اصلاح روابط شدت ـ مدت ـ فراوانی بارندگی در ایران

بیژن قهرمان و حمیدرضا آبخضر[۱]

چکیده

داشتن شدت بارندگی در دوره‌های بازگشت مختلف برای بسیاری از مدل‌های هیدرولوژی الزامی است. روابط شدت ـ مدت ـ فراوانی بارندگی از زمان‌های قدیم در نقاط مختلفی از جهان بررسی شده است. در حال حاضر جدیدترین اطلاعات منحنی‌های شدت ـ مدت ـ تناوب بارندگی در ایران، مربوط به ۶۶ ایستگاه سازمان هواشناسی می‌باشد که در سال ۱۳۷۴ منتشر شده است. روابط جامع مقدار ـ مدت ـ تناوب بارندگی برای این اطلاعات به دست آمد.

نتایج به‌دست آمده تغییرات محسوسی را نسبت به تحقیقات پیشین در ایران نشان داد. این امر می‌تواند مربوط به تغییر پارامترهای توابع توزیع احتمال سری زمانی شدت‌های بارندگی به دلیل افزایش طول دوره آماری باشد. هم‌چنین روابطی برای برآورد مقدار عددی باران ساعتی ده ساله برای ایران از روی پارامترهایی چون میانگین باران سالانه و میانگین حداکثر بارش روزانه ارائه شد. چنین رابطه‌ای برای کل ایستگاه‌ها و هم‌چنین برای تقسیم‌بندی‌های مختلفی از ایستگاه‌ها (بر اساس مقدار باران سالانه، بر اساس تقسیم‌بندی ظاهری اقلیمی) به دست آمد. اعتبار کلیه روابط بر اساس ۸ ایستگاه مستقل که توزیع مکانی مناسبی در کشور داشتند، بررسی و نشان داده شد که در صورت انتخاب محدوده مناسبی برای ایستگاه، دقت روابط قابل قبول خواهد بود. هم‌چنین نشان داده شد که روابط قبلی برای برآورد باران ساعتی ده ساله در ایران دیگر کارایی ندارد.

واژه‌های کلیدی: *شدت ـ مدت ـ فراوانی (IDF)، باران ساعتی ده ساله، ایران*

مقدمه

داشتن شدت بارندگی در احتمالات وقوع یا دوره‌های بازگشت مختلف برای بسیاری از مدل‌های هیدرولوژی و روش‌هایی که به خصوصیاتی از کمیت و کیفیت آب نیاز دارند، الزامی است. در صورت وجود باران‌سنج ثبات چنین اطلاعاتی را می‌توان با تحلیل فراوانی سری شدت‌های بارندگی در تداوم مورد نظر به دست آورد. برای مناطق فاقد آمار از چنین روشی نمی‌توان استفاده کرد. در صورتی که تعدادی باران‌سنج ثبات در منطقه وجود داشته باشد، می‌توان با روش‌های متداول میان‌یابی، اطلاعات مورد نیاز را برای سایر نقاط فاقد باران‌سنج ثبات استخراج کرد. ولی عموماً این مقادیر توأم با خطا و نااطمینانی خواهد بود (۱۵و ۱۹).

۱. به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

برای کاهش چنین نااطمینانی‌هایی، محققین معادلات تجربی شدت – مدت – فراوانی (IDF) را پیشنهاد کرده‌اند. بل (۱۲) رابطه زیر را برای محدوده تناوب ۲ تا ۱۰۰ سال و تداوم ۵ تا ۱۲۰ دقیقه بر اساس اطلاعات آمریکا به‌دست آورد:

$$R_t^T = \left[0.21\ln(T) + 0.52\right]\cdot\left[0.54t^{0.25} - 0.5\right]\cdot R_{60}^{10} \quad [۱]$$

که در آن R_t^T مقدار باران (میلی متر) در تناوب T (سال) و تداوم t (دقیقه) می‌باشد. نامبرده خطای استاندارد برآورد را بین ۵ تا ۷ درصد به دست آورد و استفاده از رابطه ۱ را برای سایر نقاط جهان از جمله استرالیا، آفریقای جنوبی، هاوائی، آلاسکا و پورتوریکو نیز توصیه نمود.

چن (۱۴) بر اساس اطلاعات میان‌یابی شده شیکاگو، رابطه زیر را پیشنهاد نمود و خطای برآورد ۸ درصدی را گزارش کرد:

$$R_t^T = \frac{a_1 R_{60}^{10}\log\left[10^{(2-x)}T^{(x-1)}\right]\cdot t}{60(t+b_1)^{c_1}} \quad [۲]$$

که درآن x نسبت باران ۱۰۰ ساله به ۱۰ ساله و a_1، b_1، c_1 پارامترهای مکانی در تبیین رابطه شدت بارندگی (رابطه ۳، I: شدت بارندگی حسب میلی متر در ساعت) می‌باشند.

$$I = \frac{a_1}{(t+c_1)^{b_1}} \quad [۳]$$

کوتیاری و گارد (۲۱) استفاده از رابطه ۲ را برای شرایط هندوستان ارزیابی نمود و خطای ۵۰٪ را به‌دست آورد. از این‌رو رابطه زیر را پیشنهاد نموده‌اند:

$$R_t^T = C\frac{T^{0.2}}{t^{0.71}}\left(R_{1440}^2\right)^{0.33}\left(\frac{60}{t}\right) \quad [٤]$$

که در آن C یک پارامتر مکانی و R_{1440}^2 باران ۲۴ ساعته ۲ ساله می‌باشد. نامبردگان با انتخاب مناسب C خطای برآورد ۱۸٪ درصد را برای هندوستان و حداکثر خطای برآورد ۳۰ و ۲۵ ٪ را به‌ترتیب برای سری‌لانکا و آمریکا به دست آوردند. رابطه ۴ خطای برآورد ۲۰ درصدی را برای توسکانی ایتالیا در برداشت و تغییر رابطه ۴ به ۵ نیز از خطای برآورد ۲۰ درصدی نکاست (۲۲):

$$R_t^T = 229t^{0.3}T^{0.18}\left(R_{1440}^2\right)^{0.59} \quad [۵]$$

فرری و فرو (۱۶) معادله ۱ را در نظر گرفتند و رابطه IDF به شکل رابطه ۶ را برای شرایط سیسیلی و ساردینیا واقع در ایتالیا پیشنهاد نمودند:

$$R_t^T / R_{60}^T = At^B \quad [٦]$$

که در آن A و B اعداد ثابت محلی هستند. فرو (۱۷) عملکرد رابطه ۶ را برای رابطه ۴ (۲۱) ارزیابی کرد و رابطه تجربی IDF زیر را به‌دست آورد:

$$R_t^T / R_{60}^T = (t/60)^s \quad [۷]$$

که در آن s ضریبی است که تابع محل مورد بررسی است.

آلیلا (۱۰) رابطه مقدار- تداوم بارندگی را برای کانادا به‌شکل رابطه ۶ به‌دست آورد. بنابراین برخلاف یافته‌های بل (۱۲) نشان داد که باران‌های ۲ ساعتی به دوره بازگشت و موقعیت مکانی ایستگاه بستگی دارد. نامبرده از مقدار باران سالانه(MAP) برای نشان دادن موقعیت مکانی ایستگاه‌های باران‌سنجی استفاده کرد. رابطه مقدار- دوره بازگشت بارندگی در کانادا از شکل کلی زیر تبعیت می‌کند (۱۰):

$$R_t^T / R_t^{10} = c\ln(MAP) + d \quad [۸]$$

که c و d پارامترهایی هستند که به‌طور خطی به لگاریتم دوره بازگشت بستگی دارند.

در ایران نخستین بررسی جامع روابط شدت- مدت- فراوانی بارندگی توسط قهرمان و سپاسخواه (۵) برای ۳۴ ایستگاه باران‌سنجی وابسته به سازمان هواشناسی (۷) صورت پذیرفت. نامبردگان رابطه پیشنهادی بل (۱۲) (رابطه ۱) را پذیرفته و ضرایب ثابت آن را برای شرایط محلی اصلاح نمودند. نسبت‌های مقدار- تداوم و مقدار- تناوب بارندگی در ایران تشابه خوبی را با سایر نقاط جهان نشان داد. قهرمان (۴) بر اساس اطلاعات جدیدتری از ۱۲۶ ایستگاه باران سنجی (۸) روابط قهرمان و سپاسخواه (۵) را تجدید نظر کرد و تشابه بهتری با نتایج جهانی به‌دست آورد. قهرمان (۱۸) نشان داد که بر خلاف نظریات بل (۱۲) نسبت‌های مقدار – دوره بازگشت در واقع تابعی از تداوم باران و نسبت‌های مقدار- تداوم تابعی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

از دوره بازگشت هستند. بنابراین نمی‌توان R_t^T / R_{60}^{10} را به‌صورت حاصل‌ضرب R_t^T / R_{60}^T و R_t^T / R_t^{10} در نظر گرفت. نامبرده رابطه کلی زیر را برای روابط IDF ایران پیشنهاد کرد:

$$R_t^T / R_{60}^{10} = \alpha\, t^{\beta} T^{\gamma} \qquad [۹]$$

علاوه بر روابط مقدار – تداوم – تناوب، دانستن مقدار عددی باران ساعتی ۱۰ ساله نیز مورد نیاز است. قهرمان و سپاسخواه (۶) بر اساس اطلاعات قدیمی (۷) رابطه‌ای به شکل زیر برای کل کشور ایران ارائه نمودند:

$$R_{60}^{10} = e^{0.8153} \left(R_{1440}^2\right)^{1.1374} (MAP)^{-0.3072} \qquad [۱۰]$$

که در آن R_{1440}^2 میانگین حداکثر بارش روزانه می‌باشد. علیزاده (۳) داده‌های باران‌نگاری ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد را به منظور بررسی روابط شدت – مدت – تناوب بارندگی‌ها در دوره آماری ۱۳۷۱-۱۳۵۴ مورد بررسی قرار داد. نامبرده تفاوت ۱۴+ درصدی را با رابطه ۱۰ گزارش نمود و عنوان کرد که این اختلاف ممکن است به دلیل تفاوت در طول دوره آماری در این دو بررسی (۳ و ۶) باشد.

وزیری (۹) براساس اطلاعات تا سال ۱۳۷۰، ایران را به نواحی هفت‌گانه تقسیم‌بندی کرد و برای هر ناحیه رابطه‌ای به شکل رابطه ۱۱ ارائه نمود:

$$R_{60}^{10} = \left(\alpha - \beta Ln\left(R_{1440}^2\right)\right) R_{1440}^2 \qquad [۱۱]$$

در حال حاضر جدیدترین اطلاعات منحنی‌های شدت – مدت – تناوب بارندگی مربوط به ۶۶ ایستگاه سازمان هواشناسی است که در سال ۱۳۷۴ منتشر شده (۲) و اطلاعات رگبارها را تا سال ۱۹۹۳ تجزیه و تحلیل کرده است. هدف از این بررسی به‌دست آوردن (الف): روابط جامع مقدار– مدت – تناوب بارندگی و (ب): مقدار عددی باران ساعتی ۱۰ ساله بر اساس جدیدترین اطلاعات برای کشور ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تخمین روابط شدت – مدت – تناوب بارندگی در ایران و برآورد مقدار عددی باران ساعتی ۱۰ ساله از منحنی‌های IDF گزارش شده توسط سازمان هواشناسی کشور (۲) استفاده شده است. در این گزارش اطلاعات ۶۶ ایستگاه مجهز به باران‌سنج ثبات مختوم به سال ۱۹۹۳ تجزیه و تحلیل شده است و منحنی‌های IDF بر اساس تابع توزیع احتمال گامای دو پارامتری گزارش شده است. بررسی تابع توزیع احتمال گاما موضوع این مقاله نیست. بنابراین در ادامه مقاله به آن پرداخته نخواهد شد. با این وجود اصول نظری این تابع توزیع را می‌توان در بوبی و اشکر (۱۳) یافت. در جدول ۱ مشخصات جغرافیایی این ایستگاه‌ها ارائه شده است. مقادیر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته، باران سالانه و تعداد روزهای بارانی در سال‌های مختلف متناظر با ایستگاه‌های فوق از سالنامه‌های آماری سازمان هواشناسی کشور استخراج گردید.

از لحاظ نظری یک منحنی IDF از بی‌نهایت نقطه متناظر با دوره‌های مختلف بازگشت و مدت‌های مختلف تداوم بارش تشکیل شده است. با این وجود در کارهای مهندسی با مقادیر مشخصی از این دو متغیر مستقل سروکار داریم. تهیه دسته منحنی‌های IDF در یک محل، نیاز به آمار طولانی مدتی از رگبارهای ثبت شده در آن محل دارد. به همین دلیل تلاش‌های فراوانی برای بازسازی چنین دسته منحنی‌هایی در مناطقی که وجود ندارد به عمل می‌آید. برای این منظور غالباً یک نقطه کلیدی از IDF انتخاب می‌شود و سپس اولاً این نقطه کلیدی توسط متغیرهای مستقلی که با سهولت بیشتری قابل تهیه باشد برآورد شده، ثانیاً نسبت‌هایی بین سایر نقاط IDF با این نقطه کلیدی پیدا می‌کنند و ثالثاً مجموعه IDF را شبیه‌سازی می‌نمایند. بررسی‌های مرسوم در جهان، R_{60}^{10} را به عنوان نقطه کلیدی معرفی کرده است (۱۰ و ۱۲). بنابراین در این بررسی نیز به همین صورت عمل می‌شود. با این وجود ممکن است بتوان پایه‌های نظری برای این انتخاب در نظر گرفت. نظر به تمایز باران‌های کوتاه مدت و بلند مدت (۲ساعت؛ بل (۱۲))، انتخاب یک ساعت به عنوان نمادی برای باران‌های کوتاه مدت جذاب به نظر می‌آید. از طرف دیگر غالباً به دلیل طول دوره آماری محدود، احتمالاً ۱۰ سال بیشترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	آبادان	۳۰°-۲۲´	۴۸°-۱۵´	۶/۶	۳۴	زرقان	۲۹°-۴۷´	۵۲°-۴۳´	۱۵۹۶
۲	آباده	۳۱°-۱۱´	۵۲°-۴۰´	۲۰۳۰	۳۵	زنجان	۳۶°-۴۱´	۴۸°-۲۷´	۱۶۲۰
۳	آبعلی	۳۵°-۴۵´	۵۱°-۵۳´	۲۴۶۵/۲	۳۶	سبزوار	۳۶°-۱۲´	۵۷°-۴۳´	۹۷۷/۶
۴	اراک	۳۴°-۶´	۴۹°-۴۶´	۱۷۰۸	۳۷	سد درود زن	۳۰°-۱۳´	۵۲°-۲۶´	۱۶۲۰
۵	اردبیل	۳۸°-۱۵´	۴۸°-۱۷´	۱۳۴۹	۳۸	سقز	۳۶°-۱۵´	۴۶°-۱۶´	۱۵۲۲/۸
۶	ارومیه	۳۷°-۳۲´	۴۵°-۵´	۱۳۱۲/۵	۳۹	سمنان	۳۵°-۳۳´	۵۳°-۳۳´	۱۱۷۱
۷	اصفهان	۳۲°-۳۷´	۵۱°-۴۰´	۱۵۹۰	۴۰	سنندج	۳۵°-۲۰´	۴۷°-۰۰´	۱۳۷۳/۴
۸	اهواز	۳۱°-۲۰´	۴۸°-۴۰´	۲۲/۵	۴۱	سیرجان	۲۹°-۲۸´	۵۵°-۴۱´	۱۷۳۹/۴
۹	ایرانشهر	۲۷°-۱۲´	۶۰°-۴۲´	۵۹۱/۱	۴۲	شاهرود	۳۶°-۲۵´	۵۵°-۲´	۱۳۴۵/۳
۱۰	ایلام	۳۳°-۳۸´	۴۶°-۲۵´	۱۳۶۳/۴	۴۳	شرق اصفهان	۳۲°-۴۰´	۵۱°-۵۲´	۱۶۰۰/۷
۱۱	بابلسر	۳۶°-۴۳´	۵۲°-۳۹´	-۲۱	۴۴	شهر کرد	۳۲°-۲۰´	۵۰°-۵۱´	۱۹۹۰/۸
۱۲	بجنورد	۳۷°-۲۸´	۵۷°-۲۰´	۱۰۹۱	۴۵	شیراز	۲۹°-۳۳´	۵۲°-۳۶´	۱۴۹۱
۱۳	بم	۲۹°-۶´	۵۸°-۲۱´	۱۰۶۶/۹	۴۶	طبس	۳۳°-۳۶´	۳۶°-۵۵´	۷۱۱
۱۴	بندر انزلی	۳۷°-۲۸´	۴۹°-۲۸´	-۲۶/۲	۴۷	فسا	۲۸°-۵۴´	۵۳°-۴۳´	۱۲۸۸/۳
۱۵	بندر عباس	۲۷°-۱۳´	۵۶°-۲۲´	۱۰	۴۸	قاراخیل قائمشهر	۳۶°-۲۷´	۵۲°-۵۳´	۱۴/۷
۱۶	بندر لنگه	۲۶°-۳۵´	۵۴°-۵۰´	۱۴/۲	۴۹	قزوین	۳۶°-۱۵´	۵۰°-۰۰´	۱۲۷۸/۳
۱۷	بوشهر	۲۸°-۵۹´	۵۰°-۵۰´	۱۹/۶	۵۰	کاشان	۳۳°-۵۹´	۵۱°-۲۷´	۹۸۲/۳
۱۸	بیرجند	۳۲°-۵۲´	۵۹°-۱۲´	۱۴۹۱	۵۱	کبوتر آباد	۳۲°-۳۱´	۵۱°-۵۱´	۱۵۴۵
۱۹	تبریز	۳۸°-۸´	۴۶°-۱۷´	۱۳۶۴	۵۲	کاخ سعد آباد	-	-	-
۲۰	تربت حیدریه	۳۵°-۱۶´	۵۹°-۱۳´	۱۴۵۰/۸	۵۳	کرج	۳۵°-۵۶´	۵۰°-۵۸´	۱۳۱۲/۵
۲۱	تهران (مهرآباد)	۳۵°-۴۲´	۵۱°-۲۱´	۱۱۹۱	۵۴	کرمان	۳۰°-۱۵´	۵۶°-۵۸´	۱۷۵۳/۸
۲۲	جاسک	۲۵°-۳۸´	۵۷°-۴۶´	۴/۸	۵۵	کرمانشاه	۲۴°-۱۹´	۴۷°-۷´	۱۳۲۲
۲۳	جزیره ابوموسی	۲۵°-۵۰´	۵۴°-۵۰´	۶/۶	۵۶	گرگان	۳۶°-۵۱´	۵۴°-۱۶´	۱۳/۳
۲۴	جزیره کیش	۲۶°-۳۰´	۵۳°-۵۹´	۳۰	۵۷	گلمکان	۳۶°-۲۹´	۵۹°-۸´	۱۱۷۶
۲۵	چاه بهار	۲۵°-۱۷´	۶۰°-۳۷´	۷	۵۸	مراغه	۳۷°-۲۴´	۴۶°-۱۶´	۱۴۷۷/۷
۲۶	خرم آباد	۳۳°-۲۹´	۴۸°-۲۲´	۱۱۲۵	۵۹	مشهد	۳۶°-۱۶´	۵۹°-۳۸´	۹۹۰
۲۷	خوی	۳۸°-۳۳´	۴۴°-۵۸´	۱۱۰۷	۶۰	مهاباد	۳۶°-۴۶´	۴۵°-۴۳´	۱۳۸۵
۲۸	دزفول	۳۲°-۲۴´	۴۸°-۲۳´	۱۴۳	۶۱	میناب	۲۷°-۷´	۵۷°-۶´	۲۷
۲۹	دوشان تپه	۳۵°-۴۱´	۵۱°-۲۱´	۱۲۱۸	۶۲	نوشهر	۳۶°-۳۹´	۵۱°-۳۰´	-۲۰/۹
۳۰	دوگنبدان	۳۰°-۲۰´	۵۰°-۵۰´	۷۰۹	۶۳	همدان	-	-	-
۳۱	رامسر	۳۶°-۵۴´	۵۰°-۴۰´	-۲۰	۶۴	همدان فرودگاه	۳۴°-۵۱´	۴۸°-۳۲´	۱۷۴۹
۳۲	رشت	۳۷°-۱۵´	۴۹°-۳۶´	-۶/۹	۶۵	همدان نوژه	۳۵°-۱۲´	۴۸°-۴۱´	۱۶۷۹/۷
۳۳	زابل	۳۱°-۱۳´	۶۱°-۲۹´	۴۸۹/۲	۶۶	یزد	۳۱°-۵۴´	۵۴°-۲۴´	۱۲۳۰/۲

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

دوره بازگشتی باشد که برآورد آن با خطای استاندارد بالایی توام نباشد. بنابراین بل (۱۲) نشان داد که استفاده از R_{60}^{2} به جای R_{60}^{10} منجر به خطای استاندارد بیشتری شده است.

به منظور محاسبه نسبت‌های مقدار – مدت باران در دوره‌های بازگشت ۲ الی ۱۰۰ سال (DDR)، برای دوره‌های مختلف بازگشت، میانگین نسبت مقدار باران در هر تداوم به مقدار باران یک ساعته ملاک عمل قرار گرفت (۴، ۵، ۱۲). از طرف دیگر نسبت‌های مقدار باران در دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ سال به دوره بازگشت پایه ۱۰ سال در مدت‌های مختلف بارش (از ۱۰ دقیقه تا ۹ ساعت) (DFR) محاسبه گردید.

غالباً می‌توان R_{60}^{10} را از سایر پارامترهایی که با سهولت بیشتری به دست می‌آیند (مثلاً MAP، R_{1440}^{2}) توسط معادلات رگرسیونی محاسبه کرد (۶). چنین روابطی را ممکن است بتوان برای کل کشور یا برای هر ناحیه به طور جداگانه تهیه کرد. گر چه روش‌های بسیاری برای ناحیه‌بندی و تعیین نواحی همگن از نقطه نظر هیدرولوژی در منابع موجود است، ولی ما هیچ روش علمی را برای این منظور برای رگبارها پیدا نکردیم. روش‌های موجود یا بر اساس تفاوت در میزان باران سالانه (۱۰) و یا بر اساس تفاوت‌های ظاهری اقلیمی (۹) است. به نظر می‌رسد هر دو معیار از این نقطه نظر که هم باران سالانه و هم اقلیم به احتمال زیاد می‌تواند ویژگی‌هایی از باران‌های کوتاه مدت را کنترل کند، استوار می‌باشد.

به منظور بررسی اعتبار روابط رگرسیونی لازم است که از اطلاعات مستقلی استفاده شود که در به دست آوردن این روابط رگرسیونی وارد نشده بودند. برای این منظور از اطلاعات ۸ ایستگاه باران‌سنج ثبات وابسته به وزارت نیرو (قرارداد منعقده بین دفتر استاندارد صنعت آب کشور و مهندسین مشاور آب پوی) که توزیع مکانی مناسبی در کل کشور داشتند و از آمار مناسب‌تری نیز برخوردار بودند، استفاده شد. در جدول ۲ مشخصات این ایستگاه‌ها به همراه اطلاعات مورد نیاز ارائه شده است.

نتایج و بحث

نسبت‌های مقدار – مدت باران در دوره‌های مختلف بازگشت (DDR)

در هر مدت تداوم، نسبت‌های مقدار باران با مدت‌های مختلف بارش به مقدار بارش ساعتی در دوره‌های مختلف بازگشت (۲ الی ۱۰۰ سال) تغییرات چشم‌گیری ندارد. جدول ۳ مقایسه‌ای بین این نسبت‌ها با دو مطالعه قبلی در ایران و در جدول ۴ مقایسه‌ای در تداوم‌های ۱۵، ۳۰ و ۱۲۰ دقیقه با سایر نقاط جهان به عمل آمده است. میانگین نسبت‌های مقدار– مدت باران در بررسی اخیر نسبت به بررسی‌های قبلی در ایران در مدت‌های بارش کمتر از ۶۰ دقیقه کاهش و در مدت‌های بارش بیشتر از ۶۰ دقیقه افزایش یافته است. چنین تغییری باعث شده است که تفاوت با مقادیر جهانی افزایش یابد. ولی از طرف دیگر ضریب تغییرات در بررسی اخیر نسبت به سایر بررسی‌های قبلی کاهش محسوسی را نشان می‌دهد.

بر اساس رابطه عمومی (۶) ضرایب ثابت A و B در محدوده‌های مختلفی از تداوم بارش ارزیابی شد. جدول ۵ نتایج به‌دست آمده را نشان می‌دهد. گرچه این معادله فاقد ترم ثابت بخش DDR رابطه بل (۱۲) است، ولی اضافه کردن چنین ترم ثابتی، ضریب تعیین را در محدوده‌های مختلفی از مدت بارش کمتر از ۱٪ بهبود بخشید. از طرف دیگر نحوه تطابق رابطه۷ بر روی اطلاعات ایران مورد بررسی قرار گرفت. روابط رگرسیونی نشان داد که حاصل $^{s}(۱/۶۰)$ برای این معادله برای چهار محدوده تداوم مختلف بارش (جدول ۵ را ببینید) به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۹۷، ۰/۹۵ و ۱ می‌باشد. بنابراین با دقت قابل قبولی می‌توان از آن صرف‌نظر کرد. در این صورت نمای B در رابطه ۶ با نمای s در رابطه ۷ مساوی خواهد بود. آلیلا (۱۰) نمای s را برای اطلاعات کانادا (t<۶۰ min)، ۰/۳۹۳ به دست آورد و تفاوت آن را با مقادیر محاسبه شده در سایر نقاط دنیا (۰/۳۸۶ برای سیسیلی ایتالیا، ۰/۳۴۵ برای ساردینی ایتالیا، ۰/۴۵۱ برای آمریکا و ۰/۲۹۰ برای هندوستان) ناشی از تفاوت‌های اقلیمی و یا تغییراتی در نمونه‌برداری مکانی و زمانی دانست. با این حال

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول ۲. مشخصات ایستگاه‌های به کار رفته در بررسی اعتبار مدل‌های برآورد باران ساعتی ده ساله

نام	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	متوسط باران سالانه (میلی متر)	متوسط حداکثر باران روزانه (میلی متر)	باران ساعتی ده‌ساله (میلی متر)	تعداد سال‌های آماری
باغملک	۴۹°-۵۲´	۳۱°-۳۳´	۶۷۵	۷۲۳/۳	۷۷/۵۴	۲۴/۹۶	۲۶
رشت	۴۹°-۳۶´	۳۷°-۱۵´	۳	۱۳۲۵/۹	۱۰۰/۱۷	۳۴/۸	۲۱
زاینده رود	۵۰°-۴۴´	۳۲°-۴۴´	۲۱۶۰	۲۲۷/۳	۳۳/۲۰	۱۶/۶۳	۲۸
سپید دشت	۴۸°-۵۳´	۳۳°-۱۳´	۹۷۰	۹۰۱/۶	۶۵/۹۸	۱۸/۵۳	۱۹
سرخس	۶۱°-۱۰´	۳۶°-۳۲´	۲۷۵	۲۳۷/۲	۲۷/۳۴	۱۱/۷۵	۲۴
کمپ ارومیه	۴۵°-۰۲´	۳۷°-۳۲´	۱۳۸۱	۴۳۹/۹	۳۸/۸۷	۱۵/۱۱	۱۳
گناباد	۵۸°-۴۰´	۳۴°-۲۰´	۱۱۱۵	۲۳۹/۶	۲۴/۶۵	۱۱/۰۰	۲۴
ورمهنگ کامیاران	۴۵°-۵۳´	۳۴°-۴۸´	۱۴۲۰	۶۵۴/۶	۵۵/۹۸	۱۸/۹۲	۱۸

جدول ۳. مقایسه نسبت مقدار باران در مدت‌های مختلف بارش به مقدار باران یک ساعته با تحقیقات قبلی در ایران

تداوم بارش	بررسی حاضر		قهرمان (۴)			قهرمان و سپاسخواه (۵)		
(دقیقه)	میانگین	ضریب تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	درصد تفاوت	میانگین	ضریب تغییرات	درصد تفاوت
۱۵	۰/ ۴۹ *	۰/۰۷ *	۰/۶۲	۰/ ۲۰	+۲۶/۵	۰/۶۹	۰/۳	+۴۰/۸
۳۰	۰/۷۰	۰/۰۳	۰/ ۷۹	۰/۱۲	+۱۲/۸	۰/۸۵	۰/۲۱	+۲۱/۴
۴۵	۰/۸۵**	۰/۰۱۳**	۰/۹۰	۰/۰۸	+۵/۹	۰/۹۳	۰/۰۹	+۹/۴
۱۲۰	۱/۳۲	۰/۰۳۶	۱/۲۶	۰/۱۳	−۴/۵	۱/۲۱	۰/۱۴	−۸/۳
۱۸۰	۱/ ۵۵	۰/۰۴۳	۱/۴۶	۰/۱۹	−۵/۹	۱/۳۵	۰/۲۱	−۱/۱۳
۲۴۰	۱/ ۷۴	۰/۰۴۷	۱/۶۴	۰/۲۴	−۵/۷	۱/۵۱	۰/۲۶	−۱۳/۲
۳۰۰	۱/۹۱	۰/۰۴۱	۱/۸۰	۰/۲۶	−۵/۸	۱/۵۷	۰/۲۷	−۱۷/۸
۳۶۰	۲/۰۴	۰/۰۳۹	۱/۹۵	۰/۲۶	−۴/۴	۱/۷۴	۰/۲۶	−۱۴/۷
۴۲۰	۲/۲۸	۰/۰۳	۲/۲۴	۰/۲۷	−۱/۸	۲/۰۱	۰/۲۵	−۱۱/۸

* : میان‌یابی شده از مقادیر نظیر در تداوم‌های ۱۰و۲۰ دقیقه‌ای

** : میان‌یابی شده از مقادیر نظیر در تداوم‌های۴۰ و۵۰ دقیقه‌ای

نتایج وی در سطح ۵ درصد اطمینان با نتایج مربوط به ایتالیا و آمریکا تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس جدول۵ اطلاعات ایران به نتایج مربوط به آمریکا نزدیکی بیشتری دارد.

نسبت‌های مقدار – دوره بازگشت باران (DFR)

در جدول ۶ نسبت‌های مقدار باران در دوره های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ سال به دوره بازگشت پایه ۱۰ سال در محدوده تداوم تا ۲ ساعت با سایر مطالعات انجام شده مقایسه شده است. جدول فوق موید تشابه نسبی در نواحی با شرایط آب و هوایی مختلف می‌باشد. با این وجود ضریب تغییرات برآوردها نسبت به بررسی قبلی در ایران برای محدوده تداوم بیشتر از ۲ ساعت کاهش و برای محدوده تداوم کمتر از ۲ ساعت افزایش یافته است (جدول ۷).

نسبت‌های DFR علاوه بر این‌که تابعی از دوره بازگشت هستند، تغییر سیستماتیکی نیز با مدت تداوم بارش از خود نشان دادند. این تغییرات برای دوره‌های بازگشت کمتر از ۱۰ سال صعودی و برای دوره‌های بازگشت بیشتر از ۱۰ سال نزولی است (شکل۱). با این وجود برای دو محدوده متمایز تداوم باران می‌توان مقدار ثابتی برای آن در نظر گرفت (شکل۱).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول ۴. مقایسه نسبت‌های $\frac{R_t^T}{R_{60}^T}$ به دست آمده برای ایران با سایر نقاط دنیا

نام کشور	تداوم بارش(دقیقه) ۱۵			۳۰			۱۲۰		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
ایران ـ بررسی حاضر	۰/۴۹	۰/۰۷	–	۰/۷	۰/۰۳	–	۱/۳۲	۰/۰۳۶	–
ایران (۴)	۰/۶۲	۰/۲	۲۶/۵	۰/۷۹	۰/۱۲	۱۲/۸	۱/۲۶	۰/۱۳	۴/۵
ایران (۵)	۰/۶۹	۰/۳۰	۴۰/۸	۰/۸۵	۰/۲۱	۲۱/۴	۱/۲۱	۰/۱۴	۸/۳
آمریکا (۱۲)	۰/۵۷	۰/۰۷	۱۶/۳	۰/۷۹	۰/۰۵۱	۱۲/۸	۱/۲۵	۰/۰۶۴	۵/۳
استرالیا (۱۲)	۰/۵۷	۰/۰۷	۱۶/۳	۰/۷۸	۰/۰۳۸	۱۱/۴	۱/۲۴	۰/۰۴۸	۶/۱
شوروی(۲۰)	۰/۵۵	۰/۱۰۹	۱۲/۲	۰/۷۹	۰/۱۰۱	۱۲/۸	۱/۳۰	۰/۰۷۷	۱/۵
عربستان سعودی (۲۰)	۰/۵۶	۰/۰۷۱	۱۴/۳	۰/۷۸	۰/۰۹	۱۱/۴	۱/۲۰	۰/۱۴۲	۹/۱
سیسیلی ایتالیا (۱۶)	۰/۵۹	N.A.***	۲۰/۴	۰/۷۷	N.A.*	۱۰/۰	۱/۳۲	N.A.*	۰
ساردینیا ایتالیا (۱۶)	۰/۶۳	N.A.***	۲۸/۶	۰/۸۰	N .A.*	۱۴/۳	۱/۲۸	N.A.*	۳/۰
هندوستان (۱۶)	۰/۶۷	N.A.***	۳۶/۷	۰/۸۲	N.A.*	۱۷/۱	۱/۲۲	N.A.*	۷/۶
کانادا (۱۰)	۰/۵۹	N.A.***	۲۰/۴	۰/۸۰	N.A.*	۱۴/۳	۱/۰۸**	N.A.*	۱۸/۲
							۱/۱۸***	N.A.*	۱۰/۶

* : MAP کمتر یا مساوی ۱۲۰۰ میلی‌متر
** : MAP بیشتر از ۱۲۰۰ میلی‌متر
*** : گزارش نشده است.
b: ضریب تغییرات
c: درصد تفاوت

جدول ۵. ضرایب ثابت رابطه (۶) برای نسبت‌های DDR ایران

محدوده مدت تداوم باران t (ساعت)	A	B	ضریب تعیین	خطای استاندارد
≤۱	۰/ ۱۲۹۹	۰/۴۹۵۲	۰/۹۸۲	۰/۰۴۱۹
≤۲	۰/۱۳۷۲	۰/۴۷۷۸	۰/۹۸۸	۰/۰۴۰۸
≤۹	۰/۱۵۸۹	۰/۴۳۶۱	۰/۹۹۲	۰/۰۴۵۶
۲ < t ≤ ۹	۰/۲۰۰۹	۰/۳۹۳۷	۰/۹۵۴	۰/۰۳۵۷

جدول ۶. مقایسه DFR برای میانگین دوام تا ۲ ساعت با سایر مطالعات انجام شده

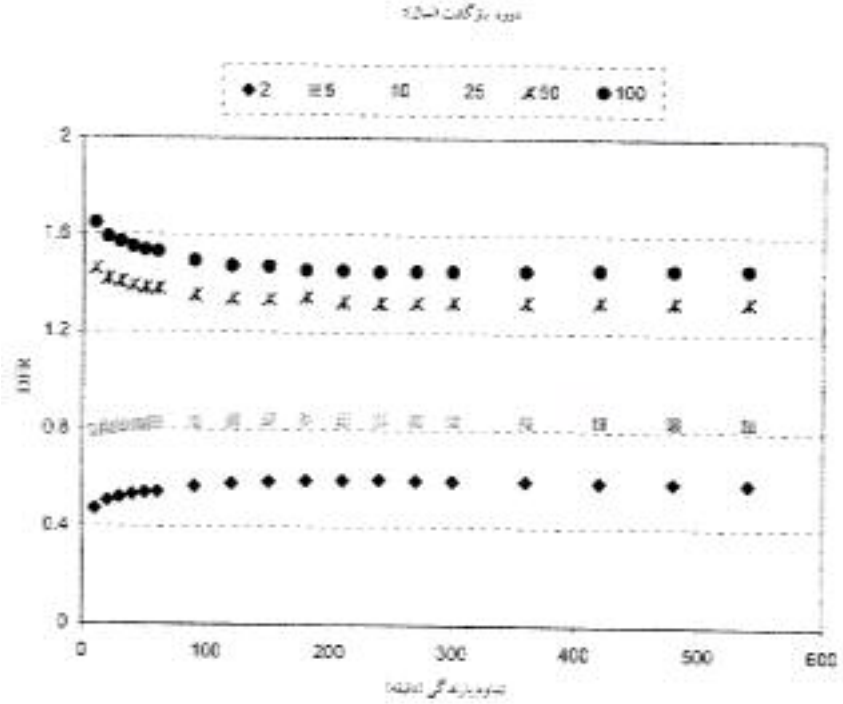
مرجع	دوره بازگشت (سال) ۲	۵	۲۵	۵۰	۱۰۰
بررسی حاضر	۰/۵۳۳۴	۰/۸۱۶۴	۱/۱۷۲۳	۱/۳۸۹۶	۱/۵۴۷۹
قهرمان (۴)	۰/۵۳۰۷	۰/۸۱۳۲	۱/۲۳۸۳	۱/۴۱۲۸	۱/۵۹۰۳
قهرمان و سپاسخواه (۵)	۰/۵۲۵	۰/۸۰۵	۱/۲۴۴	۱/۴۳۴	۱/۶۳۱
آمریکا (۱۲)	۰/۶۳۰	۰/۸۵۰	۱/۱۷۰	۱/۳۱۰	۱/۴۶۰
استرالیا (۱۱)	۰/۶۵۰.	۰/۸۵۰	۱/۱۸	۱/۳۳۰	۱/۵۰۰
نیوزیلند (۲۳)	۰/۶۱۴	۰/۸۴۶	۱/۱۹۴	۱/۳۳۸	۱/۳۸۱

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول ۷. مقایسه ضریب تغییرات DFR در ایران با مطالعه قبلی در محدوده‌های مختلف تداوم باران

محدوده تداوم بارش (ساعت)	دوره بازگشت (سال)									
	۲		۵		۲۵		۵۰		۱۰۰	
	مطالعه حاضر	قهرمان (۴)	مطالعه حاضر	قهرمان (۴)	مطالعه حاضر	قهرمان (۴)	مطالعه حاضر	قهرمان (۴)	مطالعه حاضر	قهرمان (۴)
≤۲	۰/۰۶۲۰	۰/۰۲۷۰	۰/۰۱۹۴	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۶۰	۰/۰۲۷۴	۰/۰۰۸۰	۰/۰۳۵۶	۰/۰۱۰۰
>۲	۰/۰۰۵۵	۰/۰۲۰۰	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۱



شکل ۱. تغییرات سیستماتیک نسبت‌هایDFR با مدت تداوم

جدول ۸. مقایسه ضرایب ثابت معادله ۱۲ با تحقیقات قبلی در ایران

پارامتر	محدوده تداوم باران (ساعت)					
	≤ ۲			> ۲		
	قهرمان و سپاسخواه(۵)؛ ۱۳۶۹	قهرمان(۴)؛ ۱۳۷۵	بررسی حاضر :۱۳۸۲	قهرمان و سپاسخواه(۵)؛ ۱۳۶۹	قهرمان(۴)؛ ۱۳۷۵	بررسی حاضر :۱۳۸۲
α_1	۰/۴۰۵۵	۰/۴۴۱۱	۰/۴۶۰۸	۰/۴۹۹۸	۰/۴۹۹۸	۰/۵۵۶۵
α_2	۰/۲۶۳۶	۰/۲۴۹۵	۰/۲۳۴۹	۰/۲۲۹۳	۰./۲۲۲۴	۰/۱۹۴۸
α_3	۰/۴۴	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۸
ضریب تعیین	–	–	۰/۹۹۷۲	–	–	۰/۹۹۷۴
خطای استاندارد	–	–	۰/۰۲۲۲	–	–	۰/۰۱۸۲

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول ۹. رابطه ریاضی برآورد بارندگی ساعتی ده ساله برای محدوده‌های مختلفی از میانگین بارندگی سالانه

شماره گروه	حدود بارندگی سالانه (میلی متر)	رابطه پیشنهادی	شاخص‌های آماری	
			Adj R^2	P
۱	MAP<۱۰۰	رابطه‌ای قابل برازش نیست	-	–
۲	۱۰۰<MAP<۲۰۰	$P_{60}^{10}=e^{-6.84}.MAP^{1.33}.\left(R_{1440}^{2}\right)^{0.854}$	۰/۴۳۳	۰/۰۰۹۹
۳	MAP<۲۰۰	$P_{60}^{10}=e^{-0.924}\left(R_{1440}^{2}\right)^{1.07}$	۰/۴۲۲	۰/۰۰۱۱
۴	۲۰۰<MAP<۳۰۰	$P_{60}^{10}=e^{-0.0963}\left(R_{1440}^{2}\right)^{0.864}$	۰/۳۹۵	۰/۰۰۷۲
۵	۳۰۰<MAP<۵۰۰	رابطه‌ای قابل برازش نیست	-	-
۶	۵۰۰<MAP<۷۰۰	رابطه‌ای قابل برازش نیست	-	-
۷	۳۰۰<MAP<۷۰۰	$P_{60}^{10}=1.66+0.0201\,MAP+0.157\left(R_{1440}^{2}\right)$	۰/۲۹۶	۰/۰۱۱۶
۸	۷۰۰<MAP	$P_{60}^{10}=e^{2.78}.MAP^{-0.617}.\left(R_{1440}^{2}\right)^{1.09}$	۰/۹۹۶	۰/۰۰۲۹

جدول ۱۰. رابطه ریاضی برآورد بارندگی ساعتی ده ساله در مناطق مختلف جغرافیایی ایران (بر اساس شکل ۲)

شماره منطقه	نام منطقه	رابطه پیشنهادی	شاخص‌های آماری	
			Adj R^2	P
۱	شمال شرقی	رابطه‌ای قابل برازش نیست	-	-
۲	شمال	$P_{60}^{10}=9.99+0.212\left(R_{1440}^{2}\right)$	۰/۷۹۱	<۰/۰۰۰۱
۳	شمال غربی	رابطه‌ای قابل برازش نیست	-	-
۴	جنوب غربی	$P_{60}^{10}=e^{2.49}.MAP^{-0.633}.\left(R_{1440}^{2}\right)^{1.16}$	۰/۸۰۷	۰/۰۰۳
۵	غرب کویر	$P_{60}^{10}=e^{0.392}.\left(R_{1440}^{2}\right)^{0.589}$	۰/۳۷۱	۰/۰۸۶۲
۶	کویر و جنوب	$P_{60}^{10}=e^{-0.993}.\left(R_{1440}^{2}\right)^{1.06}$	۰/۶۴۱	<۰/۰۰۰۱

جدول ۸ ضرایب ثابت معادله ای به‌فرم زیر (ترم RDF فرمول بل، (۱۲)) را در دو محدوده کلی تداوم باران کمتر و بیشتر از ۲ ساعت نشان می‌دهد:

$$R_t^T / R_t^{10} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln(T - \alpha_3) \qquad [۱۲]$$

در جدول ۸ هم‌چنین مقایسه‌ای بین ضرایب به‌دست آمده برای معادله ۱۲ در این بررسی با تحقیقات قبلی در ایران به عمل آمده است. این جدول مشخص می‌سازد که پارامترهای معادله ۱۲ به طور سیستماتیک در طی زمان تغییر کرده‌اند

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

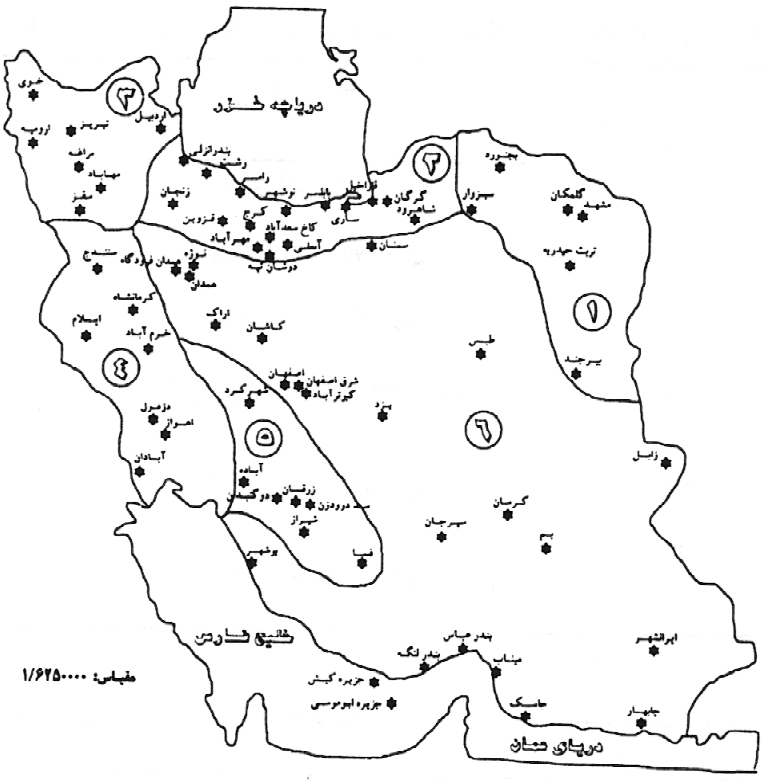
[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

جدول ۱۱. بررسی اعتبار روابط برآورد باران ساعتی ده ساله در ایران

ایستگاه	درصد تفاوت برآورد باران ساعتی ده ساله توسط روش مشخص شده با مقدار گزارش شده			
	رابطه ۱۴	تقسیم بندی بر مبنای باران سالانه	تقسیم بندی بر مبنای خصوصیات ظاهری اقلیم	رابطه ۱۰ (نقل از مرجع ۶)
باغملک	۸/۱	۲۷/۵	۱۶/۴	۶۸/۹
رشت	-۶/۷	-۱۶/۸	-۱۰/۲۷	۳/۴
زاینده رود	-۱۲/۲	۲۹/۰	-۸/۷	۳۷/۸
سپید دشت	۲۹/۵	۲۵/۷	۱۳/۱	۷۶/۹
سرخس	۷/۹	۳۴/۸	۵/۱*	۵۴/۴
کمپ ارومیه	۸/۳	۹/۹	۱۸/۳**	۴۸/۲
گناباد	۷/۰	۳۱/۶	۰/۶	۴۶/۱
ورمهنگ کامیاران	۱۲/۶	۲۴/۸	۱۲/۱	۵۸/۶
متوسط قدر مطلق‌ها	۱۱/۵	۲۵/۰	۱۰/۶	۴۹/۳

*: سرخس در ناحیه ۱ قرار دارد ولی برای این ناحیه رابطه معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به خصوصیات اقلیمی به ناحیه ۶ منتسب شد. در صورت استفاده از ناحیه ۲ درصد تفاوت به ۳۴/۳ می‌رسید.

**: انتساب به ناحیه ۴ . استفاده از ناحیه ۲ تفاوت چندانی نداشت (۲۰/۶ درصد).



شکل۲. تقسیم‌بندی شماتیک منطقه‌ها

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

(سال‌های تحقیقات ۱۳۶۹، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲ می‌باشد ؛ تنها مورد خلاف پارامتر α_3 و برای $t > 2$ ساعت می‌باشد).

۳. نسبت‌های مقدار – تداوم – دوره بازگشت باران (DDFR)

با انتخاب t =۶۰ دقیقه در رابطه ۱۲ و اعمال پارامتر حاصله مقدار باران ساعتی ۱۰ ساله (R_{60}^{10}) در رابطه ۶ رابطه کلی DDFR ایران به‌دست می‌آید:

$$R_t^T = At^B[\alpha_1 + \alpha_2 \ln(T - \alpha_3)]R_{60}^{10} \qquad [۱۳]$$

که ضرایب A ، B ، α_1 ، α_2 ، α_3 برای محدوده‌های مختلف تداوم باران در جداول ۴ و ۷ ارائه شده است. کاربرد معادله (۱۳) نیاز به در اختیار داشتن باران ساعتی ۱۰ ساله (R_{60}^{10}) دارد.

۴. برآورد باران ساعتی ۱۰ ساله

قهرمان و سپاسخواه (۵) سه پارامتر مستقل میانگین حداکثر باران روزانه، میانگین باران سالانه و تعداد روزهای بارانی را برای برآورد باران ساعتی ده ساله به کار بردند، ولی نتیجه گرفتند که تنها دو متغیر اول تاثیر معنی‌داری دارند (رابطه۱۰). آمار در دسترس جدید نیز مجدداً این موضوع را تأئید کرد به طوری که تعداد روزهای بارانی تنها ۱۳٪ از واریانس $R_{۶۰}^{۱۰}$ را پیش بینی کرد. با این وجود تحلیل واریانس و تحلیل رگرسیون نشان داد که وجود میانگین باران سالانه بهبود معنی‌داری بر آمارهای رگرسیون ایجاد نکرد (۱). از این رو مناسب‌ترین مدل برای کل ایستگاه‌های ایران برای این منظور رابطه ۱۴ می‌باشد:

$$R_{60}^{10} = e^{0.291}\left(R_{1440}^{2}\right)^{0.694} \quad (AdjR^2 = 0.49,\ P < 0.0001) \qquad [۱۴]$$

که در آن R_{1440}^2 میانگین حداکثر باران روزانه است.

الف) تقسیم بندی ایستگاه‌ها

جدول ۹ محدوده‌های مختلف برای برآورد باران ساعتی ۱۰ ساله را نشان می‌دهد. این روابط به‌جز برای محدوده باران سالانه زیاد (بیشتر از ۷۰۰ میلی‌متر) ضعیف می‌باشند. از این‌رو جدای از چنین تقسیم‌بندی، تلاش شده از نواحی مجاور هم که به نظر می‌رسد از نظر اقلیمی نیز تشابهاتی با هم داشته باشند، استفاده شود. شکل ۲ این تقسیم‌بندی شماتیک را نشان می‌دهد. روابط به‌دست آمده برای این حالت در جدول ۱۰ ارائه شده است. افزایش بهبود نسبی در خصوصیات رگرسیون در مقایسه با حالت قبل استنتاج می‌شود. با این وجود به نظر می‌رسد که هنوز نمی‌توان به طور کامل به چنین ناحیه‌بندی‌هایی اطمینان کامل داشت. در شرایط عدم اطمینان (نواحی ۱، ۳ و تا حدی ۵) پیشنهاد می‌شود که از رابطه (۱۴) استفاده می‌شود.

ب) بررسی اعتبار روابط به دست آمده

اعتبار رابطه ۱۴، تقسیم‌بندی بر مبنای باران سالانه و تقسیم‌بندی بر مبنای خصوصیات ظاهری اقلیم و هم‌چنین عملکرد رابطه ۱۰ (نقل از مرجع ۶) برای ایستگاه‌های انتخابی (جدول ۲) بررسی شد. نتایج به دست آمده در جدول ۱۱ خلاصه شده است. این جدول مشخص می‌سازد که رابطه ۱۰ کارایی مفید خود را از دست داده است. افزایش طول دوره آماری ایستگاه‌ها منجر به ثبات بیشتر و تغییر در پارامترهای توابع توزیع احتمال می‌شود. بنابراین نتایج جدید به دست آمده بر اساس تقسیم‌بندی بر مبنای خصوصیات ظاهری اقلیم قابل اعتمادتر است. از طرف دیگر سایر روش‌های مورد بررسی از دقت نسبی قابل قبولی برخوردارند. با این حال توصیه می‌شود که از روش تقسیم‌بندی بر مبنای باران سالانه استفاده نشود.

نتیجه‌گیری

روابط داخلی رگبارها در ایران با جدیدترین آمار در دسترس بررسی و تصحیحات لازم نسبت به پژوهش‌های پیشین ارائه شد. برآورد باران ساعتی ده ساله، که کلیدی‌ترین پارامتر در منحنی‌های شدت – مدت – فراوانی است، با نگرش‌های مختلفی انجام شد. گرچه در حال حاضر برای بعضی از محدوده‌های مختلف امکان برقراری یک رابطه معنی‌دار وجود

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

ندارد، ولی با قضاوت کارشناسی می‌توان از محدوده‌های مجاور و یا از رابطه سراسری ۱۴ استفاده کرد. نویسندگان بر این باورند که هنوز پارامترهای اصلی چنین روابطی تثبیت نشده‌اند. بنابراین با گذشت زمان و فراهم شدن آمار با کیفیت و کمیت مناسب تر، لزوم به دست آوردن روابط جدیدتر وجود خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

۱. آبخضر، ح. ر. ۱۳۸۰. بررسی ناحیه‌ای منحنی‌های شدت ـ مدت ـ فراوانی ایستگاه‌های باران سنج ثبات کشور. سمینار کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. سازمان هواشناسی کشور. ۱۳۷۴. روابط شدت ـ مدت ـ فراوانی بارندگی در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران. وزارت راه و ترابری، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی، تهران.

۳. علیزاده، ا. ۱۳۷۳. روابط شدت ـ مدت ـ تناوب بارندگی در مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۸ (۱): ۵۵-۶۶.

٤. قهرمان، ب. ۱۳۷۵. رابطه به روز شده شدت ـ مدت ـ تناوب بارندگی در ایران با استفاده از باران یک ساعته ده ساله. مجله دانش کشاورزی ۶ : ۱۳-۳۰.

۵. قهرمان، ب. و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۶۹الف. تخمین رابطه شدت – مدت – تناوب بارندگی در ایران با استفاده از باران یک ساعته ده ساله. مجموعه مقالات سومین کنگره بین المللی مهندسی راه و ساختمان ایران، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز ۵: ۵۵-۷۳.

٦. قهرمان، ب. و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۶۹ب. تخمین باران یک ساعته ده ساله برای تعیین روابط شدت ـ مدت ـ تناوب بارندگی در ایران. مجموعه مقالات سومین کنگره بین المللی مهندسی راه و ساختمان ایران، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز ۵: ۳۵-۵۳.

۷. وزیری، ف. ۱۳۶۳. تجزیه و تحلیل رگبارها و تعیین منحنی‌های شدت ـ مدت مناطق مختلف ایران. مجتمع دانشگاهی مهندسی، واحد طرح و تحقیقات جهاد دانشگاهی، گروه آب، تهران.

۸. وزیری، ف. ۱۳۷۰. تجزیه و تحلیل رگبارها در نقاط مختلف ایران. جهاد دانشگاهی دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، واحد طرح و تحقیقات، تهران.

۹. وزیری، ف. ۱۳۷۱. تعیین روابط منطقه‌ای بارندگی‌های کوتاه مدت در ایران. دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، تهران.

10. Alila, Y. 2000. Regional rainfall depth-duration-frequency equations for Canada. Water Resour. Res. 36(7):1767-1778.
11. Bell, F.C. 1964. Rainfall depth – duration – frequency maps of South Wales and Victoria. Bulletin NO. 8, Water Research Foundation of Australia.
12. Bell, F.C. 1969. Generalizad rainfall depth-duration-frequency relationships. J. Hydraul. Div., ASCE 95(1): 311-327.
13. Bobee, B. and F. Ashkar. 1991. The Gamma Family and Derived Distribution Applied Hydrology. Water Resource Pub. Littleton, Colorado, USA.
14. Chen, C.L. 1983. Rainfall intensity-duration-frequency formulas. J. Hydraul. Eng., ASCE 109(12): 1603-1621.
15. Diaconis, P. and B. Efron. 1983. Computer intensive methods in statistics. Scientific America 248(5):116-130.
16. Ferreri, G.B. and V. Ferro. 1990. Short duration rainfalls in Sicily. J. Hydraul. Eng. ASCE 116(3):430-435.
17. Ferro, V., 1993. Comment on "Rainfall intensity-duration-frequency formula for India" by U.C. Kothyari and R.J. Garde. J. Hydrol. Eng. ASCE 119(8):960-962.
18. Ghahraman, B. 1995. A general dimensionless rainfall depth-duration-frequency relationship. Iran Agric. Res. 14:217-235.
19. Hershfield, D.M. 1961. Rainfall frequency atlas of the United States. Technical. Paper. 40, U.S. Weather Bureau Washington, D.C.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]

20. Jones, K.R.O., Berney, D.P. Carr and E.C. Barrett. 1981. Arid Zone Hydrology for Agricultural Derelopment. FAO Irrigation and Drainage Paper, NO. 37, FAO, Rome, Italy, 271 pp.
21. Kothyari, U.C. and R.J. Garde. 1992. Rainfall intensity-duration-frequency formula for India, J. Hydraul. Eng. ASCE 118(2):323-326.
22. Pagliara, S. and C. Viti. 1993. Comments on 'Rainfall intensity-duration-frequency formula for India' by U.C. Kothyari and R.J. Garde. J. Hydraul. Eng. ASCE 119(8):962-966.
23. Tomlinson, A.I. 1980. The Frequency of High Intensity Rainfalls in New Zealand. Part 1. Water and Soil Technical Publication NO. 19, National Water and Soil Coservation, Wellington, New Zealand.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.2.1.9]