

بررسی کارایی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک، ژئومورفوکلیماتیک و آبنمود واحد گری در حوزه آبخیز معرف ناورود^۱

محمود حبیب نژاد روشن^۲ میر خالق ضیاء تبار احمدی^۳ حجت ا... گنج خانلو^۴

چکیده

بررسی ارتباط بین ویژگی‌های مورفولوژی حوزه‌های آبخیز با عکس العمل هیدرولوژیک آنها از مباحث اساسی علم هیدرولوژی است. روش‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک، ژئومورفوکلیماتیک و آبنمود واحد گری از نتایج کوشش‌ها در این زمینه است. به منظور ارزیابی کارایی مدل‌های یادشده در تعیین شکل و ابعاد جریان خروجی حوزه معرف ناورود واقع در حاشیه جنوب غربی دریای خزر در منطقه غرب گیلان به دلیل داشتن آمار و اطلاعات کامل انتخاب شد. اطلاعات پایه‌ای مربوط به ۶ واقعه متناظر (بارش - روان آب) در فصول غیر برفی جمع آوری شد. مختصات آبنمود واحد و آبنمود جریان سطحی برای وقایع انتخابی توسط مدل‌های یادشده به طور جداگانه محاسبه شد. نتایج نشان دادند که مدل‌های ژئومورفوکلیماتیک و ژئومورفولوژیک در بر آورد دبی اوج سیلاب در مقایسه با مدل گری قابلیت انطباق بالاتری دارند. لیکن بین مدل‌های یادشده در بر آورد زمان اوج، زمان پایه و حجم جریان سطحی اختلاف اساسی وجود ندارد. نتیجه نهایی معلوم کرد که کارایی مدل ژئومورفوکلیماتیک در مقایسه با مدل ژئومورفولوژیک به منظور باز سازی آبنمود خروجی به ویژه آبنمود های خروجی با دبی اوج نسبتاً پایین، بیشتر است.

واژه های کلیدی: ژئومورفوکلیماتیک، ژئومورفولوژیک، حوزه آبخیز، آبنمود واحد، آبنمود جریان سطحی و گری.

^۱ - تاریخ دریافت ۸۱/۷/۲، تاریخ پذیرش: ۸۲/۸/۲۶

^۲ - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران (E-mail: roshanbah@yahoo.com)

^۳ - استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران

^۴ - فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه مازندران

مقدمه

اصولاً مدیریت حوزه‌های آبخیز، طراحی دقیق پروژه‌های آبی و غیره مستلزم داشتن آمار و اطلاعات در خصوص متغیرهایی نظیر دبی اوج سیلاب ناشی از یک رگبار یا رگبارهای متعدد، زمان رسیدن به نقطه اوج، زمان تداوم سیلاب و حجم روان آب است. همه این متغیرها با استفاده از آبنمود یا منحنی تغییرات دبی نسبت به زمان، قابل استخراج هستند. از طرفی در اکثر حوزه‌های آبخیز بنا به دلایل متعدد، آمار کافی و صحیح در خصوص این متغیرها در دسترس نیست. این وضعیت باعث شده است تا هیدرولوژیست‌ها به ارایه آبنمود مصنوعی بپردازند. بسط تئوری آبنمود منجر به ارایه تئوری آبنمود واحد گردید.^۱ تا به حال روش‌های متعدد آبنمود مصنوعی ارایه شده است. آبنمود واحد گری (۱۹۶۱) یکی از این روش‌هاست که حاصل آن در حوزه‌های میانی غرب آمریکا به کار برده شده است. گری با بررسی‌های خود به این نتیجه رسید که آبنمود مصنوعی در حوزه‌های کوچک و در مناطق ایلینوویز^۲، میزوری^۳، آیووا^۴ و ویسکانزین^۵ با ضرایب منطقه‌ای ویژه دارای جواب قابل قبولی است (۱۰).

یکی از فرضیات اساسی آبنمود واحد این است که شدت بارش موثر در طول زمان، یکنواخت فرض می‌شود.^۶ این فرض باعث ایجاد خطا در محاسبات می‌شود. به همین دلیل آبنمود واحد لحظه‌ای به وسیله هیدرولوژیست‌ها پیشنهاد شده است (۸). بنابراین در این روش، بارش به مقاطع زمانی خیلی کوتاه تقسیم می‌شود. از جمله آبنمود واحد لحظه‌ای آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک است که این روش ابتدا توسط رودریگز و ایتورب (۱۹۸۲) مطرح شد. آنها با بررسی‌های خود در یک حوزه آبخیز فرضی رتبه

۳، به این نتیجه رسیدند که هسته اصلی واکنش هیدرولوژیک یک حوزه آبخیز، تابعی از پارامترهای ثابت ژئومورفولوژیک و پارامتر سرعت جریان است (۱۱). همچنین آلام (۱۹۹۰) آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک را برای چند حوزه آبخیز در عربستان به کار برد. او نتیجه گرفت که مطابقت این مدل با آبنمود مشاهده‌ای در حوزه آبخیز کاهات،^۷ بالا و در حوزه‌های ژاف^۸ و میدناب^۹ ضعیف است (۹).

آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک نیز توسط رودریگز و گونزالس (۱۹۸۲) پایه ریزی شد. سورمن (۱۹۹۵) با استفاده از این روش دبی و زمان اوج آبنمود روان آب خروجی را در حوزه‌های شمال شرقی عربستان تعیین کرد. نتایج به دست آمده، کارایی معقول این مدل را نشان داد (۱۳). موضوع مورد مطالعه این تحقیق تعیین برتری نسبی آبنمودهای واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک نسبت به آبنمود واحد غیرلحظه‌ای گری بود. هدف این بررسی، به کارگیری مدل‌های مناسب در حوزه‌های مشابهی بود که فاقد آمار می‌باشند.

مواد و روش‌ها

پیش بینی رفتار هیدرولوژیک حوزه‌های آبخیز فاقد آمار، نیاز به وجود حوزه‌های معرف است. به طوری که نتایج حاصل از مطالعات انجام شده، در سایر حوزه‌های محدوده مطالعاتی، با شرایط نسبتاً مشابه مورفولوژیک و فیزیکی، قابل تعمیم باشد. برای این منظور حوزه آبخیز معرف ناورود (طول‌های جغرافیایی ۳۶' و ۴۸° تا ۵۴' و ۴۸° شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۶' و ۳۷° تا ۴۵' و ۳۷° شمالی) واقع در حاشیه جنوب غربی دریای خزر، در منطقه غرب گیلان، به عنوان حوزه معرف جنگل‌های مرطوب منطقه گیلان انتخاب شد (۳). این حوزه دارای مساحتی در حدود ۲۶۶ کیلومتر مربع است (شکل ۱).

^۱ - آبنمود واحد منحنی تغییرات دبی نسبت به زمان به ازاء یک واحد بارش موثر می‌باشد.

^۲ - Illinois

^۳ - Missouri

^۴ - Iowa

^۵ - Wisconsin

^۶ - آبنمود لحظه‌ای بنا به تعریف عبارت از یک واحد حجم بارش موثر ناشی از بارندگی لحظه‌ای که بطور یکنواخت در سطح حوزه پخش شده باشد.

^۷ - Khhat

^۸ - Jawf

^۹ - Midhnab

$$T_{(q)} = q^q e^{(-q)} \sqrt{\frac{2\pi}{q} \left(1 + \frac{1}{12q} + \frac{1}{288q^2} - \frac{139}{5148q^2} + \dots \right)}$$

در نتیجه $\gamma = 9/765$ و $\gamma = 20.93610/0.6$ است. بنابراین با معلوم بودن PR، t/PR و γ ، مقدار Q/PR در زمان‌های مختلف قابل محاسبه است. از طرفی مساحت حوزه معرف ناورد ۲۶۶ کیلومتر مربع است. بنا براین حجم رواناب آبنمود واحد حوزه با ارتفاع رواناب یک سانتی متر برابر ۲۶۶۰۰۰ متر مکعب است. لذا با داشتن درصد جریان در زمان‌های مختلف PR 25/0 حجم جریان در زمان‌های PR 25/0 و از روی آن مختصات آبنمود واحد PR/4 ساخته گری محاسبه شد. سپس آبنمود واحد PR/4 ساخته گری به روش منحنی S مجموع، به آبنمود واحد یک ساعته تبدیل شد. تعیین روابط بین دبی-سرعت و دبی-سطح مقطع جریان در ایستگاه هیدرومتری واقع در خروجی حوزه در این مرحله ضرایب مربوط به رابطه توانی (رابطه ۴) و استدلالی (رابطه ۵) به ترتیب جهت برآورد سرعت اوج برای محاسبه مختصات آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک به صورت زیر تعیین شده است (۱۵، ۱۱):

ابتدا چندین رگبار ثبت شده توسط باران نگار ایستگاه ناورد در فصول غیر برفی انتخاب شد. گزارش سیلاب متناظر این رگبارها با محاسبه زمان تمرکز و زمان تاخیر تقریبی حوزه از روی ایستگاه هیدرومتری خرجیل واقع در خروجی حوزه جمع آوری شد. سپس آبنمود جریان سطحی برای سیلاب‌های انتخابی با تفکیک جریان پایه از آبنمود روان آب کل، استخراج شد. در تفکیک آب پایه، بسته به شکل آبنمود از روش‌های خطی و نیمه لگاریتمی استفاده شد.

هایتوگراف بارش موثر برای رگبارهای انتخابی با روش SCS^۱ محاسبه شد. سپس ابعاد آبنمود واحد طبیعی، به روش حداقل مربعات، برای وقایع انتخابی تعیین شد. در آخر، آبنمود شاخص با استفاده از آبنمودهای طبیعی تعیین شد (جدول ۱).

الف- به روش زیر آبنمودهای واحد مصنوعی استخراج و روابط بین دبی-سرعت و دبی - سطح مقطع و کمیت های مورفومتری حوزه تعیین شد:

ساخت آبنمود واحد گری

رابطه گری برای محاسبه درصد جریان در هر مقدار معین T/PR از رابطه زیر به دست آمد (۷۱۰):

$$Q/PR = \{ (25(\gamma))^q e^{(-\gamma/PR)} (t/PR)^{(q-1)} \} / T(q) \quad (۱)$$

که در آن:

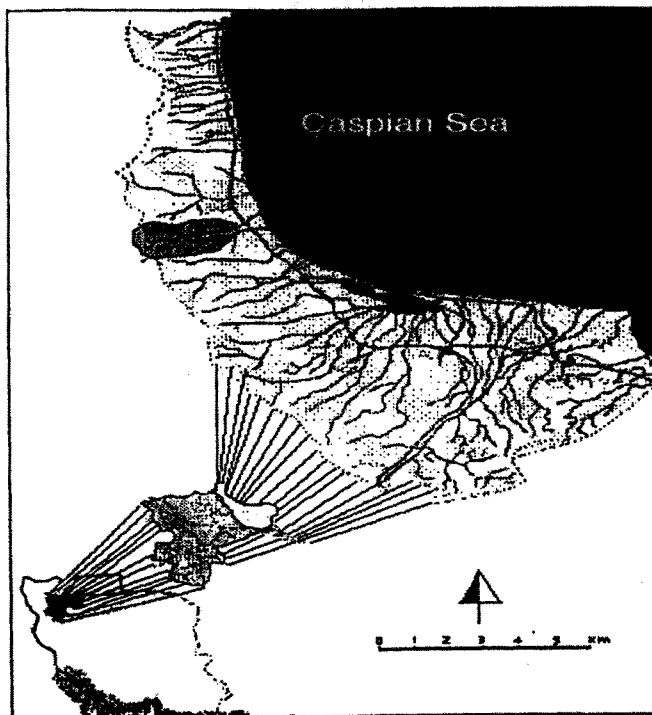
Q/PR ، درصد جریان در PR 25/0 برای مقدار مشخص T/PR ، q و γ ، به ترتیب پارامتر شکل و مقیاس؛ T، تابع گامای q برابر با $(q-1)!$ ، PR، زمان تا اوج آبنمود واحد به دقیقه (زمان تا اوج آبنمود واحد طبیعی یک ساعته حوزه مورد تحقیق ۵۱۰ دقیقه بود)، e، پایه لگاریتم نپرین، t، زمان به دقیقه و همچنین

(۲)

و نیز با توجه به رابطه (۱) می‌توان نوشت:

$$PR/\gamma = 1 / \{ 2.676/PR + 0.0139 \} \quad (۳)$$

^۱ - Soil Conservation Service (SCS)



شکل ۱- موقعیت حوزه مورد مطالعه (۲)

جدول ۱- مشخصات اصلی آبنمود های واحد طبیعی (دبی اوج به متر مکعب بر ثانیه، زمان تا اوج و زمان پایه به ساعت) و آبنمود واحد شاخص در حوزه معرف ناورد

مشخصات آبنمود / تاریخ	۱۳۷۷/۸/۲۰	۱۳۷۴/۴/۱	۱۳۷۴/۲/۴	۱۳۷۳/۷/۳۰	۱۳۷۳/۷/۲۳	۱۳۷۴/۵/۲۳	آبنمود شاخص
دبی اوج (متر مکعب بر ثانیه)	۵/۱	۵/۷۲	۵/۳۶	۷/۱۷	۷/۲۹	۸/۷۸	۶/۵۷
زمان تا اوج (ساعت)	۷	۷	۶	۸	۶	۷	۸/۵
زمان پایه (ساعت)	۳۰	۳۱	۵۷	۲۷	۳۵	۴۰	۳۶

$L^{2/3}$ بر آورد شد. Q ، دبی به متر مکعب بر ثانیه و IR ، شدت متوسط بارش موثر به متر بر ثانیه. تعیین کمیت های مورفومتری حوزه در این مرحله کمیت های مورفومتری مورد نیاز بعد از ترمیم و رتبه بندی آبراهه ها یا سیستم رتبه بندی استراهلر^۱ از روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ اندازه گیری و تعیین شد (جدول ۳).

$$V = m Q^n \quad (۴)$$

که در آن: V ، سرعت اوج به متر بر ثانیه (جدول ۲)؛ Q ، دبی اوج به متر مکعب بر ثانیه؛ m و n ، ضرایب معادله r ؛ ضریب همبستگی بین دبی - سرعت:

$$V = 0.369Q^{0.49} \quad r = 0.973$$

و

$$V = \alpha^{0.6} (A \cdot IR)^{0.4} \quad (۵)$$

که در آن: A ، مساحت حوزه به کیلومترمربع؛ α ، پارامتر موج جنبشی در حدود ۰/۱۶۹ (با معادله ابعادی

^۱- Strahler

جدول ۲ - مقادیر سرعت اوج بر آورد شده بر حسب متر بر ثانیه برای وقایع انتخابی

تاریخ	روش استدلالی	روش توانی
۱۳۷۴/۴/۱	۰/۷۲۶	۰/۷۷۵۳
۱۳۷۷/۸/۲۰	۰/۷۱۱۷	۰/۸۷۷۶
۱۳۷۳/۷/۲۳	۱/۱۲۷	۱/۱۶۸
۱۳۷۴/۵/۲۳	۱/۲۹۶	۱/۶۶۶۸
۱۳۷۳/۷/۳۰	۱/۱۳۰۵	۱/۲۷۲
۱۳۷۴/۲/۴	۱/۲۶۳۷	۱/۳۶۸

جدول ۳- کمیت های مورفومتری حوزه معرف ناورد

۲۶۶	مساحت حوزه به کیلو متر مربع
۱/۹۲۴۶	نسبت طول
۳/۸۳۴	نسبت انشعاب
۴/۷۱۸۵	نسبت مساحت
۲۰/۹	طول آبراهه با بالاترین رتبه (۵) به کیلومتر

محاسبه دبی اوج و زمان اوج آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک

دبی اوج و زمان اوج آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک از فرمول زیر محاسبه شد:

$$V/(L\Omega) \quad Q_p = (1.31RL)^{0.43} \quad (۶)$$

که در آن :

Qp، دبی اوج آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک (یک بر ساعت)، RL، نسبت طول؛ طول آبراهه با بالاترین رتبه (رتبه ۵) به کیلومتر، V، سرعت اوج جریان به متر بر ثانیه ، و

$$TP = (0.44 L\Omega RB^{0.55}) / \{RA^{0.55} RL^{0.38} V\} \quad (۷)$$

که در آن:

TP، زمان اوج بر حسب ساعت؛ RA، نسبت مساحت و RB، نسبت انشعاب است. با توجه به مقادیر V، RA، RL، و RB و ΩL مقادیر Qp و TP برای وقایع انتخابی محاسبه شد.

استخراج آبنمود واحد لحظه‌ای و آبنمود واحد برای وقایع انتخابی

تابع عمومی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک حوزه آبخیز رتبه (۵) به صورت زیر است:

(۸)

$$GIUH_{(t)} = \theta_1 \frac{d\phi_{1V}(t)}{dt} + \theta_2 \frac{d\phi_{2V}(t)}{dt} + \theta_3 \frac{d\phi_{3V}(t)}{dt} + \theta_4 \frac{d\phi_{4V}(t)}{dt} + \theta_5 \frac{d\phi_{5V}(t)}{dt}$$

که در آن: GIUH_(t)، عرض آبنمود واحد لحظه‌ای در لحظه t، $\theta_1(0)$ تا $\theta_5(0)$ ، احتمال وضعیت اولیه و $d\phi_{57}(t)/dt$ تا $17(t)/dt$ ، تغییرات احتمال انتقال فاصله زمانی.

احتمال وضعیت اولیه عبارت از سطح زهکشی شونده توسط آبراهه با رتبه معین به مساحت کل حوزه است. بنابراین با معلوم بودن مساحت مربوط به هر زیر حوزه با رتبه معین و مساحت کل حوزه، مقادیر $\theta_1(0)$ تا $\theta_5(0)$ محاسبه شد.

ماتریس احتمال انتقال فاصله زمانی به صورت تابع نمایی به صورت زیر نمایش داده می شود:

$$\varphi(t) = e^{-At} \quad (9)$$

که در آن:

$\varphi(t)$ ، ماتریس احتمال انتقال فاصله زمانی A ، ماتریس مقدار انتقال است.

برای محاسبه ماتریس احتمال انتقال فاصله زمانی، ابتدا ماتریس احتمال انتقال {عبارت از تعداد آبراهه‌های رتبه I که به رتبه J زهکش می‌شود (I و J برابر ۱ تا ۵ است) تقسیم بر تعداد کل آبراهه‌های رتبه I محاسبه شد. سپس به کمک سرعت‌های اوج به‌دست آمده و میانگین طول آبراهه‌های اندازه‌گیری شده، مقادیر ماتریس^۱ محاسبه شد. سپس به کمک ماتریس (میزان انتقال حاصل ضرب ماتریس عکس میانگین زمان انتظار در ماتریس احتمال انتقال) با توجه به رابطه (۸)، تغییرات ماتریس احتمال انتقال فاصله زمان در زمان‌های مختلف محاسبه شد. در آخر، با در اختیار داشتن ماتریس احتمال وضعیت اولیه و ماتریس احتمال انتقال فاصله زمانی، مختصات آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک، در فواصل زمانی مختلف محاسبه شد.

استخراج آبنمود واحد ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک برای وقایع انتخابی

در آبنمود واحد لحظه‌ای سطح زیر منحنی واحد است، در حالی که در آبنمود واحد، سطح زیر منحنی برابر با حجم رواناب مستقیم است. به طوری که اگر این حجم به مساحت حوزه تقسیم شود، معادل یک واحد ارتفاع رواناب خواهد بود. از طرفی در آبنمود واحد لحظه‌ای عرض آبنمود برحسب عکس زمان (یک بر ساعت) است. بنابراین اگر بخواهیم مختصات آبنمود واحد را بر حسب متر مکعب بر ثانیه محاسبه کنیم خواهیم داشت:

$$UH(t) = IUH(t) A P/3600 \quad (10)$$

که در آن:

$IUH(t)$ ، عرض آبنمود واحد لحظه‌ای در لحظه t (بر حسب یک بر ساعت)؛ A ، مساحت حوزه به کیلو متر مربع؛ P ، ارتفاع رواناب معادل یک میلی‌متر و $UH(t)$ دبی آبنمود واحد در لحظه t (بر حسب متر مکعب بر ثانیه).
ضمناً، آبنمود جریان سطحی برای وقایع انتخابی با در اختیار داشتن آبنمودهای واحد یک ساعته و هایتوگراف بارش موثر رگبارهای انتخابی، با عمل ضرب ماتریسی محاسبه شد.

نتایج

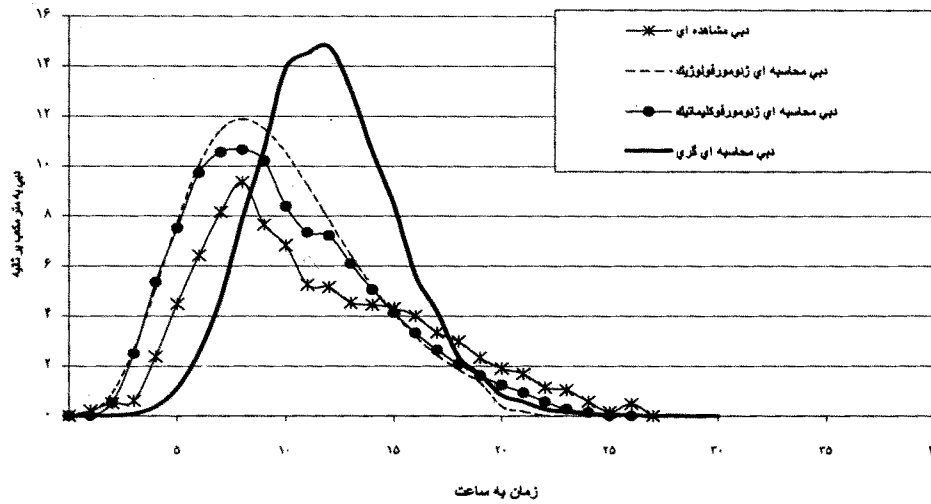
در اشکال (۲ تا ۴) آبنمود مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به روش‌های اشاره شده، به عنوان مثال، به ترتیب برای رگبارهای ۱۳۷۳/۷/۲۳، ۱۳۷۳/۷/۳۰، و ۱۳۷۴/۵/۲۳ آورده شده است.

برای ارزیابی مقدار انطباق آبنمودهای محاسبه شده به روش‌های مورد تحقیق با آبنمود مشاهده‌ای ابتدا از شاخص آماری درصد خطای نسبی (MRE^2) برای مقایسه دبی اوج (Q_p) زمان اوج (T_p) زمان پایه (T_P) و حجم جریان سطحی (V) استفاده شد. سپس برای مقایسه نظیر به نظیر مختصات آبنمودهای محاسبه‌ای با آبنمودهای مشاهده‌ای و رسیدن به برتری نسبی، از شاخص آماری معیار خطای برآورد (SSE^3) استفاده شده است.

^۱ - Mean Relative Error

^۲ - Sum of Square of Error

^۱ - عکس میانگین زمان انتظار از نسبت سرعت اوج تعیین شده به طول آبراهه با رتبه معین به‌دست می‌آید.

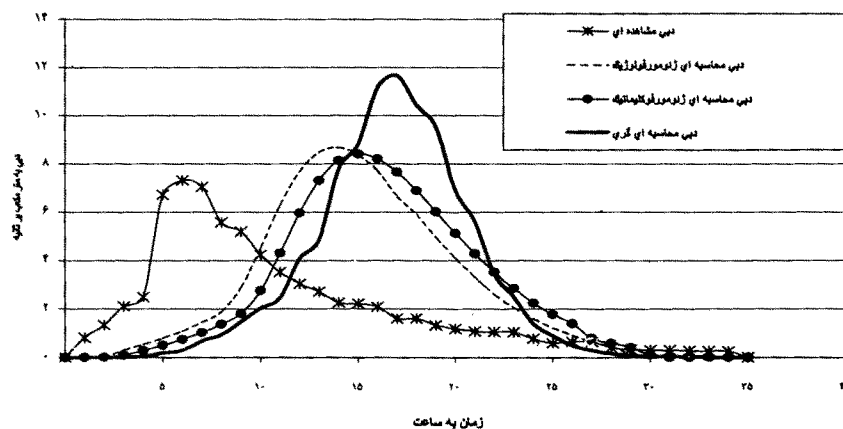


شکل ۲ - آبنمود مشاهده‌ای و مقایسه آن با آبنمودهای محاسبه‌ای به روش‌های مختلف برای رگیار تاریخ ۱۳۷۳/۷/۲۳
 جدول ۴ - میانگین درصد خطای نسبی مشخصه در روش‌های مورد تحقیق در بر آورد مشخصه‌های اصلی آبنمود

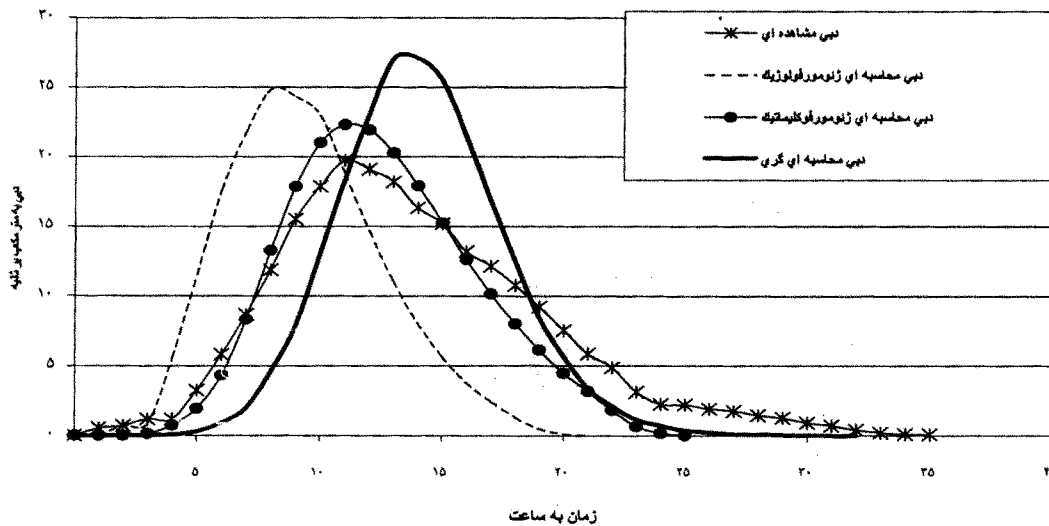
روش	خطای نسبی دبی اوج	خطای نسبی زمان اوج	خطای نسبی زمان پایه	خطای نسبی حجم
ژنومورفولوژیک	۲۹/۷۰۱	۱۶/۵۰۸	۳۰/۳۵۸	۳/۶۸۵
ژنومورفوکلیماتیک	۲۰/۲۱۷	۲۴/۴۴	۲۷/۷۶۵	۵/۳۰۵
گری	۸۱/۰۱۸	۱۵/۳۱۸	۲۵/۶۴۷	۳/۴۱۳

جدول ۵ - مقادیر میانگین معیار خطای بر آورد (SSE) برای روش‌های مورد تحقیق

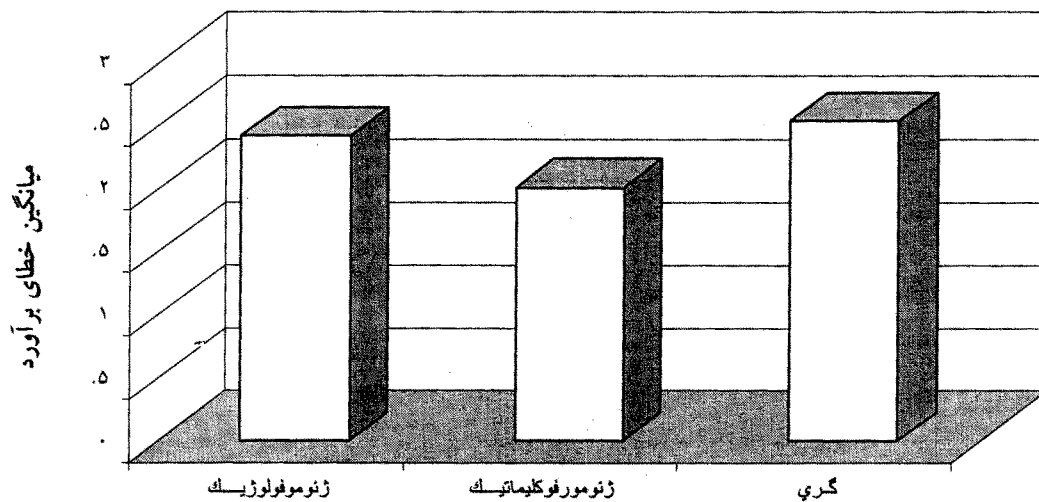
روش	۷۳/۷/۲۳	۷۳/۷/۳۰	۷۴/۲/۴	۷۴/۴/۱	۷۴/۵/۲۳	۷۷/۸/۲۰	میانگین خطا
ژنومورفولوژیک	-۰/۹۹۹	۳/۱۱۸	۵/۳۸۱	-۰/۲۶۵	۴/۶۰۸	-۰/۱۷۲	۲/۴۲۴
ژنومورفوکلیماتیک	-۰/۹۰۴	۳/۵۶۴	۵/۲۶۱	-۰/۱۷۳	۱/۹۶۳	-۰/۲۴۴	۲/۰۱۸
گری	-۰/۶۵۸	۲/۶۱۷	۵/۵۸۹	-۰/۹۴۹	۳/۸۷۸	۱/۵۷۸	۲/۵۴۵



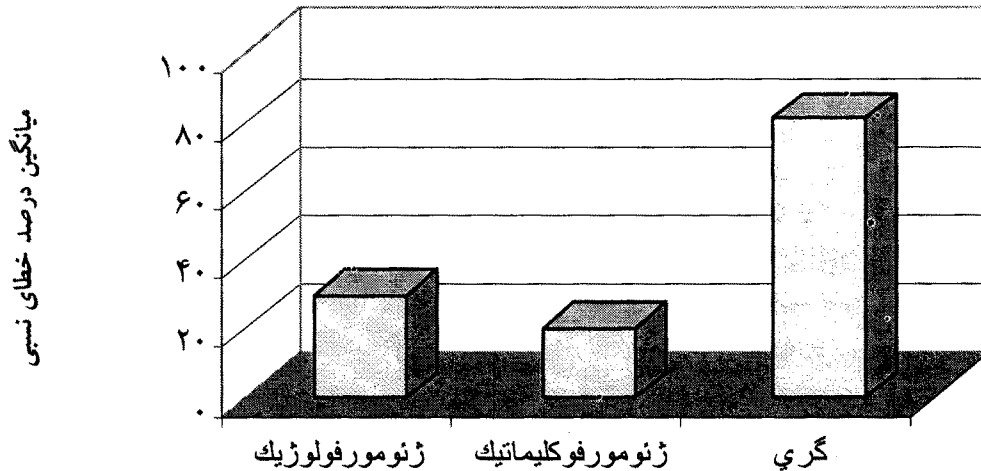
شکل ۳ - آبنمود مشاهده‌ای و مقایسه آن با آبنمودهای محاسبه‌ای به روش‌های مختلف برای رگیار تاریخ ۱۳۷۳/۷/۳۰



شکل ۴- آبنمود مشاهده ای و مقایسه آن با آبنمود های محاسبه ای به روش های مختلف برای رگبار تاریخ ۱۳۷۴/۵/۲۳



شکل ۵- میانگین درصد خطای نسبی روش های مورد تحقیق در برآورد دبی اوج سیلاب



شکل ۶ - مقایسه میانگین معیار خطای برآورد برای روش‌های مورد تحقیق

تأثیرگذار بر شکل آب‌نمود در حوزه مورد تحقیق، نظیر پوشش گیاهی (جنگل متراکم) و شکل نسبتاً کشیده حوزه، در پایین بودن دبی اوج مشاهده‌ای نسبت به محاسبه‌ای دخالت تعیین‌کننده‌ای داشته باشند.

مقایسه نظیر به نظیر مختصات بین آب‌نمودهای محاسبه‌ای با شاخص آماری (معیار خطای برآورد) نشان‌دهنده این است که دقت روش‌های مورد بررسی در برآورد مختصات آب‌نمود رواناب خروجی به ترتیب به‌صورت ژنومورفوکلیماتیک، ژنومورفولوژیک و گری است. مطابقت نسبتاً پایین روش ژنومورفولوژیک در تعیین ابعاد آب‌نمود رواناب خروجی ناشی از حساسیت زیاد این روش نسبت به سرعت اوج جریان و عدم توانایی برآورد دقیق آن است.

در ایران، در ارتباط با آب‌نمود واحد لحظه‌ای ژنومورفولوژیک و ژنومورفوکلیماتیک، تحقیقاتی توسط قهرمان (۱۳۷۴)، عرفانیان (۱۳۷۷)، حشمت پور (۱۳۷۸) و غیائی (۱۳۷۵) انجام شده است. نتایج مطالعاتی که

درصد کارایی نسبی: برای رسیدن به کارایی نسبی روش‌های مورد تحقیق، کارایی نسبی یکی از روش‌ها، مبنا (با کارایی ۱۰۰ درصد) فرض شده و درصد کارایی نسبی روش‌های دیگر، از روی نسبت معیار خطای برآورد روش مبنا به معیار خطای برآورد روش مورد نظر به دست می‌آید. بنابراین کارایی نسبی روش‌های ژنومورفولوژیک و ژنومورفوکلیماتیک نسبت به روش گری به ترتیب برابر با ۱۲۶/۱ و ۱۰۵/۰ درصد است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق معلوم کرد که در برآورد ویژگی دبی اوج، روش گری کارایی چندانی نداشته ولی در برآورد سایر ویژگی‌ها از جمله حجم رواناب مستقیم، زمان تداوم سیل و دبی حداکثر اختلاف قابل توجهی با دو روش ژنومورفولوژیک و ژنومورفوکلیماتیک دیده نشد. از آنجایی که تفاوت حجم سیلاب بین آب‌نمود مشاهده‌ای با آب‌نمودهای محاسبه‌ای زیاد نیست، به نظر می‌رسد عوامل

استفاده نمود. حشمت پور و همکاران (۱۳۸۱) بررسی کارایی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک را در بر آورد سیلاب مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه کار آنها نشان داد که روش ژئومورفولوژیک نسبت به سایر روش‌ها از کارایی بیشتری برخوردار است.

والداریس (۱۹۷۹)، قهرمان (۱۳۷۴)، سورمن (۱۹۹۵) انجام داده‌اند با این مطالعه مطابقت دارد. بنابراین با استفاده از محاسبه برآورد دبی و زمان اوج، می‌توان به کارایی مدل‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک پی برد. در مناطقی که اطلاعات آماری دقیقی در دسترس نیست و یا اطلاعات کمی وجود دارد می‌توان از این مدل که دارای دقت قابل توجهی است

منابع

- ۱- حشمت پور، علی، ۱۳۷۸. بررسی کارایی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در حوزه معرف کسلیان، پایان نامه کارشناسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مرتع و آبخیزداری، ص ۱۳۱.
- ۲- حشمت پور، علی، محسن محسنی ساروی، امیرسعدالدین و مهدی عرفانیان، ۱۳۸۱. بررسی کارایی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در بر آورد دبی سیلاب، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۵۵ (۱)، ص ۲۱-۳.
- ۳- شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان، گزارش سالانه حوزه معرف ناورود، سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۳.
- ۴- عرفانیان، مهدی، ۱۳۷۷. بررسی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در حوزه در جزین سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مرتع و آبخیزداری، ص ۱۲۳-۱.
- ۵- غیائی، نجف قلی، ۱۳۷۵. واسنجی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی و ژئومورفوکلیماتولوژی در حوزه آبخیز امامه، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۶- قهرمان، بیژن، ۱۳۷۴. آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی- آب و هوایی، دانشگاه فردوسی مشهد، نشریه دانشکده مهندسی، سال ۷، شماره ۱، ص ۵۶-۲۸.
- ۷- مارامایی، مشهد قلی، ۱۳۸۰. بررسی و کالیبراسیون هیدروگراف واحد مصنوعی GRAY, F.S.R، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه مازندران، دانشکده منابع طبیعی، ص ۵۳-۱.
- ۸- نجمایی، محمد، ۱۳۶۸. هیدرولوژی مهندسی، جلد ۲، انتشارات سارا، ص ۸۳-۳۰.
- 9- Alam, M.N. 1990. Case Study Evaluation of Geomorphological Rainfall Runoff Model Incorporating Linear Infiltration Expression, Hydological Processes, 40(1): 71-84.
- 10- Gray, D.M. 1961. Synthetic Unit Hydrographic for Small Watersheds, Journal of Hydraulic Division, ASCE. 87(4): 33-54.
- 11- Rodrigue-Itrube, I.M. & S. Gonzales, 1982. A geomorphoclimatic Theory of The Instantaneous Unit Hydrograph, Water Resources Research 18(4): 886-897.
- 12- Sorman, A.U. 1995. Estimation of Peak Discharge Using GIUH Model in Saudi Arabia, J. Water Res. Planning and Management, 121 (4): 243-287.
- 13- Sorman, A.U. & MJ. Abdulrazzak, 1973. Flood Hydrologic Estimation for Ungaged Wadis in Saudi Arabia, Journal of Water Resources Planning and Management. 119(1): 42-63.

- 14- Valdars, J.B., Y. Fiallo, and I. Rodrigues-Iturbe, 1979. A rainfall-Runoff Analysis of the Geomorphologic IUH, Water Resource. Res., 15 (6): 1334-1421.
- 15- Wagdany, A.L. & A.R. Rao. 1997. Estimation of the Velocity Parameters of the Geomorphological Instantaneous Unit Hydrograph, Water Resources Management. 11(1): 1-16.

An Investigation of Instantaneous Peak Geomorphologic and Geomorphoclimatic Unit and Gray Hydrographs Ability in Navrood Watershed

M. Habibnejad Roshan ¹

M. Ziatabar Ahmadi²

H. Ganjkanloo ³

Abstract

The study of relations between morphologic characteristics of basins and their hydrologic response is one of the important issues in the science of hydrology. Geomorphologic instantaneous unit hydrograph (G.I.U.H) and Geomorphoclimatic instantaneous unit hydrograph (Gc.I.U.H) and GRAY unit hydrograph are some results of the efforts in this field in order to evaluate the efficiency of these models in determination of the shape and ordinates of direct runoff hydrograph, Navrood representative basin in southwest ledge of Caspian Sea in west of Gilan Province was considered. Database of 6 events of rainfall-runoff in non-melting seasons was collected. Ordinate of unit hydrograph and direct runoff hydrograph were calculated by using the above models for selected events, separately. The results show that G.I.U.H and Gc.I.U.H models in comparison with GRAY model are better fit for use in determination of peak discharge in direct runoff hydrograph but there is no significant difference among them in determination of time to peak, base time and volume of direct runoff. In addition, Gc.I.U.H model in comparison with G.I.U.H is of a higher efficiency for determination of the ordinates of direct-runoff hydrograph especially in cases with less peak discharge.

Keywords: Representative basin, Unit hydrograph, Direct-runoff hydrograph, G.I.U.H, Gc.I.U.H, GRAY.

¹ - Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Mazandaran University (E-mail: roshanbah@yahoo.com)

² - Professor, Faculty of Agriculture, Mazandaran University

³ - Former Graduate student of Watershed Management, Mazandran University