



دانشگاه فردوسی مشهد

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد شانزدهم، شماره اول، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

برآورد حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته به روش‌های آماری در شمال شرق ایران

محمد تاج‌بخش^۱ و *بیژن قهرمان^۲

^۱دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی، دانشگاه فردوسی مشهد،

^۲دانشیار گروه سازه‌های آبی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۷

چکیده

در بیشتر نقاط دنیا برای محاسبه حداکثر بارش محتمل از روش هرشفیلد استفاده می‌شود که در آن عامل فراوانی (K_m) برای محاسبه مقادیر حداکثر بارندگی محتمل ۲۴ ساعته (PMP_{24})، ۱۵ فرض می‌گردد، این مقدار در ایستگاه‌های مختلف با شرایط آب و هوایی مختلف مناسب نمی‌باشد. سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۶ روش هرشفیلد را استاندارد کرد و تأثیر طول دوره آماری و حداکثر مقدار مشاهده شده را برای تصحیح عامل فراوانی معرفی نمود. در سال ۲۰۰۱ توسط دسا و همکاران در مالزی نگرش دیگری به روش هرشفیلد معرفی شد به طوری که در آن تنها بیشترین مقدار مشاهده شده ملاک کار قرار داده شد که منجر به کاهش شدیدی در عامل فراوانی گردید. در این مقاله جهت برآورد عامل فراوانی مناسب، مقادیر بیشترین آمار بارش یک روزه در ۴۶ ایستگاه موجود در شمال شرق ایران با طول دوره آماری ۱۳ تا ۴۸ سال با این دو نگرش بررسی گردید. در نگرش اول به ترتیب عامل فراوانی و PMP_{24} بین ۱۶/۷ تا ۱۹/۵ و ۱۳۸/۶ تا ۴۱۰/۳ میلی‌متر به دست آمد که به مقدار بسیار زیادی نتایج آن معلول طول دوره آماری است، در حالی که در نگرش دوم باعث تخمین این مقادیر به ترتیب ۱/۸ تا ۶/۲ و ۶۲/۷ تا ۲۰۷/۷ میلی‌متر گردید. از نسبت PMP_{24} به حداکثر باران ۲۴ ساعته به عنوان معیاری که به شرایط آب و هوایی منطقه بستگی نداشته باشد استفاده شد و با استفاده از مقادیر

* مسئول مکاتبه: bijangh@ferdowsi.um.ac.ir

گزارش شده در منابع نشان داده شد که در مقایسه با نگرش اول هرشفیلد، نگرش دوم پایدارتر است و تناسب بیشتری با روش چند ایستگاهی که از آمار یک-کاسه منطقه استفاده می‌کند دارد. نشان داده شد که نسبت PMP_{24} آماری به PMP_{24} هم‌گرایی در نگرش دوم اختلاف کمتری با ۱ دارد در حالی که در نگرش اول این فاصله زیاد و غیرقابل قبول می‌باشد. در ادامه نقشه PMP_{24} به روش دوم در منطقه تحت مطالعه تهیه شد، این نقشه تخمین معتبری از بیشترین بارش محتمل برای هر منطقه در شمال شرق ایران جهت کاربرد در طرح‌های هیدرولیکی کنترل روان‌آب و سیلاب رودخانه‌های مرزی و آب‌راهه‌هایی که بدون استفاده به کویرهای داخلی می‌ریزند به دست می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته، هرشفیلد، آزمون همگنی من‌کندال

مقدمه

نیاز به توسعه منابع آب در مناطق مختلف براساس کاربردی که در حوضه‌های مختلف مانند صنعت و کشاورزی دارد دارای اهمیت می‌باشد. هر ساله هزینه هنگفتی صرف حفظ منابع آب مانند ساخت سدها و مخازن ذخیره می‌شود، سرریز سدها برای حداکثر سیلاب محتمل (PMF)^۱ براساس بیشترین بارش محتمل توسط تحلیل‌های احتمالاتی و با کمک داده‌های ثبت شده طراحی می‌شوند. همچنین مقادیر حداکثر بارندگی محتمل ۲۴ ساعته (PMP_{24}) در طراحی کانال‌های روباز، پل‌ها، زیرگذر جاده‌ها و راه‌آهن، کانال‌های زه‌کش شهری و زه‌کش فرودگاه‌ها، کنترل سیلاب و بسیاری از سازه‌های هیدرولیکی دیگر به کار می‌رود (دسا و همکاران، ۲۰۰۱).

بیشترین بارش محتمل با حداکثر ارتفاع بارش، ممکن است که از لحاظ هواشناسی برای یک مدت زمان مشخص در یک منطقه خاص امکان ریزش داشته باشد (سازمان جهانی هواشناسی، ۱۹۸۶). دو روش هواشناسی و آماری در محاسبه PMP_{24} وجود دارد. نبود آمار کامل هواشناسی مانند نقطه شبنم، سرعت باد، درجه حرارت تمایل به استفاده از روش آماری را افزایش داده است. هرشفیلد مقدار عامل فراوانی را برای محاسبه PMP_{24} معادل ۱۵ در نظر گرفت که کران بالایی برای حداکثر بارش ۲۴ ساعته می‌باشد (رضایی‌پژند، ۲۰۰۱). کوتسویانیس (۱۹۹۹) با مطالعه دوباره پژوهش‌های هرشفیلد

نشان داد که عامل فراوانی ۱۵ در نظر گرفته شده توسط وی دور بازگشتی حدود ۶۰۰۰ سال دارد که این عدد دور از تعریف حداکثر بارش محتمل می‌باشد.

هرشفیلد در مطالعات خود به این نتیجه رسید که عامل فراوانی برای مناطق خشک باید بین ۱۵ تا ۲۰ باشد در حالی که در مناطق مرطوب با بارش‌های سنگین این عامل کمتر از ۱۵ است، بنابراین روش خود را اصلاح کرد و سازمان جهانی هواشناسی نیز (۱۹۸۶) روش پایه گزارش شده توسط هرشفیلد (۱۹۶۱) را به صورت یک روش کار تدوین نمود. در این روش تصحیحاتی بر روی میانگین و انحراف استاندارد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با توجه به بیشترین مقدار مشاهده شده و همچنین طول دوره آماری انجام می‌شود. با این حال ضریب فراوانی در این روش به ندرت از ۱۵ کمتر می‌شود. این روش به طور گسترده‌ای در ایران (از جمله خلجی پیربلوطی و سپاس‌خواه، ۲۰۰۲) استفاده شده است. (الیاسون، ۱۹۹۱؛ الیاسون، ۱۹۹۴؛ الیاسون، ۱۹۹۷) مفهوم روش چند ایستگاهی را بر مبنای دم توزیع گامبل نوع یک پایه‌گذاری کرد و با فرض همگن بودن ایستگاه‌های یک منطقه، یک مقدار PMP برای کل منطقه توصیه نمود. این روش اخیراً توسط رضایی‌پژند و قهرمان (۲۰۰۶) برای منطقه تحت مطالعه به کار رفته است. اخیراً دسا و همکاران (۲۰۰۱) و دسا و راخچا (۲۰۰۷) روش هرشفیلد را تنها براساس بیشترین بارندگی مشاهده شده به کار برده‌اند که منتج به کاهش شدیدی در ضریب فراوانی گردید. قهرمان (۲۰۰۸) این روش را برای حوضه آبریز اترک و پایمزد و همکاران (۲۰۰۵) آن را برای حوضه‌هایی در شرق استان هرمزگان به کار برده‌اند و نگرش دوم را پیشنهاد نمودند. بنابراین هدف این مقاله مقایسه این دو دیدگاه در روش هرشفیلد در شمال شرق ایران و مقایسه نتایج آن با روش چند ایستگاهی الیاسون می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده: منطقه مورد مطالعه دارای مساحتی حدود ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع بوده و در شمال شرقی ایران و در طول جغرافیایی $59^{\circ}38'$ شرقی و عرض $36^{\circ}16'$ شمالی واقع شده است. این منطقه بخش عمده‌ای از استان خراسان شمالی و بخشی از شمال استان خراسان رضوی را در بر می‌گیرد و از نقطه نظر رودخانه‌های مرزی که از کشور خارج می‌شوند و آب‌راه‌هایی که به کویر تخلیه می‌شوند اهمیت دارد. آمار این ایستگاه‌ها زیر نظر وزارت نیرو به نسبت طولانی و قابل قبول اند. متوسط طول دوره آماری ۲۶ سال و کمترین و بیشترین طول دوره آماری به ترتیب ۱۳ و ۴۸ سال در ایستگاه‌های قدیرآباد و بار اریه می‌باشد. بیشترین ارتفاع ۱۸۰۰ متر مربوط به ایستگاه اسدلی واقع در غرب منطقه و کمترین ارتفاع ۴۹۰ متر مربوط به ایستگاه حاتم قلعه واقع در نیمه غربی

منطقه است. براساس اطلاعات موجود متوسط ۳۰ ساله (ختم به ۱۳۸۰) رطوبت نسبی در منطقه معادل ۵۵/۶ درصد و متوسط بارش در طی این دوره ۲۷۰ میلی متر بوده که بیانگر خشکی منطقه است. در شکل (۱) محدوده منطقه مورد مطالعه و محل ایستگاه‌ها و در جدول (۱) ایستگاه‌های انتخابی به همراه طول دوره آماری، مختصات جغرافیایی و اطلاعات بارش آنها آورده شده است.



شکل ۱- جانمایی ایستگاه‌های باران‌سنجی و محدوده منطقه مورد مطالعه در شمال شرق ایران.

مواد و روش‌ها

هرشفیلد یکی از ابداع‌کنندگان استفاده از روش آماری در تخمین PMP_{24} برای حوضه‌های کوچک در تمام نقاط دنیاست. لازمه این برآورد وجود یک سری از داده‌های حداکثر بارش سالانه ۲۴ ساعته در نقاط مشاهده‌ای می‌باشد (هرشفیلد، ۱۹۶۱؛ هرشفیلد، ۱۹۶۵). روش هرشفیلد (۱۹۶۱ و ۱۹۶۵) در تخمین PMP_{24} براساس معادله چاو (۱۹۵۱) در تحلیل فراوانی بارش، پایه‌ریزی شد:

$$X_t = \bar{X}_n + K_t \sigma_n \quad (1)$$

که در آن X_t حداکثر بارش سالانه با دوره بازگشت t سال، \bar{X}_n متوسط بارش‌های سالانه، σ_n انحراف معیار بارش‌های سالانه و K_t عامل فراوانی متناظر با دوره بازگشت t سال می‌باشد.

هرشفیلد ملاحظه کرد برای تخمین PMP_{24} یک عامل فراوانی وجود دارد که نباید از آن تخطی شود و بنابراین K_t را با K_m جایگزین کرد که در آن صورت X_t نیز با X_{pmp} تعویض می‌شود:

$$X_{pmp} = \bar{X} + K_m \sigma_n \quad (2)$$

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های انتخابی جهت محاسبه PMP_{۲۴} در شمال شرق ایران.

شماره	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	طول دوره آماری	حداقل بارش ۲۴ ساعته (م.م)	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (م.م)
۱	آغمزار	۵۶-۵۵-۱۰	۳۷-۴۱-۳۲	۵۸۰	۳۰	۱۱	۵۰
۲	رادکان	۵۹-۰۰-۳۰	۳۶-۴۸-۲۳	۱۲۱۰	۲۸	۱۱/۶	۵۲
۳	دهنه اخلمد	۵۸-۵۷-۰	۳۶-۳۶-۰	۱۴۶۰	۲۶	۱۲	۵۸
۴	علی محمد	۵۷-۳۷-۲۸	۳۷-۴۵-۰	۱۲۶۰	۳۰	۱۵	۶۲
۵	ارداک(بند)	۵۹-۲۳-۳۲	۳۶-۴۳-۴۷	۱۳۱۰	۲۶	۱۵	۴۹
۶	اسدلی	۵۷-۲۱-۳۳	۳۷-۱۷-۳۷	۱۸۰۰	۱۶	۱۵	۵۶
۷	آیرقایه	۵۶-۲۱-۰۵	۳۸-۱۰-۳۲	۵۴۰	۲۵	۱۸	۶۲
۸	بابا امان	۵۷-۲۶-۱۹	۳۷-۲۸-۴۰	۱۰۲۰	۲۸	۱۲	۳۹
۹	بربرقلعه	۵۷-۱۸-۰	۳۷-۲۸-۲۳	۱۰۷۰	۳۳	۱۰	۵۰
۱۰	بار اریه	۵۸-۴۲-۱۸	۳۶-۲۷-۳۴	۱۵۶۰	۴۸	۱۴/۵	۵۵
۱۱	بارزو	۵۷-۵۷-۴۸	۳۷-۳۵-۵۵	۱۴۰۰	۳۱	۶	۵۰
۱۲	بش قارداش	۵۷-۱۷-۵۸	۳۷-۲۴-۵۰	۱۱۶۰	۱۷	۱۱	۳۵
۱۳	قرقانو (بهار)	۵۶-۴۵-۲۰	۳۸-۱۶-۴۲	۸۴۰	۲۰	۹/۵	۶۰
۱۴	اسفراین	۵۷-۳۰-۴۰	۳۷-۰۴-۴۴	۱۲۱۰	۲۸	۱۵	۴۷
۱۵	بجنورد	۵۷-۱۹-۰	۳۷-۲۸-۰	۱۰۹۱	۲۷	۱۰/۸	۴۱
۱۶	چناران	۵۹-۷/۶	۳۶-۳۸/۹	۱۱۷۰	۱۵	۸	۴۹
۱۷	دیزباد بالا	۵۹-۱۶-۵۱	۳۶-۰۶-۱۱	۲۰۰۰	۱۶	۱۸	۶۰
۱۸	دولت آباد	۵۹-۱۰-۰	۳۶-۲۶-۱۷	۱۵۱۰	۲۷	۱۲	۴۲
۱۹	درکش	۵۶-۴۵-۰	۳۷-۲۶/۲	۱۰۶۰	۳۰	۲۱	۴۷
۲۰	عیش آباد	۵۸-۴۹-۵۰	۳۶-۱۸-۱۱	۱۳۹۰	۲۹	۱۱	۴۴
۲۱	فاروج	۵۸-۱۳-۰	۳۷-۱۴-۰	۱۲۰۰	۳۰	۸	۴۰
۲۲	گرمخان	۵۷-۲۸-۳۸	۳۷-۳۱-۴۵	۹۲۰	۳۰	۱۵	۴۵
۲۳	قدیرآباد	۵۸-۵۸-۲۲	۳۶-۴۸-۱۹	۱۱۷۵	۱۳	۱۳	۱۰
۲۴	غلامان	۵۷-۰۸-۳۹	۳۸-۰۳-۲۳	۱۲۴۰	۱۳	۱۶/۱۵	۵۷
۲۵	قرلقان	۵۷-۲۵-۱۲	۳۷-۳۹-۵۲	۱۰۴۰	۲۵	۱۳	۶۱/۵
۲۶	گلمکان	۵۹-۹-۰	۳۶-۲۸-۴۸	۱۴۵۰	۳۲	۱۱	۴۱
۲۷	حاتم قلعه	۵۹-۲۲-۰	۳۷-۱۸-۴۰	۴۹۰	۳۴	۸	۴۵
۲۸	حصه گاه	۵۷-۰۱-۵۵	۳۷-۳۹-۲۳	۶۲۰	۱۹	۱۳	۳۵
۲۹	حطیطه	۵۷-۱۱-۴۰	۳۶-۳۴-۰۳	۱۴۴۰	۲۹	۱۵	۵۶
۳۰	اینچه علیا	۵۶-۲۴-۱۴	۳۷-۳۷-۲۹	۷۷۰	۲۵	۶	۲۶

ادامه جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های انتخابی جهت محاسبه PMP_{24} در شمال شرق ایران.

شماره	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	طول دوره آماری	حداقل بارش ۲۴ ساعته (م.م)	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (م.م)
۳۱	جهان‌آباد	۵۸-۱۲-۳۴	۳۷-۱۸-۱۱	۱۱۸۵	۲۳	۱۲	۵۰
۳۲	کبکان	۵۸-۵۴-۳۷	۳۷-۱۵-۰	۱۴۳۵	۲۱	۱۵	۳۰
۳۳	خرتوت	۵۶-۳۹-۴۰	۳۷-۵۵-۲۴	۶۹۵	۳۰	۵۱	۱۹
۳۴	مارشک	۵۹-۳۲-۴۸	۳۶-۴۹-۱۲	۱۸۷۰	۲۰	۱۵	۵۸
۳۵	چمن‌بید	۵۷-۲۶-۱۹	۳۷-۲۸-۴۰	۱۰۲۰	۲۹	۱۷/۵	۶۰
۳۶	سرآسیاب	۵۹-۲۰-۰	۳۶-۲۴-۰	۱۲۷۰	۲۱	۱۳	۴۷
۳۷	صنوبر	۵۹-۰۸-۰۸	۳۵-۲۵-۰۸	۱۷۲۰	۳۴	۱۹	۶۲
۳۸	سه یک آب	۵۷-۵۶-۴۹	۳۷-۲۴-۳۹	۱۱۱۰	۳۱	۱۵	۴۶
۳۹	شمخال	۵۸-۲۷-۱۲	۳۷-۳۵-۲۱	۱۴۹۵	۲۵	۱۶/۵	۵۳
۴۰	شیرآباد	۵۶-۵۵-۳۰	۳۷-۳۰-۵۶	۸۶۰	۳۱	۱۷	۱۰۴
۴۱	طاغون	۵۸-۴۰-۵۰	۳۶-۲۵-۲۷	۱۴۹۵	۲۸	۱۵/۵	۵۰
۴۲	تبارک‌آباد	۵۸-۴۳-۰۶	۳۷-۱۱-۱۹	۱۵۱۰	۳۴	۱۹	۱۲۰
۴۳	ینگجه	۵۸-۱۵-۴۰	۳۶-۴۹-۵۲	۱۶۸۰	۲۴	۱۶	۵۸
۴۴	زرنده	۵۸-۳۰-۰	۳۶-۲۸-۲۸	۱۳۹۵	۱۸	۱۴	۴۲
۴۵	دربند	۵۶-۵۹-۱۳	۳۷-۳۶-۰۱	۷۰۰	۲۹	۱۳	۴۱
۴۶	قتلیش	۵۷-۱۸-۰۴	۳۷-۴۶-۰	۹۸۰	۳۱	۱۱	۴۵

برآورد PMP_{24} به روش آماری: سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۶ یافته‌های هرشفیلد را تأیید و آن را به صورت یک دستور کار منتشر کرد. در این روش (الف) با استفاده از یک نمودار K_m ، از روی \bar{X}_n به دست می‌آید، (ب) بیشترین مقدار مشاهده شده از سری داده‌ها حذف و \bar{X}_{n-1} و σ_{n-1} (به ترتیب میانگین و انحراف معیار پس از حذف بزرگ‌ترین مشاهده) محاسبه می‌شوند، (پ) با توجه به \bar{X}_n ، σ_n ، \bar{X}_{n-1} و σ_{n-1} ، ضرایبی برای تصحیح \bar{X}_n و σ_n به دست می‌آید، (ت) با توجه به طول دوره آماری، ضرایب تصحیح دیگری برای \bar{X}_n و σ_n به دست می‌آید، (ث) \bar{X}_n و σ_n تصحیح می‌شوند، (ج) X_{pmp} محاسبه می‌شود. این روش در مقاله نگرش اول هرشفیلد نامیده شده است. دسا و همکاران (۲۰۰۱) نگرش دیگری را به PMP_{24} به روش هرشفیلد اضافه کردند. نام‌برندگان ضریب K_m را مطابق زیر ارائه نمودند:

$$K_m = \frac{X_1 - \bar{X}_{n-1}}{\sigma_{n-1}} \quad (3)$$

که در آن X_1 بزرگترین مقدار داده‌ها می‌باشد.

سپس بین ایستگاه‌های یک منطقه حداکثر مقدار K_m استخراج شده و از آن برای محاسبه PMP_{24} کلیه ایستگاه‌ها (با استفاده از رابطه ۲) استفاده می‌شود. این روش در این مقاله نگرش دوم هرشفیلد نامیده شده است.

همگنی آمار بارش مورد استفاده: بیشتر این احتمال وجود دارد که طول دوره آماری زیاد، افزایش دقت را به دنبال داشته باشد. با این وجود از طرف مقابل آمار بیشتر امکان عدم همگنی (مثلاً روند زمانی) را افزایش می‌دهد، بنابراین استفاده از آمار بارش با طول دوره آماری بالاتر در تخمین PMP_{24} زمانی مفید است که سری زمانی آنها فاقد روند باشد و به عبارت دیگر ایستگاه‌هایی که آمار آنها همگن نیست از محاسبات حذف گردند. برای بررسی همگنی داده‌های بارش در ۴۶ ایستگاه مورد بررسی از آزمون همگنی غیرپارامتری من‌کن‌دال (سازمان جهانی هواشناسی، ۱۹۹۶) به صورت زیر استفاده گردید:

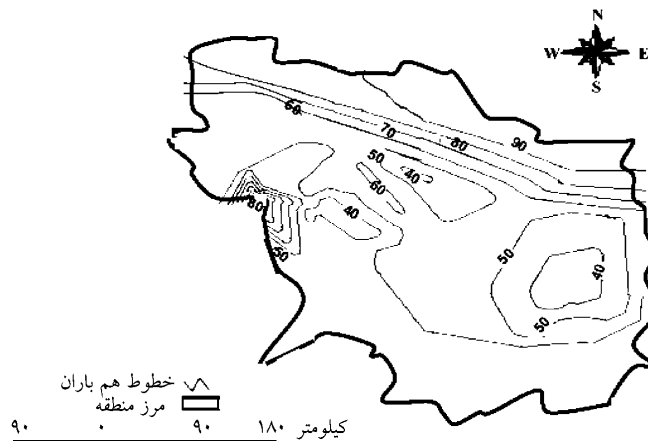
$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^4 n_i}{N(N-1)} - 1 \quad (4)$$

$$\sigma_\tau^2 = \frac{(4N+10)}{9N(N-1)} \quad (5)$$

که در آنها τ آماره مورد نظر به صورت یک متغیر تصادفی و σ_τ^2 پراش آن، n_i مقادیر بیشتر از i امین مقدار و N تعداد داده‌ها می‌باشد. نسبت τ/σ_τ نشان‌دهنده یک روند بین داده‌هاست، در صورتی که این نسبت بین $+1/96$ و $-1/96$ باشد، عدم وجود روند (همگنی) بین داده‌ها را در سطح اعتماد ۹۵ درصد نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

شکل (۲) چگونگی توزیع مکانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیشترین باران روزانه بالغ بر ۱۰۰ میلی‌متر در شمال منطقه رخ می‌دهد. غرب منطقه نیز از مقدار بارندگی روزانه زیادی برخوردار است.



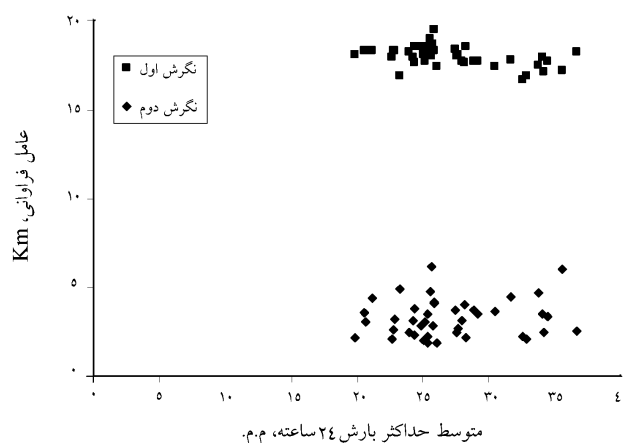
شکل ۲- نقشه خطوط هم‌باران برای حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه‌های شمال شرق ایران.

آزمون همگنی ایستگاه‌ها: بررسی آمار حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه‌های منطقه توسط آزمون همگنی غیر پارامتری من‌کنندال نشان داد که نسبت τ/σ_x در ۴ ایستگاه رادکان (ایستگاه شماره ۲- جدول ۱ را ببینید)، دولت‌آباد (ایستگاه شماره ۱۸)، اینچه‌اولیا (ایستگاه شماره ۳۰) و صنوبر (ایستگاه شماره ۳۷) به ترتیب ۲/۳، ۴/۴، ۳/۹ و ۳/۱ بود. این مقادیر خارج از محدوده مجاز بوده که مبین عدم همگنی آمار آنها می‌باشد. به بیان دیگر سری زمانی آمار این ایستگاه‌ها دارای روند بوده و همگن تلقی نمی‌شوند. از این ایستگاه‌ها در ادامه مطالعات چشم‌پوشی شد.

نگرش اول هرشفیلد: برای برآورد حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته به این روش، ۴۲ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر \bar{X}_n ، \bar{X}_{n-1} ، $\bar{\sigma}_n$ و $\bar{\sigma}_{n-1}$ و $CV = \sigma_n / \bar{X}_n$ (ضریب تغییرات) برای هر ایستگاه محاسبه گردید. کمترین و بیشترین عامل فراوانی و PMP_{24} در این روش به ترتیب در محدوده ۱۶/۷ تا ۱۹/۵ (جدول ۲ و شکل ۳) و ۱۳۸/۶ تا ۴۱۰/۳ میلی‌متر در ایستگاه‌های کبکان و تبارک‌آباد می‌باشد (جدول ۳). همچنین نسبت PMP_{24} به حداکثر بارش ۲۴ ساعته به‌عنوان یک عامل مقایسه‌ای بین ۲/۵۴ تا ۶/۷۷ به‌دست آمد. از نکات قابل توجه نتایج به‌دست آمده به روش بالا نوسان شدید نتایج بین ایستگاه‌های مختلف با دامنه تغییرات ۲۷۱/۷ میلی‌متر و میانگین و انحراف معیار ۱۹۹/۲ و ۵۰/۲ میلی‌متر می‌باشد که این امر بیشتر معلول تأثیرپذیری روش فوق از طول دوره آماری است.

جدول ۲- توزیع فراوانی ضریب K_m برای ایستگاه‌های مختلف شمال شرق ایران در نگرش اول هرشفیلد.

K_m (م.م)	<17	17-18	18-19	>19
فراوانی	۳	۱۶	۲۱	۲



شکل ۳- تغییرات توام ضریب K_m و متوسط حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه‌های مختلف شمال شرق ایران در روش هرشفیلد.

نگرش دوم هرشفیلد: در این قسمت عامل فراوانی و PMP_{24} ایستگاه‌های منطقه با نگرش دوم هرشفیلد به ترتیب از رابطه‌های (۲) و (۳) برای هر ایستگاه برآورد شد که نتایج در جدول‌های (۳) و (۴) خلاصه گردیده است.

در این نگرش K_m بین $1/82$ تا $6/18$ تغییر کرد (جدول ۴ و شکل ۳) که کاهش قابل ملاحظه‌ای را نسبت به روش هرشفیلد ۱ نشان می‌دهد. این کاهش به خوبی در شکل ۳ نشان داده شده است. حداکثر مقدار K_m بین ایستگاه‌های انتخابی $6/18$ است که می‌تواند به‌عنوان یک ضریب ناحیه‌ای در محاسبه حداکثر بارندگی محتمل ۲۴ ساعته مورد استفاده قرار گیرد (دسا و همکاران، ۲۰۰۱؛ دسا و راخچا، ۲۰۰۷). با استفاده از این مقدار و متوسط داده‌ها، \bar{X}_n ، و انحراف معیار داده‌ها، σ_n ، برای هر ایستگاه، مقدار حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته محاسبه و از ضریب $1/13$ جهت تصحیح مربوط به تعداد واحدهای مشاهداتی در محدوده زمانی مورد نظر استفاده شد. این روش PMP_{24} را بین $62/7$ تا

۲۰۷/۷ میلی متر (به ترتیب در ایستگاه‌های شماره ۲۳ و ۴۲) به ترتیب در ایستگاه‌های کبکان و تبارک‌آباد تخمین زد (جدول ۳). جدول (۳) نشان می‌دهد که دامنه تغییرات، مقدار PMP_{24} و انحراف معیار آنها در این نگرش تقریباً نصف مقادیر متناظر در نگرش اول هرشفیلد است و به نظر منطقی‌تر می‌آیند. نسبت PMP_{24} به حداکثر بارش ۲۴ ساعته بین ۱/۵۰ تا ۲/۷۲ به دست آمد که مشابه محدوده به دست آمده توسط دسا و همکاران (۲۰۰۱)، دسا و راجچا (۲۰۰۷) و قهرمان (۲۰۰۸) است، در حالی که از محدوده به دست آمده در روش هرشفیلد ۱ به مراتب کمتر است. این دامنه تغییرات ناشی از تفاوت در طول دوره آماری و وجود شرایط آب و هوایی متفاوت در ایستگاه‌های مختلف به علت گستردگی منطقه می‌باشد.

قهرمان (۲۰۰۸) نیز جهت محاسبه PMP_{24} در ۳۰ ایستگاه با طول آماری ۲۰ تا ۳۶ سال در حوضه اترک واقع در شمال ایران (واقع در غرب منطقه مورد مطالعه در این مقاله) از این روش استفاده کرد. وی بیشترین عامل فراوانی را ۹/۶۳ و محدوده تغییرات PMP_{24} بین ۹۷ تا ۲۹۵ میلی متر به دست آورد و نسبت PMP_{24} را به حداکثر بارش ۲۴ ساعته مشاهده شده بین ۱/۹۵ تا ۳/۰۱ برآورد نمود. این دامنه تغییرات با نتایج تحقیق پیش‌رو هماهنگی دارد با این حال علت اختلاف موجود بین نتایج وی و این تحقیق را می‌توان در طول دوره آماری کوتاه‌تر استفاده شده توسط قهرمان و اختلاف در شرایط آب و هوایی دو منطقه دانست.

جدول ۳- مقادیر PMP_{24} و حداکثر بارش ۲۴ ساعته برای ایستگاه‌های شمال شرق ایران در نگرش‌های اول و دوم هرشفیلد.

شماره ایستگاه	$\max(P_{24})$	\bar{P}_{24}	CV	نگرش اول هرشفیلد		نگرش دوم هرشفیلد	
				a	K_m	a	K_m
۱	۵۰	۲۵/۱۲	۰/۲۳	۴/۰۰	۱۸/۵	۹۴/۹	۳/۰۵
۳	۵۸	۲۵/۸۵	۰/۴	۳/۵۷	۱۸/۵	۱۰۰/۹	۴/۱۵
۴	۶۲	۲۸/۱۵	۰/۸۳	۳/۴۲	۱۸/۴	۱۰۶/۶	۴/۰۰
۵	۴۹	۲۳/۲۹	۰/۳۲	۲/۹۲	۱۷/۶	۷۸/۷	۴/۸۹
۶	۵۶	۲۶/۰۹	۰/۳۴	۵/۰۷	۱۷/۹	۱۲۶/۵	۱/۸۵
۷	۶۲	۳۱/۶۷	۰/۲۹	۲/۹۸	۱۸/۲	۱۰۰/۶	۴/۴۷
۸	۳۹	۲۵/۱۰	۰/۳	۴/۴۱	۱۸/۵	۸۰/۹	۲/۰۰
۹	۵۰	۲۴/۲۳	۰/۴	۴/۱۶	۱۸/۵	۹۴/۵	۳/۱۱
۱۰	۵۵	۳۲/۶۰	۰/۳۳	۴/۲۴	۱۸/۱	۱۱۱/۶	۲/۲۲

ادامه جدول ۳- مقادیر PMP_{T_4} و حداکثر بارش ۲۴ ساعته برای ایستگاه‌های شمال‌شرق ایران در نگرش‌های اول و دوم هرشفیلد.

نگرش دوم هرشفیلد			نگرش اول هرشفیلد			CV	\bar{P}_{T_4}	$P_{T_4}^{\max}$	شماره ایستگاه
a	PMP_{T_4} (م.م)	K_m	a	PMP_{T_4} (م.م)	K_m				
۱/۹۱	۹۵/۶	۳/۲۰	۴/۲۲	۲۱۱/۰	۱۸/۷	۰/۴۴	۲۲/۸۲	۵۰	۱۱
۲/۱۱	۷۳/۸	۲/۰۵	۴/۷۷	۱۶۷/۰	۱۸/۷	۰/۳۱	۲۲/۶۷	۳۵	۱۲
۱/۷۸	۱۰۶/۸	۴/۷۴	۳/۳۰	۱۹۸/۰	۱۸/۵	۰/۴۶	۲۵/۵۳	۶۰	۱۳
۲/۰۸	۹۷/۹	۲/۱۸	۴/۲۶	۲۰۰/۲	۱۸/۵	۰/۳۲	۲۸/۲۸	۴۷	۱۴
۲/۰۶	۸۴/۷	۲/۲۶	۴/۴۴	۱۸۲/۰	۱۸/۵	۰/۳۴	۲۴/۳۷	۴۱	۱۵
۱/۸۶	۹۱/۰	۴/۳۸	۳/۹۰	۱۹۱/۰	۱۸/۷	۰/۴۸	۲۱/۱۳	۴۹	۱۶
۱/۸۶	۱۱۱/۹	۳/۳۲	۳/۳۳	۲۰۰/۰	۱۷/۷	۰/۳۰	۳۴/۴۴	۶۰	۱۷
۱/۹۱	۸۹/۶	۲/۰۴	۳/۹۱	۱۸۴/۰	۱۸/۱	۰/۲۳	۳۲/۸۸	۴۷	۱۹
۱/۹۰	۸۳/۶	۲/۴۵	۳/۱۵	۱۳۸/۶	۱۸/۰	۰/۲۷	۲۷/۵۹	۴۴	۲۰
۱/۸۸	۷۵/۳	۳/۰۲	۴/۲۵	۱۷۰/۰	۱۸/۷	۰/۳۶	۲۰/۶۵	۴۰	۲۱
۱/۹۶	۸۸/۱	۲/۷	۴/۱۸	۱۸۸/۰	۱۸/۴	۰/۲۹	۲۷/۶۸	۴۵	۲۲
۲/۰۹	۶۲/۷	۲/۱۶	۵/۰۰	۱۵۰/۰	۱۸/۸	۰/۲۹	۱۹/۸۱	۳۰	۲۳
۱/۹۲	۱۰۹/۳	۳/۶۱	۳/۹۸	۲۲۷/۰	۱۸/۳	۰/۳۵	۳۰/۴۳	۵۷	۲۴
۲/۰۴	۱۱۰/۳	۳/۵۰	۳/۶۵	۱۹۷/۰	۱۸/۴	۰/۳۲	۳۴/۰۷	۵۴	۲۵
۲/۰۱	۸۲/۳	۲/۲۳	۴/۲۷	۱۷۵/۰	۱۸/۵	۰/۳۰	۲۵/۳۴	۴۱	۲۶
۲/۰۶	۹۲/۵	۲/۵۹	۴/۶۴	۲۰۹/۰	۱۸/۷	۰/۴۲	۲۲/۷۶	۴۵	۲۷
۲/۰۰	۶۹/۹	۱/۸۲	۴/۱۷	۱۴۶/۰	۱۸/۵	۰/۲۳	۲۵/۳۷	۳۵	۲۸
۱/۹۴	۱۰۸/۵	۳/۰۸	۳/۹۸	۲۲۲/۹	۱۷/۷	۰/۳۹	۲۷/۹۸	۵۶	۲۹
۱/۸۴	۹۱/۸	۳/۴۷	۳/۷۹	۱۸۹/۵	۱۸/۵	۰/۳۶	۲۵/۳۳	۵۰	۳۱
۱/۸۱	۶۳/۵	۲/۵۱	۴/۰۰	۱۴۰/۰	۱۸/۶	۰/۲۲	۳۶/۷۲	۳۵	۳۲
۱/۶۵	۸۴/۱	۳/۷۱	۳/۵۳	۱۸۰/۰	۱۸/۳	۰/۲۶	۲۸/۸۷	۵۱	۳۳
۲/۷۲	۱۰۵/۹	۴/۱۰	۶/۷۷	۲۶۴/۰	۱۸/۴	۰/۳۰	۲۵/۸۳	۳۹	۳۴
۱/۵۰	۸۹/۷	۶/۱۸	۲/۵۴	۱۵۲/۴	۱۸/۰	۰/۳۴	۲۵/۶۴	۶۰	۳۵
۱/۷۷	۸۳/۴	۳/۸۰	۳/۳۸	۱۵۹/۰	۱۸/۵	۰/۳۳	۲۴/۳۳	۴۷	۳۶
۱/۹۲	۸۸/۱	۲/۸۰	۴/۱۳	۱۹۰/۰	۱۸/۵	۰/۳۵	۲۴/۸۹	۴۶	۳۸
۱/۷۴	۹۲/۱	۳/۴۵	۴/۱۹	۲۲۲/۰	۱۸/۳	۰/۳۰	۲۹/۱۴	۵۳	۳۹
۱/۵۴	۱۶۰/۲	۶/۰۰	۲/۶۶	۲۷۷/۰	۱۸/۰	۰/۴۸	۳۵/۶۰	۱۰۴	۴۰
۱/۶۷	۸۳/۶	۳/۷۴	۳/۲۴	۱۶۲/۰	۱۸/۴	۰/۲۸	۲۷/۴۶	۵۰	۴۱
۱/۸۳	۲۰۷/۷	۴/۶۳	۳/۴۲	۴۱۰/۳	۱۷/۵	۰/۷۲	۳۳/۷۴	۱۲۰	۴۲
۲/۰۲	۱۱۷/۱	۲/۴۳	۴/۶۹	۲۷۲/۰	۱۸/۰	۰/۳۳	۳۴/۱۵	۵۸	۴۳
۱/۸۶	۷۸/۲	۲/۸۲	۳/۸۱	۱۶۰/۰	۱۸/۷	۰/۳۳	۲۵/۷۸	۴۲	۴۴
۱/۷۶	۷۲/۲	۲/۴۵	۴/۳۵	۱۷۸/۴	۱۸/۲	۰/۳۳	۲۳/۹۱	۴۱	۴۳
۱/۶۱	۷۲/۳	۳/۵۲	۴/۱۳	۱۸۶/۰	۱۸/۷	۰/۴۱	۲۰/۵۶	۴۵	۴۶

$$a \text{ نسبت } \frac{PMP_{T_4}}{(P_{T_4})_{\max}}$$

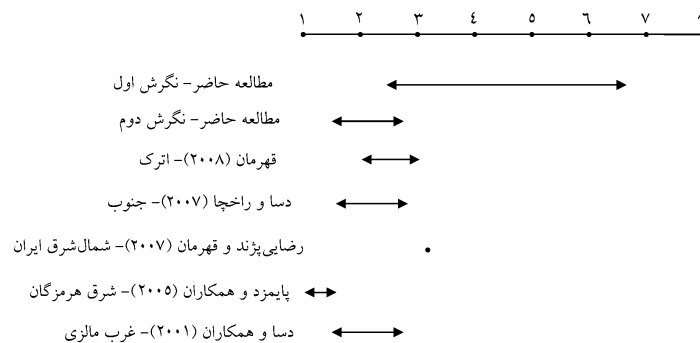
جدول ۴- توزیع فراوانی ضریب K_m برای ایستگاه‌های مختلف شمال شرق ایران در نگرش دوم هرشفیلد.

K_m (م.م)	< ۲/۴	۲/۴-۳	۳-۳/۶	۳/۶-۴/۲	۴/۲-۴/۸	۴/۸-۵/۴	۵/۴-۶	> ۶
فراوانی	۱۱	۹	۱۰	۷	۴	۱	۰	۲

از طرف دیگر دسا و همکاران (۲۰۰۱) نیز در تحقیق خود که در ایالت سلانگور واقع در غرب کشور مالزی انجام دادند، از نگرش دوم هرشفیلد جهت محاسبه $PMP_{۲۴}$ در ۳۳ ایستگاه با طول دوره آماری ۳۰ تا ۶۰ سال استفاده کردند. نام‌بردگان محدوده عامل فراوانی و $PMP_{۲۴}$ را به ترتیب بین ۲ تا ۸/۷ و ۳۷۵ تا ۵۰۰ میلی‌متر به دست آوردند که از نتایج به دست آمده در این تحقیق بیشتر است. ممکن است شرایط متفاوت آب و هوایی این دو منطقه و همچنین طول دوره آماری بیشتر در پژوهش دسا و همکاران (۲۰۰۱) موجب این تفاوت شده باشد. با این وجود نسبت $PMP_{۲۴}$ به حداکثر بارش ۲۴ ساعته مشاهده شده در تحقیق دسا و همکاران، ۱/۵ تا ۲/۷ بود که دقیقاً با نتایج این تحقیق یکسان است. دسا و راخچا (۲۰۰۷) از همین نگرش در ایالت جور واقع در جنوب کشور مالزی استفاده کردند. نام‌بردگان محدوده عامل فراوانی و $PMP_{۲۴}$ را به ترتیب بین ۱/۱ تا ۳۷۳۸ تا ۱۲۰۹ میلی‌متر به دست آوردند. $PMP_{۲۴}$ در اینجا بیشتر از مقادیر گزارش شده در دسا و همکاران (۲۰۰۱) بود که به طور قطع به تفاوت در توزیع بارندگی بستگی دارد. از طرف دیگر عامل فراوانی اندکی از مقدار نظیر در دسا و همکاران (۲۰۰۱) کمتر بود ولی این تفاوت چشم‌گیر نمی‌باشد.

پایمزد و همکاران (۲۰۰۵) دو نگرش اول و دوم هرشفیلد را برای نواحی شرقی استان هرمزگان به کار بردند و منطقی بودن نتایج روش دوم را گوشزد کردند. با این حال نام‌بردگان برخلاف دسا و همکاران (۲۰۰۱) و دسا و راخچا (۲۰۰۷) از "یک" ضریب K_m برای کل ناحیه استفاده نکرده بلکه به جای آن برای هر ایستگاه از یک K_m جداگانه استفاده نمودند. این کار باعث می‌شود که نتایج آنها برای کلیه ایستگاه‌ها (به جز برای ایستگاهی که بیشترین مقدار K_m را دارد) کم- برآورد شود و بنابراین اختلاف کمتری نیز با روش هم‌گرایی داشته باشد. بیشترین باران روزانه در ایستگاه‌های تحت مطالعه پایمزد و همکاران (۲۰۰۵) وجود نداشت از این رو نمی‌توان نسبت PMP به حداکثر باران روزانه را برای این ایستگاه‌ها محاسبه و با نتایج دیگر مقایسه کرد. در این پژوهش آمار حداکثرهای باران روزانه دو ایستگاه بندرعباس و بندر جاسک را از سایت الکترونیکی سازمان هواشناسی کشور (<http://www.irimo.ir/farsi/amar/map/province/hormozgan.asp>) استخراج و نسبت مورد نظر را برای آنها محاسبه شد. این نسبت بین ۱ و ۱/۶۵ به دست آمد که با نتایج این مقاله و منابع

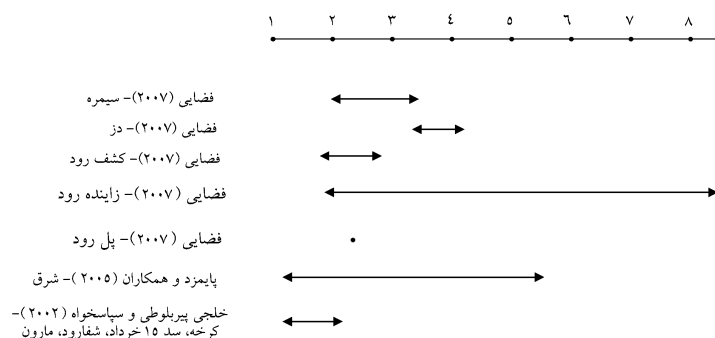
دیگر هماهنگی دارد. شکل ۴ محدوده این نسبت را در منابع مختلف نشان می‌دهد. (K_m , PMP_{24}) و p_{24} به موقعیت ایستگاه بستگی دارند و بنابراین در مناطق مختلف نمی‌توانند با هم مقایسه شوند، در حالی که نسبت PMP_{24} به p_{24} بی‌بعد بوده و از این رو می‌توان از آن به‌عنوان یک شاخص مقایسه‌ای برای مناطق کاملاً متفاوت استفاده نمود. این شکل نشان می‌دهد که اولاً محدوده تغییرات برای نگرش اول هرشفیلد بسیار زیاد است و بنابراین منجر به کاهش اعتمادپذیری می‌شود و ثانیاً در نگرش دوم هرشفیلد محدوده تغییرات برای شرایط کاملاً متفاوتی از اقلیم کاملاً کوچک است. این نکته مشخص می‌سازد که نگرش دوم هرشفیلد خوش - رفتار (در مقابل بد- رفتار برای نگرش اول) می‌باشد.



شکل ۴- محدوده نسبت حداکثر بارندگی به حداکثر باران روزانه در مطالعات مختلف.

مقایسه با روش هم‌گرایی: برآورد PMP به روش هم‌گرایی موضوع این مقاله نبوده بنابراین این دیدگاه را در نظر گرفته نشد. با این وجود در اینجا بین نتایج به‌دست آمده از نگرش‌های آماری و هم‌گرایی در سطح کشور مقایسه‌هایی انجام می‌شود. پایمزد و همکاران (۲۰۰۵) تنها مرجعی است که بین حداکثر بارندگی محتمل آماری (نگرش دوم هرشفیلد) و هم‌گرایی مقایسه‌ای را انجام داده‌اند. نام‌بردگان ۲۴ ایستگاه را در شرق استان هرمزگان تحلیل کردند. نتایج آنها (جدول ۵ مقاله آنها) نشان می‌دهد که نسبت PMP آماری (نگرش دوم هرشفیلد) به روش هم‌گرایی در این ایستگاه‌ها بین ۰/۸ تا ۲/۶۵ ($CV=0/4$) تغییر می‌کند. میانگین این نسبت ۱/۳۶ است. از این میان در ۹ ایستگاه روش هم‌گرایی بیشتر (میانگین نسبت ۰/۸۵) و در ۱۵ ایستگاه روش هم‌گرایی کمتر (میانگین نسبت ۱/۶۶) از روش آماری بود. با این حال وقتی نام‌بردگان تعدادی از اعداد پرت را از نمونه‌ها خارج کردند، این نسبت بین ۰/۵ تا ۲/۴۳ ($\bar{x}=1/23$ و $CV=0/36$) به‌دست می‌آید. میانگین نسبت‌ها برای شرایط کمتر

و بیشتر از ۱ به ترتیب ۰/۷۶ و ۱/۴۲ می‌باشد. بنابراین گرچه میانگین کل کاهش یافته است (دو روش به یکدیگر نزدیک شده‌اند)، این نسبت برای ایستگاه‌هایی که روش هم‌گرایی کمتر است از روش آماری فاصله بیشتری گرفته است. در مجموع حدود ۳۶ درصد تفاوت بین دو روش محاسبه می‌شود. ما سه مطالعه دیگر که بین روش هم‌گرایی و روش آماری (نگرش اول هرشفیلد) مقایسه‌هایی را انجام داده بودند پیدا کردیم. این سه مطالعه مربوط به قهرمان و سپاسخواه (۱۹۹۴)، خلجی پیربلوطی و سپاسخواه (۲۰۰۲) و فضایی (۲۰۰۷) می‌باشد. نویسندگان هیچ‌کدام از مراجع یاد شده در بالا رسماً PMP هم‌گرایی را محاسبه نکرده و از مطالعات دیگران استفاده کرده‌اند. قهرمان و سپاسخواه (۱۹۹۴) برای حوضه کرخه از پاکدامن (۱۹۸۹)، خلجی پیربلوطی و سپاسخواه (۲۰۰۲) برای حوضه‌های کرخه تا پای پل، سد ۱۵ خرداد، شفارود و مارون از (بی‌نام، ۱۹۸۵a؛ بی‌نام، ۱۹۸۵d) استفاده کردند. فضایی (۲۰۰۷) برای حوضه آبریز دز تا محل سد بختیاری (متشکل از ۴ زیرحوضه) از مهندسان مشاور مهاب قدس (۱۹۸۵)، برای حوضه آبریز سازبن و سیمره (متشکل از ۶ زیرحوضه) از مهندسان مشاور مهاب قدس (۲۰۰۱)، برای حوضه آبریز کشف‌رود (متشکل از ۴ زیرحوضه) از سازمان هواشناسی کشور (۲۰۰۱a)، برای حوضه آبریز زاینده‌رود (متشکل از ۱۰ زیرحوضه) از سازمان هواشناسی کشور (۲۰۰۱b) و برای حوضه آبریز پل‌رود از مهندسان مشاور مهاب قدس (۲۰۰۳) استفاده کرد. شکل ۵ محدوده نسبت PMP هم‌گرایی به PMP آماری (نگرش اول هرشفیلد) در مطالعات مختلف را نشان می‌دهد. هم‌خوانی نداشتن بین دو روش برآورد PMP از یک طرف و بین مکان‌ها و مطالعات مختلف از طرف دیگر غیرمنطقی نمی‌باشد. زیرا اولاً ایستگاه‌های انتخاب شده در روش آماری دقیقاً همان ایستگاه‌های استفاده شده در روش هم‌گرایی برای تحلیل نمی‌باشد و طول دوره نیز دقیقاً برابر نیست؛ ثانیاً عواملی که در روش هم‌گرایی برای حداکثر کردن بارش از آن استفاده می‌شود به صورت مستقیم در روش آماری ایفای نقش نمی‌کند؛ ثالثاً دوره‌های آماری در مطالعات مختلف کاملاً متفاوت است. میانگین وزنی نسبت PMP آماری (نگرش اول هرشفیلد) به PMP هم‌گرایی ۳/۵۳ محاسبه گردید. اگر این مقدار تفاوت با ۳۶ درصد تفاوتی که بین نگرش دوم هرشفیلد و روش هم‌گرایی به دست آمده بود مقایسه شود می‌توان با توجه به خطاهای محتمل در آمار و اطلاعات، گوناگونی شدید اقلیمی و دشواری در استفاده در روش هم‌گرایی، نگرش دوم را هم‌راستای روش هم‌گرایی به شمار آورد. در حالی که استفاده از نگرش اول هرشفیلد منجر به فرا برآورد بارندگی در کلیه طرح‌های عمرانی می‌شود.



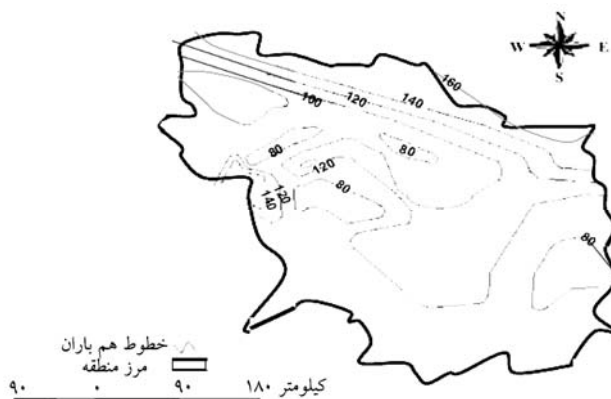
شکل ۵- محدوده نسبت حداکثر بارندگی محتمل آماری (نگرش اول هرشفیلد) به حداکثر بارندگی محتمل هم‌گرایی در مطالعات مختلف.

مقایسه نتایج تحقیق با روش چند ایستگاهی: رضایی پژند و قهرمان (۲۰۰۶) حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته را در این منطقه به روش چند ایستگاهی برآورد کردند و PMP_{24} را در منطقه تحت مطالعه، ۱۶۷ میلی‌متر به دست آمد. با توجه به این‌که در روش چند ایستگاهی از تمام آمار مشاهده‌ای منطقه استفاده می‌شود و بارش‌های بزرگ منطقه به حساب می‌آیند، بنابراین PMP_{24} با این روش ثبات بیشتری داشته و کمتر تحت تأثیر طول دوره آماری و داده‌های حداکثر قرار می‌گیرد. نسبت PMP به حداکثر باران روزانه در این روش به خوبی در محدوده نسبت‌های گزارش شده مربوط به نگرش دوم هرشفیلد (شکل ۴) واقع شده است. این نکته نیز تأیید دیگری برای توصیه نگرش دوم هرشفیلد به شمار می‌آید.

نتیجه‌گیری

مقادیر حداکثر بارش محتمل به تخمین حداکثر سیلاب محتمل منتج می‌شود، سیلاب محتمل مبنای اصلی طراحی پروژه‌های هیدرولیکی بوده و مقدار آن رابطه کاملاً مستقیمی با هزینه طرح دارد و در صورت بهینه شدن طرح توجیه اقتصادی می‌یابد. هدف اصلی از این مطالعه استاندارد کردن روش محاسبه حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته در منطقه شمال استان خراسان بوده است. برای این منظور جهت تخمین PMP_{24} برای ۴۲ ایستگاه واقع در شمال‌شرق ایران از دو نگرش در روش هرشفیلد استفاده و نتایج به دست آمده با نتایج روش چند ایستگاهی به‌عنوان معیاری جهت بررسی دقت

روش‌های فوق مقایسه گردید. در مقایسه با نگرش دوم هرشفیلد، عامل فراوانی و PMP_{24} در نگرش اول هرشفیلد به مقدار قابل ملاحظه‌ای بیشتر و با نوسان زیادتری به دست آمد که ممکن است به دلیل وابستگی شدید این روش به طول دوره آماری باشد. به‌طور قطع نوسان زیاد در نتایج، منجر به نااطمینانی شده و کاربر را برای استفاده از نتایج سردرگم می‌کند. از طرفی با مقایسه نتایج به دست آمده با روش چند ایستگاهی، اطمینان به استفاده از نگرش دوم هرشفیلد را افزایش می‌دهد. به‌عنوان کلام آخر، نقشه خطوط هم‌باران برای حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته با نگرش دوم هرشفیلد در منطقه مورد مطالعه در شکل (۶) ترسیم گردیده است. براساس این نقشه‌ها مقادیر حداکثر بارش مشاهداتی و محتمل ۲۴ ساعته در قسمت شمال و غرب و حداقل آن در جنوب و شرق منطقه رخ می‌دهد.



شکل ۶- نقشه خطوط هم‌باران برای حداکثر بارندگی محتمل برای شمال شرق ایران در نگرش دوم هرشفیلد.

منابع

1. Anonymous. 1985a. Investigation of probable maximum precipitation (PMP) of Maroon-Allah and Jarrahi rivers. Mahab-Ghods Consulting Engineers, Ministry of Energy, Water and Energy Institute of Khoozestan, 48p. (In Persian)
2. Anonymous. 1985b. Investigation of probable maximum precipitation (PMP) of Shafa-Rood river. Mahab-Ghods Consulting Engineers, Ministry of Energy, Mazandaran Water Affair, 29p. (In Persian)
3. Anonymous. 1985c. Investigation of probable maximum precipitation (PMP) of 15-Khordad dam. Mahab-Ghods Consulting Engineers, Ministry of Energy, Isfahan Water Affair, 52p. (In Persian)

4. Anonymous. 1985d. Investigation of probable maximum precipitation (PMP) of Karkheh river. Mahab-Ghods Consulting Engineers, Ministry of Energy, Water and Energy Institute of Khoozestan, 30p. (In Persian)
5. Chow, V.T. 1951. A general formula for hydrologic frequency analysis. Trans. Am. Geophys. Union. 32: 231-237.
6. Desa, M.N.M., Noriah, A.B., and Rakhecha, P.R. 2001. Probable maximum precipitation for 24 h duration over Southeast Asia monsoon region-Selangor. Malaysia. Atmospheric Research, 58: 41-54.
7. Desa, M.N.M., and Rakhecha, P.R. 2007. Probable maximum precipitation for 24-h duration over an equatorial region: Part 2-Johor, Malaysia. Atmospheric Research, 84: 84-90.
8. Eliason, J. 1991. probable maximum precipitation in Iceland :Station value, Nordic Hydrology, 23: 1. 49-56.
9. Eliason, J. 1994. Statistical estimation of PMP value, Nordic Hydrology, 25: 4. 301-312.
10. Eliason, J. 1997. A statistical model for extreme precipitation. Water Resources Research, 33: 3. 449-455.
11. Fazaee, M. 2007. A comparison between statistical and synoptic methods in estimating PMP based on the projects studied in Iran. MSc Dissertation. Faculty of Civil & Environmental Engineering, Amirkabir University of Technology, 133p. (In Persian)
12. Ghahreman, B. 2008. The estimation of one day duration probable maximum precipitation over Atrak watershed in Iran, Iranian Journal of Science and Technology, 32: (B2), 175-179.
13. Ghahraman, B., and Sepaskhah, A.R. 1994. Determination of ultimate values of rainfall (PMP) at southern parts of Iran. Nivar (Journal of IRIMO), 22: 24-37. (In Persian)
14. Hershfield, D.M. 1961. Estimating the probable maximum precipitation. J. Hydraul. Div., ASCE 887(HY5), Pp: 99-116.
15. Hershfield, D.M. 1965. Method for estimating the probable maximum precipitation. Journal of American Water Works Association, 57: 965-972.
16. Iran Meteorological Organization. 2001a. Report on the study of probable maximum precipitation (PMP) of Kashaf-Rood watershed. National Research Program. (In Persian)
17. Iran Meteorological Organization. 2001b. Report on the study of probable maximum precipitation (PMP) of Zayandeh-Rood watershed. National Research Program. (In Persian)
18. Khalaji Pirbalouty, M., and Sepaskhah, A.R. 2002. Estimating and mapping 24-h probable maximum precipitation by statistical methods as compared to synoptic methods for Iran. J. Sci. & Nat. Resour., 6:1. 1-11. (In Persian)

19. Koutsoyannis, D. 1999. A probabilistic view of Hershfield's method for estimating probable maximum precipitation. *Water Resources Research*, 35: 4. 1313-1322.
20. Mahab-Ghods Consulting Engineers. 1985. Report on the study of probable maximum precipitation (PMP) of Dez river upto dam site by synoptic method. Ministry of Energy, Institute of developing water and energy resources of Iran (Water and energy), 32p. (In Persian)
21. Mahab-Ghods Consulting Engineers. 2001. Report on the study of probable maximum precipitation (PMP) of Sazbon and Seymareh dam and electricity plant. Ministry of Energy, Institute of developing water and energy resources of Iran (Water and energy), 38p. (In Persian)
22. Mahab-Ghods Consulting Engineers. 2003. Report on the study of probable maximum precipitation (PMP) of Polrood reservoir dam. Guilan Water Affair, 22p. (In Persian)
23. Pakdaman, A.H. 1989. Probable maximum precipitation (PMP) by synoptic method and its estimation in Karkheh watershed. P 379-388, Proceedings of first Iranian Conference on Hydrology, 10-13 June 1989, University of Tehran, Faculty of Engineering, (In Persian)
24. Paymozd, S., Morid, S., and Ghaemi, H. 2005. Estimation of PMP in data scarcity situation: A case study, East of Hormozgan Province (Iran). *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, 12: 1. 83-92. (In Persian)
25. Rezaee-Pazhand, H. 2001. Application of Probability and Statistics in Water Resources. Azad-Islami Univeresity, Mashhad Branch, 456p. (In Persian)
26. Rezaee-Pazhand, H., and Ghahraman, B. 2006. Estimating maximum daily precipitation by multi-station method: A case study of North Khorasan. *Iran-Water Resources Research*, 2: 1. 45-53. (In Persian)
27. World Meteorological Organization. 1986. Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation. WMO, No. 168, TP-82.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 16(1), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Estimation of 24-h probable maximum precipitation by using different statistical approaches for north-east of Iran

M. Tajbakhsh¹, and *B. Ghahraman²

¹Former Graduate Student, Dept. of Hydraulic Structure, Ferdowsi University of Mashhad,

²Associate Prof., Dept. of Irrigation, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Hershfield method is commonly used for computing probable maximum precipitation (PMP) in most parts of the world for which the frequency factor (K_m) is considered to be 15 for computing 24-h PMP (PMP_{24}). This value may not be suitable for different stations under different climatic conditions. In 1986 the world meteorological organization standardized the Hershfield method and introduced the record length and the maximum value observed for the correction of the K_m . In 2001 in Malazia Desa et al. introduced a new approach to the Hershfield method. Only the maximum value was considered in this approach, and caused a severe decrease in K_m which was more rational. In this paper maximum daily rainfall values for 46 raingage stations located in north-east of Iran with record length of 13 to 48 years was adopted to estimate the appropriate K_m values. For the first approach, K_m was found to be varied in the range of 16.7 and 19.5 and the PMP_{24} was in the range of 138.6 and 410.3 mm. This high range is in part influenced by short record length of the stations. The corresponding values of K_m for the second approach was 1.8 and 6.2 and for PMP_{24} was 62.7 and 207.7 mm. Numerous data in the literature supported that the ratio of PMP_{24} to maximum of p_{24} , as a criteria independent of climatic conditions, was consistent for the second approach and was in harmony with multi-station method that uses all of the data at a time. Based on the literature, it was shown that ratio of statistical PMP_{24} to synoptic PMP_{24} is closer to 1 for the second approach. Finally, the map of PMP_{24} isochrones was prepared for the second approach which was assumed to be a sound estimation of PMP_{24} for the north-east of Iran. This map may be in use for runoff control of rivers which are drained either to other countries or to the interior deserts.

Keywords: 24-h Probable Maximum Precipitation, Hershfield, Mann-Kendall rank test

* Corresponding Author; Email: bijangh@ferdowsi.um.ac.ir

