

ارزیابی اجزای بیلان آب حاصل از مدل سطح زمین *GLDAS-2* و *GLDAS-2.1* در استان قزوین

زهرة فرجی^{۱*}، عباس کاویانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۰

چکیده

با توجه به مشکلاتی نظیر خطای انسانی، مسائل مالی، عدم دسترسی به تمام مناطق مورد نظر و مشکلات جوی که در ثبت داده‌های هواشناسی وجود دارد، نیاز به مدل‌هایی که به وسیله تکنیک سنجش از دور مشکلات ذکر شده را حل کنند و داده‌های به هنگام و دقیق در اختیار کاربران قرار دهند غیرقابل انکار است. مدل سطح زمین *GLDAS* یک منبع اطلاعاتی مهم برای تحقیقات چرخه‌ی آب در جهان است. مدل *GLDAS-2* شامل دو نسخه می‌باشد. نسخه اول مدل *GLDAS-2.0* است که محدوده زمانی سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۰ را پوشش می‌دهد. نسخه دوم مدل *GLDAS-2.1* می‌باشد که از سال ۲۰۰۰ تا کنون را با ۲ ماه تاخیر پوشش می‌دهد. در پژوهش حاضر دو مدل *GLDAS-2.0* و *GLDAS-2.1* مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی داده‌های دمای هوا و دمای خاک و همچنین اجزای بیلان آب شامل پارامترهای بارش، رواناب و تبخیر از سطح آب‌های آزاد حاصل از نسخه‌های ۲/۰ و ۲/۱ مدل *GLDAS-2* انجام شد. به منظور بررسی پارامترهای فوق از اطلاعات ۶ ایستگاه سینوپتیک و هیدرومتری پراکنده در سطح استان قزوین استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که در ایستگاه قزوین، داده‌های دمای هوا و دمای خاک، بارش و تبخیر از سطح آب‌های آزاد حاصل از مدل *GLDAS* به ترتیب با ضریب تبیین بالای ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۸ و همچنین داده‌های حجم سالانه رواناب حاصل از مدل *GLDAS* در ایستگاه‌های باراجین و باغ کلاویه به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۴۹ و ۰/۵۵ همبستگی مناسبی با داده‌های مشاهداتی دارند. نتایج نشان داد که در حال حاضر داده‌های دما، رواناب، تبخیر از سطح آب‌های آزاد و بارش (به جز ایستگاه آوج) حاصل از مدل *GLDAS-2.0* دقت بالاتری نسبت به داده‌های مدل *GLDAS-2.1* دارند. با توجه به اینکه دقت مدل *GLDAS* در منطقه کوهستانی آوج کمتر از سایر مناطق می‌باشد لذا ممکن است دلیل آن اقلیم منطقه و ارتفاع از سطح دریای (۲۰۳۴/۹ متر) بیشتر آن نسبت به سایر مناطق باشد. در نهایت با توجه به دقت کم داده‌های رواناب حاصل از مدل *GLDAS*، استفاده از آن به منظور برآورد حجم رواناب سیلاب، پیشنهاد نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: بارش، تبخیر از سطح آب‌های آزاد، دما، رواناب، مدل سطح زمین (*GLDAS*)

مقدمه

سنجش از دور و همچنین با در نظر گرفتن قابلیت‌های این تکنولوژی نظیر صرفه جویی در زمان و هزینه، لذا لزوم بررسی مدل‌های مبتنی بر سنجش از دور به منظور برآورد اجزای بیلان آب بیش از پیش احساس می‌شود. مدل سیستم جهانی اطلاعات سطح زمین (*GLDAS*^۳) یکی از به روزترین مدل‌های مبتنی بر سنجش از دور در برآورد اجزای بیلان آب می‌باشد. مدل *GLDAS* به‌طور مشترک توسط دانشمندان سازمان ملی هوانوردی و فضا (NASA^۴)، مرکز پرواز فضایی گودارد (GSFC^۵)، سازمان ملی اقیانوسی و جوی

کاهش ذخیره آب یک تهدید هیدرولوژیکی برای تولید محصولات کشاورزی و ثبات اجتماعی و اقتصادی در سراسر جهان به شمار می‌رود. در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر کشور ایران که دارای بارش کم و تبخیر-تعرق زیاد می‌باشند این کاهش ذخیره آب به سرعت به آستانه خطر نزدیک می‌شود. لذا برآورد هرچه دقیق تر اجزای بیلان آب می‌تواند گامی به سوی افزایش توانایی بشر در کنترل و مدیریت بحران آب باشد. با توجه به گسترش روزافزون تکنولوژی

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

*- نویسنده مسئول: (Email: zfaraji9101@gmail.com)

3 - Global Land Data Assimilation System

4 - The National Aeronautics and Space Administration

5 - Goddard Space Flight Center

MERRA-2^۴ با داده‌های مشاهداتی در کشور مکزیک پرداختند. نتایج نشان داد که به طور کلی محصول بارش حاصل از MERRA-2 همبستگی بهتری نسبت به داده‌های مدل GLDAS-1 و GLDAS-2 با داده‌های مشاهداتی دارد. با این حال نتایج حاکی از آن بوده است که مدل GLDAS-2 نیز تقریباً به خوبی MERRA-2 قادر به برآورد داده‌های بارش است. از سوی دیگر با بررسی داده‌های رواناب حاصل از هر سه محصول، نتایج نشان داد که قابلیت آن‌ها در برآورد رواناب بسیار کمتر از بارش است (Real-Rangel et al., 2017).

امیدی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله خود با عنوان بررسی مکانی رابطه بارش با ارتفاع در حوضه کرخه به بررسی رابطه بارش و ارتفاع پرداختند. نتایج نشان می‌دهد بخش گسترده شمالی حوضه سد کرخه با منطقه ۹ بارندگی ایران متقاطع است و معادل تغییرات بارندگی سالانه با ارتفاع حداقل در سطح ۰/۰۱ معنی دار است و بارندگی در این بخش از حوضه با عامل ارتفاع رابطه عکس دارد و با افزایش ارتفاع میزان بارندگی کاهش می‌یابد. بخش جنوبی حوضه نیز که با منطقه هشت از پهنه‌های بارندگی ایران تقاطع دارد، نشان می‌دهد که معادله تغییرات بارندگی برحسب ارتفاع در این ناحیه در سطح ۰/۰۱ معنی دار است. همچنین میزان بارندگی در حوضه از غرب به طرف شرق ابتدا تحت تاثیر عامل ارتفاع و ناهمواری بلندتر افزایش می‌یابد و بعد در امتداد طول جغرافیایی با حرکت به سمت شرق تحت تاثیر عامل بادپناهی میزان بارندگی کاهش می‌یابد.

فرجی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی داده‌های تبخیر-تعرق، بارش و دمای هوای حاصل از مدل سطح زمین (GLDAS) با استفاده از داده‌های مشاهداتی در استان قزوین پرداختند. نتایج آماری نشان دهنده R^2 بیش از ۰/۹ بین داده‌های دمای هوای حاصل از مدل GLDAS و داده‌های ایستگاهی و R^2 برابر با ۰/۸۲ بین داده‌های بارش حاصل از مدل GLDAS و داده‌های ایستگاهی و همچنین R^2 برابر با ۰/۷۶ بین داده‌های بارش ماهواره TRMM و داده‌های ایستگاهی است.

با توجه به اینکه دسترسی به داده‌های مدل GLDAS کاملاً رایگان است و دریافت آن‌ها در پایگاه‌های داده‌ای مختلفی نظیر^۵ GIOVANNI، به راحتی انجام می‌گیرد، همچنین با توجه به گسترش روز افزون استفاده از مدل GLDAS، این مقاله با هدف بررسی دو نسخه GLDAS-2 و GLDAS-2.1 در استان قزوین انجام شد. نتایج این مقاله به کاربر کمک می‌کند تا با توجه به شرایط موجود تصمیم بگیرد که از کدام نسخه مدل GLDAS استفاده کند...

(NOAA^۱) و مراکز ملی پیش‌بینی محیط زیست (NCEP^۲) در برخی زمینه‌ها توسعه داده شده‌است. این سیستم با استفاده از چهار مدل سطح زمین (CLM, Mosaic, Noah and VIC) پارامترهای سطح زمین [مانند رطوبت خاک و دمای سطح] و شارها [مانند تبخیر و شار گرمای محسوس] را شبیه‌سازی می‌کند. هدف مدل GLDAS، ادغام داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های مشاهدات زمینی با استفاده از تکنیک‌های مدل سازی سطح زمین و تولید داده‌های پیشرفته، به منظور تولید پارامترهای بهینه از سطح زمین و شارها است (Rodell et al., 2004). مدل GLDAS به وسیله مدل‌های آفلاین (جفت نشده با اتمسفر^۳) سطح زمین، ادغام حجم بسیار زیادی از داده‌های مشاهداتی و سیستم اطلاعات سطح زمین (LIS) با رزولوشن‌های ۰/۲۵ تا ۱ تولید می‌شود (Kumar et al., 2006). مدل GLDAS-2 شامل دو نسخه می‌باشد. نسخه اول مدل GLDAS-2.0 است که محدوده زمانی سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۰ را پوشش می‌دهد. نسخه دوم، مدل GLDAS-2.1 می‌باشد که از سال ۲۰۰۰ تا کنون را با حدود ۲ ماه تاخیر پوشش می‌دهد. مدل GLDAS-2.0 به طور کامل از داده‌های هواشناسی دانشگاه پرینستون استفاده می‌کند در صورتی که مدل GLDAS-2.1 از داده‌های تلفیقی مدل و داده‌های مشاهداتی زمینی استفاده می‌کند (Rui et al., 2015).

وَنگ و همکاران به بررسی داده‌های مدل GLDAS-1 و GLDAS-2 در کشور چین طی سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۰ پرداختند. نتایج حاکی از وجود خطای سیستماتیک زیاد در داده‌های بارش GLDAS-1 در سال ۱۹۹۶ و داده‌های دمای هوا در سال ۲۰۰۰ می‌باشد. نتایج نشان داد که به طور کلی همبستگی داده‌های رواناب، دمای هوا و بارش حاصل از GLDAS-2 با داده‌های مشاهداتی بهتر از همبستگی GLDAS-1 با داده‌های مشاهداتی می‌باشد. ولی داده‌های تبخیر-تعرق در هر دو مدل از همبستگی پایینی با داده‌های مشاهداتی برخوردار است (Wang et al., 2016).

بی و همکاران با بررسی داده‌های رطوبت خاک حاصل از مدل GLDAS دریافتند که مدل LSMs برآورد دقیق‌تری از رطوبت خاک نسبت به مدل Mosaic در فلات تبت دارد. همچنین در این فلات پس از ارزیابی داده‌های رطوبت خاک GLDAS-1 و GLDAS-2 نتایج نشان داد که برتری خاصی در مدل GLDAS-2 نسبت به مدل GLDAS-1 وجود ندارد (Bi et al., 2016).

ریل رنگل و همکاران به بررسی متغیرهای هیدرولوژیکی حاصل از داده‌های مدل GLDAS-1 و GLDAS-2 و همچنین

1 - The National Oceanic and Atmospheric Administration

2 - The National Center for Environmental Prediction

3 - Not coupled to the atmosphere

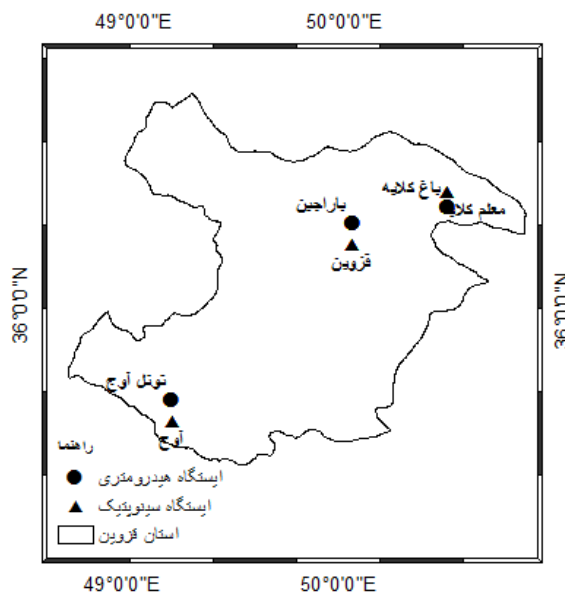
4 - Global Modeling and Assimilation Office

5 - <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

مواد و روش‌ها

الموت با بارشی بیش از ۵۵۰ میلیمتر بوده که این شرایط بارشی کم و بیش در مناطق مرتفع شمالی شهرستان قزوین مشاهده می‌شود. بعلاوه در ارتفاعات جنوب غربی استان (منطقه آوج) نیز مناطقی وجود دارد که بارش سالانه بیش از ۴۵۰ میلیمتر را ثبت کرده است. کم‌ترین مقدار متوسط سالانه دما ۲ درجه سانتی‌گراد است که در قزل شمال شرقی و بیش‌ترین متوسط سالانه دما ۱۸ درجه سانتیگراد بوده که در مناطق کم‌ارتفاع شمال غربی پیرامون دریاچه سد سفیدرود به ثبت رسیده است. نقشه استان قزوین به همراه موقعیت ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

استان قزوین با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع به ترتیب بین طول و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه در گوشه شمال غرب و ۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۵ دقیقه در گوشه جنوب شرقی در حوزه مرکزی ایران واقع شده است. موقعیت این استان در سطح کشور در شکل ۱ نشان داده شده است. میانگین بارش سالانه در سطح استان از ۲۱۰ میلی‌متر در بخش‌های شرقی تا بیش از ۵۵۰ میلیمتر در ارتفاعات شمال شرقی متغیر است. پرباران‌ترین نقاط استان دامنه‌های شمال شرقی در منطقه



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک و هیدرومتری

استفاده شد.

داده‌های دمای هوا ($^{\circ}C$)، دمای خاک ($^{\circ}C$)، بارش (mm) و تبخیر از تشت (mm) سه ایستگاه سینوپتیک قزوین، آوج و معلم کلایه و همچنین داده‌های حجم رواناب سالانه (MCM) ایستگاه‌های هیدرومتری باراجین، باغ کلایه و تونل آوج از سازمان هواشناسی دریافت شد که مشخصات ایستگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

دریافت و پردازش داده‌ها

داده‌های تبخیر پتانسیل ($w m^{-2}$)، بارش ($kg m^{-2} s^{-1}$)، رواناب عمق ۱۰-۰ سانتی متر ($kg m^{-2}$)، دمای هوا (k) و دمای خاک (k) از نسخه‌های ۲/۰ و ۲/۱ محصولات GLDAS-NOAH با قدرت تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه به صورت ماهانه، برای دوره زمانی ژانویه سال ۲۰۰۰ میلادی تا دسامبر سال ۲۰۱۵ از سایت سازمان ناسا، با فرمت csv. دریافت و به منظور تبدیل واحد $kg m^{-2}$ ، به mm از ضریب $(\frac{100}{100})$ و برای تبدیل ثانیه به روز از ضریب ۸۶۴۰۰

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک و هیدرومتری

ایستگاه سینوپتیک	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	دوره مورد مطالعه (شمسی)	ایستگاه هیدرومتری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	دوره مورد مطالعه (شمسی)	مساحت (Km^2)	دوره مورد مطالعه (شمسی)
قزوین	۵۰/۰۳	۳۶/۲۴	۱۲۷۹/۲	۷۸-۷۹ تا ۹۳-۹۴	باراجین	۵۰/۰۴	۳۶/۳۳	۱۴۰۶	۷۹-۸۰ تا ۹۳-۹۴	۹۶	۷۹-۸۰ تا ۹۳-۹۴
معلم کلایه	۵۰/۲۹	۳۶/۲۷	۱۶۲۹/۲	۷۹-۸۰ تا ۹۳-۹۴	باغ کلایه	۵۰/۴۹	۳۶/۳۹	۱۲۲۲	۷۹-۸۰ تا ۹۳-۹۴	۶۹۵	۷۹-۸۰ تا ۹۳-۹۴
آوج	۴۹/۱۳	۳۵/۳۴	۲۰۳۴/۹	۷۸-۷۹ تا ۹۳-۹۴	تونل آوج	۴۹/۲۱	۳۵/۶۴	۱۷۴۲	۷۸-۷۹ تا ۹۳-۹۴	۳۱۰	۸۰-۸۱ تا ۹۳-۹۴

مدل GLDAS

و نسخه‌های قدیمی‌تر محصولات GLDAS-2 (قبل از اکتبر ۲۰۱۲) پارامترهای پایه ماهواره AVHRR مورد استفاده بوده است. شبیه‌سازی GLDAS-2.1 در ژانویه سال ۲۰۰۰ با استفاده از شروط شبیه‌سازی GLDAS-2.0 آغاز شد. در این شبیه‌سازی از آنالیزهای اتمسفری سازمان ملی اقیانوسی و جوی (NOAA) و سیستم جهانی اطلاعات زمین (GDAS)، برای آنالیزهای اتمسفری (دربر و همکاران، ۱۹۹۱)، از پایگاه داده پروژه بارش اقلیم جهانی (GPCP)، برای آنالیز بارش (ادلر و همکاران، ۲۰۰۳) و در نهایت از سیستم مدل سازی هواشناسی کشاورزی آژانس آب و هوای نیروی هوایی (AGRMETV) برای آنالیز تابش استفاده می‌شود.

تفاوت بین GLDAS-1 و GLDAS-2 چیست؟

منابع داده‌های ورودی مدل GLDAS-1 از سال ۱۹۷۹ تا حال حاضر چندین بار تغییر کرده است. در نتیجه، بواسطه داده‌های ورودی غیر مطمئن، روند غیر طبیعی در خروجی مدل ایجاد شده است. اطلاعات بیشتر در مورد داده‌های ورودی به مدل GLDAS-1 در آدرس <http://ldas.gsfc.nasa.gov/gldas/GLDASforcing.php> در دسترس است.

GLDAS-2 شامل دو مدل GLDAS2.0 و GLDAS2.1 است. هدف اصلی GLDAS2.0 استفاده از مجموعه داده‌های جهانی هواشناسی دانشگاه پرینستون به منظور ایجاد داده‌های قابل اطمینان در حوزه اقلیم شناسی است که در حال حاضر سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۰ را پوشش می‌دهد. GLDAS2.1 مشابه مدل GLDAS-1 است با این تفاوت که از داده‌های ترکیبی به روز شده‌ی GDAS، GPCP و مجموعه داده‌های تابش AGRMET استفاده می‌کند. داده‌های مدل GLDAS-2.0 برای سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۰ در دسترس می‌باشد در صورتی که داده‌های مدل GLDAS-2.1 از سال ۲۰۰۰ تا کنون با تاخیر یک ماهه در دسترس است و هر ماه به روز رسانی می‌شود.

تفاوت بین GLDAS-1 و GLDAS-2.1 چیست؟

مدل GLDAS-2.1 به عنوان جایگزین مدل GLDAS-1 تولید شده است. هدف اصلی GLDAS-2.1 تهیه خروجی‌های به روز از مدل جهانی سطح زمین با استفاده از داده‌های مشاهداتی به منظور حفظ روند بلند مدت تغییرات اقلیم تا حد امکان است. دو مشکل عمده در GLDAS-1 وجود داشته که در نسخه GLDAS-2 برطرف شده است.

در مطالعات هیدرولوژی جهانی، اقلیم و چرخه کربن، متغیرهای هیدرولوژیکی اهمیت ویژه‌ای دارند. با این وجود تولید این داده‌ها در مقیاس جهانی هنوز یک چالش بزرگ محسوب می‌شود. هدف از سیستم جمع‌آوری داده‌های زمین (LDAS^۱) تلفیق داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های مشاهداتی زمینی با استفاده از مدل‌های پیشرفته سطح زمین و تکنیک‌های جمع‌آوری داده‌ها به منظور تامین متغیرهای هیدرولوژیکی ورودی به مدل‌های هیدرولوژی و اقلیمی و تسهیل مدل‌سازی و پیش‌بینی است. داده‌های GLDAS در چارچوب نرم افزار سیستم اطلاعات زمین (LIS^۲) برای مدل‌سازی سطح زمین تولید می‌شوند. LIS توسط زیرگروه علوم هیدرولوژیکی در مرکز پرواز فضایی ناسا گودارد توسعه داده شده است. مدل GLDAS توسط مطالعات چرخه انرژی و آب ناسا (NEWS^۳) پشتیبانی می‌شود. تا به امروز، GLDAS قریب به ۴۰ سال (۱۹۷۹ تا کنون) داده‌های سری مکانی و زمانی سطح زمین را تولید کرده است.

مدل GLDAS 2

مدل GLDAS-2 نسخه به روز شده مدل GLDAS-1 می‌باشد. در حال حاضر تنها مدل GLDAS-2 در سایت Giovanni سازمان ناسا در دسترس می‌باشد. قدرت تفکیک زمانی محصولات مدل GLDAS-2 به صورت ۳ ساعته است. محصولات ماهانه از طریق میانگین‌گیری زمانی از محصولات ۳ ساعته تولید می‌شوند. مشخصات پایه مدل GLDAS-2 در جدول ۲ نشان داده شده است.

داده‌های مدل GLDAS-2.0 برای سال‌های اولیه شبیه‌سازی (۱ ژانویه ۱۹۴۸) با استفاده از داده‌های رطوبت خاک و سایر پارامترهای مدل کلیماتولوژی ۴ LSM شبیه‌سازی شده است. همچنین از داده‌های جهانی هواشناسی دانشگاه پرینستون به عنوان داده‌های ورودی مدل استفاده می‌شود (شفیلد و همکاران ۲۰۰۶). مدل از مجموعه داده‌های عمومی GLDAS برای ماسک آب زمین^۵ (MOD44W: Carroll et al., 2009)، برای ارتفاع به طور تلفیقی از Modified IGBP MODIS 20-category و GTOPO30 vegetation و برای بافت خاک از دیتاست Hybrid STATSGO/FAO استفاده می‌کند. از پارامترهای سطح زمین ماهواره MODIS در ورژن‌های اخیر محصولات GLDAS-2.0 و GLDAS-2.1 استفاده شده است. در حالی که در ورژن GLDAS-1

- 1 - Land Data Assimilation System
- 2 - Land Information System
- 3 - NASA Energy and Water cycle Study
- 4 - Land Surface climatology Model
- 5 - land water mask

6 - Global Precipitation Climatology Project
7 - AGRicultural METeorological modeling system

جدول ۲- مشخصات پایه مدل GLDAS-2

مشخصات	فهرست
۶۰° تا ۹۰° N	محدوده عرض جغرافیایی
۱۸۰° تا ۱۸۰° E	محدوده طول جغرافیایی
۰/۲۵° - ۱/۰°	قدرت تفکیک مکانی
۳ ساعته- ماهانه	قدرت تفکیک زمانی
GLDAS-2.0: ۱ ژانویه ۱۹۴۸ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۰	
GLDAS-2.1: ۱ ژانویه ۲۰۰۰ تا حال حاضر - ۱/۰ درجه	پوشش زمانی
۲۴ فوریه ۲۰۰۰ تا حال حاضر - ۰/۲۵ درجه	
۱۵۰ (lat) برای ۱/۰°	ابعاد
۱۴۴۰ (lon)	
۱۷۰° (lat) برای ۰/۲۵°	
(179.5W, 59.5S) برای داده‌های ۱/۰°	Origin (1st grid center)
(179.875W, 59.875S) برای داده‌های ۰/۲۵°	
NOAH 3.3	مدل‌های سطح زمین

جدول ۳- نام کوتاه، توضیحات و واحد هر یک از محصولات مدل GLDAS-2

نام کوتاه	توضیحات	واحد
Qs_acc	رواناب سطحی	kg m-2 s-1
Qsb_acc	رواناب زیرسطحی	kg m-2 s-1
SoilTMP0_10cm_inst	دمای خاک (۱۰-۰ سانتی‌متر)	K
SoilTMP10_40cm_inst	دمای خاک (۴۰-۱۰ سانتی‌متر)	K
SoilTMP40_100cm_inst	دمای خاک (۱۰۰-۴۰ سانتی‌متر)	K
SoilTMP100_200cm_inst	دمای خاک (۲۰۰-۱۰۰ سانتی‌متر)	K
PotEvap_tavg	تبخیر پتانسیل	W m-2
Rainf_f_tavg	بارش کل (مجموع باران و برف)	kg m-2 s-1
Tair_f_inst	دمای هوا	K

TRMM^۳، برای محصول بارش، اصلاح شده است. مشخصات محصولات مدل GLDAS-2 در جدول ۳ نشان داده شده است.

مفهوم P-value (سطح معنی داری)

از دیدگاه آمار محض p-value احتمال رد فرضیه صفر به شرط درست بودن آن بر اساس داده‌های مشاهده شده است. به عبارت ساده‌تر میزان شانس بودن اختلاف مشاهده شده از فرضیه صفر می‌باشد هر چه قدر این احتمال عددی کوچک‌تر باشد اعتماد ما به واقعی بودن اختلاف مشاهده شده بیشتر است. اکثر نرم افزارهای آماری به جای اینکه از آزمون‌ها را با توجه به مقدار آلفای که کاربر در نظر دارد انجام بدهند، عددی به نام p-value معروف به سطح معنی داری (که در جدول‌های خروجی نرم افزار SPSS آن را با عنوان significant level مشاهده می‌کنید) را محاسبه می‌کنند. با

اول اینکه در شار تابش طول موج بلند ورودی به زمین برآورد شده توسط نرم‌افزار AGRMET، خطوط گرادیان غیرطبیعی در نیم کره شمالی دیده می‌شد که عامل اصلی ایجاد خطا در این داده‌ها در سال‌های مشخصی بوده است و دوم اینکه یک تغییر چشمگیر در داده‌های بارش در مکان‌های خاصی وجود داشت که از سال ۲۰۰۹ آغاز شده بود. علاوه بر این مقایسه تابش و بارش GLDAS-1 نشان داده است که داده‌های تابش آن در مقایسه با پایگاه داده‌های دقیق بیلان تابش سطحی (SRB^۱)، خطای سیستماتیکی زیاد (استاکهوس و همکاران ۲۰۱۱) و داده‌های بارش GLDAS-1 در مقایسه با پایگاه داده بارش (GPCP^۲) خطای سیستماتیکی کمی دارد. خطاهای سیستماتیکی ذکر شده در نسخه GLDAS-2، با استفاده از پایگاه داده SRB، برای محصول تابش و پایگاه داده GPCP و ماهواره

1 - Surface Radiation Budget

2 - Global Precipitation Climatology Project

3 - Tropical Rainfall Measuring Mission

ضریب تبیین ۰/۹۹ برآورد شده است. لذا استفاده از نسخه GLDAS-2.0 برای سال‌های ماقبل ۲۰۱۰ (معادل با سال شمسی ۸۹-۸۸) نسبت به نسخه GLDAS-2.1 اولویت دارد. با توجه به تحقیقاتی که توسط فرجی و همکاران (۱۳۹۶) و ونگ و همکاران (۲۰۱۶) انجام شده است پارامترهای دمای هوا و دمای خاک مدل GLDAS همبستگی بسیار خوبی با داده‌های زمینی دارد ولی در مورد مقایسه GLDAS-2.0 و GLDAS-2.1 تحقیقی یافت نشد.

شکل‌های ۴ و ۵ به ترتیب نمودار همبستگی بین داده‌های میانگین ماهانه بارش و میانگین ماهانه تبخیر از سطح آب‌های آزاد حاصل از نسخه‌های GLDAS-2.0 و GLDAS-2.1 با داده‌های مشاهداتی ایستگاه قزوین را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود نسخه GLDAS-2.0 همبستگی بالاتری نسبت به داده‌های GLDAS-2.1 با داده‌های مشاهداتی دارد. لذا استفاده از داده‌های نسخه GLDAS-2.0 برای قبل از سال ۸۹-۸۸ نسبت به نسخه GLDAS-2.1 در شهر قزوین اولویت دارد.

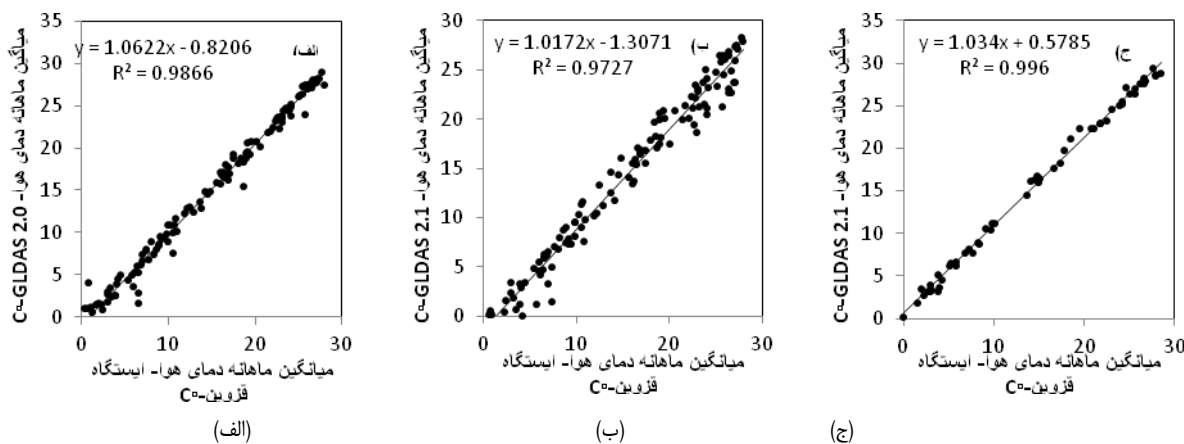
در شکل ۶ همبستگی حجم رواناب سالانه نسخه‌های ۲/۰ و ۲/۱ مدل GLDAS-2 با داده‌های مشاهداتی برای سال آبی ۸۰-۷۹ تا ۹۴-۹۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از همبستگی بالاتر داده‌های مدل GLDAS-2.0 ($R^2=0/49$) نسبت به مدل GLDAS-2.1 ($R^2=0/42$) با داده‌های مشاهداتی است. همانطور که در نمودار "ج" مشاهده می‌شود، برای سال آبی ۹۰-۸۹ تا ۹۴-۹۳ مقدار ضریب تبیین ۰/۱۲ محاسبه شده که حاکی از عدم همبستگی داده‌های مدل GLDAS-2.1 با داده‌های زمینی برای سال‌های مذکور می‌باشد.

این کار اختیار تصمیم‌گیری به کاربر محول می‌شود. اگر فرض کنیم شما می‌خواهید آزمونی را در سطح ۹۵ درصد انجام دهید (یعنی آلفا ۵ درصد باشد)، حالا به p-value نگاه می‌کنیم. اگر کمتر از ۵ درصد باشد، فرض صفر رد می‌شود و اگر بیشتر باشد فرض صفر رد نمی‌شود.

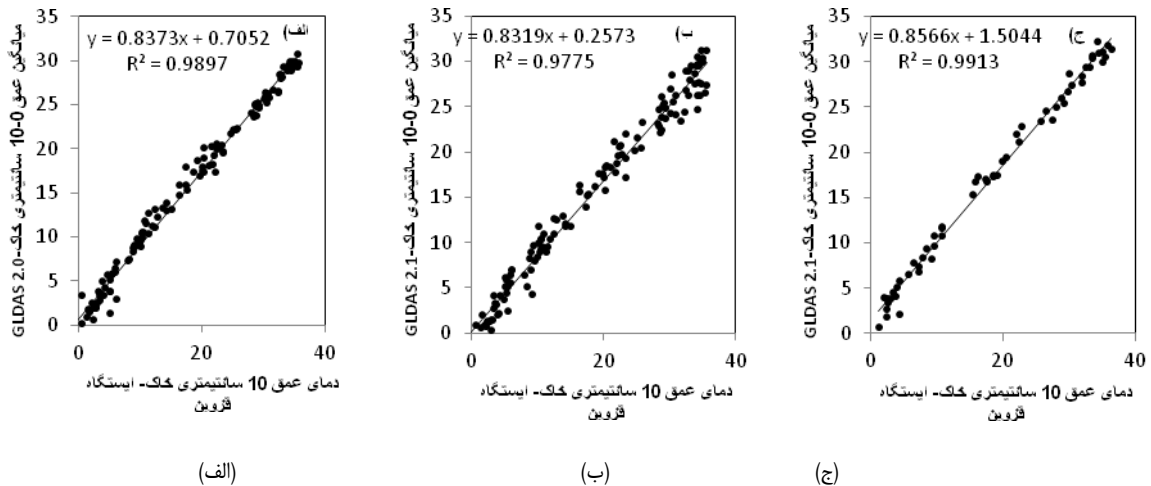
نتایج و بحث

میانگین ماهانه دمای هوا ($^{\circ}\text{C}$)، دمای خاک ($^{\circ}\text{C}$)، بارش (mm)، تبخیر از سطح آب‌های آزاد (mm) و همچنین حجم رواناب سالانه (MCM) حاصل از نسخه‌های ۲/۰ و ۲/۱ مدل GLDAS با داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های سینوپتیک و هیدرومتری مقایسه شد. همان‌طور که در شکل‌های ۲ تا ۵ مشاهده می‌شود: سری شکل‌های "الف)" مقایسه داده‌های مشاهداتی و داده‌های نسخه GLDAS-2.0 برای ۱۱ سال (۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹)، "ب)" مقایسه داده‌های مشاهداتی و داده‌های نسخه GLDAS-2.1 برای ۱۱ سال (۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹) و "ج)" مقایسه داده‌های مشاهداتی و داده‌های نسخه GLDAS-2.1 برای ۵ سال (۹۳-۹۴ تا ۸۹-۹۰) را به تفکیک پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، بارش و تبخیر از سطح آب‌های آزاد نشان می‌دهند.

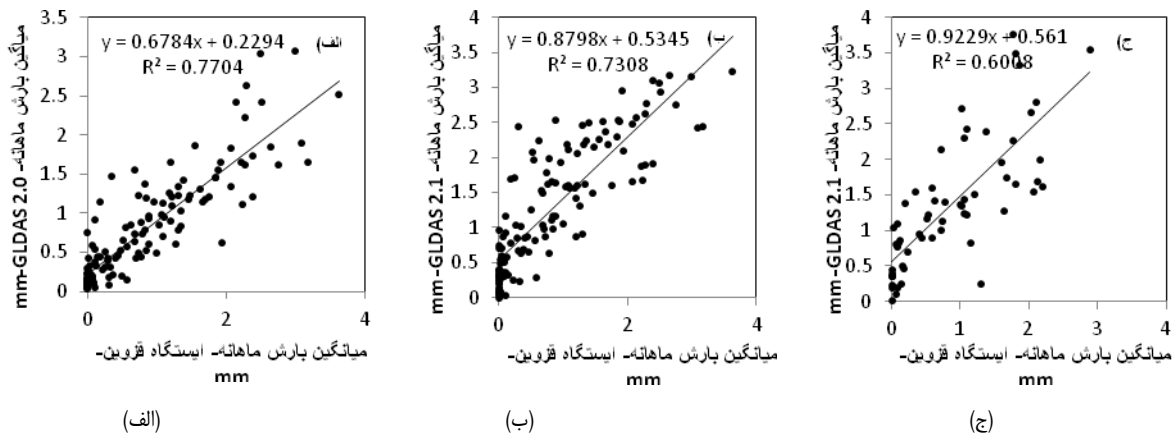
همان‌طور که در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود (نمودارهای الف و ب) دمای هوا و دمای خاک حاصل از نسخه GLDAS-2.0 همبستگی بالاتری با داده‌های مشاهداتی نسبت به داده‌های GLDAS-2.1 دارد و در نمودارهای "ج" که نشان دهنده مقایسه داده‌های GLDAS-2.1 و داده‌های مشاهداتی برای ۵ سال می‌باشد،



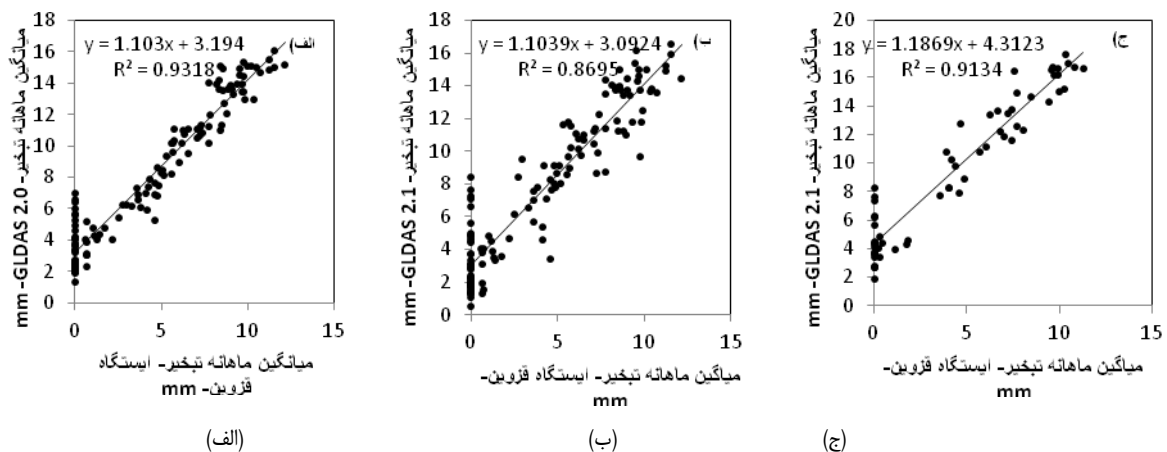
شکل ۲- نمودار همبستگی میانگین ماهانه دمای هوای ایستگاه قزوین ($^{\circ}\text{C}$): الف) مدل GLDAS 2.0 - سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ب) GLDAS-2.1 - سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ج) GLDAS-2.1 - سال ۹۳-۹۴ تا ۸۹-۹۰.



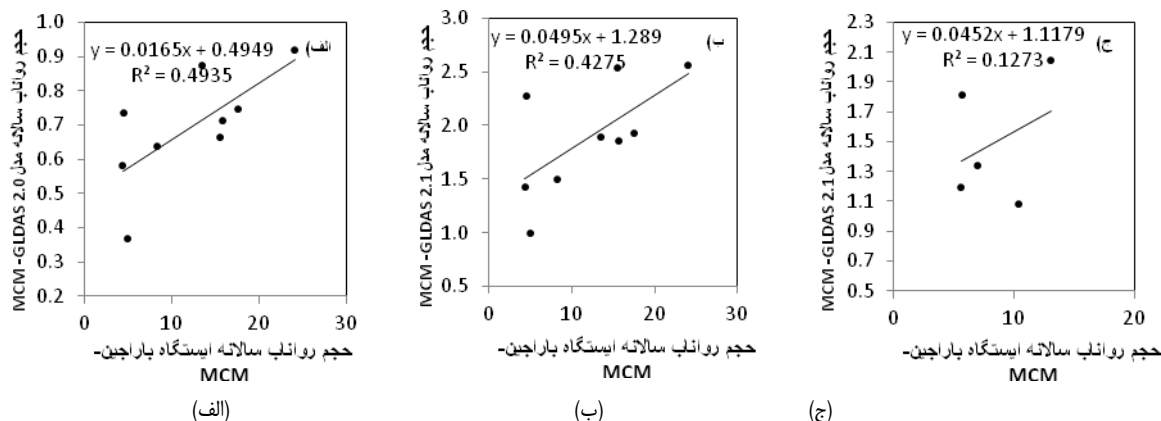
شکل ۳- نمودار همبستگی میانگین ماهانه دمای خاک ایستگاه قزوین (°C): الف) مدل GLADS 2.0- سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ب) GLDAS-2.1- سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ج) GLDAS-2.1- سال ۹۳-۹۴ تا ۹۰-۸۹.



شکل ۴- نمودار همبستگی میانگین بارش ماهانه ایستگاه قزوین (mm): الف) مدل GLADS 2.0- سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ب) GLDAS-2.1- سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ج) GLDAS-2.1- سال ۹۳-۹۴ تا ۹۰-۸۹.



شکل ۵- نمودار همبستگی میانگین تبخیر از سطح آب‌های آزاد ماهانه ایستگاه قزوین (mm): الف) مدل GLADS 2.0- سال ۸۹-۸۸، ب) GLDAS-2.1- سال ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹، ج) GLDAS-2.1- سال ۹۳-۹۴ تا ۹۰-۸۹.



شکل ۶- نمودار همبستگی حجم رواناب سالانه ایستگاه باراجین (MCM) با: الف) مدل GLDAS-2.0- سال آبی ۸۰-۷۹ تا ۸۹-۸۸، ب) GLDAS-2.1- سال آبی ۸۰-۷۹ تا ۸۹-۸۸، ج) GLDAS-2.1- سال آبی ۹۰-۸۹ تا ۹۴-۹۳

نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۵ ضرایب تبیین حاصل از مقایسه همبستگی داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری باغ کلایه و تونل آوج (از نظر موقعیت مکانی نزدیک به ایستگاه‌های سینوپتیک معلم کلایه و آوج می‌باشند) با داده‌های مدل GLDAS-2 را نشان می‌دهد. در این جدول نیز نتایج مشابه جدول ۴ بدست آمده است. در ایستگاه باغ کلایه که نزدیک ایستگاه سینوپتیک معلم کلایه می‌باشد، داده‌های مدل GLDAS-2.0 (R2=۰/۵۵) همبستگی بالاتری نسبت به داده‌های مدل GLDAS-2.1 (R2=۰/۲۷) با داده‌های مشاهداتی دارد در صورتی که در ایستگاه تونل آوج داده‌های مدل GLDAS-2.0 (R2=۰/۱۳) همبستگی پایین‌تری نسبت به داده‌های مدل GLDAS-2.0 (R2=۰/۱۶) با داده‌های مشاهداتی دارد. برای پارامتر رواناب نیز همانند بارش در ایستگاه معلم کلایه ضریب تبیین بالاتری نسبت به ایستگاه آوج محاسبه شده است که حاکی از همبستگی داده‌های رواناب و بارش می‌باشد

ضرایب تبیین حاصل از مقایسه همبستگی پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، تبخیر از سطح آب‌های آزاد و بارش داده‌های مشاهداتی و داده‌های نسخه‌های GLDAS-2.0 و GLDAS-2.1 برای ایستگاه‌های آوج و معلم کلایه در جدول ۴ نشان داده شده است. در این دو ایستگاه داده‌های دمای خاک ثبت نشده است. نتایج نشان دهنده برتری داده‌های نسخه GLDAS-2.0 نسبت به GLDAS-2.1 برای سال‌های ماقبل ۲۰۱۰ (معادل سال شمسی ۸۹-۸۸) در ایستگاه معلم کلایه می‌باشد ولی در ایستگاه آوج داده‌های بارش حاصل از مدل GLDAS-2.1 همبستگی بالاتری نسبت به مدل GLDAS-2.0 با داده‌های مشاهداتی دارند.

با توجه به اینکه ایستگاه آوج یک منطقه کاملاً کوهستانی می‌باشد لذا ممکن است دلیل اصلی تفاوت نتایج در این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها کوهستانی بودن منطقه باشد. ارتفاع از سطح دریا در ایستگاه آوج ۲۰۳۴/۹ و در ایستگاه‌های معلم کلایه و قزوین به ترتیب ۱۶۲۹/۲ و ۱۲۷۹/۲ متر است. امیدوی و همکاران (۱۳۹۰)

جدول ۴- ضرایب تبیین حاصل از مقایسه داده‌های مشاهداتی و داده‌های نسخه‌های GLDAS-2.0 و GLDAS-2.1

ایستگاه معلم کلایه		ایستگاه آوج			
دمای هوا	تبخیر از سطح آب‌های آزاد	بارش	دمای هوا	تبخیر از سطح آب‌های آزاد	بارش
GLDAS-2.0					
۰/۹۷	۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۹۸	۰/۸۸	۰/۵۹
آوج: سال ۸۸-۸۹ تا ۷۹-۷۸					
معلم کلایه: تیر ماه ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۸۰					
GLDAS-2.1					
۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۶۶	۰/۹۸	۰/۸۵	۰/۶۱
آوج: سال ۸۸-۸۹ تا ۷۹-۷۸					
معلم کلایه: تیر ماه ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۸۰					
GLDAS-2.1					
۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۵۱	۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۵۲
سال ۸۹-۹۰ تا ۹۳-۹۴					

جدول ۵- ضرایب تبیین حاصل از مقایسه داده‌های مشاهداتی رواناب و داده‌های نسخه‌های GLDAS-2.1 و GLDAS-2.0

ایستگاه باغ کلایه	ایستگاه تونل آوج	
GLDAS-2.0		
۰/۵۵	۰/۱۳	آوج: سال آبی ۸۰-۸۱ تا ۸۸-۸۹ معلم کلایه: سال آبی ۸۰-۷۹ تا ۸۸-۸۹
GLDAS-2.1		
۰/۳۷	۰/۱۶	آوج: سال آبی ۸۰-۸۱ تا ۸۸-۸۹ معلم کلایه: سال آبی ۸۰-۷۹ تا ۸۸-۸۹
GLDAS-2.1		
۰/۰۵	۰/۰۲	سال آبی ۸۹-۹۰ تا ۹۳-۹۴

داده‌های مدل GLDAS-2.0 رویت می‌شود، در صورتی که در جدول ۴ و ۵ مشاهده شد که داده‌های تبخیر از سطح آب‌های آزاد و رواناب مدل GLDAS-2.0 همبستگی بالاتری نسبت به داده‌های مدل GLDAS-2.1 با داده‌های زمینی دارد. در داده‌های مجموع رواناب سالانه مدل GLDAS-2 به شدت کم برآورد مشاهده می‌شود ولی مقدار آن در مدل GLDAS-2.0 بیشتر از مدل GLDAS-2.1 می‌باشد و لذا بیشتر بودن مقدار MAE، RMSE و MBE در داده‌های مدل GLDAS-2.0 نسبت به مدل GLDAS-2.1 قابل توضیح می‌باشد.

به منظور بررسی دقیق‌تر نتایج از ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای اریبی (MBE) و میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شد که نتایج آن به تفکیک ایستگاه‌ها، در جدول ۶ نشان داده شده است. ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، بارش و تبخیر از سطح آب‌های آزاد بر حسب میانگین ماهانه و برای رواناب به صورت مجموع سالانه محاسبه شده است. برای پارامترهای دمای هوا، دمای خاک و بارش (به جز ایستگاه آوج) در مدل GLDAS-2.0 خطای کمتری نسبت به مدل GLDAS-2.1 مشاهده می‌شود. در داده‌های تبخیر از سطح آب‌های آزاد و رواناب مدل GLDAS-2.1 خطای کمتری نسبت به

جدول ۶- آنالیز آماری داده‌های پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، بارش، تبخیر از سطح آب‌های آزاد و رواناب به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه آوج - تونل آوج			ایستگاه معلم کلایه - باغ کلایه			ایستگاه قزوین - باراجین			
سال‌های ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹			سال‌های ۸۸-۸۹ تا ۷۹-۸۰			سال‌های ۸۸-۸۹ تا ۷۸-۷۹			
RMSE	MBE	MAE	RMSE	MBE	MAE	RMSE	MBE	MAE	
۲/۱۵	-۱/۴۸	۱/۵۶	۲/۶۹	-۱/۹	۲/۱۲	۱/۲۲	۰/۰۹	۰/۸۸	دمای هوا (°C)
-	-	-	-	-	-	۳/۴۸	-۲/۱	۲/۵۶	دمای خاک (°C)
۰/۷۵	-۰/۲۷	۰/۴۶	۰/۶۴	-۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۴۳	-۰/۰۴	۰/۳	بارش (mm)
۳/۰۵	۲/۶۸	۲/۷۲	۳/۵	۳/۱۹	۳/۱۹	۳/۸۵	۳/۶۴	۳/۶۴	تبخیر از سطح آب-های آزاد (mm)
۳۳/۴	-۳۰/۸۸	۳۰/۸۸	۲۹۱/۲۵	-۲۷۶/۴۷	۲۷۶/۴۷	۱۲/۳۶	-۱۰/۴۶	۱۰/۴۶	رواناب (MCM)

۲/۵۳	-۲/۰۴	۲/۰۶	۳/۶	-۳/۲	۳/۲۲	۱/۸۴	-۱/۰۵	۱/۳۶	دمای هوا (°C)
-	-	-	-	-	-	۴	-۲/۶۴	۳	دمای خاک (°C)
۰/۶۸	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۶۸	۰/۳۶	۰/۵۱	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۵	بارش (mm)
۲/۹۸	۲/۴۸	۲/۵۲	۲/۷	۲/۲۹	۲/۳۲	۳/۹۴	۳/۵۴	۳/۵۶	تبخیر از سطح آب-های آزاد (mm)
۳۱/۲۶	-۲۸/۷۶	۲۸/۷۶	۲۸۲/۷	-۲۶۷/۹۳	۲۶۷/۹۳	۱۱/۲۹	-۹/۲۸	۹/۲۸	رواناب (MCM)

تبخیر حاصل از مدل GLDAS2.0 و GLDAS2.1، وجود ندارد ($P < 0.05$). در صورتی که بین داده‌های بارش و رواناب حاصل از مدل GLDAS2.0 با GLDAS2.1، اختلاف معنی داری وجود دارد ($P > 0.05$). بررسی مقادیر میانگین محاسبه شده برای پارامترهای

برای بررسی دقیق‌تر داده‌های حاصل از مدل GLDAS2.0 و GLDAS2.1 از آزمون تی استیودنت مستقل استفاده شد. نتایج آن در جدول ۷ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، هیچ‌گونه اختلاف معنی داری بین داده‌های دمای خاک، دمای هوا و

GLDAS2.0 نسبت به داده‌های GLDAS2.1 کم برآورد مشاهده می‌شود.

مختلف حاکی از آن است که به طور کلی در پارامترهای دمای هوا و خاک و همچنین تبخیر حاصل از GLDAS2.0 نسبت به داده‌های GLDAS2.1 بیش برآورد و در پارامترهای بارش و رواناب حاصل از

جدول ۷- نتایج آزمون تی استیودنت حاصل از مقایسه GLDAS2.0 و GLDAS2.1 به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه

		ایستگاه قزوین - باراجین			ایستگاه معلم کلاویه - باغ کلاویه			ایستگاه آوج - تونل آوج					
		دمای هوا	تبخیر	بارش	رواناب	دمای هوا	تبخیر	بارش	رواناب	دمای هوا	تبخیر	بارش	رواناب
سطح معنی داری (P)		۰/۳۱	۰/۶۵	۰/۸۶	۰/۰۰۰	۰/۲۷	۰/۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۳	۰/۷۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
مقدار t		۱	۰/۴۵	۰/۱۷	-۴/۷۸	-۷/۱۲	۱/۰۹	۱/۶۲	-۴/۶۵	-۷/۱۹	۰/۳۷	-۳/۱۸	-۴/۲۲
GLDAS2	میانگین	۱۴/۷۹	۱۵/۹۶	۸/۰۲	۰/۷۹	۰/۶۷	۱۱/۸۲	۷/۲۵	-۱/۸۲	۱/۰۳	۹/۱۹	۶/۹۲	۰/۵۴
GLDAS2.1		۱۳/۶۴	۱۵/۴۱	۷/۹۳	۱/۳۷	۱/۸۶	۱۰/۵	۶/۳۶	۱/۳۳	۹/۵۷	۸/۶۳	۶/۷۲	۲/۷۹

همبستگی محاسبه شده، به جز پارامتر رواناب ایستگاه آوج، در سایر ایستگاه‌ها مقدار ضریب همبستگی بیش از ۰/۵ می‌باشد. لذا معنی دار شدن اختلاف بین داده‌های مدل GLDAS و داده‌های مشاهداتی حاکی از آن است که در داده‌های حاصل از مدل GLDAS نسبت به داده‌های مشاهداتی بیش برآورد و یا کم برآورد وجود دارد ولی مدل GLDAS روند تغییرات پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، تبخیر از سطح آزاد آب‌ها و همچنین بارش را به خوبی نشان می‌دهد. در مورد پارامتر رواناب، به جز در ایستگاه تونل آوج، در سایر ایستگاه‌ها همبستگی نسبتاً خوبی را نشان می‌دهد.

به منظور بررسی داده‌های حاصل از مدل GLDAS2.0 و GLDAS2.1 با داده‌های مشاهداتی از آزمون تی استیودنت زوجی استفاده شد. نتایج آن در جدول ۸ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بین داده‌های دمای هوا و بارش حاصل از مدل GLDAS2.0 و داده‌های مشاهداتی ایستگاه قزوین و همچنین داده‌های بارش حاصل از مدل GLDAS2.1 و داده‌های مشاهداتی ایستگاه آوج، هیچگونه اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P < 0.05$). در صورتی که بین سایر پارامترهای حاصل از مدل GLDAS2.0 و GLDAS2.1 با داده‌های مشاهداتی در هر سه ایستگاه، اختلاف معنی داری وجود دارد ($P > 0.05$). در حالی که با توجه به ضرایب

جدول ۸- نتایج آزمون تی استیودنت حاصل از مقایسه GLDAS2.0 و GLDAS2.1 با داده‌ای مشاهداتی به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه

		GLDAS2.0			GLDAS2.1				
		سطح معنی داری (P)	مقدار t	ضریب همبستگی	سطح معنی داری (P)	مقدار t	ضریب همبستگی		
ایستگاه قزوین - باراجین		۰/۳۸	-۰/۸۷	۰/۹۹	۰/۰۰۱	۳/۲۵	۰/۹۸	دمای هوا	
		۰/۰۰۰	۱۱/۹۷	۰/۹۹	۰/۰۰۰	۱۲/۸۶	۰/۹۸	دمای خاک	
		۰/۰۰۰	-۳۳/۷۳	۰/۹۶	۰/۰۰۰	-۳۰/۲۱	۰/۹۲	تبخیر	
		۰/۲۸	۱/۰۷	۰/۸۷	۰/۰۰۰	-۱۲/۱۵	۰/۸۳	بارش	
		۰/۰۰۱	-۴/۷۴	۰/۷۴	۰/۰۰۰	۵/۶۴	۰/۶۲	رواناب	
ایستگاه معلم کلاویه - باغ کلاویه		۰/۰۰۰	۱۰-۵۳	۰/۹۸	۰/۰۰۰	۲۰/۲۲	۰/۹۸	دمای هوا	
		۰/۰۰۰	۲۳/۳۶	۰/۹۵	۰/۰۰۰	-۲۲/۶۵	۰/۹۱	تبخیر	
		۰/۰۰۰	-۴/۳۶	۰/۸۶	۰/۰۰۰	-۴/۵۹	۰/۷۸	بارش	
		۰/۰۰۰	-۹/۰۵	۰/۷۴	۰/۰۰۰	۱۱/۷	۰/۵۱	رواناب	
ایستگاه آوج - تونل آوج		۰/۰۰۰	-۹/۵۳	۰/۹۸	۰/۰۰۰	۱۳/۳۷	۰/۹۸	دمای هوا	
		۰/۰۰۰	۲۱/۱۶	۰/۹۴	۰/۰۰۰	-۲۲/۸۲	۰/۹۲	تبخیر	
		۰/۰۰۰	-۴/۱۷	۰/۶۴	۰/۱۷	-۱/۳۶	۰/۷۷	بارش	
		۰/۰۰۰	۶/۹۶	۰/۳۶	۰/۰۰۰	۷/۴۲	۰/۵۴	رواناب	

P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, D. Bolvin, A. Gruber, J. Susskind, P. Arkin, E. Nelkin 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *J. Hydrometeor.*, 4:1147-1167.

Bi, H., Ma, J., Zheng, W and Zeng, J. 2016. Comparison of soil moisture in GLDAS model simulations and in situ observations over the Tibetan Plateau. *Journal Of Geophysical and Atmospheres*. 121(6): 2658-2678.

Carroll, ML., Townshend, JR., DiMiceli, CM., Noojipady, P and Sohlberg, RA. 2009. A new global raster water mask at 250 m resolution. *International Journal of Digital Earth*. 2(4): 291-308.

Fangl, H., Beaudoin, H., Rodell, M., Tengl, W., and Vollmer, B. 2009. Global land data assimilation (GLDAS) products, services and application from nasa hydrology data and information services center (HDISC). ASPRS 2009 Annual Conference Baltimore, Maryland March 8-13.

Kumar, S. V., C. D. Peters-Lidard, Y. Tian, P. R. Houser, J. Geiger, S. Olden, L. Lighty, J. L. Eastman, B. Doty, P. Dirmeyer, J. Adams, K. Mitchell, E. F. Wood and J. Sheffield, 2006. Land Information System - An Interoperable Framework for High Resolution Land Surface Modeling. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 21, 1402-1415.

Real-Rangel, R., Pedrozo-Acuna, A., Brena-Naranjo, J., and Alcocer-Yamanaka, V. 2017. Evaluation of the Hydroclimatological Variables Derived from GLDAS-1, GLDAS-2 and MERRA-2 in MEXICO. E-proceedings of the 37th IAHR World Congress August 13 - 18, 2017 - Kuala Lumpur, Malaysia

Rodell, M., Houser, PR., Jambor, U., Gottschalck, J., Mitchell, K., Meng, CJ., Arsenault, K., Cosgrove, B., Radakovich, J., Bosilovich, M., Entin, JK., Walker, JP and Lohmann, D. 2004. The Global Land Data Assimilation System. *Bulletin of the American Meteorological Society* 85(3): 381-394.

Rui, H and Beaudoin, H. 2016. Readme document for Global Land Data Assimilation System version 2 (GLDAS-2). Natural Aeronautics and Space Administration.

بنا به تحقیقات فنگ و همکاران (۲۰۰۹)، رویل و همکاران (۲۰۱۲)، ونگ و همکاران (۲۰۱۱) و فرجی و همکاران (۲۰۱۴)، اگرچه در مقادیر بدست آمده از پارامترهای بارش، رواناب و دمای حاصل از مدل GLDAS با داده‌های زمینی اختلاف‌هایی وجود دارد ولی روند تغییرات به خوبی شبیه‌سازی شده‌اند لذا در مناطق فاقد آمار جایگزین مناسبی برای داده‌های زمینی می‌باشند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر مدل GLDAS-2.0 برآورد مناسبی از پارامترهای دمای هوا، دمای خاک، بارش و تبخیر از سطح آب‌های آزاد در استان قزوین دارد ولی برای پارامتر بارش در شهرستان آوج استفاده از مدل GLDAS-2.1 نسبت به مدل GLDAS-2.0 برتری دارد. در پارامتر مجموع رواناب سالانه در شهرستان‌های قزوین ($R^2=0/55$) و معلم کلایه ($R^2=0/49$) همبستگی بالاتری در داده‌های مدل GLDAS-2.0 نسبت به GLDAS-2.1 مشاهده می‌شود (جدول ۵) ولی با توجه به خطای بالای داده‌های GLDAS (جدول ۶) و کم برآوردی که در این داده‌ها مشاهده می‌شود جز در مناطق صعب العبور و یا فاقد آمار پیشنهاد نمی‌شود. همان‌طور که مشاهده شد به طور کلی داده‌های مدل GLDAS-2.0 نسبت به داده‌های GLDAS-2.1 دقت بالاتری دارند ولی با توجه به اینکه داده‌های مدل GLDAS-2.1 به صورت ماهانه به روزرسانی و اصلاح می‌شود لذا انجام تحقیق حاضر به صورت ۶ ماه یکبار پیش از استفاده از داده‌های مدل سطح زمین GLDAS-2 پیشنهاد می‌شود.

منابع

امیدی، س.، خداقلی، م.، منتظری، م.، ۱۳۹۰. بررسی مکانی رابطه بارش با ارتفاع در حوضه کرخه، یازدهمین کنگره جغرافیادانان ایران، تهران، انجمن جغرافیایی ایران، دانشگاه شهید بهشتی.

فرجی، ز.، کاویانی، ع.، شکیبیا، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی داده‌های تبخیر-تعرق، بارش و دمای هوای حاصل از مدل سطح زمین (GLDAS) با استفاده از داده‌های مشاهداتی در استان قزوین. ۲۴، ش ۳، ص ۲۸۳-۲۹۷

فرجی، ز.، وظیفه دوست، م.، شکیبیا، ع.، کاویانی، ع. و فخارزاده، م. ۱۳۹۳. ارزیابی محصولات بارش، دما و رطوبت از مدل سطح زمین GLDAS در استان خراسان رضوی. دومین همایش مدیریت آب در مزرعه.

Adler, R.F., G.J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro,

- LM. 2011. 24.5-year SRB data set released. GEWEX News 21:10–12.
- Wang, F., Wang, L., Koike, T., Zhou, H., Yang, K., Wang A., and Li, W. 2011. Evaluation and application of a fine-resolution global data set in a semiarid mesoscale river basin with a distributed biosphere hydrological model. *Journal of geophysical research*. 116: D21. doi: 10.1029/2011JD015990
- Wang, W., Wei, C., Wang, X., and X, Chen. 2016. Evaluation of GLDAS-1 and GLDAS-2 Forcing Data and Noah Model Simulations over China at the Monthly Scale. *Journal of Hydrometeorology*. 17(11): 2815-2833.
- Rui1, H., Teng, W., Vollmer, B., Mocko, D.M., Beaudoin, H.K., Whiteaker, T., Valentine, D., Maidment, D., and Hooper, R. 2012. New and Improved GLDAS data sets and data services at NASA GES DISC. Hydrology Data Holdings Portal Land Data Assimilation System. 4th WCRP May 7 – 11.
- Sheffield, J., Goteti, G, and Wood, E. 2006. Development of a 50-yr high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. *Journal of Climate*. 19 (13):3088-3111.
- Stackhouse, PW., Gupta, SK., Cox, SJ., Zhang, T., Mikovitz, JC and Hinkelman,

Assessment of water balance components of GLDAS-2 and GLDAS-2.1 in Qazvin province

Z. Faraj^{1*}, A. Kaviani²

Received: Feb.04, 2019

Accepted: Apr.30, 2019

Abstract

Due to problems such as human error, financial problems, lack of access to all areas of interest and atmospheric problems in recorded meteorological data, need to access to remote sensing models mentioned problems to solve and give users high accurate data is undeniable. The Global Land Data Assimilation System (GLDAS) is an important data source for global water cycle research. Using ground-based measurements GLDAS-2 has two components: one forced entirely with the Princeton meteorological forcing data (GLDAS-2.0), and the other forced with a combination of model and observation based forcing datasets (GLDAS-2.1). In this research, GLDAS-2 model and two components of it have been studied. This paper aims at evaluating data, air temperature, soil temperature, rainfall, runoff and evaporation potential of two components of GLDAS-2 by data of synoptic stations and hydrometric observations were carried out. The results showed that in Qazvin station, air temperature and soil temperature, precipitation and evaporation potential of the model GLDAS with a coefficient of 0.9, 0.7 and 0.8 as well as total annual volume of runoff data of GLDAS model in Barajin stations and Bagh Kalaye station with a coefficient of determination 0.49 and 0.55 have a good correlation with the observed data. The results show that the current temperature data, runoff, evaporation potential and precipitation (except Avaj station) of GLDAS-2.0 model have more accurate than the GLDAS-2.1 model. Given that the accuracy of the model GLDAS in the mountainous region of Avaj is lower than other areas so it may be because it is the local climate and altitude (2034.9) more than other areas. Finally, due to the low accuracy of runoff data from the GLDAS model, using it in estimating the amount of flood runoff is not recommended.

Keywords: Land surface model (GLDAS), Potential evaporation, Precipitation, Runoff, Temperature

1- PhD. Student, Department. of Water Engineering Science, , Imam Khomeini International University

2- Assistant Professor., Department. of Water Engineering Science, Imam Khomeini International University

(*Corresponding Author Email: zfaraji9101@gmail.com)