Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸
Volume 15, No. 4, Winter 2020 (IR-WRR)
۱۷۱-۱۸۶

کاهش اثر ناهم‌واریانسی در محاسبه‌ی میانگین بارش سالانه ایران با کمک طبقه‌بندی اقلیمی

ارشک حلی‌ساز[۱*] و ساجده صفی‌خوانی[۲]

چکیده

ناهم‌واریانسی به‌عنوان مفهومی تعیین‌کننده می‌تواند محاسبه و کارآیی میانگین بارش را در پهنه‌ی سرزمینی ایران به چالش بکشد. این ناکارآیی باعث بروز خطا در برآورد آورد آب سالانه و بروز مشکل در مدیریّت منابع آبی کشور می‌شود. لذا در این پژوهش با مبنا قراردادن طبقه‌بندی اقلیمی مسعودیان و بررسی داده‌های بارش ۱۴۶ ایستگاه همدید، در چهار مقیاس زمانی فصل پُربارش، نیمه پُربارش، پیش‌بارش و کم بارش، اثر ناهم‌واریانسی بر میانگین بارش از طریق آزمون لوین مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد علی‌رغم اینکه داده‌های بارش تمامی نواحی اقلیمی توزیع نرمال دارند امّا وجود بارش‌های حدّی به‌عنوان داده‌های پرت، واریانس‌های بسیار بزرگ و متفاوت بودن رژیم‌های بارشی برخی از ایستگاه‌های هر ناحیه‌ی اقلیمی، باعث پذیرفته نشدن فرضیّه‌ی صفر آزمون لوین می‌شود و بیشتر نواحی اقلیمی با ناهم‌واریانسی روبه‌رو هستند. نتیجتاً کاربرد شاخص میانگین نمی‌تواند شناخت کاملی از وضعیّت بارش و توزیع داده‌های بارش را ارائه دهد. بنابراین برای نیل به میانگینی کاراً از بارش سالانه کشور لازم است با پرهیز از محاسبه‌ی میانگین در پهنه‌ی سرزمینی، اقدام به ارتقای میانگین بارش محاسبه‌شده در پهنه‌ی اقلیمی کرد و با انجام طبقه‌بندی اقلیمی اصلاح‌شده در محدوده‌ی حوزه‌های آبخیز، شناخت بهتری از رفتار بارشی در هر پهنه‌ی اقلیمی و کلّ پهنه‌ی سرزمینی ایران به‌دست آورد.

کلمات کلیدی: ایران، آزمون لوین، طبقه‌بندی اقلیمی مسعودیان، میانگین بارش، ناهم‌واریانسی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۴/۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۷/۱۲

۱- استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.
۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.
*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان بهار ۱۳۹۹ امکانپذیر است.

Modifying Annual Precipitation Mean Concerning the Effects of Heteroscedasticity in Different Climatic Regions of Iran

A. Holisaz [1] and S. Safikhany [2]*

Abstract

Heteroscedasticity as determining concept challenges the calculation and efficiency of mean precipitation at the extent of Iran territory. This inefficiency leads to emergence of error during calculation of annual water budget and of problem in water resources of country. Accordingly, in this study, building on the Masoodian climatic classification and investigating the precipitation data from146 synoptic stations at four temporal scales- heavy rain, semi-heavy rain, pre-precipitation, and low rain- the effect of Heteroscedasticity on mean precipitation were investigated by Levene Test. The results showed that besides the precipitation data have a normal distribution across all climatic regions, but the existence of limiting precipitations as outliers data, very high-variances and the variation of precipitation regimes from some station of a climatic region, resulted in rejection of null hypothesis of Levene Test and most of climatic regions are encountered Heteroscedasticity. Consequently, use of mean index could not provide complete recognition of precipitation status and precipitation distribution. Hence, to achieve an efficient mean of annual precipitation in country, it is necessary to do practice to enhance the calculated mean precipitation in climatic extent, with avoiding calculating mean at territory extent, and by accomplishment of improved climatic classification at watershed basin scale, gains better recognition of precipitation behavior at any climatic extent, and at whole territory extent in Iran.

Keywords: Heteroscedasticity, Iran, Levene Test, Masoodian Climatic Region, Precipitation Mean.

Received: June 26, 2019
Accepted: October 4, 2019

1- Assistant Professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. Email: holisaz@hormozgan.ac.ir
2- Ph.D. Student of Watershed Management Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
*- Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

کمتر منبعی را در ایران می‌توان یافت که در آن به بحث بارندگی، آب و مدیریّت آن پرداخته باشد و به قرارگرفتن کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک و داشتن میانگین بارندگی حدود یک سوم جهانی اشاره‌ای نشده باشد (Alijani, 2013; Alizadeh et al., 2006; Masoodian and Kavyani, 2008; Daemi, 2008; Masoodian, 2009; Mahdavi, 2010; Movahedi et al., 2012; Masoodian, 2012; Asakereh et al., 2015; Asakereh and dostkamian, 2015).

بررسی منابع مختلف حاکی از آن است که ایران کشوری خشک و نیمه‌خشک است، چراکه میانگین بارندگی حدود ۲۵۰ میلیمتر دارد. با این‌حال باید توجّه کرد که تفاوت در مقیاس‌های مکانی و زمانی پدیده‌ی بارش مانع از تفسیر ساده‌ی «ایران در منطقه‌ای خشک واقع شده است» می‌شود. به‌عبارتی ساده‌تر درهم پیچیدگی‌های شرایط اقلیمی و طبیعی متکثّر کشور (Holisaz et al., 2018) و این واقعیّت که «بارش پدیده‌ای است که مقدار آن در مکان و زمان پیوسته تغییر می‌کند (Masoodian, 2003)» باعث می‌شود که معرفی کلّ پهنه‌ی ایران به‌عنوان منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک با وجود تکثّرهای اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و اقلیمی و همچنین استفاده از یک شاخص (میانگین بارش حدود ۲۵۰ میلیمتر) منطقی به‌نظر نیاید. با وجود توزیع ناموزون مکانی و زمانی بارش (Masoodian and Kavyani, 2008; Daemi, 2008) و همچنین ثبت بارش‌های سالانه‌ای مانند ۱۱/۳ میلیمتر در ایستگاه همدید زابل و ۱۵۸۵ میلیمتر در ایستگاه همدید بندرانزلی در سال ۲۰۱۸ (Iran Current Weather, 2019) و مبتنی بر کلیّات ابتدایی آمار و تعریف شاخص‌های میانگین، واریانس و پدیده‌ی ناهم‌واریانسی[1] استفاده از شاخص میانگین برای کل پهنه‌ی سرزمینی صحیح به‌نظر نمی‌رسد.

به‌عبارتی این تنوّع بسیار زیاد مکانی و زمانی بارش در سطح کشور (Alijani, 2013; Masoodian and Kavyani, 2008; Daemi, 2008; Asakereh et al., 2015) باعث می‌شود که علاوه بر آگاهی از مقدار میانگین بارش، دانستن نحوه و میزان پراکندگی کلیه‌ی مقادیر بارش نسبت به میانگین آن‌ها (Kavyani and Alijani, 2008) و همچنین چگونگی محاسبه‌ی میانگین بارندگی که متناسب با شرایط غیرهمگن اقلیمی کشور است، از اهمیّت زیادی برخوردار باشد.

تحقیقات صورت‌گرفته‌ی نگارندگان، جمع‌آوری مستندات، کتب، گزارش‌ها و حتّی مراجعات مستندشده به سازمان و وزارت‌خانه‌های مرتبط (سازمان هواشناسی و وزارت نیرو) نشان می‌دهد که: ۱) روش‌شناسی محاسبه‌ی میانگین بارش کشور در جایی ثبت نشده است و ۲) مطابق با دانش کارشناسی و ادّعاهای شفاهی کارشناسان این سازمان‌ها، این روش‌شناسی در طول زمان تغییر کرده است. به‌عبارتی روش ثبت‌شده‌ای وجود ندارد امّا دانش شفاهی از تغییر آن طیّ زمان سخن می‌گوید که می‌تواند ناشی از ورود فن‌آوری‌هایی چون سامانه‌ی اطّلاعات جغرافیایی و سنجش از دور یا تغییر حجم دانش یا تغییر سوگیری علمی باشد.

به‌عبارتی ساده‌تر علی‌رغم بیان انواع روش‌های ساده، زمین آماری و درون‌یابی برای محاسبه‌ی میانگین بارش در منابع مختلف (مانند میانگین‌گیری، چند ضلعی‌های تیسن، خطوط همباران (Alizadeh, 2013; Mahdavi, 2010)، خانواده‌ی کریجینگ، اسپلاین‌ها[2]، الگوریتم‌های ساده و چند متغیّره، وزنی عکس فاصله[3] و غیره (Nadi et al., 2012) و وجود پایگاه‌های داده‌ای مانند اسفزاری[4]، GPCC[5]، GPCP[6]، CMAP[7]، (Masoodian et al., 2014)، TRMM (Masoodian et al., 2015)، PERSIANN[8] و APHRODITE[9] که مبتنی بر الگوریتم‌هایی خاص، برآوردهایی از بارش را ارائه می‌دهند (Nasrabadi, 2013) امّا کمتر منبعی را می‌توان یافت که روش‌شناسی محاسبه‌ی میانگین بارش کشور را به شکل رسمی یا حتّی نیمه‌رسمی توضیح داده باشد. همان‌طور که بررسی منابع نشان می‌دهد محاسبه‌ی میانگین بارش کشور در سال‌های مختلف [۳۴۱ میلیمتر (Alijani, 2013)، ۲۵۲ میلیمتر (Daemi, 2008)، ۲۴۰ میلیمتر (Kavyani, 2008; Masoodian and Mahdavi, 2010) و ۲۵۰ میلیمتر (Masoodian, 2012)] به‌وضوح متفاوت هستند.

بررسی منابع مختلف همچنین نوعی عدم اجماع در روش‌شناسی محاسبه‌ی میانگین بارش را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال Alijani (2013) بیان می‌کند که در دوره‌ی آماری ۱۹۸۵-۱۹۶۱ اگر به‌جای میانگین ریاضی از میانگین وزنی برای محاسبه‌ی میانگین بارش استفاده شود، میزان آن خیلی کمتر از ۳۴۱ میلیمتر است. Teimouri and Bazrafshan (2017) با محاسبه‌ی میانگین بارندگی چهار دهه‌ی گذشته‌ی کشور از طریق دو روش پلیگون‌بندی تیسن (۴۲۱ میلیمتر) و خطوط هم‌باران به روش‌های درون‌یابی کریجینگ (۲۳۲ میلیمتر)، عکس فاصله (۷۱۵ میلیمتر) و همسایگی طبیعی[10] (۷۱۵.۵ میلیمتر)، اختلاف برآوردهای میانگین بارش را قابل توجّه می‌دانند و بیان می‌کنند که روش درون‌یابی کریجینگ بیشترین مقدار خطا را در برآورد میانگین بارش دارد و استفاده از روش‌های میان‌یابی در بخش‌های مرکزی نسبت به مناطق پرباران شمالی و غرب ایران دقّت کمتری دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

فارغ از این مسائل، اشاره به بارش و استناد به میانگین بارش سالانه در مناطقی که به‌عنوان منطقه‌ی خشک معرفی می‌شوند نیز معنا و مفهومی ندارد. در این خصوص Katz and Glantz (1977) درخصوص بارش متوسط کشورهای خشک آفریقایی این ادّعا را دارند که شاخص‌های نما و میانه نسبت به شاخص میانگین برای بررسی بارش نرمال برتری دارند. علاوه بر این اندازه‌گیری شاخص‌های پراکندگی مانند انحراف از معیار نیز مفید است (Paepe et al., 1990). Kavyani and Alijani (2008) بیان‌می‌کنند وضعیّت دقیق آب و هوای یک منطقه باید براساس فراوانی وقوع همه‌ی داده‌های آب و هوایی تعیین شود، چرا که وضعیّت میانگین در طبیعت وجود ندارد. لذا بعد از جنگ جهانی دوم بسیاری از اقلیم‌شناسان متوجّه عدم‌کارآیی کاربرد شاخص میانگین برای عناصر آب و هوایی شدند و با کاربرد روش‌های کامپیوتری و گسترش نقش آمار در بررسی عناصر آب و هـوایی، به‌جای میانگین از فراوانی تکرار آن‌ها استفـاده کردند. Alijani (2014) بیان می‌کند که استفاده از فراوانی‌های مکانی و زمانی عناصر اقلیمی، زمانی گسترش یافت که کاربرد میانگین توان حلّ مسائل اقلیمی را نداشت. Teimouri and Bazrafshan (2017) نیز با این اعتقاد که ارائه‌ی عدد متوسط بارش در بُعد مرز سیاسی برآورد نادرستی است و با توجّه به اقلیم‌های متعدد و تغییرات بسیار زیاد مکانی و زمانی بارش کشور پیشنهاد می‌کنند که مقدار بارش متوسط کشور به ازای هر حوزه‌ی آبخیز محاسبه شود.

بنابراین با توجّه به قرارگیری ۸۳ درصد مساحت کشور در بخش بسیار کم‌بارش (Masoodian, 2009) و توزیع نابرابر جغرافیایی بارش (Masoodian and Kavyani, 2008) و بارش بیشترین مقدار میانگین بارش سالانه در سواحل جنوبی دریای خزر با هسته‌ی پربارش آن در جنوب غرب (میانگین ۱۷۰۰ میلی‌متر) و کمترین مقدار بارش در قسمت‌های مرکزی و بیابان‌های داخلی ایران (میانگین ۴۷ میلی‌متر) (Asakereh et al., 2015)، تکیه بر شاخص میانگین به‌عنوان معیار درک و شناخت بارش کشور، می‌تواند تکیه‌ای لرزان و نامطمئن باشد. درواقع اگرچه شاخص میانگین به‌دلیل تأثیرپذیری از اندازه‌ی یک‌یک داده‌ها و نادیده نگرفتن هیچ‌کدام از داده‌های آماری نسبت بـه سایر شاخص‌های متمایل بـه مـرکز اهمّیت بیشتری در بـررسی‌های آمـاری دارد (Bazargan Lari, 2012; Behboodian, 1998) و تمام اطّلاعات مربوط به داده‌ها را مورد توجّه قرار می‌دهد و با کمک آن می‌توان جایگاه هر یک از داده‌ها را در مجموعه‌ی داده‌ها تعیین کرد (Asakereh, 2012) امّا درصورت وجود یک یا چند داده‌ی افراطی (داده‌های بسیار بزرگ و بسیار کوچک) در بین مجموعه‌ی داده‌های آماری، میانگین به‌شدّت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و نمی‌تواند معیار خوبی برای بیان تمرکز داده‌ها باشد (Behboodian, 1998; Bazargan Lari, 2012). لذا استناد به میانگین بارش، با هر روش‌شناسی کلاسیک محاسبه‌ی میانگین، با وجود بارش‌های بسیار زیاد شمال کشور (مثل بندرانزلی، رامسر و رشت) و بارش‌های بسیار کم جنوب کشور (مثل چابهار، زابل و ایرانشهر)، به‌تنهایی نمی‌تواند شناخت صحیحی از واقعیّت‌های طبیعی مشاهدات بارش کشور ارائه دهد.

درحقیقت شاخص میانگین قادر بـه ارائه‌ی اطّلاعات کافی بـرای تشریح تغییرپـذیـری، تنوّع، چـگونگی تـوزیع مقادیـر در اطراف مقدار متوسط نیست (Asakereh, 2012) و نمی‌تـوانـد تصویر کـامل و روشنی از ماهیّت داده‌هـا را بیان‌کند (Rezai, 2004; Yazdi Samadi et al., 2007). در مقابل، شاخص واریانس، نمایش‌دهنده‌ی تشابهات و ناهماهنگی‌های بین مشاهدات است و اندازه‌ی کمّی آن، میزان تغییرپذیری و ناهمگونی مجموعه داده‌ها را ارائه می‌کند. به‌عبارتی واریانس گویای چگونگی توزیع مشاهدات است. واریانس‌های کوچک نشان‌دهنده‌ی فقدان تفاوت توزیع در مشاهدات است و هرچه تغییرپذیری مقادیر مجموعه داده‌ها بیش‌تر باشد، واریانس بزرگ‌تر است (Asakereh, 2012) و هرچه واریانس بزرگ‌تر باشد، دقّت آن در نشان دادن تأثیر متغیّر توضیحی مربوطه نیز کمتر می‌شود (Shams and Mahdiyan, 2015).

باید توجّه کرد که واریانس‌های بزرگ و متفاوت بودن واریانس خطاها در سرتاسر مشاهدات، پدیده‌ی ناهم‌واریانسی را نیز به‌دنبال دارد (Gelfand, 2015) که می‌تواند ناشی از اشتباه بودن مقیاس مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌ها (Downs and Rocke, 1979) و حضور داده‌های بسیار بزرگ و بسیار کوچک (داده‌های پرت) باشد (Williams, 2015). در واقع ناهم‌واریانسی زمانی اتفاق‌می‌افتد که پراکندگی خطا از مشاهده‌ای به مشاهده‌ای دیگر تغییر می‌کند و هرگونه تحلیل با داده‌هایی که ناهم‌واریانسی دارند منجر به عدم‌کارآیی نتایج بـه‌دلیل تخمین‌های اشتباه می‌شـود؛ چرا کـه واریانس و ناهم‌واریانسی تابع میانگین داده‌ها هستند (Gelfand, 2015).

در این بین حدّی‌بودن رویدادهای بارش کشور و نایکنواختی توزیع زمانی و مکانی آن (Masoodian, 2012) این فرض را ایجاد می‌کند که ممکن‌است داده‌های بارش کشور نیز دارای واریانس‌های بزرگ و پدیده‌ی ناهم‌واریانسی باشند که در این‌صورت نمی‌توان به درستیِ کاربرد شاخص میانگین اعتماد کرد. بنابراین در این پژوهش با تمرکز بر شاخص‌های واریانس و ناهم‌واریانسی، تلاش می‌شود که نشان داده شود اتّخاذ چارچوب روش‌شناسی مدوّن برای محاسبه‌ی میانگین بارش کشور و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی به‌منظور تحقّق مدیریّت جامع منابع

www.SID.ir

Archive of SID

آب به کمک شاخص میانگین یا ۱) ممکن نمی‌شود یا ۲) در اجرای آن تضادهایی ایجاد می‌شود؛ به نوعی کاربرد میانگین به‌عنوان معیار مناسبی برای نمایش وضعیّت بارشی کشور گمراه‌کننده است.

۲- روش تحقیق

در مدل‌های رگرسیونی فرض می‌شود که برای هر مقدار ثابت X_i، مقادیر مختلف خطاها همدیگر را خنثی می‌کنند و میانگین آن‌ها برابر صفر است. هیچ‌گونه همبستگی خطی بین جملات خطا وجود ندارد ($E(u_i u_j)=0, i \neq j$) (Shams and Mahdiyan, 2015) و خطاها از توزیع نرمال تبعیّت می‌کنند و واریانس خطاها برای همه‌ی مشاهدات ثابت و برابر σ^2 است (Gelfand, 2015).

وجود تمامی این پیش‌فرض‌ها در مدل رگرسیونی، هم‌واریانسی[11] (یا واریانس ثابت[12]) نام دارد. در این حالت می‌توان از روش حداقل مربعات معمولی (OLS[13]) برای تخمین‌های بهتر استفاده کرد (Downs and Rocke, 1979) امّا هنگامی که واریانس خطاها در سرتاسر مشاهدات متفاوت باشند و به ازای هر مقدار i واریانس uها متفاوت باشد، پدیده‌ی ناهم‌واریانسی رخ می‌دهد. به‌عبارتی با تغییر مقادیر X، مقادیر واریانس خطاها تغییر می‌کند (Shams and Mahdiyan, 2015) و فرضیّات مدل رگرسیونی نقض می‌شود و دیگر نمی‌توان از روش تخمینی OLS استفاده کرد، چراکه وقتی فرض مساوی بودن خطای واریانس نقض می‌شود، استفاده از OLS منجر به تخمین‌های ناکارآ می‌شود و نتایج حاصل از آن معتبر نخواهد بود و کاربرد حداقل مربعات وزنی (WLS[14]) تخمین‌های بهتری را ارائه می‌دهد (Downs and Rocke, 1979).

ناهم‌واریانسی یا نابرابری واریانس خطاها، مفهومی مخالف هم‌واریانسی دارد (Gelfand, 2015) و مانعی برای تخمین‌های صحیح است (Downs and Rocke, 1979). این پدیده تحت تأثیر عوامل مختلفی ازجمله ماهیّت پدیده‌ی مورد بررسی که دارای روند افزایشی یا کاهشی است و کاربرد شکلِ میانگینِ مشاهدات ایجاد می‌شود. به‌عبارتی ساده‌تر ناهم‌واریانسی تابع متغیّرهای توضیحی و میانگین داده‌ها است (Shalabh, 2019). لذا تحلیل‌گران داده و آماردان‌ها با تبدیل و تغییر متغیّرهای مستقل و ساده‌سازی روابط بین این متغیّرها، آن‌ها را با فرضیّات مدل رگرسیونی متناسب می‌کنند تا ناهم‌واریانسی را اصلاح کنند (Downs and Rocke, 1979).

تغییرات مکانی شدیدی کـه متغیّر بارش از خـود نشان می‌دهـد (Masoodian, 2012)، پیچیدگی‌های رفتاری و حـرکتیِ چشم‌گیری کـه در قیاس بـا دیـگر پـدیـده‌هـای اقلیمی دارد (Mohammadi and Massodiyan, 2010; Sotoudeh and Alijani, 2015) و همچنین رفتارهای ناهنجار و بی‌قاعده‌ی بارش در ایران (Mohammadi and Massodiyan, 2010)، این فرض را ایجاد می‌کند که ممکن است داده‌های بارش کشور نیز دارای ناهم‌واریانسی باشند. لذا در این پژوهش به‌منظور بررسی وجود یا عدم‌وجود ناهم‌واریانسی در بین مجموعه داده‌های بارشِ ۱۴۶ ایستگاه همدید (در دوره‌ی زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴)، پیش‌فرض‌های مدل رگرسیونی (هم‌واریانسی) مورد آزمون قرار می‌گیرد. به‌عبارتی نرمال بودن داده‌های بارش با استفاده از نمودار احتمال نرمال[15]، بزرگی و تغییرات واریانس‌ها و همچنین ناهمگنی واریانس‌ها با آزمون لوین[16] که یکی از روش‌های آماری است که با فرض صفرِ یکسان‌بودن واریانس‌ها[17]، میزان همگنی واریانس[18] را براساس شاخص میانگین نشان می‌دهد، از طریق نرم‌افزار SPSS محاسبه شده است.

پهنه‌های اقلیمی از آب و هوای کم و بیش همانندی برخوردار هستند و یکی از ویژگی‌های همه‌ی طبقه‌بندی‌های اقلیمی استفاده از میانگین عناصر آب و هوایی است (Kavyani and Alijani, 2008) به‌عنوان مثال اندازه‌گیری باران در یک نقطه (ایستگاه)، انتساب و تعمیم آن به یک حوزه یا پهنه ازطریق روش‌هایی مانند میانگین‌گیری، چندضلعی‌های تیسن، خطوط هم‌باران و غیره صورت می‌گیرد (Alizadeh, 2013) لذا در این پژوهش مقیاس مکانی مورد استفاده برای بررسی ناهم‌واریانسی، طبقه‌بندی اقلیمی است.

تمرکز روش‌های سنتی طبقه‌بندی اقلیمی بر تعداد معدودی از عناصر اقلیمی برای شناسایی نواحی اقلیمی باعث می‌شود که در این پژوهش، طبقه‌بندی اقلیمی انتخاب شود که بـر روش‌های نوین طبقه‌بندی (مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای) تمرکز کرده‌باشد، چراکه در روش‌های نوین ماهیّت آماری داده‌های اقلیمی تعیین‌کننده‌ی مرز نواحی است و تعداد عناصری که می‌توانند در پهنه‌بندی استفاده شوند، محدودیّت ندارد (Masoodian, 2012).

با توجّه به این‌که اقلیم دستگاه بسیار بزرگی است (Masoodian, 2012) و درنظرگرفتن تنها میانگین بارندگی یک طریقه‌ی مطمئن برای تعیین و مطالعه‌ی شرایط اقلیمی نیست و عوامل دیگری مانند میزان تبخیر و تعرق، دما، باد، فشار هوا و غیره نیز در اقلیم یک منطقه تأثیر دارند. در این تحقیق اولویّت انتخاب طبقه‌بندی اقلیمی با پژوهش‌هایی است که تعداد عناصر اقلیمی و ایستگاه‌های هواشناسی یا همدید بیش‌تری را برای مطالعه طبقه‌بندی اقلیمی مورد بررسی قرار داده‌اند و بر کاربرد روش‌های نوین طبقه‌بندی تمرکز دارند. بنابراین طبقه‌بندی اقلیمی Masoodian (2003) که با تحلیل عاملی ۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

عنصر اقلیمی در ۱۲۰ ایستگاه هواشناسی و تشکیل یک ماتریس ۲۷ × ۸۱۴۴ در سراسر کشور و تحلیل خوشه‌ای ماتریس نمونه‌ی تصادفی عوامل اقلیمی به ابعاد ۶ × ۱۰۰۰، پانزده ناحیه‌ی اقلیمی را به روش خوشه‌سازی پایگانی (سلسله مراتبی) و ادغام هزار نقطه‌ی نمونه شناسایی کرده است، به‌عنوان طبقه‌بندی اقلیمی پایه، برای مطالعه و بررسی ناهم‌واریانسی داده‌های بارش انتخاب شد. این تحقیق نسبت به سایر پژوهش‌ها، تعداد عناصر اقلیمی و ایستگاه‌های هواشناسی بیشتری را برای مطالعه طبقه‌بندی اقلیمی مورد بررسی قرار داده‌است. به‌عنوان مثال Nadi and Khalili (2013) بر تحلیل عاملی و خوشه‌ای ۳۹ متغیّر هواشناسی مرتبط با دو عنصر اقلیمی بارش و رطوبت در ۸۱ ایستگاه همدید تمرکز کرده‌اند. Masoodian (2012) براساس مطالعه و بررسی درصد گستره‌ی سه عنصر اقلیمی بارش، رطوبت جوّی و دما در سطح کشور، هشت ناحیه‌ی اقلیمی را شناسایی کرده است. Dinpajooh et al. (2003) با انتخاب ۱۲ متغیّر جغرافیایی- اقلیمی عنصر اقلیمی بارش در ۷۷ ایستگاه هواشناسی، پهنه‌بندی اقلیم بارش کشور را با روش پیشنهادی کرزانوفسکی انجام داده‌اند. طبقه‌بندی اقلیمی Heydari and Alijani (2000) نیز بر تحلیل عاملی و خوشه‌ای ۹ متغیّر آب و هوایی در ۴۳ ایستگاه همدید تمرکز دارد. در جدول و شماره‌ی ۱ تعداد ایستگاه‌های همدید و نحوه‌ی پراکنش آن‌ها در هر ناحیه‌ی اقلیمی مسعودیان نشان داده شده است.

با توجّه به این‌که هر یک از این اجزای سازنده‌ی دستگاه اقلیم، بُرد (دامنه‌ی مکانی) و بازه‌ی (دامنه‌ی زمانی) معیّنی دارند (Masoodian, 2012)، لذا بعد از انتخاب طبقه‌بندی اقلیمی Masoodian (2003) به‌عنوان مقیاس مکانی مورد مطالعه، مقیاس زمانی مطالعه‌ی ناهم‌واریانسی نیز باید مشخص گردد و از آن‌جایی که رژیم بارش نماینده‌ی توزیع نسبی بارش در بین ماه‌ها یا فصول مختلف سال است و نسبت به مقدار بارش از ثبات و پایایی زمانی و مکانی بیشتری برخوردار است و رژیم بارش هر ناحیه را الگوهای همدیدِ نسبتاً ثابتی که تأمین‌کننده‌ی بارش آن ناحیه هستند، ایجاد می‌کند (Masoodian, 2012) لذا مقیاس فصلی به‌عنوان دامنه‌ی زمانی بررسی ناهم‌واریانسی در هر ناحیه‌ی اقلیمی انتخاب گردید.

Table 1- Synoptic Stations in each Masoodian Climatic Region (1951-2014)

جدول ۱- تعداد ایستگاه همدید موجود در ناحیه‌ی اقلیمی مسعودیان (۲۰۱۴-۱۹۵۱)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Eastern Zagros	Western Zagros	Zagros Highland	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Major Sistani	Minor Sistani	Balochi	Makouiee
Number	4	4	40	36	14	2	12	10	1	7	10	1	2	2	1

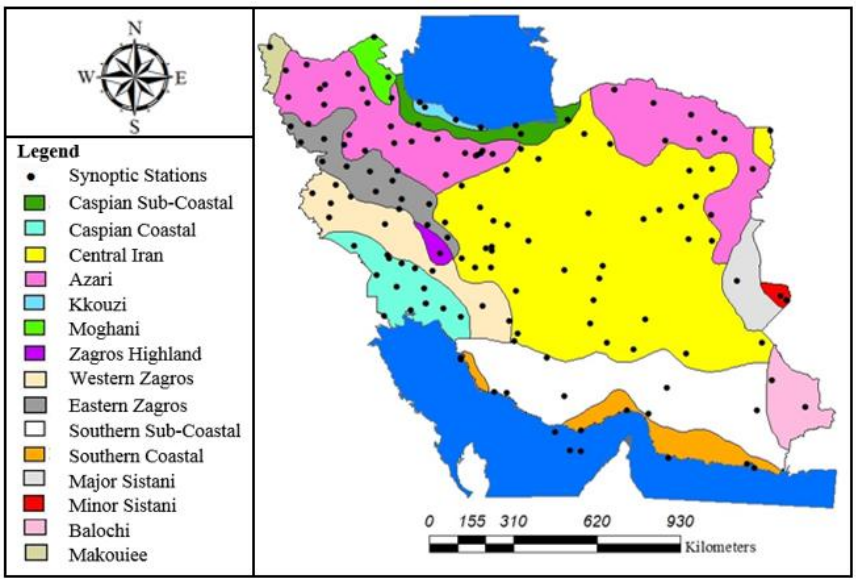


Fig. 1- Spatial Distribution of Synoptic Stations in Masoodian Climatic Classification

شکل ۱- نقشه‌ی پراکنش ایستگاه‌های همدید در طبقه‌بندی اقلیمی مسعودیان

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله‌ی بعدی با استفاده از نقشه‌ی قلمرو حاکمیّت رژیم‌های بارش ارائه شده توسط Masoodian (2005)، رژیم بارشی تمامی ایستگاه‌های همدید مشخص گردید و براساس سهم توزیع بارش در ماه‌ها و فصل‌های مختلف که از پژوهش‌های Masoodian (2005)، Masoodian and Ataei (2005)، Masoodian (2009) و Movahedi et al. (2012) استخراج شد، داده‌های بارش ماهانه‌ی هر ایستگاه در چهار فصل پُربارش، نیمه پُربارش، پیش بارش و کم بارش طبقه‌بندی و وجود یا عدم وجود ناهمواریانسی برای هر یک از این فصل‌ها در هر ناحیه‌ی اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت.

فصل پُربارش، بیشترین نسبت بارش سالانه را دارد و شامل ماه‌هایی است که بیشترین تمرکز بارندگی را دارند. به‌عبارتی این فصل از ماه‌هایی تشکیل شده‌است که پُربارش‌ترین ماه‌های سال تلقّی می‌شوند. نیمه پُربارش، بعد از فصل پُربارش، بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص داده است و فصل پیش بارش بارشی بیش از فصل کم بارش و کمتر از فصل نیمه پُربارش را دارد. فصل کم‌بارش، کمترین مقدار بارش سالانه را دارد و حتّی ممکن است صفر نیز باشد (Masoodian, 2003; 2005; 2009; 2012, Masoodian and Ataei, 2005; Masoodian, 2012).

لازم به‌ذکر است از آن‌جایی که تمامی ایستگاه‌هایی که در یک ناحیه‌ی اقلیمی قرار دارند رژیم بارشی یکسانی ندارند، لذا بین ایستگاه‌های موجود در هر ناحیه‌ی اقلیمی نیز آزمون لوین به‌منظور بررسی وجود یا عدم وجود ناهمواریانسی انجام شد. در جدول و شکل شماره‌ی ۲ تعداد ایستگاه‌های همدید و نحوه‌ی پراکنش آن‌ها در هر رژیم بارشی نشان داده شده است.

۳- نتایج

کاربرد شاخص میانگین برای بیان میزان بارش کشور، مستلزم هم‌واریانس بودن داده‌های بارش است و زمانی می‌توان از این شاخص در تحلیل‌ها و مطالعات استفاده کرد که مجموعه داده‌های بارش، تمامی فرضیّات هم‌واریانسی را داشته باشند.

Table 2- Synoptic Stations in each Masoodian Precipitation Regime (1951-2014)

جدول ۲- تعداد ایستگاه همدید موجود در هر رژیم بارشی مسعودیان (۲۰۱۴-۱۹۵۱)

Precipitation Regime	Southern Middle	Farsi	Kordi	Sistani	Western Khorasan	Eastern Khorasan	Northern Middle	Kkouzi	Hormozi	Azari	Balochi	Khazari
Number	13	10	34	8	6	13	11	14	8	16	5	8

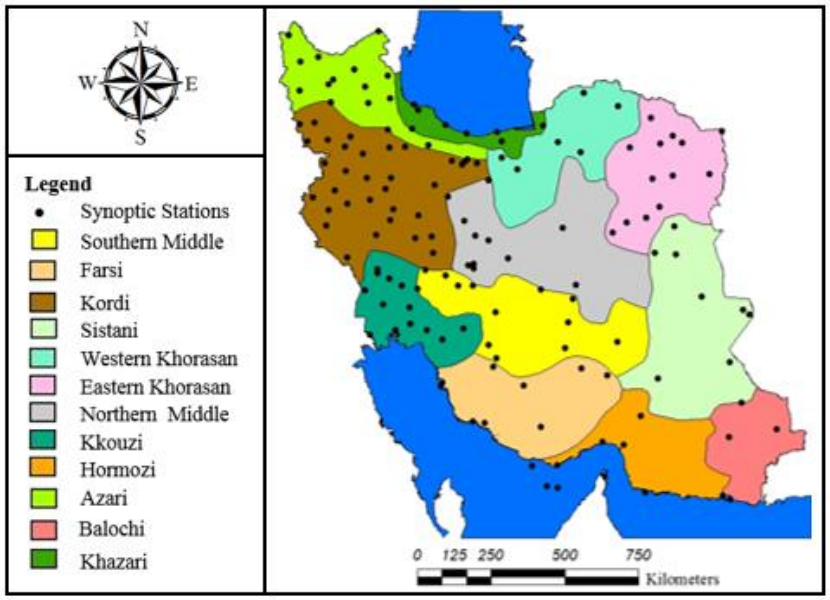


Fig. 2- Spatial Distribution of Synoptic Stations in Masoodian Precipitation Regimes

شکل ۲- نقشه‌ی پراکنش ایستگاه‌های همدید در رژیم‌های بارش مسعودیان

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی نمودارهای احتمال نرمال در هر ناحیه‌ی اقلیمی در چهار مقیاس زمانی فصل پُربارش، نیمه پُربارش، پیش بارش و کم بارش نشان می‌دهد که داده‌های بارشی که ایستگاه‌های همدید در هر ناحیه‌ی اقلیمی ثبت کرده‌اند، نسبت به داده‌های بارش سایر ایستگاه‌های آن ناحیه‌ی اقلیمی در وضعیّت نرمالی قرار دارند و داده‌ها متعلق به توزیع نرمال است. با این حال در بعضی از مقیاس‌های زمانی، داده‌هایی وجود دارند که به‌عنوان داده‌ی پرت و خارج از فاصله‌ی اطمینان[19] ۹۹ درصد برای آن ناحیه‌ی اقلیمی قرار دارند (جدول ۳).

این داده‌های پرت مربوط به بارش‌های سالانه‌ی بسیار کم یا بسیار زیاد ثبت‌شده در ایستگاه‌های همدید است. به‌عنوان مثال ثبت بارش صفر میلی‌متر در ایستگاه‌های همدید زاهدان، یزد، طبس، تربت حیدریه، شرق اصفهان، شیراز، شاهرود و کرمان، اصفهان و بیرجند، ۲ میلی‌متر در بم و کاشان، ۰/۳ میلی‌متر در آباده، ۱ میلی‌متر در سمنان و ۰/۶ در شهرکرد، در فصل کم بارش سال ۱۹۷۸ در ناحیه‌ی اقلیمی ایران مرکزی و ثبت بارش ۲۳۴/۷ میلی‌متر در ایستگاه همدید گرگان و ۲۰۸/۷ میلی‌متر در ایستگاه بابلسر، در فصل کم بارش سال ۱۹۵۷ در اقلیم پسکرانه‌ی خزری باعث شده‌است که بارش میانگین این سال‌ها در آن ناحیه‌ی اقلیمی به‌عنوان داده‌ای که در خارج از فاصله‌ی اطمینان قرار دارد، شناخته شود.

علاوه بر این، بررسی ضریب تبیین (R^2) به‌منظور تشخیص احتمال همبستگی و ارائه‌ی نسبت واریانس نشان می‌دهد که بیشتر نواحی اقلیمی R^2 بالایی دارند. تنها ناحیه‌ی اقلیمی سیستانی کوچک است که فصل کم‌بارش آن کمترین مقدار احتمال همبستگی (R^2= 0.28) را دارد. در بین ۱۵ ناحیه‌ی اقلیمی، ناحیه‌ی اقلیمی آذری با داشتن R^2 بیش از ۰/۹۷ در هر چهار مقیاس زمانی، بیشترین مقدار احتمال همبستگی را نسبت به سایر ناحیه‌های اقلیمی دارد (جدول ۳).

Table 3- Heavy Rain season, Semi-Heavy Rain season, Pre- precipitation season and Low Rain season Normal probability plot in each Climatic Region

جدول ۳- نمودار احتمال نرمال فصل‌های پُربارش، نیمه پُربارش، پیش بارش و کم‌بارش هر ناحیه‌ی اقلیمی

	Heavy Rain season	Semi-Heavy Rain season	Pre-precipitation season	Low Rain season
Caspian Coastal	R^2=0.971	R^2=0.960	R^2=0.921	R^2=0.872
Caspian Sub-Coastal	R^2=0.972	R^2=0.922	R^2=0.917	R^2=0.889
Central Iran	R^2=0.973	R^2=0.968	R^2=0.934	R^2=0.873

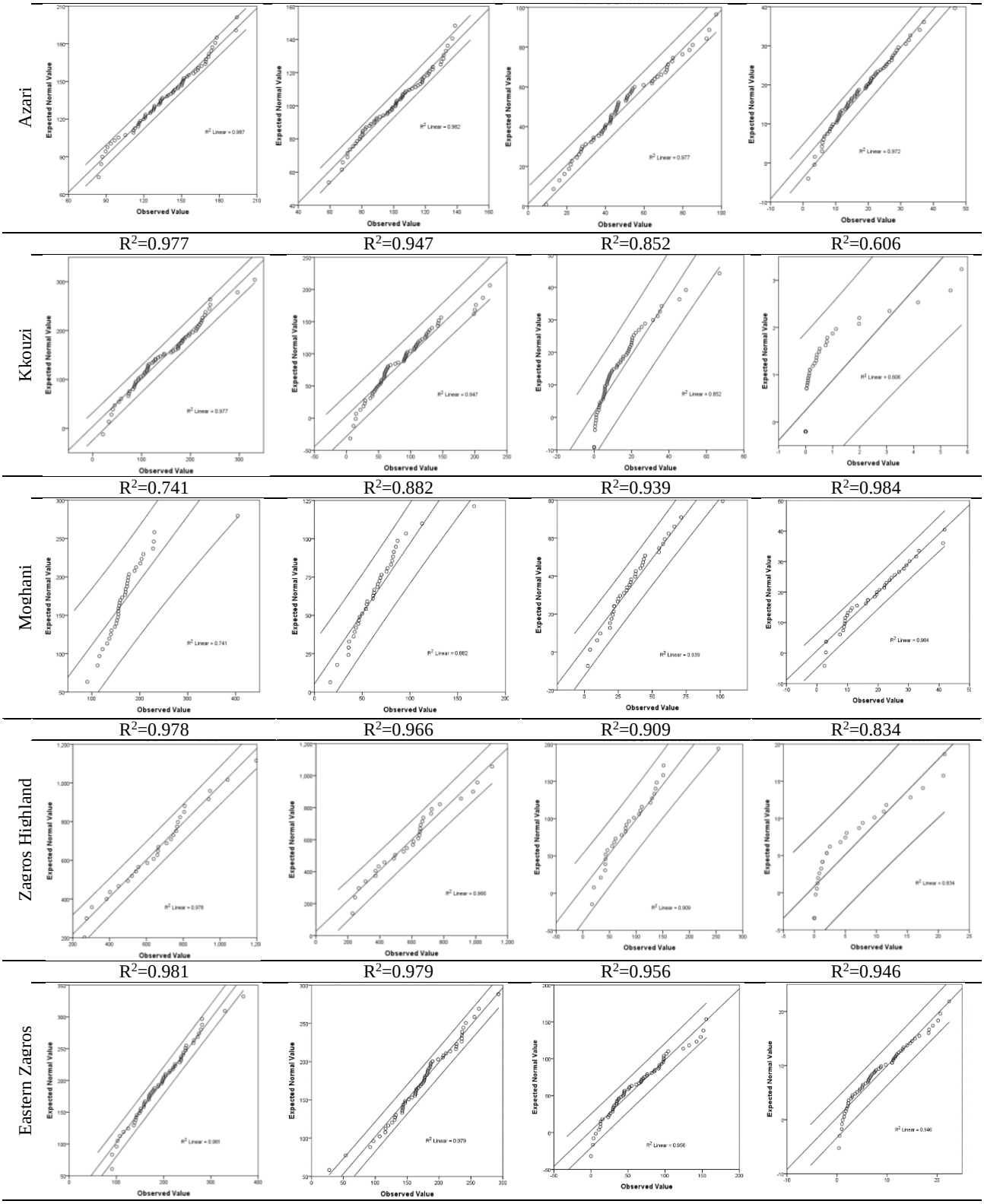
www.SID.ir

Archive of SID

Table 3 (continued)

جدول ۳ (ادامه)

	Heavy Rain season	Semi-Heavy Rain season	Pre-precipitation season	Low Rain season
Azari	R^2=0.987	R^2=0.982	R^2=0.977	R^2=0.972
Kkouzi	R^2=0.977	R^2=0.947	R^2=0.852	R^2=0.606
Moghani	R^2=0.741	R^2=0.882	R^2=0.939	R^2=0.984
Zagros Highland	R^2=0.978	R^2=0.966	R^2=0.909	R^2=0.834
Eastern Zagros	R^2=0.981	R^2=0.979	R^2=0.956	R^2=0.946



www.SID.ir

Archive of SID

Table 3 (continued)

جدول ۳ (ادامه)

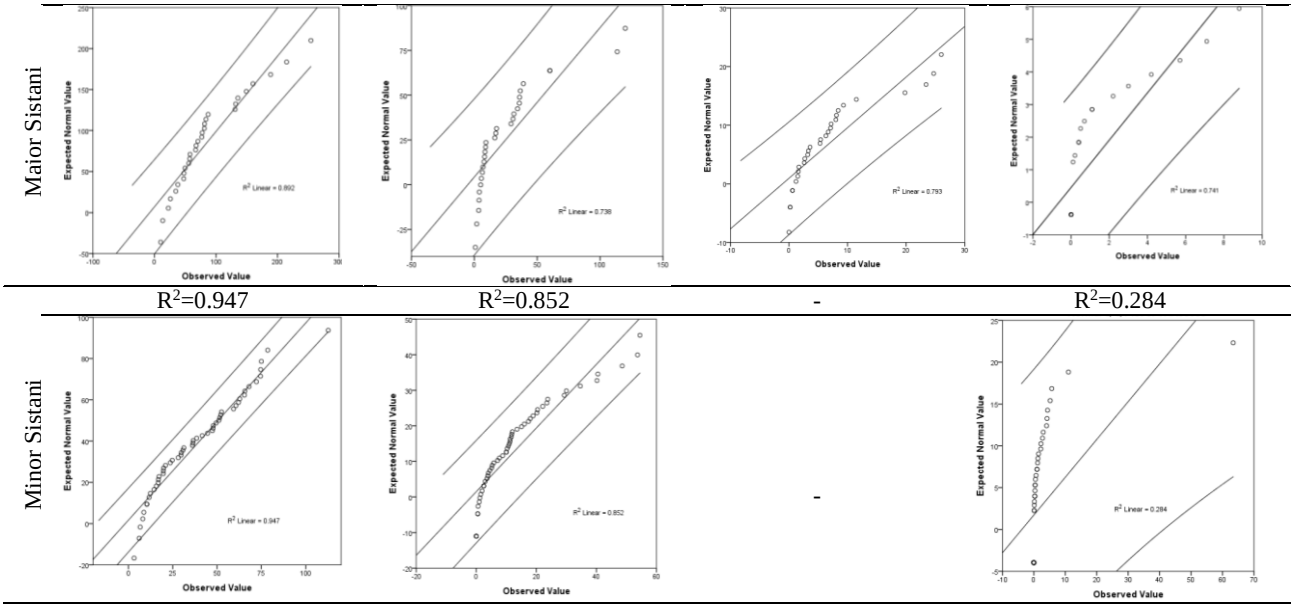
	Heavy Rain season	Semi-Heavy Rain season	Pre-precipitation season	Low Rain season
Western Zagros	R^2=0.973	R^2=0.933	R^2=0.890	R^2=0.664
Southern Coastal	R^2=0.924	R^2=0.598	R^2=0.733	R^2=0.625
Southern Sub-Coastal	R^2=0.938	R^2=0.962	R^2=0.747	R^2=0.867
Makouiee	R^2=0.910	R^2=0.805	R^2=0.962	R^2=0.915
Balochi	R^2=0.974	R^2=0.677	R^2=0.844	R^2=0.697

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3 (continued)
جدول ۳ (ادامه)

	Heavy Rain season	Semi-Heavy Rain season	Pre-precipitation season	Low Rain season
Maior Sistani	R^2=0.892	R^2=0.738	R^2=0.793	R^2=0.741
Minor Sistani	R^2=0.947	R^2=0.852	-	R^2=0.284



بررسی واریانس داده‌های بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد که بارش تمامی ناحیه‌های اقلیمی با واریانس‌های بزرگی روبه‌رو هستند. ناحیه‌ی اقلیمی زاگرس بلند در فصل پُربارش و نیمه پُربارش و کرانه‌ای خزری در فصل پیش بارش و کم بارش بیشترین واریانس را نسبت به سایر ناحیه‌های اقلیمی دارند (جدول ۴).

بررسی تجانس واریانس‌ها در فصل پربارش از طریق آزمون لوین نشان می‌دهد که در بیشتر ناحیه‌های اقلیمی، معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ است و فرضیّه‌ی صفر آزمون لوین پذیرفته نمی‌شود. بنابراین در این فصل پدیده‌ی ناهم‌واریانسی در تمامی ناحیه‌های اقلیمی دیده می‌شود و تنها ناحیه‌ی اقلیمی کرانه‌ای جنوبی با ماکویی (با معنی‌داری ۰/۰۹) و سیستانی بزرگ با خوزی (با معنی‌داری ۰/۱۹) است که نسبت به یکدیگر هم‌واریانس هستند و فرض صفر آزمون لوین را می‌پذیرند.

میزان ناهم‌واریانسی هر ناحیه‌ی اقلیمی با سایر ناحیه‌ها نیز متفاوت است که ناحیه‌های اقلیمی کرانه‌ای خزری با زاگرس بلند، پسکرانه‌ای خزری با زاگرس غربی، ایران مرکزی با سیستانی کوچک، آذری با ایران مرکزی، خوزی با کرانه‌ای جنوبی، مغانی با بلوچی، زاگرس شرقی

Table 4- Heavy Rain season, Semi-Heavy Rain season, Pre- precipitation season and Low Rain season Variance in each Climatic Region
جدول ۴- واریانس فصل‌های پُربارش، نیمه پُربارش، پیش بارش و کم بارش هر ناحیه‌ی اقلیمی

Climatic Region	Heavy-Rain	Semi-Heavy Rain	Pre-precipitation	Low Rain
Caspian Coastal	44315.37	8780.08	10662.11	5063.48
Caspian Sub-Coastal	7630.72	3347.09	2284.65	1605.97
Central Iran	745.51	274.43	85.50	9.68
Azari	743.60	408.64	418.57	87.19
Kkouzi	4578.41	2590.68	179.23	1.39
Moghani	2614.75	737.50	421.10	111.56
Zagros Highland	51581.95	52077.61	2695.39	43.69
Western Zagros	5612.16	6386.08	1690.60	16.940
Eastern Zagros	3443.24	2475.82	1908.07	34.31
Southern Sub-Coastal	3962.62	797.08	486.23	144.56
Southern Coastal	6061.73	2684.77	3474.01	4276.81
Major Sistani	3683.39	910.97	55.88	5.395
Minor Sistani	597.32	197.74	-	78.87
Balochi	2148.95	1002.77	321.44	210.29
Makouiee	3178.82	754.50	922.86	900.64

www.SID.ir

Archive of SID

با سیستانی بزرگ، پسکرانه‌ای جنوبی با زاگرس شرقی، کرانه‌ای جنوبی با زاگرس غربی و بلوچی با ماکویی بیشترین ناهم‌واریانسی را دارند (جدول ۵).

نتایج آزمون لوین در فصل نیمه پُربارش نشان از وجود ناهم‌واریانسی در این فصل است. تنها ناحیه‌ی اقلیمی پسکرانه‌ای جنوبی با کرانه‌ای جنوبی و ماکویی با بلوچی هستند که بارش آن‌ها در این فصل نسبت به یکدیگر هم‌واریانس است و معنی‌داری بیش از ۰/۰۱ دارند. ناحیه‌های اقلیمی پسکرانه‌ای خزری با خوزی، آذری با ماکویی، مغانی با ماکویی، زاگرس شرقی با خوزی، پسکرانه‌ی جنوبی با بلوچی، سیستانی بزرگ با بلوچی، ایران مرکزی با سیستانی کوچک و کرانه‌ای جنوبی با بلوچی نیز بیشترین ناهم‌واریانسی را دارند (جدول ۶).

در فصل پیش بارش نیز مانند دو فصل دیگر در بیشتر مقایسه‌ها، فرضیّه‌ی صفر آزمون لوین پذیرفته نمی‌شود و معنی‌داری‌های کمتر از ۰/۰۱ نشان از وجود ناهم‌واریانسی در این فصل است. تنها سه ناحیه‌ی اقلیمی ایران مرکزی با خوزی، زاگرس غربی با زاگرس بلند و آذری با پسکرانه‌ای جنوبی هستند که با پذیرش فرض صفر آزمون لوین، همگنی واریانس در فصل پیش بارش را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند و بیشترین ناهم‌وایانسی متعلّق به پسکرانه‌ای خزری با زاگرش شرقی و غربی، آذری با مغانی، پسکرانه‌ای جنوبی با مغانی، زاگرس بلند با پسکرانه‌ی خزری، بلوچی با پسکرانه‌ی جنوبی و زاگرس غربی با زاگرس شرقی است (جدول ۷).

نتایج حاصل از آزمون لوین در فصل کم بارش نشان می‌دهد که تنها ناحیه‌های اقلیمی آذری با بلوچی با معنی‌دای ۰/۱۳ و کرانه‌ای جنوبی و پسکرانه‌ای جنوبی با معنی‌دای ۰/۰۸ فرض صفر آزمون لوین را پذیرفته‌اند و در سایر ناحیه‌های اقلیمی پذیرش فرض یک یعنی وقوع پدیده‌ی ناهم‌واریانسی مشاهده می‌شود. در این فصل، بیشترین ناهم‌واریانسی در ناحیه‌ی اقلیمی بلوچی با پسکرانه‌ی جنوبی، سیستانی کوچک با زاگرس غربی، مغانی با بلوچی، ایران مرکزی با زاگرس غربی، زاگرس بلند با زاگرس شرقی، سیستانی بزرگ با سیستانی کوچک، کرانه‌ای خزری با کرانه‌ای جنوبی و ماکویی با پسکرانه‌ای خزری مشاهده می‌شود (جدول ۸).

Table 5- Levene test for Heavy-Rain season in each climatic region (% 99)
جدول ۵- نتایج آزمون لوین در فصل پُربارش هر ناحیه‌ی اقلیمی (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Zagros Highland	Western Zagros	Eastern Zagros	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Major Sistani	Minor Sistani	Balochi	Makouiee
Caspian Coastal	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.728	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caspian Sub-Coastal	0.00	-	0.00	0.00	0.176	0.001	0.00	0.765	0.011	0.033	0.339	0.053	0.00	0.005	0.018
Central Iran	0.00	0.00	-	0.666	0.00	0.085	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.812	0.00	0.00
Azari	0.00	0.00	0.666	-	0.00	0.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.473	0.00	0.001
Kkouzi	0.00	0.176	0.00	0.00	-	0.001	0.00	0.245	0.112	0.192	0.774	0.19	0.00	0.011	0.058
Moghani	0.00	0.001	0.085	0.122	0.001	-	0.00	0.00	0.045	0.062	0.005	0.00	0.077	0.438	0.275
Zagros Highland	0.728	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Western Zagros	0.00	0.765	0.00	0.00	0.245	0.00	0.00	-	0.011	0.031	0.462	0.005	0.00	0.003	0.014
Eastern Zagros	0.00	0.011	0.00	0.00	0.112	0.045	0.00	0.011	-	0.912	0.116	0.936	0.00	0.216	0.511
Southern Sub-Coastal	0.00	0.033	0.00	0.00	0.192	0.062	0.00	0.031	0.912	-	0.185	0.876	0.00	0.242	0.506
Southern Coastal	0.00	0.339	0.00	0.00	0.00	0.005	0.00	0.462	0.116	0.185	-	0.218	0.00	0.033	0.09
Major Sistani	0.00	0.053	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.005	0.936	0.876	0.218	-	0.00	0.332	0.463
Minor Sistani	0.00	0.00	0.812	0.473	0.00	0.077	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Balochi	0.00	0.005	0.00	0.00	0.011	0.438	0.00	0.003	0.216	0.242	0.033	0.332	0.00	-	0.651
Makouiee	0.00	0.018	0.00	0.001	0.085	0.275	0.00	0.014	0.511	0.506	0.09	0.643	0.00	0.651	-

Homoscedasticity= sig>0.01 ☐ Heteroscedasticity= sig<0.01 ☐

www.SID.ir

Archive of SID

Table 6- Levene test for Semi-Heavy Rain season in each climatic region (% 99)
جدول ۶- نتایج آزمون لوین در فصل نیمه پُربارش هر ناحیه‌ی اقلیمی (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Zagros Highland	Western Zagros	Eastern Zagros	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Major Sistani	Minor Sistani	Balochi	Makouiee
Caspian Coastal	-	0.003	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00	0.138	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caspian Sub-Coastal	0.003	-	0.00	0.00	0.739	0.001	0.00	0.104	0.448	0.002	0.072	0.008	0.00	0.008	0.008
Central Iran	0.00	0.00	-	0.035	0.00	0.027	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.007	0.313	0.011	0.103
Azari	0.00	0.00	0.035	-	0.00	0.404	0.00	0.00	0.00	0.014	0.022	0.143	0.002	0.169	0.722
Kkouzi	0.001	0.739	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.042	0.615	0.00	0.094	0.003	0.00	0.004	0.00
Moghani	0.00	0.001	0.027	0.404	0.00	-	0.00	0.00	0.002	0.313	0.175	0.632	0.005	0.651	0.782
Zagros Highland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Western Zagros	0.138	0.104	0.00	0.00	0.042	0.00	0.00	-	0.021	0.00	0.002	0.001	0.00	0.001	0.00
Eastern Zagros	0.00	0.448	0.00	0.00	0.615	0.002	0.00	0.021	-	0.004	0.231	0.016	0.00	0.018	0.003
Southern Sub-Coastal	0.00	0.002	0.00	0.014	0.00	0.313	0.00	0.00	0.004	-	0.31	0.729	0.00	0.739	0.212
Southern Coastal	0.00	0.072	0.003	0.022	0.094	0.175	0.00	0.002	0.231	0.31	-	0.348	0.002	0.352	0.161
Major Sistani	0.00	0.008	0.007	0.143	0.003	0.632	0.00	0.001	0.016	0.729	0.348	-	0.002	0.998	0.492
Minor Sistani	0.00	0.00	0.313	0.002	0.00	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002	0.002	-	0.003	0.03
Balochi	0.00	0.008	0.011	0.169	0.004	0.651	0.00	0.001	0.018	0.739	0.352	0.998	0.003	-	0.515
Makouiee	0.00	0.002	0.103	0.722	0.00	0.782	0.00	0.00	0.003	0.212	0.161	0.492	0.03	0.515	-

Homoscedasticity= sig>0.01 ☐ Heteroscedasticity= sig<0.01 ☐

Table 7- Levene test for Pre-precipitation season in each climatic region (% 99)
جدول ۷- نتایج آزمون لوین در فصل پیش بارش هر ناحیه‌ی اقلیمی (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Zagros Highland	Western Zagros	Eastern Zagros	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Major Sistani	Balochi	Makouiee
Caspian Coastal	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caspian Sub-Coastal	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.001	0.398	0.815	0.816	0.00	0.268	0.00	0.001	0.165
Central Iran	0.00	0.00	-	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.121	0.001	0.00
Azari	0.00	0.00	0.00	-	0.002	0.822	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.321	0.003
Kkouzi	0.00	0.00	0.03	0.002	-	0.014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.026	0.007	0.128	0.00
Moghani	0.00	0.001	0.00	0.822	0.014	-	0.00	0.00	0.00	0.947	0.00	0.00	0.498	0.007
Zagros Highland	0.006	0.398	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.01	0.204	0.00	0.009	0.00	0.00	0.023
Western Zagros	0.00	0.815	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-	0.998	0.00	0.155	0.002	0.00	0.113
Eastern Zagros	0.00	0.816	0.00	0.00	0.00	0.002	0.204	0.998	-	0.00	0.158	0.936	0.00	0.003
Southern Sub-Coastal	0.00	0.00	0.00	0.76	0.026	0.947	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.001	0.571	0.007
Southern Coastal	0.00	0.268	0.00	0.00	0.00	0.00	0.009	0.155	0.158	0.00	-	0.00	0.00	0.041
Major Sistani	0.00	0.00	0.121	0.00	0.007	0.00	0.00	0.002	0.00	0.001	0.00	-	0.001	0.00
Balochi	0.00	0.00	0.001	0.221	0.128	0.498	0.00	0.00	0.00	0.571	0.00	0.001	-	0.002
Makouiee	0.00	0.165	0.00	0.003	0.00	0.007	0.023	0.00	0.093	0.007	0.041	0.00	0.002	-

Homoscedasticity= sig>0.01 ☐ Heteroscedasticity= sig<0.01 ☐

www.SID.ir

Archive of SID

Table 8- Levene test for Low Rain season in each climatic region (% 99)
جدول ۸- نتایج آزمون لوین در فصل کم بارش هر ناحیه‌ی اقلیمی (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Zagros Highland	Western Zagros	Eastern Zagros	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Major Sistani	Minor Sistani	Balochi	Makouiee
Caspian Coastal	-	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.255	0.00	0.00	0.00	0.003
Caspian Sub-Coastal	0.001	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.349
Central Iran	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.529	0.00	0.00	0.00	0.106	0.416	0.00	0.00
Azari	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.333	0.041	0.00	0.001	0.052	0.00	0.00	0.001	0.13	0.00
Kkouzi	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.017	0.00	0.00
Moghani	0.00	0.00	0.00	0.333	0.00	-	0.009	0.00	0.00	0.386	0.00	0.00	0.001	0.505	0.00
Zagros Highland	0.00	0.00	0.00	0.041	0.00	0.009	-	0.001	0.587	0.001	0.00	0.00	0.207	0.024	0.00
Western Zagros	0.00	0.00	0.529	0.00	0.00	0.00	0.001	-	0.00	0.00	0.00	0.608	0.111	0.00	0.00
Eastern Zagros	0.00	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00	0.587	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.00
Southern Sub-Coastal	0.00	0.00	0.00	0.052	0.00	0.386	0.001	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.935	0.00
Southern Coastal	0.255	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.001	0.066
Major Sistani	0.00	0.00	0.106	0.00	0.001	0.00	0.00	0.111	0.00	0.00	0.00	-	0.314	0.00	0.00
Minor Sistani	0.00	0.00	0.416	0.001	0.017	0.01	0.207	0.608	0.00	0.00	0.00	0.314	-	0.002	0.00
Balochi	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.505	0.024	0.00	0.001	0.935	0.001	0.00	0.002	-	0.00
Makouiee	0.003	0.349	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.066	0.00	0.00	0.00	-

Homoscedasticity= sig>0.01 ☐ Heteroscedasticity= sig<0.01 ☐

بررسی آزمون لوین در بین داده‌های بارش ایستگاه‌های همدید هر ناحیه‌ی اقلیمی نشان می‌دهد که وجود پدیده‌ی ناهم‌واریانسی تنها مربوط به ناحیه‌های اقلیمی نیست، بلکه داده‌های بارش ثبتی یک ایستگاه همدید در یک ناحیه‌ی اقلیمی، نسبت به سایر ایستگاه‌های همان ناحیه نیز از ناهمگنی واریانس در فصل‌های مختلف برخوردار اند. تنها ناحیه‌ی اقلیمی مغانی است که دو ایستگاه همدید آن (آبعلی و پارس‌آباد مغان) در تمامی فصل‌ها معنی‌داری بیش از ۰/۰۱ دارند و نسبت به یکدیگر هم‌واریانس هستند. همچنین ۱۰ ایستگاه همدید ناحیه‌ی اقلیمی زاگرس غربی (بروجرد، ایذه، اسلام‌آباد غرب، ایلام، کرمانشاه، خرم‌آباد، روانسر، سد درودزن، سرپل‌ذهاب و یاسوج) نیز در فصل کم بارش معنی‌داری برابر ۰/۰۱ دارند و می‌توان گفت تقریباً هم‌واریانس هستند (جدول ۹).

۴- نتیجه‌گیری

شناخت رفتار بارش و تحلیل پراکندگی آن در بستر مکانی و زمانی اهمیّت زیادی در برنامه‌ریزی‌های جامع و دقیق مدیریّت منابع آب دارد (Sotoudeh and Alijani, 2015) به‌طوری که در طول چند دهه‌ی گذشته، موضوع بارش و تنوّع آن به بحثی اجتماعی- سیاسی تبدیل شده است (Gonzalez-Hidalgo et al., 2010)، چراکه نقش بـارش

Table 9- Levene test for synoptic stations in each climatic regions (% 99)
جدول ۹- نتایج آزمون لوین بین ایستگاه‌های همدید موجود در ناحیه‌های اقلیمی (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

Climatic Region	Caspian Coastal	Caspian Sub-Coastal	Central Iran	Azari	Kkouzi	Moghani	Western Zagros	Eastern Zagros	Southern Sub-Coastal	Southern Coastal	Minor Sistani	Balochi
Heavy-Rain	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.256	0.004
Semi-Heavy Rain	0.001	0.012	0.00	0.00	0.00	0.09	0.012	0.00	0.00	0.011	0.873	0.095
Pre-precipitation	0.006	0.00	0.00	0.00	0.003	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.001
Low Rain	0.006	0.00	0.00	0.00	0.001	0.59	0.01	0.00	0.00	0.00	0.301	0.849

Homoscedasticity= sig>0.01 ☐ Heteroscedasticity= sig<0.01 ☐

www.SID.ir

Archive of SID

در برنامه‌ریـــزی خـــرد و کلان و اهمیّت آن جهت اجرای طرح‌های عمرانی و برنامه‌ریزی‌های صحیح و قابل قبول و تأثیری که بر شرایط محیطی و اقتصادی- اجتماعی دارد (Asakereh et al., 2015)، آگاهی از چگونگی روند تغییرات بارش و میزان آن را مبنای بسیاری از تصمیمات مهّم مدیریّتی کرده است. لذا ادبیات بررسی بارش استیلای خود را بر سایر بخش‌های مدیریّت منابع آب اعمال کرده است و نوع نگاه به چگونگی تحلیل بارش، به‌خصوص توزیع آن، روش‌های تحلیل منابع آب را به شکل فنّی تحت تأثیر قرار داده است. بنابراین نخست و پیش از هر چیز، تسرّی روش‌شناسی شناخت بارش در طول زنجیره‌ی مدیریّت منابع آب ادامه پیدا می‌کند و تبدیل به تعیین‌کننده‌ی اثرگذار اصلی بر ساختار بررسی مدیریّت منابع آب می‌شود. از این روست که اثرگذاری «عدد میانگین بارش» و «روش محاسبه»ی آن، امری ایستا نیست و به‌شدّت تحلیل‌های منابع آب و مقادیر عددی مرتبط با آن را متأثّر می‌کند.

باید توجّه کرد که کاربرد شاخص میانگین به‌عنوان معیار ایده‌آل شناخت بارش برای نیل به مدیریّت بهتر منابع آب، نمی‌تواند شناخت کاملی از وضعیّت بارش و توزیع داده‌های بارش کشور را ارائه دهد. به‌عبارتی علی‌رغم آن‌که داده‌های بارش نواحی اقلیمی مسعودیان در مقیاس‌های زمانی فصل پُربارش، نیمه پُربارش، پیش بارش و کم بارش توزیع نرمال دارند امّا وجود داده‌های پرت، واریانس‌های بزرگ، پدیده‌ی ناهم‌واریانسی و متفاوت‌بودن رژیم بارشی بعضی از ایستگاه‌های همدید موجود در یک ناحیه‌ی اقلیمی، میانگین بارش کشور را به‌شدّت تحت تأثیر قرار می‌دهند و از واقعیّت دور می‌کنند. اثرگذاری مفهوم ناهم‌واریانسی را به‌عنوان مثال می‌توان به‌وضوح در ناحیه‌ی اقلیمی مغانی مشاهده کرد. این ناحیه‌ی اقلیمی با دارابودن دو ایستگاه همدید آبعلی و پارس‌آباد مغان در هر چهار مقیاس زمانی از توزیع نرمال تبعیّت می‌کند و تنها اقلیمی است که دو ایستگاه همدید آن در تمامی مقیاس‌های زمانی مورد بررسی نسبت به یکدیگر هم‌واریانس هستند. امّا همین ناحیه‌ی اقلیمی نسبت به تمامی ناحیه‌های اقلیمی دیگر در تمامی مقیاس‌های زمانی ناهم‌واریانس است. بنابراین می‌توان بیان‌کرد که ناهم‌واریانسی اثر تخریبی فوق‌العاده‌ای بر کارکرد صحیح میانگین می‌گذارد. به‌عبارتی مفهوم میانگین هم در سطح کلّ پهنه‌ی اقلیمی و هم در طول سری زمانی تأسیس ایستگاه و هم حتّی درون هر پهنه‌ی اقلیمی با وجود ناهم‌واریانسی، مفهومی ناقص و ناکارآ می‌شود و کارکرد اصلی خود را در انتقال مناسب رفتار بارشی کلّ پهنه‌ی سرزمینی، هر پهنه‌ی اقلیمی و هر آبخیز ازدست می‌دهد.

همچنین باید توجّه داشت که وجود R^2 بالا، می‌تواند اثر ناهم‌واریانسی را تشدید کند. به‌عبارت ساده‌تر محاسبه‌ی ضریب تبیین معمولاً وجود یا عدم‌وجود مشکل هم‌خطی[۲۰] بین متغیّرها را مشخص می‌کند. ضریب تبیین بسیار بزرگ، به‌معنای وجود هم‌خطی شدید است و درصورتی که هم‌خطی شدید باشد، ضریب رگرسیون قابل تعیین نیست و واریانس مجموعه داده‌ها نامتناهی می‌شود و واریانس‌های بسیار بزرگ و متفاوت نیز منجر به ایجاد پدیده‌ی ناهم‌واریانسی می‌شوند (Shams and Mahdiyan, 2015). لذا با اذغان به وجود پدیده‌ی ناهم‌واریانسی در داده‌های بارش تمامی پهنه‌های اقلیمی باید نتیجه‌گرفت آن‌چه می‌تواند در نگاه تحلیل‌گران اثر مثبتی به‌نظر آید، تبدیل به یک عامل اثرگذار منفی در تحلیل‌ها شود. لذا نخست و پیش از هر چیز لازم است از محاسبه‌ی میانگین بارش در پهنه‌ی سرزمینی ایران پرهیز کرد.

البتّه در این تحقیق علّت بروز ناهم‌واریانسی بررسی نشده است و تمرکز اصلی بر اثر ناهم‌واریانسی است. به‌عبارتی این تحقیق تلاش دارد که نشان دهد تکیه بر «عدد میانگین بارش کشور» در تحقیقات، تصمیمات مدیریّتی، سیاست‌ها، پیش‌بینی و حتّی آموزش، می‌تواند به نتایج گمراه‌کننده منجر شود و پرهیز از اصرار بر ارائه‌ی یک عدد میانگین برای بارش کلّ کشور، نخستین و مهم‌ترین نتیجه‌ی بارز این تحقیق است. در مرحله‌ی دوم لازم است محاسبات «میانگین بارش» محدود به هر پهنه‌ی اقلیمی شود. باید دانست که تجمیع میانگین بارش هر پهنه‌ی اقلیمی با محاسبه‌ی میانگین برای کل پهنه‌ها متفاوت است. درغیر این‌صورت برآورد آوَرد آبی هر سال آبی می‌تواند با مشکل جدّی روبه‌رو شود.

در مرحله‌ی سوم و برای ارتقای کارآیی محاسبات میانگین در پهنه‌ی اقلیمی، پراکنش و توزیع ایستگاه‌ها باید متناسب شود. در این راستا حتّی می‌توان برخی ایستگاه‌ها را حذف کرد. به‌عبارتی در گام نخست با حذف ایستگاه‌های به‌وجودآورنده‌ی ناهم‌واریانسی‌ها، اقدام به ارتقای میانگین بارش محاسبه‌شده در پهنه‌ی اقلیمی کرد و با هدف شناخت بهتر منابع آب در جهت محاسبه‌ی بهتر میانگین بارش به‌منظور «برآورد آبی» گام نهاد.

در مرحله‌ی چهارم، لازم است محدوده‌های پهنه‌های اقلیمی مسعودیان با نگاه منابع آب تعدیل شوند. به‌عبارتی هدف طبقه‌بندی مسعودیان ارائه‌ی شناخت اقلیمی بوده‌است. این تحقیق نشان داد که می‌توان با تعدیل و تغییر مناطق حاشیه‌ای و مرزی اقلیمی به طبقه‌بندی اصلاح‌شده‌ای از مسعودیان دست‌یافت که محاسبه‌ی میانگین بارش در آن برای کاربردهای منابع آب مناسب‌تر باشد. نگارندگان درحال تکمیل و ارائه‌ی این مسیر هستند و در تحقیقات

www.SID.ir

Archive of SID

بعدی علاوه بر طبقه‌بندی مسعودیان، طبقه‌بندی‌های اقلیمی دیگر را نیز وارد تحلیل خواهندکرد.

مرحله‌ی پنجم و نهایی، تطبیق «طبقه‌بندی اقلیمی اصلاح‌شده با هدف محاسبه‌ی میانگین بارش» در محدوده‌ی حوزه‌های آبخیز اصلی درجه یک و درجه دو و درجه سه است. به‌نظر می‌رسد با دست‌یابی به این مهم، نهادهای تصمیم‌ساز و سیاست‌گذار در عرصه‌ی مدیریّت منابع آب، شناخت بهتری از رفتار بارشی در هر پهنه‌ی اقلیمی در کلّ پهنه‌ی سرزمینی به‌دست خواهند آورد و بالطبع تصمیمات بهتری اخذ و سیاست‌های کارآتری اتّخاذ خواهد شد.

پی‌نوشت‌ها

1. Heteroscedasticity
2. Spline
3. Inverse Distance Weighted
4. Asfazari
5. Global Precipitation Climatology Centre
6. Global Precipitation Climatology Project
7. Climate Prediction Center (CPC) Merged Analysis of Precipitation (CMAP)
8. Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artifical Neural Networks
9. Asian Precipitation- Highly- Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of Water Resources (APHRODITE's Water Resources)
10. Natural Neighbor Interpolation
11. Homoscedasticity
12. Constant Variance
13. Ordinary Least Squares
14. Weighted Least Squares
15. Normal Probability Plot
16. Levene Test
17. $H_0= \sigma_1^2= \sigma_2^2$, $H_1= \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
18. Homogeneity of Variance
19. Confidence Intervals

۲۰. هم‌خطی به‌معنای وابستگی خطی (Multicollinearity) بین متغیّرهای توضیحی (Explanatory Variables) در یک مدل رگرسیون است.

۵- مراجع

Alijani B (2013) Climate of Iran (Geography). PNU press (In Persian)

Alijani B (2014) Synoptic Climatology. SAMT Press (In Persian)

Alizadeh A (2013) Principles of applied hydrology. Ferdowsi University Press (In Persian)

Alizadeh A, Kamali GA, Mousavi F, and Mousavi-Bygi M (2006) Weather and climate. Ferdowsi University Press (In Persian)

Asakereh H (2012) Fundamentals of statistical climatology. University of Zanjan Press (In Persian)

Asakereh H and Dostkamian M (2015) Survey of role of spatial factors on distribution- dispersion of maximums perceptible water in atmosphere of Iran. Researches in Geographical Sciences 15(36):7-24 (In Persian)

Asakereh H, Movahedi S, Sabziparvar A, Masoodiyan SA and Matyanaji Z (2015) Climatology of Iran precipitation by using harmonic analysis method. Geographical Researches Quarterly Journal 29(4):15-26 (In Persian)

Bazargan Lari A (2012) Applied statistics. University of Shiraz Press (In Persian)

Behboodian J (1998) Introductory statistics and probability. Imam Reza Press (In Persian)

Daemi AR (2008) Drought phenomenon from the perspective of water resources. Ministry of Energy, http:www.moe.gov.ir (In Persian)

Dinpajooh Y, Fakheri Fard A, Moghaddam Vahed M, JahanBakhsh S, and Mirnia MK (2003) Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. Iranian Journal Agric Sci 34(4):809-823 (In Persian)

Downs GW and Rocke DM (1979) Interpreting heteroscedasticity. American Journal of Political Science 23(4):816-828

Gelfand SJ (2015) Understanding the impact of heteroscedasticity on the predictive ability of modern regression methods. M.Sc. Thesis, Department of Statistical and Actuarial Science Faculty of Science. Simon Fraser University

Gonzalez-Hidalgo JC, Brunetti M, and de Luis M (2010) Precipitation trends in Spanish hydrological divisions 1946–2005. Climate Research Clim Res 43:215-228

Heydari H and Alijani B (2000) Regionalization of Iran climate using multivariate statistical techniques. Quarterly Geographical Research 37(0):57-74 (In Persian)

Holisaz A, Safikhany S, and MalekHosseini B (2018) Supermodel as a proposed necessity for integrative casual Chain Models in Water Resources. Iran-Water Resources Research Journal 14(1):285-290 (In Persian)

Iran Current Weather (2019) Products and Services. [Online]. Available: http:www.irimo.ir (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

variability of precipitation regime in Iran. Journal of Water and Soil 25(6):1434-1447 (In Persian)

Nadi M and Khalili A (2013) Classification of Iran's precipitation climate using factor-cluster analysis method. Iranian Journal of Soil and Water Research 44(3):235-242 (In Persian)

Nadi M, Jamei M, Bazrafshan J, and Janatrostami S (2012) Evaluation of different methods for interpolation of mean monthly and annual precipitation data (Case study: Khuzestan Province). Physical Geography Research 44(4):117-130 (In Persian)

Nasrabadi E (2013) Networks of rainfall databases. Journal of Geographical Data (SEPEHR) 22(86):83-88 (In Persian)

Paepe R, Fairbridge RW, Jelgersma S, and Marinus A P (1990) Greenhouse effect, sea level and drought. Kluwer Academic Publishers

Rezai A (2004) Concepts of probability and statistics. Mashhad Press (In Persian)

Shalabh S.h (2019) Econometric theory. http:home.iitk.ac.in.~shalab.

Shams M and Mahdiyan B (2015) Multicollinearity, heteroscedasticity and consequences its. 2nd National Conference on Applied Research in Mathematics and Physics, University of Applied Science and Technology-Tehran, 22 Jan (In Persian)

Sotoudeh F and Alijani B (2015) The relationship between spatial distribution of heavy precipitation and pressure patterns in Guilan Province. Jsaeh 2(1):63-73 (In Persian)

Teimouri F and Bazrafshan O (2017) Analysis of temporal distribution of rainfall in Iran over the past four decades. Geography and Development Iranian Journal 15(48):171-188 (In Persian)

Williams R (2015) Heteroskedasticity. https://www3.nd.edu/~rwilliam

Yazdi Samadi B, Amiri Oghan A, and Peighambari SA (2007) Applied statistics and probability. University of Tehran Press (In Persian)

Kavyani MR and Alijani B (2008) The foundations of climatology. SAMT Press (In Persian)

Mahdavi M (2010) Applied hydrology (vol.1). University of Tehran Press (In Persian)

Masoodian S.A (2003) Climatic regions of Iran. Geography and Development Iranian Journal 1(2):171-184 (In Persian)

Masoodian SA (2003) Investigation of precipitation geographical dispersion in Iran through rotated factor analysis. Geography and Development Iranian Journal 1(1):79-87 (In Persian)

Masoodian SA (2005) Recognition of precipitation regimes of iran using cluster analysis. Geographical Researche Quarterly 37(52):47-59 (In Persian)

Masoodian SA (2009) Precipitation regions of Iran, geography and development Iranian Journal 7(13):79-91 (In Persian)

Masoodian SA (2012) Climate of Iran. Shariee Toos Press (In Persian)

Masoodian SA and Ataei H (2005) A cluster analysis of precipitation seasons of Iran. Research Bulletin of Isfahan University (Humanities) 18(1):1-12 (In Persian)

Masoodian SA and Kavyani MR (2008) Climate of Iran. University of Isfahan Press (In Persian)

Masoodian SA Keykhosravi Kiani MS, and Rayatpishe F (2014) Introduction and a comparison among gridded precipitation database of Asfazari with GPCC, GPCP and CMAP. Geographical Researches Quarterly Journal 29(1):73-88 (In Persian)

Masoodian SA, Rayatpishe F, and Keykhosravi Kiani MS (2015) Introducing the TRMM and Asfezari precipitation database: A comparative study. Iranian Journal of Geophysics (IJG) 8(4):15-31(In Persian)

Mohammadi B and Masoodian SA (2010) Synoptic analysis of heavy precipitation events in Iran. Geography and Development Iranian Journal 8(19):47-70 (In Persian)

Movahedi S, Asakereh H, Sabziparvar A, Masoodian SA, and Maryanaji Z (2012) Assessment of

www.SID.ir