

اقلیم بارشی سرزمین افغانستان

چکیده

به منظور واکاوی بارش در سرزمین افغانستان از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت^۱ با تفکیک مکانی ۰/۲۵ × ۰/۲۵ درجه قوسی، برای یک دوره ۵۷ ساله استفاده شد. در ابتدا نقشه‌ها و سری‌های زمانی به صورت سالانه، فصلی و ماهانه محاسبه و سپس واکاوی شد. با توجه به نقشه سالانه، میانگین بارش در افغانستان ۲۵۶ میلیمتر است، که این سرزمین را در زمره مناطق خشک جهان قرار می‌دهد. این سرزمین از نظر میزان بارش دریافتی دارای دو بخش بیشینه است: یکی در ناحیه شرقی و دیگری در ناحیه شمال شرقی، که به ترتیب ۸۰۰ و ۴۵۰ میلیمتر بارش دریافت می‌کنند. از نظر فصلی نیز بیشینه بارش در زمستان رخ می‌دهد. در تحلیل زمانی نیز، سری زمانی سالانه روند معناداری در هیچ کدام از سطوح اطمینان نشان نداد. عامل نبود روند معنادار در سری زمانی سالانه، این است که بارش‌های سرزمین افغانستان از فصل بهار به فصل تابستان منتقل شده است. به عبارت دیگر، روند کاهشی سری زمانی فصل بهار با روند افزایشی سری زمانی تابستان یکدیگر را خنثی می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: افغانستان، بارش، واکاوی مکانی - زمانی، روند

مقدمه

افغانستان کشوری است محصور در خشکی که منابع آب آن از بارش‌هایی تأمین می‌شود که توزیع زمانی و مکانی نایکنواختی دارند. به همین دلیل، توزیع منابع آب این کشور نیز یکنواخت نیست. از آنجا که این سرزمین با کشور ما ایران دارای حوضه‌های مشترک آبی هستند و حیات تالاب هامون - که گویا حیات شرق کشور ما نیز هست - به هیرمندی وابسته است که از همین سرزمین سرچشمه می‌گیرد، بر آن شدیم تا با واکاوی بارش در این سرزمین به ویژگی‌های عمومی آن پی ببریم. امروزه با ایجاد پایگاه داده‌های منطقه‌ای و جهانی بارش به صورت شبکه‌ای و با تفکیک زیاد، دقت و کیفیت مطالعات در این زمینه ارتقا یافته است. پیش از بررسی حاضر نیز، مطالعاتی چند با استفاده از پایگاه داده‌های شبکه‌ای بارش صورت گرفته است.

وایسن و همکاران^۲ (۲۰۰۸) با استفاده از سه پایگاه داده بارشی به پیش‌بینی و شبیه‌سازی شرایط هیدرولوژیک جهانی دست زدند. کیتو و همکاران^۳ (۲۰۰۸) با استفاده از داده‌های شبکه‌ای بارش، اولین پیش‌بینی کامل از بارش و رواناب را در هلال خصیب ارائه دادند. آنها با بازتولید داده‌های بارش و رواناب امروزی این منطقه، پیش‌بینی کردند که تا اواخر قرن حاضر هلال خصیب شکل فعلی خود را از دست می‌دهد یا ممکن است حتی کاملاً ناپدید گردد. همچنین، به این نتیجه رسیدند که آبدهی سالانه رودخانه فرات و رود اردن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت و کمبود آب به مشکلی بزرگ مبدل خواهد شد. تاکاشیما و همکاران^۴ (۲۰۰۸) با استفاده از این نوع داده‌ها به بررسی تعادل هیدرولوژیک منطقه شمال اوراسیا پرداختند. خوارز و همکاران^۵ (۲۰۰۹) به مقایسه پایگاه داده‌های بارش بر روی مناطق حاره‌ای آمریکای جنوبی و قاره آفریقا پرداختند. بالوین و همکاران^۶ (۲۰۰۹) به مقایسه داده‌های بارش روزانه و ماهانه پایگاه داده GPCP و ایستگاه‌های مشاهده‌ای عرض‌های بالا پرداختند. جوانمرد و همکاران (۲۰۱۰) به مقایسه داده‌های خوش تفکیک شبکه‌ای با برآورد بارش ماهواره (تی آر ام ام)^۷ بر روی ایران پرداختند. ایشان نشان دادند که توزیع مکانی میانگین سالانه و فصلی بارش در هر دو (داده‌های بارش شبکه‌ای و داده‌های ماهواره‌ای) در دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ دو الگوی اصلی بارش؛ یکی در طول دریای خزر و دیگری بر روی کوه‌های زاگرس نمایان می‌کند. رضایی و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط بین گردش‌های بزرگ مقیاس جوی با الگوی مکانی و رژیم‌های بارش روزانه در ایران را با استفاده از داده‌های شبکه‌ای خوش تفکیک بارش روزانه برای دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۴ بررسی کردند و نتیجه گرفتند که توزیع مکانی بارش بر روی ایران تا حد زیادی به وسیله موقعیت جغرافیایی ناوه وردسپهر میانی، مستقر بر روی خاورمیانه و وچرخند عربی اداره می‌شود... علاوه بر این، بررسی‌های یاتاگایی^۸ و همکاران (۲۰۰۵)، (۲۰۰۸) و (۲۰۰۹) در این زمینه شایان توجه است. عساکره و سیفی‌پور (۱۳۹۱) با استفاده از پایگاه داده اسفزاری، ویرایش نخست به مدل‌سازی مکانی بارش سالانه ایران پرداختند. آنان دو مدل رگرسیون عمومی و رگرسیون موزون جغرافیایی را بر بارش کشور برآزش دادند و چنین نتیجه‌گیری کردند که بین دو مدل مذکور، برآورد حاصل از به‌کارگیری رگرسیون موزون جغرافیایی به واقعیت نزدیک‌تر است و بر همین اساس معلوم کردند که ارتفاعات در شمال غرب و نواحی داخلی، جهت دامنه‌ها در زاگرس و شیب در شمال شرق و نواحی خزری، مهمترین عامل مکانی مؤثر بر بارش به شمار می‌آیند. مسعودیان (۱۳۸۴) به شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای پرداخت. او این کار را با استفاده از نقشه‌های رقوم بارش ماهانه با تفکیک مکانی ۱۵ × ۱۵ انجام داد و نتیجه گرفت که ایران دارای سه رژیم اصلی بارش است: نخست رژیم بارش زمستانی، دوم رژیم بارش زمستانی-بهاری و رژیم بارش پاییزی که سومین رژیم بارشی در ایران است. مسعودیان (۱۳۸۸) به شناسایی نواحی بارشی ایران پرداخت. او روش تحلیل خوشه‌ای را برای این کار برگزیده و بر این اعتقاد است که انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی یاخته‌های نقشه‌های بارش بسیار سودمند و دقیق‌تر از انجام این

2 - Voisin, et al

3 - Kitoh, et al

4 - Takashima, et al

5 - Negrón Juárez, et al

6 - Bolvin, et al

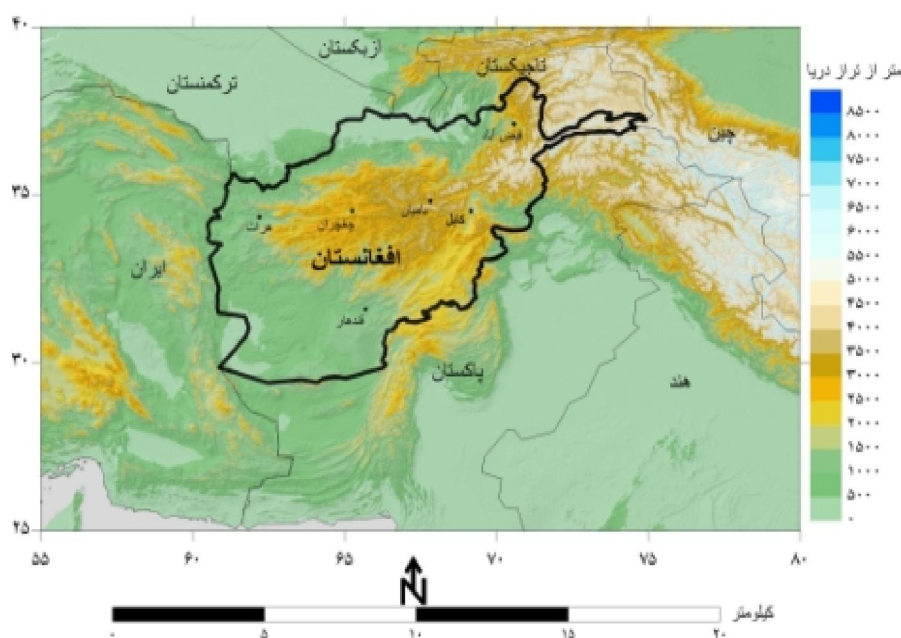
۴- TRMM satellite

8 - Yatagai, et al

روش بر روی داده‌های ایستگاه‌هاست. وی در پایان نتیجه می‌گیرد که ایران دارای هشت ناحیه بارشی متمایز است. همچنین، آرایش جغرافیایی این نواحی روشن می‌سازد که هرچند مقدار بارش تا اندازه‌ای به ناهمواری‌ها وابسته است، اما زمان دریافت بارش بیشتر آرایش مداری دارد و به پیشروی و پسروی سامانه‌های هم‌دید وابسته است.

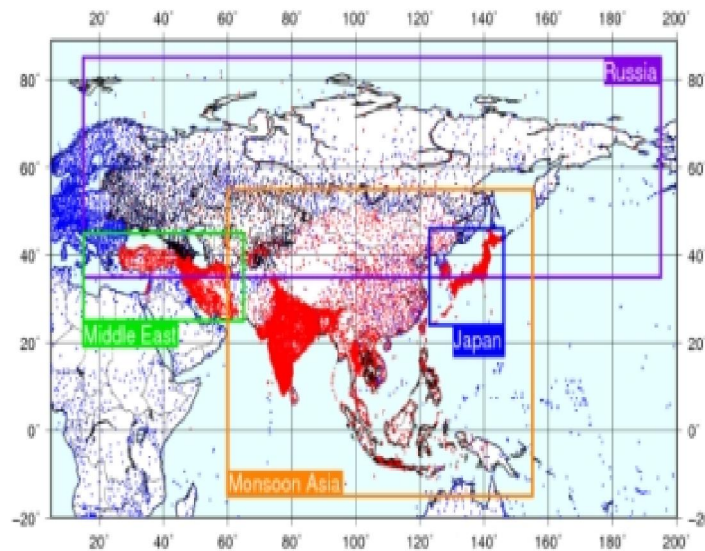
داده‌ها و روش پژوهش موقعیت منطقه مورد مطالعه

افغانستان با مساحت ۶۴۴۱۴۳ کیلومتر مربع در قاره آسیا در محل تلاقی رشته کوه‌های سر به فلک کشیده هندوکش (که از شمال شرق به جنوب غرب کشیده شده و بلندترین قله آن ۷۴۸۵ متر ارتفاع دارد)، رشته کوه بابا (که در مرکز افغانستان واقع شده و امتداد غربی شرقی دارد و بلندترین قله آن ۵۱۴۰ متر ارتفاع دارد) و رشته کوه سفیدکوه (که در شرق افغانستان واقع شده و بلندترین قله آن ۴۷۵۵ متر ارتفاع دارد) واقع شده است. این کشور دارای مختصات جغرافیایی ۶۰ تا ۷۵ درجه شرقی و ۲۹ تا ۳۸ درجه شمالی است (شکل ۱).



شکل ۱) موقعیت جغرافیایی کشور افغانستان

برای انجام این بررسی، نخست داده‌های بارش از پایگاه داده آفرودایت بخش مانسون^۹ آسیا بارگیری شد. داده‌های این پایگاه چهار ناحیه روسیه، ژاپن، مانسون آسیا و خاورمیانه را پوشش می‌دهد (شکل ۲). داده‌های مورد استفاده دارای تفکیک 0.25×0.25 درجه قوسی هستند و از تاریخ ۱۳۲۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۶/۱۰/۱۰ خورشیدی را پوشش می‌دهند.



شکل ۲) نواحی تحت پوشش پایگاه داده آفرودایت
 مأخذ: پایگاه داده آفرودایت

به منظور بررسی مکانی بارش بر روی افغانستان، از داده‌های استخراج شده میانگین سالانه، فصلی و ماهانه تهیه گردید و سپس با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایگی در نرم افزار سرفر، نقشه‌های هفده گانه (سال، ۴ فصل و ۱۲ ماه) بارش به صورت خطوط هم‌چند تولید شد.

برای واکاوی زمانی بارش افغانستان، به دلیل برابر نبودن اندازه یاخته‌ها، میانگین وزنی بارش با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$PW_i = \frac{1}{\sum w_j} \sum_{j=1}^n P_{ij} w_j \quad (1)$$

P_{ij} : بارش روز i ام بر روی یاخته j ام
 w_j : مساحت یاخته j ام
 PW_i : میانگین وزنی بارش روز i ام

و هفده سری زمانی (۱ سال، ۴ فصل و ۱۲ ماه) با استفاده از این میانگین تولید شد، که معناداری روند این سری‌های زمانی از طریق آزمون من-کندال و در دو سطح ۹۵٪ و ۹۹٪ به صورتی که در زیر می‌آید، بررسی گردید: ابتدا محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع علامت s و استخراج پارامتر S

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(X_j - X_k) \quad (2)$$

که n تعداد مشاهدات سری، X_j و X_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری هستند.
 تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۳)$$

مرحله بعد محاسبه پراش با استفاده از رابطه زیر است:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{اگر } n > 10 \quad (۴)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{اگر } n \leq 10 \quad (۵)$$

که n تعداد داده‌های مشاهده‌ای و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است.

گام بعدی استخراج آماره آزمون Z به کمک یکی از روابط زیر است:

S همان فراسنج محاسبه شده در فرمول اول است.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (۶)$$

در آخر اگر رابطه زیر برقرار باشد، فرض صفر که عدم روند را اثبات

می‌کند (و در مقابل فرض یک که حاکی از وجود روند است، قرار می‌گیرد)، پذیرفته می‌شود:

$$|Z| \leq Z\alpha / 2 \quad (۷)$$

در رابطه فوق α سطح معنی داری است که برای آزمون در نظر گرفته شده و در اینجا ۹۵٪ و ۹۹٪ است.

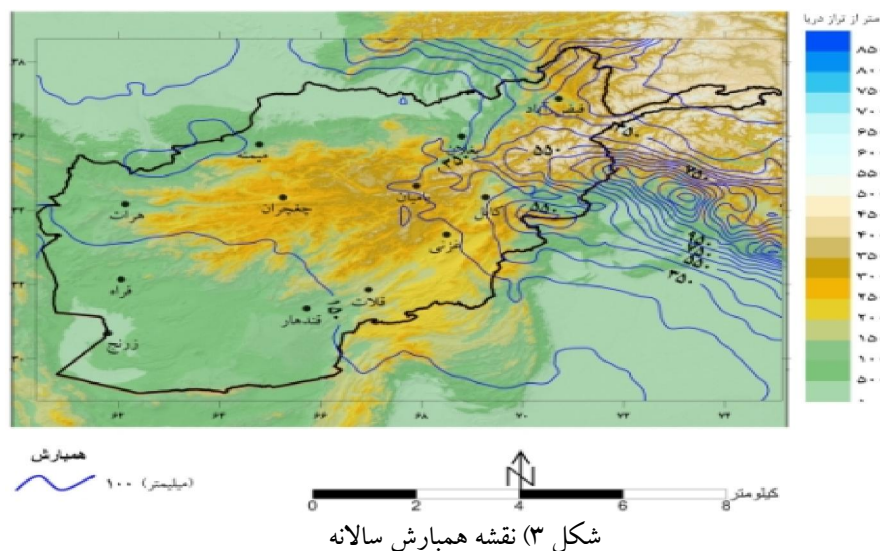
در صورتی که در سری‌های زمانی روند موجود باشد، اگر آماره Z مثبت بود، روند صعودی و در صورت منفی بودن

روند نزولی است (ماندل و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۲: ۷۲).

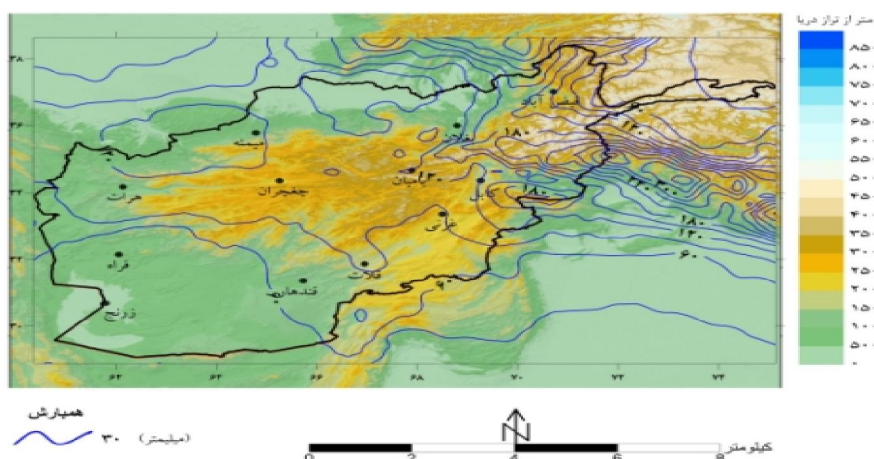
بحث

میانگین بارش سالانه افغانستان حدود ۲۵۶ میلیمتر است؛ اما این بارش به صورت یکنواخت در تمام قسمت‌های این کشور تقسیم نشده، بلکه در نواحی شرقی این کشور بارش به نزدیک ۸۰۰ میلیمتر هم می‌رسد. علاوه بر آن، قسمت شمال شرقی افغانستان نیز بارش‌های خوبی را دریافت می‌کند که نزدیک به ۴۵۰ میلیمتر است. به جز نواحی نام برده دیگر

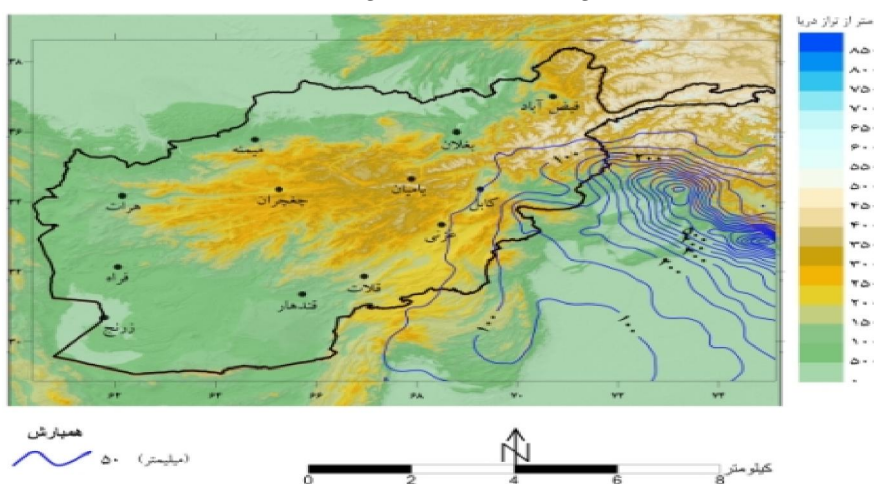
مناطق این کشور دارای بارش زیر ۲۵۶ میلیمتر هستند. در شرق و شمال شرق افغانستان به راحتی می‌توان نقش ارتفاعات سر به فلک کشیده هندوکش را در زیاده بارش تماشا کرد؛ اما این پیروی خطوط همبارش از ناهمواری‌ها، در مرکز کشور رنگ می‌بازد و این مسأله را در ذهن تداعی می‌کند که علاوه بر ارتفاعات، عوامل دیگری نیز در بارش افغانستان نقش دارند. نکته دیگر و قابل تأمل اینکه قسمت‌های غربی افغانستان که مرز مشترک با ایران دارند، همگی دارای بارش سالانه زیر ۲۰۰ میلیمتر هستند و از آنجا که کشور ما با افغانستان دارای منابع آبی مشترک است، این نکته می‌تواند در مسایل مربوطه مهم باشد. در میان شهرهای افغانستان، کابل و فیض‌آباد دارای شرایط مساعدتری نسبت به دیگر شهرها از نظر دریافت بارش هستند. در مقابل، شهرهای زرنج و فراه بهره‌چندانی از بارش‌های افغانستان نمی‌برند (شکل ۳).



الگوی موجود در نقشه‌های فصلی مانند نقشه‌های سالانه است. بیشینه بارش در شرق و شمال شرق افغانستان وجود دارد. پربارش‌ترین فصل در افغانستان، فصل زمستان با میانگین بارش نزدیک به ۹۰ میلیمتر (شکل ۴) و کم بارش‌ترین فصل آن، تابستان با میانگین بارش ۳۳ میلیمتر است (شکل ۵). از مزیت‌های بارش فصل زمستان، پراکنده بودن آن در تمام مناطق این کشور است؛ اما بارش تابستانه تنها قسمت شرق را پوشش می‌دهد. در این فصل (تابستان) قسمت غربی و هم‌مرز با ایران هیچ بارشی دریافت نمی‌کند و تنها شهری که می‌توان گفت از بارش‌های تابستانه بهره‌مند می‌شود، شهر کابل است.

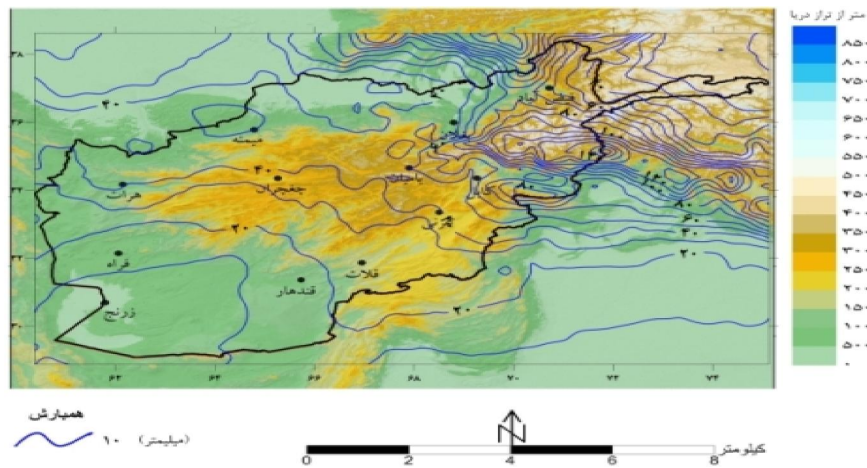


شکل (۴) نقشه همبارش فصل زمستان

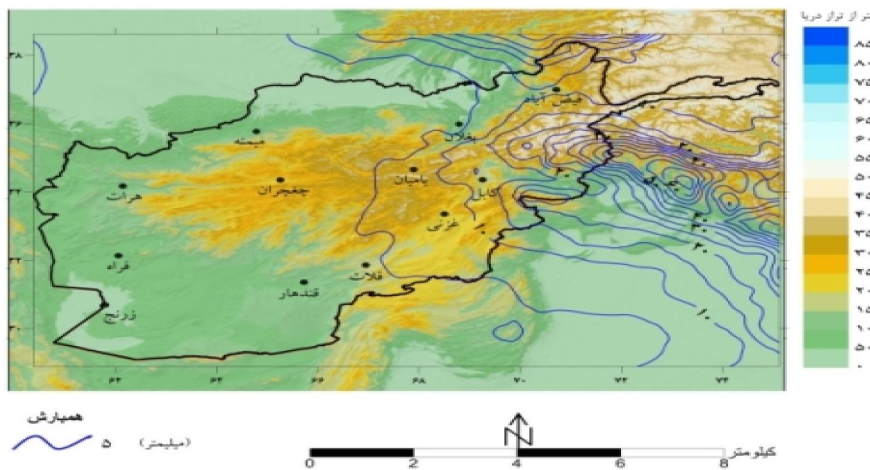


شکل (۵) نقشه همبارش فصل تابستان

در واکاوی نقشه‌های ماهانه، می‌توان ماه‌ها را به دو دسته تقسیم کرد: اول ماه‌هایی که بارش آنها در سراسر سرزمین افغانستان پراکنده است (فروردین، اردیبهشت، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند) و دوم ماه‌هایی که فقط قسمت شرق و شمال شرق را پوشش می‌دهند و ناحیه هم‌مرز با ایران در این ماه‌ها بارشی دریافت نمی‌کند (خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر). مرطوب‌ترین ماه در این سرزمین، فروردین با میانگین ۳۶ میلیمتر است (شکل ۶). در این ماه همبارش ۱۴۰ میلیمتری، بزرگترین همبارشی است که می‌توان آن را در ناحیه شرق سرزمین افغانستان مشاهده کرد؛ اما سوی این منطقه دیگر مناطق در این ماه، بارش‌های ۴۰ میلیمتر و کمتر دریافت می‌کنند. کم‌بارش‌ترین ماه، مهر با میانگین بارش ۸ میلیمتر است (شکل ۷). در این ماه بزرگترین همبارش (۵۰ میلیمتری) باز هم در منطقه شرق قرار دارد؛ اما گویاترین مطلب موجود در نقشه مهر ماه، کمی بارش در قسمت اعظم سرزمین افغانستان است؛ بارشی که حتی از ۵ میلیمتر هم کمتر است. با توجه به این واکاوی‌ها، استان‌های مرکزی و جنوبی افغانستان از نظر بارش دریافتی بسیار فقیر هستند، و شاید بتوان گفت توجهات اخیر به مسأله مهار آب‌های سطحی و ایجاد سد بر روی رودهای پر آب مانند هیرمند در این سرزمین از پیامدهای همین عامل باشد. از آنجا که آب هیرمند در نهایت به چاه نیمه‌های سیستم در سرزمین ما ریخته می‌شود و حیات را به این بخش از سرزمین ما ارزانی می‌دارد، مسأله مهار این آب در افغانستان و لزوم پیگیری حقایق ایران از این رود، از دغدغه‌های امروزه سرزمین ماست.



شکل ۶) نقشه همبارش فروردین ماه

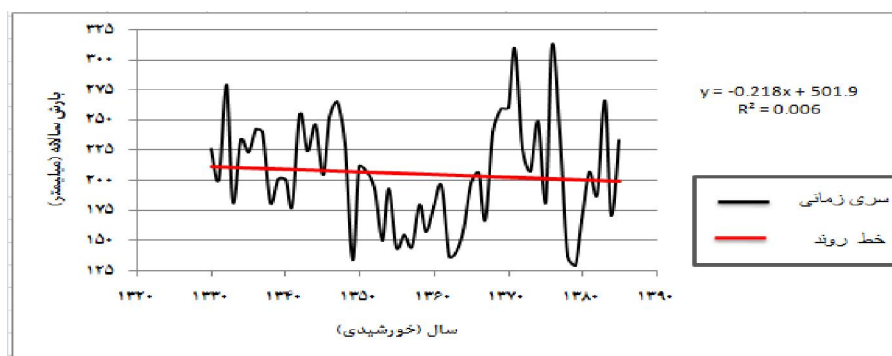


شکل ۷) نقشه همبارش مهر ماه

در واکاوی زمانی و انجام آزمون روند من-کندال که نتایج آن در جدول (۱) آمده، مشخص شد، با اینکه میانگین بارش سالانه در افغانستان ۲۵۶ میلیمتر است؛ اما در سال‌های پر بارش تا ۳۱۲ میلیمتر بارش هم دریافت کرده و در مقابل در سال‌های کم بارش، این میزان از ۱۰۰ میلیمتر هم کمتر بوده است. این در حالی است که ایران، چنان‌که مسعودیان (۱۳۹۰) نشان داد، با وجود میانگین بارش سالانه ۲۵۰ میلیمتر، در سال‌های پر بارش تا ۳۸۰ میلیمتر بارش دریافت می‌کند و در سال‌های کم بارش این میزان به کمتر از ۱۵۵ میلیمتر می‌رسد. علاوه بر این‌ها، در بررسی روند بارش در سری زمانی سالانه هیچ گونه معناداری در روند، در هر دو سطح اطمینان (۹۵٪ و ۹۹٪) دیده نشد (شکل ۹).

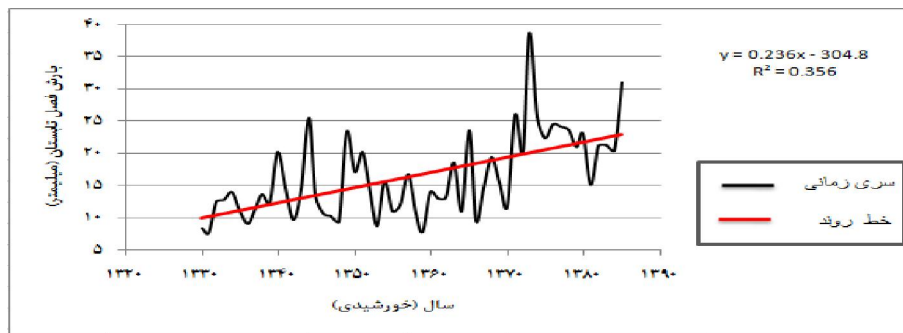
جدول (۱) نتایج آزمون من-کندال X عدم معناداری ✓ معناداری

سطوح اطمینان		نتیجه آزمون من-کندال	سری زمانی
۹۹ درصد	۹۵ درصد		
X	X	-۰/۸۱۳۸	سالانه
X	✓	-۲/۵۳۰۱	بهار
✓	✓	۲/۷۸۳۳	تابستان
X	X	۰/۰۷۵۷	پاییز
X	X	-۰/۳۳۳۷	زمستان
X	✓	-۲/۴۵۷۵	فروردین
✓	✓	-۲/۹۲۵۶	اردیبهشت
X	X	۱/۶۵۹۰	خرداد
✓	✓	۳/۵۲۲۴	تیر
✓	✓	۲/۳۵۷۵	مرداد
✓	✓	۳/۸۳۳۳	شهریور
X	X	۱/۵۷۶۴	مهر
X	X	-۰/۳۳۳۵	آبان
X	X	-۰/۱۳۰۸	آذر
X	X	۰/۰۲۰۷	دی
X	X	-۰/۶۴۰۲	بهمن
X	X	۰/۱۰۳۳	اسفند

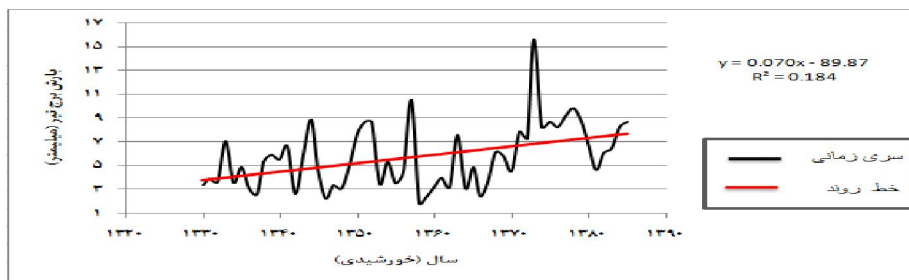


شکل (۹) نمودار سری زمانی سالانه افغانستان

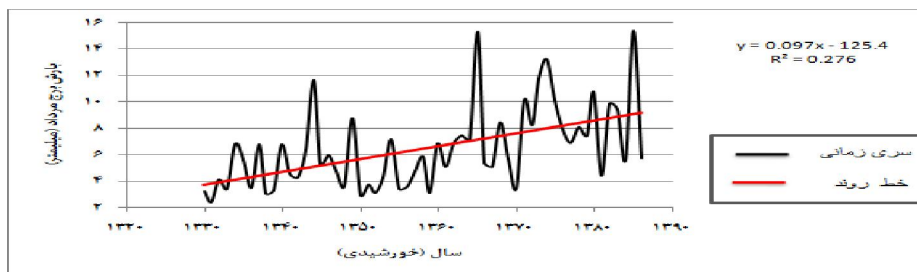
در بررسی سری‌های زمانی فصلی، پس از انجام آزمون من - کندال، مشخص شد که تنها تابستان (در هر دو سطح) در سری زمانی خود دارای روند معنادار، آن هم از نوع افزایشی است و هیچ کدام از سری‌های دیگر فصلی در هر دو سطح اطمینان معناداری در سری زمانی خود نشان ندادند (شکل ۱۰). و سرانجام در بررسی سری‌های زمانی ماهانه و انجام آزمون معناداری روند در آنها، سه ماه تیر، مرداد و شهریور دارای روند معنی دار افزایشی و اردیبهشت دارای روند معنی دار کاهشی در هر دو سطح بودند (شکل ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).



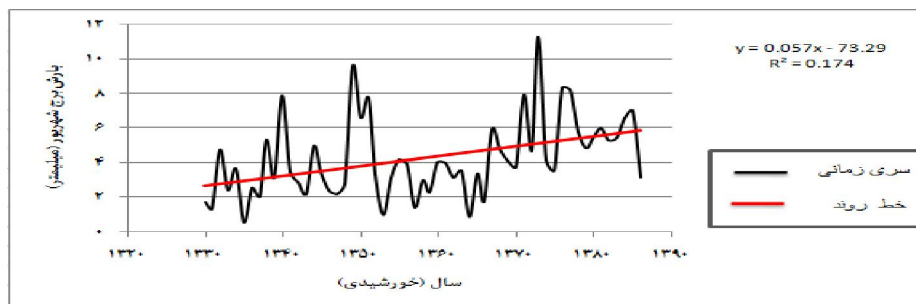
شکل ۱۰) نمودار سری زمانی فصل تابستان



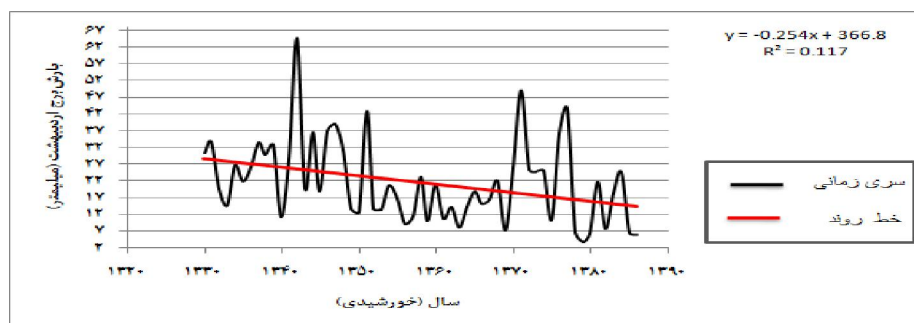
شکل ۱۱) نمودار سری زمانی تیر ماه



شکل ۱۲) نمودار سری زمانی مرداد ماه



شکل ۱۳) نمودار سری زمانی شهریور ماه



شکل ۱۴) نمودار سری زمانی اردیبهشت ماه

نتیجه گیری

با واکاوی‌های انجام شده به روشنی مشخص است که افغانستان با میانگین ۲۵۶ میلیمتر، مانند ایران از مناطق خشک جهان به شمار می‌آید. از نظر مکانی، بارش در افغانستان به دو عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی وابسته است و از آنجا که ناحیه هم‌مرز با ایران در قسمت کم‌ارتفاع و عرض جغرافیایی نسبتاً پایین قرار گرفته؛ پس توقعی جز کمی رطوبت در این کمربند نخواهیم داشت. همچنین، از نظر زمانی می‌توان گفت: بارش افغانستان از فصل بهار به تابستان انتقال یافته است و علت نبود روند در سری سالانه نیز همین موضوع است؛ چون روند کاهشی فصل بهار با روند افزایشی در تابستان یکدیگر را خنثی می‌کنند. مطلب اخیر می‌تواند بسیار قابل تأمل باشد؛ زیرا مردمان سرزمین‌ها و به خصوص کشاورزان هر سرزمین زندگی خود را با زمان‌های پرآبی یا همان فصل‌های بارشی تنظیم می‌کنند و تغییر زمان این بارش‌ها به طور غیرمستقیم سبک زندگی آن‌ها را دستخوش تغییر می‌نماید.

منابع

- ۱- حجام، سهراب، خوشخو، یونس و شمس‌الدین وندی، رضا. (۱۳۸۷). تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۶۴، صص ۱۵۷-۱۶۸.
- ۲- عساکره، حسین. (۱۳۸۴). تغییرات زمانی- مکانی بارش استان اصفهان طی دهه‌های اخیر، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، ج هجدهم، ش ۱، صص ۹۱-۱۱۶.
- ۳- عساکره، حسین و سیفی‌پور، زهره. (۱۳۹۱). مدل‌سازی مکانی بارش سالانه ایران، جغرافیا و توسعه، ش ۲۹، صص ۱۵-۳۰.
- ۴- محمدی، نبی. (۱۳۸۸). تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های استان کردستان، مجله رشد آموزش جغرافیا، ش ۸۷، صص ۲۱-۲۷.
- ۵- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۹۰). آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، ۲۷۷ صفحه.
- ۶- _____ (۱۳۸۸). نواحی بارشی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، ش ۱۳، صص ۷۹-۹۱.
- ۷- _____ (۱۳۸۴). شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۵۲، صص ۲۱-۳۳.
- 8- Bolvin, David T., Robert F. Adler, George J. Huffman, Eric J. Nelkin, Jani P. Poutiainen, 2009: Comparison of GPCP Monthly and Daily Precipitation Estimates with High-Latitude Gauge Observations. J. Appl. Meteor. Climatol., 48, 1843-1857.
- 9- Javanmard, S., Yatagai, M., Nudzo, I., BodaghJamali, J. and Kawamoto, H. (2010) Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimates of TRMM_3B42 over Iran, Adv. Geosci., 25, 119-125.
- 10- Kitoh, A., Yatagai, A. and Alpert, P. (2008) First super- high- resolution model projection that the ancient "Fertile Crescent" will disappear in this century, Hydrological Research Letter 2, 1-4.
- 11- Modal, A., Kundu, S. and Mokhopadhyay, A. (2012) Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test: A case study of north-eastern part of Cuttack district, Orissa, ISSN, Vol. 2, 70-78.

- 12- Negrón Juárez, Robinson I., Wenhong Li, Rong Fu, Katia Fernandes, Andrea de Oliveira Cardoso, 2009: Comparison of Precipitation Datasets over the Tropical South American and African Continents. *J. Hydrometeor*, 10, 289–299.
- 13- Rezaei, T., Mofidi, A., Santos, A. and Bordi, I. (2011) Spatial patterns and regimes of daily precipitation in Iran in relation to large-scale atmospheric circulation, *Int. J. climatol.* (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.2347.
- 14- Takashima, H., Yatagai, A., Kawamoto, H., Arakawa, O. and Kamiguchi, H. (2008) Hydrological balance over northern Eurasia from gauge-based high-resolution daily precipitation data, Corresponding author (hisahiro@chikyu.ac.jp).
- 15- Voisin, Nathalie, Andrew W. Wood, Dennis P. Lettenmaier, 2008: Evaluation of Precipitation Products for Global Hydrological Prediction. *J. Hydrometeor*, 9, 388–407.
- 16- Yatagai, A., Xie, P. and Kitchin, A. (2005) Utilization of a New Gauge-based Daily Precipitation Dataset over Monsoon Asia for Validation of the Daily Precipitation Climatology Simulated by the MRI/JMA 20-km-mesh AGCM, SOLA, vol. 1, 193-196.
- 17- Yatagai, A., Xie, P. and Alpert, P. (2008) Development of a daily gridded precipitation data set for the Middle East, *Adv. Geosci.*, 12, 165_170.
- 18- Yatagai, A., Arakawa, A., Kamiguchi, K., Kawamoto, H., Nodzo, I., and Hamada, A. (2009) A 44-Year Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia Based on a Dense Network of Rain Gauges, SOLA, vol. 5, 137-140.