



ISSN 2251-7480

بررسی نتایج داده‌های روزانه، ده‌روزه و ماهانه تصاویر ماهواره در تخمین مقدار بارش با استفاده از سامانه Google Earth Engine در استان خوزستان

آرش تافته^۱، سینا ملاح^۲، نیازعلی ابراهیمی پاک^۳

^۱ استادیار، بخش آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
*نویسنده مسئول : Arash_tafteh@yahoo.com

^۲ محقق، بخش آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
^۳ دانشیار، بخش آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۳

چکیده

با توجه به عدم توزیع ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح کشور و نیاز به تعیین و تخمین بارش در مزارع آبیاری جهت برنامه‌ریزی آبیاری، ابزارهایی که بتوانند در تعیین بارش در سطح مزارع کمک نمایند از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. در این مطالعه از ابزار Google Earth Engine و محصولات بارش حاصل از تصاویر ماهواره‌های TRMM \CHIRPS و GPM به ترتیب در بازه‌های زمانی روزانه، ده‌روزه و ماهانه استفاده شد و مقدار بارش در بازه‌های روزانه، ده‌روزه و ماهانه در ایستگاه اهواز و ایذه طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۶-۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با استفاده از اطلاعات ۹ ایستگاه صحت‌سنجی شد. نتایج نشان داد که سامانه در بازه ماهانه از شاخص کارایی بالایی برخوردار است (۰/۹۹) و مقدار خطای نرمال شده آن حدود ۳۶ درصد می‌باشد. نتایج ارزیابی نیز نشان داد که به‌طور متوسط ۵۱ درصد خطا در برآورد بارش وجود دارد و ۳/۱ میلی‌متر به‌طور متوسط مقدار بارش کمتر برآورد می‌شود. شاخص توافق و کارایی مدل قابل‌قبول بود و از نظر آزمون F-Test تفاوت معنی‌داری بین داده‌های برآورد شده و اندازه‌گیری شده مشاهده نشد ولی جهت افزایش دقت آن می‌بایست از مدل‌های عددی با دقت بالاتر استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: باران؛ بارش موثر؛ گوگل ارث انجین؛ خوزستان

مقدمه

حائز اهمیت می‌باشد. تحقیقات گسترده‌ای در زمینه پیش‌بینی بارش صورت گرفته است (قاجارنیا و همکاران، ۱۳۹۳). برآورد بارش در مقیاس زمانی و مکانی موردنظر پروژه‌های مختلف در مدیریت تخصیص آب از اهمیت بالایی برخوردار است (Zhang et al. 2011). پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی و توزیع نامناسب مکانی آن‌ها در

پارامتر بارش از اساسی‌ترین پارامترها در برنامه‌ریزی آبیاری در سطح مزارع می‌باشد. متغیر بارش نقش بسیار مهمی در مطالعات هیدرومتئورولوژی و کشاورزی دارد. بارش اصلی‌ترین عامل در ایجاد سیلاب و رواناب‌های سطحی است و تعیین کردن آن در سطح هر حوضه بسیار

¹ Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station data

(NOAA) و داده‌های مبتنی بر سنجش از دور و ایستگاه هواشناسی مشاهداتی مانند (Khandu) TRMM و همکاران، (۲۰۱۶)، GPCP (Hughes, ۲۰۰۶) PERSIANN^۴ و Sorooshian (همکاران، ۲۰۰۰) و CHIRPS^۵ (Sorooshian و همکاران، ۲۰۱۴) Katsanos و همکاران، (۲۰۱۶) اشاره کرد (Adler et al., 2001). این اطلاعات بارش در معرض خطا بوده و می‌بایستی ابتدا ارزیابی شده و قبل از استفاده مورد صحت‌سنجی قرار گیرد (Nogueira و همکاران، ۲۰۱۸). Porcù و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از آنالیز محصولات TRMM در دو مقیاس روزانه و ماهانه نشان دادند که برای شبیه‌سازی پروژه‌های هیدرولوژیکی در مقیاس ماهانه جهت برآورد بیلان آبی بسیار قابل قبول می‌باشد. Collischonn و همکاران (۲۰۰۸) در حوزه رودخانه آپاجو بر اساس تصاویر سه‌ساعته TRMM و مقادیر اندازه‌گیری شده توسط باران‌سنج‌ها در سطح حوزه نشان دادند که با استفاده از این روش عدم مکان‌یابی باران‌سنج‌ها را می‌توان تشخیص داد و به اصلاح آن پرداخت. مددی و همکاران (۱۳۹۴) قابلیت داده‌های TRMM در برآورد بارش روزانه، ماهانه و سالانه در مقیاس مکانی ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه، برای دوره آماری ۲۰۱۲-۲۰۰۰ میلادی و مقایسه آن با داده‌های بارش در 30 ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک و کلیماتولوژی) در حوزه مرزی غرب ایران بوده است. با بررسی تغییرات میزان بارش در دوره آماری فوق، سری زمانی و مکانی ضریب همبستگی پیرسون برای مقیاس‌های زمانی روزانه، ماهانه و سالانه محاسبه و تحلیل نمودند و گزارش کردند که همبستگی معنی‌داری در سطح پنج درصد بین داده‌های بارش زمینی و ماهواره‌ای در مقیاس‌های ماهانه و سالانه وجود دارد. Meng و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای در شمال فلات تبت برای ارزیابی کمی بارش از سال ۱۹۹۸ - ۲۰۰۸ از محصول TRMM Multi satellite (Precipitation Analysis) TMPA-3B42(V6) استفاده

تعیین مقدار بارش و پهنه‌بندی آن تاثیر بسزایی دارد (Sharma, 2003). بر این اساس استفاده از داده‌های راداری می‌تواند کمک بسیار مهمی در تدقیق اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی باشد ولی آن‌ها نیز دارای مشکلاتی نظیر نیازمند بودن به دستگاه‌های گران‌قیمت، خطای بالا در تعیین بارش مستقیم، ناهمگنی داده‌های جمع‌آوری شده و محدودیت‌های پوشش مکانی می‌باشند. از این رو داده‌های سنجش‌از‌دور با بعد وسیع‌تر با قابلیت ذخیره سطح وسیعی از اطلاعات و توزیع آن‌ها و همچنین ابزارهای تفکیک زمانی و مکانی بالا می‌تواند در مناطقی که باران‌سنج نیز وجود ندارد مقدار بارش را تعیین نماید (Kidd and Levizzani, 2011). در دسترس بودن و بدون وقفه بودن داده‌های ماهواره‌ای، آن‌ها را به منابعی بارش برای تخمین مقدار بارش تبدیل کرده است که این امر موجب شده است که این روش‌ها در مناطقی که ایستگاه‌های هواشناسی وجود ندارد بسیار پرکاربرد باشد (Marchi, 2006). برای تخمین بارندگی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تکنیک‌های متفاوتی وجود دارد و به‌طور کلی قابل تقسیم به سه روش می‌باشد: ۱- مستقیم، ۲- غیرمستقیم و ۳- ترکیبی. روش‌های غیرمستقیم از تصاویر ماکرو و ویو غیرفعال استفاده می‌کنند، این در حالی است که در روش مستقیم از تصاویر مادون‌قرمز استفاده می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتباط بارش با تابش ماکروویو در مقایسه با مادون‌قرمز از همبستگی بالاتری برخوردار است. واسنجی داده‌های به‌دست‌آمده از رادار بسیار پرهزینه بوده و برای تعیین توزیع بارندگی توجیه اقتصادی ندارد. البته در این زمینه تحقیقاتی انجام شده و می‌شود. ولی امروزه با استفاده از امواج ماکروویو فعال و غیرفعال به‌وسیله سنجنده‌های نور مرئی و مادون‌قرمز قادر به تخمین بارش در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت می‌باشند. امروزه، محصولات مختلف سنجش از دوری که از مدل‌های عددی مشتق می‌شوند مانند Eta (Mesinger و همکاران، ۲۰۱۲) و GFS^۱

^۴ Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks
^۵ Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station data

^۱ Global Forest System
^۲ Tropical Rainfall Measuring Mission
^۳ Global Precipitation Climatology Project

کردند و بارش را با استفاده از این ماهواره با بارش‌های اندازه‌گیری شده باران‌سنج‌ها مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که توزیع زمانی و مکانی بارش روزانه با مقادیر اندازه‌گیری شده ارتباط کمتری دارد. درحالی‌که داده‌های ماهانه دارای رابطه خطی مناسب با داده‌های باران‌سنجی می‌باشد. Feidas و همکاران (۲۰۰۹) برای تخمین بارش در مدیترانه از الگوریتم CST36 استفاده کردند. این الگوریتم مبتنی بر داده‌های مادون قرمز است که با استفاده از داده‌های رادار بارش TRMM، کالیبره شده است. مقایسه بین داده‌های به‌دست‌آمده از این روش و داده‌های زمینی نشان داد که ضریب همبستگی در فصل تابستان، بالا ولی در فصل زمستان پایین است. متکان و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از روش همسان‌سازی احتمالات، داده‌های مادون قرمز ماهواره متئوستو میکروویو غیرفعال TRMM را ترکیب کرده و برای تخمین بارش در حوضه آبریز مادرسو در استان گلستان استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین تخمین ماهواره و مشاهدات زمینی همبستگی ۰/۵۳ وجود دارد. همچنین معیارهای آماری RMSE و MAE به ترتیب معادل ۹/۷۴ و ۶/۶۷ به دست آمد.

Haile و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از سنسور از دور چند طیفی به تشخیص و تخمین بارندگی در حوضه رود نیل در اتیوپی پرداختند و بدین منظور از داده‌های TRMM و تصاویر ماهواره متئوست استفاده نمودند. آن‌ها همچنین از مدل نمایی برای تخمین بارندگی از باند مادون قرمز حرارتی استفاده نموده و داده‌های به‌دست‌آمده از این مدل را با مشاهدات به‌دست‌آمده از ایستگاه‌های هواشناسی مقایسه نمودند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که برای تشخیص نرخ بارش بالاتر از یک میلی‌متر در ساعت، شاخص‌های دمای درخشندگی 8/32 میکرون و نرخ تغییر دمای درخشندگی 8/32 میکرون بهتر از سایر شاخص‌ها عمل می‌کند. Fang و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه بر حوزه ژئو با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش کو کریجینگ و ارائه روابط رگرسیونی بر اساس توپوگرافی، بارش و پوشش گیاهی

نقشه‌های هم بارش را با دقت مناسب در سطح حوزه ارائه نمودند. با ورود انسان با عصر ارتباطات و توانایی از قابلیت فضای ابری، این امکان فراهم شده است که در سال‌های اخیر با استفاده از Google Earth Engine می‌توان تمامی مناطق، پوشش‌ها و کاربری‌های سطح زمین را با قدرت تفکیک زمانی بالا به‌صورت سری زمانی تحلیل نمود. این در حالی است که سامانه Google Earth Engine یک ابزار قدرتمند سنسور از دور برای استخراج اطلاعات کاربردی از تصاویر ماهواره‌ای است Google Earth Engine. یک پایگاه داده، تحلیل مکانی و متن‌باز (open source) است که کاربران را قادر می‌سازد کاربرد تصاویر ماهواره‌ای بلند مدت را لمس و تجزیه و تحلیل کنند. دانشمندان و محققین از Google Earth Engine برای تحقیقات سنسور از دور، کشاورزی، مدیریت بلایای طبیعی، پیش‌بینی شیوع بیماری، مدیریت منابع طبیعی و غیره استفاده می‌کنند. سامانه Google Earth Engine در برخی موارد درون خود بیش از ۴۰ سال تصاویر ماهواره‌ای گذشته، در حال حاضر و جدید را در خود جای داده است این تصاویر همراه با ابزار و محاسبات لازم برای تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته مکانی، می‌تواند محققین را به پژوهش‌های فراتحلیلی برساند. در Google Earth Engine محققین می‌توانند هم در سطح جهانی و سیاره‌ای و هم در سطح محلی به پردازش و تحلیل مکان‌های خود بپردازند. این سامانه یک ابزار ارزشمند برای تحلیل پیامدهای تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی، تقویت کند. این سامانه، همچنین قادر است تا وابستگی به نرم‌افزارهای تخصصی و دانلود تصاویر ماهواره‌ای را به حداقل برساند. حال سؤالی که بیش از حد مورد توجه است این است که این نرم‌افزار با چه دقتی و در چه بازه زمانی می‌تواند مفید باشد و برای محققین و کاربران اجرایی قابل توصیه است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از محصولات سنسور از دوری

مجموعه داده‌ها دربرگیرنده محصولات موقتی هستند که مرتباً با نسخه‌های به‌روز شده در دسترس جایگزین می‌شوند. قدرت تفکیک مکانی این محصول ۰/۱ درجه آرک و قدرت تفکیک زمانی آن هر ۳۰ دقیقه می‌باشد. این محصول دارای نه زیر محصول است که هر یک دارای دقت‌های تخمین متفاوتی با توجه به شدت بارندگی می‌باشند. این محصول جدید بوده و تنها برای بازه زمانی ۱۲ مارس ۲۰۱۴ تا ۲۱ مارس ۲۰۱۹ در دسترس می‌باشد. هر سه محصول ذکر شده در سامانه Google Earth Engine موجود است. اما نیاز به کد نویسی برای فیلتر کردن زمان، منطقه مورد مطالعه، تعیین اندازه پیکسل‌ها و انتخاب نوع محصول می‌باشد که تمامی این کدنویسی‌ها در محیط سامانه صورت پذیرفته است (شکل ۱).

سپس، با استفاده از اطلاعات ۱۰ ایستگاه سینوپتیک در استان خوزستان مقادیر بارش به صورت سالانه طی سال‌های ۹۳ تا ۹۴ و ۹۶ تا ۹۷ مورد مقایسه قرار گرفت. در بازه روزانه در دو ایستگاه پر بارش (ایذه) و کم بارش (اهواز) برای دو سال مختلف مقادیر بارش در بازه روزانه، ده‌روزه و ماهانه مورد ارزیابی و نتایج آن مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. جهت صحت سنجی نیز از شاخص‌های آماری ذیل استفاده شد:

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2\right)} \quad ۱$$

$$NRMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2\right)} / O_{ave} \quad ۲$$

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{ave})^2} \quad ۳$$

$$MBE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2\right) \quad ۴$$

TRMM، CHIRPS و GPM به ترتیب در بازه‌های زمانی روزانه، ده‌روزه و ماهانه استفاده شد. داده‌های CHRISP از ابتدای ژانویه ۱۹۸۱ تا ۲۸ فوریه ۲۰۱۹ به صورت روزانه موجود است. محصول CHIRPS یک مجموعه داده بیش از سی سال بارندگی جهانی است و قدرت تفکیک مکانی آن در حدود ۰/۰۵ درجه آرک در مقیاس جهانی می‌باشد. درواقع محصول CHIRPS تنها اطلاعات خام ماهواره‌ای نبوده بلکه توسط ایستگاه‌های زمینی تدقیق شده است. محصول CHIRPS بیشتر برای اهداف پایش خشک‌سالی فصلی و تحلیل روند تهیه شده است. لازم به ذکر است که این محصول تنها برای بارندگی ۰ تا ۱۴۴۴/۳۴ میلی‌متر در روز اعتبار دارد (Funk و همکاران، ۲۰۱۵).

داده‌های TRMM^۲ که مأموریت مشترک بین ناسا و آژانس اکتشافات فضایی ژاپن^۳ است برای پایش و مطالعه بارندگی مناطق حاره طراحی شده است (Huffman, 2012). محصول 3B42 TRMM نیز همانند CHIRPS از مادون‌قرمز برای تخمین بارندگی استفاده می‌کند اما با این تفاوت که قدرت تفکیک زمانی آن بالاتر (سه‌ساعته) و قدرت تفکیک مکانی آن کمتر و در حدود ۰/۲۵ درجه آرک می‌باشد (Huffman et al., 2007). این محصول خود دارای دو زیر محصول است که با طول‌موج‌های ماکروویو و مادون‌قرمز تنظیم شده است. این محصول برای بازه زمانی یک ژانویه ۱۹۹۸ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۸ در دسترس است (Adler et al., 2003). در نهایت محصول GPM^۴ نسخه ۵ که یک مأموریت جهانی برای نسل بعدی مطالعات باران و برف است. این محصول درواقع تخمین‌های بارندگی مایکروویو تمامی ماهواره‌ها را تجمیع، کالیبره و درون‌یابی کرده و در مقیاس‌های زمانی و مکانی کوچک برای سراسر جهان ارائه می‌دهد. این سامانه برای داده‌های مشاهداتی چندین مرتبه اجرا می‌شود و در ابتدا یک تخمین سریع داده و سپس هر چه داده‌های بیشتری می‌رسد، تخمین آن نیز بهتر می‌شود.

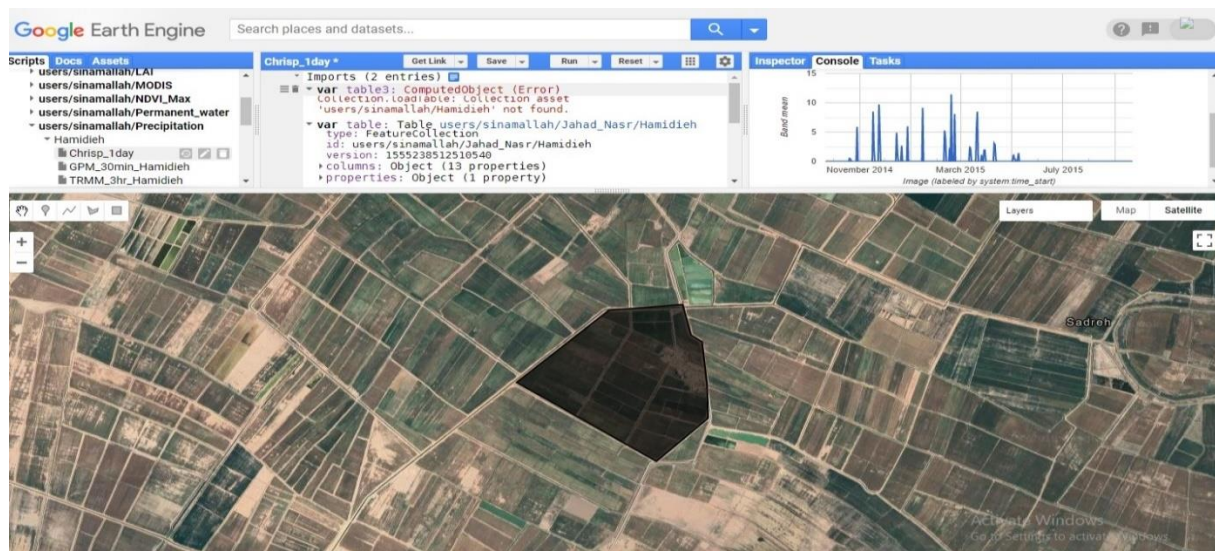
بازه روزانه عملکرد مناسبی نداشته است بنابراین از این روش جهت تخمین داده‌های باران روزانه نمی‌توان استفاده نمود. در ادامه برای بررسی بیشتر نتایج به‌دست‌آمده در بازه زمانی نزدیک‌تر نیز دارای خطای بالایی است و نتایج به‌دست‌آمده با نتایج اندازه‌گیری شده به‌هیچ‌عنوان تطابق ندارند (شکل ۳). سپس این داده‌ها به‌صورت جمع ده‌روزه محاسبه و با داده‌های اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن در شکل ۴ ارائه شده است.

نتایج به‌دست‌آمده در بازه ۱۰ روزه نشان می‌دهد کارایی مدل در این شرایط بهتر بوده است ولی خطای مدل بسیار زیاد است بنابراین در این شرایط نیز نتایج به‌دست‌آمده از سامانه قابل توصیه و استفاده نیست برای بررسی مجدد داده‌ها در سال ۹۶ و ۹۷ نیز مورد بررسی قرار گرفت و همچنان خطای مدل در بازه ده‌روزه نیز بالا است و نمی‌توان بر آنچه سامانه ارائه می‌کند تکیه نمود (شکل ۵). سپس داده‌ها به‌صورت جمع ماهانه نیز محاسبه و با داده‌های اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن برای سال ۹۴-۹۳ در شکل ۶ ارائه شد.

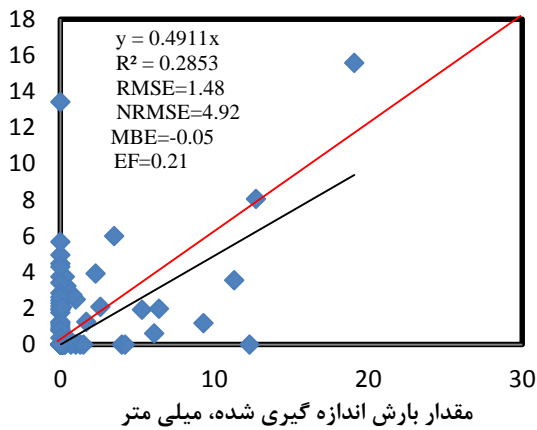
که در آن: RMSE ریشه میانگین مربعات خطا، NRMSE ریشه میانگین مربعات خطای نرمال، EF ضریب کارایی مدل و MBE میانگین انحراف خطا می‌باشد. پارامترهای P ، O_i و O_{ave} به ترتیب داده مشاهده‌شده، برآورد شده و میانگین داده‌های مشاهده‌ای و تعداد مشاهدات می‌باشند.

نتایج و بحث

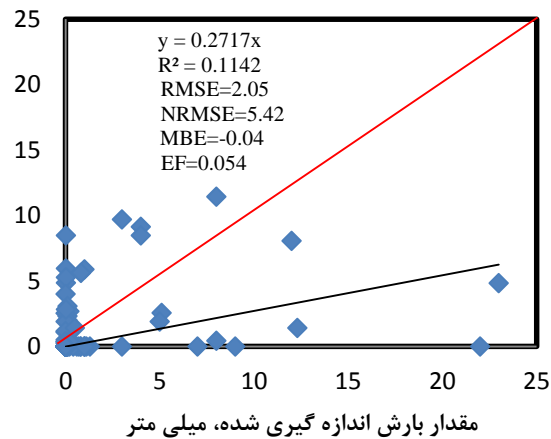
بررسی‌ها نشان دادند که دو محصول TRMM و GPM با داده‌های سه‌ساعته و ۳۰ دقیقه‌ای دارای الگوریتم مناسب نبوده و اعداد خروجی از آن‌ها روند مناسبی یا داده‌های اندازه‌گیری شده نشان نمی‌دهند. از طرف دیگر محصول CHIRPS با الگوریتم اندازه‌گیری روزانه خروجی‌های قابل‌قبول‌تری داشت. داده‌های روزانه سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ ایستگاه اهواز با استفاده از سامانه Google Earth Engine مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج آن‌ها در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر استخراج‌شده از سامانه Google Earth Engine در بازه روزانه دارای خطای بالایی بوده و با توجه به شاخص کارایی مدل (EF) این مدل در



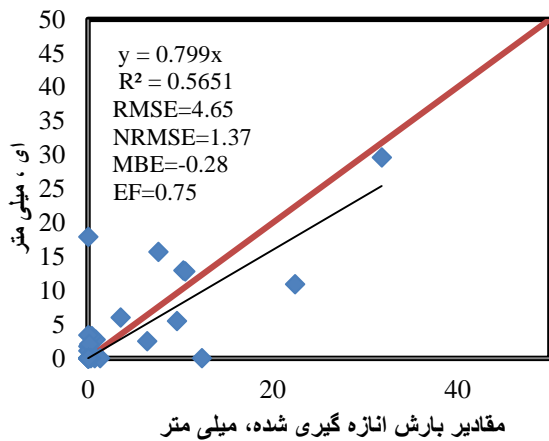
شکل ۱- محدوده مورد مطالعه و نمایی از مدل Google Earth Engine جهت برآورد بارش در پایلوت آزمایشی حمیدیه



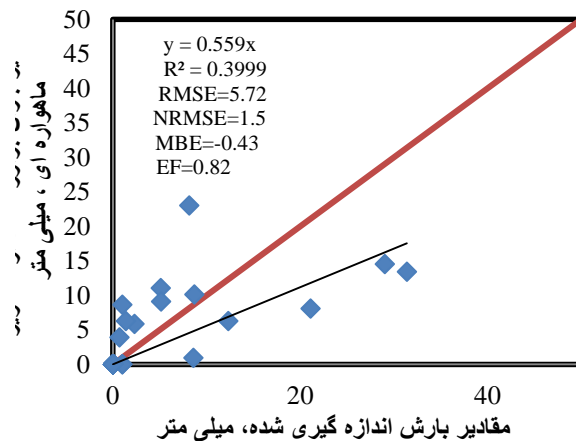
شکل ۳- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش روزانه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۶-۱۳۹۷)



شکل ۲- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش روزانه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۳-۱۳۹۴)



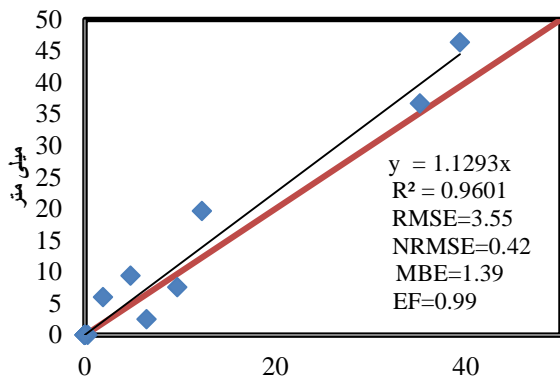
شکل ۵- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ده روزه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۶-۱۳۹۷)



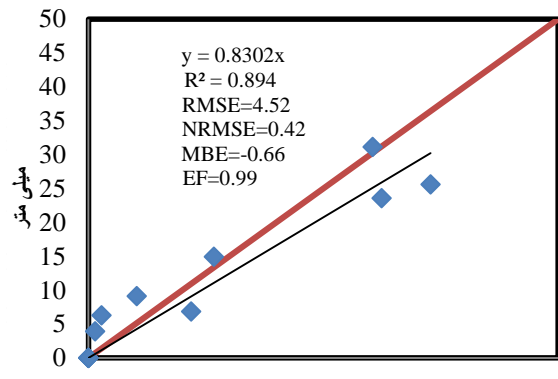
شکل ۴- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ده روزه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۳-۱۳۹۴)

نمی توان مبنای محاسبات قرار گیرد. همچنین این بررسی در بازه ماهانه در سال ۹۷ - ۹۶ نیز انجام شد (شکل ۷) و نتایج نشان داد که در بازه ماهانه مدل دارای شاخص کارایی بالایی است اما در این بازه نیز تا ۴۲ درصد خطا دارد. داده های روزانه سال های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ ایستگاه ایزه با استفاده از سامانه Google Earth Engine مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج آن ها در شکل ۸ ارائه شده است.

نتایج به دست آمده در بازه ماهانه نسبت به دو بازه قبلی نشان داد که سامانه در بازه ماهانه از کارایی بالایی برخوردار است و مقدار خطای نرمال شده آن حدود ۴۲ درصد است که با گزارش Ghajarnia و همکاران (۲۰۱۵) که مقدار خطای تخمین بارش را بین ۲۶ تا ۷۸ درصد اعلام نمودند مطابقت دارد. لازم به توضیح است این نتایج در مقایسه با دقت آن در سایر بازه ها دقت مناسب تری دارد که بازه



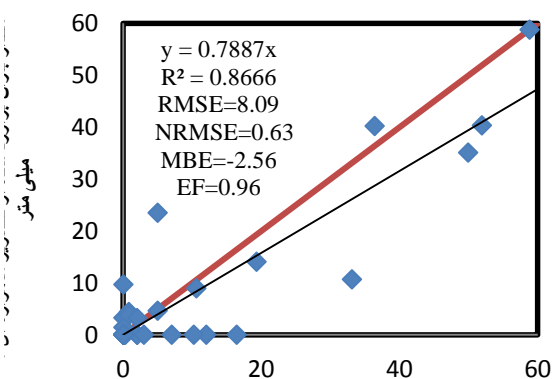
مقادیر بارش اندازه گیری شده، میلی متر



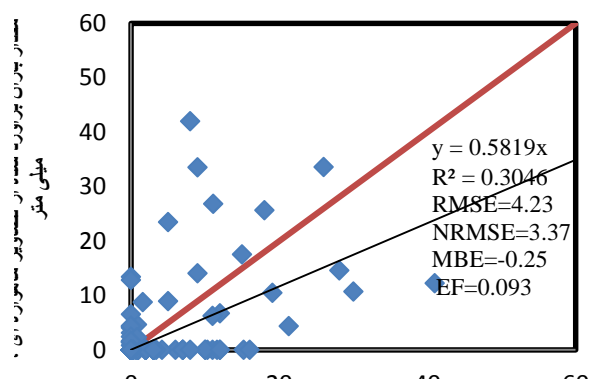
مقادیر بارش اندازه گیری شده، میلی متر

شکل ۷- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۶-۱۳۹۷)

شکل ۶- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ماهانه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۳-۱۳۹۴)



مقدار بارش اندازه گیری شده، میلی متر



مقدار بارش اندازه گیری شده، میلی متر

شکل ۹- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ده روزه در ایستگاه ایذه (۱۳۹۳-۱۳۹۴)

شکل ۸- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش روزانه در ایستگاه ایذه (۱۳۹۳-۱۳۹۴)

همکاران (۲۰۱۳) منطبق است. همچنان مدل کم برآورد بوده و مقدار بارش‌ها را کم‌تر از مقدار وقوع یافته نشان می‌دهد. در ادامه نتایج بررسی بارش‌ها در ایستگاه ایذه در بازه ماهانه در شکل ۱۰ ارائه شد.

نتایج به دست آمده در بازه ماهانه نسبت به دو بازه قبلی نشان داد که سامانه در بازه ماهانه از شاخص کارایی بالایی برخوردار است و مقدار خطای نرمال شده آن حدود ۳۶ درصد است. که شبیه به موارد بالا در مقایسه با دقت آن در سایر بازه‌ها دارای دقت مناسب است ولی باز هم نمی‌تواند

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد مقدار بارش تا ۳ برابر تخمین زده شده است و این نتیجه تأیید می‌کند این سامانه در برآورد روزانه دقت مناسب و قابل قبولی را ارائه نمی‌کند. در ادامه در بازه ده روزه نیز نتایج مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در شکل ۹ ارائه شده است. در بازه زمانی ۱۰ روزه شاخص کارایی مدل افزایش چشمگیری داشته و نشان می‌دهد که مدل جواب‌های معقولی را ارائه نموده است. ولی از نظر دقت در این بازه مدل تا ۶۳ درصد خطا را نشان می‌دهد که این نتیجه با نتایج تحقیقات Katiraie و

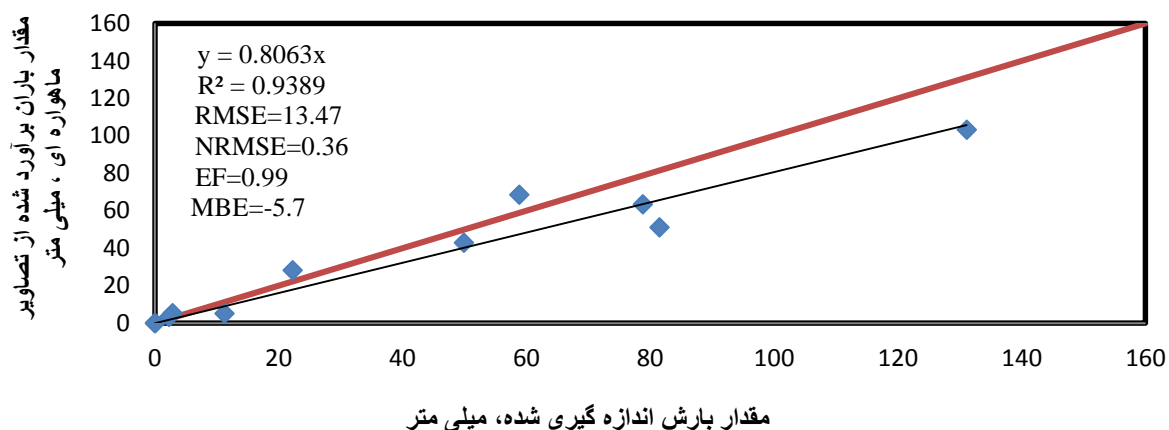
منظور بررسی بیشترین موضوع سعی شد تا با استفاده از روش بارش قابل اطمینان مقادیر بارش را به بارش موثر تغییر داده شود. تا دقت برآورد مدل را در تعیین بارش موثر بسنجیم که نتایج آن در شکل ۱۱ ارائه شده است.

نتایج به دست آمده در شکل ۱۱ نشان می دهد که این سامانه در تعیین بارش موثر نیز کارایی مناسبی نداشته و خطا در مورد تعیین بارش موثر افزایش نیز می یابد. از این رو در حال حاضر این سیستم نیاز به تدقیق و افزایش دقت داشته و نیاز است جهت برآورد مناسب تر بارش معادلات انتقالی در این زمینه تولید گردد. بررسی کل داده های ۹ ایستگاه آبادان، بستان، دزفول، هندیجان، ایذه، ماهشهر، رامهرمز، شادگان و شوشتر در خوزستان در شکل ۱۲ ارائه شده است.

نتایج شاخص های آماری در شکل ۱۲ نشان می دهد که به طور متوسط ۵۱ درصد خطا در برآورد بارش وجود دارد و به میزان ۳/۱ میلی متر به طور متوسط مقدار بارش را کمتر برآورد می نماید که با گزارش بروجرد (۱۳۹۲) همخوانی دارد. شاخص توافق و کارایی مدل قابل قبول است ولی در مقدار دقت آن می بایست منتظر توابع جدیدتری بود تا با دقت بالاتری بتوانند داده های بارش را برآورد نمایند و مدل فعلی یک انطباق نسبی از بارش رخ داده است (رسولی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین از نظر آماری نیز داده ها مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

مبنای محاسبات قرار گیرد. این نتایج نشان می دهد که برای ایستگاه پر بارش مانند ایذه این سامانه کم برآورد بوده و برای ایستگاه اهواز بیش برآورد می باشد که این نتیجه با گزارش Hosseini-Moghari و همکاران (۲۰۱۸) مبنی بر بیش برآورد بودن این سامانه در ایستگاه های کم بارش و کم برآورد بودن آن در ایستگاه های پر بارش منطبق می باشد. برای نتیجه گیری مناسب شاخص های آماری به دست آمده را در جدول ۱ تجمیع و ارائه شد.

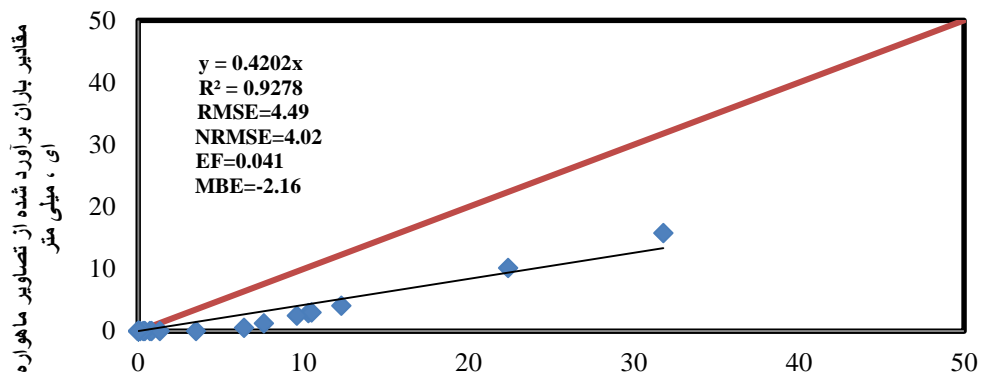
نتایج نشان می دهد که بیشترین دقت در برآورد بارش در بازه ماهانه می باشد که این نتیجه با گزارش مددی و همکاران (۱۳۹۴) منطبق می باشد. لذا تا حد امکان می بایست از داده های ماهانه با این روش استفاده نمود. ولی در هر صورت ۴۰ درصد خطا در برآورد بارش خطای بالایی است که در گزارش Ghajarnia و همکاران (۲۰۱۹) این خطا حدود ۴۴ درصد بیان شده است و نیاز است در آینده با به کارگیری محصولاتی با الگوریتم دقیق تر این دقت افزایش چشمگیرتری داشته باشد. شاخص MBE نشان می دهد که این الگوریتم ها مقادیر باران را کمتر از مقدار اندازه گیری شده نشان می دهند که این نتایج با نتایج Javanmard و همکاران (۲۰۱۰) منطبق است (جدول ۱). مقدار متوسط RMSE در این تحقیق حدود ۵/۳ میلی متر است که با گزارش Moazami و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت کامل دارد. این در حالی است که تصاویر ماهواره ای ممکن است بارشی که به زمین می رسد را ثبت نموده باشند. به



شکل ۱۰- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ماهانه در ایستگاه ایذه (۱۳۹۳-۱۳۹۴)

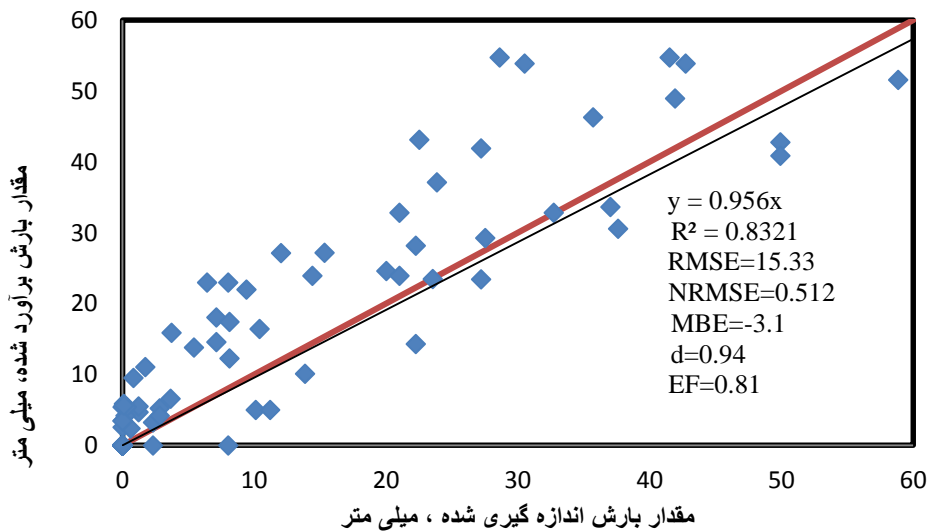
جدول ۱- میانگین شاخص‌های آماری در بازه‌های زمانی مورد بررسی توسط مدل

دوره آماری	RMSE میلی متر	NRMSE	MBE میلی متر	EF
روزانه	2.59	4.57	-0.11	0.12
دهه	6.15	1.17	1.09-	0.84
ماهانه	7.18	0.40	-1.66	0.99



مقادیر بارش اندازه گیری شده، میلی متر

شکل ۱۱- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش مؤثر در بازه ده روزه در ایستگاه اهواز (۱۳۹۶-۱۳۹۷)



مقدار بارش اندازه گیری شده، میلی متر

شکل ۱۲- نتایج تخمین زده شده و اندازه گیری شده بارش ماهانه در ۹ ایستگاه در خوزستان

جدول ۲- بررسی نتایج برآورد بارش در ۹ ایستگاه توسط آزمون F-Test

P	ضریب F	خطای استاندارد	میانگین تفاضل‌ها	میانگین مقادیر شبیه سازی	میانگین مقادیر مشاهده‌ای
-	-	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر
0.29	0.88	14.24	3.08	29.94	33.02

مقدار خطای نرمال شده آن حدود ۳۶ درصد می‌باشد. ارزیابی سامانه در ۹ ایستگاه دیگر نیز نشان داد که به‌طور متوسط ۵۱ درصد خطا در برآورد بارش وجود دارد و به میزان ۳/۱ میلی‌متر به‌طور متوسط مقدار بارش کمتر برآورد می‌شود؛ همچنین شاخص توافق و کارایی مدل قابل قبول بود. از نظر آزمون F-Test تفاوت معنی‌داری بین داده‌های برآورد شده و اندازه‌گیری شده مشاهده نشد از این رو تا حدودی می‌توان از این سامانه در برآورد اطلاعات بارش در مکان‌هایی که اطلاعات بارش وجود ندارد در بازه ماهانه بهره برد ولی جهت افزایش دقت آن می‌بایست محصولات و الگوریتم‌های دقیق‌تری را با توجه به شرایط خشک و نیمه خشک کشور در این سامانه قدرتمند جستجو نمود.

نتایج آزمون F-Test در جدول ۲ نشان می‌دهد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین مقادیر شبیه‌سازی شده و مقادیر اندازه‌گیری شده وجود ندارد. ولی مقدار خطای استاندارد ۱۴/۲ میلی‌متر می‌باشد که خطای قابل‌توجهی است و نیاز است توابع مورد استفاده از سامانه جهت واسنجی مناسب‌تر ارائه گردند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده مدل CHIRPS که در بازه زمانی روزانه داده تولید می‌کند از دیگر مدل‌ها داده‌های قابل قبول‌تری را ارائه می‌کند. همچنین این مدل در بازه ماهانه از شاخص کارایی بالایی برخوردار است (۰/۹۹) و

فهرست منابع

- بروجردی، پ. ۱۳۹۲. مقایسه داده‌های بارش ماهانه ماهواره‌ای و زمینی در شبکه‌های با تفکیک زیاد روی. مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۷ شماره ۴: صفحات ۱۴۹ تا ۱۶۰.
- رسولی، ع.ا.، عرفانیان، م.، صراف، ب.، و جوان، خ. ۱۳۹۵. ارزیابی تطبیقی مقادیر بارندگی برآورد شده TRMM و بارش ثبت شده ایستگاه‌های زمینی. فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی. جلد ۱۶ شماره : صفحات ۱۹۵ تا ۲۱۷.
- قاجار نیا، ن.؛ لیاقت، ع.م.؛ آراسته، پ.؛ ۱۳۹۳. صحت سنجی داده‌های بارندگی ایستگاه‌های غیر ثبات سازمان هواشناسی و تماب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۴ (۱)، ۱۰۹-۹۱.
- متکان، ع.؛ شکیبیا، ع.؛ عاشور لو، د.؛ بذاق جمالی، ج.؛ محمدیان، و. ۱۳۸۸. قابلیت داده‌های ترکیبی مادون قرمز و ماکروویو غیرفعال سنجش از دور و تخمین بارندگی و پایش سیلاب (مطالعه موردی: استان گلستان)، سنجش از دور و GIS ایران، شماره ۱، ص ۱۱-۱۳.
- مددی، غ.، حمزه، س.، و نوروزی، ع.ا. ۱۳۹۴. ارزیابی بارش در مقیاس‌های روزانه، ماهانه و سالانه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه مرزی غرب ایران. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی): دوره ۶، شماره ۲: صفحات ۵۹ تا ۷۴.
- Adler RF, Kidd C, Petty G, Morissey M, Goodm an HM. 2001. Intercomparison of global precipitation products: The third Precipitation Intercomparison Project (PIP-3). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82(7): 1377-1396.
- Adler, R.F., G.J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro, P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, D. Bolvin, A. Gruber, J. Susskind, P. Arkin, E.J. Nelkin, 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *J. Hydrometeor.*, 4(6), 1147-1167.
- Collischonn B, Collischonn W, Tucci CEM. 2008. Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. *Journal of Hydrology*, 360(1): 207-216.
- Fang J, Du J, Xu W, Shi P, Li M, Ming X. 2013. Spatial downscaling of TRMM precipitation data based on the aerographical effect and meteorological conditions in a mountainous area. *Advances in Water Resources*, 61: 42-50.
- Feidas, H., Kokolatos, G., Negri, A., Manyin M., Chrysoulakis, N., Kmarianakis, y. (2009), "A validation of an infrared-based satellite algorithm to estimate accumulated rainfall over the Mediterranean basin, *Theoretical and Applied Climatology*, 95:91-109.

- Funk, Chris, Pete Peterson, Martin Landsfeld, Diego Pedreros, James Verdin, Shraddhanand Shukla, Gregory Husak, James Rowland, Laura Harrison, Andrew Hoell & Joel Michaelsen. 2015. "The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes". *Scientific Data* 2, 150066. doi:10.1038/sdata.2015.662015.
- Ghajarnia, N.; Daneshkar, A.P.; Liaghat, M.; Araghinejad, S. 2019. Error Analysis on PERSIANN Precipitation Estimations: Case Study of Urmia Lake Basin, Iran. *J. Hydrol. Eng.* 2018, 23, DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001643.
- Ghajarnia, N.; Liaghat, A.; Daneshkar, A.P. Comparison and evaluation of high resolution precipitation estimation products in Urmia Basin-Iran. *Atmos. Res.* 2015, 158, 50–65, Doi: 10.1016/j.atmosres.2015.02.010.
- Haile, A.T., Rientjes, T., Gieske, A., Gebremichael, M. 2010. Multispectral remote sensing for rainfall detection and estimation at the source of the Blue Nile River., *Int. J. of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12: 76–82.
- Hosseini-Moghari, M., Araghinejad, Sh., Ebrahimi, K. (2018). "Spatio-temporal evaluation of global gridded precipitation datasets across Iran." *Hydrological Science*, 63(11), 1669–1688, Doi: 10.1080/02626667.2018.1524986.
- Huffman, G.J., Adler, R., Bolvin, D., Gu, G., Nelkin, E., Bowman, K., Stocker, E., Wolff, D., 2007. The TRMM multi-satellite precipitation analysis: quasiglobal, multi-year, combined-sensor precipitation estimates at fine scale. *J. Hydrometeorol.* 8, 38–55.
- Huffman, G.J., 2012: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Version 3.0 for the NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG). GPM Project, Greenbelt, MD, 29 pp.
- Hughes, D.A. Comparison of satellite rainfall data with observations from gauging station networks. *J. Hydrol.* 2006, 327, 399–410.
- Javanmard, S., Yatagai, A., Nodzu, M.M., BodaghJamali, J., Kawamoto, H., 2010. Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimate of TRMM_3B42 over Iran. *Adv. Geosci.* 25, 119–125.
- Khandu, J.L.A.; Forootana, E. An evaluation of high-resolution gridded precipitation products over Bhutan (1998–2012). *Int. J. Climatol.* 2016, 36, 1067–1087.
- Katiraie, B.P.S., Nasrollahi, N., Hsu, L.K., Sorooshian, S., 2013. Evaluation of satellite-based precipitation estimation over Iran. *J. Arid Environ.* 97, 205–219.
- Kidd C, Levizzani V. 2011. Status of satellite precipitation retrievals. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(4): 1109-1116.
- Marchi, D.C., 2006, Probabilistic Estimation of Precipitation Combining Geostationary and TRMM Satellite Data, PhD. Thesis, Georgia Institute of Technology.
- Mesinger, F.; Chou, S.C.; Gomes, J.L.; Jovic, D.; Bastos, P.; Bustamante, J.F.; Lazic, L.; Lyra, A.A.; Morelli, S.; Ristic, I. An upgraded version of the Eta model. *Meteorol Atmos. Phys.* 2012, 116, 63–79.
- Meng J, Li L, Hao Z, Wang J, Shao Q. 2014. Suitability of TRMM satellite rainfall in driving a distributed hydrological model in the source region of Yellow River. *Journal of Hydrology*, 509: 320-332.
- Moazami, S., Golian, S., Kavianpour, M.R., Yang, H., 2013. Comparison of PERSIANN and V7 TRMM multi-satellite precipitation analysis (TMPA) products with rain gauge data over Iran. *Int. J. Remote Sens.* 34 (22), 8156–8171.
- Nogueira, S.M.C., Moreira, M.A. and Volpato, M.M.L. 2018. valuating Precipitation Estimates from Eta, TRMM and CHRIPS Data in the South-Southeast Region of Minas Gerais State—Brazil. *Remote Sens.* 10. 313. pp 16. NOAA National Centers for Environmental Information.
- Porcù F, Milani L, Petracca M. 2014. On the uncertainties in validating satellite instantaneous rainfall estimates with rain gauge operational network. *Atmospheric Research*, 144: 73-81.
- Schneider, U.; Ziese, M.; Becker, A.; Meyer-Christoffer, A.; Finger, P. Global Precipitation Analysis Products of the GPCC; Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), Deutscher Wetterdienst: Offenbach, Germany, 2015.
- Sorooshian, S.; Hsu, K.L.; Gao, X.; Gupta, H.V.; Imam, B.; Braithwaite, D. Evaluation of PERSIANN system satellite-based estimates of tropical rainfall. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 2000, 81, 2035–2046.
- Funk, C.C.; Peterson, P.J.; Landsfeld, M.F.; Pedreros, D.H.; Verdin, J.P.; Rowland, J.D.; Romero, B.E.; Husak, G.J.; Michaelsen, J.C.; Verdin, A.P. A quasi-global precipitation time series for drought monitoring. *U.S. Geol. Surv. Data Ser.* 2014.
- Sharma S. 2003. Study of precipitating systems by Doppler weather radar and TRMM rainfall radar, Department of Physics, Kohima Science College, Jotsoma, Kohima, Nagaland, India-797002.
- Zhang WW, Yao L, Li H, Sun DF, Zhou LD. 2011. Research on land use change in Beijing Hanshiqiao wetland nature reserve using remote sensing and GIS. *Procedia Environmental Sciences (3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology ESIAT)*, 10(A): 583– 588.
- Li X, Zhang Q, Xu C-Y. 2014. Assessing the performance of satellite-based precipitation products and its dependence on topography over Poyang Lake basin. *Theoretical and Applied Climatology*, 115(3-4): 713-729.



Evaluation of Daily, Decade and Monthly Data Satellite Images to Estimate of Precipitation Using Google Earth engine in Khuzestan Province

Arash Tafteh¹, Sina Mallah², NiazAli Ebrahimipak³

1^{*}) Assistant professor of Department of Irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*Corresponding author email: Arash_tafteh@yahoo.com

2) Resercher of Department of Irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

3) Associated professor of Department of Irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: 24-12-2019

Accepted: 19-05-2020

Abstract

Since synoptic metrological stations have non-uniformed scattering pattern in Iran and on the other hand precipitation determination and forecasting is essential for irrigation planning, a method precisely determine precipitation of agricultural lands in farm level has great importance. This study was carried out in Google Earth Engine Code programming environment using GPM, TRMM and CHIRPS satellite data which is daily, decade and monthly, respectively in Ahwaz and Izeh metrological stations for calibration and 9 meteorological stations for validation during 2015-2016 and 2017 - 2018 Growing season. Results showed that monthly interval could obtain better accuracy with R2 of 0.99 and NRMSE = 0.36, respectively. The validation results of the rest 9 meteoroidal station indicated that precipitation prediction had 51% and 3.1 mm error and under estimation on average, respectively. The efficiency was reasonable and F-Test showed no significant difference between observed and prediction samples. The standard error value was 14.2 mm which is a significant error and need to work on updated better functions. It can be concluded that this method can be a useful tool for monthly precipitation prediction of areas with no climatic data if integrated with Kriging, co-Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) geostatistical models for interpolation.

Keywords: Rain, Effective Rain, Google Earth Engine, Khuzestan.