سال پنجم، شماره ۲، ۱۳۹۷، صفحات ۱۵۳ تا ۱۶۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2019, Vol.5, No.2, Pages 153 to 162
Journal of Water and Sustainable Development

معرفی پایگاه‌های بارش شبکه‌بندی شده جهانی

سیدمحمد حسینی موغاری[۱]، شهاب عراقی‌نژاد[۲]، کیومرث ابراهیمی[۳*]

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری، دانشیار و استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: Ebrahimik@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۱۳

چکیده

کمبود اطلاعات بارش همواره یکی از محدودیت‌های اصلی تحقیقات و مطالعه در زمینه مهندسی آب و هواشناسی بوده است. به‌این‌دلیل محققین و مهندسین همواره به دنبال یک جایگزین و یا مکمل برای به‌دست‌آوردن اطلاعات حاصل از ایستگاه‌های باران‌سنجی زمینی بوده‌اند. امروزه پایگاه‌های بارش شبکه‌بندی شده جهانی یکی از گزینه‌های اصلی و معتبر این کمبود است. پایگاه‌های بارش جهانی اطلاعات از منابع مختلف شامل ایستگاه‌های زمینی، اطلاعات سنجش از دور و مدل‌های عددی بارش را به‌صورت شبکه‌بندی منطقه‌ای و یا جهانی را در اختیار قرار می‌دهند. گام اول برای استفاده از اطلاعات این پایگاه‌ها آشنایی با انواع پایگاه‌های بارش شبکه‌بندی شده و گام دوم انتخاب مناسب‌ترین پایگاه برای منطقه مورد مطالعه است. این انتخاب بر اساس مقایسه اطلاعات بارش پایگاه‌های مختلف با اطلاعات ایستگاهی موجود انجام می‌شود. باتوجه‌به ضرورت استفاده از پایگاه‌های بارش جهانی، در این مقاله تجمیع مشخصات و تشریح ویژگی‌های هر پایگاه که شامل قدرت تفکیک مکانی-زمانی و دوره‌های زمانی و اطلاعات در دسترس می‌باشد انجام شد.

واژه‌های کلیدی: اطلاعات سنجش از دور، ایستگاه‌های باران‌سنجی، تحلیل مجدد، کمبود داده، مدل‌های عددی.

Introduction of Global Gridded Precipitation Datasets

S.M. Hosseini-Moghari[1], Sh. Araghinejad[2], K. Ebrahimi[3*]

1, 2, 3- PhD Graduate & Associate Professor & Professor, Department of Irrigation and Reproduction Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.

*(Corresponding Author Email: Ebrahimik@ut.ac.ir)

Received: 06-02-2018
Accepted: 03-05-2018

Abstract

The lack of precipitation data has always been one of the major constraints on water engineering and climatology studies. Hence, researchers and engineers are always investigating alternatives to fill the gap of data scarcity for ungauged areas. Nowadays, one of the options for the researchers in this area is applying global gridded precipitation datasets. These datasets provide a gridded regional or global precipitation data by collecting data from various sources including gauges, remote sensing information, and numerical models. The first step to use the datasets is being aware of different sources of these datasets. The second step is to select the most suitable dataset for a given region. This selection is carried out by comparing the extracted precipitation data from different datasets with the existing gauged information. Given the necessity of using the global precipitation datasets, a brief description of the method of obtaining precipitation data in each dataset is presented in the current paper. Moreover, the characteristics of each database, including the spatial-temporal resolution, and time period of the information of databases has been explained.

Keywords: Remote sensing information, Rain gauges, Reanalysis, Lack of data, Numerical models.

DOI: 10.22067/jwsd.v5i2.70826

مقدمه

یکی از عوامل محدود کننده تحقیقات در زمینه هواشناسی و علوم آب در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، کمبود اطلاعات پایه نظیر دما و بارش است. این کمبود شامل کوتاه بودن طول سری زمانی و یا پراکنش کم ایستگاه‌های برداشت اطلاعات است (حسینی موغاری و همکارن، ۱۳۹۵). امروزه با رشد علم و پیشرفت تکنولوژی امکانات گسترده‌ای برای پایش وضعیت منابع آب در مقیاس جهانی به‌وجودآمده است. این امکانات شامل توسعه پایگاه‌های اطلاعات اقلیمی جهانی بر اساس مشاهدات زمینی و اطلاعات سنجش از دور و مدل‌های عددی می‌باشد که اطلاعات مهم و نزدیک به زمان واقعی را برای محققین و تصمیم‌گیران منابع آب فراهم می‌کند. اغلب اطلاعات پایگاه‌های جهانی نسبت به داده‌های ایستگاهی دقت کمتری دارند اما از بسیاری جهات نیز برتری دارند که پوشش کامل مکانی و سری زمانی بدون خلا مهمترین این برتری است.

یکی از مهمترین متغیرهای اقلیمی در پژوهش‌ها در زمینه هواشناسی و علوم آب اطلاعات بارش است که اندازه‌گیری دقیق این پارامتر نقش مهمی در مدیریت منابع آب دارد (Moazami و همکاران، ۲۰۱۳). در سال‌های اخیر تعدادی از مراکز تحقیقات جهانی اطلاعات بارندگی برای کل جهان را به‌صورت شبکه‌ای و با وضوح نسبتاً مناسب ارائه کردند. این پایگاه‌ها بر اساس منبع تخمین اطلاعات از طریق ایستگاه‌های زمینی، اطلاعات ماهواره‌ای، مدل‌های عددی و یا ترکیبی از آن‌ها تقسیم‌بندی شدند و با تفکیک مکانی منطقه‌ای یا جهانی و تفکیک زمانی چند ساعته تا ماهانه توسعه یافتند. میزان دقت اطلاعات این پایگاه‌ها در دست بررسی و سنجش است. تا امروز پایگاه داده‌ای که اطلاعات بارش را با دقت مناسبی برای کل زمین ارائه دهد، معرفی نشده است (حسینی موغاری و همکاران، ۱۳۹۶).

علاوه‌بر طبقه‌بندی اطلاعات جهانی بارش بر اساس منبع تخمین اطلاعات طبقه‌بندی دیگری وجود دارد. به‌طورکلی این اطلاعات از منظر کاربرد به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شود: گروه اول شامل اطلاعاتی است که از گذشته تا حال را پوشش می‌دهد (اطلاعات تاریخی) و با تأخیر زمانی چند ماهه/ساله به‌روزرسانی می‌شود. این اطلاعات در مطالعات بررسی روند تغییرات مؤلفه‌های مختلف چرخه آبی کاربرد دارند. بررسی روند بارش و خشکسالی‌ها یکی از کاربردهای اصلی این پایگاه‌ها است (Raziei و همکاران، ۲۰۱۰؛ Philandras و همکاران، ۲۰۱۱؛ Katiraie-Boroujerdy و همکاران، ۲۰۱۶). پایگاه‌ها این امکان را ایجاد می‌کنند که مدیران بتوانند وضعیت منابع آب را در گذشته با وضعیتی که اکنون در آن هستند مقایسه کنند و در صورت نیاز تصمیمات مدیریتی مناسب را اتخاذ یا در تصمیم‌های قبلی تجدید نظر کنند. گروه دوم اطلاعات نزدیک به زمان واقعی و پیش‌بینی‌های کوتاه مدت هستند. این اطلاعات از اجرای مدل‌های عددی و اطلاعات سنجش از دور یا ترکیبی از این دو حاصل می‌شوند. این اطلاعات می‌توانند در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی کوتاه مدت بسیار حائز اهمیت باشند. هشدار وقوع سیلاب و آمادگی در برابر آن و یا برنامه‌ریزی بهره‌برداری از مخزن با افق‌های زمانی کوتاه مدت می‌تواند با استفاده از این اطلاعات انجام شود (Nikolopoulos و همکاران، ۲۰۱۳؛ Chen و همکاران ۲۰۱۴؛ Casse و همکاران ۲۰۱۵). گروه سوم از طریق اجرای مدل‌ها تحت سناریوهای مختلف فراهم می‌شوند و اطلاعات بارش برای دوره‌های آتی را ارائه می‌کنند (Chylek و همکاران، ۲۰۱۱؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۵). این اطلاعات را می‌توان به‌منظور برنامه‌ریزی‌های کلان برای دوره‌های پیش‌رو استفاده کرد. لازم به ذکر است گروه سوم در مطالعات تغییر اقلیم استفاده می‌شوند و بحث در مورد آن‌ها خارج از موضوع مقاله حاضر است، به‌این‌دلیل به این موضوع پرداخته نخواهد شد.

باتوجه‌به اهمیت اطلاعات بارش و کاربرد گسترده آن در مطالعات حوزه‌ی آب یافتن یک پایگاه مناسب برای ترکیب اطلاعات آن با داده‌های ایستگاهی و یا انتخاب آن به‌عنوان جایگزینی برای اطلاعات ایستگاهی می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. برای انتخاب صحیح پایگاه بارش لازم است ارزیابی پایگاه‌های مختلف در منطقه مورد نظر بر اساس حداکثر اطلاعات مشاهداتی موجود، انجام شود. ازاین‌رو آشنایی با پایگاه‌های بارش موجود گام اول انجام ارزیابی‌ها می‌باشد. براین‌اساس باتوجه‌به اینکه تحقیقی در زمینه معرفی این پایگاه‌ها انجام نشده است، در این تحقیق با هدف پر کردن این خلا مطالعاتی معرفی جامعی از پایگاه‌های بارش شبکه‌بندی شده انجام شد. در این معرفی قدرت تفکیک مکانی-زمانی و چگونگی دریافت اطلاعات پایگاه‌های مختلف ارائه شده است. در ادامه به معرفی این پایگاه‌ها پرداخته خواهد شد.

پایگاه‌های بارش تاریخی

• پایگاه بارش GPCC

پایگاه بارش GPCC[1] در سال ۱۹۸۹ به درخواست سازمان جهانی هواشناسی[2] (WMO) تأسیس شد و توسط سازمان هواشناسی آلمان اداره می‌شود. این پایگاه اطلاعات بارش را با تفکیک‌های مکانی ۲/۵×۲/۵، ۱×۱ و ۰/۵×۰/۵ درجه به‌صورت ماهانه در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. تاکنون نسخه‌های مختلفی از اطلاعات بارش این پایگاه ارائه شده است. در حال حاضر جدیدترین نسخه اطلاعات بارش GPCC نسخه ۷ است

که این اطلاعات را برای یک دوره ۱۱۳ ساله بین سال‌های ۱۹۰۱ تا ۲۰۱۳ به‌صورت جهانی در اختیار قرار می‌دهد. اطلاعات بارش این پایگاه به‌صورت ماهانه و از درون‌یابی اطلاعات بارندگی ۶۷۲۰۰ ایستگاه زمینی ایجادشده است (Schneider و همکارن، ۲۰۱۵). اطلاعات بارندگی این پایگاه از GPCC (۲۰۱۵) قابل دریافت است. اطلاعات این پایگاه در صحت‌سنجی مدل‌های عددی و اصلاح اطلاعات ماهواره‌ای کاربرد دارد. اطلاعات بیشتر در مورد این پایگاه داده و جزئیات آن در تحقیق Schneider و همکارن (۲۰۱۵) موجود می‌باشد.

• پایگاه بارش CRU

مرکز تحقیقات اقلیمی[۳] (CRU) در دانشکده Anglia شرقی در انگلستان در سال ۱۹۷۲ تأسیس شد. این مرکز اطلاعات اقلیمی مختلف مانند بارش، دما و تبخیر و تعرق پتانسیل برای کل جهان ارائه می‌دهد. پرکاربردترین اطلاعات ارائه شده توسط این مرکز اطلاعات سری زمانی تحت عنوان CRU TS می‌باشد. پایگاه CRU اطلاعات سری زمانی بارندگی را از درون‌یابی اطلاعات ۴۰۰۰ ایستگاه زمینی به‌دست می‌آورد. در حال حاضر اطلاعات بارش CRU TS 4.01 آخرین نسخه ارائه شده توسط این مرکز است که بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۰۱ تا ۲۰۱۶ را پوشش می‌دهد، با تفکیک مکانی ۰/۵×۰/۵ درجه و تفکیک زمانی ماهانه برای کل جهان در دسترس است. داده‌های بارندگی این پایگاه در مطالعات خشکسالی در مقیاس جهانی مانند توسعه پایگاه‌های شاخص خشکسالی (Dai و همکاران ۲۰۰۴؛ Beguería و همکاران، ۲۰۱۴) استفاده شده است. اطلاعات بیشتر در مورد این پایگاه در مطالعه Harris و همکاران (۲۰۱۴) ارائه شده است. اطلاعات اقلیمی مختلف TS CRU در CRU (۲۰۱۴) موجود است.

• پایگاه بارش University of Delaware

پایگاه بارش UDEL[۴] داده‌های بارش در مقیاس ماهانه برای کل جهان را ارائه می‌کند. این پایگاه اطلاعات بارش ایستگاهی را از چندین منبع شامل شبکه جهانی دیرینه اقلیم[۵]، سازمان محیط‌زیست کانادا، مؤسسه هیدرومتئولوژی در سنت‌پترزبورگ روسیه، شبکه اطلاعات اقلیمی گرینلند[۶] و مرکز ملی مطالعات جوی[۷] (NCAR) دریافت می‌کند و با استفاده از روش درون‌یابی CAI[۸] به اطلاعات شبکه‌بندی بارش تبدیل می‌کند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۵). تاکنون چهار نسخه از اطلاعات UDEL منتشر شده است که نسخه 4.01 دوره ۱۱۴ ساله و شامل سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۴ می‌باشد. قدرت تفکیک مکانی این پایگاه ۰/۵×۰/۵ درجه است. اطلاعات بارش این پایگاه در UDEL (۲۰۱۴) موجود است.

• پایگاه بارش APHRODITE

پروژه APHRODITE[۹] در سال ۲۰۰۶ با استفاده از پژوهشکده انسان، طبیعت و موسسه پژوهش‌های هواشناسی ژاپن آغاز شده است. پایگاه پایگاه بارش APHRODITE که جهانی نمی‌باشد بارش‌های روزانه آسیا را با تفکیک مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه در اختیار کاربران قرارمی‌دهد (Yatagai و همکاران، ۲۰۱۲). در این پایگاه تعداد روزهای سال ۳۶۵ روز و سال‌های کبیسه (۳۶۶ روز) نیز در آن ارائه شده است. اطلاعات این مرکز از درون‌یابی اطلاعات بارندگی ایستگاه‌های زمینی و به روش وزن‌دهی عکس فاصله به‌دست‌آمده است. اطلاعات مربوط به خاورمیانه این پایگاه برای سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۷ موجود است. اطلاعات بارندگی این پایگاه در APHRODITE (۲۰۱۳) موجود است. اطلاعات تکمیلی در خصوص پایگاه APHRODITE در تحقیق Yatagai و همکاران (۲۰۱۲) ارائه شده است.

• پایگاه بارش CPC Unified Gauge-Based

پایگاه بارش CPC Unified Gauge-Based[۱۰] یک پایگاه بارش روزانه جهانی است که بر اساس اطلاعات ایستگاهی تهیه شده است. در تهیه این پایگاه اطلاعات ۳۰،۰۰۰ ایستگاه باران‌سنجی استفاده شده است. به‌منظور کنترل کیفیت اطلاعات این پایگاه با اطلاعات تاریخی ثبت در ایستگاه‌ها، اطلاعات رادار، مشاهدات ماهواره‌ای و خروجی مدل‌های عددی مقایسه شده است. ارزیابی کیفی اطلاعات این پایگاه در مقیاس ۰/۱۲۵ درجه انجام شده است اما داده‌های این پایگاه در مقیاس ۰/۵ درجه در ۰/۵ درجه در اختیار قرار گرفته است. این پایگاه شامل دو بخش اصلی می‌باشد. نسخه اصلی از اطلاعات ۳۰ هزار ایستگاه در سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۵ و نسخه زمان واقعی از اطلاعات ۱۷ هزار ایستگاه استفاده کرده است و از سال ۲۰۰۶ تا کنون را پوشش می‌دهد. اطلاعات تکمیلی در مورد جزئیات بیشتر این پایگاه در مقاله Xie و همکاران (۲۰۰۷) موجود می‌باشد. اطلاعات این پایگاه در CPC (۲۰۰۷) موجود است.

• پایگاه بارش CHIRPS

پایگاه بارش CHIRPS[۱۱] پایگاهی با بیش از سی سال اطلاعات بارش است. اطلاعات بارش این پایگاه از سال ۱۹۸۱به بعد موجود است. این پایگاه عرض جغرافیایی بین 50°S-50°N و تمام طول‌های جغرافیایی را پوشش می‌دهد. تفکیک مکانی اطلاعات بارش این پایگاه ۰/۰۵ درجه است که بر اساس اطلاعات ماهواره‌ای و ایستگاهی تهیه شده است. اطلاعات پایگاه CHIRPS در مطالعات ارزیابی روند و پایش خشکسالی استفاده می‌شود (Maidment و همکاران، ۲۰۱۵؛ Toté و همکاران، ۲۰۱۵). نسخه دوم این اطلاعات در فوریه ۲۰۱۵

ارائه شده است و در مقیاس زمانی شش ساعته تا سه ماهه موجود است. اطلاعات تکمیلی در مورد این پایگاه در مقاله Funk و همکاران (۲۰۱۵) موجود است. داده‌های این پایگاه در درگاه CHIRPS (۲۰۱۵) موجود است.

• پایگاه بارش NCEP

نسخه اولیه این پایگاه با عنوان NCEP-NCAR Re-analysis I (R1)[۱۲] معرفی شده، سپس نسخه دوم با عنوان NCEP-DOE Reanalysis II (R2)[۱۳] جایگزین نسخه اول شد. اگرچه در نسخه جدید پارامترهای مدل، داده‌گواری و اطلاعات ورودی بهتر از نسخه اول است اما در حال حاضر خروجی اولین اجرای مدل در دسترس می‌باشد و نیاز به ارزیابی بیشتر دارد. اطلاعات این پایگاه از سال ۱۹۷۹ تاکنون در مقیاس زمانی ساعتی، روزانه و ماهانه در دسترس است. اطلاعات بارش این پایگاه در سلول‌های ۲/۵ درجه در ۲/۵ درجه ارائه شده است. اطلاعات این پایگاه در دو مقیاس روزانه و ماهانه در درگاه NCEP (۲۰۰۲) موجود است. همچنین اطلاعات تکمیلی در مورد این پایگاه در مقاله Kanamitsu و همکاران (۲۰۰۲) موجود است.

• پایگاه بارش CMAP

در پایگاه بارش CMAP[۱۴] اطلاعات بارش با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه در ۲/۵ درجه بر اساس اطلاعات ایستگاهی، مشاهدات ماهواره‌ای و همچنین اطلاعات تحلیل مجدد NCEP-NCAR برای کل جهان ارائه شده است. اطلاعات این پایگاه از سال ۱۹۷۹ تاکنون به‌صورت ماهانه موجوداست. اگر اطلاعات ماهواره‌ای با اطلاعات تحلیل مجدد در تولید اطلاعات پایگاه بارش CMAP هم‌پوشانی داشته باشد، این اطلاعات با استفاده از میانگین‌گیری وزنی از اطلاعات ماهواره‌ای و تحلیل مجدد شده تهیه می‌شوند. لازم به ذکر است اطلاعات این پایگاه در دو نسخه در دسترس است. نسخه CMAP/O که مبتنی بر اطلاعات ایستگاهی و ماهواره‌ای است و نسخه CMAP/A که در تهیه آن علاوه‌بر اطلاعات استفاده شده در نسخه CMAP/O، از اطلاعات NCEP/NCAR استفاده شده است. اطلاعات این پایگاه در درگاه CMAP (۱۹۹۷) موجود است. جزئیات این پایگاه در مقاله Xie و Arkin (۱۹۹۷) شرح شده است.

• پایگاه بارش GPCP

پایگاه بارش GPCP[۱۵] اطلاعات بارش را در دو مقیاس روزانه و ماهانه برای کل جهان در اختیار قرار می‌دهد. اطلاعات این پایگاه در مقیاس روزانه دارای تفکیک مکانی یک درجه و در مقیاس زمانی ماهانه دارای تفکیک مکانی دو و نیم‌درجه است. این پایگاه مانند پایگاه CMAP از تلفیق اطلاعات مشاهداتی و ماهواره‌ای تهیه شده است. اطلاعات روزانه این پایگاه از سال ۱۹۶۶ و اطلاعات ماهانه آن از سال ۱۹۷۹ به بعد در دسترس است. اطلاعات ماهانه این پایگاه در درگاه GPCP (۲۰۰۳) موجود است. اطلاعات تکمیلی در خصوص این پایگاه در مقاله Adler و همکارن (۲۰۰۳) ارائه شده است.

• پایگاه بارش PERSIANN-CDR

پایگاه PERSIANN-CDR[۱۶] بر اساس الگوریتم پایگاه PERSIANN تهیه شده است اما اطلاعات آن برای یک دوره طولانی‌تر (از سال ۱۹۸۳) در مقیاس زمانی حداقل روزانه ارائه شده است. همچنین اطلاعات بارش این پایگاه با استفاده از اطلاعات بارش پایگاه GPCP تصحیح شده است. هدف ارائه این پایگاه کاربرد در مطالعات بررسی روند بارش روزانه، بررسی وقایع حدی بارش و مطالعات تغییرات یا نوسانات اقلیمی می‌باشد. این اطلاعات بین ۶۰ درجه جنوبی تا شمالی با دقت مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه در درگاه PERSIANN-CDR (۲۰۱۵) موجود است. در حال حاضر این اطاعات برای بازه زمانی ژانویه ۱۹۸۳ تا دسامبر ۲۰۱۵ در دسترس است. جزئیات مربوط به نحوه ساخت این پایگاه و عملکرد آن در Ashouri و همکارن (۲۰۱۵) ارائه شده است.

• پایگاه بارش Era-interim

این پایگاه یک پایگاه بارش[۱۷] تحلیل مجدد است که اطلاعات بارش را از سال ۱۹۷۹ تا حال حاضر در اختیار قرارمی‌دهد. این پایگاه که به‌صورت پیوسته به‌روز رسانی می‌شود پارامترهای مختلف اقلیمی را در اختیار محققان قرار می‌دهد.Era-interim بخشی از محصولات مرکز پیش‌بینی‌های میان‌مدت جوی اروپا[۱۸] (ECMWF) می‌باشد. این پایگاه معمولاً با تأخیر دو ماهه به‌روزرسانی می‌شود. تفکیک مکانی اطلاعات این پایگاه ۰/۷۵ درجه در ۰/۷۵ درجه و تفکیک زمانی ساعتی، روزانه و ماهانه می‌باشد. اطلاعات این پایگاه در درگاه Era-interim (۲۰۱۱) موجود است. این پایگاه علاوه‌بر بارش، متغیرهای اقلیمی متنوع دیگری مانند دما ارائه می‌دهد. جزئیات بیشتر در مورد نحوه تولید اطلاعات این پایگاه را می‌توان در گزارش Berrisford و همکارن (۲۰۱۱) یافت.

• پایگاه بارش MERRA

در حال حاضر نسخه دوم اطلاعات این پایگاه تحت عنوان MERRA-2[۱۹] توسط مرکز مدل‌سازی و داده‌گواری سازمان فضایی و هوانوردی ملی آمریکا (NASA)[۲۰] ارائه شده است. این پایگاه مانند ECMWF یک پایگاه اطلاعات تحلیل مجدد

است. هدف از ایجاد این پایگاه: ۱- قرار دادن مشاهدات ماهواره‌های NASA در یک بستر اقلیمی و ۲- بهبود در شناختن چرخه هیدرولوژی می‌باشد. این پایگاه اطلاعات اقلیمی مختلفی را به‌صورت شبکه‌بندی شده برای کل جهان ارائه می‌دهد. اطلاعات این پایگاه به‌صورت ساعتی، روزانه و ماهانه از سال ۱۹۷۹ تاکنون و با تفکیک مکانی ۰/۵ درجه در ۰/۶۶۷ درجه برای کل جهان در درگاه MERRA (۲۰۱۱) موجود است. جزئیات مدل‌سازی این پایگاه در تحقیق Rienecker و همکاران (۲۰۱۱) ارائه شده است.

• پایگاه‌های بارش AgMERRA و AgCFSR

این دو پایگاه به‌عنوان بخشی از پروژه AgMIP[۲۱] و به‌منظور مهیا کردن اطلاعات بارش روزانه قابل اعتماد بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ توسعه یافته است. اطلاعات بارش این دو پایگاه برای کل جهان با تفکیک مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه در دسترس است و از ترکیب پایگاه‌های بارش دیگر مانند GPCC CRU، MERRA، و پایگاه‌های بارش ماهواره‌ای حاصل شده است. جزئیات نحوه ایجاد اطلاعات این دو پایگاه در مقاله Ruane و همکاران (۲۰۱۵) ارائه شده است. اطلاعات این دو پایگاه در درگاه AgMERRA و AgCFSR (۲۰۱۵) موجود است.

• پایگاه بارش MSWEP

پایگاه بارش MSWEP[۲۲] توسط Beck و همکاران (۲۰۱۷) معرفی شد. در حال حاضر اطلاعات بارش این پایگاه از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۶ برای کل جهان در دسترس است. این پایگاه اطلاعات بارش را با تفکیک زمانی و مکانی مختلفی ارائه می‌دهد، اطلاعات سه ساعته با تفکیک مکانی ۰/۱×۰/۱ درجه بالاترین تفکیک زمانی و مکانی ارائه شده توسط این پایگاه است. اطلاعات بارش این پایگاه با تفکیک‌های زمانی روزانه و ماهانه و تفکیک‌های مکانی ۰/۱×۰/۱ و ۰/۵×۰/۵ درجه در درگاه MSWEP (۲۰۱۷) موجود است. این پایگاه اطلاعات بارش را از ترکیب هفت پایگاه دیگر به‌دست می‌آورد. اطلاعات تکمیلی در مورد این پایگاه در تحقیق Beck و همکاران (۲۰۱۷) ارائه شده است.

پایگاه‌های بارش نزدیک به زمان واقعی و پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت

• پایگاه بارش CMORPH

تکنیک CMORPH توسط مرکز پیش‌بینی اقلیم NOAA[۲۳] در سال ۲۰۰۴ ارائه شد. CMORPH یک تکنیک و الگوریتم تخمین بارش به کمک اطلاعات ماهواره‌ای می‌باشد. اطلاعات مایکروویو بدنه اصلی ورودی این الگوریتم را تشکیل می‌دهد. این پایگاه اطلاعت بارش را با تفکیک مکانی و زمانی بسیار بالا ارائه می‌دهد. قدرت تفکیک مکانی آن برای تخمین‌های ۳۰ دقیقه‌ای ۸ در ۸ کیلومتر و برای تخمین‌های سه ساعته و روزانه حدود ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه است. این اطلاعات از دسامبر ۲۰۰۲ تاکنون در دسترس است. اطلاعات بارش این پایگاه در درگاه CMORPH(۲۰۰۴) موجود است. اطلاعات این پایگاه نزدیک به زمان واقعی است و با ۱۸ ساعت تأخیر در دسترس است. اطلاعات تکمیلی در مورد نحوه محاسبه بارش در الگوریتم CMORPH در مقالهJoyce و همکاران (۲۰۰۴) موجود است.

• پایگاه بارش PERSIANN

PERSIANN مانند CMORPH یک الگوریتم تخمین بارش است و توسط مرکز مطالعات آب‌وهواشناسی و سنجش از دور دانشگاه کالیفرنیا، در منطقه اروین توسعه داده شده است. این پایگاه اطلاعات بارش ساعتی و روزانه را بر اساس داده‌های مادون قرمز حاصل از سنجش از دور و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تولید می‌کند (Sorooshian و همکاران، ۲۰۰۰). داده‌های این پایگاه در مقیاس زمانی ۱، ۳ و ۶ ساعته، روزانه، ماهانه و سالانه و مقیاس مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه در مقیاس جهانی ارائه می‌شود و اطلاعات بارش PERSIANN با تأخیر زمانی دو روز، به‌روزرسانی می‌شود. بنابراین این پایگاه در دسته پایگاه‌های نزدیک به زمان واقعی قرار می‌گیرد. این داده‌ها در درگاه PERSIANN (۲۰۱۴) موجود است. اطلاعات تکمیلی در مورد محصول بارش PERSIANN و کاربردهای آن در مقاله Sorooshian و همکاران (۲۰۱۴) ارائه شده است.

• پایگاه بارش PERSIANN-CCS

این پایگاه بارش مشابه PERSIANN است، با این تفاوت که الگوریتم تخمین بارش این پایگاه از سیستم طبقه‌بندی ابر[۲۴] که ارتفاع ابر و ساختار آن را تعیین می‌کند بهره می‌برد. این سیستم طبقه‌بندی بر اساس رابطه مشخص بین نرخ بارندگی و دمای درخشندگی باعث بهبود تخمین مقدار بارش در یک سلول حاوی ابر می‌شود. این پایگاه اطلاعات بارش را برای کل جهان در زمان واقعی با تفکیک مکانی ۴ کیلومتر در ۴ کیلومتر ارائه می‌دهد. اطلاعات بارش PERSIANN-CCS از سال ۲۰۰۳ تاکنون با مقیاس زمانی ۱، ۳، ۶ و ۲۴ ساعته در درگاه PERSIANN-CCS (۲۰۰۴) موجود است. اطلاعات تکمیلی در مورد این پایگاه داده در مقاله Hong و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده است.

• پایگاه بارش TRMM

ماهواره TRMM[25] در ۲۷ نوامبر ۱۹۹۷ توسط NASA و آژانس اکتشافات هوا فضای ژاپن[26] (JAXA)، با هدف بهبود تخمین بارش در مناطق استوایی که شامل بخش عمده‌ای از بارش زمین می‌شود به فضا پرتاب شد. اطلاعات حاصل از این ماهواره‌ها به‌صورت دو نسخه زمان واقعی و نسخه اصلاح شده ارائه می‌شود. در نسخه نزدیک به زمان واقعی این پایگاه تنها بر اساس اطلاعات سنجش از دور (مایکروویو و مادون‌قرمز) به تخمین بارش پرداخته می‌شود و در نسخه دوم تخمین‌های بارش با استفاده از اطلاعات ایستگاهی تصحیح می‌شود (Dezfooli و همکاران ۲۰۱۸). در حال حاضر نسخه زمان واقعی اطلاعات بارش TRMM از سال ۲۰۰۰ با فاصله زمانی سه ساعته و روزانه و دقت مکانی ۰/۲۵×۰/۲۵ درجه، تحت عنوان TRMM 3B42 RT در TRMM (۱۹۹۷) موجود است. این اطلاعات با تأخیر زمانی ۸ ساعت به‌روزرسانی می‌شوند. نسخه اصلاح شده بارش این پایگاه با عنوان نسخه تحقیقاتی یاResearch Version بر اساس اطلاعات بارش GPCC اصلاح شده است. اطلاعات این نسخه از سال ۱۹۹۸ با تفکیک مکانی و زمانی مشابه نسخه زمان واقعی در درگاه TRMM (۱۹۹۷) موجود است. در حال حاضر آخرین نسخه اطلاعات این پایگاه TRMM 3B42 می‌باشد که برای مقیاس ماهانه نسخه TRMM 3B43 ارائه شده است. لازم به ذکر است اطلاعات تکمیلی در مورد الگوریتم تخمین بارش در این پایگاه در تحقیق Huffman و Bolvin (۲۰۱۳) موجود است.

• پایگاه بارش GPM

ماهواره GPM[27] در ۲۷ فوریه ۲۰۱۴ توسط NASA و JAXA و با هدف ادامه مأموریت ماهواره TRMM به فضا پرتاب شد. در این ماهواره دو نقطه ضعف TRMM که شامل عدم توانایی تخمین بارش‌هایی با مقدار کم و عدم تخمین برف باشد وجود ندارد. تفکیک مکانی در GPM نسبت به TRMM بهبود داشته است به‌نحوی‌که دقت مکانی این پایگاه ۰/۱× ۰/۱ درجه می‌باشد. اطلاعات GPM بعد از مارچ ۲۰۱۴ در دسترس است. این پایگاه از اطلاعات مایکروویو، مادون قرمز و ایستگاهی برای تولید محصولات خود استفاده می‌کند. محصولات این پایگاه در مقیاس زمانی ۳۰ دقیقه‌ای، سه ساعته، روزانه، هفتگی و ماهانه با تاخیر زمانی حداقل شش ساعت تا حداکثر چهار ماه در درگاه GPM (۲۰۱۴) موجود است. اطلاعات تکمیلی در مورد این پایگاه در مقاله Hou و همکاران (۲۰۱۴) موجود است.

• پایگاه بارش GFS

GFS[28] یک مدل پیش‌بینی آب‌وهوا است که توسط مرکز پیش‌بینی‌های محیط‌زیستی NCEP برای کل جهان اجرا می‌شود. هدف این مدل پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت هواشناسی تا سقف ۱۶ روز می‌باشد. GFS این پیش‌بینی‌ها را با تفکیک زمانی یک ساعته و تفکیک مکانی ۰/۵× ۰/۵ درجه به‌صورت رایگان در اختیار قرارمی‌دهد. اطلاعات این پایگاه در درگاه GFS (۲۰۱۰) موجود است. استفاده از پیش‌بینی‌های اقلیمی این مدل در سیستم‌های هشدار سیل مفید است. جزئیات مدل و اطلاعات تکمیلی این مدل در مقاله Saha و همکاران (۲۰۱۰) ارائه شده است.

• پایگاه بارش ECMWF

این پایگاه محصولات متنوعی را ارائه می‌دهد، پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت بارش شامل این محصولات ممی‌شود. این اطلاعات با تفکیک مکانی و زمانی بسیار بالا ارائه می‌شود که نسخه پیش‌بینی‌های عملیاتی آن به‌صورت رایگان در دسترس نیست. این مدل پیش‌بینی‌های بارش ۱۰ تا ۱۵ روزه با تفکیک زمانی یک ساعت و تفکیک مکانی ۹ کیلومتر را ارائه می‌دهد. در صورت خرید پیش‌بینی‌های بارش ECMWF، این اطلاعات در درگاه ECMWF (۲۰۱۳) موجود است. این مدل مانند مدل GFS نقش مهمی در بهبود کارایی سیستم‌های هشدار سیلاب دارد. پیش‌بینی‌ها این مدل در درگاه .https://www.windy com (visited 28 January 2018) به‌صورت بصری ارائه می‌شود اما قابلیت دریافت اطلاعات وجود ندارد. اطلاعات بیشتر در مورد پیش‌بینی‌های ECMWF در گزارش Persson (۲۰۱۳) موجود است.

جمع‌بندی

در این مقاله پایگاه‌های بارش جهانی به همراه مرجعی برای مطالعات تکمیلی در مورد هر پایگاه معرفی شد و در ادامه به‌صورت خلاصه مشخصات پایگاه‌های مختلف بارش معرفی شده در این مقاله، در جدول (۱) ارائه شده است. از آنجایی‌که این پایگاه‌ها می‌توانند به‌عنوان منبع جایگزین اطلاعات ایستگاهی استفاده شوند، پیشنهاد می‌شود کارایی پایگاه‌های مختلف بارش در مناطق مختلف کشور بررسی شود. همچنین ارزیابی کارایی این پایگاه‌ها در مناطق مختلف یکی از زمینه‌های تحقیقاتی کاربردی و نسبتاً جدید برای دانشجویان می‌باشد.

جدول ۱- خلاصه مشخصات پایگاه بارش شبکه‌بندی شده

پایگاه بارش	تفکیک مکانی	تفکیک زمانی		درگاه دریافت اطلاعات
GPCC V7	۲/۵°×۲/۵° و ۱°×۱° و ۰/۵°×۰/۵°	۲۰۱۳-۱۹۰۱	ماهانه	https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcc.html
CRU TS 4.01	۰/۵°×۰/۵°	۲۰۱۶-۱۹۰۱	ماهانه	http://www.cru.uea.ac.uk/data
UDEL	۰/۵°×۰/۵°	۲۰۱۴-۱۹۰۰	ماهانه	https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html
APHRODITE	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۲۰۰۷-۱۹۵۱	روزانه	http://www.chikyu.ac.jp/precip/
CPC	۰/۵°×۰/۵°	۱۹۷۹- حال	روزانه	https://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CPC_UNI_PRCP/
CHIRPS	۰/۰۵°×۰/۰۵°	۱۹۸۱- حال	۶ ساعته تا سه ماه	https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UCSB/.CHIRPS/.v2p0/.daily/.global/.0p05/prcp/index.html
GPCP	۱°×۱° و ۲/۵°×۲/۵°	۱۹۶۶- حال/ ۱۹۷۹- حال	روزانه/ماهانه	https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcc.html
PERSIANN-CDR	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۲۰۱۵-۱۹۸۳	روزانه/ماهانه/سالانه	http://chrsdata.eng.uci.edu/
Era-interim	۰/۷۵°×۰/۷۵°	۱۹۷۹-حال	ساعتی/روزانه/ماهانه	https://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/
MERRA-2	۰/۶۶۷°×۰/۵°	۱۹۷۹-حال	ساعتی/روزانه/ماهانه	https://disc.sci.gsfc.nasa.gov
NCEP	۲/۵°×۲/۵°	۱۹۷۹-حال	ساعتی/روزانه/ماهانه	https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.gaussian.html
CMAP	۲/۵°×۲/۵°	۱۹۷۹-حال	ماهانه	ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/cmap/
AgMERRA	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۲۰۱۰-۱۹۸۰	روزانه	https:/data.giss.nasa.gov/impacts/agmipcf/
AgCFSR	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۲۰۱۰-۱۹۸۰	روزانه	https:/data.giss.nasa.gov/impacts/agmipcf/
MSWEP	۰/۱°×۰/۱° و ۰/۵°×۰/۵°	۲۰۱۶-۱۹۷۹	۳ ساعته/روزانه/ماهانه	http://data.princetonclimate.com
CMORPH	۰/۲۵°×۰/۲۵ و ۸×۸ km°	۲۰۰۲-حال	۳۰ دقیقه‌ای/۳ ساعته/روزانه	https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/janowiak/cmorph_description.html
PERSIANN	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۲۰۰۰-حال	۱، ۳، ۶ ساعته/روزانه/ماهانه/سالانه	http://chrsdata.eng.uci.edu
PERSIANN-CCS	۰/۰۴°×۰/۰۴°	۲۰۰۳-حال	۱، ۳، ۶ ساعته/روزانه	http://chrsdata.eng.uci.edu/
TRMM	۰/۲۵°×۰/۲۵°	۱۹۹۸-حال/ ۲۰۰۰- حال	۳ ساعته/روزانه	https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm
GPM	۰/۱°×۰/۱°	۲۰۱۴-حال	۳۰دقیقه‌ای/روزانه/هفتگی/ماهانه	https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm
GFS	۰/۲۵°×۰/۲۵°	حال تا ۱۶ روز به جلو	۱ ساعته	/https://nomads.ncep.noaa.gov
ECMWF	۹×۹ km	حال تا ۱۰ و ۱۵ روز به‌جلو	۱ ساعته	https://www.windy.com/?35.696,51.423,5 https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/catalogue-ecmwf-real-time-products

پی‌نوشت

1- Global Precipitation Climatology Centre
2- World Meteorological Organization
3- Climatic Research Unit
4- University of Delaware
5- Global Historical Climate Network
6- Greenland Climate Network

7- National Center for Atmospheric Research
8- Climatologically Aided Interpolation
9- Asian Precipitation Highly Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of Water Resources
10- Climate Prediction Center
11- Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data
12- National Centers for Environmental Prediction
13- Department of Energy
14- CMAP: CPC Merged Analysis of Precipitation
15- Global Precipitation Climatology Project
16- Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks-Climate Data Record
17- Reanalysis
18- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
19- Modern-Era Retrospective Analysis
20- Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project
21- Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation
22- National Aeronautics and Space Administration
23-National Oceanic and Atmospheric Administration
24- Cloud Classification System
25- Tropical Rainfall Measuring Mission
26- Japanese Aerospace Exploration Agency
27- Global Precipitation Measurement Mission
28- Global Forecast System

سپاسگزاری

به‌این‌وسیله بابت تأمین امکانات لازم برای انجام این تحقیق و تهیه مقالات مربوط از دانشگاه تهران تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

حسینی موغاری، س.م.، عراقی‌نژاد، ش. و ابراهیمی، ک. ۱۳۹۵. ارزیابی پایگاه‌های جهانی بارش و کاربرد آن‌ها در پایش خشکسالی-مطالعه موردی: حوضه کرخه. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۴(۲): ۱۴-۲۶.

حسینی موغاری، س.م.، عراقی‌نژاد، ش. و ابراهیمی، ک. ۱۳۹۶. بررسی دقت اطلاعات بارش شبکه‌بندی شده جهانی در حوضه دریاچه ارومیه. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸(۳): ۵۸۷-۵۹۸.

عزیزی، ق. صفرراد، ط. محمدی، ح. و فرجی سبکبار، ح. ۱۳۹۵. ارزیابی و مقایسه داده‌های بازکاوی شده بارش جهت استفاده در ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۸(۱): ۳۳-۴۹.

Adler R.F., Huffman G.J., Chang A., Ferraro R., Xie P.-P., Janowiak J., Rudolf B., Schneider U., Curtis S. and Bolvin D. 2003. The version-2 global precipitation climatology project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). Journal of Hydrometeorology, 4 :1147-1167.

AgMERRA and AgCFSR. 2015. https://data.giss.nasa.gov/impacts/agmipcf/agmerra/ (visited 28 January 2018)

APHRODITE. 2013. http://www.chikyu.ac.jp/precip (visited 28 January 2018)

Ashouri H., Hsu K.-L., Sorooshian S., Braithwaite D.K., Knapp K.R., Cecil L.D., Nelson B.R. and Prat O.P. 2015. PERSIANN-CDR: Daily precipitation climate data record from multisatellite observations for hydrological and climate studies. Bulletin of the American Meteorological Society, 96: 69-83.

Beck H.E., van Dijk A.I., Levizzani V., Schellekens J., Miralles D.G., Martens B. and de Roo A. 2017. MSWEP: 3-hourly 0.25 global gridded precipitation (1979-2015) by merging gauge, satellite, and reanalysis data. Hydrology and Earth System Sciences, 21: 589-615.

Beguería S., Vicente Serrano S.M., Reig F. and Latorre B. 2014. Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. International Journal of Climatology, 34: 3001-3023.

Berrisford P., Dee D., Poli P., Brugge R., Fielding K., Fuentes M., Kallberg P., Kobayashi S., Uppala S. and Simmons A. 2011. The ERA-Interim Archive Version 2.0, ERA Report Series 1, ECMWF, Shinfield Park. Reading, UK 13177.

Casse C., Gosset M., Peugeot C., Pedinotti V., Boone A., Tanimoun B.A. and Decharme B. 2015. Potential of satellite rainfall products to predict Niger River flood events in Niamey. Atmospheric Research, 163: 162-176.

Chen S., Liu H., You Y., Mullens E., Hu J., Yuan Y. and Tang G. 2014. Evaluation of high-resolution precipitation estimates from satellites during July 2012 Beijing

data.gpcc.html (visited 28 January 2018)

GPCP. 2003. https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.gpcp.htm (visited 28 January 2018)

GPM. 2014. https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm (visited 28 January 2018)

Harris I., Jones P., Osborn T. and Lister D. 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations–the CRU TS3. 10 Dataset. International Journal of Climatology, 34: 623-642.

Hong Y., Hsu K. L., Sorooshian S. and Gao X. 2004. Precipitation estimation from remotely sensed imagery using an artificial neural network cloud classification system. Journal of Applied Meteorology, 43(12), 1834-1853.

Hou A.Y., Kakar R.K., Neeck S., Azarbarzin A.A., Kummerow C.D., Kojima M., Oki R., Nakamura K. and Iguchi T. 2014. The global precipitation measurement mission. Bulletin of the American Meteorological Society, 95: 701-722.

Huffman G.J. and Bolvin D.T. 2013. TRMM and other data precipitation data set documentation. NASA, Greenbelt, USA 28.

Joyce R.J., Janowiak J.E., Arkin P.A. and Xie P. 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: 487-503.

Kanamitsu M., Ebisuzaki W., Woollen J., Yang S.-K., Hnilo J., Fiorino M. and Potter G. 2002. Ncep–doe amip-ii reanalysis (r-2). Bulletin of the American Meteorological Society, 83: 1631-1643.

Katiraie-Boroujerdy P.S., Nasrollahi N., Hsu K.L. and Sorooshian S. 2016. Quantifying the reliability of four global datasets for drought monitoring over a semiarid region. Theoretical and applied climatology, 123: 387-398.

Maidment R.I., Allan R.P. and Black E. 2015. Recent observed and simulated changes in precipitation over Africa. Geophysical Research Letters, 42: 8155-8164.

MERRA. 2011. https://disc.sci.gsfc.nasa.gov (visited 28 January 2018)

Moazami S., Golian S., Kavianpour M.R. and Hong Y. 2013. Comparison of PERSIANN and V7 TRMM flood event using dense rain gauge observations. PloS one, 9(4): e89681.

CHIRPS. 2015. https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/UCSB/CHIRPS/v2p0/daily/global/.0p05/prcp/index.html (visited 28 January 2018)

Chylek P., Li J., Dubey M.K., Wang M. and Lesins G. 2011. Observed and model simulated 20th century Arctic temperature variability: Canadian earth system model CanESM2. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 8: 22893-22907.

CMAP. 1997. ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/cmap/ (visited 28 January 2018)

CMORPH. 2004. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/janowiak/cmorph_description.html (visited 28 January 2018)

CPC. 2007. http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CPC_UNI_PRCP (visited 28 January 2018)

CRU. 2014. http://www.cru.uea.ac.uk/data (visited 28 January 2018)

Dai A., Trenberth K.E. and Qian T. 2004. A global dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with soil moisture and effects of surface warming. Journal of Hydrometeorology, 5: 1117-1130.

Dezfooli D., Abdollahi B., Hosseini-Moghari S.M. and Ebrahimi K. 2018. A comparison between high-resolution satellite precipitation estimates and gauge measured data. Case study: Gorganrood basin, Iran. Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA (Just accepted).

ECMWF. 2013. https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/catalogue-ecmwf-real-time-products (visited 28 January 2018)

Era-interim. 2011. http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/ (visited 28 January 2018)

Funk C., Peterson P., Landsfeld M., Pedreros D., Verdin J., Shukla S., Husak G., Rowland J., Harrison L. and Hoell A. 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. Scientific data.

GFS. 2010. http://nomads.ncep.noaa.gov (visited 28 January 2018)

GPCC. 2015. http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/

of the American Meteorological Society, 91: 1015-1057.

Schneider U., Becker A., Finger P., Meyer-Christoffer A. and Rudolf B.Z. 2015. GPCC Full Data Reanalysis Version 7.0 at 0.5: Monthly Land-Surface Precipitation from Rain-Gauges built on GTS-based and Historic Data, Global Precipitation Climatology Centre.

Sorooshian S., Hsu K.-L., Gao X., Gupta H.V., Imam B. and Braithwaite D. 2000. Evaluation of PERSIANN system satellite–based estimates of tropical rainfall. Bulletin of the American Meteorological Society, 81: 2035-2046.

Sorooshian S., Nguyen P., Sellars S., Braithwaite D., AghaKouchak A., and Hsu K. 2014. Satellite-based remote sensing estimation of precipitation for early warning systems. Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications, 1: 99-112.

Toté C., Patricio D., Boogaard H., van der Wijngaart R., Tarnavsky E. and Funk, C. 2015. Evaluation of satellite rainfall estimates for drought and flood monitoring in Mozambique. Remote Sensing, 7: 1758-1776.

TRMM. 1997. https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm (visited 28 January 2018)

UDEL. 2014. https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html (visited 28 January 2018)

Wang D., Gouhier T.C., Menge B.A. and Ganguly A.R. 2015. Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change. Nature, 518: 390.

Xie P. and Arkin P.A. 1997. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. Bulletin of the American Meteorological Society, 78: 2539-2558.

Xie P., Chen M., Yang S., Yatagai A., Hayasaka T., Fukushima Y. and Liu C. 2007. A gauge-based analysis of daily precipitation over East Asia. Journal of Hydrometeorology, 8: 607-626.

Yatagai A., Kamiguchi K., Arakawa O., Hamada A., Yasutomi N. and Kitoh A. 2012. APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges. Bulletin of the American Meteorological Society, 93: 1401-1415.

Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA) products with rain gauge data over Iran. International journal of remote sensing, 34: 8156-8171.

MSWEP. 2017. http://data.princetonclimate.com/ (visited 28 January 2018)

NCEP. 2002. https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.gaussian.html (visited 28 January 2018)

Nikolopoulos E.I., Anagnostou E.N. and Borga M. 2013. Using high-resolution satellite rainfall products to simulate a major flash flood event in northern Italy. Journal of Hydrometeorology, 14: 171-185.

PERSIANN. 2014. http://chrsdata.eng.uci.edu (visited 28 January 2018)

PERSIANN-CDR. 2015. http://chrsdata.eng.uci.edu (visited 28 January 2018)

PERSIANN-CSS. 2004. http://chrsdata.eng.uci.edu (visited 28 January 2018)

Persson A. 2013. User guide to ECMWF forecast products, Version 1.1. ECMWF. Reading.

Philandras C.M., Nastos P.T., Kapsomenakis J., Douvis K.C., Tselioudis G. and Zerefos C. S. 2011. Long term precipitation trends and variability within the Mediterranean region. Natural Hazards and Earth System Sciences11: 3235-3250.

Raziei T., Bordi I., Pereira L.S. and Sutera A. 2010. Space-time variability of hydrological drought and wetness in Iran using NCEP/NCAR and GPCC datasets. Hydrology and Earth System Sciences, 14: 1919-2010.

Rienecker M.M., Suarez M.J., Gelaro R., Todling R., Bacmeister J., Liu E., Bosilovich M.G., Schubert S.D., Takacs L. and Kim G.-K. 2011. MERRA: NASA's modern-era retrospective analysis for research and applications. Journal of climate, 24: 3624-3648.

Ruane A.C., Goldberg R. and Chryssanthacopoulos J. 2015. Climate forcing datasets for agricultural modeling: Merged products for gap-filling and historical climate series estimation. Agricultural and Forest Meteorology, 200: 233-248.

Saha S., Moorthi S., Pan H.-L., Wu X., Wang J., Nadiga S., Tripp P., Kistler R., Woollen J. and Behringer D. 2010. The NCEP climate forecast system reanalysis. Bulletin