Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

کالیبراسیون و اعتبار سنجی روشهای تجربی برآورد رواناب در حوزه های آبخیز (مطالعه موردی: بادامک استان فارس)

رضا قضاوی [۱] و مسعود سمیعی [۱]

۱- عضو هیات علمی گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه کاشان

چکیده

تعیین رواناب سطحی تقریبا" دربیشتر پروژه ها نظیر سیلخیزی و مهار آن مطالعه فرسایش طرح تغذیه مصنوعی سدسازی مدل منابع آب و تغذیه مخازن زیرسطحی نقش اساسی را ایفا می کند. در بسیاری از حوزه های ابخیز کشوربه دلیل عدم وجود ایستگاه هیدرومتری و یا وجود نواقص آماری زیاد استفاده از روابط تجربی جهت براورد رواناب خروجی توسعه یافته است. در این تحقیق ۶ روش تجربی براورد رواناب از جمله دهلی، انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان، جاستین، فرمول آمریکائی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا در حوزه آبخیز بادامک واقع در استان فارس محاسبه گردید. پس از بررسی روابط تجربی براورد رواناب و مقایسه نتایج حاصله از مدلهای تجربی با مقادیر اندازه گیری شده توسط ایستگاه آب سنجی موجود در حوضه با ضرایب اصلی، روش دپارتمان آبیاری هند جهت برآورد رواناب سالانه در حوضه مزبور مناسب تر تشخیص داده شد. سپس مقادیر ضرایب واسنجی شده جایگزین مقادیر ثابت اصلی شد. نتایج نشان داد هنگامی‌که مقادیر ثابت اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اختلاف زیادی برای اکثر معادله‌ها وجود دارد ولی هنگامی‌که مقادیر ثابت واسنجی شده جایگزین مقادیر ثابت اصلی شدند، معادله‌ها بهبود زیادی یافتند. با استفاده از مقادیر واسنجی شده، روش‌های خوزلا و دهلی در منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: روابط تجربی، براورد رواناب سالانه، کالیبراسیون، حوزه آبخیز بادامک

مقدمه

برآورد مناسب و دقیق رواناب حوضه های آبخیز یکی از مشکلات اساسی در طراحی پروژه های آب و خاک می باشد. ارائه روابط تخمین رواناب می تواند راهگشای این مسائل باشد. در این زمینه مطالعات وسیعی در سطح جهانی صورت گرفته است. در بسیاری از حوزه های آبخیز کشور بدلیل عدم وجود ایستگاه هیدرومتری و یا وجود نواقص آماری زیاد، استفاده از روابط تجربی جهت برآورد رواناب خروجی توسعه یافته است.

یکی از موارد مهم هیدرولوژی کاربردی براورد رواناب درحوضه های فاقد آمار هیدرومتری است برای بهره برداری صحیح از آبهای سطحی یک حوضه و همچنین برای طراحی بسیاری از سازه های هیدرولیکی بایستی بتوان حجم رواناب سالانه را با دقت مناسب برآورد نمود. روشهای متعددی جهت محاسبه ارتفاع رواناب سالانه حوضه های آبریز ارایه شده است. (لروند و همکاران، ۱۳۹۲). داوودی راد(۱۳۸۵) روابط تجربی براورد ارتفاع رواناب را واسنجی و آنها را با مدلهای ریاضی براورد ارتفاع رواناب مقایسه کرد. نتایج نشان داد که روشهای ایکار، کوتاین، جاستین و تورک به ترتیب از صحت و دقت بیشتری برخوردار هستند. برای افزایش دقت، روابط تجربی واسنجی شدند. مقایسه مقادیر ارتفاع رواناب برآورد شده با توجه به مدلهای اصلاح شده با مقادیر واقعی نشان داد که واسنجی انجام شده تنها در خصوص روش خوزلا قابل قبول و معنی دار است. براساس پارامترهای مستقل استخراج شده از حوضه های مورد مطالعه مدلهای رگرسیونی یا ریاضی برای برآورد ارتفاع رواناب استخراج شد که با استفاده از شاخصهای فوق الذکر با روابط تجربی اصلاح

www.SID.ir

Archive of SID

شده مقایسه شدند. کاربرد این دو مدل به منظور برآورد ارتفاع رواناب نشان داد که با توجه به برآورد قابل قبول آنها، نسبت به روشهای تجربی مانند ایکار، از دقت و صحت کمتری برخوردار هستند.اسدی و سمیعی(۱۳۸۹) روشهای تجربی برآورد رواناب در حوزه آبخیز بند بهمن در استان فارس را ارزیابی کردند. در این تحقیق ۶ روش تجربی براورد رواناب از جمل کتاین ،ICAR جاستین، سازمان جهانی هواشناسی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا محاسبه گردید. در این تحقیق پس از بررسی روابط تجربی براورد رواناب و مقایسه نتایج حاصله از مدلهای تجربی با مقادیر اندازه گیری شده توسط ایستگاه آب سنجی موجود در حوضه، روش پیشنهاد شده توسط ICAR جهت برآورد رواناب سالانه در حوضه مزبور مناسب تر تشخیص داده شد. اسمعلی عوری و سمیعی(۱۳۹۰) روشهای تجربی برآورد رواناب را در حوزه آبخیز تنگ خسویه در استان فارس ارزیابی کردند. در این تحقیق شش روش تجربی برآورد رواناب از جمله کوتاین، انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان، جاستین، سازمان جهانی هواشناسی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا در حوزه آبخیز تنگ خسویه در شهرستان داراب واقع در استان فارس محاسبه گردید. پس از بررسی روابط تجربی بر آورد رواناب و مقایسه نتایج حاصله از مدلهای تجربی با مقادیر اندازه گیری شده توسط ایستگاه آب سنجی موجود در خروجی حوزه آبخیز، روش پیشنهاد شده توسط انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان جهت برآورد رواناب سالانه در حوزه آبخیز مزبور مناسبتر تشخیص داده شد. لروند و همکاران(۱۳۹۱) روشهای تجربی در برآورد رواناب سالانه حوضه کهمان و معرفی مناسب ترین روش را ارزیابی کردند. از طریق چهار روش کوتاین تورک جاستین و I.C.A.R که براساس پارامترهای سهل الوصول اقلیمی و بعضی ویژگی های فیزیوگرافی حوضه ارایه شده اند ارتفاع رواناب سطحی حوضه کهمان محاسبه شد. بررسی و مقایسه نتایج حاصله از روشهای بکارگرفته شده حاکی ازدقت نسبی روش I.C.A.R می باشد و مقادیر حاصل از این روش با مقادیر مشاهداتی همخوانی بیشتری را نشان میدهد. انچین و همکاران(۲۰۰۶) روابط رگرسیونی بین رواناب با بارندگی و درجه حرارت را برای ۶حوزه در شمال اتریش برقرار کرد. نتایج نشان داد که بارندگی بعنوان فاکتور مهم در تشکیل رواناب رودخانه، تحت شرایط اقلیمی اقیانوسی است. Chang & Jung(۲۰۱۰) تغیرات زمانی و مکانی روناب را ناشی از تغییر اقلیم در Oregon انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات در خصوصیات جریان منتج از تغییر اقلیم بستگی به خصوصیات حوزه دارد. بویزه زمین شناسی و ارتفاع در زمان و مقدار رواناب حوزه موثرند. اگر یک حوزه در ارتفاع پائین قرار گرفته باشد و عمدتا" شامل باران باشد رواناب بیشتر تحت تاثیر بارندگی قرار دارد تا درجه حرارت، در حالیکه حوزه های واقع در ارتفاعات بالا بارشها بصورت برف می باشد و حساسیت بیشتری به تغییرات درجه حرارت دارند. هدف از این تحقیق ارزیابی روشهای تجربی و کالیبراسیون روشها برای براورد رواناب سالانه حوضه بادامک می باشد. در این تحقیق ۶ روش تجربی براورد رواناب از جمله دهلی، انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان، جاستین، فرمول آمریکائی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا در حوزه آبخیز بادامک واقع درحوزه آبخیز بختگان در استان فارس مورد مقایسه و ارزیابی قرار می گیرد.

مواد و روشها

روشهای تجربی براورد رواناب

تعیین رواناب سطحی تقریبا در بیشتر پروژه ها نظیر سیلخیزی و مهار آن مطالعه فرسایش طرح تغذیه مصنوعی سدسازی مدل منابع آب و تغذیه مخازن زیرسطحی نقش اساسی را ایفا می کند در بسیاری ازحوزه های آبخیز کشور به دلیل عدم وجود ایستگاه هیدرومتری و یا وجود نواقص آماری زیاد استفاده از روابط تجربی جهت براورد رواناب خروجی توسعه یافته است(وهاب زاده و همکاران،۱۳۹۱). روابط تجربی براورد رواناب در این تحقیق بشرح ذیل می باشد:

رابطه دپارتمان آبیاری هندوستان

مدیریت طرح ریحاند از دپارتمان آبیاری هندوستان رابطه زیر را بین میزان بارندگی و رواناب سالانه رودخانه ریحاند ارائه نمود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$R = P - 1.17P^{0.86} \qquad (۱)$$

R و P هر دو بر حسب سانتی متر می باشد.

رابطه دهلی

ایرن رابطه برای حوزه یامونا در دهلی توسعه یافته است.

$$R = 0.14P^{1.1} \qquad (۲)$$

R: متوسط رواناب سالیانه به سانتی متر، P: متوسط بارندگی سالیانه به سانتی متر

رابطه خوزلا

$$R = P - \frac{T}{3.74} \qquad (۳)$$

R: متوسط رواناب سالیانه به سانتی متر، P: متوسط بارندگی سالیانه به سانتی متر، T: متوسط درجه حرارت سالانه به درجه سانتی گراد.

روش انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان(موسسه زراعی هندوستان)[60]

این روش براساس نتایج بدست آمده از بررسی میزان رواناب سالانه۱۷ حوضه آبریز واقع در منطقه نیلگیری توسط این انجمن بشرح زیر ارائه شده است(موترجا، ۱۹۸۶).

$$R = \frac{1.115P^{1.44}}{T^{1.34}A^{0.0613}} \qquad (۴)$$

R: متوسط رواناب سالیانه به سانتی متر، P: متوسط بارندگی سالیانه به سانتی متر، T: متوسط درجه حرارت سالانه به درجه سانتی گراد، A: مساحت حوزه به کیلومتر مربع

رابطه جاستین

$$R = \frac{KS^{0.155}P^{2}}{1.8T + 32} \qquad (۵)$$

[60] - **I.C.A.R**

www.SID.ir

Archive of SID

K: ضریب جاستین حدودا"برابر با ۰/۲۸ می باشد. S: شیب متوسط حوزه از رابطه زیر بدست می آید ، اگر حوزه ۲۸ درصد باشد آن را بصورت ۰/۲۸ می نویسیم.

$$S = \frac{H_{MAX} - H_{MIN}}{\sqrt{A}} \qquad (۶)$$

H_{MAX}: ارتفاع حداکثر حوزه به کیلومتر، H_{MIN}: ارتفاع حداقل حوزه به کیلومتر، A: مساحت حوزه به کیلومتر مربع، P: متوسط بارندگی سالیانه به سانتی متر، T: متوسط درجه حرارت سالانه به درجه سانتی گراد، R: متوسط رواناب سالیانه به سانتی متر

۲-۱-۱۰- رابطه آمریکائی (Us Formula)

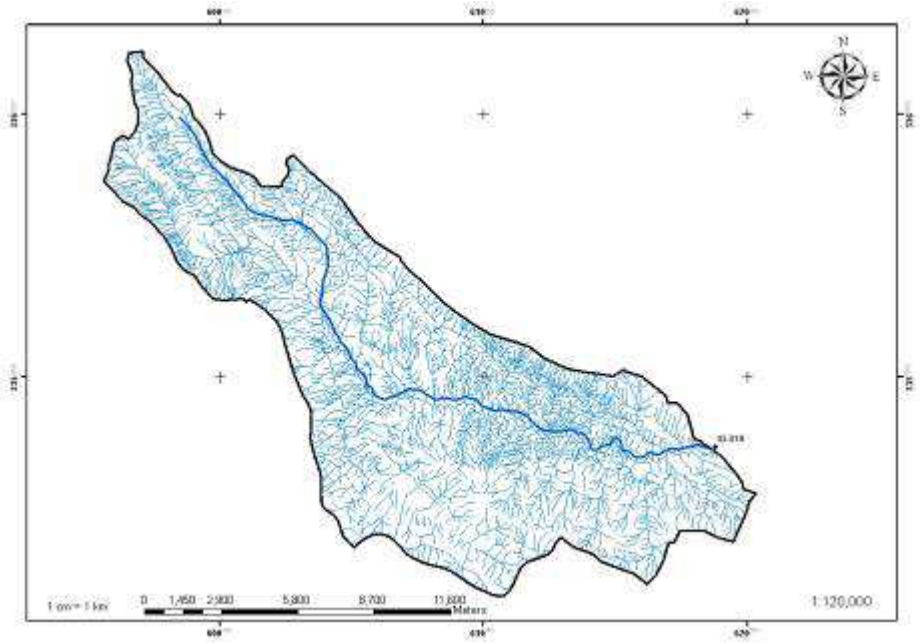
این رابطه به شکل ذیل می باشد:

$$R = P - X(45T + 800) \qquad (۷)$$

P: متوسط بارندگی سالیانه به سانتی متر، T: متوسط درجه حرارت سالانه به درجه سانتی گراد، R: متوسط رواناب سالیانه به سانتی متر

۲-۳- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بادامک (۰۱۹-۲۴) واقع بر رودخانه تنگ شول واقع در حوزه آبخیز بختگان در استان فارس با طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه با متوسط ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. شکل(۱) منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل(۱)- حوزه آبخیز بادامک بر روی رودخانه تنگ شول

www.SID.ir

Archive of SID

کالیبراسیون ضرایب فرمولهای تجربی

عموما" پذیرفته شده است که فرمولهای تجربی برای نواحی و در دوره هایی که برای آن توسعه یافته اند، واقعی باشند، اما هنگامی آنها برای سایر نواحی اقلیمی بدون کالیبراسیون مجدد صورت گیرد، اشتباهات بزرگتری انتظار می رود (Hounam,1971). معمولا در ارزیابی مدلها، آنها را از دو جنبه مورد بررسی قرار میدهند. در حالت اول مدلها واسنجی میشوند و متناسب با منطقه مورد استفاده تصحیح میگردند و در جنبه دیگر مدلهای کالیبره شده مورد ارزیابی صحت واقع شده و تصدیق آنها بررسی می شود. روش جداسازی داده ها بدین منظور انجام میشود(Tasket,1982) در این روش بخشی از داده های واقعی یا مشاهده ای (دو سوم) برای ارائه مدل و یا واسنجی مدل (داده های تخمینی) بکار میرود. و بخش دیگر(یک سوم) برای ارزیابی صحت مدلها(داده های برآوردی) استفاده میشود(Goswami et al.,2002). کاربرد یک مدل شامل اختصاص نوع مدل، تعیین پارامترها و اعتبار سنجی مدل می باشد. برای براورد پارامترها، روش بهینه سازی اتوماتیک مورد استفاده قرار گرفت. معیار بهینه، اشتباه حداقل مربعات بین تبخیر سطح آزاد آب اندازه گیری و محاسباتی است، که تابع هدف ER حداقل باشد.

$$ER = \Sigma(OBS - EST)^2 = \min SSQ \qquad (۸)$$

ارزیابی روشهای تجربی براورد رواناب

مدلها با استفاده از روشهای ارزیابی(میانگین انحراف، میانگین اختلاف و مجذور میانگین مربع خطا) با یکدیگر و داده های مشاهداتی مقایسه می گردند. بعد از آنالیز نتایج حاصل از مدل‌ها بهترین مدل با توجه به خطای ایجاد شده به وسیله هر مدل در حوزه آبخیز بادامک انتخاب می‌شود.

برای ارزیابی روشهای مختلف از معیارهای آماری بمنظور دقت آنها استفاده می گردد که در ذیل به شرح هر کدام پرداخته می شود:

میانگین انحراف MD

$$MD = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[Qi - Qo] \qquad (۹)$$

روابط فوق Q_i و $\hat{Q}_o$ بترتیب مقادیر مشاهداتی و براوردی می باشد.

میانگین اختلاف (BIAS)

$$BIAS = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n}\frac{Eo - Ee}{Eo} \qquad (۱۰)$$

در روابط فوق Eo و Ee بترتیب مقادیر مشاهداتی و براوردی می باشد.

معیار مجذور میانگین مربع خطاها(RMSE)

کم بودن مقادیرRMSE نشاندهنده خطای کمتر و دقت مدلهاست. مجذور میانگین مربعات خطای متمایل به صفر مناسب می باشد.

$$RMSE = \left|\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{(Qi - Qo)^2}{Qi}\right|^{1/2} \qquad (۱۱)$$

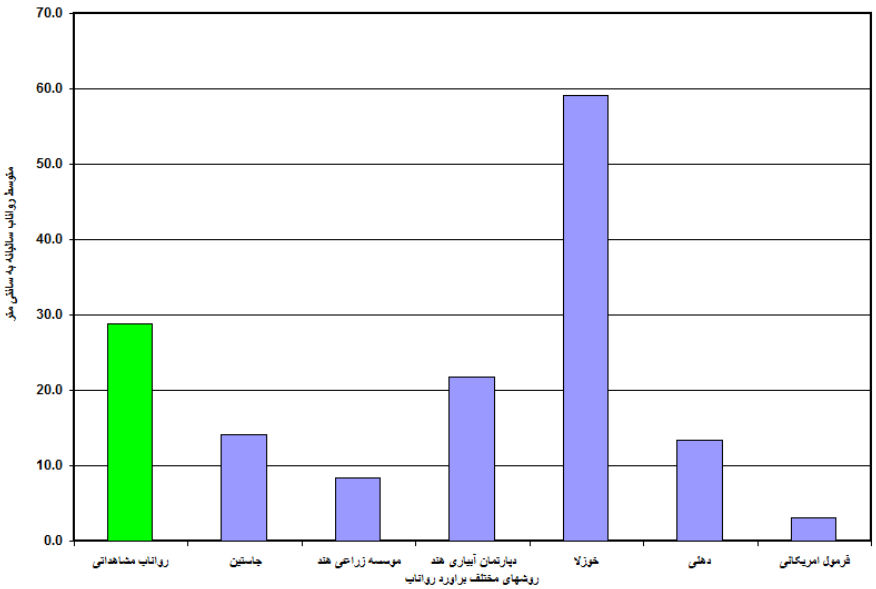
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

برآورد تجربی رواناب در حوزه آبخیز با ضرایب اصلی

روابط مختلف تجربی براورد رواناب با مقادیر اندازه گیری شده توسط ایستگاه آب سنجی موجود در حوضه مورد مقایسه قرار گرفتند(دوره آماری ۱۳۷۱-۱۳۵۱). شکل(۱) مقادیر براوردی را با مقادیر محاسباتی رواناب سالیانه با استفاده از ضرایب اصلی را در حوزه مورد مطالعه نشان می دهد.



شکل(۲) مقادیر مشاهداتی و براوردی رواناب سالیانه در حوزه آبخیز بادامک(تنگ شول) با ضرایب اصلی

ارزیابی روشهای تجربی براورد رواناب در حوزه آبخیز با ضرایب اصلی

با توجه به معیارهای مقایسه، در هر معیار برای مناسبترین روش رتبه پائین و برای نامناسبترین آن رتبه بالاتری انتخاب شده است. با قرار دادن نتایج نهائی این معیارها در جدول، می توان روشی را که در همه معیارها دارای رتبه پائین تری بوده است را به عنوان مناسبترین روش در نظر گرفت.

با ارزیابی صورت گرفته سه معیار RMSE، BIAS و MD تقریبا" نتایج یکسانی دارند.

جدول(۱) نتیجه نهائی رتبه بندی روشهای مختلف براورد تجربی رواناب در حوزه آبخیز

معیار ارزیابی	خوزلا	دپارتمان آبیاری هند	موسسه زراعی هند	دهلی	جاستین	فرمول آمریکائی
MD	۶	۱	۴	۳	۲	۵
BIAS	۵	۱	۶	۳	۲	۴

www.SID.ir

Archive of SID

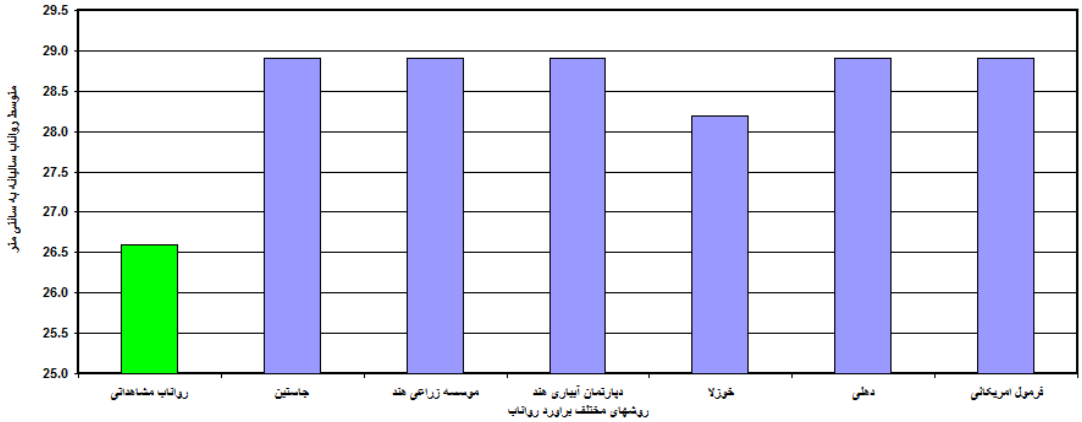
RMSE	۵	۱	۶	۳	۲	۴
مجموع	۱۶	۳	۱۶	۹	۶	۱۳
رتبه	۵	۱	۵	۳	۲	۴

برآورد تجربی رواناب در حوزه آبخیز با ضرایب کالیره شده

برای ارزیابی فرمولها، فرمولی که دارای خطای کمتری باشد از دقت بالاتری برخوردار بوده و می توان آن را برای منطقه ارایه داد. مباحث قبلی نشان می‌دهد که معادله‌های تجربی استفاده شده در این مطالعه، شاید برای مناطق و دوره‌های دیگر نیز قابل استفاده بوده و توسعه یابند ولی خطای زیادی در بر خواهند داشت. دوره آماری (۱۳۸۱-۱۳۷۲) برای کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه مقادیر با ضرایب اصلی و ضرایب ثابت واسنجی شده در جدول (۲) آورده شده است. شکل(۳) مقادیر براوردی را با مقادیر محاسباتی رواناب سالیانه در حوزه مورد مطالعه با ضرایب کالیبره شده نشان می دهد. همچنین مشاهده می‌شود که ضرایب ثابت اصلی برای روش آمریکائی و جاستین با ضرایب واسنجی شده تغییر زیادی نیافته است. نتایج مربوط به معادلات با ضرایب واسنجی شده بهبود زیادی در معادلات حاصله را داشت. جدول فوق نشان میدهد که ضریب اصلاحی اعمال شده در مدلهای مختلف، فقط در مدل دپارتمان آبیاری هند تغییر زیادی نداشته و در مابقی باعث ایجاد کارایی بیشتر شده است. در روشهای کالیبره شده مقادیر برآوردی ومشاهداتی بسیار نزدیک میباشند و اختلافات آنها معنی دار نیست.

جدول(۲)- مقایسه مقادیر با ضرایب اصلی و ضرایب ثابت واسنجی شده د رحوزه آبخیز تنگ شول

روش	ضرایب اصلی	ضرایب کالیبره شده
فرمول آمریکائی	0.041	0.023
جاستین	0.280	0.582
دهلی	0.140	0.302
موسسه زراعی هند	1.115	3.850
دپارتمان آبیاری هند	1.170	0.970
خوزلا	3.740	0.429



www.SID.ir

Archive of SID

شکل(۳) مقادیر مشاهداتی و براوردی رواناب سالیانه در حوزه آبخیز بادامک(تنگ شول) با ضرایب کالیبره شده

ارزیابی روشهای تجربی براورد رواناب در حوزه آبخیز با ضرایب کالیبره شده

جدول(۱) نتیجه نهائی رتبه بندی روشهای مختلف براورد تجربی رواناب در حوزه آبخیز تنگ شول با ضرایب اصلاحی نشان می دهد.

جدول(۱) نتیجه نهائی رتبه بندی روشهای مختلف براورد تجربی رواناب در حوزه آبخیز

	خوزلا	دپارتمان آبیاری هند	موسسه زراعی هند	دهلی	جاستین	فرمول آمریکائی
MD	۱	۳	۶	۲	۴	۵
BIAS	۱	۴	۲	۳	۵	۶
RMSE	۱	۴	۲	۳	۵	۶
مجموع	۳	۱۱	۱۰	۸	۱۴	۱۷
رتبه	۱	۴	۳	۲	۵	۶

بحث و نتیجه گیری

تعیین رواناب حاصل از بارش یکی از موارد بسیار مهم در تحلیل مسائل هیدرولوژی و مدیریت منابع آب میباشد. جهت طراحی و مدیریت منابع آب درحوزه های کشور وجود آمار و اطلاعات هیدرولوژیک ضروری است. برای دستیابی به این آمار نیاز به ایستگاه های هیدرومتری می باشد. ولی بسیاری از این حوزه ها فاقد چنین آماری هستند. لذا استفاده از فرمولهای تجربی جهت براورد اطلاعات هیدرولوژیک ضروری نظیر ارتفاع رواناب و دبی اوج سیلاب بعنوان راه حل مناسب و منطقی میتواند مد نظر قرارگیرد. از آنجا که روشهای تجربی مختلف نتایج متفاوتی را در براورد پارامترهای هیدرولوژیکی ارایه میدهد، می بایست برای حوزه های مختلف این روشها به کار رفته و نتایج با هم مقایسه شوند(حسین زاده کرمانی و همکاران،۱۳۹۲). فرمولهای تجربی برای نواحی و در دوره هایی که برای آن توسعه یافته اند، واقعی باشند، اما هنگامی آنها برای سایر نواحی اقلیمی بدون کالیبراسیون مجدد صورت گیرد، اشتباهات بزرگتری انتظار می رود. بدین منظور نسبت به کالیبراسیون ضرایب روشهای براورد تجربی رواناب اقدام گردید. در این تحقیق ۶ روش تجربی براورد رواناب از جمله دهلی، انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان، جاستین، فرمول آمریکائی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا در حوزه آبخیز بادامک واقع در استان فارس محاسبه گردید. در مقایسه آماری نتایج ارزیابی روشهای تجربی براورد رواناب در مقایسه با داده های مشاهداتی از شاخصهای آماری مانند RMSE، BIAS و MD استفاده گردید. با ارزیابی صورت گرفته، این سه معیار تقریبا" نتایج یکسانی دارند و نتایج حاصل از سه شاخص آماری نشان داد که در حوزه آبخیز بادامک با ضرایب اصلی، روش دپارتمان آبیاری هند جهت برآورد رواناب سالانه در حوضه مزبور مناسب تر می باشد. دپارتمان آبیاری هندوستان این روش را در رودخانه ریحاند بعنوان بهترین روش براورد رواناب معرفی و ارائه نمود. سپس ضرایب معادلات کالیبره گردید و با ضرایب کالیبره شده نسبت به براورد رواناب اقدام گردید. مشاهده گردید که ضرایب ثابت اصلی برای روش آمریکائی و جاستین با ضرایب واسنجی شده تغییر زیادی نیافته است. نتایج مربوط به معادلات با ضرایب واسنجی شده بهبود زیادی در معادلات حاصله داشت. ضریب اصلاحی اعمال شده در مدلهای مختلف، در براورد رواناب فقط در مدل دپارتمان آبیاری هند تغییر زیادی نداشته و در مابقی باعث ایجاد کارایی بیشتر شده است. در روشهای کالیبره شده مقادیر برآوردی ومشاهداتی بسیار نزدیک میباشند و اختلافات آنها معنی دار نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اسدی، ت.، و سمیعی، م. ، ۱۳۸۹. ارزیابی روشهای تجربی برآورد رواناب در حوزه آبخیز بند بهمن در استان فارس، دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت ها و چالش های پیش رو، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.

اسمعلی عوری، ا.، و م. سمیعی، ۱۳۹۰. ارزیابی روشهای تجربی برآورد رواناب در حوزه آبخیز تنگ خسویه در استان فارس، مجموعه مقالات هفتمین همایش ملّی علوم و مهندسی آبخیزداری، ۷ و۸ اردیبهشت، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسین زاده کرمانی، م.، م. شفقتی، م. حسین زاده کرمانی و پ. گرشاسبی، ۱۳۹۲. برآورد ضریب رواناب سالانه با استفاده ازروشهای تجربی مطالعه موردی: زیرحوزه های حوزه آبخیز کاسف، نهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

گندمکار، ا. و ن. شعبانی، ۱۳۹۱. بررسی رابطه بارش و رواناب درحوضه رودخانه میناب، اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.

لروند،م.، م. لشنی زند، ط. فتح الهی و ف. کوهپیما، ۱۳۹۱. ارزیابی روشهای تجربی دربرآورد رواناب سالانه حوضه کهمان و معرفی مناسب ترین روش، نخستین همایش منطقه ای توسعه پایدار منابع طبیعی غرب کشور: چالشها و راهکارها

موذنی،م.، س. نظری و س. حسینی، ۱۳۹۲. برآورد میزان رواناب در حوضههای بدون آمار با استفاده از مدل HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودخانه سپیدار)، کنفرانس ملی مدیریت سیلاب

Chang H. &, Il-W. Jung, 2010. Spatial and temporal changes in runoff caused by climate change in a complex large river basin in Oregon, Journal of Hydrology 388: 186–207.

Goswami M., O`Connor, K. M. and Shamseldin, A. Y.,(2002). "Structures and performance of Five rainfall – runoff models for Continuous river- flow Simulation".

Onuchin, A., H. Balzter, H. Borisova, E. Blyth, 2006. Climatic and geographic patterns of river runoff formation in Northern Eurasia, Advances in Water Resources 29 : 1314–1327.

Tasker, G.D. and S. A. Hodge and C. S. Barkers, (1996). "Region of influence regression for estimating the 50-year flood at ungaged sites", Water Resources Bulletin,Vol. 32. No 1:163-170.

www.SID.ir