فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره اول، بهار ۱۳۹۳، شماره پیاپی ۱۱۲

سید ابوالفضل مسعودیان، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان
محمدصادق کیخسروی کیانی، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان
فاطمه رعیت پیشه، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان

S.A. Masoodian
M. S. Keikhosravi Kiany
F. Rayat pishe

E-mail: porcista@yahoo.ie

شماره مقاله: ۹٤۱ **صص: ۸۸-۷۳**
وصول: ۹۱/۱۲/۲ **پذیرش: ۹۲/۸/۲**

معرفی و مقایسه پایگاه داده اسفزاری با پایگاه‌های داده GPCC ، GPCP و CMAP

چکیده

بارندگی نقش مهمی در چرخه آب و انرژی جهانی بازی می‌کند. خاستگاه علاقه‌مندی ما نسبت به واکاوی بلند مدت ریزش‌های آسمانی به علت ارزیابی تغییر اقلیم و اثرهایی است که این رویداد بر جنبه‌های گوناگون زندگی ما می‌گذارد. بر مبنای چنین نیازی، سازمان‌های ملی و فراملی آغازگر بسیاری از پژوهش‌ها و برنامه‌های پایشی شده و از آنها پشتیبانی نمودند. در جهان مراکز بسیاری هستندکه داده‌های شبکه‌ای بارش را در مقیاس‌های زمانی و مکانی گوناگون پدید آورده، در دسترس کاربران قرار می‌دهند. در این پژوهش کوشش شده تا پایگاه ملی اسفزاری به همراه پایگاه‌های جهانی GPCC، GPCP و CMAP معرفی و داده‌های بارش شبکه‌ای این سه پایگاه جهانی با پایگاه ملی بر پهنه ایران زمین مقایسه شود. نتایج نشان می‌دهد که ، میان پایگاه ملی و این سه پایگاه؛ به ویژه GPCC همبستگی بالایی به ویژه در فصل‌های پربارش دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بارش، پایگاه داده اسفزاری،GPCC، GPCP، CMAP،

مقدمه

بارش مهمترین متغیر آب‌شناختی است که پیوند میان جو و فرایندهای سطحی را برقرار می‌سازد. سه چهارم گرمای جو حاصل آزادسازی گرمای نهان تبخیر است. از این گذشته، پراکنش ابر و بخار آب در ترازمندی تابش نقش دارد. ناهنجاری‌های مثبت و منفی بارش سبب بروز سیل و خشکسالی می‌شود. پایه‌گذاری پایگاه بارش جهان از اهداف راهبردی ناساست. دسترسی به داده‌های خوش تفکیک بارش برای افزایش شناخت هوا و اقلیم و سامانه‌های آب‌شناختی و برآورد مناسب ابعاد انسانی تغییر اقلیم لازم است. چگالی زمانی و مکانی داده‌های بارش بر روی اقیانوس‌ها و بر روی بخش بزرگی از خشکی‌ها بسیار تنک است. بر مبنای داده‌های این ایستگاه‌های پراکنده وکوتاه مدت، نمی‌توان پایگاه داده بارش جهان را پدید آورد؛ حتی در حوضه‌های بزرگ آبی، مانند: آمازون، میکونگ و نیل هم چگالی ایستگاه‌ها آن اندازه نیست که بتوان از مدل‌های آبشناختی انتظار پیش‌بینی درست سیل و خشکسالی را داشت. به کارگیری رادارها برای سنجش بارندگی هم پرهزینه است و هم در مناطق کوهستانی پوشش مناسب را به دست نمی‌دهد. در عین حال، داده‌های ماهواره‌ای توان برآورد بارش در مقیاس سیاره‌ای را دارند. گرچه امروزه برخی از گروه‌های پژوهشی داده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

بارش روزانه جهان را با تفکیک ۰/۲۵ درجه تولید می‌کنند، اما برای کاربست‌های آبشناختی به تفکیک زمانی و مکانی بیشتری نیاز است. همان گونه که می‌دانیم، ۷۱٪ از کره زمین را آب فراگرفته و ۲۹٪ دیگر را نیز خشکی و همه ایستگاه‌های اندازه‌گیری بارش بر پهنه خشکی‌ها پراکنده شده‌اند. بنابراین، ایستگاه‌های اندازه‌گیری جهان در نهایت فقط می‌توانند نماینده بارش ۲۵٪ تا ۳۰٪ از کره زمین باشند. بیشتر اندازه‌گیری‌های ایستگاهی از سده بیستم میلادی آغاز گردید. طی این مدت برخی ایستگاه‌ها رها و برخی دیگر نیز راه اندازی شدند (ین و همکاران[1] ، ۲۰۰۴: ۱۲۰۷).

در بسیاری از مطالعات اقلیمی، بررسی و واکاوی جو با تفکیک زمانی– مکانی مناسب بر پایه دیده‌بانی‌های دقیق ضروری بوده، نیاز به منابع و پایگاه داده‌ای معتبر نیز از همین جا ناشی می‌شود. باآشکار شدن پدیده تغییر اقلیم و پیامدهای حاصل از آن و نیز ضرورت مطالعه همه جانبه اقلیم این نیاز؛ به ویژه طی دهه‌های اخیر بیشتر احساس شده‌است. دستیابی به دیده‌بانی‌های جوی نیازمند اهتمام و همکاری نهادهای علمی- اجرایی، بهره‌مندی از توانایی‌های دانشمندان علوم همسایه و مرتبط، بده بستان داده‌هاست. برای دستیابی به منابعی این چنین، باید داده‌های حاصل از منابع گوناگون در سامانه‌ای یکسان گرد آید. فعالیت‌ها و مراحل گوناگون برای فرآهم آوردن پایگاه داده‌ای جوی یکسان از منابع سنجده‌های مختلف را بازکاوی داده‌های اقلیمی می گویند. در واقع، بازکاوی به مجموعه فعالیت‌های گردآوری، کنترل کیفیت، گزینش، یکسان‌سازی و نمایش داده‌های شبکه‌ای حاصل از منابع مختلف گفته می‌شود. برای بازکاوی دیده-بانی‌ها باید از پایگاه‌های داده‌ای دهه‌های پیشین با کیفیت و ثبات بالا، سامانه‌های همانندسازی مناسب و مدل‌های پیش-بینی عددی بهره برد. این امر تنها با به‌کارگیری فناوری‌های نوین و قدرتمندی همچون ابررایانه‌ها امکان‌پذیر است. درجدول(۱) نام‌های شماری از این گونه پایگاه‌های داده بارش آورده شده است. در سال‌های اخیر پژوهشگران زیادی مطالعات خود را برپایه پایگاه‌های داده جهانی بناگذاشتند. برای نمونه، لوآ و وو[2] (۲۰۰۷) برای شناسایی روند ویژگی‌های ریزش‌های آسمانی نواحی استوایی پایگاه بارشی GPCP (مرکز اقلیم شناسی بارش جهانی) و پایگاه بارشی CMAP (واکاوی ادغام شده بارش) را برای بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳ به‌کار گرفتند. روند میانگین بارش بلند مدت این دو پایگاه نیز با یکدیگر فرق داشت؛ به گونه‌ای که پایگاه CMAP روند بارش‌ها را رو به سوی کمتر شدن(روند منفی) و پایگاه GPCP روند بارش‌ها را رو به سوی بیشتر شدن(روند مثبت) نشان می‌داد. سینگ و جیهو[3] (۲۰۰۷) برای همانندسازی بارش‌های موسمی در جنوب آسیا مدل منطقه‌ایRegCM3 را در برابر واکاوی‌های مرکز اقلیم‌شناسی بارش جهانی(GPCC) برای سال‌های ۱۹۹۴ ، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ راست‌آزمایی کردند. بررسی‌ها نشان داد الگوی پراکنش بارشی این مدل منطقه‌ای با آنچه که پایگاه GPCC نشان می‌دهد، همخوانی دارد. مدل منطقه‌ای، هسته ریزش‌ها را بر روی بخش‌های مرکزی خلیج بنگال، کوهساران شمال شرقی وکرانه‌های جنوب غربی هندوستان نشان می‌داد. این در حالی بود که پایگاه GPCC هسته ریزش‌های آسمانی را بر روی بخش‌های شمال شرقی خلیج بنگال و کرانه‌های جنوب غربی شبه قاره هندوستان نشان می‌داد. **تی دینکو** وهمکاران[4] (۲۰۰۸)پایگاهی بارشی را برای مطالعه یک منطقه پرعارضه در کشور اتیوپی راه‌اندازی نمودند و سپس این پایگاه را با دیگر پایگاه‌های بارش جهانی، همچون(NOAA–CPC)

1-Yin et al
2 -lau and Wu
3 -singh and Jai ho
۴-T.Dinku

Archive of SID

www.SID.ir

،(GPCC) و (CRU) مقایسه کردند. روی هم رفته، میان این پایگاه‌های جهانی و پایگاه ملی، سازگاری بسیاری چه از نظر سری زمانی بارش و چه از نظر مقادیر بارشی وجود داشت. بررسی ایشان نشان داد از نظر مقادیر بارشی، در تفکیک ۲/۵ × ۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی میان نسخه بازکاوی GPCC و پایگاه ملی ضریب همبستگی بسیار بالایی وجود دارد؛ به گونه‌ای که برای دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۵ و دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ این همبستگی به ترتیب ۹۸٪ و ۹۱٪ بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد بالاترین سازگاری میان پایگاه‌های بارش جهانی و پایگاه ملی در پر بارش‌ترین فصل‌ها رخ داده، اما در فصل‌های خشک این سازگاری ضعیف می‌گردد. سیمورثی و همکاران[5] (۲۰۱۰) روند ریزش‌های آسمانی را به کمک دو پایگاه بارشی(GPCP) و (CMAP) در تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ طول و عرض جغرافیایی برای بازه زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۹ واکاوی نمودند. بررسی این دو پایگاه آشکار ساخت به طور یکنواختی ریزش‌های آسمانی بر روی پهنه خلیج بنگال و جنوب غرب دریای عرب طی این بازه زمانی در ماه می رو به سوی افزایش بوده است. ین و گروبر[6] (۲۰۱۰) تغییر ناگهانی برآورد بارشی پایگاه GPCP را در حوضه رودخانه کنگو واکاوی و راست‌آزمایی نمودند. پایگاه بارشی GPCP نشان می‌داد طی سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۴ بر روی پهنه جنوبی آفریقای حاره‌ای از حوضه رودخانه کنگو تا ساحل شرقی ریزش های آسمانی روندی منفی به خود گرفته است. هنسلر و همکاران[7] (۲۰۱۱) برای ارزیابی یافته‌های مدل منطقه‌ای(REMO) از داده‌های بارشی پایگاه مرکز اقلیم شناسی بارش جهانی(GPCC) در تفکیک مکانی ۰/۲۵ ×۰/۲۵ در بازه زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ بهره جستند. یافته‌های آنها نشان داد در قیاس با پایگاه GPCC مدل منطقه‌ای (REMO) برای نشان دادن الگوی مکانی ریزش‌های آسمانی در آفریقای جنوبی تواناترست، اما میل به بیش‌برآورد بارش در مناطق مرطوبتر جنوب‌شرق و شمال‌شرق دارد. پارکاش و همکاران[8](۲۰۱۱)، سه پایگاه بارشی KALPANDA-1,GPCC و GPCP را برای دوره فعالیت بارش‌های موسمی در سال ۲۰۰۹ بر روی شبه قاره هندوستان و مناطق پیرامونش مقایسه کردند.

تغییرپذیری بارش در زمان و مکان در ایران خطرهای بسیاری همچون خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها را پدید می‌آورد. سرزمین ناهمواری همچون ایران تغییرپذیری بارش را افزایش می‌دهد. رشته کوه‌های بلند البرز در شمال و کوه‌های زاگرس در غرب مانع از دسترسی رطوبت پهنه‌های آبی مجاور به نواحی داخلی ایران می‌شود. ناهمواری‌ها با وردش‌های مکانی سالانه بارش نیز همراه است. بیشنیه بارش سالانه در شمال ایران در سواحل جنوب غربی دریای خزر و شمال‌غرب دامنه غربی رشته کوه زاگرس قرار گرفته است. نواحی داخلی ایران بارش بسیار اندکی را دریافت می کنند. بیشتر شیب-های داخلی زاگرس در مناطق سایه باران گسترده شده که مقدار بارش سالانه آنها بسیار کمتر از دامنه غربی زاگرس است. بیش از نیمی از کشور بارشی کمتر از ۲۰۰ میلیمتر دریافت می‌کند و بخشی از این پهنه‌ها بارش سالانه کمتر از ۵۰ میلیمتر را دارند. وردش‌های فصلی بارش ایران در ارتباط با موقعیت جنب حاره‌ای ایران به این تغییر پذیری‌ها اضافه می-شود. بیش از نیمی از بارش سالانه در فصل زمستان از طریق سامانه‌هایی که رطوبت را از دریای مدیترانه می‌آورند، حاصل می‌شود. فصل تابستان به عنوان فصل رویشی مهم در ایران، جز در امتداد سواحل دریای خزر دارای بارش

5 -Sathiyamoorthy
6 -Yin and Gruber
7 -Haensler et al
8 -Prakash et al

Archive of SID

www.SID.ir

محدودی است. در این فصل سواحل جنوبی به دلیل حاکمیت پر فشار جنب‌حاره تقریباً بدون بارش است. تنها در موارد نادری که همزمان با تضعیف پرفشار است، هوای گرم و مرطوب فرصت صعود می‌یابد و بارندگی‌های بسیار سنگین همرفتی را ایجاد می‌کند(علیجانی،۲۰۰۸). با توجه به ویژگی‌های اقلیمی ایران، و اهمیت بارش در منابع آبی ایران نیاز به مطالعات در مورد بارش و رفتارهای آن به شدت احساس می‌شود. همان گونه که می‌دانیم، دسترسی به داده‌های بهنگام بارش یکی از نیازهای اساسی برای هر گونه پژوهش اقلیمی در راستای اهداف محققان و برنامه‌ریزان است، اما تجربه نشان داده‌است دسترسی به داده‌های بارشی بهنگام و با کیفیت بالا برای ایران زمین چندان میسر نبوده است و نخواهد بود. پایگاه ملی اسفزاری به عنوان تنها پایگاه ملی داده‌ای موجود، تنها شامل داده‌های متغیرهای اقلیمی تا سال ۱۳۸۲ به طور کامل است. افزون بر این، در کشوری همچون ایران در بسیاری نواحی آن؛ به خصوص بیابان ها و کویرهای داخلی، نواحی با ارتفاع بیشتر از ۲۶۰۰ متر(که کانون‌های آبگیر کشور به شمار می آیند) فاقد ایستگاه های سنجش و اندازه-گیری هستند. همچنین، نواحی مجاوری که از تباین اقلیمی بالایی برخوردارند(مثل دامنه‌های شمالی- جنوبی البرز و دامنه‌های شرقی- غربی زاگرس) از توزیع متناسب و تعداد مناسب ایستگاه‌ها برخوردار نیستند(عساکره،۱۳۸۷). در این پژوهش کوشش شده تا بروندادهای به دست آمده از پایگاه‌های داده بارشی شبکه‌ای GPCC، GPCP، CMAP با پایگاه ملی اسفزاری قیاس شود. هدف از انجام این کار، این است که بدانیم با توجه به فقدان داده‌های اقلیمی در دهه اخیر،آیا می‌توانیم با خیالی آسوده از داده‌های پایگاه‌های بارش جهانی استفاده کرده و نسبت به بروندادهای آنها آسوده خاطر باشیم؟

هم‌اکنون پایگاه‌های بارشی بسیاری در جهان هستند که فرآورده‌های بارشی گوناگونی را در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلف پدید می‌آورند. در جدول ۱ شماری از این پایگاه‌ها آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱) شماری از پایگاه‌های بارشی

نشانی تارنما	بازه مکانی	بازه زمانی	تفکیک مکانی	تفکیک زمانی	شماره نسخه	گردآورده شده
http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/gpcp/1dd-v1.1/	جهانی	۱۹۹۶/۱۰/۱ تا ۲۰۰۹/۶/۳۱		روزانه	V-1-1	GPCP
http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcp.html	جهانی	۱۹۷۹/۱ تا ۲۰۱۰/۱۲		ماهانه	2.2-V	GPCP
ftp://ftp-anon.dwd.de/pub/data/gpcc/html/fulldata_v۶_download.html	جهانی	۱۹۰۱/۱ تا ۲۰۱۰/۱۲		ماهانه	v-6	GPCC
http://www.chikyu.ac.jp/precip/	خاورمیانه و جنوبشرق آسیا	۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۰۷/۱۲/۳۱		روزانه	v-1101	APHRODITE
http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.cmap.html#detail	جهانی	۱۹۷۹/۱ تا ۲۰۰۹/۹		ماهانه	-	CMAP
http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.prec.html	جهانی	۱۹۸۴/۱ تا ۲۰۱۱/۱۰		ماهانه	-	PREC
http://fire.eng.uci.edu/PERSIANN/adj_persiann_۳hr.html	جهانی	۲۰۰۰/۶۱/۰۰ تا ۲۰۰۹/۲۷۳/۲۱		۳ ساعته	-	PERSIAN

آشنایی با پایگاه‌های داده بارش جهانی

GPCC

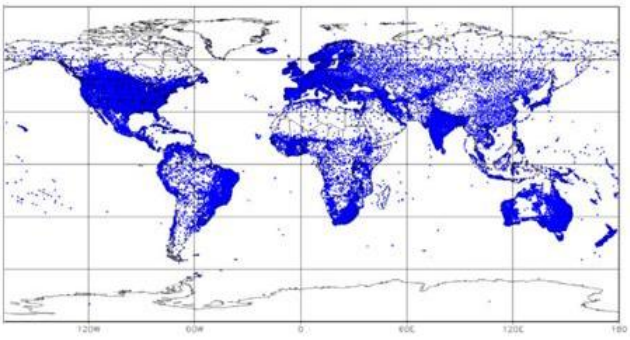
در راستای نیازمندی به داده‌های بلندمدت بارش جهان[9] GPCC زیر نظر برنامه پژوهش اقلیم جهان (WCRP)[10] راه اندازی شده است. یکی از وظایف GPCC واکاوی بارندگی ماهانه جهان بر روی خشکی‌ها به کمک داده‌های باران سنجی ایستگاه‌های زمینی است. هدف اصلی GPCC برآوردن نیاز کاربران به داده‌های بهنگام و دقیق از بارش بر روی خشکی‌های جهان است. داده‌های تولید شده در GPCC بر اساس اندازه‌گیری‌های ایستگاهی جهان و با تفکیک‌های گوناگون ۰/۲۵×۰/۲۵ و ۰/۵×۰/۵ و ۱×۱ و ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی در دسترس است. بازکاوی داده‌های کامل GPCC به کمک همه داده‌هایی است که هنگام واکاوی در دسترس است. کاربران باید شمار ایستگاه‌های موجود در هر یاخته معین در هر ماه معین را مد نظر قرار دهند. تعداد متفاوت ایستگاه‌ها در هر یاخته در طول زمان می‌تواند عامل عمده ناهمگنی اعتبار نقشه‌های بارش باشد. داده‌های بازکاوی شده این پایگاه در شش نسخه انتشار یافته که نسخه ششم این

9 - the Global Precipitation Climatology Centre.
10 - the World Climate Research Program.

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌ها هم‌اکنون در دسترس است. در تازه‌ترین نسخه این پایگاه تعداد ۶۷۲۰۰ ایستگاه باران‌سنجی به کارگرفته شده (شکل۱). داده‌ها در این وبگاه از سال ۱۹۰۱ تا دسامبر ۲۰۱۱، در بازه‌های ۱۰ سال در دسترس است. پرونده‌های توصیفی از چگونگی فرمت و چیدمان داده‌ها نیز برای کاربران در وبگاه این پایگاه وجود دارد.



پراکنش ایستگاه‌های به‌کارگرفته شده در تازه‌ترین نسخه GPCC

شکل ۱)

اسفزاری

مجموعه‌ای از داده‌های شبکه‌ای چندین عنصر اقلیمی در سراسر ایران زمین است. تقویم این داده‌ها از ۱۳۴۰/۱/۱ (۱۹۶۱/۵/۲۳میلادی) تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ خورشیدی (۲۰۰۴/۱۲/۳۱میلادی) را شامل می‌شود. داده‌های شبکه‌ای بارش این پایگاه داده بر اساس دیده‌بانی‌های ۱۴۳۷ ایستگاه باران‌سنجی، اقلیمی و همدید تهیه شده است. این شبکه با استفاده از روش میانیابی کریجینگ حاصل شده است. در این پایگاه برای هر عنصر اقلیمی شبکه‌ای با ابعاد ۱۵۹۹۲×۷۱۸۷ تعریف شده است که در آن سطرها نشان‌دهنده یاخته‌های مکانی و ستون‌ها نماینده زمان (بر حسب روز) است. سیستم مختصات این پایگاه داده لامبرت مخروطی همشکل است و ابعاد هر یاخته ۱۵×۱۵ کیلومتر است[۱۱](شکل ۳).در ایران پایگاه داده شبکه‌ای برای سنجه‌های هواشناسی، نظیر: دما، بارش و رطوبت جوی و برخی عناصر اقلیمی دیگر توسط مسعودیان تهیه شده است. این پایگاه داده به افتخار اقلیم‌شناس برجسته ایرانی، حکیم ابوحاتم اسفزاری نامگذاری شده است. ابوحاتم اسفزاری(حدود ۴۳۷-۵۰۶ ق) اخترشناس، ریاضیدان ایرانی به علت نگارش کتاب *آثار علوی* درباره هواشناسی به زبان فارسی پرآوازه شده است. او در این کتاب برای نخستین بار درباره گوناگونی شکل دانه‌های برف و علت آن سخن می-گوید .حدود ۴۵۰ سال پس از وی، الاوس ماگنوس، اُسقُف اعظم اوپسالا(در سوئد) درسال ۱۵۵۵ میلادی درباره شکل منظم بلورهای برف سخن گفت. افزون بر این، اسفزاری در اصلاح تقویم ایرانی با حکیم عمر خیام همکاری داشت و رساله *اختصار اصول اقلیدس* وی به دست ما رسیده است. پژوهش‌های زیادی با استفاده از پایگاه داده اسفزاری انجام گرفته است. منتظری(۱۳۸۴) به کمک پایگاه داده اسفزاری دمای ایران را واکاوی کرد. او نشان داد دمای شبانه ایران با

۱۱- در ایران پایگاه داده شبکه‌ای برای سنجه‌های هواشناسی نظیر دما، بارش و رطوبت جوی و برخی عناصر اقلیمی دیگر توسط مسعودیان تهیه شده است. این پایگاه داده به افتخار اقلیم شناس برجسته ایرانی، حکیم ابوحاتم اسفزاری نامگذاری شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

آهنگ ۳ درجه در هر صد سال و دمای روزانه با آهنگ ۱ درجه در هر صد سال افزایش داشته‌است. او دریافت که افزایش دما در همه ماه‌ها یکسان نبوده است. در نیمه گرم سال آهنگ افزایش دما بزرگتر و در نیمه سرد سال آهنگ افزایش دما آرامتر بوده و گاهی روند کاهش دما دیده می‌شود. محمدی(۱۳۸۸) به کمک پایگاه اسفزاری بارش‌های ابر سنگین ایران زمین را واکاوی نمود. یافته‌های پژوهش او نشان داد سه الگوی اصلی فشار تراز دریا در پدید آوردن ریزش‌های ابر سنگین در ایران زمین مؤثر بوده‌اند. دارند(۱۳۹۰) به کمک پایگاه داده اسفزاری سرماهای ایران زمین را از بینشگاه همدید برای نیم سده گذشته واکاوی نمود. او نشان داد روند سرماهای فرین ایران منفی بوده، شمار روزهای فرین سرد ایران در بیشتر برج‌های سال روند منفی داشته و از نظر پراکنش مکانی، روند منفی شمار روزهای فرین سرد بیشتر در نیمه مرکزی و جنوبی ایران دیده می‌شود. این در حالی است که روند مثبت بر روی پهنه بسیار کوچکی از ایران بر روی ناهمواری‌ها دیده می‌شود.

GPCP[۱۲]

طرح اقلیم شناسی بارش جهانی(GPCP) توسط برنامه پژوهش اقلیم جهان[۱۳] بنیان نهاده شده تا پراکنش و توزیع ریزش‌های آسمانی را بر پهنه کره زمین طی سالهای طولانی اندازه‌گیری نماید. ویژگی فرآورده‌های پایگاه بارشی GPCP به شرح زیر است:

نسخه دوم این پایگاه از ژانویه ۱۹۷۹ تا به امروز را پوشش داده، داده‌های بارشی آن در مقیاس زمانی ماهانه و در تفکیک مکانی ۲/۵ ×۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی با دو تا سه ماه تأخیر بر روی وبگاه این پایگاه در دسترس است. فرآورده دیگر داده‌های بارشی در مقیاس ۵ روزه آن هم در تفکیک مکانی ۲/۵ ×۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی است که این فرآورده همه پهنه زمین را پوشش داده و داده‌های آن از ژانویه ۱۹۷۹ تا به امروز در دسترس است، اما داده‌های ۱×۱ درجه طول و عرض جغرافیایی این پایگاه در بازه زمانی روزانه از اکتبر ۱۹۹۶ تا به امروز را پوشش می‌دهد. همه فرآورده‌های نامبرده شده در بالا به کمک یک‌کاسه کردن و در هم‌تنیدن داده‌های فروسرج ، کهموج و داده‌های بارشی واکاوی شده باران‌سنج‌های زمینی، پدید می‌آیند.

CMAP

واکاوی ادغام شده بارش (CMAP[۱۴]) تکنیکی است که واکاوی‌های بارش جهانی را در مقیاس‌های ماهانه و پنج روزه فراهم می‌آورد؛ بدین گونه که داده‌های ایستگاهی اندازه‌گیری بارش با برآوردهای به‌دست آمده از ماهواره-ها(فروسرخ و کهموج) یک کاسه می‌گردند. نسخه۰۸۰۲ CMAP ، افزون بر داده‌های ایستگاهی و ماهواره‌ای، از داده-های بارشی مدل‌های عددی پیش بینی آب و هوا بهره می‌جوید. واکاوی‌های بارشی پایگاه CMAP درمقیاس مکانی ۲/۵ ×۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی هستند. داده‌های پایگاه CMAP از سال ۱۹۷۹ بدین سو در دسترس‌اند. پوشش واکاوی‌های مکانی این پایگاه برای همه خشکی‌ها و آبهای سیاره است. یادآوری می‌کنیم که منابع تأمین داده‌های

12 -Global Precipitation Climatology Project

13-WCRP –World Climate Research Programme

14-CPC Merged Analysis of Precipitation

Archive of SID

www.SID.ir

CMAP برای واکاوی‌های بارشی از سال ۱۹۷۹ تا به امروز ثابت نبوده. برای نمونه، داده‌های SSM/I [15] در تاریخ ۱۹۸۷ در اختیار این پایگاه قرار گرفت. پیش از آن تاریخ برآوردهای به‌دست آمده از داده‌های کهموج از الگوریتم MSU [16] موجود بود. همچنین، داده‌های فروسرخ با چگالی زمانی بالا(سه ساعته) از ماهواره‌های زمین آهنگ از سال ۱۹۸۶ در دسترس این پایگاه قرار گرفت. هر یک از منابع داده کاستی‌ها و قوت‌هایی دارد. بنابراین، هنگام گردآوری و یک‌کاسه-نمودن منابع داده‌ای گوناگون به یک روش منطقی و شایسته نیازمندیم. واکاوی‌های مبتنی بر ایستگاه‌های باران‌سنجی هنگامی که در درون هر کدام از شبکه‌ها شماری بسنده از ایستگاه‌ها وجود داشته باشد، بسیار خوب است. البته، در برخی جاها، چگالی ایستگاهی بالاست. داده‌های فروسرخ برای شناسایی تغییرات در بارش‌های عمیق همرفتی بسیار مناسب است. داده‌های فروسرخ در نواحی استوایی و فصل گرم عرض‌های میانه بالاترین صحت را داشته. این در حالی است که در شرایط سردتر از کمترین دقت برخوردارند.

نکاتی چند برای کاربران پایگاه CMAP:

۱) کیفیت واکاوی‌های بارشی این پایگاه به طور چشم‌گیری به کیفیت داده‌های ورودی به‌کارگرفته شده وابسته است. جاهایی که ایستگاه‌های باران‌سنجی تنک بوده یا اینکه ایستگاهی وجود ندارد، یا نواحیی که برآوردهای ماهواره‌ای دارای خطای بزرگ یا نمونه‌برداری ضعیف است، به احتمال بسیار بالا واکاوی‌های بارشی نیز خطاهای بیشتری نسبت به دیگر جاها دارد.

۲) همه برآوردهای ماهواره‌ای به‌کار گرفته شده به طور چشم‌گیری دارای کاستی‌اند.

برآوردهای مبتنی بر داده‌های فروسرخ بر رابطه‌ای تجربی میان ابرناکی و بارش وابسته اند و چنین رابطه‌ای بی‌تردید در زمان و مکان متفاوت است.

۳) به طور کلی، پایگاه دادهCMAP برای شناسایی وردش‌های زمانی و مکانی بارش در استوا مناسب است. وردش‌های بارشی در عرض‌های میانه کمتر توسط CMAP توصیف می‌گردند. هنگام به‌کارگیری داده‌ها برای عرض ۶۰ درجه به بالا دقت بسیاری نیاز است.

٤) مقایسه پایگاه داده ملی و پایگاه‌های بارش سیاره‌ای

GPCCو اسفزاری

نخستین گام، برای مقایسه این دو پایگاه داده هماهنگ‌سازی تفکیک زمانی و مکانی داده‌ها بود. با توجه به تفاوت سیستم تصویر، تفاوت تفکیک زمانی و تفاوت تفکیک مکانی داده‌های اسفزاری و GPCC نخست این ناهماهنگی‌ها برطرف گردید. سپس بارش پایگاه ملی اسفزاری را برای هر یک از ماه‌های میلادی به دست آورده؛ آنگاه داده‌های شبکه‌ای پایگاه داده GPCC را در چارچوب زمانی هماهنگ با پایگاه داده اسفزاری با تفکیک مکانی ۰/۵×۰/۵ این پایگاه بارگیری کردیم. چارچوب مکانی این داده‌ها نیز مطابق با داده‌های اسفزاری بر روی ایران تطبیق داده شد. اولین مرحله، هماهنگی سیستم مختصات هر دو پایگاه داده بود. از این رو، سیستم مختصات پایگاه داده اسفزاری در راستای هماهنگی با داده‌های GPCC از متریک [17] به جغرافیایی تبدیل شد. در مرحله بعد نیازمند یکسان‌سازی تفکیک مکانی این

15- Special Sensor Microwave/Imager
16-Microwave Sounding Unit
17- Lambert conformal conic projection (LCC)

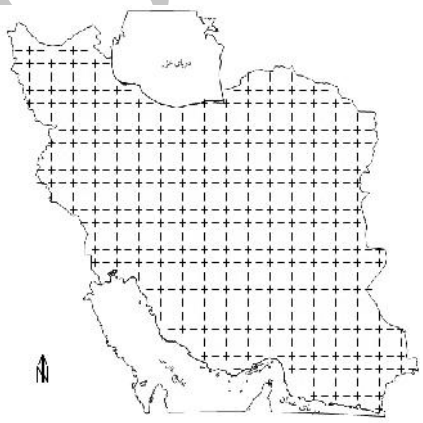
Archive of SID

www.SID.ir

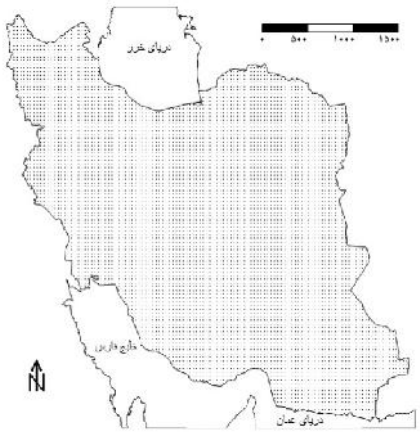
دو پایگاه داده بودیم که با استفاده از روش‌های مرسوم Resampling به کمک توابع خم این کار انجام شد. برای این کار دو راه پیش رو داشتیم: تبدیل تفکیک مکانی داده‌های GPCC به داده‌های اسفزاری، که در این صورت لازم بود تفکیک مکانی داده‌های این پایگاه داده را کوچک کنیم (در عرض ۳۲ درجه جغرافیایی نیم درجه معادل شبکه‌ای ۴۷ کیلومتری است) و دومین راه تبدیل داده‌های پایگاه اسفزاری به GPCC بود؛ یعنی تبدیل داده‌هایی با تفکیک مکانی کمتر به داده‌هایی با تفکیک مکانی بزرگتر ، که این راه منطقی‌تر به نظر آمد.

برونداد حاصل از محاسبات این مطالعه دو ماتریس با ابعاد ۵۹۶×۵۲۵ بود که سطرهای آن نشان دهنده ماه‌های مورد مطالعه از آوریل ۱۹۶۱ تا دسامبر ۲۰۰۴ و ستون‌ها نشان دهنده یاخته‌های مکانی در چارچوبه ایران زمین برای هر دو پایگاه داده اسفزاری و GPCC است.

پس از فراهم آوردن دو پایگاه داده ماهانه با تفکیک ۰/۵×۰/۵ درجه قوسی به کمک روش‌های مختلف آماری این دو پایگاه داده در مقیاس ماهانه و سالانه با یکدیگر مقایسه شد.



شکل۲) تفکیک مکانی پایگاه داده GPCC ۰/۵ ×۰/۵ درجه

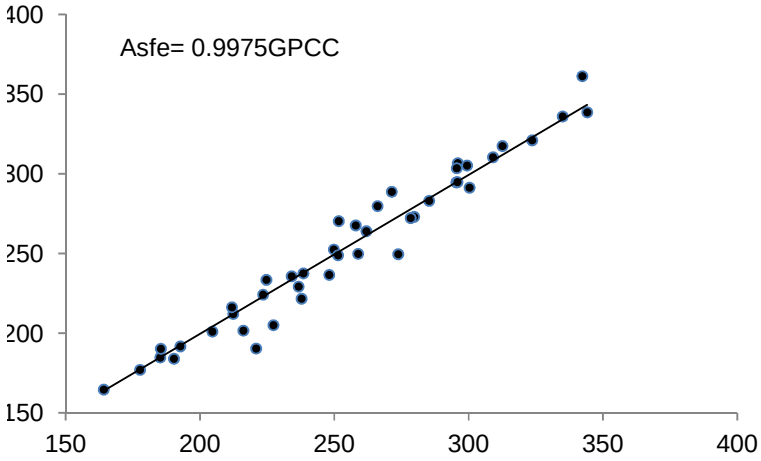


شکل۳) تفکیک مکانی پایگاه داده اسفزاری با یاخته‌های ۱۵×۱۵ کیلومتر

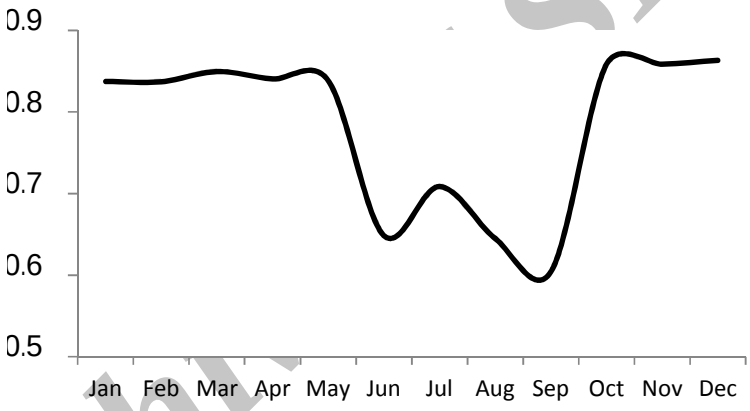
شکل۴) نشان دهنده رگرسیون خطی میان مقدار بارش سالانه هر دو پایگاه داده از سال ۱۹۶۲ تا ۲۰۰۴ است. این رابطه نشان دهنده آن است که برونداد هر دو پایگاه داده هماهنگی بسیاری با هم دارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴):رگرسیون خطی میانگین سالانه بارش اسفزاری و GPCC



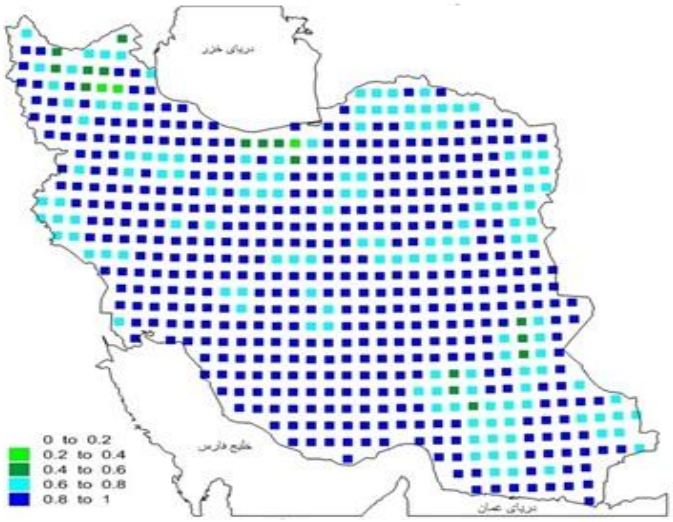
شکل۵) همبستگی ماهانه داده‌های اسفزاری و GPCC

بررسی ضریب همبستگی بارش هر یک از ماه‌های این دو پایگاه بسیار جالب بود. شکل(۵) نشان دهنده همبستگی ماهانه مقدار بارش شبکه‌ای پایگاه داده اسفزاری و GPCC است. نمودار حاصل نمایانگر آن است که همبستگی کلی ماهانه بارش این دو پایگاه مقداری بیش از ۰/۶است. ماه‌های دسامبر، نوامبر و اکتبر که نماینده دوره پربارش (زمستان) هستند، به ترتیب بیشترین همبستگی و ماه‌های ژوئن، اگوست و سپتامبر که نماینده فصل کم‌بارش (تابستان) هستند، به ترتیب کمترین همبستگی را نشان می‌دهند. بنابراین، به نظر می‌رسد برآوردهایی که GPCC از بارش ایران به دست می-دهد، به ویژه در ماه‌های پربارش به داده‌های بارش اسفزاری بسیار نزدیک است.

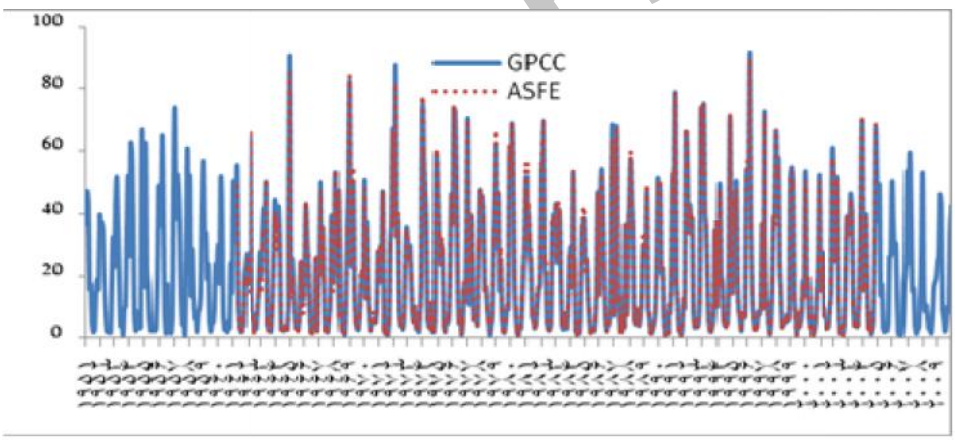
از این رو، نزدیکی بسیار این دو پایگاه داده ما را توانا می‌سازد در دوره‌هایی که پایگاه داده ملی اسفزاری با نبود داده روبه‌روست، با اعتماد بیشتری داده‌های شبکه‌ای GPCC را به کار گیریم.

Archive of SID

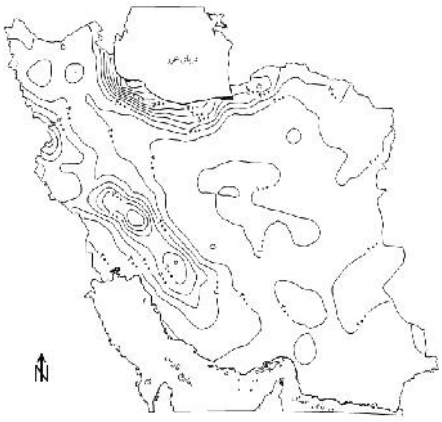
www.SID.ir



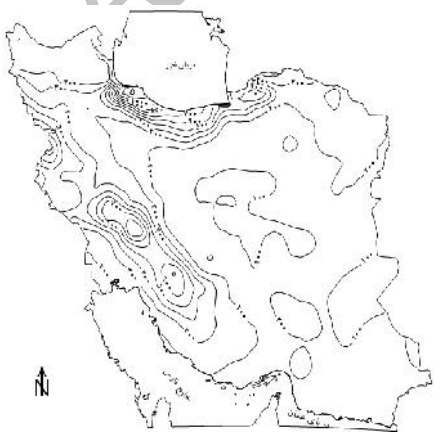
شکل ۶) همبستگی بارش یاخته‌های پایگاه داده GPCCو اسفزاری



شکل ۷) سری زمانی پایگاه داده اسفزاری و GPCC



شکل ۸) میانگین بارش سالانه پایگاه داده GPCC



شکل۹) میانگین بارش سالانه پایگاه داده اسفزاری

www.SID.ir

شکل(۶) نشان دهنده همبستگی حاصل از مقایسه یاخته‌ای بارش GPCC و اسفزاری است. بیشتر یاخته‌ها ضریب همبستگی بیش از ۸۰ درصد را نشان می‌دهند. در شکل‌های ۸ و ۹ نیز میانگین بارش هر دو پایگاه داده با هم مقایسه شده که نشان‌دهنده هماهنگی بسیار بالای آنهاست. هسته‌های بیشینه بارش ۶۰۰ و ۷۰۰ در زاگرس و کرانه‌های خزر، در هر دو نقشه کاملاً یکسان هستند، که بسیار شایان توجه است. محاسبه اختلاف این دو نقشه نشان‌دهنده تفاوتی اندک میان برونداد این دو پایگاه داده در بخش‌های شمالی ایران زمین است، که البته ناچیز است. خطوط همبارش در ایران مرکزی و سایر نواحی ایران در هر دو نقشه همسانی بسیاری به هم دارند.

مقایسه بارش پایگاه ملی اسفزاری و GPCP

برای مقایسه پایگاه داده اسفزاری و GPCP، دو رویکرد پیش رو بود: نخست مقایسه یاخته به یاخته هر دو پایگاه داده بود، همانند آنچه در مورد GPCC انجام شد، اما رویکرد دوم ، مقایسه بارش میانگین این دو پایگاه داده بود، که رویکرد دوم برای قیاس میان این دو پایگاه برگزیده شد.

ابتدا داده‌های GPCP از وبگاه این پایگاه [18] بارگزاری شد. این داده‌ها ماهانه و با فرمت nc در دسترس است. نخستین گام تبدیل فرمت این داده‌ها به کمک نرم افزار GRADSبود. همان طور که بیان شد، این داده‌ها با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی در اختیار هستند. بنابراین، دارای ۱۴۴ یاخته طولی و ۷۲ یاخته عرضی هستند. با توجه به شکل ماهانه این داده‌ها، داده‌های اسفزاری نیز به شکل ماهانه در ماتریسی به ابعاد ۵۲۵ × ۷۱۸۷ تبدیل شد.

پایگاه داده GPCP شامل داده‌هایی با پوشش کامل سیاره‌ای است. از این رو، در این مرحله تنها بخشی از این داده‌ها که درون مرزهای ایران قرار گرفته بودند، برداشت شد. این کار با به‌کار گیری تابع Inpolygon انجام شد.

x, y : مختصات مکانی داده‌های GPCP

xv, yv : مختصات مکانی پایگاه داده اسفزاری

با به‌کارگیری این تابع، تنها داده‌هایی از GPCP برداشته می‌شود که در چارچوب مرزهای ایران قرار گرفته باشد. ماتریس به دست آمده دارای ابعاد۲۶×۳۸۴ است، که سطرها نشان دهنده بعد زمانی(شمار ماه‌ها) و ستون‌ها نمایانگر بعد مکانی است؛ یعنی تنها ۲۶ یاخته مکانی از داده‌های GPCP درون مرزهای ایران قرار گرفته است. شکل(۱۰) نشان دهنده تعداد این یاخته‌هاست. ستون‌های این ماتریس نیز نشان دهنده تعداد ماه‌ها(بعد زمانی) است. پس از هماهنگ‌سازی کامل داده‌های اسفزاری و GPCP و برچیدن ماه‌هایی که با نبود داده همراه بودند، در نهایت دو ماتریس با ابعاد ۲۶× ۳۱۲ به دست آمد. پس از آن میانگین وزنی بارش هر یاخته از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

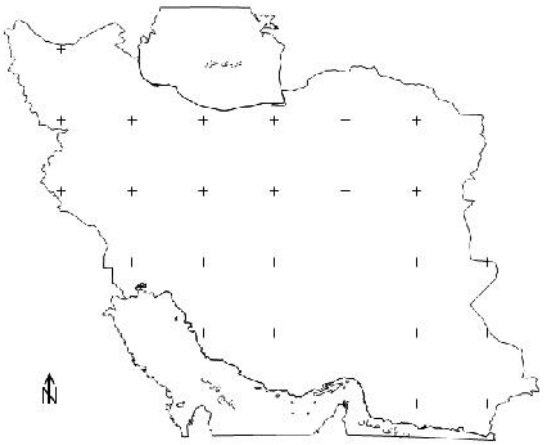
$$P_{\text{میانگین}} = \frac{1}{\sum a_i} \sum_{i=1}^{26} p_i a_i \qquad (۱$$

18- http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcp.html

Archive of SID

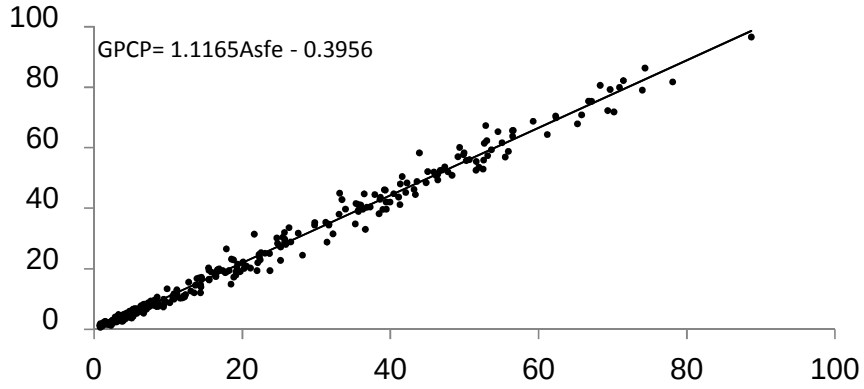
www.SID.ir

یعنی بارش هر یاخته در مساحت همان یاخته ضرب شده، و سپس مجموع همه یاخته‌ها بر مساحت کل یاخته‌ها تقسیم شده است. خروجی نهایی در بر دارنده ۲۶ یاخته مکانی به همراه میانگین وزنی بارش ماهانه GPCP است.



شکل ۱۰) تفکیک مکانی پایگاه داده GPCPو CMAP

پس از آن، رگرسیون خطی میان این دو پایگاه داده محاسبه شد. معادله خط رگرسیونی براز داده شده به این نمودار نشان دهنده نزدیکی بسیار این دو پایگاه بارشی است.



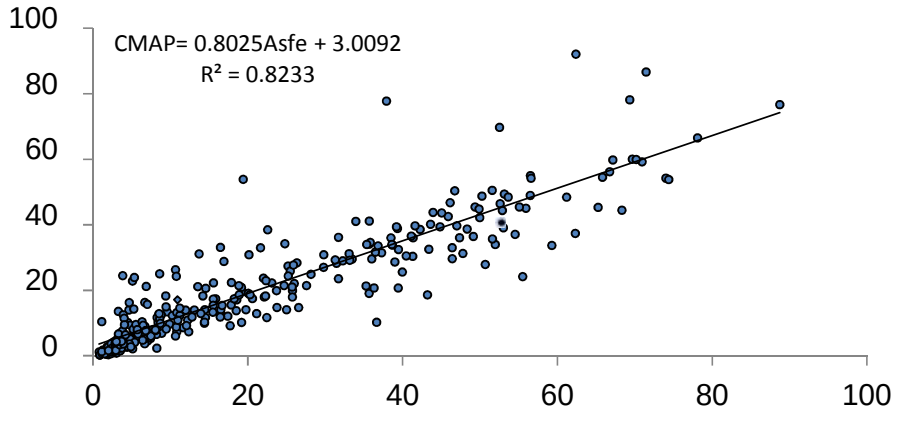
شکل ۱۱) رگسیون مقدار بارش ماهانه GPCP و اسفزاری(۳۱۲ ماه مشترک)

اسفزاری وCMAP

در معرفی پایگاه‌های داده بارش سیاره‌ای آشکار شد که هر دو پایگاه داده GPCP و CMAP از نظر دوره آماری و تفکیک مکانی کاملاً مشابه یکدیگرند. از این رو، روشی را که برای مقایسه GPCP و اسفزاری به‌کار گرفتیم، برای پایگاه CMAP تکرار کردیم. پس از به دست آوردن خروجی‌های لازم معادله رگرسیونی سالانه اسفزاری و CMAP به دست آمد(شکل۱۲). این رابطه بیانگر نزدیکی بسیار خوب بروندادهای هر دو ایستگاه است. در مقام مقایسه با پایگاه داده GPCP، این پایگاه داده همسویی کمتری با پایگاه داده اسفزاری دارد، اما خارج از جایگاه مقایسه این رابطه بسیار

www.SID.ir

بالاست؛ به طوری که معادله برازش داده شده به این خط نشان‌دهنده ضریب تعیین ۰/۸۲ است که همسویی بالای بروندادهای هر دو پایگاه داده را نشان می‌دهد.



شکل۱۲) رگرسیون خطی میان مقدار بارش ماهانه پایگاه داده CMAP و اسفزاری(۳۱۲ماه مشترک)

نتیجه‌گیری

وردش‌های زیاد بارش ایران در کنار موقعیت جنب‌حاره‌ای و کمبود بارش سالانه نیاز به مطالعات بیشتر این متغیر را دو چندان می‌کند. مهمترین گام در هر پژوهش اقلیمی و آب‌شناختی دسترسی به داده‌های بهنگام بلندمدت با درستی بالاست. مقایسه میان پایگاه‌های بارش سیاره‌ای GPCC، GPCP و CMAP با پایگاه داده ملی آشکار ساخت که همبستگی بسیاری میان آنها وجود دارد. این یافته‌ها راهی تازه در پژوهش‌هایی که از این پس با توجه به بارش انجام می‌پذیرد، خواهد گشود. نتایج گویای آن بود که پایگاه داده GPCC هم با داشتن دوره آماری بالاتر و هم هماهنگی بالاتر با پایگاه داده اسفزاری شایان توجه است. به نظر می‌رسد برآوردهایی که GPCC از بارش ایران به دست می‌دهد، به ویژه در ماه‌های پربارش به داده‌های بارش اسفزاری بسیار نزدیک است و این نزدیکی تا آنجا پیش می‌رود که می‌توان نتایج را کاملاً یکسان در نظر گرفت. نقشه‌های میانگین بلندمدت حاصل از هر دو پایگاه همسانی بسیار زیادی با هم دارند. هسته‌های بارشی در سواحل شمالی و ناهمواری‌های زاگرس و خطوط همبارش هر دو نقشه شواهد خوبی در نزدیکی بروندادهای حاصل از این دو پایگاه داده هستند. برای مثال، هسته‌های بارش ۷۰۰ میلی‌متری و ۶۰۰ میلی‌متری بر روی زاگرس در هر دو نقشه دیده می‌شود. این پژوهش و بروندادهای حاصل از آن ما را توانا می‌سازد در دوره‌های آماری که پایگاه داده ملی اسفزاری با نبود داده روبه‌روست، با اطمینان خاطر بیشتری داده‌های شبکه‌ای GPCC و دیگر پایگاه‌ها را به‌کارگیریم. امکان دسترسی به داده‌های مناطق مختلف جهان امکان مطالعات مقایسه‌ای را نیز برای ما فراهم می‌آورد که خود می‌تواند آغازگر نگاه‌های نوین در واکاوی بارش ایران زمین شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- بختیار، محمدی.(۱۳۸۸).*تحلیل همدید بارش‌های ابرسنگین ایران*، مسعودیان، ابوالفضل، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا.

۲- دارند، محمد. (۱۳۹۰).*تحلیل همدید سرماهای فرین ایران*، مسعودیان، ابوالفضل ،دانشگاه اصفهان،گروه جغرافیا.

۳- عساکره، حسین.(۱۳۸۷).«کاربرد روش کریجینگ در میانیابی بارش»، *جغرافیا و توسعه*، ش ۱۲، پاییز ۸۷.

۴- منتظری، مجید.(۱۳۸۴). *تحلیل زمانی- مکانی دمای ایران در نیم سده گذشته*، مسعودیان، ابوالفضل، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا.

5- B. Alijani, J.O'Brien,B.yarnal, .(2008):<< *Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran*>>,Theor.Appl.climatol 94: 107-124.

6- A. Haensler , S. Hagemann and D. Jacob (2011):<<*Dynamical downscaling of ERA40 reanalysis data over southern Africa: added value in the simulation of the seasonal rainfall characteristics*>> << international journal of climatology>> Int. J. Climatol. 31: 2338–2349 7

7- californiahttp://chrs.web.uci.edu/research/satellite_precipitation/index.html.

8- G. P. Singh and Jai-Ho Oh (2007):<<*act of Indian Ocean sea-surface temperature anomaly on Indian summer monsoon precipitation using a regional climate model*>> <<international journal of climatology >>Int. J. Climatol. 27: 1455–1465

9- K.-M. Lau and H.-T. Wu(2007):<< *Detecting trends in tropical rainfall characteristics, 1979–2003* >> << international journal of climatology>> Int. J. Climatol. 27: 979–988

10- S Parkash. C Mahesh . R M. Gairola (2010)<< *Large-scale precipitation estimation using Kalpana-1 IR measurements and its validation using GPCP and GPCC data* >>Meteorol Atmos Phys 110:45–57.

11- T. Dinku, S. J. Connor, P. Ceccato and C. F. Ropelewski (2008):<< Comparison of global gridded precipitation products over a mountainous region of Africa>> <<international journal of climatology>> Int. J. Climatol. 28: 1627–1638

12- X Yin and A Gruber (2004*):<< Comparison of the GPCP and CMAP Merged Gauge–Satellite Monthly Precipitation Products for the Period 1979–2001>> <<journal of hydrometeorology*>> 1207-1222

13- X Yin and A Gruber(2010): <<*Validation of the abrupt change in GPCP precipitation in the Congo River Basin*>> international journal of climatology Int. J. Climatol. 30: 110–119

14- V. Sathiyamoorthy, B Paul Shukla and P.K. Pal(2010):<< *Increase in the pre-monsoon rainfall over the Indian summer monsoon region*>> Atmospheric scince letters Atmos. Sci. Let. 11: 313–318

Archive of SID

www.SID.ir