فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش های فرسایش محیطی

شماره ٦، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۲٦-۱۱۵

شبیه‌سازی رواناب به روش هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیک (مطالعه‌موردی: حوزه بار _خراسان رضوی)

سمیه مشاری عشق آباد*[۱]، احمد نوحه‌گر[۲]، ابراهیم امیدوار[۳]

چکیده

با توجه به اینکه اکثر حوزه‌های کشور فاقد ایستگاه هیدرومتری می‌باشد، در سالهای اخیر روشهایی پیشنهاد شده تا با در دست داشتن سایر اطلاعات حوزه، که بر روی هیدرولوژی آن تأثیر می‌گذارد، بتوان میزان سیلاب را برآورد کرد. در این تحقیق سعی شده که با توجه به رابطه بین ژئومرفولوژی و هیدرولوژی، با در دست داشتن اطلاعات ژئومرفولوژی کمی، هیدروگراف سیل را شبیه سازی کند. که به آن روش هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیک (GIUH[۱]) می‌گویند. به این منظور ابتدا آبراهه‌های حوزه به روش استرالر رتبه بندی شد، سپس پارامترهای ژئومرفولوژی کمی شامل نسبت انشعاب (RB[۲])، نسبت مساحت (RA[۳])، نسبت طول (RL[٤]) و طول آبراهه بالاترین درجه (LΩ) بر اساس این رتبه بندی محاسبه گردید. و سپس با استفاده از این پارامترها و سرعت دبی اوج در خروجی حوزه، دبی اوج هیدروگراف واحد لحظه‌ای و زمان تا اوج هیدروگراف واحد لحظه‌ای محاسبه گردید. سپس برای ارزیابی مدل، تعداد ۵ واقعه سیلاب مشاهداتی ایستگاه هیدرومتری خروجی حوزه انتخاب و با هیدروگراف محاسباتی به روش GIUH مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد که این روش در این حوزه نسبتا مناسب بوده و اختلاف اندک بین دبی مشاهداتی و محاسباتی و زمان تا اوج مشاهداتی و محاسباتی، به خاطر احداث بندهای خاکی در سرشاخه‌های حوزه می‌باشد که تا حدودی هیدرولوژی آن را تحت تأثیر قرار داده‌است.

کلمات کلیدی

هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیک (GIUH)، سیلاب، ژئومرفولوژی، هیدرولوژی.

۱. دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان Email:mashari.phd@ hormozgan.ac.ir .

۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان. Email: nohegar@hormozgan.ac.ir.

۳. دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران Email:ebrahim_omidvar@yahoo.com.

1 - Geomorphologic instantaneous unit hydrograph
2 - Ratio of bifurcation
3 - Ratio of area
4 - Ratio of length

Runoff simulation using geomorphological instantaneous unit hydrograph (GIUH). (case study: Bar basin-Khorasan Razavi)

Mashari Eshgh Abad S[1], Nohegar A[2], Omidvar E[3]

Abstract

Considering the most of country have no gage station, in recent year one method can be proposed with the involvement of other information, which will affect hydrology condition. It can estimate flood water level. In this study, considering relationship between geomorphology and hydrology, using little information, flood hydrograph were simulated. This method is named geomorphological instantaneous unit hydrograph (GIUH). At first, the drainage basin was ranking using Strahler method. Then, the quantitative geomorphologic parameter concluding ratio of bifurcation (RB), ratio of area (RA), ratio of length (RL) and length of last order (LΩ) were calculated considering this ranking. Then using these parameters and the peak flow velocity in outlet, peak discharge in outlet and time to peak of instantaneous unit hydrograph were calculated. For model evaluation, five events were selected from hydrometry station in outlet of basin, compared with computational hydrograph using GIUH model. Result show that, this model is suitable for this area, and little difference between observed and computed hydrograph was due to construction of earth dams in upstream, which affect hydrology conditions.

Key words: geomorphological instantaneous unit hydrograph (GIUH), flood, geomorphology, hydrology.

1. Email:mashari.phd@ hormozgan.ac.ir
2. Email:nohegar@hormozgan.ac.ir.
3. Email:ebrahim_omidvar@yahoo.com.

۱- مقدمه

یکی از مشکلات اساسی در زمینه پیش بینی سیلاب، کمبود داده های هیدرولوژی و اقلیمی در اغلب حوزه‌های آبخیز کشور می‌باشد. با استفاده از رابطه بین ژئومرفولوژی و هیدرولوژی می‌توان هیدرولوژی حوزه را مورد بررسی قرار داد. نقش ژئومرفولوژی حوزه در کنترل پاسخ هیدرولوژیکی حوزه مدتی است که مشخص شده است. یک سری مطالعات (Barlow, 1915، Strang, 1928، Iglis and Pescuza, 1929، Snyder, 1938، Horton, 1945، Taylor and Schwartz, 1952) مفهوم رابطه بین هیدرولوژی و ژئومرفولوژی را در غالب روابط تجربی بیان کرده‌اند. نصیری و یمانی (۱۳۸۸) نیز در زیرحوزه امامه میزان رواناب را به روش شبکه عصبی مصنوعی زئومرفولوژیکی برای برآورد رواناب استفاده کرد و به این نتیجه رسید که میان عوامل ژئومرفولوژی و هیدرولوژی وابستگی زیادی وجود دارد، و در مطالعات ژئومرفولوژی حتما باید عوامل ژئومرفولوژی را در نظر گرفت. ارتباط بین پارامترهای ژئومرفولوژیکی این امکان را فراهم می‌کند که در حوزه‌هایی که از نظر ژئومرفولوژیکی تشابه وجود دارد با ایجاد روابط بین این دو، اقدام به پیش بینی سیلاب در حوزه‌های دارای آمار و تعمیم آن به حوزه‌های مشابه فاقد آمار نمود. ویژگی‌های ژئومرفولوژیکی حوزه میزان تولید رواناب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به طوری که ویژگی‌های خاک و ژئومرفولوژیکی مقدار بارش مازاد را تعیین می‌کند (Jain and Sinha, 2003). Snyder (1938) دریافت که مساحت حوزه، شکل حوزه، توپوگرافی، شیب کانال، تراکم آبراهه و ذخیره کانال روی شکل هیدروگراف تأثیر می‌گذارد. و بر این اساس معادله تجربی هیدروگراف واحد را پیشنهاد داد. Clark (1945) دریافت که شکل سطح زهکشی روی شکل هیدروگراف تأثیر می‌گذارد. Nash (1960) با مطالعه‌ای که روی ۹۰ ایستگاه در ۲۳ حوزه در انگلیس انجام داد و به این نتیجه رسید که هیدروگراف واحد لحظه‌ای (IUH) با ۷ خصوصیت مختلف توپوگرافی (مساحت حوزه، طول بلندترین آبراهه، شیب سطح زمین، تغییرات در شیب سطح زمین و فواصل آبراهه‌ها) تغییر می‌کند. و با استفاده از آنالیز رگرسیون یک معادله عمومی برای IUH بدست آورد.

Rodrigues Iturbe and Valdes (1979) یک مجموعه از معادلات پایه را برای حوزه درجه سوم فراهم کردند. این مفهوم یک پنجره جدید محاسبات هیدرولوژیکی، مخصوصا برای حوزه‌های فاقد آمار باز کرد. Rodrigues Iturbe et al (1979) روشی تحت عنوان هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیکی (GIUH) را براساس ارتباط بین عوامل ژئومرفولوژی، اقلیم و هیدرولوژی ارائه نمودند، که این روش براساس پارامترهای ژئومرفولوژیکی کمی حوزه مانند نسبت انشعاب، نسبت طول، نسبت مساحت، طول بالاترین درجه آبراهه، شدت بارش و سرعت در دبی اوج سیلاب، هیدروگراف واحد لحظه‌ای را استخراج می‌کند. کلیه پارامترهای این مدل با توجه به خصویات ژئومرفولوژیکی حوزه قابل محاسبه می باشد. در این مطالعه برای محاسبه سرعت دبی اوج در خروجی از اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری استفاده شده که برای یک حوزه بدون آمار می توان این مقدار را با روش مانینگ و توسط خصوصیات فیزیکی حوزه برآورد کرد (Gibbs et al, 2010). Bhagwat et al (2011) هیدروگراف واحد لحظه‌ای

ژئومرفولوژیک را برای زیرحوزه‌های مختلف حوزه رودخانه وارادا با توجه به خصوصیات مختلف ژئومرفولوژیکی این زیرحوزه ها محاسه کرد و مدیریت این زیرحوزه ها را براساس نتایج این مطالعه برنامه ریزی کرد. Khaleghi et al (2011) در حوزه کسیلیان استان مازندران، به چندین روش (اشنایدر، SCS، Trianglar، Rosso و GIUH) هیدروگراف سیل را شبیه سازی کرد و پس از مقایسه با داده‌های مشاهداتی به این نتیجه رسید که روش GIUH بهترین نتیجه را داده است. Adib et al (2010) در حوزه کسیلیان، هیدروگراف واحد را به چهار روش GcIUH-Clark، GIUH-Nash، Clark-IUH و Nash-IUH شبیه سازی کرد و به این نتیجه رسید که روش GcIUH-Clark و GIUH-Nash که بر اساس ژئومرفولوژی حوزه می‌باشد، نتیجه بهتری از دو روش دیگر داده است. در سال ۱۹۸۰ گوپتا و همکاران مدل ساده‌ای از GIUH را در سه حوزه ایلینویز مورد بررسی قرار دادند. بعد از آن محققین زیادی مانند Valdes et al (1971)، Allam et al (1987)، Sorman (1995) ، Jain et al (1997)، et al Bhaskar (1997)، Jain and Sinha (2003)، Kumar et al (2004)، Sarangi et al (2007) به بررسی مدل GIUH پرداختند و به نتایج قابل قبولی رسیدند.

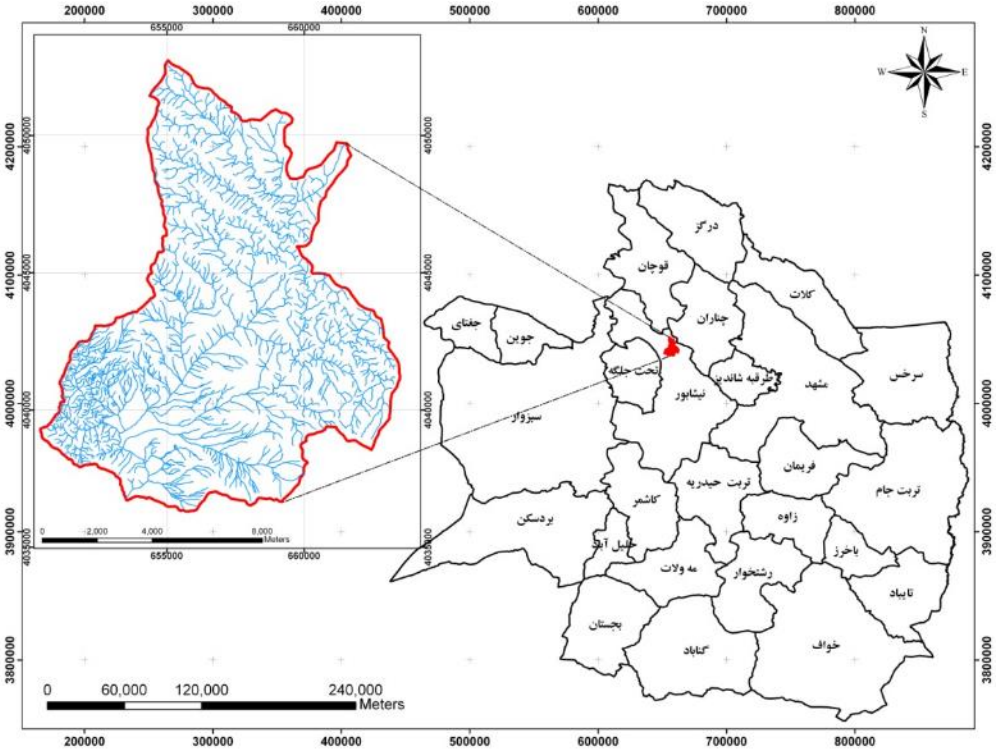
روش GIUH در ایران توسط غیاثی (۱۳۷۵) در حوزه امامه، رحیمیان (۱۳۷٤) در حوزه پس کوهک شیراز، عرفانیان (۱۳۸۲) در حوزه سمنان، محمودی و همکاران (۱۳۸۳) در حوزه امامه، نصیری (۱۳۸٤) در حوزه امامه، محمودی و همکاران (۱۳۸٦) در حوزه گنگیر ایلام ارزیابی گردید و به این نتیجه رسیدند که با توجه هزینه و وقت لازم برای اجرای مطالعه این مدل نتایج قابل قبولی را نشان داده است.

هدف از این مطالعه در این حوزه که دارای ایستگاه هیدرومتری است، محاسبه هیدروگراف سیل و مقایسه آن با سیلاب مشاهداتی می باشد. و نتایج آن قابل ارزیابی توسط سیلابهای مشاهداتی می باشد. این روش قبلا در چند حوزه در نقاط مختلف انجام شده ولی در این منطقه و استان انجام نشده است. همچنین در این حوزه یک سری بند خاکی توسط بومیان منطقه احداث شده که با استفاده از این روش می توان تأثیر احداث این بندها روی هیدروگراف سیل را ارزیابی کرد.

مواد و روشها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بار- اریه نیشابور به مساحت ۱۱۳۸۸ هکتار در جنوب غربی سلسله جبال بینالود در ۸۲ کیلومتری شمال غربی مشهد قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه حد واسط "۳۸ '۲۷ °۳٦ تا "۳۲ '۳٦ °۳٦ عرض شمالی و"٤٦ '٤۰ °۵۸ تا "۳۱ '٤۹ °۵۸ طول شرقی قرار دارد. متوسط ارتفاع حوزه آبخیز بار ۲۲۲٦ متر و در محل ایستگاه هیدرومتری ۱۵٦۰ متر می‌باشد. محیط حوزه آبخیز ۵٤ کیلومتر و شیب متوسط آن ۱۱/۹ درصد محاسبه گردیده است. آب و هوای منطقه نیمه خشک و متوسط درجه حرارت آن ۵/٤ درجه سانتی‌گراد و میزان متوسط بارندگی سالانه آن ۳۳۰/٤ میلی‌متر است. متوسط دبی آن ۰/٦٦ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد.



شکل ١: موقعیت جغرافیایی حوزه بار در استان خراسان رضوی

٢-٢- داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه از نقشه‌های ١:٢٥٠٠٠ سازمان نقشه برداری کشور استفاده گردید. نقشه توپوگرافی و شبکه زهکشی از این نقشه ها استخراج گردید و با توجه به موقعیت ایستگاه هیدرومتری بار-اریه مرز بالادست ایستگاه بسته شد و کلیه پارامترهای ژئومرفولوژیکی از آن استخراج گردید. سرعت آب در خروجی حوزه نیز از اطلاعات سیلاب برداشت شده توسط اداره آب منطقه‌ای خراسان رضوی استخراج گردید. که این سرعت توسط مولینه در هر سیلاب برداشت شده است. برای ارزیابی مدل نیز از اطلاعات دبی برداشت شده توسط آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی استفاده گردید. که در این مطالعه که به صورت تک واقعه اجرا شده، برای ارزیابی از ٦ واقعه که از صحت بیشتری برخوردار بود انجام گردید. که این صحت با مقایسه اطلاعات دبی ایستگاه بار-اریه با اطلاعات بارش ایستگاه باران سنجی ماروسک که همبستگی بیشتری با دبی مشاهداتی از ایستگاه بار-اریه داشت انجام شد.

٢-٣- روش کار

هیدروگراف واحد لحظه ای ژئومرفولوژیکی:

در تئوری هیدروگراف واحد لحظه ای ژئومرفولوژیکی (GIUH)، تلاش شده است که با ارتباط دادن هیدروگراف با مشخصات ژئومرفولوژیکی، پاسخ هیدرولوژیکی حوزه به رواناب سطحی مورد ارزیابی قرار گیرد. تئوری GIUH به عنوان تابع چگالی احتمال رسیدن یک قطره آب به خروجی حوزه تعریف می شود که به طور تصادفی انتخاب شده باشد. معادله GIUH برای یک حوزه درجه ٦ به صورت زیر تعریف میشود:

رابطه ۱:

$$\mathrm{GIUH(t)} = \frac{d\emptyset_7(t)}{dt} = \theta_1(0).\frac{d\emptyset_{17}(t)}{dt} + \theta_2(0).\frac{d\emptyset_{27}(t)}{dt} + \theta_3(0).\frac{d\emptyset_{37}(t)}{dt} + \theta_4(0).\frac{d\emptyset_{47}(t)}{dt} + \theta_5(0).\frac{d\emptyset_{57}(t)}{dt} + \theta_6(0).\frac{d\emptyset_{67}(t)}{dt}$$

که در آن Øn (t)، احتمال وضعیت (احتمال اینکه یک قطره بارش در لحظه t) در خروجی حوزه‌است. Θn (0)، احتمال وضعیت اولیه (احتمال افتادن قطره آب به دامنه های رتبه i) و Øi(n+1) (t)، احتمال تغییر مسیر (از حالت i به (N+1) در لحظه t) می‌باشد.

با توجه به اینکه ارزیابی و حل این معادله کار مشکلی است، رودریگوئز–اتیورب و والدیز در سال ۱۹۷۹ پیشنهاد کردند که بر اساس پارامترهای هیدرودینامیکی سرعت آب در اوج سیلاب (V) و همچنین پارامترهای ژئومرفولوژی کمی حوزه مانند RB، RA، RL و LΩ می توان qp (دبی پیک) و tp (زمان تا اوج) را استخراج و بر اساس آن به تهیه هیدروگراف واحد لحظه ای ژئومرفولوژی اقدام کرد.

رابطه ۲:

$$q_p = \frac{1.31}{L_\Omega} R_L^{0.43} V$$

$$t_p = \frac{0.44 L_\Omega}{V} \left[\frac{R_B}{R_A}\right]^{0.55} R_L^{-0.38}$$

رابطه۳:

tp و qp محاسبه شده از روابط مذکور به ساعت و بر ساعت می باشد، بنابراین روابط زیر برای محاسبه دبی اوج و زمان تا اوج هیدروگراف خروجی سیلاب ارائه شده است.

رابطه ٤:

$$Qp = {}^{qp}/_{3600} * {}^{ir}/_{100} * A$$

رابطه ٥:

$$T_p = t_p + 0.75 t_r$$

که در آن:

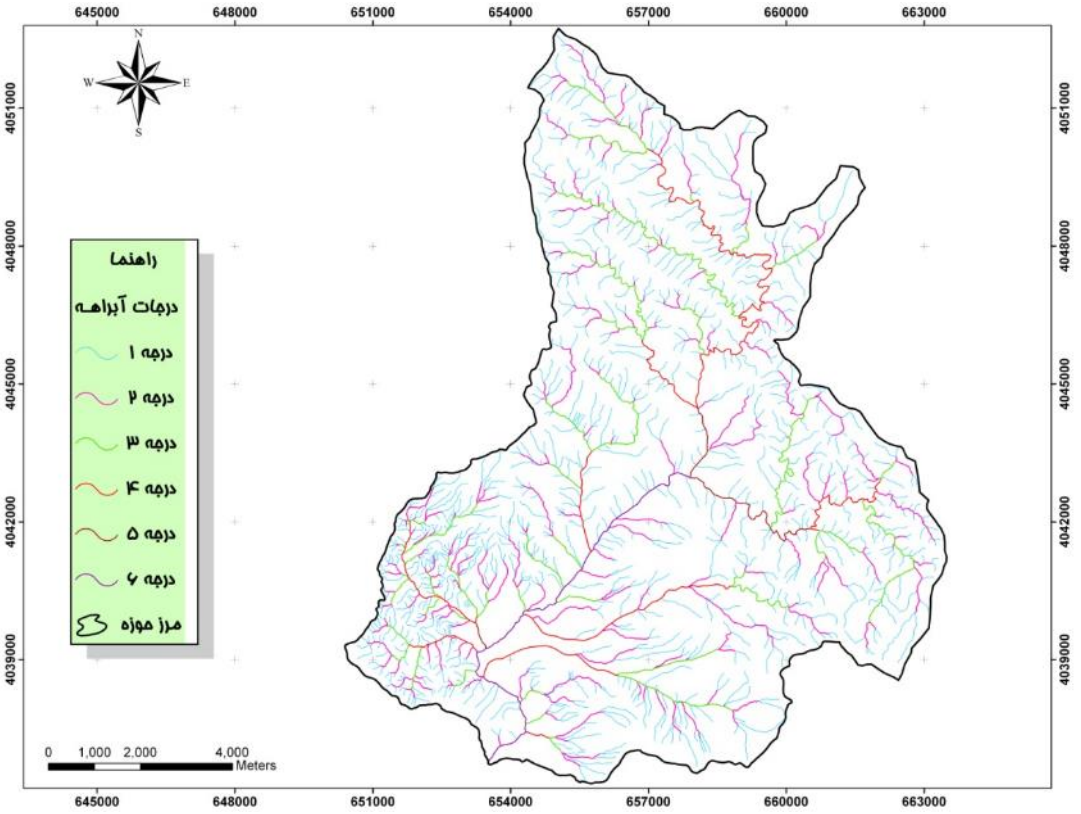
A: مساحت حوزه (متر مربع)

ir: شدت بارش (سانتی متر در ساعت)

tr: مدت بارش موثر (ساعت)

مبانی هرگونه تجزیه و تحلیل عددی ویژگیهای حوزه آبخیز، با مفهوم رده بندی آبراهه ارتباط دارد. در نتیجه اولین گام در مطالعه ویژگی‌های سیستم آبراهه، تجزیه و تحلیل ترکیب آبراهه و سرشاخه‌ها و درجه بندی آن می باشد. در این مدل از روش استرالر برای رده بندی آبراهه استفاده شد (شکل ۲). و مساحت آبراهه-های درجات مختلف در محیط ArcGIS مشخص گردید. در محاسبه مساحت هر درجه از آبراهه، مساحت آبراهه‌های پایینتر که به آن وارد می‌شوند نیز باید منظور گردد. پس از درجه بندی آبراهه، تعداد هر درجه از

آبراهه، طول متوسط هر درجه و مساحت متوسط آن محاسبه شده و پارامترهای ژئومرفولوژیکی حوزه شامل نسبت انشعاب (RB)، نسبت مساحت (RA)، نسبت طول (RL) و طول آبراهه بالاترین درجه (LΩ) محاسبه گردید.



شکل ۲: نقشه آبراهه‌های رتبه بندی شده حوزه بار به روش استرالر

در این تحقیق جهت محاسبه RB، RA، RL از روش ترسیمی جین و دیگران (۱۹۹۷) استفاده شده است. در این روش اگر رتبه آبراهه روی محور افقی و تعداد، متوسط طول و متوسط مساحت هر رتبه روی محور لگاریتمی عمودی ترسیم شود، شیب خطهای به دست آمده، لگاریتم نسبت انشعاب، مساحت و طول است و چنانچه از آن آنتی لوگ گرفته شود نسبتهای مذکور به دست می آید. با استفاده از پارامترهای ژئومرفولوژیکی (نسبت انشعاب (RB)، نسبت مساحت (RA)، نسبت طول (RL) و طول آبراهه بالاترین درجه (LΩ)) و هیدرودینامیکی (سرعت دبی اوج در خروجی حوزه (V) پارامترهای qp (دبی اوج ژئومرفیک بر ساعت) و tp (زمان تا اوج ژئومرفیک به ساعت) استخراج (رابطه ۲ و ۳) و بر اساس آن Qp (دبی به متر مکعب در ثانیه) و Tp (زمان تا اوج به ساعت) هیدروگراف خروجی برای مدل GIUH بدست‌آمد (رابطه ٤ و ٥).

سپس برای ارزیابی مدل، تعداد ٥ واقعه منفرد بارندگی-رواناب که از صحت بیشتری برخوردار بودند، از ایستگاههای باران سنج ثبات ماروسک و هیدرومتری بار-اریه انتخاب گردیدند تا با هیدروگراف ساخته شده مقایسه و ازیابی گردد. برای این منظور ابتدا پس از جداسازی جریان پایه، هیدروگراف سیل استخراج

گردید و ارتفاع و زمان بارش موثر با استفاده از شاخص فی محاسبه گردید. و این هیدروگراف با هیدروگراف سیل مشاهداتی مقایسه گردید.

۲- نتایج

پس از درجه بندی آبراهه‌های حوزه، پارامترهای ژئومرفولوژیکی حوزه شامل نسبت انشعاب (RB)، نسبت مساحت (RA)، نسبت طول (RL) و طول آبراهه بالاترین درجه (LΩ) محاسبه گردید. که نتایج آن مطابق جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱: مقادیر پارامترهای ژئومرفولوژی کمی حوزه بار

درجه آبراهه	تعداد آبراهه	به وسیله مساحت(Km^2)	به وسیله طول(Km)
1	940	0/074	0/335
2	194	0/330	0/529
3	45	1/618	1/410
4	11	8/001	3/212
5	3	21/750	2/124
6	1	115/871	10/175
AΩ=115/87(KM2) LΩ=10/175	RB=3/9536	RA=4/2756	RL=1/8750

با استفاده از این پارامترها و سرعت دبی اوج در خروجی حوزه، با استفاده از روابط ۲ و ۳، qp (دبی پیک) و tp (زمان تا اوج) را استخراج و بر اساس آن به تهیه هیدروگراف واحد لحظه ای ژئومرفولوژی اقدام کرد. سپس با استفاده ازروابط ٤ و ٥ دبی اوج (Tp) و زمان تا اوج (Qo) هیدروگراف خروجی سیلاب محاسبه شد.

سپس برای هر کدام از وقایع دبی اوج و زمان تا اوج مشاهداتی با دبی اوج و زمان تا اوج محاسبه شده از مدل GIUH مقایسه گردید.

برای ارزیابی کارایی مدل در پیش بینی سیلاب، از تابع خطا (ERR) (رابطه ٦) و میانگین درصد خطای نسبی (رابطه ۷) استفاده شد. که براساس مقایسه دبی پیک مشاهداتی و محاسباتی تعیین می‌گردد (جدول ۲):

رابطه ٦:

$$ERR = \left[\left(\frac{Qp_o - Qp_e}{Qp_e}\right) + \left(\frac{Tp_o - Tp_e}{Tp_e}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \times 100$$

که در آن:

Qp_o: دبی پیک مشاهداتی

Qo_e: دبی پیک محاسباتی

Tp_o: زمان تا اوج مشاهداتی

Tp_e: زمان تا اوج محاسباتی

رابطه ۷:

$$RME = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} REi$$

رابطه ۸:

$$REi = \frac{Qp_o - Qp_e}{Qp_o} \times 100$$

RME: میانگین درصد خطای نسبی

REi: درصد خطای نسبی دبی پیک در هر برآورد

Qp_o: دبی پیک مشاهداتی

Qo_e: دبی پیک محاسباتی

جدول ۲- مقادیر پارامترهای مشاهداتی و محاسباتی ۵ واقعه انتخاب شده در حوزه بار

تاریخ سیل	زمان تا اوج محاسباتی	زمان تا اوج مشاهداتی	دبی محاسباتی	دبی مشاهداتی	تابع خطا(٪)	درصد خطای نسبی
	Tp_e	Tp_o	Qp_e	Qp_o	ERR	REi
69/12/16	3/93	3/00	4/25	3/15	35/05	34/88
70/12/26	3/48	4/50	5/38	4/91	30/71	9/59
72/03/09	3/37	3/00	7/49	5/09	33/81	47/12
74/11/16	3/77	5/00	4/42	3/72	36/09	18/73
76/10/16	4/78	5/00	1/67	1/35	19/56	23/44
RME (میانگین درصد خطای نسبی)						41/26

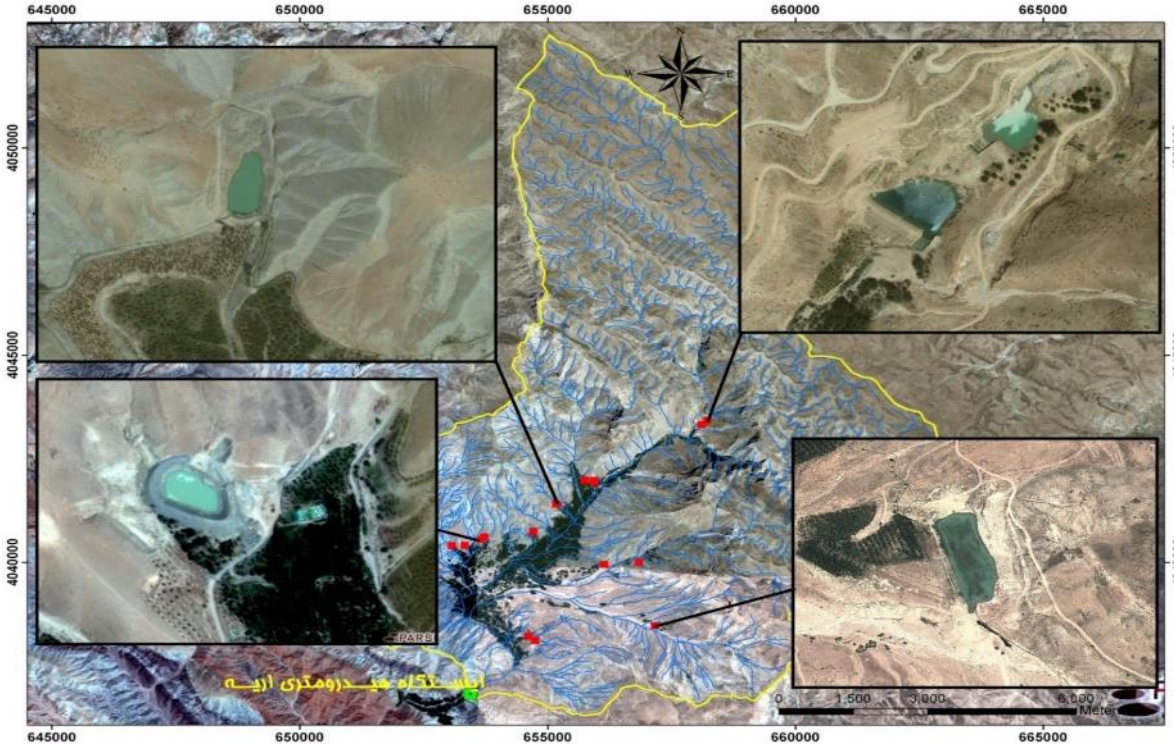
۳- بحث و نتیجه گیری

این مدل نیاز به فاکتورهای کمی دارد و فقط با شکل حوزه و سرعت دبی در اوج سیلاب، هیدروگراف واحد را شبیه سازی می کند. و یکسری فاکتورها مانند کاربری و خصوصیات بارش و ... را در نظر نمی‌گیرد. بنابراین با توجه به اینکه اطلاعات شکل حوزه از نقشه توپوگرافی قابل استخراج بوده، و تقریبا برای کل کشور قابل دسترس می‌باشد، و از طرفی با داشتن اطلاعات از شکل آبراهه اصلی سرعت دبی آب نیز در حوزه‌های بدون داده از روشهای تجربی قابل برآورد می‌باشد، بنابراین این مدل در هر منطقه ای قابل اجرا خواهد بود. و با توجه به وقت و هزینه کم اجرای آن قابل توجیه می‌باشد، و با توجه به دقت مورد نیاز

از خروجی مدل استفاده می‌شود. در این تحقیق نتایج نشان می‌دهد که مدل GIUH در این منطقه نسبتا کارایی خوبی دارد. البته با توجه به دبی پیک و زمان تا اوج هیدروگراف محاسباتی و مشاهداتی با هم متفاوت می باشد و مشاهده شد دبی محاسباتی در همه وقایع از دبی مشاهداتی بیشتر بود و این میتواند به دلیل احداث بندهای خاکی در سرشاخه های حوزه توسط بومیان منطقه باشد (شکل ۳)، که حجمی از آب را ذخیره و مانع رسیدن آن به خروجی حوزه می‌شوند. محمودی (۱۳۸٦) نیز در اجرای این مدل در حوزه کنگیر به همین نتیجه رسید، البته در حوزه کنگیر بخاطر اشکال کارستی و ژئومرفولوژی خاص آن میزان رواناب کمتر شده، علاوه بر این خصوصیات بارش (مانند شدت و ...) نیز روی دبی و زمان تا اوج بدون تاثیر نبوده است.

در مورد زمان تا پیک نیز این مسئله به مشاهده می شود. یعنی در بیشتر موارد زمان تا پیک برآوردی از مشاهداتی کمتر است، که این نیز به خاطر احداث بندهای خاکی در بالادست می‌باشد که باعث تمرکز آب و افزایش زمان لازم برای رسیدن آب به خروجی حوزه می‌شود. ولی در دو واقعه (٦۹/۱۲/۱٦ و ۷۲/۰۳/۰۹) نیز با اختلاف کمی کمتر برآورد شده که این مسئله به خاطر محدود کردن بستر رودخانه در کنار باغات می‌باشد که در نتیجه آن سرعت آب بالاتر رفته و زمان تا پیک کمتر شده‌است.

با توجه به اینکه این مدل در مناطق دیگر با شرایط تقریبا مشابه نتایج خوبی داده است، در نتیجه می توان این اختلاف را در نتیجه احداث این بندها در نظر گرفت و میزان تاثیر این بندها را نیز برآورد کرد. استفاده از این روش با توجه به هدف تحقیق و دقت و هزینه مورد نظر در شرایط مختلف مورد استفاده می‌باشد. مخصوصا برای حوزه هایی که فاقد ایستگاه اندازه‌گیری هستند.



شکل ۳- موقعیت ایستگاه هیدرومتری بار-اریه و بندهای احداث شده در بالادست حوزه

منابع

١- رحیمیان، ر. و زارع، م.، ١٣٧٤. کاربرد هیدروگراف واحد لحظه ای ژئومرفولوژی جهت بررسی در حوزه‌های فاقد آمار. مجموعه مقالات سومین سمینار هیدرولوژی وزارت نیرو. ص ٢٠٣-٢٢٧.

٢- عرفانیان، م. و تلوری، ع.، ١٣٨٢. بسط تئوری هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیک و ژئومرفوکلیماتیک در حوزه آبخیز سمنان. ششمین کنفرانس بین المللی عمران. ص ١١٣-١٢٠.

٣- غیاثی، ن.، ١٣٧٥. واسنجی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژی و ژئوموفوکلیماتولوژی حوزه آبخیز امامه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

٤- محمودی، ف.، عیوضی، ج.، یمانی، م. و نصیری، ع.، ١٣٨٣. برآورد سیل با استفاده از آنالیز GIUH (مطالعه موردی: حوزه امامه). نشریه علوم جغرافیایی، ٣(٣و٤): ١١-٣٠.

٥- محمودی، ف.، یمانی، م. و بهرامی، ش.، ١٣٨٦. ارزیابی مدل هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومرفولوژیکی (GIUH) در حوزه آبخیز کنگیر (ایوان غرب). مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ٦٠: ١-٤.

٦- نصیری، ع.، ١٣٨٤. آنالیز روابط متغیرهای ژئومرفولوژی-هیدرولوژی در مدلسازی برآورد سیل در حوزه امامه. پایانامه دکتری، دانشگاه تهران.

٧- نصیری، م.، یمانی، م.، ١٣٨٨. تجزیه و تحلیل شبکه‌های عصبی مصنوعی ژئومرفولوژیکی در برآورد رواناب مستقیم (حوزه جاجرود، زیرحوزه امامه). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ٦٨: ٣٣-٤٤.

.

8- Adib, A., Salarijazi, M., Vaghefi, M., Mahmoodian Shooshtari, M., Akhonali, A. M., 2010. Comparison between GcIUH-Clark, GIUH-Nash, Clark-IUH, and Nash-IUH models. Turkish J. Eng. Env. Sci.34, 91 – 103.

9- Allam, M. N. and Balkhair, K. S., 1987. Case study evaluation of geomorphologic instantaneous unit hydrograph. Water Resources Management 1, 267-291

10- Barlow, 1915 (cited in Subramanya, K, 1994).

11- Bhagwat, T. N., Shetty, A., Hegde, V.S., 2011. Spatial variation in drainage characteristics and geomorphic instantaneous unit hydrograph (GIUH); implications for watershed management. A case study of the Varada River basin, Northern Karnataka. Catena, 87, 52–59.

12- Bhaskar, N.R., Parida, B.P. and Nayal, A.K., 1997. Flood estimation for ungauged catchment using the GIUH. Journal of Water Resources Planning and Management 7, 228-238.

13- Clark, C. O.: 1945, 'Storage and the Unit Hydrograph', Trans. Am. Soc. Civil Eng. 110, 1419–1488.

14- Gibbs, M.S., Dandy, G.C., Maier, H.R., 2010. Evaluation of parameter setting for two GIS based unit hydrograph models. Journal of Hydrology, 393, 197–205.

15- Gupta, V., Waymire,E., Wang,C., 1980. A representation of an instantaneous unit hydrograph from geomorphology. Water Resource Research 16(5),855-862.

16- Horton, R. E.: 1945, 'Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology, Bull. Geol. Soc. Amer. 56, 275–370.

17- Inglis and Desouza: 1929, (cited in Subramanya, K, 1994).

18- Jain, S.K., Chowdhry,H., Seth,S.M., Nema, R.K., (1997) Flood estimation using a GIUH based on a conceptual rainfall-runoff model and GIS. ITC J 1997-1:20–25.

19- Jain,V., Sinha, R.,2003.Derivation of Unit Hydrograph from GIUH Analysis for a Himalayan River. Water Resources Management 17, 335-375

20- Jain,V., Sinha,R., 2003. Evaluation of geomorphic control on flood hazard through Geomorphic Instantaneous Unit Hydrograph. Current Science 85(11), 1596-1598.

21- Khaleghi, M. R., Gholami, V., Ghodusi, J., Hosseini, H., 2011. Efficiency of the geomorphologic instantaneous unit hydrograph method in flood hydrograph simulation. Catena, 87, 163–171.

22- Kumar, R., Chatterjee, C., Singh,R.D., Lohani,A.K., Kumar, S., 2004. GIUH based Clark and Nash models for runoff estimation for an ungauged basin and their uncertainty analysis. IntL. J. River Basin Management 2(4), 281-290
23- Nash, J. E.: 1960, 'A Unit Hydrograph study, with particular reference to British catchments', Proc. Inst. Civil Engg. 17, 249–282.
24- Rodriguez-Iturbe, I. and Valdes, J. B.: 1979, 'The geomorphologic structure of hydrologic response', Water Res. Res. 15(6), 1409–1420.
25- Rodriguez-Iturbe, I., Devoto, G. and Valdes, J. B.: 1979, 'Discharge response analysis and hydrologic similarity: The interrelation between the geomorphologic IUH and the storm characteristics', Water Res. Res. 15(6), 1435–1444.
26- Sarangi , A., Madramootoo, C.A., Enright, P., Prahser, S.O.,2007. evaluation of three unit hydrograph models to predict the surface runoff from a Canadian watershed. Water Resources Management 21(7), 1127-1143
27- Snyder, F. F.: 1938, 'Synthetic Unitgraphs', Transactions of American Geophysics Union, 19th Annual Meeting, Part 2, p. 447.
28- Sorman, A.U., 1995.Estimation of peak discharge using GIUH model in Saudi Arabia. J Water Resour Plann Manage 121(4), 287–293
29- Strange: 1928, (cited in Subramanya, K., 1994).
30- Taylor, A. B. and Schwartz, H. E.: 1952, 'Unit-hydrograph lag and peak flow related to basin characteristics', Transact. Amer. Geophys. Union 33, 235–246.
31- Valdes, J., Fiallo.Y., Rodriguez-Iturbe, I., 1979.A rainfall-runoff analysis of the geomorphologic IUH. Water Resources Research 15 (6), 1421–1434.