

## ارزیابی داده‌های بارش با استفاده از مدل‌های CHIRPS و PERSIANN (مطالعه موردی: بندرعباس)

هادی سیاسی<sup>۱\*</sup> و امیر سالاری<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۹)

### چکیده

دسترسی به داده‌های بارشی وسیع با دقت مناسب، می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزی‌های آبیاری و مدیریت منابع آبی ایفا نماید. تصاویر ماهواره‌ای با تولید داده‌های زیاد، وسیع، ارزان و به‌روز به‌عنوان راهکاری عملی جهت تخمین بارش مطرح است. بدین‌منظور، در این پژوهش با استفاده از سامانه گوگل ارث‌انجین و محصولات بارش حاصل از تصاویر ماهواره‌ای مدل PERSIANN و CHIRPS در بازه‌های زمانی روزانه، ماهانه و سالانه به ارزیابی و صحت‌سنجی مقدار بارش ایستگاه بندرعباس طی دوره آماری ۲۰۲۰-۱۹۸۳ پرداخته شد. نتایج نشان داد که برآورد بارش توسط ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS در مقیاس ماهانه و سالانه از دقت بیشتر نسبت به مقیاس روزانه برخوردار بوده و در مقیاس‌های ماهانه و سالانه، بیش‌ترین ضریب همبستگی و کم‌ترین مقدار RMSE متعلق به الگوریتم PERSIANN است. مقدار ضریب همبستگی الگوریتم PERSIANN در مقیاس‌های روزانه و ماهانه و سالانه به ترتیب برابر با ۰/۳۲، ۰/۸۳ و ۰/۹۴ و ضریب همبستگی الگوریتم CHIRPS در مقیاس‌های روزانه و ماهانه و سالانه به ترتیب برابر با ۰/۲۴، ۰/۷۱ و ۰/۹۰ به‌دست آمد. مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) الگوریتم‌های PERSIANN و Chrips در مقیاس ماهانه به ترتیب برابر با ۰/۸۹ و ۰/۷۰ و در مقیاس سالانه به ترتیب برابر با ۰/۸۸ و ۰/۸۰ به‌دست آمد. نتیجه‌گیری کلی این بود که دقت هر دو الگوریتم در تعیین الگوی مکانی بارندگی در مقیاس ماهانه و سالانه مناسب بوده و الگوریتم PERSIANN از دقت بالاتری در مقیاس زمانی ماهانه برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: الگوی بارش، تصاویر ماهواره، گوگل‌ارث، ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS

۱. گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.

۲. گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان

\*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Hadisiasar@pnu.ac.ir

## مقدمه

بارش به عنوان یکی از مهم ترین مؤلفه های هواشناسی از اهمیت ویژه و نقش مهمی در چرخه آب، مدل سازی های هیدرولوژیکی و مدیریت منابع آب برخوردار است (۲۸). همچنین، این مؤلفه به عنوان مهم ترین ورودی مدل های هیدرولوژیکی سطح زمین، به واسطه دارا بودن تغییرات زمانی و مکانی قابل توجه، پیچیده ترین پدیده در چرخه هیدرولوژیکی نیز به شمار می آید، در نتیجه تخمین دقیق این مؤلفه برای رسیدن به نتایج هیدرولوژیکی قابل اعتماد، امری ضروری بوده و عدم دقت در برآورد مقدار بارش می تواند خطای معنی داری در مقدار رواناب شبیه سازی ایجاد نماید. اگرچه بارش ثبت شده در ایستگاه های بارش زمینی همچنان یکی از دقیق ترین روش های اندازه گیری بارش است، اما پراکندگی ایستگاه های هواشناسی و توزیع نامناسب مکانی آنها در تعیین مقدار بارش و پهنه بندی آن تأثیر بسزایی داشته (۲۷) و پایین بودن توان تفکیک مکانی و زمانی شبکه ایستگاه های زمینی (به خصوص در کشورهای در حال توسعه) منجر به ظهور روش های نوین و منابع جدید تخمین بارش با استفاده از تکنیک های سنجنش از دور شده است.

در سال های اخیر با استفاده از گوگل ارث انجین امکان تحلیل تمامی مناطق، پوشش ها و کاربری های سطح زمین با قدرت تفکیک زمانی بالا به صورت سری زمانی فراهم شده است. در واقع گوگل ارث انجین یک پایگاه داده، تحلیل مکانی و متن باز (Open source) است که کاربران را قادر می سازد کاربرد تصاویر ماهواره ای بلندمدت را لمس و تجزیه و تحلیل کنند. دانشمندان و پژوهشگران از گوگل ارث انجین برای پژوهش های سنجنش از دور، کشاورزی، مدیریت بلایای طبیعی، پیش بینی شیوع بیماری، مدیریت منابع طبیعی و غیره استفاده می کنند، این تصاویر ماهواره ای موجود در گوگل ارث انجین همراه با ابزار و محاسبات لازم برای تجزیه و تحلیل های پیشرفته مکانی، می تواند پژوهشگران را به پژوهش های فراتحلیلی برساند. در گوگل ارث انجین پژوهشگران می توانند هم در سطح جهانی و سیاره ای و هم در سطح محلی به پردازش و تحلیل مکان های

خود پردازند، به عبارتی، سامانه گوگل ارث انجین یک ابزار ارزشمند برای تحلیل پیامدهای تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی با حداقل وابستگی به نرم افزارهای تخصصی و تصاویر ماهواره ای است. حال سؤالی که بیش از حد مورد توجه است این است که این نرم افزار با چه دقتی و در چه بازه زمانی می تواند در مناطق مختلف مفید باشد و برای پژوهشگران و کاربران اجرایی قابل توصیه است. از آنجایی که داده های بارشی مبتنی بر تکنیک های سنجنش از دور، امکان دسترسی به داده های بارشی با گام های زمانی و مکانی مختلف را در کمترین زمان ممکن و بدون هیچ هزینه ای میسر می سازند، پژوهش های ارزشمند بارشی مبتنی بر سنجنش از دور که از توان تفکیک مکانی و زمانی مناسبی برخوردار باشند همچون پژوهش های ماهواره های PERSIAAN (۱۰ و ۲۹) CMORPH (۱۳) و TRMM (۱۱) انجام شده است. این پژوهش ها طی دهه های گذشته، منجر به تولید داده های ماهواره ای زیادی شده است. بر این اساس، استفاده از داده های ماهواره ای و مدل سازی می تواند کمک بسیار مهمی در تدقیق اطلاعات ایستگاه های هواشناسی نماید، از این رو داده های سنجنش از دور با بعد وسیع تر با قابلیت ذخیره سطح وسیعی از اطلاعات و توزیع آنها و همچنین ابزارهای تفکیک زمانی و مکانی بالا می تواند در مناطقی که باران سنج نیز وجود ندارد مقدار بارش را تعیین نماید، در دسترس بودن و تولید بدون وقفه داده های ماهواره ای، آنها را به منابعی با ارزش برای تخمین مقدار بارش تبدیل کرده است که این امر موجب شده است که این روش ها در مناطقی که ایستگاه های هواشناسی وجود ندارد بسیار پر کاربرد باشد (۱۷).

برای تخمین بارندگی با استفاده از تصاویر ماهواره ای تکنیک های متفاوتی وجود دارد این تکنیک ها به سه روش مستقیم، غیرمستقیم و ترکیبی تقسیم می شوند. در روش های مستقیم از تصاویر مادون قرمز و در روش های غیرمستقیم از تصاویر ماکروویو غیرفعال استفاده می شود (۳۰). نتایج پژوهش های مختلف نشان می دهد که بارش از همبستگی بالاتری با تابش ماکروویو نسبت به تابش مادون قرمز برخوردار

۲۰۱۲-۲۰۰۰ و مقایسه آن با داده‌های بارش در ۳۰ ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک و کلیماتولوژی) در حوزه مرزی غرب ایران، همبستگی معنی‌داری در سطح پنج درصد بین داده‌های بارش زمینی و ماهواره‌ای در مقیاس‌های ماهانه و سالانه به‌دست آوردند.

منگ و همکاران (۲۰) در مطالعه‌ای در شمال فلات تبت برای ارزیابی کمی بارش در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۸ از محصول TRMM Multi satellite (Precipitation Analysis) TPA-3B42(V6) استفاده کرده و با مقایسه داده‌های تخمینی از ماهواره و مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های زمینی نشان دادند که توزیع زمانی و مکانی بارش در مقیاس روزانه با مقادیر اندازه‌گیری شده ارتباط کمتری داشته درحالی که داده‌های ماهانه دارای رابطه خطی مناسب با داده‌های باران‌سنجی هستند. سروشیان و همکاران (۲۹) با استفاده از داده‌های سنسج از دور و شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل تخمین بارش PERSIANN را پیشنهاد کردند. آن‌ها در پژوهش خود از تصاویر مادون قرمز ماهواره GOES و داده‌های بارش تجمعی روزانه ماهواره TRMM استفاده کردند. ضریب همبستگی بین بارش برآوردشده توسط مدل و داده‌های رادارهای هواشناسی مرکز ملی داده‌های اقلیمی آمریکا حدود ۰/۷ بود. همچنین، آنها در مناطق با تراکم بالای ایستگاه‌های هواشناسی، ضرایب همبستگی بالاتری (از ۰/۷۷ تا ۰/۹) بین مقادیر مدل PERSIANN و داده‌های بارش ماهانه سازمان جهانی هواشناسی به‌دست آوردند.

فدیاس و همکاران (۵) 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، واسنجی شده است. مقایسه بین داده‌های به‌دست آمده از این روش و داده‌های زمینی نشان داد که ضریب همبستگی در فصل تابستان، زیاد بوده ولی در فصل زمستان پایین است.

متکان و همکاران (۱۹) با استفاده از روش همسان‌سازی احتمالات، داده‌های مادون قرمز ماهواره‌های متئوستو و TRMM را ترکیب کرده و برای تخمین بارش در حوضه آبریز مادرسو

است، به‌دلیل هزینه بالای واسنجی داده‌های به‌دست آمده از رادار و عدم توجه اقتصادی برای تعیین توزیع بارندگی، امروزه از امواج ماکروویو فعال و غیرفعال به‌وسیله سنسجده‌های نور مرئی و مادون قرمز جهت تخمین بارش در مقیاس زمانی کوتاه مدت استفاده می‌شود (۳۰).

امروزه از محصولات مختلف سنسج از دور که از مدل‌های عددی مشتق می‌شوند مانند Eta (۲۱) و PERSIANN (۱۶، ۲۹ و ۱) استفاده می‌شود. این اطلاعات بارش در معرض خطا بوده و می‌بایست قبل از استفاده مورد ارزیابی قرار گیرد (۲۳). پومئون و همکاران (۲۴) در پژوهشی به ارزیابی داده‌های سنسج از دور و داده‌های بازتحلیل در منطقه غرب آفریقا پرداخته و نتیجه گرفتند استفاده از ماهواره‌هایی که بر مبنای تابش‌های مادون قرمز و ماکروویو استوارند، نتایج بهتری ارائه می‌دهد. سروشیان و همکاران (۲۹) با مقایسه دو مجموعه داده شبکه‌بندی شده ماهانه با وضوح بالا در سین کیانگ چین نتیجه گرفتند که داده‌های CHIRPS نسبت به PERSIANN-CDR در مقیاس ماهانه و سالانه دارای دقت بیشتر می‌باشد و نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد پیش‌بینی ماهواره‌ای بارش در نواحی ساحلی دریای خزر با آب و هوایی معتدل و مرطوب، عملکرد ضعیفتری نسبت به سایر مناطق کشور داشته و دچار کم‌برآوردی بود (۱۵). نتیجه پژوهش پورکو و همکاران (۲۵) با استفاده از ماهواره TRMM در دو مقیاس روزانه و ماهانه نشان داد که کاربرد داده‌های تولیدی این ماهواره برای شبیه‌سازی پروژه‌های هیدرولوژیکی در مقیاس ماهانه جهت برآورد بیلان آبی قابل قبول می‌باشد. کولیسچن و همکاران (۳) در حوزه رودخانه آپاجو بر اساس تصاویر سه ساعته TRMM و مقادیر اندازه‌گیری شده باران سنسج‌ها در سطح حوزه نشان دادند که با استفاده از این روش می‌توان به مکان‌یابی درست محل نصب باران‌سنسج‌های زمینی پرداخت. مددی و همکاران (۱۸) با بررسی دقت داده‌های مدل TRMM در برآورد بارش روزانه، ماهانه و سالانه در مقیاس مکانی ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه برای دوره آماری

از اهمیت زیادی برخوردار است. این منطقه در عرض  $11^{\circ} 27'$  تا  $30^{\circ} 12' 27''$  شمالی و طول جغرافیایی  $20^{\circ} 56'$  تا  $21^{\circ} 56'$  شرقی (با مساحت  $913^{\circ}$  کیلومتر مربع) واقع شده است. نمایی از منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ آمده است. جهت استخراج داده‌های زمینی بارش از داده‌های ثبتی روزانه بارش ایستگاه سینوپتیک بندرعباس با مشخصات  $15^{\circ} 27'$  شمالی و  $15^{\circ} 56'$  شرقی با ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا طی دوره آماری ۱۷ ساله (سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷) استفاده شد.

### روش کار

در این پژوهش از دو الگوریتم بارشی سنجش از دور مدل PERSIANN و CHIRPS به ترتیب در بازه‌های زمانی روزانه، ماهانه و سالانه استفاده شد، هر دو الگوریتم در سامانه گوگل ارث‌انجین موجود بوده اما نیاز به برنامه‌نویسی برای فیلترکردن زمان و مکان مورد مطالعه، تعیین اندازه پیکسل‌ها و انتخاب نوع محصول دارد که تمامی این برنامه‌ها در محیط گوگل ارث‌انجین به صورت برنامه‌نویسی جاوا انجام شده است.

داده‌های CHRISP از ابتدای ژانویه ۱۹۸۱ تا اول آوریل ۲۰۲۰ به صورت روزانه به دست آمدند. محصول CHIRPS یک مجموعه داده با بیش از سی سال بارندگی و قدرت تفکیک مکانی  $0.5^{\circ}$  درجه در مقیاس جهانی است. در واقع 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 صفر تا  $1444/43$  میلیمتر در روز اعتبار دارد (۷).

داده‌های بارش ماهانه PERSIANN با تفکیک مکانی  $25^{\circ}$  طولی و عرضی روی شبکه‌ای با محدوده جغرافیایی بین  $25^{\circ}$  تا  $40^{\circ}$  شمالی و  $44^{\circ}$  تا  $63^{\circ}$  شرقی در مورد ایران و طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ با داده‌های باران‌سنجی زمینی با همین تفکیک مکانی مقایسه شد، سپس با استفاده از اطلاعات ایستگاه

در استان گلستان استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که بین تخمین ماهواره و مشاهدات زمینی همبستگی  $0.53^{\circ}$  وجود دارد، در این پژوهش همچنین معیارهای آماری RMSE و MAE به ترتیب برابر با  $9/74$  و  $6/67$  به دست آمد. همچنین، در پژوهشی دیگر ضریب همبستگی بین مقادیر بارندگی برآوردی ماهواره TRMM و داده‌های زمینی در حوضه دریاچه ارومیه  $0/69$  به دست آمد که نشان‌دهنده انطباق نسبی بین داده‌های برآوردی ماهواره و مشاهداتی زمینی است (۲۶).

هیل و همکاران (۹) با استفاده از سنجش از دور چندطیفی به تشخیص و تخمین بارندگی در حوضه رود نیل در اتیوپی پرداخته و بدین منظور از داده‌های TRMM و تصاویر ماهواره متئوست استفاده کردند. آنها همچنین از مدل نمایی برای تخمین بارندگی از باند مادون قرمز حرارتی استفاده کرده و داده‌های به دست آمده از این مدل را با مشاهدات به دست آمده از ایستگاه‌های هواشناسی مقایسه کردند. نتایج پژوهش آنها 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.

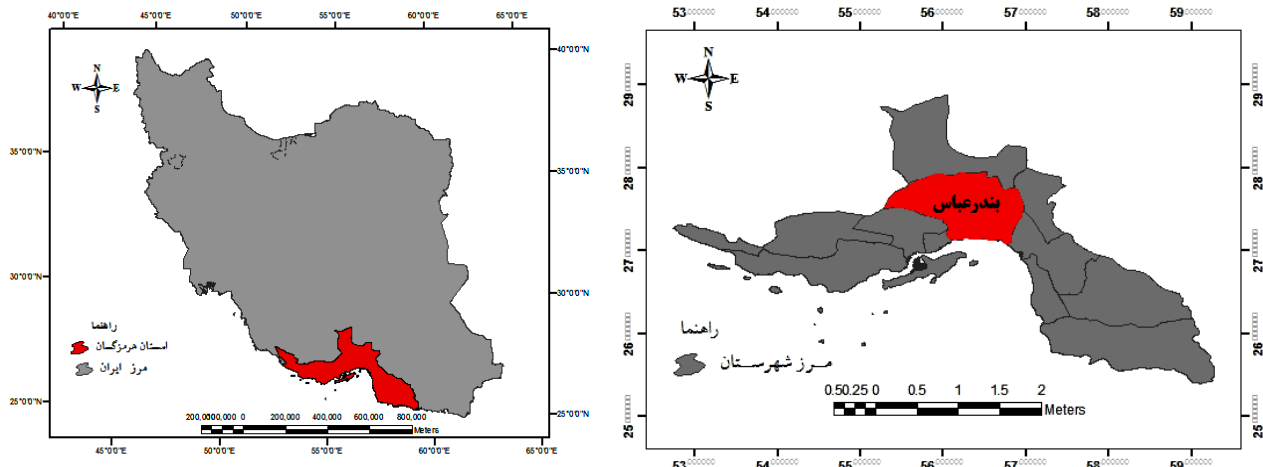
فانگ و همکاران (۴) طی مطالعه حوزه زیانو با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش کوکریجینگ و ارائه روابط رگرسیونی بر اساس توپوگرافی، بارش و پوشش گیاهی نقشه‌های هم‌بارش را با دقت مناسب ارائه کردند.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی دقت داده‌های برآوردی ماهواره‌ای بارش با استفاده از دو الگوریتم PERSIANN و CHIRPS است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

شهر ساحلی بندرعباس (مرکز استان هرمزگان که در جنوب ایران قرار دارد) به دلیل قرارگیری در شمال تنگه‌ی هرمز و دروازه اصلی ورود و خروج کالاهای مورد نیاز و تولیدی کشور



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان هرمزگان (رنگی در نسخه الکترونیکی)

توجهی توسط تنظیم داده‌های به دست آمده از طول موج‌های مادون قرمز و میکروویو، بهبود یافته‌اند (۱۰). پارامترهای این مدل، به طور منظم با استفاده از تصاویر ماهواره‌های مدار پایین (Low-orbital) مانند NOAA-15، TRMM، Defense Meteorological (DMSP)، NOAA-17، NOAA-16 (Satellite Program)، F13، F14 و F15 به روز می‌شوند. الگوریتم برآورد بارش PERSIANN بطور کاربردی از سال ۱۹۸۳ با پوشش سراسری از ۶۰ درجه شمالی تا ۶۰ درجه جنوبی، در دسترس است، مطالعاتی در زمینه کاربرد و ارتقای الگوریتم اصلی PERSIANN توسط سروشیان و همکاران (۲۹) و سو و همکاران (۱۰) انجام شده است. این محصول بارشی دارای توان تفکیک مکانی ۲۵/۰ درجه و مقیاس زمانی روزانه و ماهانه برای بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ برای بخش‌های اعظمی از دنیا است.

### الگوریتم CHIRPS

به منظور تحلیل فضایی میانگین بارش، از داده‌های بارش رقومی ماهواره‌ای CHIRPS که دارای قدرت تفکیک بالایی است، استفاده شد. روش ترکیبی CHIRPS یک الگوریتم وزنی معکوس و دارای چندین ویژگی منحصر به فرد است. در این مدل، ابتدا برای تعریف فاصله از وابستگی محلی استفاده می‌شود (این فاصله جایی است که همبستگی نقطه به نقطه

سینوپتیک بندرعباس مقادیر بارش به صورت روزانه، ماهانه و سالانه از سال ۱۹۸۳ تا ۲۰۲۰ با استفاده از شاخص‌های آماری مورد مقایسه و صحت‌سنجی قرار گرفت.

### الگوریتم پرشین (PERSIANN)

الگوریتم PERSIANN (برآورد بارش از اطلاعات سنسجش از دور با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی) در سال ۱۹۹۷ توسعه یافته و بر اساس کار توأم اطلاعات ماهواره LEO و نمونه‌های فرکانس بالا ماهواره GEO استوار است. ورودی الگوریتم در تصاویر ماهواره‌های GEO و PERSIANN با بازیابی طول موج مادون قرمز و مرئی و در تصاویر ماهواره‌های LEO با بازیابی طول موج ماکروویو ایجاد می‌شود. در واقع الگوریتم PERSIANN یک مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با الگوی Feedforward عصبی چندلایه است (۱۰). این مدل ترکیبی شامل دو فرایند است: الف) انتقال تصاویر مادون قرمز به یک لایه پنهان از طریق یک فرایند خوشه‌بندی اتوماتیک (به شکلی که به عنوان نقشه مشخصه خودسازماندهی (SOFM) شناخته می‌شود، هدف از این عمل شناسایی و طبقه‌بندی الگوها در داده‌های ورودی است) و ب) ترسیم نقشه خوشه‌های گسسته SOFM در لایه پنهان به یک فضای پیوسته از خروجی‌ها (از جمله میزان بارش). مطالعات اعتبارسنجی نشان می‌دهد که تخمین‌های بارش، بطور قابل

$$MAE = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \quad (7)$$

که در آن: MAD: میانگین قدر مطلق خطا، MSE: میانگین مربع خطا، RMSE: مجذور میانگین مربع خطا، r: ضریب همبستگی پیرسون، NS: ضریب کارایی مدل نش ساتکلیف و MAE: میانگین خطای مطلق است. پارامترهای  $P$ ،  $O_i$ ،  $O_{ave}$  و  $n$  به ترتیب نشان‌دهنده داده‌های مشاهده شده، برآورد شده، میانگین داده‌های مشاهده‌ای و تعداد مشاهدات هستند.

### نتایج

نتایج نشان داد که دقت هر دو مدل بارش PERSIANN و Chrisp نزدیک، مناسب و قابل قبول بوده و با توجه به نتایج آماره RMSE، مدل PERSIANN نسبت به مدل Chrisp، وقایع بارندگی را در بین تمامی وقایع اتفاق افتاده، دقیق‌تر پیش‌بینی کرده است. مقدار شاخص MAE نیز نشان داد که مدل PERSIANN دارای پیش‌بینی بارندگی‌های غیرواقعی کمتری نسبت به مدل Chrisp است. با توجه به شاخص‌های آماری بین مقادیر مشاهداتی و برآورد شده بارش، بیشترین دقت مدل‌های PERSIANN و Chrisp به ترتیب مربوط به مقیاس‌های سالانه، ماهانه و روزانه به دست آمد (جدول ۱).

بیشترین مقدار ضریب R در دوره سالانه در هر دو الگوریتم PERSIANN و Chrisp به ترتیب برابر با ۰/۹۴ و ۰/۹۰ و کمترین مقدار خطای RMSE طی همین دوره سالانه نیز در این الگوریتم‌ها به ترتیب برابر با ۴/۸۲۸ و ۶/۶۶۱ به دست آمد (جدول ۱).

نتایج شکل ۲ نشان می‌دهد که مدل PERSIANN از دقت بالاتری نسبت به مدل Chrisp برخوردار است. نتایج موفقیت‌آمیز کاربرد داده‌های مدل PERSIANN در پیش‌بینی بارش در سایر پژوهش‌ها نیز به اثبات رسیده است (۲۷).

اغلب مدل‌های PERSIANN و Chrisp دچار بیش‌برآوردی هستند، این بیش‌برآوردی گاهی تا چند ده برابر نیز مشاهده می‌شود، وقوع بارش‌های منطقه در فصل زمستان اتفاق افتاده و

برآورد شده، صفر است). داده‌های CHIRPS از مقیاس زمانی ۶ ساعته تا ۳ ماهه با تفکیک مکانی ۰/۰۵×۰/۰۵ درجه قوسی در دسترس است (۶). مدل CHIRPS برای نظارت بر خشکسالی و تغییرات اقلیمی در مقیاس شبه‌جهانی و همچنین تجزیه و تحلیل روندهای بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۹). این مدل، داده‌های بارش از سال ۱۹۸۱ تا نزدیک‌ترین زمان به حال حاضر را با پوشش نیمه‌جهانی ۵۰ درجه شمالی تا ۵۰ درجه جنوبی ارائه می‌دهد (۷)، در این پژوهش به منظور همگام کردن داده‌های ایستگاهی، سال شروع برداشت داده‌ها، سال ۱۹۸۳ انتخاب و با دوره آماری ایستگاه بندرعباس منطبق گردید.

### معیارهای آماری ارزیابی دقت داده‌های ماهواره‌ای

در پژوهش حاضر به منظور بررسی دقت داده‌های برآورد ماهواره‌ای بارش ایستگاه بندرعباس با استفاده از الگوریتم‌های PERSIANN و CHIRPS در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۸ در مقیاس روزانه و سال ۱۹۸۳ تا ۲۰۲۰ در مقیاس ماهانه و سالانه از ضرایب آماری میانگین قدر مطلق خطا، میانگین مربعات خطا، مجذور میانگین مربعات خطا، ضریب همبستگی پیرسون، ضریب کارایی مدل نش - ساتکلیف، میانگین خطای مطلق و ضریب تعیین استفاده شد.

$$MAD = \frac{\sum |Y_t - F_t|}{n} \quad (1)$$

$$MSE = \frac{\sum e_t^2}{n} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (3)$$

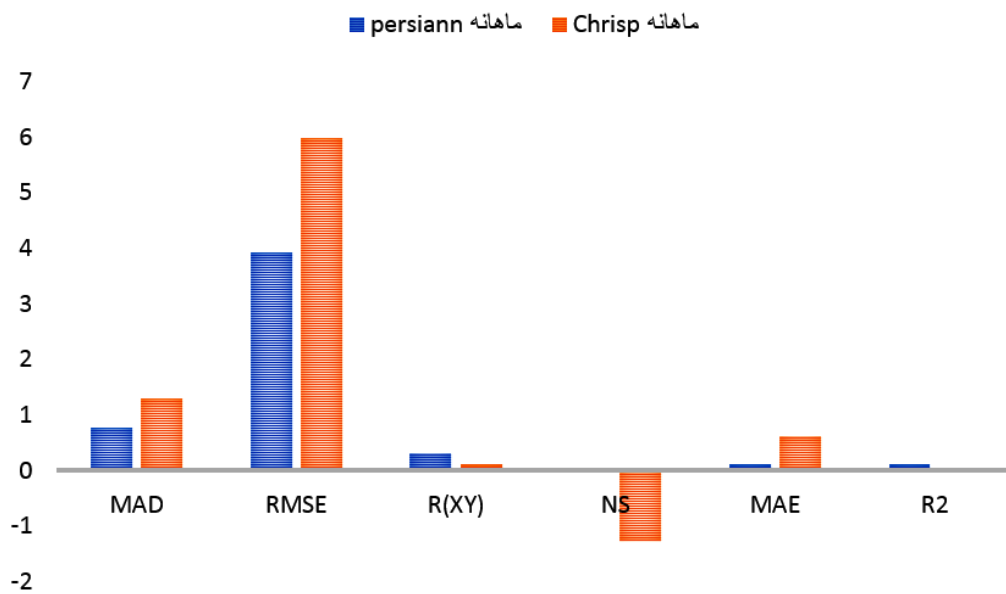
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n}} \quad (4)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \quad (5)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (OBS_i - SIM_i)^2}{\sum_{i=1}^n (OBS_i - \bar{OBS})^2} \quad (6)$$

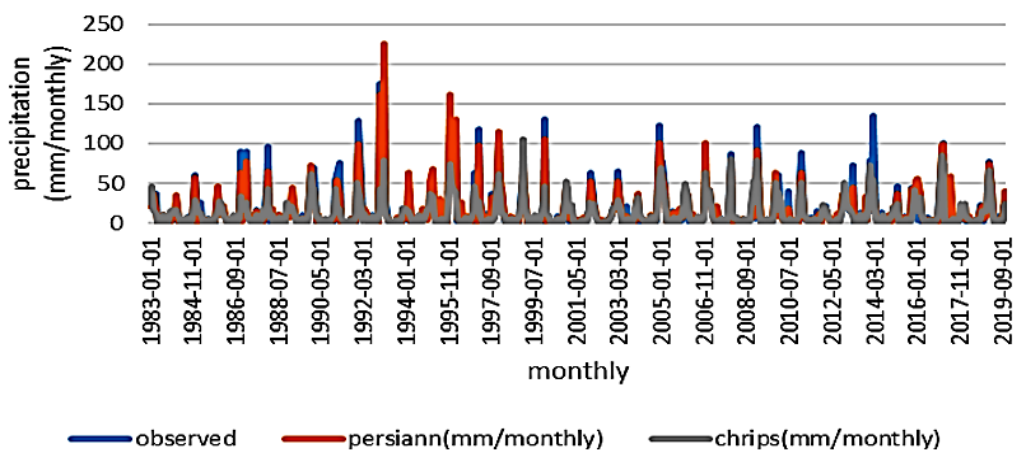
جدول ۱. شاخص‌های ارزیابی بارش ماهانه

دوره آماری	مدل بارشی	MAD	MSE	RMSE	R(XY)	NS	MAE	R2
روزانه	PERSIANN	۰/۷۶۳	۱۵/۳۸۷	۳/۹۲۳	۰/۳۲۴	۰/۰۲۴	۰/۱۱	۰/۱۱
	Chrip	۰/۶۷	۱۶/۷۰۱	۴/۰۸۷	۰/۲۴۳	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۰۶
ماهانه	PERSIANN	۰/۸۸۱	۱۹/۹۶۱	۴/۴۶۴	۰/۸۳۱	۰/۰۲۴	-۰/۰۲۰	۰/۸۹
	Chrip	۱/۰۶۲	۳۱/۱۰۲	۵/۵۷۳	۰/۷۱۲	-۱/۲۷۵	-۰/۲۳۲	۰/۷۰
سالانه	PERSIANN	۰/۷۸۷	۲۳/۳۰	۴/۸۲۸	۰/۹۴	۰/۶۹۸	۰/۱۰۷	۰/۸۸
	Chrip	۰/۹۲۴	۴۴/۳۶	۶/۶۶۱	۰/۹۰	۰/۱۹۵۵	-۰/۲۴۶	۰/۸۰



شکل ۲. مقایسه ضرایب آماری داده‌های ماهواره‌ای با ایستگاه مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)

بارش ماهانه



شکل ۳. سری زمانی داده‌های ماهانه تصاویر ماهواره‌های Persiann و Chrips و داده‌های مشاهداتی در ایستگاه مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)

نتیجه با نتایج پژوهش‌های کتی‌رایبی و همکاران (۱۴) و مددی و همکاران (۱۸) همخوانی دارد. طبق این نتایج توصیه می‌شود برای برآورد بارش با استفاده از ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS از داده‌های ماهانه استفاده شود. در این پژوهش مقدار خطای برآورد بارش، ۴۰ درصد به‌دست آمد که خطای به‌نسبت زیادی محسوب می‌شود، قاجارنیا و همکاران (۸) ضمن پژوهش مشابهی با مقدار خطای ۴۴ درصد روبرو شدند، این میزان خطا نشان می‌دهد که می‌بایست در کارهای آتی با به‌کارگیری محصولات با الگوریتم دقیق‌تر، میزان خطای برآورد را کاهش داد. مقدار متوسط RMSE در این پژوهش نیز در حدود ۵/۳ میلی‌متر به‌دست آمد که با نتایج معظمی و همکاران (۲۲) مطابقت دارد. برآورد کمتر بارش توسط ماهواره‌های مورد مطالعه نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده بارش (جدول ۲) توسط جوانمرد و همکاران (۱۲) نیز گزارش شده است. شاخص‌های آماری همچنین نشان می‌دهد که به‌طور متوسط به میزان ۳/۱ میلی‌متر به‌طور متوسط مقدار بارش کمتر برآورد شده است (جدول ۲)، بروجردی (۲) نیز طی مطالعه‌ای، نتایج مشابهی به‌دست آورده است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت شاخص پارامتر بارش در تأمین نیاز آبی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ذخایر سدها و تغذیه منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، وقوع سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها و پیدایش و پیشرفت روزافزون کاربرد ماهواره‌ها، پایش و مانیتورینگ مقادیر بارش، ارزان و گسترده شده است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی داده‌های بارش پیش‌بینی شده توسط ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS در شهر بندرعباس و حصول اطمینان از کاربرد این داده‌ها انجام شد. پیش‌بینی‌های هر دو ماهواره PERSIANN و CHIRPS نزدیک به هم و در حد قابل قبول و از نوع بیش‌برآوردی بوده و بیشترین دقت مدل‌های PERSIANN و CHIRPS به‌ترتیب مربوط به مقیاس‌های ماهانه و سالانه به‌دست آمد. نتیجه‌گیری کلی

در ماه‌های پرباران، این ماهواره‌ها از دقت مناسب کمتری برخوردار هستند (شکل ۳).

مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) الگوریتم‌های PERSIANN و Chrips در مقیاس ماهانه به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹ و ۰/۷۰ و در مقیاس سالانه به‌ترتیب برابر ۰/۸۸ و ۰/۸۰ به‌دست آمد. این نتایج نیز نشان‌دهنده برتری الگوریتم PERSIANN نسبت به الگوریتم Chrips است (شکل‌های ۴ و ۵).

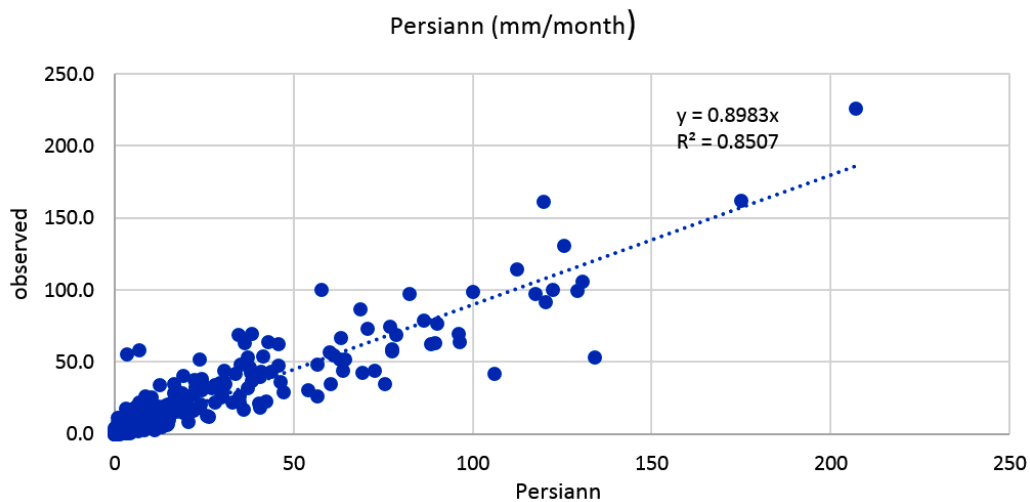
بررسی مقادیر ماهانه آماره‌ها نیز نشان می‌دهد که ماهواره PERSIANN از دقت به‌مراتب بالاتری نسبت به ماهواره Chrip برخوردار است. مقدار آماره RMSE در مدل PERSIANN در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه به‌ترتیب برابر با ۳/۹۲۳، ۵/۵۷۳ و ۴/۸۲۸ و در مدل Chrip در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه به‌ترتیب برابر با ۴/۰۸۷، ۵/۵۷ و ۶/۶۶۱ به‌دست آمده است، مقادیر بالاتر این آماره در مدل Chrip، نشان‌دهنده دقت کمتر آن است (جدول ۲).

مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) در ماهواره PERSIANN بین ۰/۰۶-۰/۳۴ و در ماهواره CHIRPS، بین ۰/۰۶-۰/۲۶ متغیر بوده است. در ماهواره PERSIANN، بیشترین مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) برابر با ۰/۳۴ مربوط به ماه ژوئن و کمترین مقدار این آماره برابر با ۰/۰۶ مربوط به ماه‌های می، ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر به‌دست آمد، در مدل CHIRPS نیز بیشترین مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) برابر با ۰/۲۶ مربوط به ماه ژوئن و کمترین مقدار آن برابر با ۰/۰۶ مربوط به ماه‌های آپریل، می، ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر و اکتبر به‌دست آمد (جدول ۲).

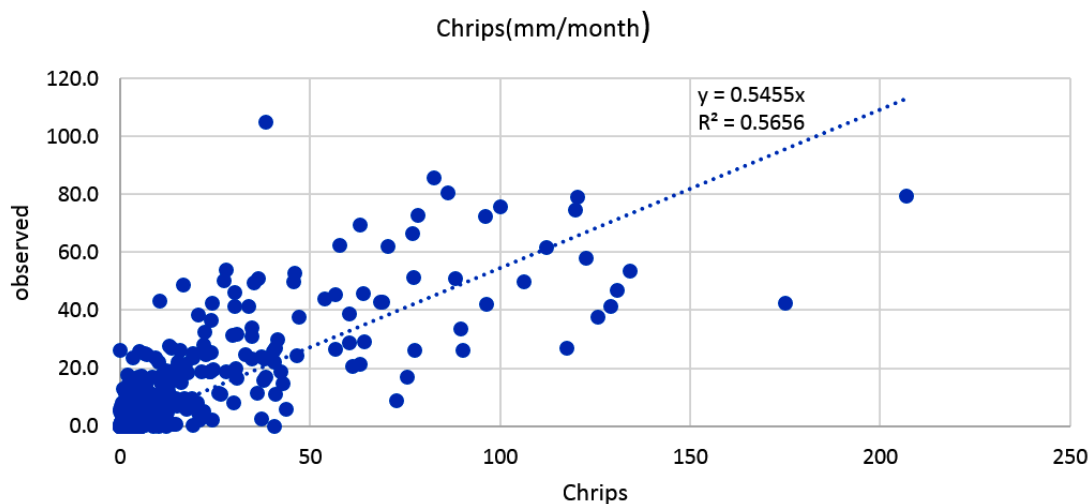
نتایج به‌دست آمده در بازه زمانی سالانه نشان می‌دهد کارایی مدل PERSIANN در بازه زمانی سالانه از دقت مناسبی برخوردار بوده و این بازه زمانی جهت کاربردهای عملی و پژوهشی قابل توصیه است (شکل‌های ۶ و ۷).

برخلاف نتایج ضعیف برآورد روزانه بارش، دقت بالاتر و مناسب نتایج ماهانه برآورد بارش حاکی از آن است که در بازه زمانی طولانی‌تر، شاخص کارایی مدل، افزایش چشمگیری داشته و جواب‌های معقولی به‌دست آمده است (شکل ۸)، این





شکل ۴. نتایج مدل PERSIANN و اندازه‌گیری شده بارش ماهانه در ایستگاه بندرعباس (۱۹۸۳-۲۰۲۰)



شکل ۵. نتایج مدل CHRIPS و اندازه‌گیری شده بارش ماهانه در ایستگاه بندرعباس (۱۹۸۳-۲۰۲۰)

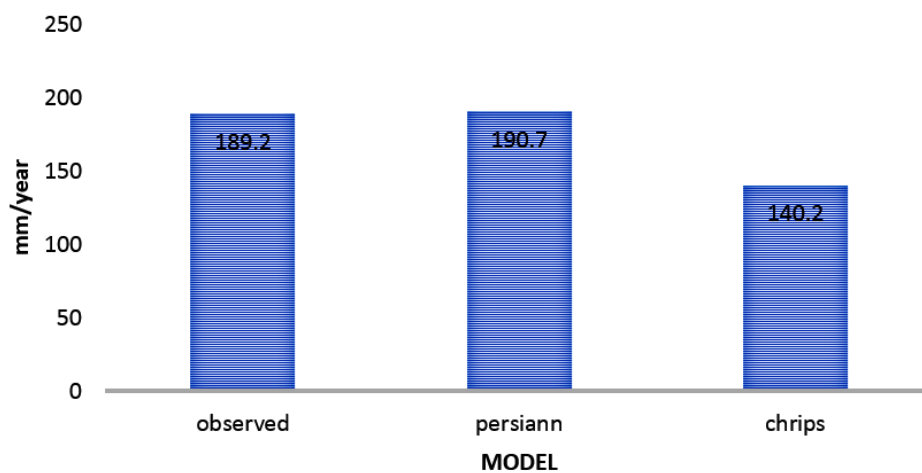
جدول ۲. مقادیر پارامترهای آماری برای بررسی دقت داده‌های ماهانه ماهواره‌های PERSIANN و CHRIPS

DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JULY	JUN	MAY	APR	MAR	FEB	JAN	مدل	شاخص
۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۷۲	PERSIANN	MAD
۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۷۲	Chrip	
۱۶/۳۵	۱۵/۴۹	۱۵/۷۱	۱۵/۳۹	۱۶/۳۶	۱۵/۷۴	۱۵/۳۹	۱۵/۳۲	۱۵/۵۲	۱۹/۸۲	۱۶/۶۲	۱۷/۹۰	PERSIANN	MSE
۱۸/۰۴	۱۵/۶۶	۱۶/۲۱	۱۵/۲۷	۱۶/۳۳	۱۵/۳۴	۱۵/۲۸	۱۵/۲۷	۱۵/۴۲	۲۳/۴۴	۱۸/۰۵	۱۸/۵۵	Chrip	
۴/۰۴	۳/۹۴	۳/۹۶	۳/۹۲	۴/۰۵	۳/۹۷	۳/۹۲	۳/۹۱	۳/۹۴	۴/۴۵	۴/۰۸	۴/۲۳	PERSIANN	RMSE
۴/۲۵	۳/۹۶	۴/۰۳	۳/۹۱	۴/۰۴	۳/۹۲	۳/۹۱	۳/۹۱	۳/۹۳	۴/۸۴	۴/۲۵	۴/۳۱	Chrip	
۰/۵۵	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۵	PERSIANN	R(XY)
۰/۴۳	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۵۱	Chrip	

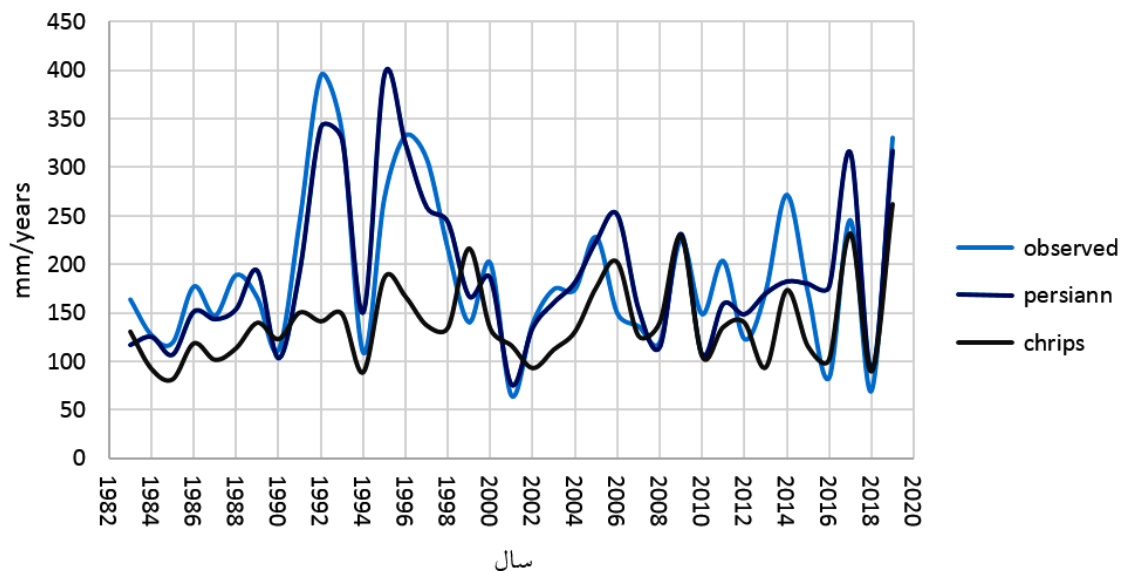
ادامه جدول ۲

DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JULY	JUN	MAY	APR	MAR	FEB	JAN	مدل	شاخص
۰/۲۲	-۰/۰۵	-۰/۰۴	-۰/۰۹	-۰/۰۷	-۰/۱۱	-۰/۰۹	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۲۷	PERSIANN	NS
۰/۱۴	-۰/۰۶	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۲۴	Chrip	
-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۲	PERSIANN	MAE
-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۰۴	Chrip	
۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۳۰	PERSIANN	R <sup>2</sup>
۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۲۶	Chrip	

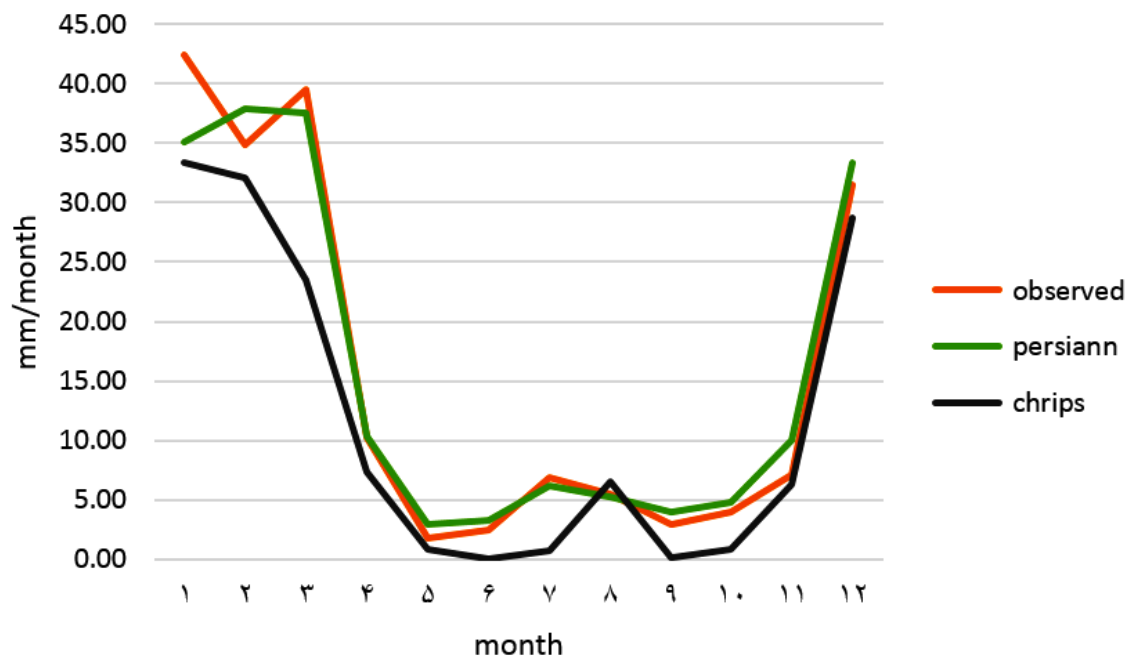
میانگین سالانه



شکل ۶. میانگین بارش سالانه در مدل‌های با داده‌های مشاهداتی PERSIANN و CHIRPS در منطقه مورد مطالعه



شکل ۷. سری زمانی داده‌های سالانه تصاویر ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS و داده‌های زمینی در ایستگاه بندرعباس (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۸. مقایسه میانگین بلندمدت ماهانه بارش بر پایه داده‌های مشاهداتی ایستگاه سینوپتیک بندرعباس و دو مدل PERSIANN و CHIRPS (رنگی در نسخه الکترونیکی)

ضمن آنکه کمترین مقدار خطا (RMSE) در الگوریتم PERSIANN در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه به ترتیب برابر با ۳/۹۲۳، ۴/۴۶۱ و ۴/۸۲۸ به دست آمد.

نتیجه‌گیری کلی پژوهش نشان می‌دهد که با استفاده از الگوریتم‌های PERSIANN و CHIRPS در بازه ماهانه و سالانه می‌توان با اطمینان قابل قبولی مقدار بارش را به‌ویژه در مناطقی که اطلاعات بارشی مناسبی وجود ندارد برآورد کرده و به جهت کاهش خطای برآورد و حصول داده‌های دقیق‌تر توصیه می‌شود که الگوریتم‌های دقیق‌تری را با توجه به شرایط خشک و نیمه‌خشک کشور و با توجه به تغییر اقلیم در این سامانه قدرتمند پیاده کرد.

پژوهش این است که با توجه به برتری ماهواره PERSIANN بر CHIRPS می‌توان از ماهواره PERSIANN به‌عنوان ابزاری قوی جهت پایش و پیش‌بینی بارش استفاده کرد.

نتایج نشان داد که برآورد بارش توسط ماهواره‌های PERSIANN و CHIRPS در مقیاس ماهانه و سالانه از دقت بیشتری نسبت به مقیاس روزانه برخوردار بوده و در مقیاس‌های ماهانه و سالانه، بیش‌ترین ضریب همبستگی و کم‌ترین مقدار RMSE متعلق به الگوریتم PERSIANN است. مقدار ضریب همبستگی الگوریتم PERSIANN در مقیاس‌های روزانه و ماهانه و سالانه به ترتیب برابر با ۰/۳۲، ۰/۸۳ و ۰/۹۴ و ضریب همبستگی الگوریتم CHIRPS در مقیاس‌های روزانه و ماهانه و سالانه نیز به ترتیب برابر با ۰/۳۲، ۰/۸۳ و ۰/۹۴ به دست آمد.

#### منابع مورد استفاده

- Adler, R. F., C. Kidd, G. Petty, M. Morissey and H. M. Goodman. 2001. Intercomparison of global precipitation products: The third Precipitation Intercomparison Project (PIP-3). *Bulletin of the American Meteorological Society* 82(7): 1377-1396.
- Boroogerdi, P. 2014. Comparison of monthly satellite and terrestrial precipitation data in high resolution zinc

- networks. *Iranian Journal of Geophysics* 7(4): 149-160 (In Farsi).
3. Collischonn, B., W. Collischonn, and C. Tucci. 2008. Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. *Journal of Hydrology* 360(1): 207-216.
  4. Fang, J., J. Du, W. Xu, P. Shi, M. Li and X. Ming. 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.
  5. Feidas, H., G. Kokolatos, A. Negri, M. Manyin, N. Chrysoulakis and Y. Kmarianakis. 2009. A validation of an infrared based satellite algorithm to estimate accumulated rainfall over the Mediterranean basin. *Theoretical and Applied Climatology* 95: 91-109.
  6. Funk, C. C., P. J. Peterson, M. F. Landsfeld, D. H. Pedreros, J. P. Verdin, J. D. Rowland, B. E. Romero, G. J. Husak, J. C. Michaelsen and A. P. Verdin. 2014. A quasi-global precipitation time series for drought monitoring. *U.S. Geological Survey Data Series* 832: 4.
  7. Funk, C., P. Peterson, M. Landsfeld, D. Pedreros, J. Verdin, S. Shukla, G. Husak, J. Rowland, L. Harrison, A. Hoell and J. Michaelsen. 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations-a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data* 2: 150066.
  8. Ghajarnia, N., A. P. Daneshkar, M. Liaghat and S. Araghinejad. 2019. Error Analysis on PERSIANN Precipitation Estimations: Case Study of Urmia Lake Basin, Iran. *Journal of Hydrological Engineering* 23 (6): 05018006.
  9. Haile, A. T., T. Rientjes, A. Gieske and M. Gebremichael. 2010. Multispectral remote sensing for rainfall detection and estimation at the source of the Blue Nile River. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 76-82.
  10. Hsu, K. L., X. Gao, S. Sorooshian and H. V. Gupta. 1997. Precipitation estimation from remotely sensed information using artificial neural networks. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 36(9): 1176-1190.
  11. 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 (I-MERG). GPM Project, Greenbelt, MD, 29 pp.
  12. Javanmard, S., A. Yatagai, M. M. Nodzu, J. BodaghJamali and H. Kawamoto. 2010. Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimate of TRMM\_3B42 over Iran. *Advances in Geosciences* 5: 119-125.
  13. Joyce, R. J., J. E. Janowiak, P. A. Arkin, P. Xie. 2004. CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. *Journal of Hydrometeorology* 5(3): 487-503.
  14. Katiraie Boroujerdy, P. S. 2014. Comparison of high-resolution gridded monthly satellite and ground-based precipitation data over Iran. *Iranian Journal of Geophysics* 7 (4): 149-160.
  15. Katiraie, B.P.S., N. Nasrollahi, L. K. Hsu and S. Sorooshian 2013. Evaluation of satellite-based precipitation estimation over Iran. *Journal of Arid Environments* 97: 205-219.
  16. Katsanos, D., A. Retalis and S. Michaelides. 2016. Validation of a high-resolution precipitation database (CHIRPS) over Cyprus for a 30-year period. *Atmospheric Research* 1(169): 459-464.
  17. Kidd, C. and V. Levizzani. 2011. Status of satellite precipitation retrievals. *Hydrology and Earth System Sciences* 15(4): 1109-1116.
  18. Madadi, G., S. Hamzeh and A. A. Noroozi. 2015. Evaluation of rainfall on a daily, monthly and annual basis using satellite imagery (Case study: west boundary basin of Iran). *RS and GIS Natural Resources* 6(2): 59-74.
  19. Matkan, A, A, D. Shakiba, J. Ashourlou, J. BodaghJamali. and V. Mohammadian. 2008. Ability to combine infrared and inactive microwave data remote sensing and rainfall estimation and flood monitoring (Case study: Golestan province). *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS*. 1(2): 31-44 (In Farsi).
  20. Meng, J., L. Li, Z. Hao, J. Wang and Q. Shao. 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.
  21. Mesinger, F., S. C. Chou, J. L. Gomes, D. Jovic, P. Bastos, J. F. Bustamante, L. Lazic, A. A. Lyra, S. Morelli and I. Ristic. 2012. An upgraded version of the Eta model. *Meteorology and Atmospheric Physics* 116: 63-79.
  22. Moazami, S., S. Golian, M. R. Kavianpour and H. Yang. 2013. Comparison of PERSIANN and V7 TRMM multi-satellite precipitation analysis (TMPA) products with rain gauge data over Iran. *International Journal of Remote Sensing* 34 (22): 8156-8171.
  23. Nogueira, S. M. C., M. A. Moreira and M. M. L. Volpato. 2018. Valuating precipitation estimates from Eta, TRMM and CHIRPS data in the south-southeast region of Minas Gerais State-Brazil. *Remote Sensing* 10(313): 16.
  24. Poméon, T., D. Jackisch and B. Diekkrüger. 2017. Evaluating the performance of remotely sensed and re-analyzed precipitation data over West Africa using HBV light. *Journal of Hydrology* 1(547): 222-235.
  25. Porcù, F., L. Milani and M. Petracca. 2014. On the uncertainties in validating satellite instantaneous rainfall estimates with rain gauge operational network. *Atmospheric Research* 144: 73-81.
  26. Rasouli, A. A., M. Erfanian, B. Sari-Sarraf and K. Jawan. 2016. Comparative evaluation of estimated TRMM

- rainfall and recorded rainfall of ground stations. *Journal of Geographic Space* 16(54): 195-217.
27. 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.
28. Shayeghi, A., A. Azizian and L. Brocca. 2020. Reliability of reanalysis and remotely sensed precipitation products for hydrological simulation over the Sefidrood River Basin, Iran. *Hydrological Sciences Journal* 65(2): 296-310.
29. Sorooshian, S., K. L. Hsu, X. Gao, H. V. Gupta, B. Imam and D. Braithwaite. 2000. Evaluation of PERSIANN system satellite-based estimates of tropical rainfall. *Bulletin of the American Meteorological Society* 81: 2035-2046.
30. Tafteh, A., S. Mallah and N. A. EbrahimiPak. 2020. Investigation of daily, ten-day and monthly data of satellite images in estimating precipitation using Google Earth Engine system in Khuzestan province. *Journal of Soil and Water Resources Protection* 9(3): 93-104.

## Evaluation of Precipitation Data using CHIRPS and PERSIANN Models (Case Study: Bandar Abbas)

H. Siasar<sup>1\*</sup> and A. Salari<sup>2</sup>

(Received: May 1-2022 ; Accepted: October 31-2022)

### Abstract

Access to large precipitation data with appropriate accuracy can play an effective role in irrigation planning and water resources management. Satellite images generate high, wide, cheap, and up-to-date data is a good way to estimate precipitation. In this research, the Google Earth engine system and precipitation products from satellite images of PERSIANN and CHIRPS models in daily, monthly, and annual time intervals were used to evaluate and validate the amount of precipitation in Bandar Abbas station during the statistical period of 1983-2020. The results showed that the precipitation estimation by PERSIANN and CHIRPS satellites on a monthly and annual scale is more accurate than the daily scale. The highest correlation coefficient and the least RMSE belonged to the PERSIANN algorithm on monthly and annual scales. The value of the correlation coefficient in the PERSIANN algorithm on daily, monthly, and annual scales is equal to 0.32, 0.83, and 0.94, respectively. The correlation coefficient in the CHIRPS algorithm in daily, monthly, and annual scales is equal to 0.24, 0.71, and 0.90, respectively. The coefficient of determination ( $R^2$ ) of PERSIANN and Chrips algorithms on a monthly scale were 0.89 and 0.70, respectively, and for an annual scale were 0.88 and 0.80, respectively. The general conclusion of this study indicated that the accuracy of the two algorithms in determining the spatial pattern of rainfall on a monthly and annual scale is appropriate, and the PERSIANN algorithm had a higher accuracy on a monthly time scale.

**Keywords:** Precipitation pattern, satellite imagery, Google Earth, PERSIANN and CHIRPS satellites

---

1. Department of Agriculture, Payam-e-Noor University (PNU), Iran.

2. Department of Water Science and Engineering, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

\*: Corresponding author, Email: Hadisiasar@pnu.ac.ir.