

شماره: ۰۸۲۹/۳/۹۷۱۱۵  
تاریخ: ۱۳۹۷/۰۸/۲۹



ISC



# گواهینامه

ارائه پوستری مقاله در اولین همایش ملی  
مدل سازی و فناوری‌های جدید در مدیریت آب

کد مقاله: ۹۳۱۱۰

بدین وسیله گواهی می‌شود مقاله با عنوان:

**مقایسه توزیع مقادیر بارندگی بر آورد شده ماهواره GPM و ایستگاه‌های زمینی حوضه گرگانرود**

نویسندگان: معصومه اردونی، هادی معماریان، مرتضی اکبری، محسن پوررضا

در اولین همایش ملی مدل سازی و فناوری‌های جدید در مدیریت آب که در تاریخ ۲۹ و ۳۰ آبان ماه سال ۱۳۹۷ در دانشگاه بیرجند برگزار گردید، مورد پذیرش قرار گرفته و به صورت پوستری ارائه شده است. ضمن تشکر و قدردانی از همکاری نویسندگان محترم، امیدواریم شاهد موفقیت روز افزون آنان در زمینه‌های گوناگون علمی باشیم.

دکتر محمد اکبری

دبیر اجرایی همایش

دکتر مهدی ناصری

دبیر علمی همایش

دکتر ابوالفضل اکبرپور

دبیر همایش



## مقایسه توزیع مقادیر بارندگی بر آورد شده ماهواره GPM و ایستگاه های زمینی حوضه گرگانود

معصومه اردونی<sup>۱</sup>، هادی معاریان<sup>۲</sup>، مرتضی اکبری<sup>۳</sup>، محسن پوررضا<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری دانشگاه بیرجند

۲- استادیار گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند

۳- استادیار گروه مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

### چکیده

بارش مهم ترین متغیر آب شناختی است که پیوند میان جو و فرآیندهای سطحی را برقرار می سازد. جهت برآورد احتمال بارش و سیل بر پایه روش های ریاضی و توزیع آماری با استفاده از مقایسه توزیع فراوانی بر اساس آزمون های آماری مطرح بوده است. آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای یکی از آزمون های، متداول برای برازندگی مدل جمعیت های آماری تحت مطالعه می باشد آماره این آزمون بر اساس تابع توزیع تجربی تعریف می شود و لذا مرتب کردن مشاهدات نمونه در تعیین تابع توزیع تجربی نقش کلیدی ایفا می کند. آزمون کلموگروف - اسمیرنوف آزمون نا پارامتری برای اندازه گیری توان فرضیه است که برخی از داده ها از توزیع ثابت (آزمون یک نمونه ای) یا اینکه دو مجموعه داده از توزیع مشابه (آزمون دو نمونه ای) پیروی می کنند. برخلاف برخی از آزمون های دیگر، کلموگروف - اسمیرنوف توزیع یک فرم شناخته شده (به عنوان مثال، نرمال) فرض نمی کند و در مورد آزمون دو نمونه ای لازم نیست درباره نوع توزیع بدانیم، جز اینکه پیوسته است. در این مقاله یک رویکرد جدید برای تعمیم آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای در حالتی که داده ها به صورت داده های برآورد شده بارش روزانه ماهواره GPM و ایستگاه های زمینی حوضه گرگانود و فرضیه های آزمون به صورت دقیق تعریف می شوند ارائه شده است. سپس، در محیط نرم افزار متلب از نمودار تابع توزیع تجمی تجربی (ecdf) استفاده شد؛ و در مورد آماره آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای که به صورت دقیق در نرم افزار محاسبه شده، در مورد رد یا پذیرش فرضیه صفر تصمیم گرفته شد.

**کلمات کلیدی:** بارش، آزمون کلموگروف - اسمیرنوف، تابع توزیع تجمی تجربی.

### مقدمه

بارش مهم ترین متغیر آب شناختی است که پیوند میان جو و فرآیندهای سطحی را برقرار می سازد [1]. برنامه ریزی، طراحی، توسعه و مدیریت اغلب سیستم های آبیاری و زهکشی و به طور کلی کشاورزی نیازمند دانستن اطلاعاتی در مورد بارندگی است [2]. در مطالعات صورت گرفته در ایران و جهان مشخص شده است جهت برآورد احتمال بارش و سیل بر پایه

<sup>1</sup> Corresponding author: نویسنده مسئول

Email: m.ordoni@birjand.ac.ir



روش های ریاضی و توزیع آماری استفاده از توزیع فراوانی و روش های مختلف آماری و تعیین درجه احتمال بر اساس آزمون های آماری مطرح بوده است [3]. روش های نا پارامتری در آمار به رویکردهای استنباطی اطلاق می شود که نسبت به روش های پارامتری کمترین مفروضات ممکن را در مورد توزیع جمعیت آماری در نظری می گیرند [4]. آزمون کلموگروف - اسمیرنوف<sup>۱</sup> (KS) یک نمونه ای و دو نمونه ای است. در مورد آزمون یک نمونه ای، داده های تجربی را می توان در برابر توزیع شناخته شده برازش داد تا مشخص شود؛ داده ها از چه توزیعی پیروی می کنند. در حالی که آزمون دو نمونه ای با مقایسه دو مجموعه داده بدون پیش بینی توزیع های اساسی انجام می شود [5]. آزمون KS یکی از متداول ترین آزمون های برازندگی مدل است. آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای برای بررسی تفاوت بین دو جمعیت آماری مستقل بر اساس تنها یک متغیر مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از ابزارهای مهم در تعیین آماره آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای استفاده از تابع توزیع تجربی در نمونه های مستقل استفاده از داده های دقیق است [4].

پژوهش های متعددی در خصوص تغییرات مکانی و زمانی توزیع های فراوانی متغیرهای مختلف هیدرولوژیکی در دنیا توسط آزمون یک نمونه ای کلموگروف - اسمیرنوف صورت گرفته است. در تحقیقی فرازجو [6]، در بررسی چند زیر حوضه رودخانه گرگانود توزیع لوگ پیرسون تیپ سه را مناسب ترین توزیع آماری و توزیع لوگ پیرسون تیپ سه و توزیع لوگ نرمال دو پارامتری را به عنوان بهترین توزیع جهت برازش داده های دبی حداکثر معرفی کردند. نکوئیان [7]، در پژوهشی داده های ۱۰ ایستگاه هیدرومتری در حوزه آبخیز کارون شمالی با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و روش گشتاور خطی با توزیع های آماری ۵،۴،۳ پارامتری، مورد ارزیابی قرار دادند به طور کلی می توان گفت که در حوزه آبخیز کارون شمالی توزیع سه پارامتری برازش بهتری نسبت به توزیع های دو پارامتری، چهار پارامتری و پنج پارامتری دارند. مهدوی و همکاران [8]، با ارزیابی بارش سالانه در ۶۵ ایستگاه مازندران و گلستان به بررسی بهترین توزیع (از بین ۷ توزیع شناخته شده گامبل، لوگ پیرسون تیپ ۳، گاما، نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری و لوگ نرمال سه پارامتری) مناسب آماری بر اساس فراوانی و همچنین بررسی طول داده ها در انتخاب توزیع پرداختند در نهایت مشخص شد که توزیع نرمال دو پارامتری بهترین برازش را برای منطقه خزری دارد در بررسی تأیید طول دوره آماری بر تعیین نوع توزیع آماری مشخص شد که توزیع پیرسون در دوره های ۱۵ ساله بهترین برازش را دارد در حالی که با افزایش طول آماری دوره توزیع نرمال بهترین برازش و توزیع گامبل از تناسب کمتری برخوردار است.

و اما پژوهش های که توسط آزمون دو نمونه ای کلموگروف - اسمیرنوف صورت گرفته است. مومنی و همکاران [4]، آزمون اسمیرنوف دو نمونه ای را که برای تفاوت توزیع های دو جمعیت آماری نسبت به یک متغیر کاربرد دارد را در حالتی که مشاهدات نادقیق باشند مورد بررسی قرار دادند. برای انجام آن، ابتدا بر اساس اندازه  $D_{pq}$  مشاهدات فازی در دو نمونه ادغام شده را به کلاس های مجزا تفکیک کرده و به تعمیم تابع توزیع تجربی پرداختند. تابع توزیع تجربی تعمیم یافته به صورت دقیق محاسبه می شود. لذا آماره آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای در سطح معنی داری ( $\alpha = 0.05$ ) فرض صفر پذیرفته شد. به عبارت دیگر نتیجه گرفتند مدل توزیع در دو جمعیت آماری یکسان است. حسنی و سیلوا<sup>۲</sup> [9]، آزمون کلموگروف - اسمیرنوف یک نمونه ای و دو نمونه ای در مقایسه با آزمون  $DM^2$  در سطوح معنی داری توزیع های مورد استفاده در تحقیق شان انجام دادند. نتایج برتری آزمون کلموگروف - اسمیرنوف نسبت به  $DM$  نشان داد.

بر اساس پیشینه پژوهش، بررسی های اندکی در خصوص استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای در مطالعات مرتبط با باران در مقیاس های مختلف زمانی انجام شده است. به همین سبب، پژوهش حاضر باهدف

<sup>1</sup> Kolmogorov-Smirnov

<sup>2</sup> Emmanuel Sirimal Silva

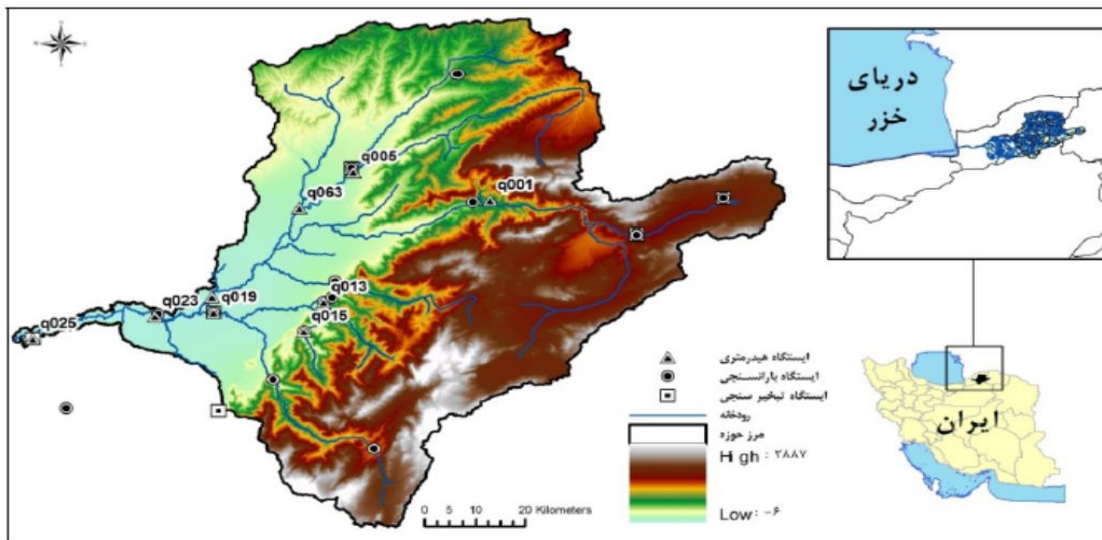
<sup>3</sup> Diebold-Mariano

ارزیابی تابع توزیع تجمعی تجربی برآزش یافته بر بارش در مقیاس های زمانی روزانه با حداکثر تعداد ۱۶ ایستگاه مطالعاتی قابل استفاده و طول دوره آماری مشترک در حوزه آبخیز گرانرود صورت پذیرفت.

### مواد و روش ها

#### منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز گرانرود تا ورودی سد وشمگیر وسعتی معادل ۷۱۳۸ کیلومتر مربع دارد که در شمال ایران در حدفاصل طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۹ دقیقه واقع شده است. اقلیم حوزه بر اساس روش دمارتن از نیمه خشک در شرق تا مرطوب در بخش های غربی حوزه متغییر می باشد. بارش سالانه حوزه از ۳۲۱ میلی متر تا ۸۴۸ میلی متر تغییر می کند. همچنین میانگین کمینه و بیشینه دمایی حوزه به ترتیب ۱۱ و ۱/۱۸ درجه سانتی گراد می باشد [10].



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز گرانرود در استان گلستان [10]

#### داده های مورد استفاده

در این تحقیق از داده های بارش ۱۶ ایستگاه ثبت بارش، مربوط به سازمان آب منطقه ای گلستان و داده های بارش که توسط ماهواره GPM برآورد شدند با دوره آماری ۲۰۱۴/۳/۲۰-۲۰۱۶/۳/۲۰ بهره گرفته شده است.

#### آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (KS)

تابع توزیع تجمعی<sup>۱</sup> (cdf) یک جزء جدایی ناپذیر از آزمون KS است. به همین ترتیب، با تعیین فیلد  $F(x)$  برای متغیر تصادفی  $X$  شروع می شود. cdf از  $X$  به صورت زیر بیان می شود:  $F(x) = P(X \leq x)$ ، در حالی که  $x$  شامل مجموعه ای از مقادیر ممکن برای متغیر تصادفی  $X$  است. خلاصه، cdf احتمال  $X$  را با مقدار کمتر یا برابر  $x$  نشان می دهد. [9]

<sup>1</sup> cumulative distribution functions



در بررسی های هیدرولوژی سعی می شود داده هایی که به صورت تجربی اندازه گیری و ثبت شده اند، با توابع توزیع تئوری برازش داده شده و بهترین تابعی که با داده ها مطابقت دارد به عنوان تابع توزیع احتمال برگزیده شود تا از روی آن به ازای هر احتمال مورد نظر مقدار متغیر هیدرولوژی به دست آید [11].

برای آزمون نیکویی برازش به کمک این آزمون قدم نخست استفاده از فرض صفر (بین توزیع تئوری و توزیع داده های تجربی هیچ گونه اختلاف معنی داری وجود ندارد) است. قدم دوم انتخاب یک سطح اعتماد ( $\alpha$ ) برای آزمون می باشد. مثلاً سطح اعتماد ۵ درصد ( $\alpha = 0.05$ ) این پژوهش به این معنی است که آزمون در ۵ درصد موارد اشتباه و در ۹۵ درصد موارد صحیح است [12]. آماره ی این آزمون یعنی  $D_n$  در رابطه ی زیر مشخص شده است [13].

$$D_n = \max_x |F_n(x) - F(x)| \quad (1)$$

در این جا  $F_n(x)$  احتمال تجمعی تجربی است که مانند  $F_n(x_{(i)}) = i/n$  برای کوچک ترین مقدار  $i$  امین داده برآورد می شود و  $F(x)$  تابع توزیع تجمعی نظری است که در  $x$  ارزیابی می شود. بنابراین آماره ی  $D_n$  آزمون کلموگراف - اسمیرنوف بیشینه ی قدر مطلق تفاضل تابع توزیع تجربی و نظری را آشکار می کند. البته مقدار سطح اعتماد ( $\alpha$ ) بر رد فرض صفر اثر دارد [14]. فرض صفر (نرمال بودن داده ها) وقتی رد می شود که مقدار  $D_n$  از یک مقدار بحرانی انتخاب شده معین، تجاوز کند [3].

ذکر این نکته ضروری است که هیچ توزیع آماری نمی تواند دقیقاً بر داده های مشاهده ای برازش خوبی داشته باشد و انتخاب یکی به عنوان بهترین توزیع با توجه به مقایسه نسبت به سایر توزیع ها انتخاب می گردد [15].

در مقابل آزمون یک نمونه ای KS، آزمون دو نمونه ای KS،  $ecdf^1$  را با دو متغیر تصادفی مقایسه می کند تا بتوان تعیین کرد که آیا هر دو متغیر تصادفی توزیع یکسان را به اشتراک می گذارند و یا از توزیع های مختلف به دست می آیند. یک مزیت قابل توجه آن در مقابل آزمون یک نمونه ای این است که می توان آن را برای مقایسه دو مجموعه داده بدون دانستن در مورد توزیع های اساسی آن استفاده کرد. با فرض دو متغیر تصادفی  $X$  و  $Y$ ، آزمون KS دو نمونه ای خواهد بود.

$$D_{n_1, n_2} = \max_x |F_{X, n_1}(x) - F_{Y, n_2}(x)| \quad (2)$$

برای محاسبه آماره KS، باید حداکثر  $|F_{X, n_1}(x) - F_{Y, n_2}(x)|$  پیدا شود. خوشبختانه، به جای اینکه همه ی این ها (احتمالات ناممکن) بررسی شود، می شود از این واقعیت استفاده کرد که توزیع تجربی گسسته است و فقط در مقادیر  $x$  بررسی می شود [5]. همان طور که در تمام آزمون ها، فرآیند تصمیم گیری نیاز به محاسبه مقادیر احتمالی دارد. برای آزمون KS، فرمول های مختلفی برای محاسبه مقدار  $p$  وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و محدودیت های خاص خود هستند [9].

برای آزمون دو نمونه ای، فرضیه صفر در سطح  $\alpha$  هنگامی که برابر با این رابطه باشد رد می شود [5].

$$\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} D_{n_1, n_2} > K_\alpha$$

در این مقاله در نرم افزار متلب نمودارهای تابع توزیع تجمعی تجربی رسم شد و سپس با استفاده از مقدار P-value در مورد رد یا پذیرش فرضیه صفر تصمیم گرفته شد. به همین سبب، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی تابع توزیع تجمعی

<sup>1</sup> empirical cumulative distribution functions



تجربی (ecdf) آزمون کلموگراف- اسمیرنوف دونمونه ای برازش یافته بر بارش ثبت شده ایستگاه های زمینی در مقیاس زمانی روزانه با حداکثر تعداد ۱۶ ایستگاه مطالعاتی قابل استفاده و بارندگی برآورد شده توسط ماهواره GPM در طول دوره آماری مشترک (برای ایستگاه های شیرآباد، باغ سالیان، زرینگل، قوچمز دوره آماری ۲۰۱۴/۳/۲۰-۲۰۱۵/۳/۲۰ و برای بقیه ایستگاه ها نیز با دوره آماری ۲۰۱۴/۳/۲۰-۲۰۱۶/۳/۲۰ مورد بررسی قرار گرفتند) در حوضه گرگانود انجام شد.

## معرفی GPM

ماهواره هسته سنجنش جهانی بارندگی در ۲۸ فوریه (سال ۲۰۱۴) از مرکز فضایی تانگشیمای ژاپن به فضا پرتاب شد. این ماهواره قابلیت اندازه گیری بارش های سبک و همچنین بارش برف و تگرگ را نیز دارد در حالی که ماهواره های قبلی در این مورد عملکرد قابل قبولی از خود نشان ندادند. این ماهواره با استفاده از دو ابزار تصویربرداری میکروویو<sup>۱</sup> (GMI) و رادار بارش دو فرکانسه (DPR) می تواند بارش های برف و باران را مشاهده کند.

یک مأموریت بین المللی بین ماهواره های کشورهای مختلف که شامل ۱۰ ماهواره تخمین بارش می باشد به رهبری GPM آغاز شده که محصول نهایی آن IMERG نام دارد. این محصول دارای وضوح زمانی نیم ساعته و مکانی ۰/۱ درجه در ۰/۱ درجه می باشد. این محصول در حال حاضر از عرض جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی تا ۶۰ درجه جنوبی را پوشش می دهد ولی انتظار می رود به زودی نسخه جدید آن کل کره ی زمین را از قطب شمال تا جنوب پوشش دهد.

این پروژه بخشی از برنامه ناسا به نام مأموریت های روش مند زمین است که با در اختیار داشتن مجموعه ای از ماهواره ها به منظور تامین پوشش کلی کره زمین فعالیت می کند [16]؛ که به پژوهشگران در زمینه مطالعه اقلیم جهان، پیش بینی حوادث و بلایای طبیعی و بهبود کاربرد داده های ماهواره ای در زمینه کمک به جامعه بشری یاری می رساند [17]. پردازش داده در سیستم پردازش بارش<sup>۲</sup> (PPS) در مرکز فضایی گودارد ناسا و همچنین ژاکسای ژاپن انجام می شود. داده ها در سطوح پردازش چندگانه، از اندازه گیری های خام ماهواره ای تا نقشه های جهانی بارندگی برآورد شده و با استفاده از ترکیب همه مشاهدات مجموعه و سایر داده های هواشناسی ارائه می شوند. تمام داده های این مأموریت در وبسایت های ناسا به صورت رایگان در اختیار عموم قرار می گیرد [16].

## بحث و نتایج

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (KS)، آزمون نا پارامتری برای اندازه گیری توان فرضیه است که برخی داده ها از توزیع مشخص (آزمون یک نمونه ای) یا اینکه دو مجموعه داده از توزیع مشابه (آزمون دو نمونه ای) پیروی می کنند. برخلاف برخی از آزمون های دیگر، کولموگروف-اسمیرنوف توزیع یک فرم شناخته شده (به عنوان مثال، نرمال) فرض نمی کند و در مورد آزمون دو نمونه ای لازم نیست درباره ی نوع توزیع بدانیم، جز اینکه پیوسته است [5].

انتخاب یک آزمون نا پارامتری مهم است، زیرا در دنیای واقعی ما بیشتر با داده هایی مواجه هستیم که نمی توانند برآورده شدن فرضیه های پارامتریک پایه و اساس پارامترهای معمولی و ایستایی را انجام دهند علاوه بر این، آزمون KS توان مقایسه هر نقطه از cdf آزمون دارد که تمامی محدودیت های ممکن آماری را مورد توجه قرار می دهد [9]. اگرچه آزمون دو نمونه ای با مقایسه دو مجموعه داده بدون پیش بینی توزیع های اساسی انجام می شود. در عمل آزمون دو نمونه ای مفیدتر است زیرا می توان آن را برای مقایسه دو مجموعه داده بدون دانستن در مورد توزیع های اساسی آن استفاده کرد.

<sup>1</sup> GPM Microwave Imager

<sup>2</sup> Precipitation Processing System



برای آزمون دو نمونه ای، فرضیه صفر در سطح  $\alpha$  رد می شود. آزمون دو نمونه تنها زمانی امکان پذیر است که  $n_1$  و  $n_2$  در اندازه بزرگ از هم فاصله نداشته باشند [5].

به همین سبب، همانطور که ذکر شد پژوهش حاضر باهدف ارزیابی تابع توزیع تجمعی تجربی برازش یافته بر بارش در مقیاس های زمانی روزانه با حداکثر تعداد ۱۶ ایستگاه مطالعاتی قابل استفاده و طول دوره آماری مشترک در حوزه آبخیز گرگانود انجام شد. سپس در نرم افزار متلب نمودارهای تابع توزیع تجمعی تجربی تک تک ایستگاه ها رسم شد و با استفاده از مقدار P-value در مورد رد یا پذیرش فرضیه صفر تصمیم گرفته شد. آزمون دو نمونه ای KS، eCDF را با دو متغیر تصادفی مقایسه می کند تا بتوان تعیین کرد که آیا هر دو متغیر تصادفی توزیع یکسان را به اشتراک می گذارند و یا از توزیع های مختلف به دست می آیند [5]. همان طور که در جدول (۱) دیده می شود فرضیه صفر ( $H_0$ ) نشان از مطابقت توزیع یکسان مقادیر بارش زمینی با مقادیر برآورد شده بارش ماهواره GPM دارد در حالی که فرضیه متناظر ( $H_1$ ) بیان می کند که مقادیر بارش زمینی و مقادیر برآورد شده بارش ماهواره GPM توزیع مشابه را به اشتراک نمی گذارند. مقدار فرض  $H_0$  در ایستگاه های باغ سالیان، دشت شاد، قوچمز، حق الخواجه، زرینگل پذیرفته شده است و در بقیه ایستگاه ها فرض متناظر قبول شده است. در واقع نتایج نشان می دهد که از لحاظ آماری بر اساس مقدار p آزمون در ایستگاه های باغ سالیان، دشت شاد، قوچمز، حق الخواجه، زرینگل معنی دار است؛ و در نتیجه تفاوت آماری بین پیش بینی بقیه ایستگاه ها بر اساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف دوطرفه وجود دارد. در نمودارهای eCDF در شکل (۲) دیده می شود، که آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دوطرفه برای وجود تفاوت آماری قابل توجه بین دو پیش بینی مفید است. و همچنین این شکل نشان می دهد در ایستگاه های باغ سالیان، دشت شاد، قوچمز، حق الخواجه، زرینگل که فرض صفر قبول شده است اختلاف دو تابع تجمعی تجربی ناچیز است و برعکس در بقیه ایستگاه ها که فرض صفر رد شده اختلاف دو تابع تجمعی زیاد است.

جدول (۱) مقادیر آماره آزمون کلموگراف - اسمیرنوف برازش یافته بر ایستگاه های حوضه گرگانود

ردیف	ایستگاه	p-value	k	فرض اعتماد پذیرفته شده
۱	آق قلا	۰,۰۰۲	۰,۰۹	$H_1$
۲	باغ سالیان	۰,۸۳	۰,۰۲	$H_0$
۳	دشت شاد	۰,۳۶	۰,۰۳	$H_0$
۴	گالیکش	۲,۵۰	۰,۱۳	$H_1$
۵	قزاقلی	۰,۰۰۳	۰,۰۸	$H_1$
۶	قوچمز	۰,۱۱	۰,۰۷	$H_0$
۷	قرناق	۰,۰۲	۰,۰۶	$H_1$
۸	گنبد	۰,۰۰۵	۰,۰۸	$H_1$
۹	حق الخواجه	۰,۹۵	۰,۰۰۸	$H_0$
۱۰	کبودوال	۰,۰۰۲	۰,۰۸	$H_1$
۱۱	نوده	۷,۰۷	۰,۱۵	$H_1$
۱۲	سرمو	۰,۰۰۶	۰,۰۸	$H_1$
۱۳	شیرآباد	۰,۰۰۱	۰,۱۲	$H_1$
۱۴	تقی آباد	۰,۰۰۳	۰,۰۸	$H_1$
۱۵	تنگراه	۲,۸۳	۰,۱۳	$H_1$
۱۶	زرینگل	۰,۳۳	۰,۰۵	$H_0$



# مدل سازی و فناوری های جدید در مدیریت آب

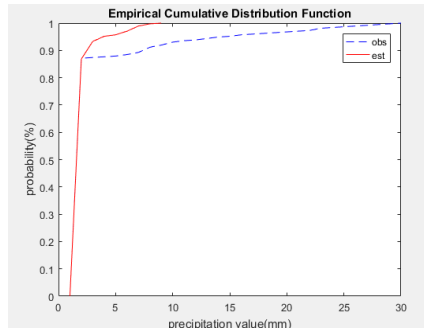
1st National Conference on Modeling and New Technologies in Water Management

۱۹ و ۲۰ مهر ماه ۹۷ دانشگاه بیرجند

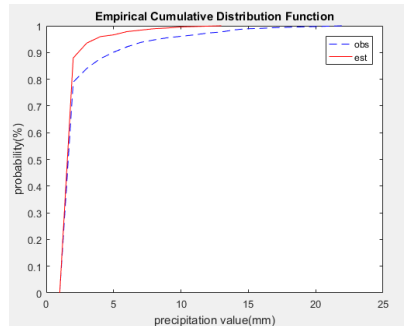
اولین همایش ملی



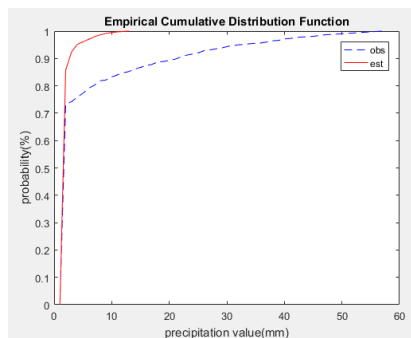
دانشگاه بیرجند



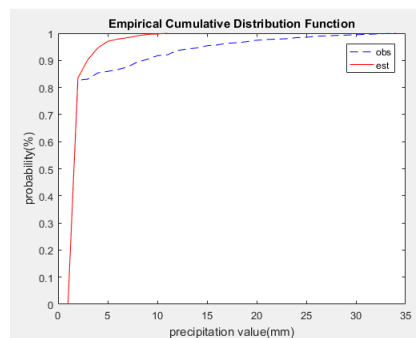
نمودار ecdf ایستگاه باغ سالیان



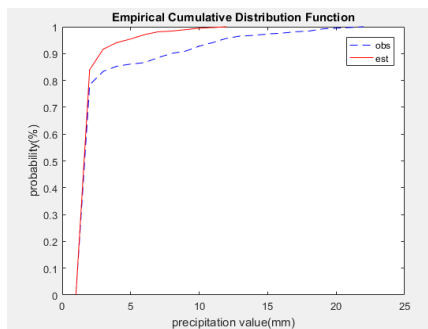
نمودار ecdf ایستگاه آق فلا



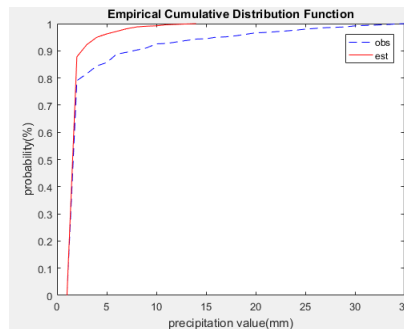
نمودار ecdf ایستگاه کالیکیش



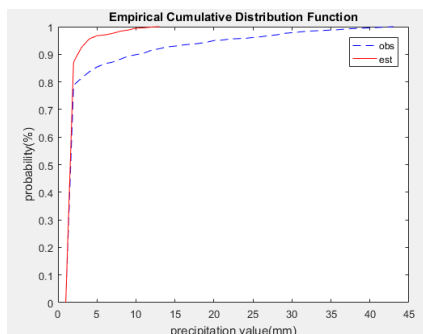
نمودار ecdf ایستگاه دشت شاد



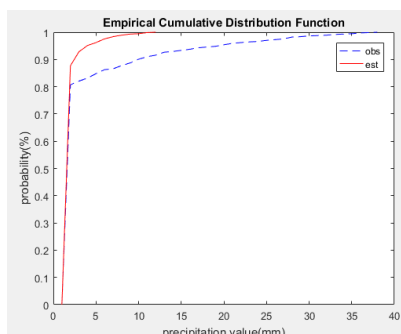
نمودار ecdf ایستگاه قوچمز



نمودار ecdf ایستگاه قزاقلی

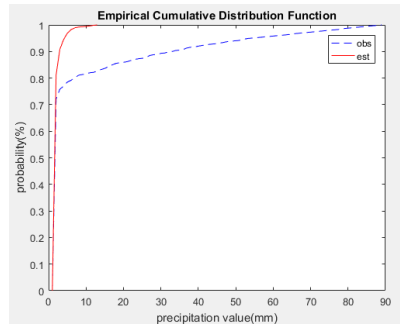


نمودار ecdf ایستگاه گنبد

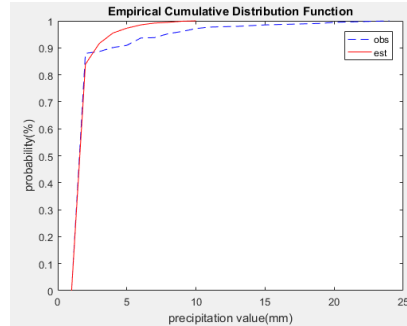


نمودار ecdf ایستگاه قرناق

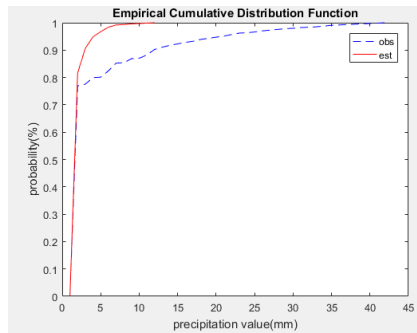




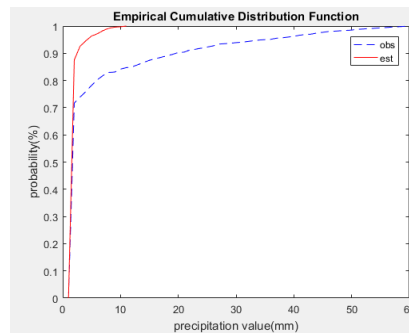
نمودار ecdf ایستگاه کبودال



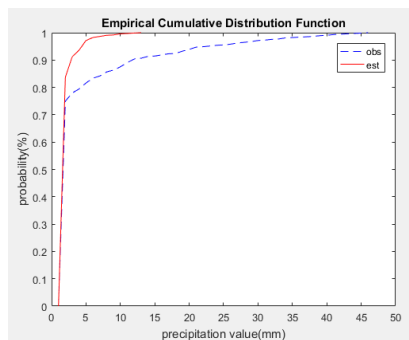
نمودار ecdf ایستگاه حق الخواجه



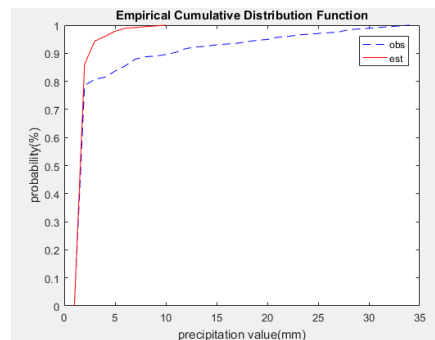
نمودار ecdf ایستگاه سرمو



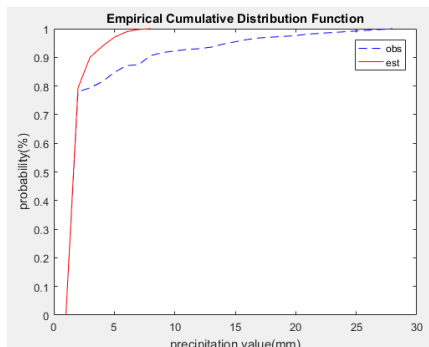
نمودار ecdf ایستگاه نوده



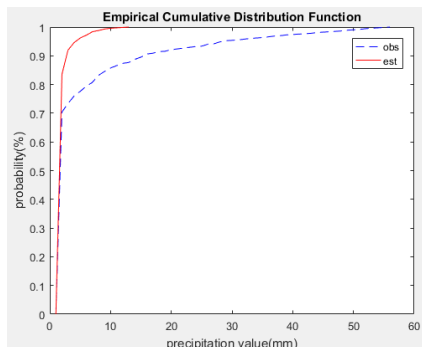
نمودار ecdf ایستگاه تقی آباد



نمودار ecdf ایستگاه شیر آباد

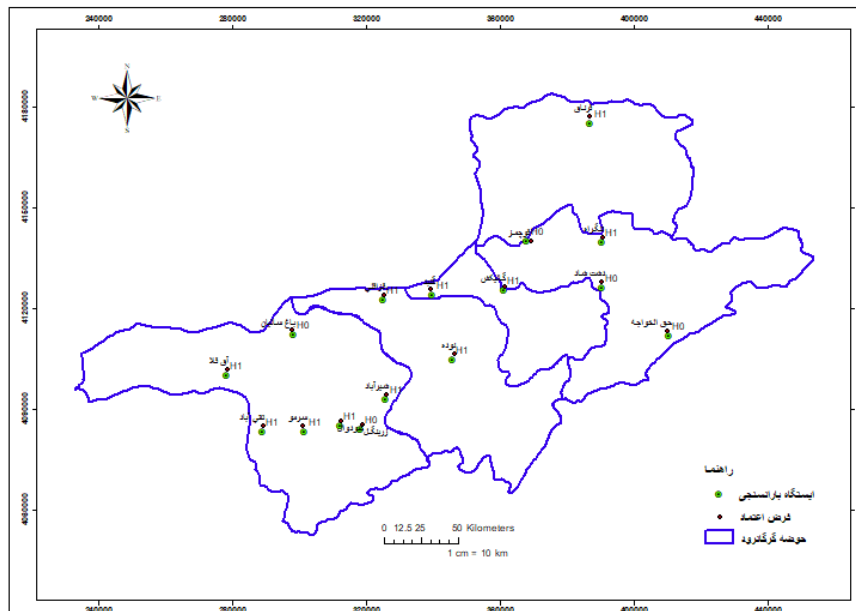


نمودار ecdf ایستگاه زرینگل



نمودار ecdf ایستگاه تنگراه

شکل ۲- نمودار ecdf آزمون کلموگراف - اسمیرنوف برآزش یافته بر ایستگاه های حوضه گرگان رود



شکل ۳- موقعیت ایستگاه های بارانسنجی با فرض قبول یا رد صفر

در نهایت در شکل (۳) نیز می توان ایستگاه هایی که فرض صفر پذیرفته شده و ایستگاه هایی که فرض متناظر پذیرفته شده را مشاهده کرد. ایستگاه هایی که فرض صفر پذیرفته شده در سطح حوضه به صورت تقریباً پراکنده هستند.

### نتیجه گیری

یکی از متداول ترین آزمون ها برای برازندگی مدل آزمون کلموگروف - اسمیرنوف است. به همین دلیل آزمون کولموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای را که برای تفاوت توزیع های دو جمعیت آماری نسبت به یک متغیر کاربرد دارد را در حالی که مشاهدات نادقیق باشند بر روی داده ها بارندگی مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام آن، ابتدا نمودارهای تابع توزیع تجربی در محیط نرم افزار متلب ترسیم شد. لذا آماره آزمون کلموگروف - اسمیرنوف دو نمونه ای و ناحیه بحرانی و تصمیم گیری مشابه باحالت کلاسیک تعیین می گردد. در واقع نتایج نشان می دهد که از لحاظ آماری بر اساس مقدار  $p$  آزمون در ایستگاه های باغ سالیان، دشت شاد، قوچمز، حق الخواجه، زرینگل معنی دار است؛ و در نتیجه تفاوت آماری معنی داری بین پیش بینی بقیه ایستگاه ها بر اساس آزمون کولموگروف - اسمیرنوف دوطرفه وجود دارد. این پژوهش می تواند کمک مؤثری در ارائه راه کارهای صحیح و مناسب برای مدیریت منابع آب کشور داشته باشد. این تحقیق با دوره آماری کوتاه مدت انجام شد و لذا به سایر محققان پیشنهاد می شود که داده های بارش در مقیاس زمانی روزانه، ماهانه و سالانه در سایر حوضه های آبریز ایران مورد ارزیابی قرار دهند.



### مراجع

- [۱] نصرآبادی، اسماعیل، "واکاوی تغییر توزیع فراوانی بارش روزانه پایگاه آفرودیت در ایران"، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، شماره ۹۲، صفحات ۶۷-۷۹، ۱۳۹۳.
- [2] حقیقت جو، پرویز بررسی تابع چگالی احتمال بارندگی های ماهانه و سالانه ایستگاه های قدیمی ایران"، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران، شماره ۳، صفحات ۴۱-۴۸، ۱۳۸۱.
- [۳] علیجانی، بهلول، افشارمنش، حمیده، "تجزیه و تحلیل آماری مقادیر طولانی مدت بارش جهت توزیع آماری مناسب (مطالعه موردی ایران)"، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، شماره ۲۵، صفحات ۷۳-۹۵، ۱۳۹۴.
- [4] مومنی، فرشته، صادقپور گیلده، بهرام، حسامیان، غلامرضا، "آزمون کلموگروف-اسمیرنوف دونمونه ای در محیط فازی"، کنفرانس ملی محاسبات نرم، دانشگاه گیلان، ۱۳۹۴.
- [۵] A. Lall, "Data streaming algorithms for the Kolmogorov-Smirnov test," 2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), no. OCTOBER, pp. 95-104, 2015.
- [6] فرازجو، حسن، "انتخاب مناسب ترین توزیع فراوانی برای پیش بینی حداکثر دبی لحظه ای (مطالعه موردی: چند حوزه آبخیز گلستان)"، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس دانشجویی منابع آب و خاک، ارومیه، ۱۳۸۱.
- [7] نکوئیان، صابر، هنربخش، افشین، ساداتی نژاد، سیدجواد، فتاحی، روح الله، "انتخاب بهترین توزیع آماری با پارامترهای مختلف با دو روش آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و آزمون مربع کای با استفاده از نرم افزار FFA در برآورد سیلاب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کارون شمالی)"، پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور، ۱۳۹۰.
- [۸] M. Mahdavi, KH. Osati, A. N. Sadeghi, B. Karimi, and J. Mobaraki, "Determining Suitable Probability Distribution Models for Annual mean and minimum streamflow in the United States," *Journal of Hydrologic model selection in south western U.S.A Journal of Water Resources. Planning Precipitation Data (A Case Study of Mazandaran and Golestan Provinces) Journal Of Sustainable Development.*, vol. 3, no. January, 2011.
- [9] H. Hassani, and E. S. Silva, "A Kolmogorov-Smirnov based test for comparing the predictive accuracy of two sets of forecasts," *Econometrics.*, vol. 3, no. march, pp. 590-609, 2015.
- [۱۰] آذری، محمود، مرادی، حمیدرضا، ثقفیان، بهرام، فرامرزی، منیره، "ارزیابی اثرات تغییر اقلیم در حوضه آبخیز گرانرود"، مجله علوم و صنایع کشاورزی، شماره ۳، صفحات ۵۳۷-۵۴۷، ۱۳۹۲.
- [11] M. Alizade, Kh. Namiranian, M. Zobeiri, M. Hourfar, and A. Marvie Mohajer, "Modeling of frequency distribution of tree's height in uneven- aged stands (Case study: Gorazbon district of Khyroud forest)," *Journal of Forest and Wood Production.*, vol. 2, no. January, pp. 322-362, 2013.
- [12] علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۰.
- [13] آدیس شاپا، راماجاندرائو، تحلیل فراوانی سیل، ترجمه ی اسلامیان، سعید، سلطانی، سعید، انتشارات ارکان، ۱۳۸۱.
- [۱۴] نصرآبادی، اسماعیل، "واکاوی تغییرات توزیع فراوانی چهار دهه بارش روزانه ایران"، مجله علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۳، صفحات ۱۴۷-۱۵۸، ۱۳۹۶.
- [15] غفاری گوشه، جواد، عباسی، سهیل، فتاحی، روح الله، غفاری گوشه، عباس، "کاربرد توزیع های احتمال برای برآزش جریان های روزانه (مطالعه موردی حوضه زاینده رود)"، سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، ۱۳۹۴.
- [16] اردونی، معصومه، معماریان، هادی، اکبری، مرتضی، پوررضا، محسن، "کاربرد داده های جهانی بارش (GPM) در مدیریت مخاطرات محیطی و آینده پژوهی منابع زمین"، همایش آینده پژوهی در حوزه منابع طبیعی و محیط زیست خراسان جنوبی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۶.



# اولین همایش ملی مدل سازی و فناوری های جدید در مدیریت آب

1st National Conference on Modeling and New Technologies in Water Management



دانشگاه بیرجند

۱۹ و ۲۰ مهر ماه ۹۷ دانشگاه بیرجند

- [17] علی بخشی، مریم، فرید حسینی، علیرضا، داوری، کامران، مونیکا گاسچا، هنری، " مقایسه آماری بین محصولات IMERG و TMPA 3B42V7 در سطح سه داده های بارشی GPM و TRMM مطالعه موردی: حوضه آبریز کشف رود، استان خراسان رضوی "، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴، صفحات ۹۶۳-۹۸۱، ۱۳۹۵.
- [18] مهدوی، محمد، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.