تعیین ضرائب رواناب و نگـهداشت بتوسط مقادیر کاهش هیدرولوژیکی

مهدی نوربخش
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (هیدروکلیماتولوژی)

چکیده:
در یک تعریف ساده، می‌توان گفت که ضریب رواناب درصدی از آب حاصل از بارش است که در سطح جریان پیدا می‌کند. ضریب رواناب در هر حوضه، بسته به میزان برگاب،[1] نفوذ،[2] تبخیر و تعرق[3] در تغییر است. به عبارتی:

$$R = P - (S+E+I) \quad (1)$$

که در آن
R = مقدار رواناب
P = بارش
S و E و I به ترتیب نفوذ، تبخیر و برگاب است.

رواناب حاصل تفاوت در سرعت بارش و سرعت نفوذ است. هرگاه سرعت بارش از سرعت نفوذپیشی گیرد، رواناب ایجاد می‌شود.

ضریب نگهداشت عبارت از آن بخش از بارندگی است که صرف نفوذ، ذخیره چلابی[5] برگاب، تبخیر و تعرق می‌گردد به عبارتی

$$K = P - R \quad (2)$$

که در آن K = مقدار نگهداشت است.

همان‌طور که مشخص است هر یک از مقادیر رواناب و نگهداشت جزئی از کل بارش هستند و عکس هم عمل می‌کنند به‌گونه‌ای که

$$P = R + K \quad (3)$$

جهت محاسبه ضرائب رواناب و نگهداشت روشهای متعددی وجود دارد که عمدتاً به نوع خاک، پستی و بلندی زمین و شیب آن، پوشش گیاهی و شدت بارش تأکید دارند. متأسفانه در اکثر مناطق ایران چنین مطالعاتی انجام نشده یا بسیار ناقص است. در این مقاله سعی شده روشی جهت محاسبه ضرائب نگهداشت و رواناب ارایه گردد که به چنین اطلاعاتی نیاز نباشد و در عین حال گویای واقعیت باشد. در این روش با محاسبه مقادیر کاهش هیدرولوژیکی، آن میزان بارش که منجر به رواناب نمی‌شود را مشخص کرده به عبارتی مقدار آبی که نگهداشته می‌شود و بعداً در اثر تبخیر یا نفوذ ناپدید می‌شود و محاسبه می‌گردد. بدین ترتیب ضرائب نگهداشت و رواناب به دست می‌آید.

پیشگفتار

- رواناب، آن بخش از بارش است که بر سطح زمین جریان می‌یابد و از به هم پیوستن آن رودخانه‌ها به وجود می‌آیند.
- نگهداشت، آن بخش از بارش می‌باشد که قابلیت جریان ندارد و صرف تبخیر و تعرق، برگاب، نفوذو چالاب می‌شود.

برای مشخص کردن میزان رواناب و نگهداشت از ضرائبی استفاده می‌گردد تحت عنوان ضرائب رواناب و نگهداشت، این ضرائب کوچکتر از واحد هستند. و بین صفر تا یک نوسان دارند و عمدتاً به صورت درصد بیان می‌گردند. میانگین ضرائب رواناب و نگهداشت برابر واحد است و در بلندمدت معادل کل بارش نازل شده بر منطقه است. بدیهی است که با تغییر در شرایط رطوبتی خاک، تغییر در سیمای فیزیکی پوشش گیاهی، تغییر در رطوبت نسبی هوا و تغییر در میزان تبخیر و تعرق به نوبه خود تغییراتی در ضرایب رواناب و نگهداشت ایجاد می‌کند. به عبارتی میزان این ضرایب در بعد زمانی فصل ثابت نیست و برای مطالعه آن در این ابعاد زمانی باید اطلاعات دقیقی از چگونگی رطوبت خاک، پوشش گیاهی ، چالاب تبخیر و تعرق در همان مدت محدود داشت. اما مطالعه این ضرائب در بلندمدت روند نسبتاً ثابتی را نشان می‌دهد که در طی سالیان متوالی نوسان اندکی دارند که تحت عنوان ضرائب متوسط شناخته می‌گردند.

در این مقاله سعی شده تا از روش ساده و با استفاده از روشهای آماری ضرایب رواناب و نگهداشت محاسبه گردد.

روش محاسبه ضرائب رواناب و نگهداشت

همان طور که قبلاً ذکر شد روشهای متعددی جهت محاسبه ضرائب رواناب و نگهداشت ارائه شده است که عمدتاً بر پایه مطالعه زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، شیب زمینی، پوشش گیاهی، شدت بارش، تبخیر و تعرق، چالاب و ذخیره‌سازی استوار هستند. با وجودی که نتایج حاصل از این روشها از دقت بالایی برخوردار است اما به علت فقدان چنین مطالعاتی عملاً کمتر مورد استفاده قرار گرفته است.

روش ارائه شده در این تحقیق روش بسیار ساده‌ای است که برپایه اطلاعات و داده‌های حاصل از میانگین بارش و رواناب قرار دارد. به عبارتی روابط بارش، رواناب است که مقدار کاهش هیدرولوژیکی را مشخص می‌کند و درصد ضرائب رواناب و نگهداشت وابسته به مقدار کاهش هیدرولوژیکی است.

بررسی روابط بارش، رواناب

در حوضه‌هایی که خصوصیات فیزیکی تا حدودی یکسان است رابطه‌ای خطی بین بارش و رواناب به وجود می‌آید. به طوری که اگر مقادیر مختلف خروج رواناب سطحی سالانه از حوضه و میانگین بارندگی همه ایستگاه‌های باران‌سنجی موجود در آن، در یک دستگاه محور مختصات نقطه‌گذاری شود می‌توان خط مستقیمی که دربرگیرنده بیشتر نقاط است را از آنها عبور داد که به خط بارش، رواناب موسوم است معادله این خط به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$R = \frac{1}{S}(P - Pa) \qquad (۴)$$

که در آن
R = ارتفاع سالانه رواناب سطحی به میلی‌متر
P = میانگین بارندگی سالانه حوضه بر حسب میلی‌متر
Pa = مقدار کاهش‌های هیدرولوژیکی (عرض از مبدأ) برحسب میلی‌متر
S = شیب خط

عواملی مانند تبخیر، برگاب، ذخیر گودالی، نفوذ به عنوان فاکتور گیرش عمل کرده و مقدار کاهش هیدرولوژیکی را تعیین می‌کند. البته باید در نظر داشت که به غیر از عوامل یاد شده عوامل ثانویه دیگری نیز عمل می‌کند. وسعت حوضه در تعیین نوع رابطه بارش و رواناب تأثیر بسزایی دارد در حوضه‌های کوچک تابعیت بارش از رواناب کاملاً مشهود است و به عبارتی رابطه بین بارش و رواناب از نوع خطی است. اما با وسعت گرفتن حوضه‌های آبخیز این روابط پیچیده می‌گردد. بدون شک رابطه بارندگی و رواناب سطحی برای حوضه‌های بزرگ کمتر خطی بوده که نشان‌دهنده افزایش ضریب $\frac{1}{S}$ خواهد بود در واقع رطوبت اولیه خاک و ویژگیهای بارندگی از فاکتورهای اساسی تعیین کننده رابطه بارندگی رواناب سطحی حوضه‌ها به شمار می‌رود.

تعیین مقدار کاهش هیدرولوژیکی

برای محاسبه مقدار کاهش هیدرولوژیکی از طریق ضریب همبستگی میزان ارتباط خطی بین رواناب و بارش مشخص می‌گردد که اندازه آن بین ۱+ و ۱- در نوسان می‌باشد و فرمول آن عبارت است از:

$$r = \frac{\Sigma xi\ yi - \frac{\Sigma xiyi}{n}}{\sqrt{\left[\Sigma xi^2 - \frac{(\Sigma xi)^2}{n}\right]\left[\Sigma yi^2 - \frac{(\Sigma yi)^2}{n}\right]}} \qquad (۵)$$

که در آن
r = ضریب همبستگی
xi = متغیر مستقل در اینجا رواناب
yi = متغیر تابع در اینجا بارش
n = تعداد داده‌ها

اولین قدم در مورد چگونگی رابطه بین دو متغیر، رسم دیاگرام پراکنش می‌باشد که به وسیله فرمول زیر مشخص می‌شود.

$$y = \alpha + Bx \qquad (۶)$$

که در آن α و B مقادیر هستند ثابت و α عرض از مبداء می‌باشد که مقدار y را به ازاء x=0 نشان می‌دهد و B شیب خط است که تغییرات y را به ازاء یک واحد تغییر در x تعیین می‌کند.

$$\alpha = y - Bx$$

$$B = \frac{\Sigma xi\ yi - \frac{\Sigma xiyi}{n}}{\Sigma xi^2 \frac{(\Sigma xi)^2}{n}}$$

به منظور روشن شدن مطلب، ادامه بحث در قالب یک مثال ارائه شده است جدول شماره یک، شامل بارش و رواناب حوضه‌ای طی بیست سال آبی است مطالعه روابط بارش، رواناب و محاسبه ضرائب رواناب و نگهداشت براساس داده‌های جدول (۲) انجام شده است.

جدول (۱): بارش و رواناب برحسب میلی‌متر

بارش	رواناب	سال‌آبی	بارش	رواناب	سال‌آبی
۶۵۲	۱۴۸	۶۱-۶۲	۷۵۹	۱۵۲	۵۱-۵۲
۷۱۰	۱۵۵	۶۲-۶۳	۸۰۱	۱۸۴	۵۲-۵۳
۷۹۲	۱۸۷	۶۳-۶۴	۷۰۴	۱۳۵	۵۳-۵۴
۶۳۰	۱۱۱	۶۴-۶۵	۷۲۰	۱۴۷	۵۴-۵۵
۶۵۲	۱۱۵	۶۵-۶۶	۵۱۰	۱۰۹	۵۵-۵۶
۸۰۳	۱۹۵	۶۶-۶۷	۸۰۵	۱۷۷	۵۶-۵۷
۶۷۹	۱۲۲	۶۷-۶۸	۷۰۴	۱۶۵	۵۷-۵۸
۶۴۵	۱۴۴	۶۸-۶۹	۷۱۴	۱۵۴	۵۸-۵۹
۶۳۲	۱۵۲	۶۹-۷۰	۸۴۵	۱۹۱	۵۹-۶۰
۶۲۵	۱۴۱	۷۰-۷۱	۶۴۱	۱۳۲	۶۰-۶۱

با توجه به اطلاعات مذکور، محاسبات لازم انجام شده است که نتایج آن از زیرآورده شده است.

$\alpha = ۲۹۶/۱$ $B = ۲/۶۸۵$ $X_۰ = ۲۹۶/۳$ $X_{۲۰} = ۳۴۹/۸۵$ $S = ۲/۶۸۶$

$r = ۰/۸۵$

معادله خطی آن عبارت است از :

$$Y = ۲۹۶/۱ + ۲/۶۸۵X \qquad (۹)$$

شیب خط عبارتست از

$$\text{اختلاف ارتفاع} = X_{۲۰} - X_۰ = ۵۳/۵۵$$

$$S = \frac{\text{اختلاف ارتفاع}}{\text{فاصله افقی}}$$

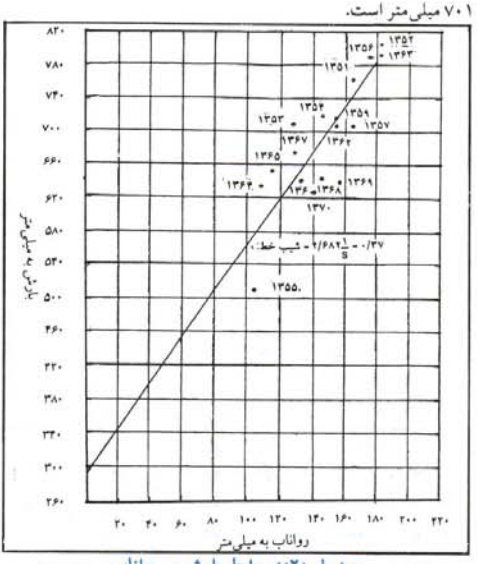
$$\text{فاصله افقی} = ۲۰ - ۰ = ۲۰$$

$$S = ۲/۶۸۶$$

بدین ترتیب معادله خط بارش و رواناب سطحی به صورت زیر می‌باشد.

$$R = \frac{۱}{۲/۶۸۲}(P - ۲۹۶/۳)$$

طبق این معادله بارشهای سالانه کمتر از ۲۹۶/۳ میلی‌متر ، رواناب ایجاد نمی‌کند و فقط صرف تبخیر و نفوذ می‌گردد متوسط بارش سالانه ۷۰۱ میلی‌متر است.



جدول (۲): روابط بارش و رواناب

و طبق معادله خط بارش، رواناب میزان رواناب برابر است با:

$$\frac{۱}{۲/۶۸۲}(۷۰۱ - ۲۹۶/۳) = ۱۵۱$$

برطبق روش نسبتها درصد رواناب عبارت است از:

۷۰۱	۱۰۰
۱۵۱	x

$x = ۲۱/۵٪$

و چون میزان نگهداشت ۵۵۰ میلی‌متر است ضریب نگهداشت برابر است با

۷۰۱	۱۰۰
۵۵۰	x

$x = ۷۸/۵٪$

بدین ترتیب در حوضه مزبور ۲۱/۵٪ از بارش جریان (ضریب رواناب) پیدا می‌کند و ۷۸/۵٪ از آن صرف نفوذ، تبخیر و برگاب و چالاب (ضریب نگهداشت) می‌گردد.

نتایج

مزیت این روش سادگی آن است چراکه به محاسبات پیچیده نیازی نیست از طرفی اطلاعات و داده‌های مورد نیاز این روش در تمامی ایستگاههای کلیماتولوژی و سینوپتیک موجود است.

- رواناب یکی از فاکتورهای اساسی در این روش است که حاصل اختلاف بارش نسبت به گیرش می‌باشد به عبارتی حاصل عملکرد فاکتورهای گیرش در رواناب سطحی مستتر است و به نوعی در این روش اعمال شد و به همین دلیل نتایج حاصل از آن نزدیک به واقعیت می‌باشد.

- از این روش جهت بازسازی رواناب متوسط سالانه نیز می‌توان استفاده کرد به طوری که با داشتن متوسط بارش سالانه، متوسط رواناب سالانه به دست می‌آید. □

منابع و مأخذ

۱) افشین‌نیا، منوچهر، روشهای آماری و کاربردآن در علوم، انتشارات اِتا، چاپ اول، سال ۱۳۷۲ هـ.ش.

۲) گلن شواب ـ ک. فریورت؛ مهندسی خاک و آب، ترجمه غلامحسین حق‌نیا، امین علیزاده، انتشارات دانشگاه فردوسی، چاپ دوم، سال ۱۳۷۰هـ.ش.

۳) علیزاده، امین؛ اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهارم، سال ۱۳۷۱هـ.ش.

۴) میرباقری، احمد؛ هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه شیراز، جلد اول، چاپ اول، سال ۱۳۷۴ هـ.ش.

۵) نجمائی، محمد؛ هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، جلد اول، چاپ دوم، سال ۱۳۶۹ هـ.ش.

۶) نوربخش، مهدی؛ هیدروکلیماتولوژی حوضه آبی سواران، دانشگاه اصفهان ، رساله کارشناسی ارشد گروه جغرافیا، سال ۱۳۷۵ هـ.ش.

پاورقی:

1) Interseption

2) Infiltration

3) Evapotranspiration

۴) نوربخش، مهدی، هیدروکلیماتولوژی حوضه آبی سواران، دانشگاه اصفهان، رساله کارشناسی ارشد.

5) Depression Storage

۶) میرباقری، احمد، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه شیراز، جلد اول، ص ۲۰۶.

۷) افشین‌نیا، منوچهر، روشهای کاری و کاربردی آن در علوم، انتشارات اتا، ص ۲۶۷.