

سامانه ابری را بررسی می‌کند که باعث ارسال داده‌های بسیار دقیق از هر لایه ابر می‌شود.

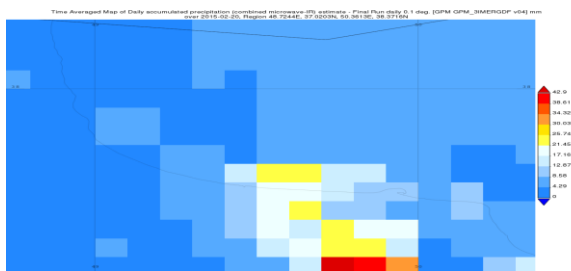
تصاویر بارش ماهواره ی GPM

جهت بررسی داده‌های ماهواره‌ای، فایل اسکی تصاویر (ascii) در نرم‌افزار متلب فراخوانی شده و منطقه مورد مطالعه برش زده می‌شود. با توجه به اینکه عدد هر پیکسل از تصویر معرف بارش آن منطقه است، پیکسل‌های متناظر با ایستگاه‌ها فراخوانی شده و بعد از میانگین‌گیری با میانگین بارش‌های ایستگاهی مقایسه می‌گردد. شاخص‌های آماری متفاوتی برای سنجش اعتبار و درستی یک تحقیق علمی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به ضریب همبستگی پیرسون (R)، مجذور ضریب همبستگی پیرسون یا ضریب تبیین (R^2) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) اشاره کرد که روابط آن‌ها در زیر نشان داده شده است.

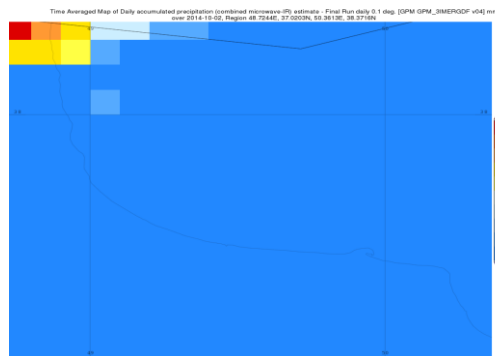
$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (y_i - x_i)^2}{n}} \quad (2)$$

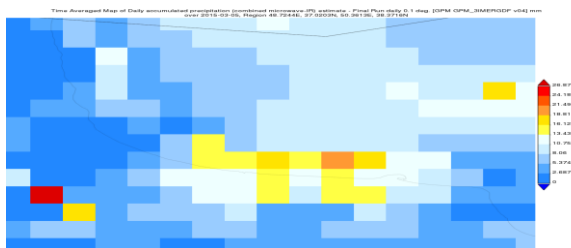
که در آن x_i و \bar{x} به ترتیب، مقادیر ایستگاه باران سنج و متوسط مقادیر بارش ایستگاه باران سنج، y_i و \bar{y} به ترتیب، مقادیر بارش مدل GPM و متوسط مقادیر بارش مدل GPM و n تعداد مشاهدات می‌باشد.



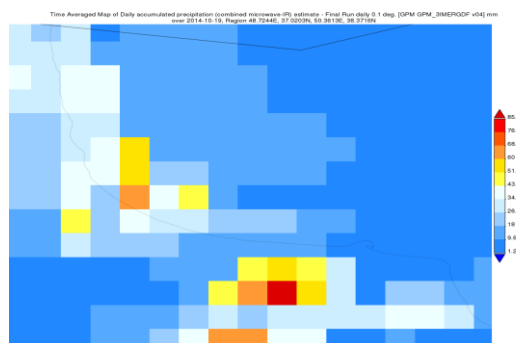
شکل (۶) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۲۰ فوریه ۲۰۱۵



شکل (۲) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۱۲ اکتبر ۲۰۱۴



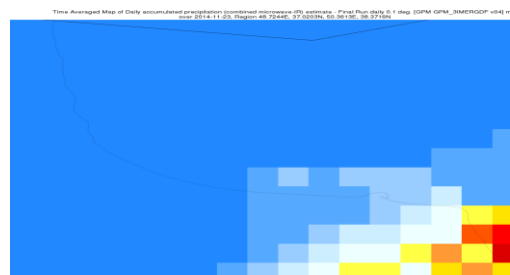
شکل (۷) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۵ مارس ۲۰۱۵



شکل (۳) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۱۹ اکتبر ۲۰۱۴

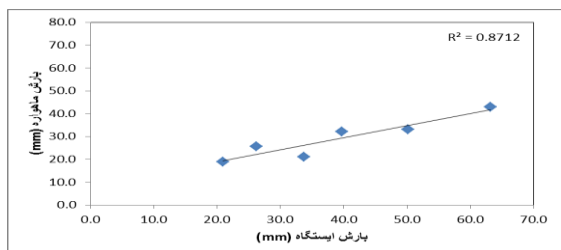
۴- نتیجه گیری

در این پژوهش ماهواره GPM به عنوان روشی نوین در استحصال آب باران معرفی گردید که می تواند بسیاری از محدودیت های ایستگاه های سینوپتیک را پوشش دهد. تحلیل آماری نتایج می دهد که داده های حاصل از ماهواره با ضریب تبیین $R^2=0.81$ و $RMSE=12.4$ mm می تواند جایگزین نسبتا مناسبی در بسیاری از پروژه های پیش بینی سیلاب، روش های کاربردی آبیاری، هواشناسی و ... استفاده

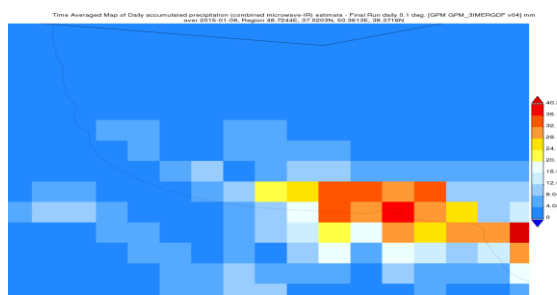


شکل (۴) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۲۳ نوامبر ۲۰۱۴

کرد.



شکل (۸) نمودار همبستگی بین داده باران سنج و ماهواره GPM



شکل (۵) تصویر حاصل از ماهواره GPM - ۸ ژانویه ۲۰۱۵

۵-مراجع:

- [8] حاجی میررحیمی، س.م. و ب. فیضی‌زاده. ۱۳۸۷. بررسی دقت داده‌های رادار زمینی و TRMM در برآورد بارش، همایش ژئوماتیک ۱۳۸۷، ۲۲ و ۲۳ اردیبهشت، ایران(تهران).
- [9] Behrangi, A., B. Khakbaz, T. Jaw, A. AghaKouchak and K. Hsu. 2011. Hydrologic evaluation of satellite precipitation products over a mid-size basin. *J. Hydrology*. 397: 225-237.
- [1] بارانی زاده، ا.م. بهیار، س. جوانمرد و ی. عابدینی. ۱۳۹۰. صحت سنجی برآوردهای بارندگی الگوریتم ماهواره ای PERSIANN با داده‌های بارش زمینی شبکه‌بندی شده (APHRODITE) در ایران. مقاله نامه کنفرانس فیزیک ایران، ۲۶۱۵-۲۶۱۸.
- [2] Tekeli, A.E. and H. Fouli. 2016. Evaluation of TRMM satellite-based precipitation indexes for flood forecasting over Riyadh City, Saudi Arabia. *J. Hydrol.* 22: 1694-1704.
- [3] Hong, Y., D. Gochis, J. Cheng, K. Hsu and S. Sorooshian. 2007. Evaluation of PERSIANN-CCS Rainfall Measurement Using the NAME Event Rain Gauge Network. *J. Hydrology*. 8: 469-481.
- [4] Sohn, B. J., H. J. Han and E. K. Seo. 2010. Validation of satellite-based high-resolution rainfall products over the Korean Peninsula using data from a dense rain gauge network. *J. Appl. Meteor. Climatol.* 49: 701-714.
- [5] Romilly, T.G. and M. Gebremichael. 2011. Evaluation of satellite rainfall estimates over Ethiopian river basins, EGU, *Hydrology and Earth System Sciences*. 15: 1505-1514.
- [6] Jiang, Sh., L. Ren, Y. Hong, B. Yong, X. Yang, F. Yuan and M. Ma. 2012. Comprehensive Evaluation of Multisatellite Precipitation Products with a Dense Rain Gauge Network and Optimally Merging their Simulated Hydrological Flows using the Bayesian Model Averaging Method. *J. Hydrology*. 452-453: 213-225.
- [7] Sharma, S., G. viswanathan, R. Rao, D.K. Sarma and M. Konwar. 2003. Study of Precipitating System By Doppler Weather Radar and Tropical Rainfall Measuring Mission Precipitation Radar. Department Of Physics, Kohima Science Collage, Jotsoma, Kohima, Nagaland, India. 797002.

As a new method for extracting rain water and verifying accuracy of GPM introduces its satellite

Marzieh zomorodian⁴, Majid Vazifadoust^{*5} Mahdi Esmaeili Varaki⁶

*vazifadoust@gmail.com

Abstract

Precipitation is one of the most important component of the hydrological cycle in nature, which is affected by the entire cycle. The quality of measuring rainfall is one of the most important challenges in water resources studies. Because of the variety climatic and topographical conditions in addition economic constraints creating a standard network with adequate coverage and precision in a catchment data. Of this basis, researches have always sought to use modern methods based on indirect measurement of precipitation or remote sensing which maintain a wide range of protections while maintaining precision. In this study, the possibility of using heavy rainfall estimation was studied. The number of six incidents of heavy rainfall in the GPM of precipitation data from 2014 to 2015, from Gillan meteorological data for comparison with rainfall measured by this satellite was identified data from ten meteorological stations that were used for the correct analysis of the estimated mean square error (RMSE) of satellite data. For the evaluation of the results the coefficient of $R^2=0.81$ and $RMSE=12.4$ mm was used. The results indicate the optimum accuracy of RMSE precipitation estimates in the GPM satellite.

Keywords

Rainfall, GPM
satellite, stationary
rainfall, remote sensing

4- M.Sc. Student in Water Resources Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

5, 6 - Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran