

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی عملکرد دو پایگاه داده هواشناسی در تخمین ردپای آب گیاه ذرت، مطالعه موردی:

دشت قزوین

هادی رضائی اعتدالی^{۱*}، فراز گرگین^۲، پریسا کاکوند^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵

چکیده

از آنجایی که دسترسی به ایستگاه‌های سینوپتیک در همه مناطق وجود ندارد، یا ساخت و تجهیز آن‌ها به تعداد بالا ممکن است مقرون به صرفه نباشد و یا احتمال غلط بودن داده‌های آن‌ها به علت خطای اندازه‌گیری یا واسنجی نشدن ابزارها وجود دارد، بهتر است به دنبال یافتن ابزارهای جایگزین بود که پایگاه‌های داده هواشناسی یکی از این روش‌های مناسب می‌باشند. در این مطالعه، به ارزیابی دو پایگاه داده GPC و AgMERRA پرداخته شد. هدف از این مطالعه، بررسی دقت این دو پایگاه در محاسبه ردپای آب بود که برای یک محصول و در یک منطقه خاص به عنوان مطالعه موردی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور مقایسه بهتر تخمین‌ها، از میانگین تخمین، R^2 ، RMSE و ME (حداکثر خطا) استفاده شد. نتایج نشان داد که پایگاه داده GPC عملکرد بسیار بالاتری نسبت به پایگاه داده AgMERRA دارد. میانگین ردپای آب آبی، سبز و ردپای کل آب برای گیاه ذرت در این استان به ترتیب برابر با ۲۴۲/۵۸، ۱۴۹/۴۷ و ۳۹۲/۰۵ مترمکعب بر تن بود که این مقادیر در پایگاه GPC برابر بود با ۲۰۷/۵۸، ۱۴۳/۷۸ و ۳۵۱/۳۵ مترمکعب بر تن و برای پایگاه AgMERRA برابر بود با ۱۱۰/۵۸، ۱۴۹/۰۶ و ۲۵۹/۶۴ مترمکعب بر تن. بر اساس نتایج، هر دو پایگاه در تخمین ردپای آب سبز، عملکرد بهتری نسبت به ردپای آب آبی داشتند. این مطالعه نشان می‌دهد که پایگاه‌های داده، می‌توانند ابزارهای مناسبی در مطالعات هواشناسی در کشاورزی باشند و در صورت صحت‌سنجی و واسنجی آن‌ها می‌توانند در مطالعات مختلف مدیریت آبی، نظیر مدیریت آبیاری، مدیریت منابع آب و مدیریت کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آب سبز، آب آبی، ایستگاه سینوپتیک، GPC، AgMERRA

مقدمه

اندازه‌گیری دقیق پارامترهای هواشناسی به منظور افزایش کارآمدی مدیریت آبیاری، کاهش تلفات و افزایش تولید محصول از اهمیت زیادی برخوردار است (Elbeltagi et al., 2020; Khosravi et al., 2021) که ایستگاه‌های سینوپتیک از جمله ابزارهای کاربردی در تخمین این پارامترها محسوب می‌شوند. با وجود کارآمدی بالای بسیاری از این ایستگاه‌ها، در استفاده از آن‌ها مشکلاتی نیز وجود دارند که از آن‌ها می‌توان به تعداد کم ایستگاه‌ها و همچنین احتمال خطا در برخی از آن‌ها اشاره داشت (Fathololoumi et al., 2020). بنابراین

یافتن ابزاری در تخمین پارامترهای هیدرولوژیکی با کارآمدی بالاتر اهمیت زیادی دارد.

یکی از ابزارهای مناسب جایگزین ایستگاه‌های سینوپتیک، پایگاه‌های داده هواشناسی هستند که اطلاعات جامع، به روز و دقیقی دارند. با گسترش توسعه ماهواره‌ها و روش‌های سنجش از دور، این پایگاه‌ها می‌توانند اطلاعات زیادی را به صورت محلی، ملی و جهانی با در هزینه و زمان بسیار کمتری ارائه نمایند (Shi et al., 2017). در سال‌های اخیر از پایگاه‌های داده با اهداف مختلفی استفاده شده است. به عنوان مثال کوهی و همکاران از آن‌ها به منظور بررسی خشک‌سالی و روندهای خشک‌سالی استفاده کرده‌اند (Koochi et al., 2021). ولوو و همکاران در بحث تغییرات اقلیمی از این پایگاه‌های استفاده کرده‌اند (Vulova et al., 2021). لی و همکاران به بررسی مدیریت و پایش کیفیت آب با این پایگاه‌ها پرداختند (Li et al., 2021). بحرالعلوم و همکاران از این پایگاه‌ها به منظور محاسبه آب موردنیاز آبیاری (Bahroloum et al., 2020) استفاده نمودند. کاپولوگنو و همکاران از آن‌ها در پیش‌بینی و پهنه‌بندی سیلاب

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

۲- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: (Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)

DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.6.1.1

Ababaei & Ramezani Etedali, (2017; Ramezani Etedali)
et al., 2019، ذرت و گندم دیم (Nazari et al., 2020) و برنج
(Marano & Filippi, 2015) اشاره داشت.

در این مطالعه از دو پایگاه داده (GPCC و AgMERRA) و
مدل آکواکراپ به منظور ارزیابی دقت آن‌ها در تخمین ردپای آب
محصول ذرت در دشت قزوین استفاده شده است و نتایج با ایستگاه
سینوپتیک استان قزوین مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

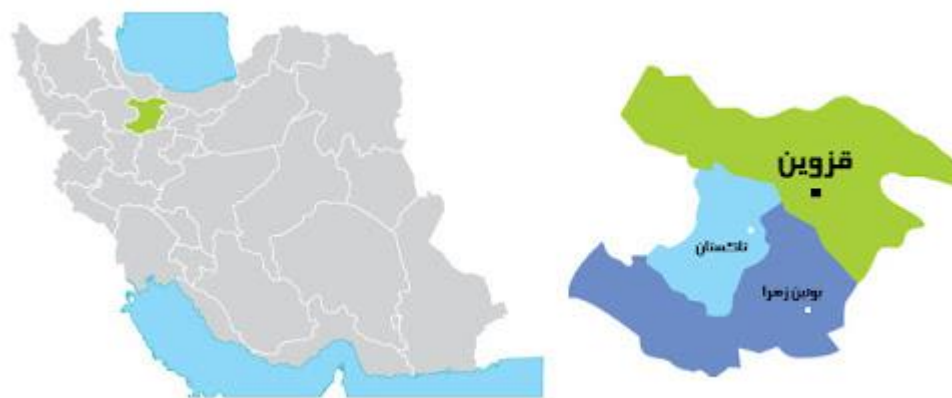
منطقه مورد مطالعه

استان قزوین با مساحت ۱۵ هزار و ۸۲۱ کیلومترمربع، در حوزه
مرکزی ایران در ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول
شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی
قرار دارد که با استان‌های مازندران، گیلان، همدان، زنجان، مرکزی و
البرز هم‌مرز است. این استان تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های
نسبتاً سردی دارد که میانگین دما سالانه و بارش سالانه به ترتیب ۱۴
درجه سلسیوس و ۳۳۹/۴ میلی‌متر است. همچنین بر اساس اقلیم
نمای آمبرژه، اقلیم این منطقه سرد و خشک است. شکل (۱) نقشه
استان قزوین و جایگاه آن در کشور را نشان می‌دهد. بر اساس داده-
های وزارت جهاد کشاورزی (۲۰۱۵) گیاه ذرت، دومین گیاه اصلی این
استان است که ۴۵ درصد از زمین‌های تحت آبیاری استان را اشغال
کرده و محصول سالانه آن یک میلیون و ۸ هزار و ۱۵ تن تخمین زده
شده است.

استفاده کردند (Capolongo et al., 2019) و اولیویر و همکاران در
بحث‌های مربوط به آب زیرزمینی و هیدرو زمین‌شناسی استفاده
نمودند (Ollivier et al., 2021).

به منظور استفاده از پارامترهای هواشناسی و بررسی تأثیر آن‌ها
بر عملکرد گیاهان، مدل‌های مختلفی توسعه یافته‌اند. با وجود
گسترش تعداد زیادی از آن‌ها، همچنان برخی از مدل‌های گیاهی به
علت نیاز به حجم زیادی از داده ورودی ممکن است مقرون‌به‌صرفه
نباشند و یا در شرایط مختلف اقلیمی، دقت یکسانی نداشته باشند
(Queyrel et al., 2016). اما یکی از مدل‌های کارآمد که بسیاری از
مشکلات مدل‌های پیشین را ندارد، مدل آکواکراپ می‌باشد که در
سال ۲۰۰۹ توسعه یافت و از مزایای آن می‌توان به دقت بالا، سهولت
کاربرد، و قابلیت استفاده برای گیاهان مختلف اشاره داشت (Raes et
al., 2009). در این مطالعه از مدل آکواکراپ، نسخه ۵ به منظور
محاسبه پارامترهای ردپای آب استفاده شده است. از این نرم‌افزار نیز
در مطالعات مربوط به گیاهان مختلف استفاده شده است که از جمله
آن‌ها می‌توان به ذرت (Martínez-Romero et al., 2021) جو
(Hellal et al., 2019)، گندم (Abi Saab et al., 2021) نیشکر
تحت تنش شوری (Golabi & Naseri, 2015)، سویا (Adeboye
et al., 2021)، خرما (Nunes et al., 2021) و پنبه (García-Vila
et al., 2009) اشاره نمود.

از طرف دیگر مفهوم ردپای آب که معیاری از تخصیص منابع
آبی در بخش‌های مختلف فرآیند تولید یک محصول است وجود دارد
که می‌تواند مدیریت منابع آبی را کارآمدتر سازد (Hoekstra, 2003).
از این مفهوم در تولید گیاهان مختلفی استفاده شده است که از جمله
آن‌ها می‌توان به زعفران (Bazrafshan et al., 2020)، گندم



شکل ۱- نقشه استان قزوین و جایگاه آن در ایران

فراگیر است که می‌تواند محدوده وسیعی از محصولات زراعی را با
دقت بالا مدل‌سازی کند. این مدل مبتنی بر معادله تجربی دورنباوس و
کسام استفاده می‌کند در معادله (۱) ارائه شده است (Doorenbos et

مدل گیاهی آکواکراپ

در این مطالعه از مدل گیاهی آکواکراپ به منظور تخمین
پارامترهای ردپای آب گیاه ذرت استفاده شد. این مدل یک مدل

al., 1980).

$$\left(1 - \frac{Y}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET}{ET_x}\right) \quad (1)$$

که در معادله فوق Y و Y_x تولید محصول بیشینه و تولید واقعی محصول، ET و ET_x هم تبخیرتغرق بیشینه و تبخیرتغرق واقعی و K_y ضریب تناسب بین کاهش عملکرد نسبی و کاهش نسبی تبخیرتغرق است. ورودی‌های این مدل وسیع بوده و شامل داده‌های خاک، داده‌های گیاهی، داده‌های اقلیمی و داده‌های مدیریتی می‌شود. آمار بارش، دمای حداقل و حداکثر محیط و دیگر پارامترهای مربوط هواشناسی روزانه برای داده‌های اقلیمی استفاده شده است. تبخیرتغرق گیاه مرجع نیز بر اساس مدل CropWat و با استفاده از معادله پنمن مانیتث محاسبه شد. برای پارامترهای گیاهی از دمای پایه رشد، دمای بالا، حد پایین و بالا حساسیت به تنش شوری، روش‌های مدیریتی و موقعیت جغرافیایی به‌عنوان پارامترهای ثابت گیاه در نظر گرفته شد؛ اما شرایط پروفیل خاک، آب و هوا و مدیریت مزرعه که باعث تغییر در برخی پارامترهای گیاهی شدند، با توجه به ضرورت، اعمال شدند. هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، رطوبت اشباع خاک، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی از پارامترهای اصلی مربوط به ورودی اطلاعات خاک بودند. در نهایت کلاس‌بندی حاصلخیزی خاک، کلاس‌بندی شوری خاک و شوری آب آبیاری از پارامترهای ورودی مدیریت مزرعه بودند (Saeidi et al., 2021).

پایگاه‌های داده هواشناسی

در این مطالعه از دو پایگاه داده GPCC و AgMERRA استفاده شده است. پایگاه داده‌هایی از سال ۱۹۰۲ تا ۲۰۱۳ را شامل می‌شوند که بیش از ۶ هزار ایستگاه را در برمی‌گیرد و اطلاعات را در ابعاد ۲/۵ در ۲/۵، ۱ در ۱ و ۰/۵ در ۰/۵ درجه و به‌صورت ماهانه ارائه می‌دهند (Becker et al., 2013). مدل AgMERRA نیز که با هدف ایجاد شبکه جهانی و همگن در مطالعات کشاورزی، امنیت غذایی و مدل‌های رشد گیاهی توسعه یافته است، مجموعه‌ای از داده‌های آب و هوای روزانه را ارائه می‌کند (Rosenzweig et al., 2013).

رد پای آب

رد پای آب که مخفف آن WF است شامل دو مؤلفه رد پای آب سبز و رد پای آب آبی می‌شود. مقدار بارش مؤثر که در خاک ذخیره می‌شود و بعداً برای نیاز آبی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد رد پای سبز و مقدار آب مورد استفاده در تولید گیاه رد پای آبی نامیده می‌شود (Ababaei & Ramezani Etedali, 2017). برای محاسبه این دو

مؤلفه رد پای آب، از دو معادله زیر استفاده می‌شود:

$$WF_{Blue} = \frac{(ET_c - P_e) \times 10}{\gamma} \quad (2)$$

$$WF_{Green} = \frac{P_e \times 10}{\gamma} \quad (3)$$

که در معادلات فوق، WF_{Blue} و WF_{Green} رد پای آب آبی و سبز، ET_c تبخیرتغرق محصول (mm)، γ تولید محصول (t ha⁻¹) و P_e بارش مؤثر در فصل رشد (mm) هستند.

نتایج و بحث

در این مطالعه، منظور از رد پای کل، مجموع رد پای آب آبی و سبز می‌باشد. از دیگر ردپاها نظیر رد پای آب خاکستری (زه‌آب خروجی) یا زرد (آب مربوط به آفات) خودداری شده است. شکل (۲)، میانگین رد پای آب آبی، سبز و رد پای کل آب گیاه ذرت در دشت قزوین را نشان می‌دهد که بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک در استان محاسبه شده است. با توجه به شکل (۲)، میانگین رد پای آب آبی و آب سبز به ترتیب برابر با ۲۴۲/۵۸ مترمکعب بر تن و ۱۴۹/۴۷ مترمکعب بر تن محاسبه شد؛ بنابراین میانگین رد پای کل آب برای گیاه ذرت در این استان برابر ۳۹۲/۰۵ مترمکعب بر تن برآورد شد. همان‌طور که از شکل نیز مشخص می‌شود، تغییرات رد پای کل آب، تقریباً همسو با تغییرات رد پای آب سبز و آب آبی است. همچنین رد پای آب آبی به مقدار بیشتری است که علت آن نیز مقدار بیشتر تبخیر به نسبت مقدار بیشتر ترقق است.

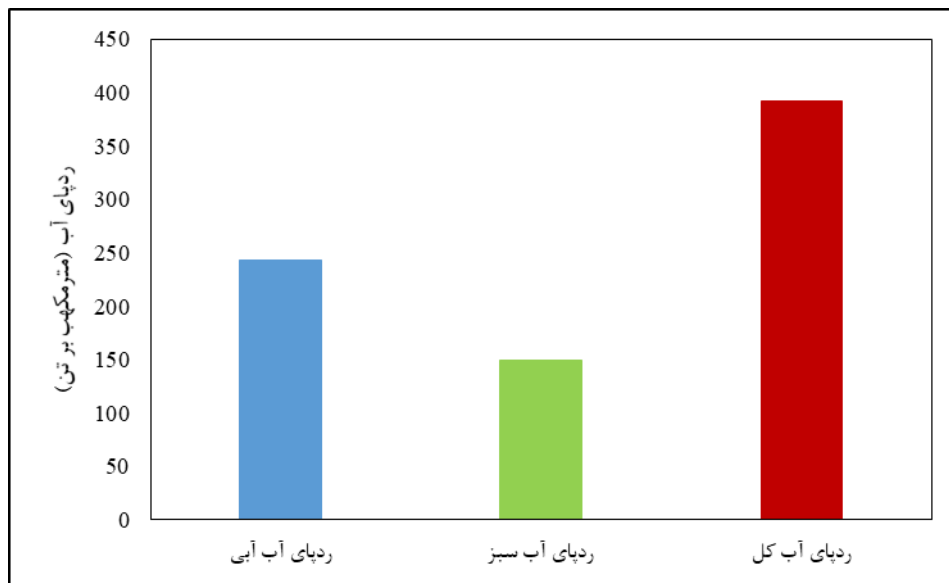
در شکل‌های (۳)، (۴) و (۵)، رد پای آب توسط ایستگاه سینوپتیک، پایگاه داده GPCC و پایگاه داده AgMERRA برای به ترتیب رد پای آب سبز، آب آبی و کل آب مورد محاسبه قرار گرفته و ترسیم شده است. بر اساس شکل (۳) چنین مشخص می‌شود که پایگاه داده GPCC در برخی نقاط، نتایج نسبتاً خوبی دارد به طوری که در برخی از سال‌ها، نتایج دقیقاً مشابه با نتایج ایستگاه سینوپتیک است (۱۹۸۱، ۱۹۹۲، ۱۹۹۳، ۱۹۹۶، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۷). در باقی سال‌ها، برآورد کمتری نسبت به ایستگاه سینوپتیک دارد. همچنین پایگاه داده AgMERRA با مقدار قابل توجهی اختلاف، تخمین کمتری نسبت به ایستگاه سینوپتیک داشته است. در شکل (۴)، پایگاه داده GPCC در برخی نقاط، مقدار آب سبز را بیشتر از مقدار محاسبه‌شده توسط ایستگاه سینوپتیک تخمین می‌زند ولی پایگاه داده AgMERRA همچنان تخمین کمتری را محاسبه می‌کند. در نهایت بر اساس شکل (۵) رد پای آب کل محاسبه‌شده توسط پایگاه داده GPCC، تقریباً مشابه با ایستگاه سینوپتیک می‌باشد.

همچنین مقادیر میانگین رد پای آب آبی، سبز و کل برای پایگاه GPCC و AgMERRA به ترتیب در شکل‌های (۶) و (۷) نیز ترسیم

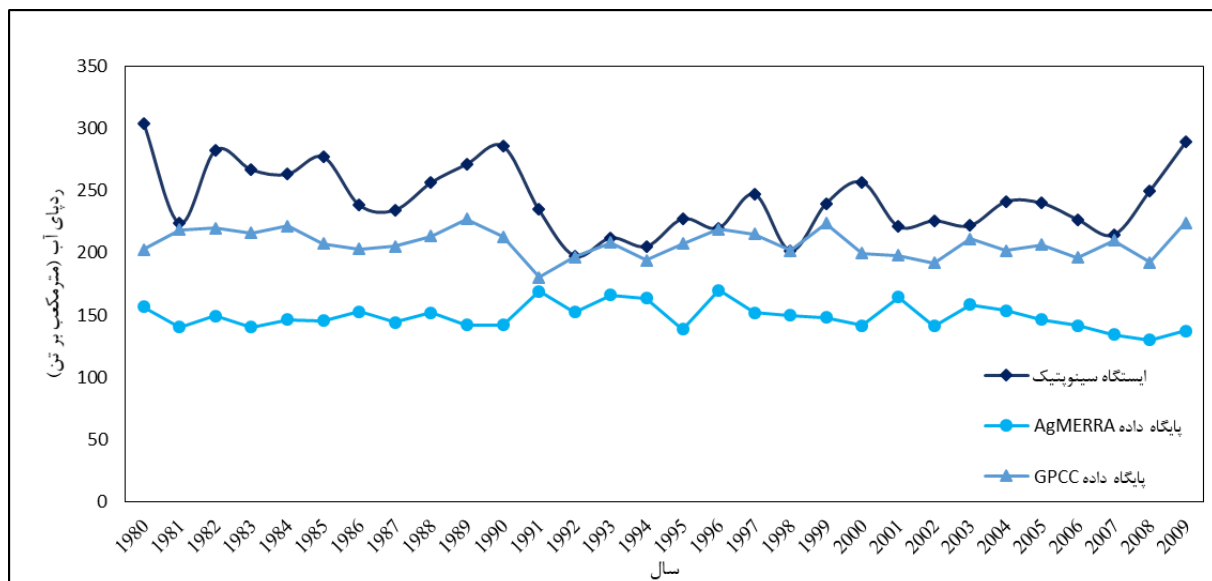
شده است.

بر تن برای ردپای آب آبی. همچنین میانگین تخمین زده شده ردپای آب آبی و ردپای آب سبز برای محصول ذرت با پایگاه داده GPCC برابر با ۲۰۷/۵۸ و ۱۴۳/۷۸ مترمکعب بر تن است که این مقادیر برای پایگاه داده AgMERRA به ترتیب برابر است با ۱۴۹/۰۶ و ۱۱۰/۵۸ مترمکعب بر تن. میانگین ردپای کل آب برای دو پایگاه GPCC و AgMERRA نیز به ترتیب برابر است با ۳۵۱/۳۵ و ۲۵۹/۶۴ مترمکعب بر تن به منظور بررسی دقیق تر این مقادیر و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده توسط ایستگاه سینوپتیک، این مقادیر در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

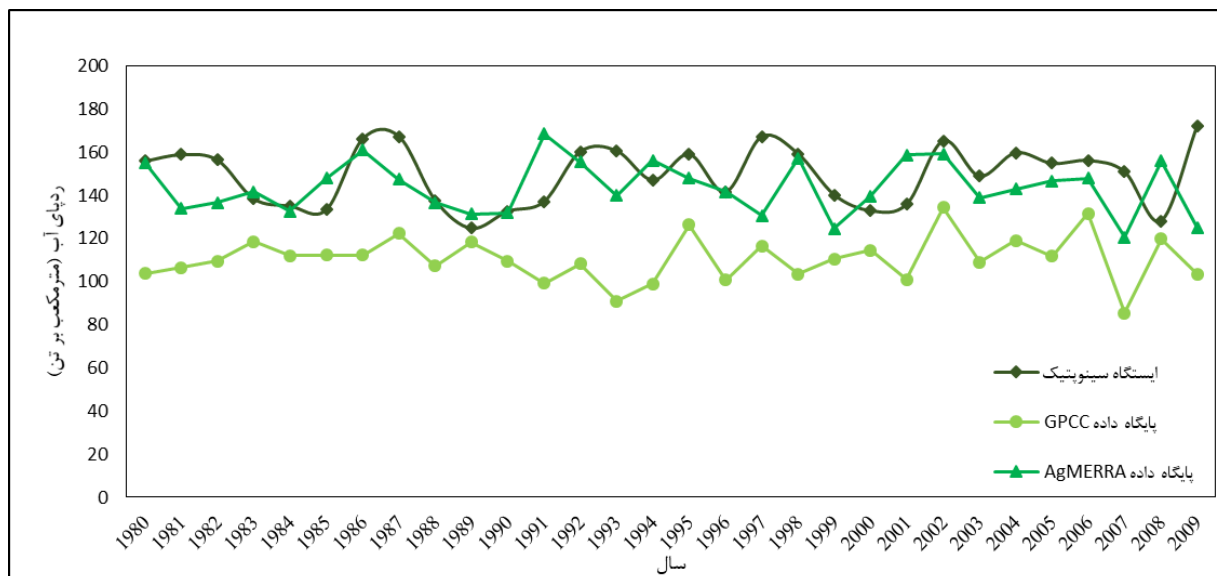
اگر نتایج داده‌های محاسبه شده توسط پایگاه‌های داده با نتایج محاسبه شده توسط ایستگاه سینوپتیک مقایسه شوند، مقادیر R^2 ، RMSE و ME به دست می‌آید. بدین ترتیب در پایگاه داده GPCC در تخمین ردپای آب سبز، این مقادیر به ترتیب عبارت‌اند از ۰/۰۵، ۱۸/۲۲ مترمکعب بر تن و ۴۷/۰۵ مترمکعب بر تن و در تخمین ردپای آب آبی نیز عبارت‌اند از ۰/۱۶، ۴۳/۰۷ مترمکعب بر تن و ۱۰۱/۵۴ مترمکعب بر تن. همچنین برای پایگاه داده AgMERRA این مقادیر به ترتیب عبارت‌اند از ۰/۰۳، ۴۲/۱۹ مترمکعب بر تن و ۶۸ مترمکعب بر تن برای آب سبز و ۰/۱، ۹۸/۸۱ مترمکعب بر تن و ۱۶۰ مترمکعب



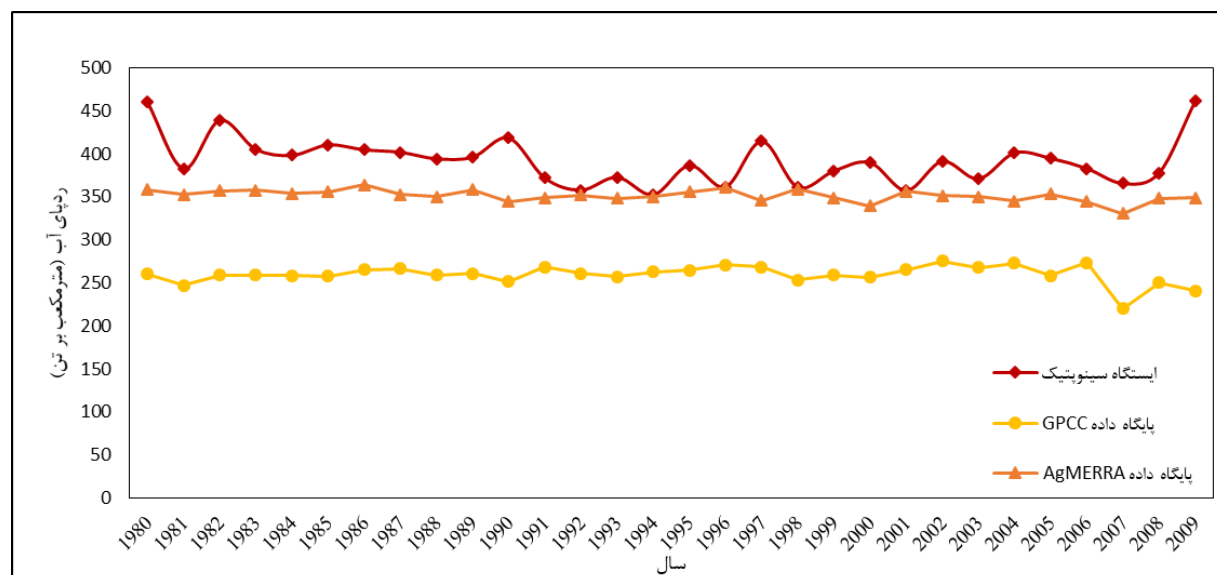
شکل ۲- میانگین تخمین ردپای آب آبی، ردپای آب سبز و ردپای آب کل برای محصول ذرت توسط ایستگاه سینوپتیک در استان قزوین



شکل ۳- تخمین ردپای آب آبی برای محصول ذرت توسط ایستگاه سینوپتیک، پایگاه GPCC و پایگاه AgMERRA در استان قزوین



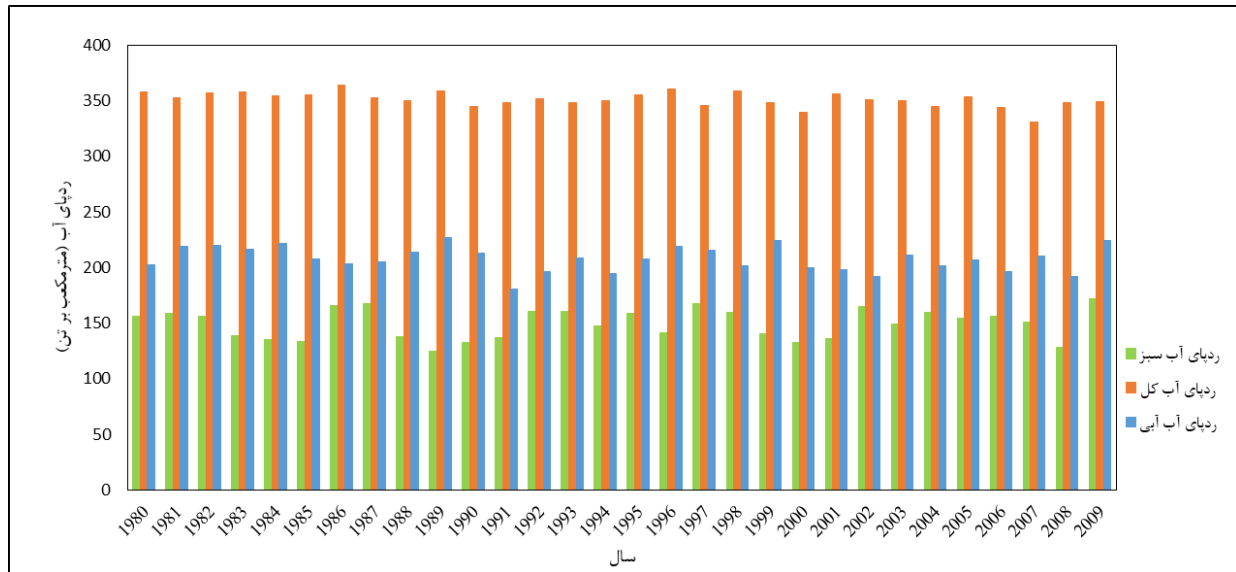
شکل ۴- تخمین ردپای آب سبز برای محصول ذرت توسط ایستگاه سینوپتیک، پایگاه داده GPCC و پایگاه داده AgMERRA در استان قزوین



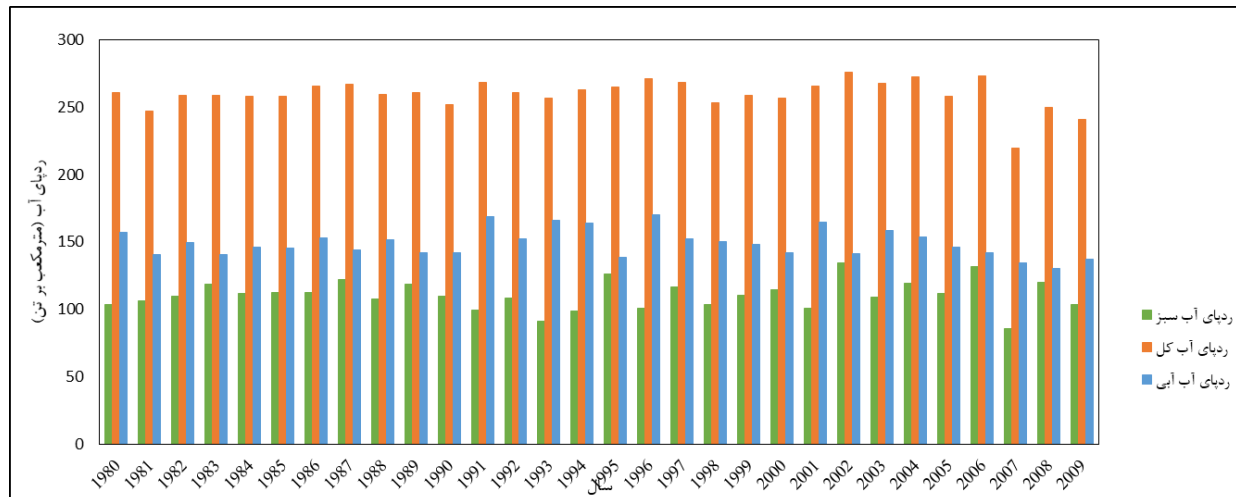
شکل ۵- تخمین ردپای آب کل برای محصول ذرت توسط ایستگاه سینوپتیک، پایگاه داده GPCC و پایگاه داده AgMERRA در استان قزوین

جدول ۱- مقادیر تخمین زده شده آب آبی، آب سبز و آب کل

ME (m ³ /ton) سبز	ME (m ³ /ton) آبی	RMSE (m ³ /ton) سبز	RMSE (m ³ /ton) آبی	R ² سبز	R ² آبی	میانگین آب کل (m ³ /ton)	میانگین آب سبز (m ³ /ton)	میانگین آب آبی (m ³ /ton)	مقادیر تخمین زده شده
-	-	-	-	-	-	۳۹۲/۰۵	۱۴۹/۴۷	۲۴۲/۵۸	ایستگاه سینوپتیک
۴۷/۰۵	۱۰۱/۵۴	۱۸/۲۲	۴۳/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۶	۳۵۱/۳۵	۱۴۳/۷۸	۲۰۷/۵۸	پایگاه داده GPCC
۱۶۰	۶۸	۹۸/۸۱	۴۲/۱۹	۰/۱	۰/۰۳	۲۵۹/۶۴	۱۱۰/۵۸	۱۴۹/۰۶	پایگاه داده AgMERRA



شکل ۶- تخمین ردپای آب محصول ذرت توسط پایگاه GPCCC در استان قزوین



شکل ۷- تخمین ردپای آب محصول ذرت توسط پایگاه AgMERRA در استان قزوین

گرفته است. به عنوان مثال در یک مطالعه نشان داده شد که پایگاه داده GPCCC از قدرت بالایی در کشور پاکستان برخوردار است (Ahmed et al., 2019). در مطالعه دیگری، علت دقت بالای این پایگاه را به تعداد ایستگاه‌های هواشناسی آن نسبت دادند که تعداد آن بیش از ۸۵۰۰ پایگاه بود (Schneider et al., 2014). در مطالعه دیگری که توسط آبابایی (۲۰۲۰) صورت گرفت، نشان داده شد که دو پایگاه که یکی از آن‌ها پایگاه GPCCC بود، در بررسی روندهای تغییر دما در اثر متغیرهای اقلیمی قابل اعتماد است (Ababaei, 2020). همچنین محققان دیگری نشان دادند این پایگاه و سه پایگاه دیگر در تخمین الگوهای مکانی و تغییرات فصلی بارش قابل اعتماد است (Zhu et al., 2015).

بر اساس این نتایج مشخص است که پایگاه داده GPCCC در تخمین ردپای آب آبی مقداری کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند، در حالی که ردپای آب سبز را تقریباً به درستی محاسبه می‌کند. در دیگر پایگاه، AgMERRA، هر دو ردپای آب آبی و سبز مقدار قابل توجهی کمتر از مقدار واقعی محاسبه می‌شود. همان‌طور که از این مقادیر و شکل‌ها مشاهده می‌شود، پایگاه AgMERRA توانایی بالایی در تخمین ردپای آب آبی و سبز ندارد، اما برخلاف آن، پایگاه GPCCC عملکرد نسبتاً قابل قبولی دارد و می‌تواند در این منطقه و برای این محصول مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی از پایگاه‌های داده در مطالعات مختلفی در سرتاسر جهان استفاده شده است و درستی بسیاری از آن‌ها نیز مورد تأیید قرار

مقدار قابل توجهی برآورد کمتری داشت. این مطالعه پتانسیل بالای استفاده از این پایگاه‌های داده را نشان می‌دهد. همچنین می‌توان پایگاه‌های داده دیگر را در شرایط اقلیمی متفاوت و محصولات کشاورزی مختلف مورد مطالعه و ارزیابی قرار داد تا بهترین پایگاه داده در هر منطقه انتخاب شود.

منابع

- Ababaei, B. 2020. SPATIO-TEMPORAL VARIATIONS OF SEVEN WEATHER VARIABLES IN IRAN: APPLICATION OF CRU TS AND GPCC DATA SETS†. *Irrigation and Drainage*. 69(1): 164-185
<https://doi.org/10.1002/ird.2399>
- Ababaei, B. and Ramezani Etedali, H. 2017. Water footprint assessment of main cereals in Iran. *Agricultural Water Management*. 179: 401-411
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.016>
- Abi Saab, M. T., El Alam, R., Jomaa, I., Skaf, S., Fahed, S., Albrizio, R. and Todorovic, M. 2021. Coupling remote sensing data and aquacrop model for simulation of winter wheat growth under rainfed and irrigated conditions in a mediterranean environment. *Agronomy*. 11(11) 2265
<https://doi.org/10.3390/agronomy11112265>
- Adeboye, O. B., Schultz, B., Adeboye, A. P., Adekalu, K. O. and Osunbitan, J. A. 2021. Application of the AquaCrop model in decision support for optimization of nitrogen fertilizer and water productivity of soybeans. *Information Processing in Agriculture*. 8(3): 419-436
<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.10.002>
- Ahmed, K., Shahid, S., Wang, X., Nawaz, N. and Najeebullah, K. 2019. Evaluation of gridded precipitation datasets over arid regions of Pakistan. *Water (Switzerland)*. 11(2): 210
<https://doi.org/10.3390/w11020210>
- Bahroloum, R., Ramezani Etedali, H., Azizian, A. and Ababaei, B. 2020. Use of Gridded Weather Datasets in Simulation of Wheat Yield and Water Requirement (Case Study: Iran's Qazvin Plain). *Iranian Journal of Ecohydrology*, 7(3): 691-706.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=7qhNtjMAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=7qhNtjMAAAAJ:9ZIFYXVOiuMC
- Bai, J., Chen, X., Dobermann, A., Yang, H., Cassman, K. G. and Zhang, F. 2010. Evaluation of nasa satellite-and model-derived weather data for simulation of maize yield potential in China. *Agronomy Journal*. 102(1): 9-16
- علیرغم اینکه در این مطالعه کیفیت پایگاه داده AgMERRA ضعیف بود، در بسیاری از مطالعات دیگر، عملکرد این پایگاه را بالا ارزیابی کردند. به عنوان مثال یعقوبی و همکاران (۲۰۲۰) از این پایگاه در تخمین تبخیرتعرق و تولید گندم در شمال شرق ایران استفاده نمود (Yaghoubi et al., 2020). همچنین صالح‌نیا از این پایگاه برای بررسی متغیرهای خشک‌سالی استفاده نمود و نشان داد که این پایگاه در پوشش نقاط خالی از داده بسیار کارآمد است (Salehnia et al., 2017). در مطالعه دیگری از این پایگاه در تخمین‌های روندهای اقلیمی تاریخی استفاده شد و نتایج آن به خوبی برآورد شد (Ruane et al., 2015). محققان دیگری نیز از قدرت این پایگاه داده در بررسی با مش‌های با اندازه کوچک، بررسی تغییرات جوی و اعمال توپوگرافی یاد کرده‌اند (Bai et al., 2010; Bosilovich et al., 2008). همچنین لشکری و همکاران (۱۳۹۴) از این پایگاه داده برای بررسی و ساخت داده‌های ناقص و یا گمشده ایستگاه سینوپتیک در مشهد پرداختند (Lashkari et al., 2018).
- تا کنون پایگاه‌های داده بسیاری معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند و کاربرد بسیاری از آن‌ها در مطالعات مختلف مورد تأیید قرار گرفته است. لازم است به منظور تأیید درستی و دقت پایگاه‌های مختلف، از آن‌ها در مناطق مختلف استفاده شود. ممکن است که هر پایگاه داده، در شرایط خاص اقلیمی، نتایج متفاوتی ارائه نماید. در این مطالعه، دقت و درستی یکی از پایگاه‌ها، GPCC تأیید شد و کارآمدی پایگاه دیگر، AgMERRA، حاصل نشد.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت دقت اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی از یک طرف و اهمیت یافتن جایگزین مناسب برای ایستگاه‌های هواشناسی در مناطقی که ساخت آن‌ها مقرون به صرفه نیست و یا احتمال کاهش دقت آن‌ها وجود دارد، در این مطالعه به بررسی و ارزیابی دقت دو پایگاه داده GPCC و AgMERRA در برآورد ردپای آب گیاه ذرت در دشت قزوین پرداخته شد. به منظور مقایسه و ارزیابی دقت این دو پایگاه، ایستگاه سینوپتیک موجود در استان قزوین مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه از مدل گیاهی AquaCrop برای تعیین پارامترهای مورد نیاز در تخمین ردپای آب استفاده شد. نتایج نشان داد که هر دو پایگاه در تخمین ردپای آب سبز عملکرد کارآمدتر از ردپای آب آبی بودند. همچنین پایگاه داده GPCC کارآمدتر از پایگاه داده AgMERRA گزارش شد. به طور کلی پایگاه داده GPCC در برآورد ردپای آب آبی دارای چند نقطه مشترک با ایستگاه سینوپتیک بود. در باقی موارد، برآورد کمتری داشت. در تخمین ردپای آب سبز اما در برخی نقاط بیشتر از مقدار ایستگاه سینوپتیک برآورد داشت. پایگاه داده AgMERRA در هر دو حالت

- Golabi, M. and Naseri, A. A. 2015. Assessment Aquacrop Model to Predict the Sugarcane Yield and Soil Salinity Profiles under Salinity Stress. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 4(46), 685–694.
- Hellal, F., Mansour, H., Abdel-Hady, M., El-Sayed, S. and Abdelly, C. 2019. Assessment water productivity of barley varieties under water stress by AquaCrop model. *AIMS Agriculture and Food*. 4(3): 501-517. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.3.501>
- Hoekstra, A. Y. 2003. Virtual Water Trade. *Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. International Expert Meeting on Virtual Water Trade.*
- Khosravi, F., Taylor, A. and Siu, Y. L. 2021. Chinese water managers' long-term climate information needs. *Science of the Total Environment*. 750: 141637. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141637>
- Lashkari, A., Salehnia, N., Asadi, S., Paymard, P., Zare, H. and Bannayan, M. 2018. Evaluation of different gridded rainfall datasets for rainfed wheat yield prediction in an arid environment. *International Journal of Biometeorology*. 62(8), 1543-1556. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1555-x>
- Li, J., Tian, L., Wang, Y., Jin, S., Li, T. and Hou, X. 2021. Optimal sampling strategy of water quality monitoring at high dynamic lakes: A remote sensing and spatial simulated annealing integrated approach. *Science of the Total Environment*. 777: 146113. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146113>
- Marano, R. P. and Filippi, R. A. 2015. Water Footprint in paddy rice systems. Its determination in the provinces of Santa Fe and Entre Ríos, Argentina. *Ecological Indicators*. 56: 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.027>
- Martínez-Romero, A., López-Urrea, R., Montoya, F., Pardo, J. J. and Domínguez, A. 2021. Optimization of irrigation scheduling for barley crop, combining AquaCrop and MOPECO models to simulate various water-deficit regimes. *Agricultural Water Management*. 258: 107219. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107219>
- Nazari, R., Ramezani Etedali, H., Nazari, B. and Collins, B. 2020. The impact of climate variability on water footprint components of rainfed wheat and barley in the Qazvin province of Iran. *Irrigation and Drainage*. 69(4), 826-843, <https://doi.org/10.1002/ird.2487>
- Nunes, H. G. G. C., Farias, V. D. S., Sousa, D. P., Costa, D. L. P., Pinto, J. V. N., Moura, V. B., Teixeira, E. O., Lima, M. J. A., Ortega-Farias, S. <https://doi.org/10.2134/agronj2009.0085>
- Bazrafshan, O., Zamani, H., Ramezanietedli, H., Gerkaninezhad Moshizi, Z., Shamili, M., Ismaelpour, Y. and Gholami, H. 2020. Improving water management in date palms using economic value of water footprint and virtual water trade concepts in Iran. *Agricultural Water Management*. 229-105941 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105941>
- Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., Schamm, K., Schneider, U. and Ziese, M. 2013. A description of the global land-surface precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901-present. *Earth System Science Data*. 5(1): 71-99, <https://doi.org/10.5194/essd-5-71-2013>
- Bosilovich, M. G., Chen, J., Robertson, F. R. and Adler, R. F. 2008. Evaluation of global precipitation in reanalyses. 47(9), 2279-2299 *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. <https://doi.org/10.1175/2008JAMC1921.1>
- Capolongo, D., Refice, A., Bocchiola, D., D'Addabbo, A., Vouvalidis, K., Soncini, A., Zingaro, M., Bovenga, F. and Stamatopoulos, L. 2019. Coupling multitemporal remote sensing with geomorphology and hydrological modeling for post flood recovery in the Strymonas dammed river basin (Greece). *Science of the Total Environment*, 651: 1958-1968, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.114>
- Doorenbos, J., Kassam, A. H., Bentvelsen, C. and Uittenbogaard, G. 1980. Yield Response to Water. In *Irrigation and Agricultural Development*. 33: 257. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-025675-7.50021-2>
- Elbeltagi, A., Zhang, L., Deng, J., Juma, A. and Wang, K. 2020. Modeling monthly crop coefficients of maize based on limited meteorological data : A case study in Nile Delta , Egypt. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173(August 2019), 105368. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105368>
- Fatholouloumi, S., Vaezi, A. R., Alavipanah, S. K., Ghorbani, A. and Biswas, A. 2020. Comparison of spectral and spatial-based approaches for mapping the local variation of soil moisture in a semi-arid mountainous area. *Science of the Total Environment*. 724, 138319. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138319>
- García-Vila, M., Fereres, E., Mateos, L., Orgaz, F. and Steduto, P. 2009. Deficit irrigation optimization of cotton with aquacrop. *Agronomy Journal*. 101(3): 477-487, <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0179s>

- <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.09.016>
- Saeidi, R., Ramezani Etedali, H., Sotoodehnia, A., Kaviani, A. and Nazari, B. 2021. Salinity and fertility stresses modify K_s and readily available water coefficients in maize (case study: Qazvin region). *Irrigation Science*. 39(3): 299-313. <https://doi.org/10.1007/s00271-020-00711-1>
- Salehnia, N., Alizadeh, A., Sanaeinejad, H., Bannayan, M., Zarrin, A. and Hoogenboom, G. 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of Arid Land*. 9(6): 797-809. <https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y>
- Schneider, U., Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Ziese, M. and Rudolf, B. 2014. GPCP's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle. *Theoretical and Applied Climatology*. 115(1): 15-40. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0860-x>
- Shi, H., Li, T. and Wei, J. 2017. Evaluation of the gridded CRU TS precipitation dataset with the point rain gauge records over the Three-River Headwaters Region. *Journal of Hydrology*. 548: 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.03.017>
- Vulova, S., Meier, F., Rocha, A. D., Quanz, J., Nouri, H. and Kleinschmit, B. 2021. Modeling urban evapotranspiration using remote sensing, flux footprints, and artificial intelligence. *Science of the Total Environment*. 786: 147293. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147293>
- Yaghoubi, F., Bannayan, M. and Asadi, G. A. 2020. Performance of predicted evapotranspiration and yield of rainfed wheat in the northeast Iran using gridded AgMERRA weather data. *International Journal of Biometeorology*. 64(9): 1519-1537. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01931-y>
- Zhu, X., Zhang, M., Wang, S., Qiang, F., Zeng, T., Ren, Z. and Dong, L. 2015. Comparison of monthly precipitation derived from high-resolution gridded datasets in arid Xinjiang, central Asia. *Quaternary International*. 358: 160-170. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.12.027>
- and Souza, P. J. O. P. 2021. Parameterization of the AquaCrop model for cowpea and assessing the impact of sowing dates normally used on yield. *Agricultural Water Management*. 252: 106880. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106880>
- Ollivier, C., Olioso, A., Carrière, S. D., Boulet, G., Chalikakis, K., Chanzy, A., Charlier, J. B., Combemale, D., Davi, H., Emblanch, C., Marloie, O., Martin-StPaul, N., Mazzilli, N., Simioni, G. and Weiss, M. 2021. An evapotranspiration model driven by remote sensing data for assessing groundwater resource in karst watershed. *Science of the Total Environment*. 781: 146706. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146706>
- Queyrel, W., Habets, F., Blanchoud, H., Ripoché, D. and Launay, M. 2016. Pesticide fate modeling in soils with the crop model STICS: Feasibility for assessment of agricultural practices. 542, 787-802, *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.066>
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C. and Fereres, E. 2009. Aquacrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: II. main algorithms and software description. *Agronomy Journal*. 101(3): 438-447. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0140s>
- Ramezani Etedali, H., Ahmadaali, K., Gorgin, F. and Ababaei, B. 2019. OPTIMIZATION OF THE CROPPING PATTERN OF MAIN CEREALS AND IMPROVING WATER PRODUCTIVITY: APPLICATION OF THE WATER FOOTPRINT CONCEPT. *Irrigation and Drainage*. 68(4): 765-777. <https://doi.org/10.1002/ird.2362>
- Rosenzweig, C., Jones, J. W., Hatfield, J. L., Ruane, A. C., Boote, K. J., Thorburn, P., Antle, J. M., Nelson, G. C., Porter, C., Janssen, S., Asseng, S., Basso, B., Ewert, F., Wallach, D., Baigorría, G. and Winter, J. M. 2013. The Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP): Protocols and pilot studies. *Agricultural and Forest Meteorology*. 170: 166-182. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.09.011>
- 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.

Study of the Performance of Two Meteorological Datasets in Estimating the Maize Water Footprint, a Case Study: Qazvin Plain

H. Ramezani Etedali^{1*}, F. Gorgin², P. Kakvand³

Received: Nov.28, 2021

Accepted: Dec.26, 2021

Abstract

Due to the lack of availability of synoptic stations, the high costs of their construction, or the possibility of the inaccuracy of their data or inaccurate calibration, it is better to find alternative tools, which meteorological datasets are one of these suitable devices. In this study, two datasets, GPCC and AgMERRA, were evaluated. The purpose of this study is to investigate the accuracy of these two datasets in calculating the water footprint of maize for a specific crop in a specific region as case studies. For comparison of the estimations, the average estimation, R^2 , RMSE, and maximum error (ME) were used. The results showed that GPCC is more efficient than AgMERRA in estimating the water footprint of maize. The average blue, green, and the total water footprint of maize in this province were 242/58, 149/47, and 392/05 m^3/ton which was 207/58, 143/78, and 351/35 m^3/ton for GPCC and 149/06, 110.58, and 259/64 m^3/ton , respectively. According to the results, both datasets were more efficient in estimating the green water footprint than the blue water footprint. This study shows that datasets can be suitable tools in meteorological studies in agriculture, and if they are validated and calibrated, they can be used in various water management, such as irrigation management, water resources management, and agriculture management.

Keywords: AgMERRA, Blue water footprint, GPCC, Green water footprint, Synoptic station

1- Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

2- Ph. D Student, Department of Water Structures, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Ph. D Student, Department of Irrigation and Drainage Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)