

## بررسی داده‌های واداشت هواشناسی GLDAS1 و تصحیح انحراف داده‌های بارش برای کاربرست در مدل‌های سطح خشکی (مطالعه موردی: حوضه نیشابور)

سمیرا میرشفیعی<sup>۱</sup>، حسین انصاری<sup>۲\*</sup>، کامران داوری<sup>۳</sup>، علی نقی ضیایی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۳

### چکیده

در بسیاری از مطالعات اقلیمی، مدل‌های سطح خشکی با داده‌های هواشناسی واداشت<sup>۵</sup> می‌شوند و تلاشی برای بررسی کیفیت آن‌ها صورت نمی‌گیرد. هدف از این مطالعه ارزیابی داده‌های واداشت هواشناسی پایگاه<sup>۶</sup> GLDAS1 به کمک مشاهدات و کاربرست روش تصحیح انحراف برای آن‌ها است. داده‌های بارش تصحیح شده در مطالعه دیگری به عنوان ورودی مدل سطح خشکی Noah-MP خواهد بود. مشاهدات برای حوضه نیشابور با دقت زمانی یک روزه و برای سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ به مدت ۱۰ سال و از چهارده ایستگاه باران‌سنجی و تبخیرسنجی و یک ایستگاه سینوپتیک موجود در این حوضه جمع‌آوری شد. متغیرهای روزانه دما، رطوبت نسبی، طول موج کوتاه خورشیدی و فشار هوا به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۷، ۰/۷۴ و ۰/۶ تطابق خوبی با مشاهدات داشتند. داده‌های بارش GLDAS1 برای بیش‌تر این حوضه بارشی کم‌تر از مشاهدات را ارائه داد. بارش با همسان کردن میانگین و ضریب تغییرات<sup>۷</sup> داده‌های پایگاهی با داده‌های مشاهداتی تصحیح شد. نتایج حاصل از به کارگیری روش تصحیح، رضایت‌بخش بود به طوری که اختلاف میانگین بارش روزانه بین داده‌های پایگاهی با داده‌های مشاهداتی به طور موثری و به مقدار ۰/۰۴۸ میلی‌متر کاهش یافت. همچنین همبستگی بین تعداد روزهای مرطوب (بارش بیش‌تر از ۰/۳ میلی‌متر) در داده‌های مشاهداتی با داده‌های پایگاهی تصحیح شده نسبت به قبل از تصحیح، از مقدار ۱/۱۷- به مقدار ۰/۹۳ بهبود داشت و خودهمبستگی مرتبه یک در داده‌های مشاهداتی با داده‌های تصحیح شده نسبت به داده‌های تصحیح نشده بهتر است و از مقدار ۲/۴- به مقدار ۰/۴۱ رشد کرد. تصحیحات در فاصله ۹ مهر تا ۱۰ اسفند برای بارش بیش‌ترین مقدار را داشت و روش به کار گرفته شده در فاصله ۱۱ اردیبهشت تا ۸ مهر تقریباً به طور کامل انحراف را برطرف کرد.

واژه‌های کلیدی: بارش، تصحیح انحراف، حوضه نیشابور، مدل GLDAS

### مقدمه

انجام می‌دهند و قادرند از خروجی مدل‌های اقلیمی-منطقه‌ای از جمله تابش خورشیدی، سرعت باد و رطوبت مخصوص استفاده کنند. هدف اصلی این مدل‌ها ارائه شرایط سطح خشکی در مدل‌های اقلیمی و مدل‌های عددی پیش‌بینی هوا است. کلین و همکاران اثرات تغییر اقلیم را بر حوضه راین توسط مدل WaSiM-ETH که با خروجی مدل اقلیمی منطقه‌ای واداشت شده بود، بررسی کردند (Kleinn et al., 2005). هارکمنز و همکاران به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دینامیک جریان حوضه راین با استفاده از مدل VIC و تحت سناریوهای مختلف پرداختند (Hurkmans et al., 2009).

مدل‌های هیدرولوژیکی توزیعی<sup>۸</sup> و مدل‌های سطح خشکی<sup>۹</sup>، از جمله مدل‌هایی هستند که به داده‌های واداشت هواشناسی صحیح و با دقت زمانی و مکانی بالا نیاز دارند اما این داده‌ها معمولاً به صورت مشاهداتی در دسترس نیستند و اطمینان به خروجی این گونه مدل‌ها

مدل‌های هیدرولوژیکی ابزاری مهم برای پیش‌بینی تولید جریان در حوضه رودخانه در سراسر جهان هستند. بسیاری از هیدرولوژیست‌ها از این مدل‌ها برای مطالعات اثرات اقلیمی استفاده می‌کنند. یک دسته از مدل‌های هیدرولوژیکی مدل‌های توزیعی مکانی هستند. این مدل‌ها تبخیر و تعرق را با شبیه‌سازی هم‌زمان برقراری تعادل آب و انرژی

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(\*- نویسنده مسئول: Email: ansary@um.ac.ir)

5 - lateral boundary forcing data

6-Global Land Data Assimilation System Version1

7-Coefficient of Variation (CV)

8 -Distributed Hydrologic Model (DHM)

9 - Land Surface Models

تحت آبیاری (Romagura et al., 2012) و توسعه شاخص خشکی برای مشخص کردن مناطق خشک (Ghazanfari et al., 2013) کاربرد دارد. همچنین محصولات این سیستم برای استفاده در مدل‌های هیدرولوژیکی، مدل‌های سطح خشکی، اقلیمی و مدل‌های هواشناسی در دسترس قرار دارند.

فرجی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی در دشت نیشابور به ارزیابی اجزای بیلان آب سطحی با استفاده از مدل GLDAS پرداختند. به این منظور مقدار دما، بارش و رطوبت به دست آمده از GLDAS را با میزان نظیرش در دو ایستگاه تبخیرسنجی فدیسه و چهارباغ و به مدت دو سال مقایسه کردند. بر اساس نتایج این پژوهش، دمای روزانه، بارش و رطوبت ماهانه همبستگی خوبی با داده‌های مشاهداتی داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب همبستگی بین متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت هوا برای ایستگاه چهارباغ به ترتیب برابر با ۰/۹۸۴۵، ۰/۸۹۱۳، ۰/۸۵۶۵ و میزان همبستگی خروجی تبخیر - تعرق مدل GLDAS با مدل تجربی CRAE و فائو ۵۶ در شرایط غیراستاندارد به ترتیب برابر با ۰/۸۰۱۲ و ۰/۶۴۰۸ است. بر این اساس در صورت نیاز و با توجه به کیفیت قابل توجه این داده‌ها، می‌توان آن‌ها را در صورت عدم وجود داده‌های زمینی به صورت جایگزین مورد استفاده قرار داد.

حاجی حسینی و همکاران (۱۳۹۲)، مولفه‌های بیلان آب خروجی از مدل‌های سطح زمین VIC و Noah که در مدل GLDAS قرار دارند، را با خروجی مدل شبیه‌ساز SWAT مقایسه کردند. این ارزیابی که برای دوره ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۲ میلادی و با مقیاس مکانی یک درجه به انجام رسید نتایج قابل قبولی از تخمین مولفه‌های رواناب کل، تبخیر و تعرق و رطوبت خاک را نشان داد.

مدل سطح خشکی Noah در سیستم GLDAS اجرا می‌شود و بخشی از خروجی آن، داده‌های واداشت هواشناسی<sup>۱</sup> با درجه تفکیک بالای زمانی و مکانی (سه ساعته، ۰/۲۵ درجه) است. خروجی مدل Noah از سال ۲۰۰۴ در چندین پژوهش به کار گرفته و ارزیابی شده است (Yang et al., 2009b; Zaitchik et al., 2010).

هدف از این مقاله ۱- ارزیابی داده‌های واداشت GLDAS/Noah (بارش، دما، طول موج کوتاه، سرعت باد، فشار هوا، رطوبت) و ۲- به حداقل رساندن انحراف بین داده‌های بارش GLDAS با مشاهدات، به منظور مناسب‌سازی برای کالیبراسیون مدل‌های هیدرولوژیکی و به خصوص مدل سطح خشکی Noah-MP با استفاده از روش غیرخطی تصحیح انحراف است.

به میزان زیادی به کیفیت داده‌های واداشت استخراج شده از مدل‌های اقلیمی بستگی دارد. کریستیانسن و همکاران درباره یک منبع ذاتی عدم قطعیت ناشی از ناتوانی مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای برای شبیه‌سازی دقیق شرایط اقلیمی روزانه بحث کرده‌اند (Christensen et al., 2008). بنابراین اعتبارسنجی خروجی مدل‌های اقلیمی با مشاهدات تاریخی قبل از کالیبراسیون مدل با آن‌ها اهمیت زیادی دارد، همچنین به کار بردن یک روش تصحیح انحراف برای هماهنگ کردن داده‌ها با مشاهدات لازم و ضروری است (Leander and Buishand, 2007).

ترینک و همکاران، از یک روش غیرخطی برای تصحیح انحراف داده‌های بارش و دما به منظور اصلاح داده‌های اقلیمی منطقه‌ای ERA15، در حوضه رایین استفاده کردند (Terink et al., 2009). مدل جهانی سطح زمین GLDAS یک سیستم داده‌گذاری زمین<sup>۱</sup> است. این سیستم شامل مدل‌های سطح خشکی بوده (که به صورت جدا شده از مدل‌های اتمسفری) و با داده‌های مشاهداتی واداشت می‌شود.

مدل‌های سطح خشکی مورد استفاده در این سیستم VIC، CLM، Noah و Mosaic می‌باشند (Rui., 2011). سازمان‌های دست‌اندرکار در این مدل جهانی NOAA، NASA/GSFC، NCAR، دانشگاه پرینستون و دانشگاه واشنگتون هستند که با دقت ۰/۱۲۵ برای آمریکای شمالی و ۰/۲۵ درجه برای کل جهان به صورت متوسط ماهانه و ۳ ساعته تولید داده می‌کنند. سیستم‌های LDAS به صورت گذشته‌نگر از سال ۱۹۷۹ به عنوان نقطه آغاز شروع به کار کرده و در زمان فعلی ادامه یافته‌اند. این سیستم‌ها با مجموعه اطلاعات حاصل از ایستگاه‌ها، اطلاعات ماهواره‌ای، اندازه‌گیری بارش رادارها و خروجی مدل‌های پیش‌بینی عددی واداشت شده‌اند. محصولات این سیستم‌ها از مطالعات منابع آب، پیش‌بینی عددی وضع هوا، تحقیقات چرخه آب و انرژی حمایت می‌کند و همچنین به عنوان یک اساس برای تفسیر مشاهدات زمینی و ماهواره‌ای محسوب می‌شود (Rodell et al., 2004).

این محصولات در سال‌های ۱۹۹۳، ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱-۱۹۹۹ ناپیوستگی دارند. از اواسط ۲۰۰۱ به بعد داده‌های واداشت GLDAS-1، یکپارچه و دارای بارش مشاهداتی و تابش خورشیدی با کیفیت بالا هستند.

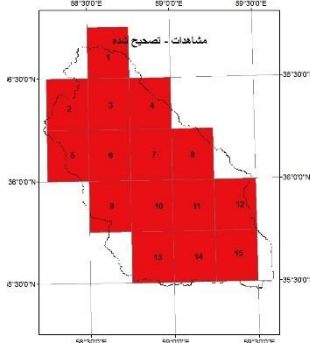
GLDAS در تحقیقاتی از جمله تخمین تغییرات ذخیره آب (Syed et al., 2008)، ارزیابی رطوبت خاک در محل و با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای (Dorigo et al., 2012)، بررسی الگوی جفت-شدگی خشکی - هوا (Liu et al., 2014)، تحلیل تغییرات و شرایط زیست محیطی منطقه‌ای (Zhong et al., 2011)، تعیین مناطق

## مواد و روش‌ها

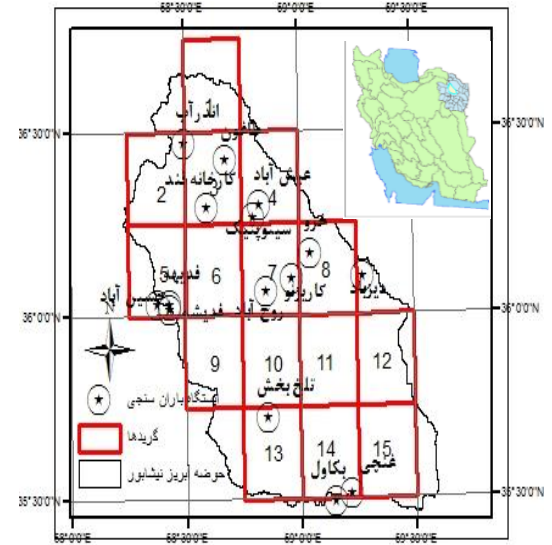
### منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دشت سبزواری محدود می‌شود (شکل ۱). با توجه به تقسیمات زمین‌شناسی ایران، محدوده مورد مطالعه در گستره یال جنوبی ساختار زمین‌شناسی بینالود و حد شمال شرقی زون مثلی شکل ایران مرکزی واقع شده است. بلندترین نقطه منطقه در ارتفاعات بینالود بوده که از سطح دریا ۳۳۰۰ متر ارتفاع دارد. پایین‌ترین نقطه در محل خروجی دشت (حسین‌آباد جنگل) قرار دارد که حدود ۱۰۵۰ متر از سطح دریا بلندتر است.

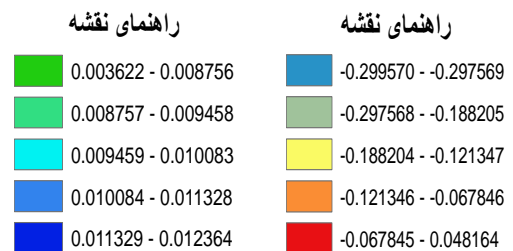
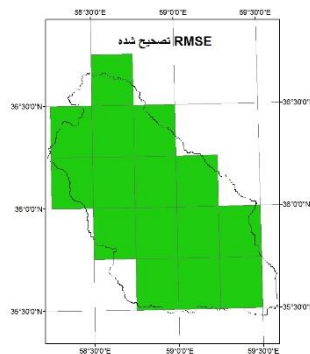
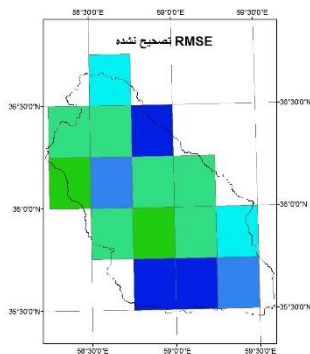
حوضه آبریز نیشابور با وسعت کل حوضه ۹۱۵۷ کیلومتر مربع و آب و هوای خشک و نیمه‌خشک در طول جغرافیایی  $58^{\circ}17'$  تا  $59^{\circ}30'$  و عرض جغرافیایی  $35^{\circ}40'$  تا  $36^{\circ}39'$  واقع شده و از شمال به خط راس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلاجوق و یال پلنگ، از جنوب به تپه ماهورهای نیزه‌بند، سیاهکوه و کوه نمک و از غرب به



شکل ۲- اختلاف میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر بین مشاهدات و داده‌های تصحیح نشده (چپ) و تصحیح شده (راست) GLDAS



شکل ۱- موقعیت حوضه نیشابور در کشور و ایستگاه‌های باران‌سنجی آن



شکل ۳- RMSE میانگین بارش روزانه بر حسب میلی‌متر برای داده‌های تصحیح نشده (چپ) و تصحیح شده (راست) GLDAS

شد. فشار در پایگاه GLDAS بر حسب پاسکال (pa) طول موج کوتاه بر حسب وات بر متر مربع ( $w/m^2$ ) سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه (m/s) دما بر حسب درجه کلونین (K) بارش بر حسب میلی‌متر بر ثانیه ( $kg/m^2/s$ ) یا همان mm/s و رطوبت آن از نوع رطوبت ویژه بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم (kg/kg) است. برای انجام مقایسه،

### بررسی داده‌های پایگاه GLDAS

به منظور ارزیابی داده‌های GLDAS از داده‌های طول موج کوتاه خورشیدی، باد، دما، فشار، رطوبت نسبی حاصل از میانگین داده‌های سه ساعته و بارش ایستگاه‌های مشاهداتی در مقیاس روزانه استفاده

در آن  $P$  بارش در یک بلوک ۶۵ روزه است. بعد از تعیین پارامتر  $b$ ، بارش روزانه با استفاده از رابطه ۳ تغییر می‌یابد سپس پارامتر  $a$  طوری تعیین می‌شود که میانگین مقادیر روزانه تغییر یافته با میانگین مشاهدات یکی شود. میزان  $a$  به میزان  $b$  بستگی دارد اما پارامتر  $b$  فقط به مقدار ضریب تغییرات بستگی دارد و مستقل از مقدار  $a$  است. در نهایت، هر دوره ۵ روزه پارامتر  $a$  و  $b$  مخصوص به خودش را دارد (Terink et al., 2009).

$$CV(P)=\text{function}(b) \quad (2)$$

$$P^* = P^b \quad (3)$$

### نتایج و بحث

در این قسمت ارزیابی داده‌های پایگاه GLDAS انجام گرفت که به دلیل فقدان داده‌های مشاهداتی در محل گرید، داده‌ها با نزدیک‌ترین ایستگاه مشاهداتی مقایسه شدند. در حوضه نیشابور ۱۵ گرید در نظر گرفته شد که با دقت ۰/۲۵ درجه کل حوضه را پوشش می‌دهند. در شکل ۴ برای هر واداشت هواشناسی یک نمونه از همبستگی داده‌های GLDAS با ایستگاه مشاهداتی متناظر ترسیم شد. فشار هوا به ترتیب در ایستگاه‌های فریمان با گرید ۱۵، ۸۷ درصد، تربت‌حیدریه با گرید ۱۴، ۵۶ درصد، گل‌مکان با گرید ۴، ۴ درصد، مشهد با گرید ۸، ۳۲ درصد، دما به ترتیب در ایستگاه‌های دهنه شور با گرید ۲، ۹۴ درصد، سینوپتیک با گرید ۳، ۹۳ درصد، فدیشه با گرید ۵، ۹۴ درصد، صنوبر با گرید ۱۴، ۹۱ درصد، بکاول با گرید ۱۵، ۹۰ درصد، رطوبت به ترتیب در ایستگاه‌های فدیشه با گرید ۱۵، ۷۲ درصد، بار با گرید ۳، ۷۱ درصد، بکاول با گرید ۱۵، ۳۲ درصد، دهنه‌شور با گرید ۲، ۴۰ درصد، صنوبر با گرید ۱۴، ۵۵ درصد، بارش به ترتیب در ایستگاه‌های طاغون با گرید ۳، ۲۳ درصد، حسین‌آباد با گرید ۴، ۲۷ درصد، فدیه با گرید ۵، ۲۷ درصد، دیزباد با گرید ۸، ۲۳ درصد همبستگی دارند. از آنجا که ایستگاه سینوپتیک نیشابور تنها ایستگاه سینوپتیک در بین ایستگاه‌های مشاهداتی بود بنابراین سرعت باد و طول موج کوتاه فقط برای همان ایستگاه، مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع می‌توان همبستگی دما، رطوبت نسبی، طول موج کوتاه خورشیدی و فشار را در ایستگاه مشاهداتی با گرید متناظر قابل قبول و برای بارش و باد ضعیف ارزیابی کرد. بنابراین داده‌های باد و بارش این پایگاه قبل از این که در مدل‌های مختلف مورد استفاده واقع شوند نیاز به اصلاح دارند.

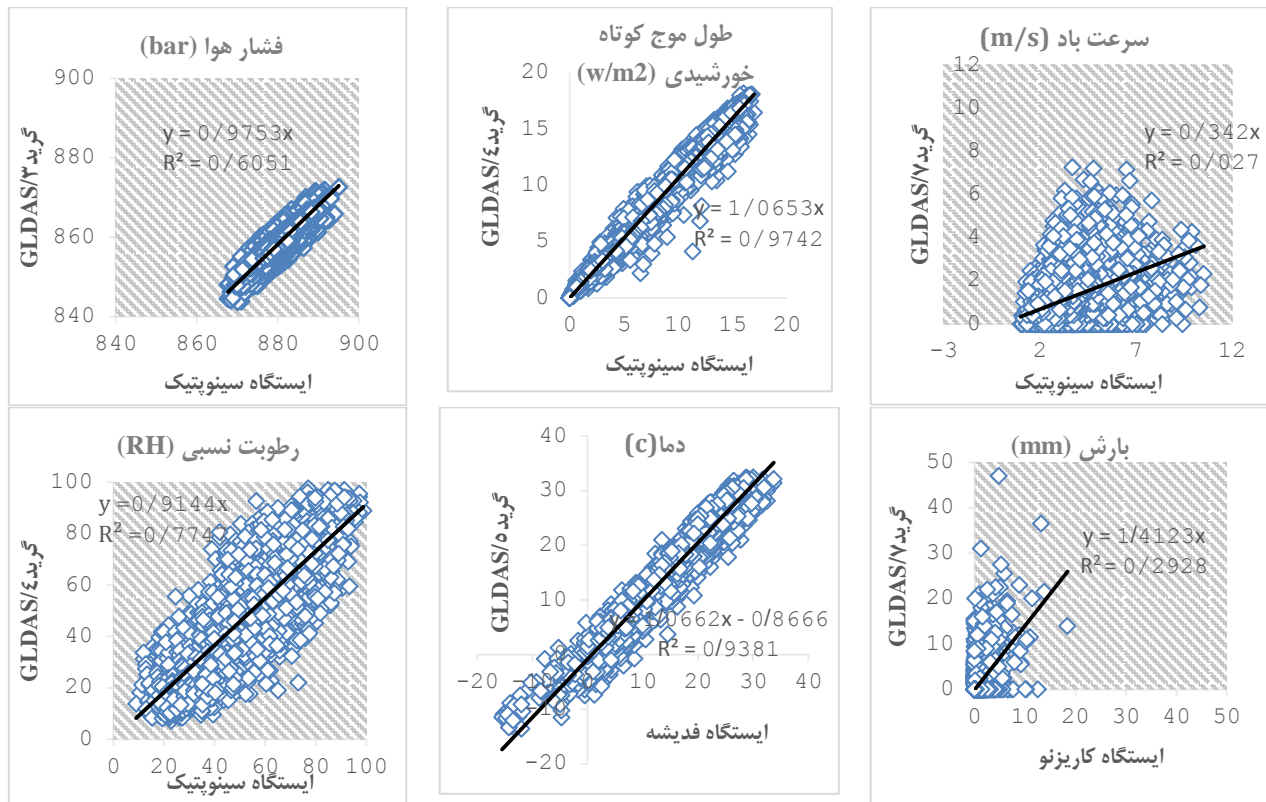
فشار به واحد بار (bar) و دما به واحد سانتی‌گراد ( $^{\circ}C$ ) تبدیل شد. برای تبدیل رطوبت ویژه ( $q$ ) به رطوبت نسبی (RH) از تعریف آن‌ها و همچنین معادله کلایپوس-کلاپیرون استفاده شد (Ramis et al., 1986). طول موج کوتاه در ایستگاه با توجه به روابط معرفی شده در نشریه فائو ۵۶ و با استفاده از ساعت آفتابی ( $n$ ) ثبت شده، حداکثر ساعات آفتابی ( $N$ )، کسر تابش فرازمینی ورودی در روزهای ابری ( $as$ ) و صاف ( $as+ab$ ) و تابش فرازمینی ( $Ra$ ) محاسبه شد.

### روش تصحیح انحراف بارش

تصحیح انحراف برای داده‌های GLDAS برای سال‌های ۱۳۷۹ تا پایان ۱۳۸۸ انجام شد. مشاهدات بارش از ایستگاه‌های باران‌سنجی و دما از ایستگاه تبخیرسنجی جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به طول موج کوتاه، سرعت باد، رطوبت و فشار توسط ایستگاه سینوپتیک نیشابور در دسترس قرار گرفت. در روش تصحیح انحراف تلاش می‌شود که تا حد امکان، مهم‌ترین پارامترهای آماری (ضریب تغییرات، میانگین و انحراف استاندارد) در یک دوره ۶۵ روزه در داده‌های حاصل از GLDAS/Noah (به اختصار GLDAS) به داده‌های مشاهداتی نزدیک شوند. روش استفاده شده در این مطالعه بر اساس روش پیشنهاد شده توسط لیندر و بیوشند برای حوضه مطالعاتی میوز می‌باشد (Leander and Buishand., 2007). آن‌ها دریافته‌اند که یک روش تصحیح غیرخطی نسبتاً ساده که بتواند انحراف را در تغییرات و میانگین داده‌ها تعدیل کند، موجب باز تولید بهتر مقادیر بارش روزانه نسبت به روش‌های تصحیح خطی می‌شود. روش‌های خطی ساده درصد روزهای بارانی، روزهای خشک و همچنین خودهمبستگی مرتبه یک<sup>۲</sup> را تصحیح نمی‌کند که از ایرادهای وارد بر آن‌ها است. روش لیندر - بیوشند از یک تبدیل توانی برای تصحیح ضریب تغییرات و میانگین استفاده می‌کند. در این روش مقدار بارش هر روز با استفاده از رابطه ۱ تصحیح می‌شود (Terink et al., 2009)

$$P^* = aP^b \quad (1)$$

اثر تغییرپذیری احتمالی روزهای نمونه با تعیین ضریب  $a$  و  $b$  برای دوره‌های کوتاه ۵ روز، کاهش می‌یابد. برای تعیین ضرایب این پنج روز از داده همه سال‌های موجود استفاده می‌شود و ۳۰ روز قبل و ۳۰ روز بعد از آن و در مجموع ۶۵ روز در نظر گرفته می‌شود. تعیین ضریب  $b$  با استفاده از سعی و خطا انجام می‌شود. به این صورت که  $b$  آن قدر تغییر می‌کند تا ضریب تغییرات متعلق به بارش‌های در حال تصحیح با ضریب تغییرات بارش‌های مشاهده شده یکی شود. در این روش ضریب تغییرات طبق رابطه ۲ فقط تابعی از پارامتر  $b$  است. که



شکل ۴- ارزیابی پارامترهای هواشناسی روزانه در پایگاه GLDAS نسبت به ایستگاه مشاهداتی

بیشتر حوضه مقدار بارش در پایگاه کمتر از مقدار مشاهدات است. تفاوت بین میانگین داده‌های پایگاه GLDAS با داده‌های مشاهداتی بین ۰/۰۴۸ تا ۰/۳ میلی‌متر تغییر می‌کند که بعد از اجرای این روش تفاوت بین داده‌های تصحیح نشده با مشاهدات به حداکثر میزان ۰/۰۴۸ میلی‌متر کاهش پیدا کرد. تغییرات مکانی در میانگین بارش روزانه با استفاده از جذر میانگین مربعات خطا محاسبه شد. شکل ۳ میزان این خطا را قبل و بعد از تصحیح نشان می‌دهد که به میزان ۰/۰۳۶ میلی‌متر کاهش یافته و به مشاهدات نزدیک‌تر شده است. می‌توان نتیجه گرفت که انتشار اختلاف بارش تا حد قابل توجهی کاهش یافته است.

ب- بررسی تفاوت زمانی بارش: حوضه نیشابور الگوی بارش رایجی دارد به طوری که زمستان‌ها بارش داشته و در تابستان خشک است که در شکل ۵ قابل مشاهده است. شکل ۵ میانگین ده ساله مقدار بارش ماهانه را در این حوضه برای داده‌های ایستگاهی، داده‌های تصحیح شده و داده‌های تصحیح نشده پایگاهی نشان می‌دهد که از میانگین بارش تجمعی ماهانه در کل گریدها و سال‌ها به دست آمد. تفاوت زیادی بین داده‌های مشاهداتی و تصحیح نشده بارش در ماه‌های ژانویه، فوریه، اکتبر، نوامبر و دسامبر (۹ مهر تا ۱۰

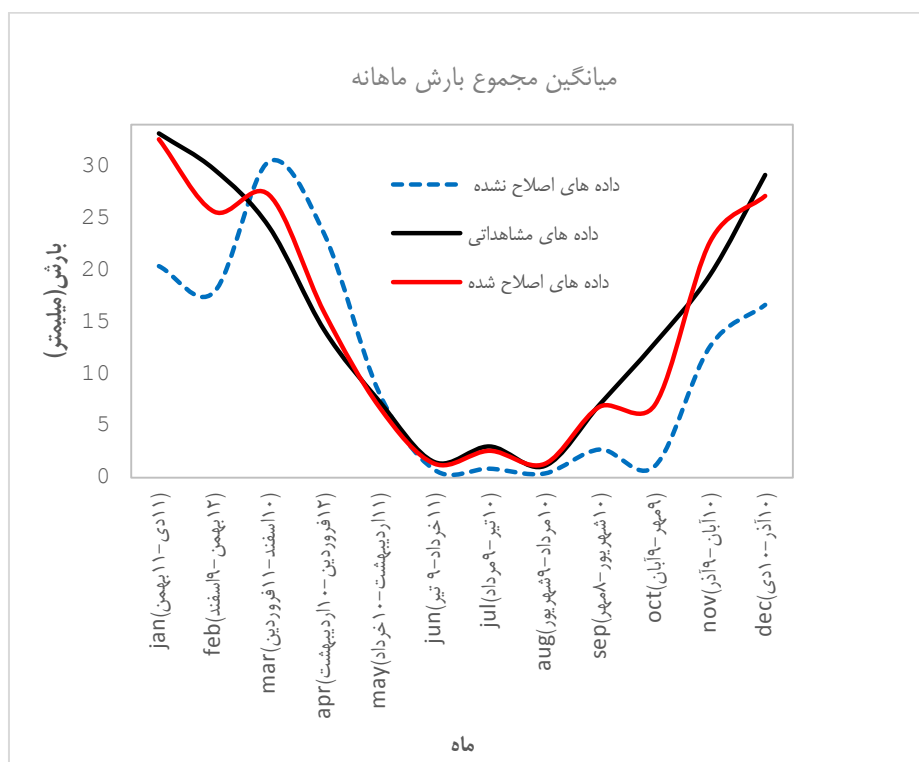
### نتایج تصحیح انحراف داده‌های بارش

بهترین ایستگاه برای اصلاح داده‌های بارش پایگاه، ایستگاهی است که داخل گرید بوده و به آن نزدیک باشد و از لحاظ موقعیت جغرافیایی و تراز در وضعیت مشابه با گرید قرار داشته باشد. تقریباً در همه گریدها چنین ایستگاهی وجود نداشت و سعی شد داده‌های بارش با کمک مجموعه‌ای از ایستگاه‌ها اصلاح شود. به این منظور از ایستگاه‌های با فواصل حداکثر ۵۰ کیلومتر از گرید و با تفاوت ارتفاع حداکثر ۱۰۰ متر برای اصلاح اطلاعات داده‌های پایگاهی هر گرید استفاده شد. نحوه تاثیر این ایستگاه‌ها در اطلاعات پایگاه این گونه در نظر گرفته شد، ایستگاهی که در فاصله کمتر و با اختلاف ارتفاع کمتر از گرید قرار دارد بیشترین تاثیر و ایستگاهی که در فاصله بیشتر و با اختلاف ارتفاع بیشتر از گرید قرار دارد کمترین تاثیر را در اصلاح داده‌های گرید داشته باشد. برای این منظور هر ۵۰ کیلومتر اختلاف مسافت معادل با ۱۰۰ متر تفاوت ارتفاع قرار داده شد و بر این اساس یک ضریب تاثیر برای هر ایستگاه در نظر گرفته شد.

الف- بررسی تفاوت مکانی بارش: تفاوت در میانگین بارش روزانه بین داده‌های پایگاهی با داده‌های مشاهداتی قبل و بعد از تصحیح در شکل ۲ نشان داده شده است. تفاوت منفی نشان می‌دهد که برای

حرکت کرد. با توجه به نتایج خوب به دست آمده در طول ماه می تا سپتامبر (۱۱ اردیبهشت تا ۸ مهر) می توان دریافت که روش تصحیح انحراف برای این دوره از سال نتایج مطلوبی به همراه داشته است. همچنین شکل ۶ بارش ماهانه در ۱۲۰ ماه راه در این حوضه برای داده های مشاهداتی، تصحیح شده و داده های تصحیح نشده پایگاهی نشان می دهد. در تمام ماههایی که شیب تغییرات داده های مشاهداتی در جهت مخالف شیب تغییرات داده های پایگاهی است مدل پیشنهادی نتوانسته الگو را شبیه سازی کند ولی در مواردی که شیبها در یک جهت بود ولی شدت آن متفاوت بود مدل توانسته این اختلاف را برطرف کند.

اسفند) دیده می شود که روش تصحیح انحراف مورد نظر به صورت منطقی این انحراف را اصلاح کرده است. از ماه فوریه (۱۳ بهمن تا ۱۰ اسفند) به ماه مارس (۱۱ اسفند تا ۱۱ فروردین) داده های مشاهداتی کاهش داشت در حالی که در همین فاصله داده های پایگاه افزایش داشت که در این شرایط روش به خوبی عمل نکرده است. همچنین از ماه سپتامبر (۱۰ شهریور تا ۸ مهر) به ماه اکتبر (۹ مهر تا ۹ آبان) داده های مشاهداتی روند افزایشی داشته اند در حالی که داده های پایگاه کاهش داشت بنابراین در ماه اکتبر هم مدل به خوبی عمل نکرده است. با توجه به این شکل می توان دریافت که بارش تقریباً برای همه سال ها از یک موقعیت خشک به یک موقعیت مرطوب



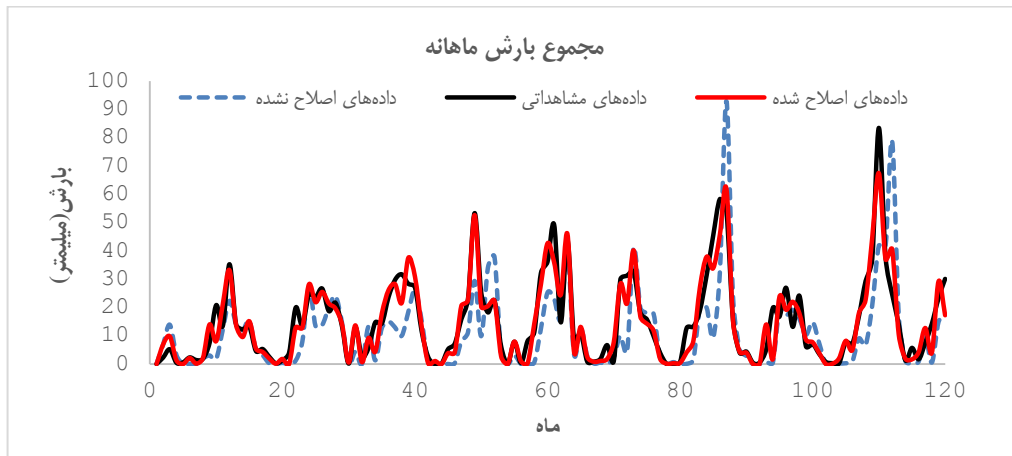
شکل ۵- میانگین ده ساله مقدار بارش ماهانه بر حسب میلی متر برای مشاهدات و داده های اصلاح شده و اصلاح نشده GLDAS برای دوره ۱۳۸۸-۱۳۷۹

۱/۱۷- به مقدار ۰/۹۳ بهبود داشت. همچنین خودهمبستگی مرتبه یک در داده های مشاهداتی با داده های تصحیح شده نسبت به داده های تصحیح نشده همبستگی بیشتری داشت و از مقدار ۲/۴- به مقدار ۰/۴۱ رشد کرد که این بهبود همبستگیها از نتایج مفید غیرمستقیم این روش در تصحیح داده ها است. خودهمبستگی یا همبستگی ترتیبی یک نوع ضریب همبستگی است که به جای همبستگی بین دو متغیر متفاوت، همبستگی بین دو مقدار از یک متغیر را با تاخیر گام زمانی نشان می دهد. خودهمبستگی، ابزار ریاضی برای پیدا کردن الگوی تکرار در داده های سری زمانی است و برای دو هدف مورد استفاده

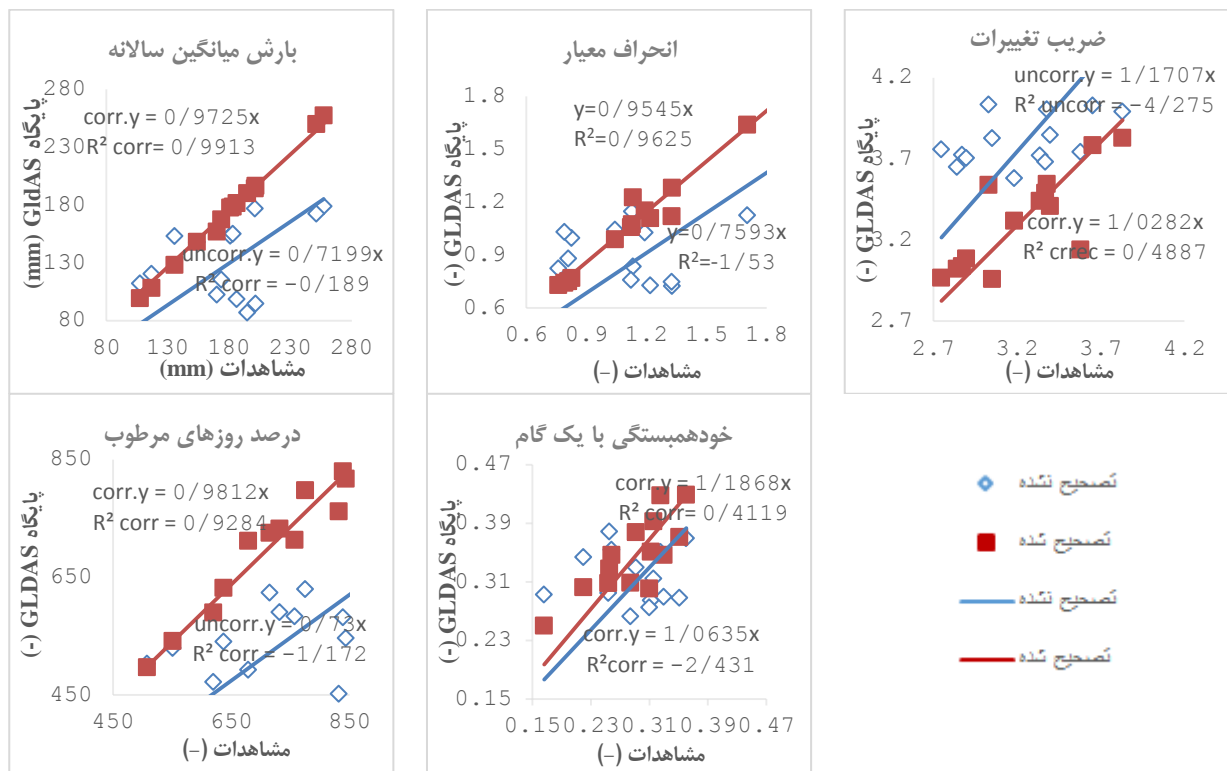
ج- پارامترهای آماری: شکل ۷ پارامترهای آماری داده های مشاهداتی را در مقابل مقدار نظیرش در داده های تصحیح شده و تصحیح نشده و برای کل حوضه نشان می دهد. ضریب تغییرات و انحراف معیار برای دوره های کوتاه ۵ روزه محاسبه و ترسیم شد. میانگین، ضریب تغییرات و انحراف معیار اطلاعات تصحیح شده با مشاهدات تا حد قابل قبولی هماهنگ شده اند که از اهداف اصلی این روش است. بعد از استفاده از این روش، همبستگی بین تعداد روزهای مرطوب (بارش بیش تر از ۰/۳ میلی متر) در داده های مشاهداتی با داده های پایگاهی تصحیح شده نسبت به قبل از تصحیح، از مقدار

پس از اعمال تصحیحات است. شکل ۸ مقادیر انحراف معیار و ضریب تغییرات را قبل و بعد از تصحیح برای داده‌های با مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه نشان می‌دهد. همبستگی انحراف معیار داده‌های تصحیح شده با داده‌های مشاهداتی در هر سه مقیاس زمانی به یک اندازه افزایش داشت اما بهبود همبستگی ضریب تغییرات داده‌های تصحیح شده با داده‌های مشاهداتی یکسان نبوده و بیش‌ترین بهبود در داده‌های روزانه، سپس سالانه و ماهانه است. به نظر می‌رسد

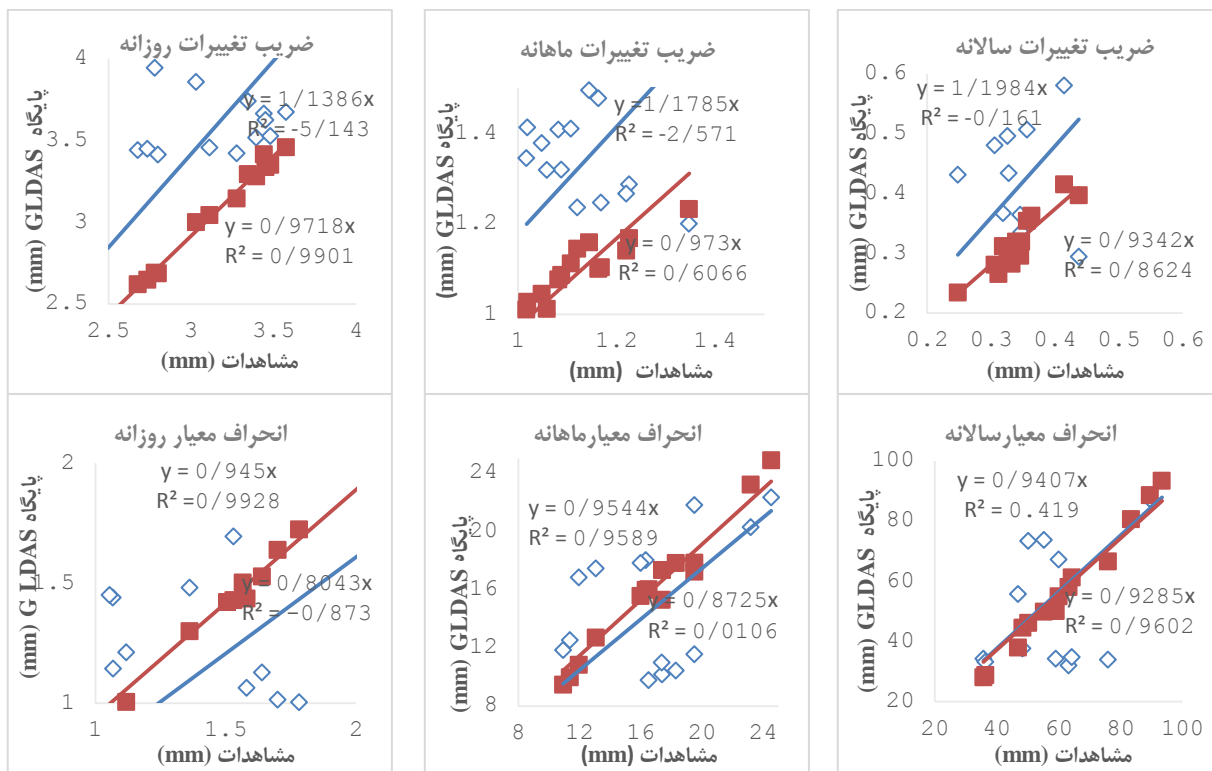
قرار می‌گیرد. یکی برای نشان دادن عدم تصادف و دیگری برای اثبات آن که یک مدل سری زمانی مناسب، برای داده‌ها وجود دارد. برای هدف اول خودهمبستگی مرتبه یک مناسب است. به طور کلی ضریب خودهمبستگی مثبت به منزله تصادفی نبودن و وجود یک الگو در داده‌هاست و افزایش همبستگی این ضریب در داده‌های تصحیح شده با ضریب خودهمبستگی داده‌های مشاهداتی به معنی شباهت بیش‌تر الگوی زمانی بارش داده‌های پایگاهی به داده‌های مشاهداتی



شکل ۶- مقدار بارش ماهانه بر حسب میلی‌متر برای مشاهدات و داده‌های اصلاح شده و اصلاح نشده GLDAS برای دوره ۱۳۷۹-۱۳۸۸



شکل ۷- نمودار پارامترهای آماری بارش مشاهداتی در مقابل بارش تصحیح شده و تصحیح نشده



شکل ۸- نمودار مقایسه‌ای پارامترهای آماری بارش مشاهداتی در مقابل بارش تصحیح شده و تصحیح نشده در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه

تصحیح انحراف به کار برده شد. روش تصحیح اختلاف میانگین بارش روزانه بین داده‌های پایگاه با مشاهدات را به طور قابل ملاحظه‌ای و به مقدار ۰/۰۴۸ میلی‌متر کاهش داد. همچنین مقدار جذر میانگین مربعات خطا بعد از تصحیح به مقدار ۰/۰۳۶ میلی‌متر کاهش پیدا کرده و در کنار افزایش بارش تا مقدار مشاهدات، الگوی بارش نیز اصلاح شد. به طور کلی هنگامی که داده‌های مشاهداتی از یک ماه به ماه دیگر کاهش و در همان بازه داده‌های GLDAS افزایش داشت، روش تصحیح به خوبی عمل نکرد. روش تصحیح فقط به منظور اصلاح میانگین و ضریب تغییرات بر اساس مشاهدات، در نظر گرفته شده بود اما مشاهده شد که سایر پارامترهای آماری هم اصلاح شد. مدل Noah-MP به داده‌های ورودی دیگری نیاز دارد که متاسفانه هیچ مشاهداتی برای اصلاح آن‌ها موجود نیست، بنابراین تصحیح نشده باقی ماندند. پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتر در زمینه دیگر داده‌های واداشت، صورت گیرد همچنین دقت زمانی برای تصحیح این داده‌ها یک روزه در نظر گرفته شد، در حالی که مدل نامبرده به داده‌های سه ساعته نیاز دارد. پیشنهاد دیگر، انجام پژوهش برای اصلاح داده‌ها، در این دقت زمانی است.

این اختلاف به دلیل بیش‌تر بودن تغییرات میانگین در مقیاس ماهانه نسبت به روزانه و سالانه است. نتایج به دست آمده با نتایج تحقیق ترینک و همکاران در مناطق مرطوب، که از روش تصحیح غیرخطی فوق، برای اصلاح انحراف داده‌های بارش در ۱۳۴ زیرحوضه در اروپای غربی استفاده کردند، مطابقت داشت. با این تفاوت که در پژوهش آن‌ها مقادیر بارش بازکاوی شده پایگاه، بارشی بیش‌تر از بارش مشاهداتی را نشان داد که با استفاده از این روش مقدار بارش کاهش داده شده و انحراف معیار بارش پایگاه به انحراف معیار بارش مشاهداتی نزدیک‌تر شد. روش فوق به طور مشابه در بازه‌های زمانی که شیب تغییرات داده‌های پایگاه در جهت عکس داده‌های بارش مشاهداتی بود، عملکرد ضعیفی داشت (Terink et al., 2009).

### نتیجه‌گیری

در این مقاله داده‌های واداشت هواشناسی پایگاه GLDAS1 برای حوضه نیشابور با مشاهدات مقایسه شد. متغیرهای روزانه دما، رطوبت نسبی، طول موج کوتاه خورشیدی و فشار هوا به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۹۴، ۰/۷۷، ۰/۷۴ و ۰/۶ تطابق خوبی با مشاهدات داشتند. داده‌های بارش پایگاه برای بیش‌تر این حوضه بارشی کم‌تر از مشاهدات نشان داد. برای تصحیح داده‌های بارش یک روش غیرخطی



- Diagnosing the strength of land-atmosphere coupling at subseasonal to seasonal time scales in Asia. *Journal of Hydrometeorology*. 15:320-339.
- Ramis, C., Jansón, A., Alonso, S., Heredia, M.A. 1986. Convection over the western Mediterranean. Synoptic study and remote observation. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 7: 59-82.
- Rodell, M., Houser, P.R., Jambor, U., Gottschalck, J., Mitchell, K., Meng, C.J., Arsenault, K., Cosgrove, B., Radakovich, J., Bosilovich, M., Entin, J.K., Walker, J.P and Lohmann, D., Toll, D. 2004. The Global Land Data Assimilation System. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 85.3: 381-394.
- Romaguera, M., Hoekstra, A. Y., Su, Z., Krol, M. S., and Salama, M. S.: Potential of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops, *Remote Sensing*, 2(4), 1177-1196, 2010.
- Rui, H. 2011. README Document for Global Land Data Assimilation System Version 1 (GLDAS1) Products, GES DISC.
- Syed, T.H., Famiglietti, J.S., Rodell, M., Chen, J and Wilson, C.R. 2008. Analysis of terrestrial water storage changes from GRACE and GLDAS. *Water Resources Research*. 44: W02433. 1-15.
- Terink, W., Hurkmans, R.T., Torfs, J.F and Uijlenhoet, R. 2009. Bias correction of temperature and precipitation data for regional climate model application to the Rhine basin. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 6, 5377-5413.
- Yang, K., Koike, T., Kaihotsu, I and Qin, T. 2009b. Validation of a dualpass microwave land data assimilation system for estimating surface soil moisture in semiarid regions, *Journal of Hydrometeorology*. 10.3: 780-793.
- Zaitchik, B.F., Rodell, M and Olivera, F .2010. Evaluation of the Global Land Data Assimilation System using global river discharge data and a source to sink routing scheme, *Water Resources Research*. 46: W06507.1-17
- Zhong, L., Su, Z., Ma, Y., Salama, M.S and Sobrino, J.A. 2011. Accelerated changes of environmental conditions on the Tibetan Plateau caused by climate change. *Journal of Climate*. 24: 6540-6550.
- حاجی حسینی، م، حاجی حسینی، ح، نجفی، ع، مرید، س، وطن‌فداج. ۱۳۹۲. ارزیابی مدل‌های شبیه‌سازی جهانی VIC و Noah و مدل شبیه‌سازی SWAT در برآورد مولفه‌های بیلان آب حوضه آبریز فرامرزی هیرمند. پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. ۳۰-۲۹ بهمن دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- فرجی، ز، وظیفه دوست، م، شکیبا، ع، کاویانی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی اجزای بیلان آب سطحی در مناطق فاقد آمار با استفاده از مدل جهانی سطح زمین. GLDAS (مطالعه موردی: دشت نیشابور، خراسان رضوی)، دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست)، ۱۸-۱۹ شهریور، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد.
- Christensen, J., Boberg, F., Christensen, O and Lucas-Picher, P. 2008. On the need for bias correction of regional climate change projections of temperature and precipitation, *Geophysical Research Letters*. 35: L20729.1-6.
- Dorigo, W.A., Jeu, R., Chung, D., Parinussa, R., Liu, Y., Wagner, W and Fernández-Prieto, D. 2012. Evaluating global trends (1988-2010) in harmonized multi-satellite surface soil moisture. *Geophys. Research Letters*. 39:L18405, 1-7.
- Ghazanfari, S., Pande, S., Hashemy, M and Sonneveld, B. 2013. Diagnosis of GLDAS LSM based aridity index and dryland identification. *Journal of Environmental Management*, 119: 162-172.
- Hurkmans, R., Terink, W., Uijlenhoet, R., Torfs, P., Jacob, D and Troch, P. 2009. Changes in stream-flow dynamics in the Rhine basin during the 21st century under different climate scenarios, *Journal of Climate*, in review. 23 : 679-699.
- Kleinn, J., Frei, C., Gurtz, J., Luthi, D., Vidale, P and Schar, C. 2005. Hydrologic simulations in the Rhine basin driven by a regional climate model, *Journal Of Geophysical Research*. 110: D04102, 1-18.
- Leander, R and Buishand, T. 2007. Resampling of regional climate model output for the simulation of extreme river flows, *Journal of Hydrology*. 332:487-496.
- Liu, D., G., Wang, R., Mei, Z., Yu, B and Gu, H. 2014.

## Investigation of GLDAS1 Meteorological Focing Data and Bias Correction of Precipitation Data for Application in Land Surface Model (Case Study :Neishaboor Basin)

S. Mirshafee<sup>1</sup>, H. Ansari<sup>2\*</sup>, K. Davary<sup>3</sup>, A.N. Ziaei<sup>4</sup>

Recived: Sep.22, 2017

Accepted: Nov.24, 2017

### Abstract

In many climate studies, land surface models are forced by meteorological data, and there is no attempt to check the quality of the data. The purpose of this study is to evaluation of GLDAS1 meteorological forcing data and application of bias correction method for these data. The weather data corrected will be input into the Noah-MP model in the next study.

Observations for the Neyshaboor Basin have been collected at a temporal resolution of one day during the period 2000–2009 for ten years from fourteen stations and evaporation stations and a meteorological station in the basin. The variables of temperature, relative humidity, short solar wavelength, and air pressure, with correlation coefficients of 0.94, 0.77, 0.74 and 0.6, respectively, were in good agreement with the observations. The GLDAS1 precipitation data for most of this basin is less than observations. The precipitation has been corrected by matching the mean and the coefficient of variation of GLDAS data with observational data. The results of applying the correction method were satisfactory, so that difference in average daily precipitate between GLDAS1 data and observational data was effectively reduced to 0.048 mm. Also, the correlation between the number of wet days (precipitation over 0.3 mm) in the observational data with the corrected data compared to the uncorrected data improved from -1.17 to 0.93 and the first-order autocorrelation in the observational data with corrected data has improved better than uncorrected data and has grown from -2.4 to 0.41. The corrections were the highest during January, February, October, November and December. the bias correction applied seems to correct the precipitation well during May to September.

**Keywords:** Bias Correction, GLDAS, Neyshaboor Basin, Precipitation

1- PhD Student of Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad

2- Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

4 - Associate Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(\* - Corresponding Author E-mail: ansary@um.ac.ir)