فصل نهم

خشک‌سالی[1]

۹-۱- مقدمه

همان طور که آب اساسی‌ترین نیاز بشر است، خشک‌سالی و کمبود آب می‌تواند موجب بروز بحران‌های جدی در زندگی انسان‌ها شود. خشک‌سالی به طور غیرمستقیم نیز می‌تواند موجب بروز بحران‌های دیگری در زندگی اجتماعی بشر گردد. اختلاف برای دست‌یابی به منابع آب، به خطر افتادن بهداشت عمومی و تأثیرات منفی محیط زیستی و اکولوژیکی مثال‌هایی از این مورد هستند.

تاکنون خشک‌سالی به اندازه سایر بحران‌های طبیعی از قبیل سیل، زلزله، طوفان و رانش زمین مورد توجه جدی قرار نگرفته است. یکی از دلایل آن این است که اکثر بلایای طبیعی طی دوره‌ای کوتاه، خسارات سنگین مالی و جانی به جامعه وارد کرده، اما خسارات سنگین ناشی از بحران خشک‌سالی، به صورت تدریجی و در مدتی طولانی بروز می‌کند.

در حال حاضر با وجود رشد روز افزون جمعیت و روند خشک‌سالی‌های اخیر، توجه جدی و کارشناسانه به پدیده خشک‌سالی، امری اجتناب‌ناپذیر است. با افزایش جمعیت، نیازهای آبی به منظور تأمین مواد غذایی و شرب نیز، افزایش یافته و این امر باعث شده تا آثار ناشی از بحران خشک‌سالی تشدید گردد.

۹-۲- مطالعه جامع خشک‌سالی

در یک تعریف کلی، خشک‌سالی به صورت وقوع کمبودی شدید در منابع آب نسبت به شرایط نرمال متناظر با مکان و زمان تعریف می‌گردد. کلمه «شدید» بدین مفهوم است که کمبود حادث شده، عمیق و پیوسته بوده و در یک منطقه وسیع گسترده شده است. اگرچه که عامل اصلی کمبودها، کمبود در بارش است، ولی یک کمبود شدید در منابع آب هیدرولوژیکی یا در میزان تأمین آب برای زراعت، لزوماً با یک کمبود شدید در عامل بارش متناسب نیست. علت این امر در پیچیدگی فرآیندهایی است که آب حاصل از بارندگی را به منابع آب برای مصارف هیدرولوژیکی و زراعی تبدیل می‌کند. باید توجه داشت که خشک‌سالی یک پدیده خزنده[2] است به این معنی که ابتدا و انتهای آن به طور دقیق مشخص نمی‌شود. به همین دلیل است که توصیف آن در زمان و مکان نیز بسیار مشکل است.

برای این که بتوان مدیریتی صحیح روی پدیده خشک‌سالی انجام داد لازم است تا مطالعات مورد نظر را که طی

---

[1] Drought
[2] Creeping phenomena

سه مرحله زیر تشریح می‌شود، انجام داد. مرحله اول شامل بررسی سوابق مطالعات خشک‌سالی و جمع‌آوری و تکمیل آمار و اطلاعات در منطقه تحت مطالعه می‌باشد. در مرحله دوم ابتدا به تعریف خشک‌سالی و پیش‌بینی آن پرداخته می‌شود و سپس با تلفیق نتایج حاصل از آن سعی می‌شود تا با ایجاد ارتباط بین خشک‌سالی‌های مختلف، معیاری جهت تشخیص خشک‌سالی واقعی از طریق پارامترهای هیدروکلیماتولوژیکی تعیین گردد. در مرحله نهایی به مبحث اطلاع‌رسانی (هشدار) و بررسی روش‌های مختلف مدیریتی مورد نیاز، به منظور مقابله با خشک‌سالی‌های با درجه‌بندی مختلف پرداخته خواهد شد. شرح تفصیلی این مراحل به شرح زیر بیان می‌گردد.

فعالیت‌های اصلی در مرحله مقدماتی عبارتند از:

بررسی سوابق مطالعات خشک‌سالی در محدوده مورد مطالعه و تعیین گستره منطقه مطالعاتی به منظور بررسی منطقه‌ای و پهنه‌بندی خشک‌سالی و بررسی و تکمیل آمار و اطلاعات موجود. در این قسمت کلیه آمار جمع‌آوری شده مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز تکمیل اطلاعات انجام می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز شامل طیف وسیعی از اطلاعات هیدروکلیماتولوژیکی مانند اطلاعات بارش، دمای هوا، دبی رودخانه و بیلان برفی می‌باشد.

مرحله میانی دارای پنج بخش عمده تعریف خشک‌سالی‌های اقلیمی (هواشناسی)، هیدرولوژیکی، زراعی، اقتصادی و اجتماعی و پیش‌بینی خشک‌سالی‌ها می‌باشد که در ادامه جزئیات هر یک از آنها بیان شده است.

۹-۲-۱- تعاریف خشک‌سالی‌های گوناگون

۹-۲-۱-۱- خشک‌سالی اقلیمی[1] (هواشناسی)

خشک‌سالی اقلیمی وابسته به میزان بارش در یک منطقه است. به عنوان یک سطح مبنا (سطح بارش برای تفکیک سری بارش به دو بخش پدیده‌های خشک و غیرخشک) به طور معمول از میانگین بلندمدت بارش استفاده می‌شود. بدین مفهوم که اگر میزان بارش در یک دوره زمانی معین (به طور مثال ماه یا سال) کمتر از میزان متوسط طولانی مدت متناظر (یا میانه) باشد، آنگاه یک خشکی از نوع اقلیمی رخ داده است.

عواقب چنین خشک‌سالی‌هایی، به صور مختلف در سطح منطقه نمایان خواهد شد. برخی از مهم‌ترین این موارد عبارتند از:

- کاهش کشت دیم؛
- کاهش جریان در رودخانه‌های طبیعی و متعاقباً ایجاد کمبود برای مصرف کنندگانی که از این منابع آب بهره‌برداری می‌کنند؛
- کاهش ذخیره آب‌های زیرزمینی؛
- افت تولید در محصولات کشاورزی آبی و اراضی زیر شبکه‌های مدرن؛
- افزایش آفات نباتی و بیماری‌های گیاهی و دامی که از جمله اثرات ثانویه این نوع خشک‌سالی‌ها می‌باشد؛ و
- کاهش علوفه مراتع به دلیل چرای مفرط دام و عدم جایگزینی مناسب به دلیل خشک‌سالی.

بیشترین تمرکز مراجع در ارزیابی خشک‌سالی‌ها روی خشک‌سالی اقلیمی می‌باشد که دلیل آن را می‌توان در وجود اطلاعات وسیع‌تر و کامل‌تر و همچنین وجود این عقیده که بارش عامل به وجود آورنده خشک‌سالی است، جستجو نمود (به طور معمول تعداد ایستگاه‌های باران‌سنجی و کلیماتولوژی در یک منطقه بسیار بیش از تعداد

---

[1] Meteorological drought

ایستگاه‌های هیدرومتری می‌باشد). به طور کلی تداوم و شدت خشک‌سالی اقلیمی منجر به حدوث انواع دیگر خشک‌سالی مانند خشک‌سالی هیدرولوژیک و زراعی شده که به علت مکانیزم‌های متفاوت ممکن است با شدت بیشتری بروز نمایند.

۹-۲-۱-۲- خشک‌سالی هیدرولوژیک

خشک‌سالی هیدرولوژیک هنگامی رخ می‌دهد که میزان حجم آب در دسترس در یک منطقه برای تأمین نیاز آن منطقه کافی نباشد. به طور کلی، در خشک‌سالی هیدرولوژیکی اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری، سطح آب دریاچه‌ها یا تراز آب زیرزمینی به عنوان شاخص‌های حجم منابع آبی سطحی و زیرزمینی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای بررسی خشک‌سالی هیدرولوژیکی لازم است که بررسی‌های مورد نیاز در سه بخش پتانسیل منابع آب (آب‌های سطحی و زیرزمینی)، نیازهای آبی (شهری، کشاورزی، صنعتی و محیط زیستی) و بهره‌برداری از منابع آب انجام گیرد. به دلیل این که آثار این خشک‌سالی مستقیماً بر مردم اثر می‌گذارد، از آن به خشک‌سالی واقعی تعبیر می‌شود.

۹-۲-۱-۳- خشک‌سالی کشاورزی[1] (زراعی)

خشک‌سالی کشاورزی به طور معمول به بررسی وضعیت و میزان رطوبت موجود در خاک طی یک دوره آماری می‌پردازد. در این گونه بررسی‌ها از ارزیابی تغییرات رطوبت موجود در خاک برای شناسایی دوره‌های خشک استفاده می‌شود. یکی از روش‌های این کار بررسی بیلان آب یک منطقه به منظور تعیین تغییرات رطوبت خاک می‌باشد.

۹-۲-۱-۴- خشک‌سالی اقتصادی-اجتماعی

خشک‌سالی اقتصادی- اجتماعی معمولاً پس از یک دوره بسیار طولانی مدت خشک‌سالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حادث می‌گردد و موجب قحطی، مرگ و میر و مهاجرت‌های دسته جمعی و گسترده می‌شود. این نوع خشک‌سالی تأثیرات زیادی بر روی ابعاد مختلف اقتصادی و بویژه انواع خاصی از محصولات و کالاهای اقتصادی می‌گذارد (ویلهایت، ۱۹۹۷). تعریف خشک‌سالی اقتصادی- اجتماعی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشک‌سالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی است.

وقوع این نوع خشک‌سالی به فرآیندهای زمانی و مکانی عرضه و تقاضا برای تعریف خشک‌سالی بستگی دارد. عرضه بسیاری از کالاهای اقتصادی مانند آب، علوفه، غلات، ماهی و نیروی برق آبی بستگی به وضعیت جو دارد. بدلیل تغییرپذیری طبیعی اقلیم، عرضه آب در برخی سال‌ها کافی است، ولی در سال‌های دیگر در حد تأمین نیازهای انسان و محیط زیست نمی‌باشد. خشک‌سالی اقتصادی- اجتماعی زمانی رخ می‌دهد که تقاضا برای یک کالای اقتصادی خاص بدلیل کاهش عرضه آب نسبت به شرایط معمول، افزایش می‌یابد. به عنوان مثال در اروگوئه در سال ۸۹-۱۹۸۸ خشک‌سالی موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در تولید برق آبی شد. کاهش تولید برق آبی دولت را به ورود سوخت گران‌تر نفت و استفاده از ابزارهای تبدیلی انرژی برای رفع نیازهای مردم واداشت.

---

[1] Agricultural drought

۹-۲-۲- پیش‌بینی خشک‌سالی

پیش‌بینی وقایع خشک همانند بسیاری دیگر از رویدادهای طبیعی مانند سیل دارای اهمیت بسیار بالایی می‌باشند. البته ذکر این نکته ضروری است که با همه تلاش‌ها و پیشرفت‌های علمی، تاکنون بشر نتوانسته است به علت پیچیدگی حاکم بر طبیعت خشک‌سالی، این پدیده را به درستی پیش‌بینی نماید. هر چند روش‌های مختلفی مانند پایش شاخص‌های خشک‌سالی، مدل‌های پیش‌بینی آماری و مفهومی و مطالعه رفتار بلندمدت هیدرواقلیمی یک منطقه می‌تواند تا حد زیادی به پیشگویی وقوع این پدیده کمک نماید. پس از انجام پیش‌بینی‌ها و تعیین معیارهای تشخیص خشک‌سالی واقعی، می‌توان با درصد اطمینان پذیری بیشتری، وقوع یا عدم وقوع یک خشک‌سالی را مشخص نمود. بسته به شدت بحران پیش‌بینی شده، اطلاع‌رسانی (هشدار) در سطوح مرتبط اجتماعی، انجام خواهد شد.

در نهایت پس از انجام مراحل مقدماتی و تکمیلی که قرار داشتن در یک دوره خشک‌سالی یا انتظار وقوع آن محرز شد، به چگونگی اطلاع‌رسانی (هشدار) و مدیریت مناسب، به منظور مقابله با بحران مورد نظر پرداخته می‌شود. پس از تشخیص واقع شدن در یک دوره خشک، بسته به درجه اهمیت آن، لازم است تا اطلاع‌رسانی در سطوح مختلف انجام شود. بدین مفهوم که در صورتی که خشک‌سالی گستره و شدت کمی داشته باشد، اطلاع‌رسانی در سطح بهره‌برداران محلی کافی بوده تا با در نظر داشتن این امر، تصمیمات لازم جهت تخفیف آثار احتمالی ناشی از خشک‌سالی را اتخاذ کنند. به همین ترتیب این سطح اطلاع‌رسانی می‌بایست با افزایش اهمیت خشکی، در سطوح وسیع‌تری انجام شود. به طوری که در یک خشک‌سالی شدید، لازم است تا کلیه مصرف‌کنندگانی که قادر به مشارکت در مقابله با بحران حادث شده هستند، مطلع گردند. بنابراین با توجه به درجه اهمیت خشک‌سالی، نوع و سطوح اطلاع‌رسانی و در نتیجه مدیریت خشکی متفاوت خواهد بود.

با توجه به مطالب ذکر شده از دیدگاه علم هیدرولوژی چگونگی تعریف، تحلیل و پایش این پدیده ارائه می‌شود.

۱۰-۲-۲-۱- *تحلیل خشک‌سالی*

تحلیل خشک‌سالی مجموعه‌ای از تحلیل‌های هیدرولوژیکی به طور عام می‌باشد که با تکیه بر بررسی و شناخت کمبودها در مؤولفه‌های مختلف چرخه آبی انجام می‌گیرد. بنابراین پایه این تحلیل‌ها در درجه اول شناخت و تعریف مشخصه‌های کمبود آب می‌باشد. از آنجا که تحلیل‌های خشک‌سالی معمولاً حجم وسیعی از داده‌ها را چه به لحاظ نوع و چه به لحاظ گستردگی مکانی و زمانی در بر می‌گیرد، تحلیل‌های آماری نقش مهمی در این محاسبات دارد.

الف- تحلیل مشخصه‌های خشک‌سالی با استفاده از داده‌های تجربی

یکی از روش‌های متداول تحلیل خشک‌سالی، تحلیل تجربی داده‌ها می‌باشد. این روش به معنی توصیف مشخصات خشک‌سالی نمونه‌های تاریخی بر اساس سری‌های زمانی یک یا چند متغیر هیدروکلیماتولوژیکی (نظیر دبی رودخانه، تراز دریاچه، تراز آب زیرزمینی و بارش) در یک منطقه معین (مثلاً در یک ایستگاه خاص) می‌باشد. در این روش، در واقع تنها از اطلاعات تاریخی موجود جهت بررسی وقایع خشک‌سالی استفاده می‌گردد. بدین مفهوم که مبنای اطلاعاتی کلیه استنتاج‌ها و تحلیل‌ها در این روش، سری تاریخی متغیر مورد بررسی است. روش‌های متداول در تحلیل تجربی داده‌ها، شامل ارزیابی مشخصه‌های وقایع خشک‌سالی در سری تاریخی موجود با استفاده از تئوری

ران و همچنین بررسی خصوصیات آماری مشخصه‌های خشک‌سالی می‌باشد. بر اساس مطالعات یوجویچ[1] (۱۹۶۷)، کاربرد تئوری ران در سری زمانی متغیر مورد نظر، اساسی‌ترین ابزار برای تحلیل نقطه‌ای خشک‌سالی است.

مطابق با تعریف دراکاپ[2] (۱۹۸۰) و همکاران پیش از هر اقدامی در تحلیل خشک‌سالی لازم است تا چهار تصمیم زیر اتخاذ شود:

- طبیعت کمبود آب مورد بررسی (به طور مثال بارش، رطوبت خاک، جریان سطحی) مشخص گردد؛
- واحد زمانی پایه اطلاعات (به طور مثال ماه، فصل، سال) تعیین گردد؛
- آستانه‌ای که مقادیر کم آبی را از شرایط نرمال و پر آبی‌ها جدا می‌نماید مشخص گردد؛ و
- روش منطقه‌ای کردن یا استاندارد کردن اطلاعات تعیین گردد.

فرض کنید $x\ (j,k)$ یک سری گسسته از یک متغیر در ایستگاه اندازه‌گیری k باشد که فرایندی به طور تقریبی ایستا را تشریح می‌کند (نظیر بارش یا رواناب سالانه). با انتخاب یک آستانه (به طور مثال درصدی از میانگین یا جزئی از یک احتمال معین)، می‌توان دوره‌های متوالی مازادها و کمبودها را تعریف نمود. به عنوان مثال وقایع خشک‌سالی برای یک رودخانه خاص بدین صورت فرموله می‌شود که اطلاعات تاریخی سالانه بر اساس میانگین طولانی مدت جریان، به سال‌های خشک و مرطوب تفکیک شده و سپس همه سال‌های متوالی که در آن‌ها رواناب‌های سالانه زیر میانگین طولانی مدت باشند، به عنوان وقایع خشک‌سالی دسته‌بندی می‌شود. به طور مشابه، کلیه سال‌هایی که در آنها جریان سالانه بالای میانگین دراز مدت متناظر باشد، در دسته وقایع پر آب قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این مرحله در تعریف سه مشخصه خشک‌سالی زیر ملحوظ می‌شوند:

- تداوم[3]: تعداد سال‌های متوالی که برای آنها جریان سالانه کمتر از میانگین طولانی مدت یا در دوره خشک‌سالی، قرار دارد؛
- شدت[4]: تجمع مقادیر کمبود جریان برای تداوم واقعه مورد بررسی؛ و
- بزرگی[5] (مقدار): متوسط کمبودهای جریان برای تداوم یک واقعه خشک.

لازم به ذکر است که مشخصه‌های متناظر فوق را برای دوره‌های مازاد را می‌توان برای مشخصه‌های پرآبی نیز تعریف نمود. مشخصه‌های خشک‌سالی یعنی تداوم، شدت و بزرگی به ترتیب با D، S و M نمایش داده می‌شوند.

ب- تحلیل مشخصه‌های خشک‌سالی به روش تولید اطلاعات مصنوعی

تحلیل دوره‌های متوالی حاصل از یک سری زمانی این امکان را فراهم می‌آورد تا توزیع احتمالی تداوم و میزان کمبود یا شدت آن ارزیابی شود. اگرچه که در تحلیل تجربی داده‌ها با توجه به این که همواره طول دوره‌های آماری تاریخی برای داشتن تعداد زیاد وقایع خشک‌سالی با هدف تعیین توزیع احتمالی مشخصه‌های آن اندک است. لذا به طور معمول نتایج حاصل از این روش برای تعیین این توزیع‌ها قابل اعتماد نبوده و بنابراین لازم است تا از روش‌هایی جهت ایجاد نمونه‌های با طول اطلاعات بیشتر استفاده نمود.

در این روش، تحلیل داده‌ها همانند روش‌هایی که در تحلیل تجربی داده‌ها به کار گرفته می‌شود، انجام می‌گردد و

---

[1] Yevjevich
[2] Dracup
[3] Duration
[4] Intensity
[5] Magnitude

تنها اختلاف این روش با روش تحلیلی قبلی در این است که به جای استفاده از اطلاعات سری تاریخی موجود برای پارامتر مورد بررسی، از اطلاعات تولید شده به روش مصنوعی استفاده می‌گردد. روش‌های مختلفی برای تولید اطلاعات به کار گرفته می‌شود که از جمله آنها می‌توان به استفاده از روش‌های آماری مانند مدل‌های میانگین متحرک و اتورگرسیو[1]، اشاره نمود.

در این روش با استفاده از اطلاعات مصنوعی تولید شده، ابتدا مشخصه‌های خشک‌سالی یعنی تداوم، شدت و بزرگی برای کلیه وقایع خشک موجود در این اطلاعات، استخراج گردیده، سپس با استفاده از روش‌های متداول تحلیل فرکانس[2] (فراوانی) اقدام به برآورد تابع توزیع احتمال هر کدام از مشخصه‌های خشک‌سالی می‌شود.

مورد دیگری که حائز اهمیت است و اغلب کارشناسان آب به دنبال پاسخگویی به آن هستند این است که در یک دوره برنامه‌ریزی طولانی‌ترین تداوم خشک‌سالی (خشک‌سالی با حداکثر تعداد سال‌های متوالی) از بین خشک‌سالی‌های محتمل کدام است و این خشک‌سالی دارای چه شدتی می‌باشد و دیگر این که شدیدترین خشک‌سالی که ممکن است در یک دوره برنامه‌ریزی به وقوع بپیوندد کدام است؟ برای پاسخگویی به این سوالات اساسی نمی‌توان از اطلاعات تولید شده طولانی مدت استفاده نمود، بلکه برای این کار به جای داشتن یک نمونه، لازم است تا تعداد زیادی نمونه در اختیار باشد. لذا برای این منظور یک دوره برنامه‌ریزی در نظر گرفته می‌شود (تعداد سال‌هایی که آمار مصنوعی برای آن تولید می‌شود) که به طور معمول این دوره را معادل دوره آمار موجود در نظر می‌گیرند و همچنین تعداد نمونه‌هایی که باید تولید شوند را نیز مشخص می‌کنند. بزرگ بودن تعداد نمونه‌های تولید شده از این نظر حائز اهمیت است که از هر کدام از نمونه‌های تولید شده، تنها یک عدد برای هر کدام از مقاصد از پیش گفته، حاصل می‌گردد (به طور مثال در هر نمونه تنها یک خشک‌سالی با حداکثر تداوم وجود دارد). بنابراین تعداد نمونه‌های تولید شده باید به گونه‌ای باشد که فرضیات اولیه استفاده از تحلیل فرکانس تأیید شود.

ج- *تحلیل‌های منطقه‌ای*

مطالعه خشک‌سالی را می‌توان به دو دسته تحلیل‌های خشک‌سالی نقطه‌ای و منطقه‌ای تقسیم‌بندی نمود. خشک‌سالی نقطه‌ای به بررسی وضعیت خشک‌سالی در یک نقطه یا یک ناحیه کوچک، مثلاً یک ایستگاه باران‌سنجی می‌پردازد. در بررسی‌های نقطه‌ای، سری زمانی یک متغیر هیدرواقلیمی یا یک شاخص خشک‌سالی محاسبه شده در یک نقطه معین و بدون توجه به ارتباط آن با سایر مکان‌ها، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل خشک‌سالی منطقه‌ای به بررسی وضعیت خشک‌سالی در یک منطقه وسیع می‌پردازد. در مدیریت منطقه‌ای خشک‌سالی سعی می‌شود با یافتن رابطه دوره بازگشت خشک‌سالی و پوشش دادن منطقه‌ای معین، راهکاری شناسایی گردد تا در هنگام وقوع خشک‌سالی‌ها تمهیدات مدیریتی لازم در قسمت‌هایی از منطقه که تحت پوشش خشک‌سالی با دوره بازگشت معین واقع گردیده‌اند، به کار گرفته شود.

جهت به دست آوردن یک معیار منطقه‌ای به سه صورت مختلف عمل گردید که در زیر به تشریح هر کدام از این روش‌ها پرداخته شده است.

۱) روش وزنی

در این روش، کل محدوده تحت مطالعه به عنوان یک بخش منفرد در نظر گرفته شده و سپس وزن هر کدام از

---

[1] Autoregressive moving average (ARMA)
[2] Frequency

نقاط ایستگاهی (برای مثال با روش تیسن) محاسبه و در نتیجه سری طولانی مدت میانگین منطقه‌ای بارش روی کل محدوده مورد نظر به دست می‌آید. بدین ترتیب که:

$$\vec{\bar{P}} = \alpha_1\overrightarrow{P_1} + \alpha_2\overrightarrow{P_2} + \ldots + \alpha_m\overrightarrow{P_m}$$

که در آن:

$\vec{\bar{P}}$: بردار بارش میانگین منطقه است که اجزای آن، میانگین بارش منطقه در سال‌های مختلف می‌باشد،

$\vec{P}$: بردار بارش سالانه در نقاط ایستگاه‌هایی که در آنها اطلاعات تاریخی وجود دارد و

α_j:ها ضرایب هر کدام از نقاط ایستگاهی به سطح کل منطقه است.

پس از آن اقدام به انتخاب توزیع‌های آماری برتر برای سری طولانی مدت میانگین ($\vec{\bar{P}}$)، گردیده و از روی آن نسبت میانگین بارش منطقه‌ای به متوسط درازمدت متناظر با آن، با احتمالات مختلف (دوره بازگشت‌های مختلف) محاسبه می‌شود. نسبت‌های حاصله به ازای دوره بازگشت‌های مختلف، به عنوان معیار منطقه‌ای جهت تفکیک سری‌های بارش نقاط ایستگاهی موجود در منطقه به سری‌های وقایع خشک و مرطوب به کار گرفته می‌شود.

۲) روش میانه نسبت‌ها[1]

در این روش که هدف از آن دستیابی به یک آستانه منطقه‌ای است، ابتدا با توجه به نتایج حاصل از برازش توزیع در ارزیابی نقطه‌ای روی هر کدام از ایستگاه‌ها، نسبت بارش به بارش متوسط ($\frac{P}{P_{mean}}$) به ازای دوره بازگشت‌های مختلف در هر ایستگاه محاسبه می‌گردد. سپس، با توجه به مقادیر ($\frac{P}{P_{mean}}$) به دست آمده در ارزیابی نقطه‌ای برای ایستگاه‌های مختلف در منطقه، اقدام به محاسبه میانه این نسبت‌ها در هر کدام از دوره‌های بازگشت مختلف می‌گردد، یعنی:

$$\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T = Median\left\{\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T^i ; i = 1, \ldots, N\right\}; \qquad T = 2, 5, 10, \ldots$$

که در آن $\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T$: معیار منطقه‌ای نسبت بارش به متوسط دراز مدت آن به ازای دوره بازگشت T ساله و $\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T^i$: نسبت بارش به متوسط طولانی مدت متناظر با آن در ایستگاه i و به ازای دوره بازگشت T ساله بوده و N تعداد کل ایستگاه‌های مورد بررسی در محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

۳) روش تلفیقی

این روش، تلفیقی از دو روش ۱ و ۲ می‌باشد به همین علت این گونه نام‌گذاری شده است. در این روش، مقادیر $\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T$ به دست آمده در ارزیابی نقطه‌ای برای هر کدام از ایستگاه‌ها، با استفاده از نسبت سهم مساحت‌های حاصله از شبکه‌بندی تیسن، وزن داده شده و در نتیجه معیار سوم منطقه‌ای به شرح زیر حاصل گردید:

---

[1] Median

$$\left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \times \left(\frac{P}{P_{mean}}\right)_T^i ; \qquad T = 2, 5, 10, \ldots$$

کلیه پارامترهای مورد استفاده در این فرمول، پیش از این معرفی شده‌اند.