برآورد سیل با استفاده از آنا لیز GIUH

(مطالعه موردی حوضه امامه)

فرج‌الله محمودی، جمشید عیوضی، مجتبی یمانی، علی نصیری
دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

چکیده

هیدروگراف واحد یک روش معمول و بسیاررایج در پیش‌بینی دبی سیلاب‌ها از داده‌های اندازه‌گیری شده می باشد. در حوضه‌های فاقد داده‌های پایه امکان تهیه هیدروگراف واحد با استفاده از روش‌های تحلیل روان‌آب و - بارش وجود ندارد. استفاده از داده‌های ژئومورفولوژی و تهیه هیدروگراف واحد ژئومورفولوژی (GIUH) راه‌حلی برای مشکل حوضه‌های یاد شده می‌باشد. معادله GIUH براساس آنالیز شبکه هیدروگرافی مبتنی بر تجزیه و تحلیل‌های زنجیره مارکوف برای حوضه (رتبه چهار $\Omega = 4$) امامه استخراج گردیده است، و نتایج رضایت بخش از آن به دست آمد. در این مقاله به تحلیل کمی روابط پارامترهای ژئومورفولوژی و هیدرودینامیکی در مدل‌سازی برآورد سیل پرداخته شده است، و روابط روان‌آب - بارش بر اساس تئوری‌ها و داده‌های ژئومورفولوژیکی موردتجزیه تحلیل قرارگرفته‌اند. کاربرد مدل GIUH در مدیریت سیلاب حوضه‌ها به ویژه حوضه‌های فاقد ایستگاه اندازه‌گیری، حائزاهمیت می‌باشد .

واژگان کلیدی : GIUH ، هیدروگراف واحد، سیلاب، ژئومورفومتری، حوضه امامه

مقدمه

پدیده سیل یکی از عمده‌ترین مسائل بحرانی جوامع بشری و محیط زیست بوده و از عوامل بازدارنده برنامه‌های توسعه به شمار می‌آید. غالب روش‌های برآورد دبی سیل صرفاً از دیدگاه هیدرولوژی بوده و مبتنی بر داده‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بارش - روان‌آب هستند. حوضه‌های دارای ایستگاه جمع‌آوری داده‌ها خیلی کم بوده و بر این اساس، غالب حوضه‌ها به دلایل مختلف فاقد چنین داده‌هائی می‌باشند. بنابراین در چنین حوضه‌هائی چه باید کرد؟ آیا امکان استفاده از سایر داده‌ها در برآورد سیل در این حوضه‌ها وجود دارد؟ اصولا از چه نوع داده‌ها می‌توان در مطالعات سیل استفاده کرد؟ آیا مطالعات سیلاب صرفاً محدود به روش‌های هیدرولوژی است؟

پدیده سیل در هر حوضه بستگی به واکنش‌های هیدرولوژیکی و نواحی بالادست آن دارد. رفتار هیدرولوژیکی هر حوضه ناشی از پارامترهای دامنه و شبکه هیدروگرافی آن می‌باشد. ویژگی‌های ژئومورفومتری دامنه‌ها و همچنین خصوصیات ساختمانی و توپولوژی شبکه هیدروگرافی تشکیل‌دهنده الگوی ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی خاص هر حوضه می‌باشد، حوضه‌های دارای الگوی متفاوت از نظر دامنه‌ها و شبکه هیدرولوژی، در برابر یک رگبار معین مقادیر روان‌آب متفاوتی را تولید می‌کنند. توزیع روان‌آب متاثر از الگوی ژئومورفولوژیکی آن است. شبکه هیدروگرافی در کنترل ژئومورفولوژی حوضه می‌باشد. بنابراین الگوی ژئومورفولوژیکی آن می‌تواند اساس و مبنای روابط بارش و روان‌آب و مدل‌سازی برآورد سیل را تشکیل دهد. روابط پارامترهای ژئومورفولوژی با هیدرولوژی در مدل‌سازی برآورد سیل چگونه بوده و چطور این روابط را می‌توان توجیه کرد؟. بدین‌وسیله مدل‌های تحلیلی روان‌آب و بارش براساس پارامترهای ژئومورفومتری حوضه ارائه و توسعه داده شده‌اند. تکنیک‌های سنتی از داده‌های روان‌آب - بارش و هیدروگراف حاصل از آن برای برآورد سیل استفاده می‌کنند. دقت و صحت چنین روش‌هایی به دلایل تغییرات فیزیکی و اقلیمی حوضه‌ها و همچنین کاربرد این روش‌ها در حوضه‌های فاقد داده‌های پایه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

سؤال‌برانگیز است. برای رفع این مشکلات در مدل‌سازی برآورد روان‌آب، متدی بر اساس مبانی و تئوری‌های ژئومورفولوژی پیشنهاد و توسعه یافته است، که به آن تکنیک هیدروگراف واحد ژئومورفولوژی (GIUH) می‌گویند.

مواد و روش‌ها

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و داده‌های هیدرومتری مانند دبی و سرعت جریان و همچنین داده‌های اقلیمی از جمله رگبارها در این مطالعه مورداستفاده قرار گرفت. از سخت‌افزار و بسته‌های نرم‌افزاری مربوط به سیستم اطلاعات جغرافیائی نیز در این مقاله استفاده به عمل آمد .

معدودی از ژئومورفولوژیست و هیدرولوژیست‌ها به مطالعات انجام برآورد سیل برای حوضه‌های بدون ایستگاه اندازه‌گیری پرداختند. مفهوم هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی که توسط رودریچ - ایترب و والدیز[۱] ۱۹۷۹ معرفی گردید، به عنوان مبنای روابط پارامترهای ژئومورفولوژی و هیدرولوژی حوضه محسوب می‌شود. اساس آن در قالب احتمالات مطرح گردیده است. همانطوری که گپتا و همکاران[۲] ۱۹۸۰ اشاره نمودند GIUH به عنوان تابع چگالی احتمال (PDF) زمان پیمایش آب در حوضه تفسیر می‌شود. مقیاس و شکل تابع GIUH بر فرضیات زیر استوار است :

۱) احتمال افتادن قطره آب به سطح زهکشی آب‌راهه رتبه i .

---

[۱] -Rodriguez-Iturbe and Valdes (M.J. Hall ,A.F. Zaki and M.M.A. shahin به نقل از)

[۲]- Gupta et.al. (M.J. Hall ,A.F. Zaki and M.M.A. shahin به نقل از)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۲) احتمال انتقال (و یا تغییر وضعیت) قطره آب از رتبه i به رتبه j ، i متعلق به j .

۳) تابع چگالی احتمال زمان پیمایش را تبیین می‌کند .

احتمال اولیه و احتمال تغییر وضعیت مستقل از مقیاس بوده و به توپولوژی شبکه هیدروگرافی بستگی دارد که این احتمالات با استفاده از پارامترهای ژئومورفولوژی برآورد می‌گردند. در حالی‌که زمان پیمایش به عناصر آبراهه‌ای و خواص هیدرودینامیکی آن‌ها بستگی دارد. برای شدت‌های بارش اضافی که معمولاً در مدت بارش ثابت است، روش GIUH امکان ارائه معادلات صریح، برای محاسبه دبی اوج جریان و زمان تا اوج هیدروگراف روان‌آب را برحسب ویژگی‌های حوضه و شبکه، فراهم می‌آورد.

معادله GUIH کلی برای حوضه‌ای با N رتبه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{d\theta_{N+2}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{N} \theta_i(0) \frac{d\phi_{i(N+2)}(t)}{dt} \qquad (۱)$$

که $\theta_N(t)$، احتمال وضعیت : به عنوان احتمال اینکه قطره آب در وضعیت $(N+2)$ در فاصله زمانی t قرار بگیرد. $\theta_i(0)$ احتمال وضعیت اولیه، احتمال این‌که قطره آب از حالت i شروع شود، و این به احتمال افتادن قطره آب به سطح دامنه آن آب‌راهه بستگی دارد. $\phi_{i(N+2)}(t)$ احتمال انتقال قطره آب از وضعیت i به وضعیت $(N+2)$ در زمان t می‌باشد. و این همچنین به احتمال انتقال آن به آب‌راهه‌های رتبه‌های متفاوت بستگی دارد. عبارت $(N+2)$ برای آب‌راهه رتبه N به علت توزیع توانی میانگین زمان پیمایش است. مدل کلی GIUH براساس زنجیره مارکوف می‌باشد (رودریج - ایترب و والدیز ۱۹۷۹). در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

زنجیره مارکوف[۱] میانگین زمان پیمایش به شکل توزیع توانی فرض می‌شود. به هرحال برای آب‌راهه اصلی، فرض توزیع توانی، همچنان‌که که از مبدا (از صفر) انحراف پیدا می‌کند، مناسب نخواهدبود. بنابراین آب‌راهه اصلی ($\Omega = N$) به دو قسمت (Ω_a و Ω_b) تقسیم می‌شودکه ($\Omega_a (= N$ کل روان‌آب آب‌راهه‌های رتبه پایین را دریافت کرده و ($\Omega_b (= N+1$ کل دبی Ω_a و همچنین نهایتاً حجم آب جمع شده در وضعیت چالابی ($= N+2$) تا خروجی حوضه را دریافت می‌کند. معادله GIUH برای حوضه امامه (با رتبه چهار $\Omega = 4$) به صورت زیر تعریف می‌شود :

$$\frac{d\theta_6(t)}{dt} = \theta_1(0)\frac{d\phi_{16}(t)}{dt} + \theta_2(0)\frac{d\phi_{26}}{dt} + \theta_3(0)\frac{d\phi_{36}(t)}{dt} + \theta_4(0)\frac{d\phi_{46}(t)}{dt} \quad (۲)$$

حل معادله GIUH نیازمند محاسبه احتمال تغییر وضعیت (ϕ_{iN}) و احتمال وضعیت اولیه ($\theta_N(0)$) می‌باشد.

محاسبه احتمال تغییر وضعیت (ϕ_{iN})

روابط زیادی برای محاسبه این احتمالات پیشنهاد گردیده است. راه‌حل ماتریسی (هاوارد[۲] ۱۹۷۱) آن به شکل رابطه ۳ تعریف گردیده است. با استفاده از این ماتریس احتمال انتقال وضعیت ($\phi(t)$) هر واحد روان‌آب از i به j محاسبه می‌شود.

$$\phi^e(t) = [sI - A]^{-1} \quad \text{و} \quad A = \Lambda(P - I) \quad (۳)$$

این احتمالات برای حوضه امامه به شکل زیر محاسبه گردیده است:

---

۱ – Markove chain (Vikrant Jain and R.Sinha به نقل از)

۲ –Howard (Vikrant Jain and R.Sinha به نقل از)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

$$P_{ij} = \left\{ \frac{2N_{i+1}}{N_i} + \frac{(N_i - 2N_{i+1})E(j,\Omega)}{N_i\left(\sum_{k=i+1}^{\Omega} E(k,\Omega)\right)} \right. \rightarrow j = i+1 \qquad (۴)$$

$$P_{ij} = \frac{(N_i - 2N_{i+1})E(j,\Omega)}{N_i\left(\sum_{k=i+1}^{\Omega} E(k,\Omega)\right)} \qquad \rightarrow j \neq i+1 \qquad (۵$$

(p_{ij}) : احتمال انتقال از i به j $\quad (i = 1,2,3,4)$

احتمالات انتقال به عنوان احتمال آمدن قطره آب از آب‌راهه‌های رتبه i به آب‌راهه‌های رتبه j تعریف می‌گردد. با فرض این‌که شبکه هیدروگرافی از نظر توپولوژیکی تصادفی است. این احتمالات عبارتند از :

$$P_{12} = \frac{2*43}{222} + \frac{(222-2*43)(111.8)}{222*(111.8+57.8+51.38)} = 0.697 \qquad (۶)$$

$$P_{13} = \frac{(222-2*43)*(57.8)}{222*(111.8+57.8+51.38)} = 0.16 \qquad (۷)$$

$$P_{14} = \frac{(222-2*43)(51.38)}{222*(220.98)} = 0.142 \qquad (۸)$$

$$P_{23} = \frac{2*9}{43} + \frac{43-2*9*(51.38)}{43*(57.8+51.38)} = 0.692 \qquad (۹)$$

$$P_{34} = \frac{2*1}{9} + \frac{(9-2*1)*51.38}{9*(51.38)} = 1 \qquad (۱۰)$$

محاسبه احتمال وضعیت اولیه($\theta_i(0)$)

احتمال وضعیت اولیه به عنوان احتمال این‌که قطره آب پیمایش خود را از آب‌راهه رتبه i شروع کند و به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

$$\theta_i(0) = A_i / A_T \qquad (۱۱)$$

که ($i = 1,2,3,4$) A_i : مساحت رتبه i به مساحت کل حوضه(A_T).

احتمال وضعیت اولیه برای تمام رتبه‌های حوضه امامه با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (ج. ا . رامیز[۱]) .

$$\theta_\omega = \begin{cases} \dfrac{N_1 A_1}{A_\Omega}, \rightarrow \omega = 1 \\ \dfrac{N_\omega \left(A_\omega - \left(\sum_{K=1}^{\omega-1} \dfrac{P_{K,\omega} N_K A_K}{N_\omega} \right) \right)}{A_\Omega} \qquad \rightarrow \omega \neq 1 \end{cases} \qquad (۱۲)$$

$$\theta_1 = \frac{N_1 \overline{A}_1}{A_\Omega} = \frac{25345020.19}{37728897} = 0.6718 \qquad (۱۳)$$

$$\theta_2 = \frac{N_2}{A_\Omega} \left[\overline{A}_2 - \overline{A} * \left(\frac{N_1 - 2N_2}{2N_2 - 1} + 2 \right)_1 \right] = \frac{R_B}{R_A} - \frac{R_B{}^3 + 2R^2{}_B - 2R_B}{R_A^2 * (2R_B - 1)} = 0.31996$$

(۱۴)

(۱۵)

$$\theta_3 = \frac{9 * (1710576.785 - (.692 * 9 * 1710576.785 / 9 + .697 * 43 * 7489716.17 / 43))}{37728897} = 0.0453$$

$= 0.08438$ (۱۶)

$$\theta_4 = \left(\frac{R_B}{R_A} \right) - \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^2 * p_{(3,4)} - \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^3 * P_{(2.4)} - \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^4 * P_{(1,4)}$$

تعیین پارامتر سرعت یکی از بحث‌انگیزترین موضو ع مدل GIUH می‌باشد. معیارهای متفاوتی برای تعیین آن پیشنهادگردیده است. صرف‌نظر ازمسئله تعیین

[۱]- Jorge A. Ramirez

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

پارامتر V حتی با فرض توزیع توانی تابع چگالی احتمال زمان پیمایش کل عناصر (آب‌راهه‌های) شبکه، ارزیابی معادله ۲ برای یک حوضه مشخص کار خسته کننده‌ای است. رودریج - ایترب و والدیز ۱۹۷۹ روش ساده شده‌ای براساس فرض زیر ارائه نمودند: نخست شکل، GIUH مثلثی انتخاب شده، و بنابراین آن به طورکامل به وسیله پارامترهای دبی پیک،$q_p(h^{-1})$ ، زمان تا اوج دبی،$t_p(h)$ ، و زمان پایه ،$t_b(h)$ مشخص می‌شود. q_p و t_p براساس تجزیه و تحلیل پارامترهای ژئومورفومتری شبکه (نسبت‌های هورتون) با استفاده از رابطه ۲ و همچنین با رگرسیون‌گیری از مقادیر به دست آمده از ویژگی‌های شبکه هیدروگرافی حوضه به شکل مدل زیر تعریف و برآورد می‌گردند (رودریج - ایترب و والدیز ۱۹۷۹) :

$$q_p = \frac{1.31}{L_\Omega} R_L^{0.43} V \qquad (۱۷)$$

$$t_p = \frac{0.44 L_\Omega}{V} \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^{0.55} R_L^{-0.38} \qquad (۱۸)$$

که qp : دبی اوج هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی (hr^{-1} ، ساعت)، tp: زمان تا اوج (ساعت)، L_Ω طول کانال اصلی بالاترین رتبه در حوضه به کیلومتر، R_A ، R_B و R_L به ترتیب نسبت‌های سطح، انشعاب و طول شامل پارامترهای ژئومورفومتری حوضه هستند. و V متوسط سرعت دبی پیک جریان (متربرثانیه).

چنانچه دبی به دست آمده از رابطه ۱۷ را در مساحت حوضه آب‌خیز و ارتفاع بارش مؤثر ضرب شود، دبی تا اوج برای هر رگبار محاسبه می‌شود .

$$Qp = qp \Big/ 3600 * \frac{ir}{100} * A \qquad (۱۹)$$

Qp : دبی هیدروگراف روان‌آب، متر مکعب بر ثانیه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

زمان تا اوج هیدروگراف با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید (رودریج و ایترب والدیز) .

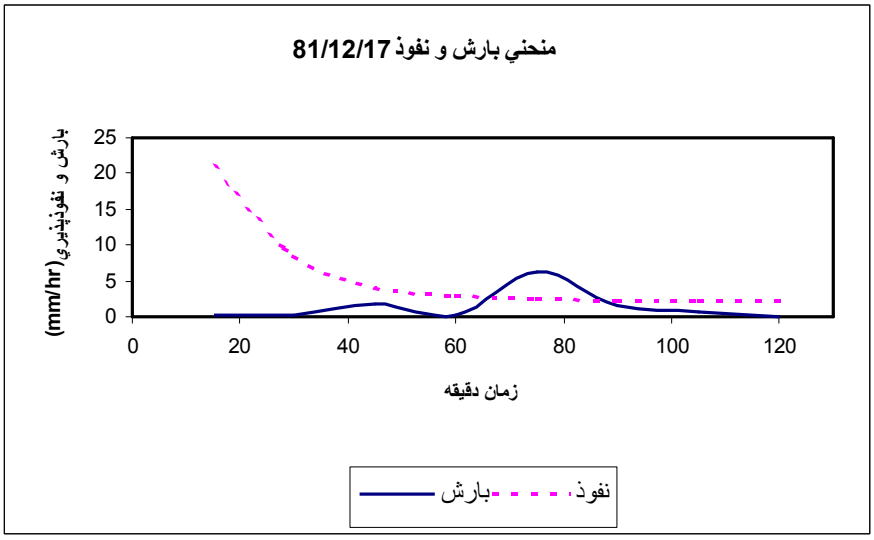
$$Tp = tp + 0.75t_r \qquad (۲۰)$$

Tp : زمان تا اوج هیدروگراف خروجی، ساعت .

tp : زمان تا اوج هیدروگراف واحد ژئومورفولوژی، ساعت .

t_r : زمان بارش مؤثر .

تعیین زمان بارش موثر(t_r) با استفاده از داده‌های بارش و رابطه هورتون (شکل شماره ۱) و هیدروگراف انجام گردید (مهدوی۱۳۸۱ و علیزاده۱۳۸۱).



شکل شماره ۱ منحنی بارش و نفوذ رگبار ۸۱/۱۲/۱۷ حوضه امامه

دبی پیک (qp) و زمان تا دبی پیک (tp) مهمترین پارامترهای هیدروگراف هستند. در واقع با به دست آوردن این دو پارامتر هیدروگراف‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

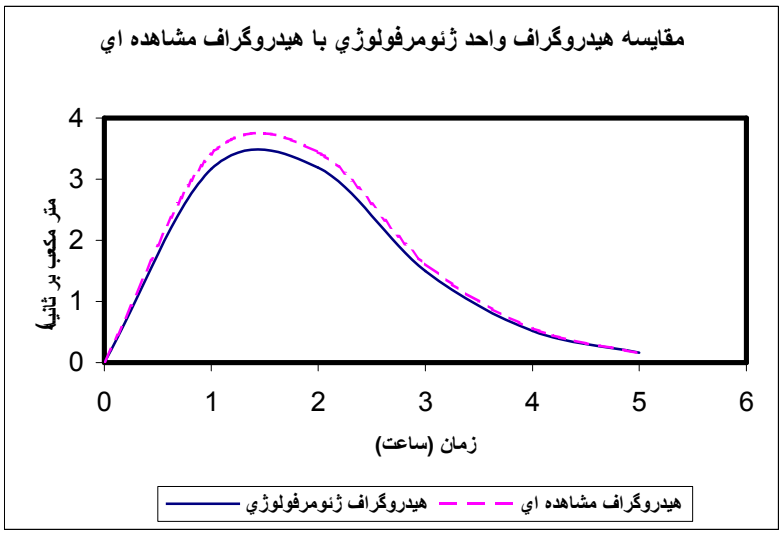
واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی حوضه امامه تعیین گردید. با استفاده از رابطه ۱۷ و ۱۸ هیدروگراف‌های واحد لحظه‌ای برای رگبارهای انتخاب شده، محاسبه گردید و در جدول ۳ درج شده است .

جدول شماره ۳ :دبی پیک و زمان تا دبی پیک هیدروگراف واحد لحظه‌ای حوضه امامه

ردیف	تاریخ رگبار	سرعت(m/s)	$qp(hr^{-1})$	$tp(hr)$	Qp (مترمکعب بر ثانیه)
۱	۸۱/۱۲/۱۷	۲/۳۵	۰/۴۳۶	۱/۵	۳/۷۳
۲	۸۲/۱۲/۲۲	۲/۳۲	۰/۴۲۹	۱/۴۳	۳/۶۹
۳	۸۲/۲/۲	۲/۶	۰/۴۸	۱/۳	۱۵/۶
۴	۷۵/۷/۲۵	۱/۰۵	۰/۱۹	۳/۳۳	۰/۱۱
۵	۵۳/۴/۲۸	۲/۵۹۸	۰/۴۵۶۴	۱/۵	۳/۱۰۹
۶	۵۱/۵/۱۲	۱/۴۸	۰/۳۷۶	۲/۲	۰/۶
۷	۵۹/۲/۹	۲/۸۲۲	۰/۴۹۶	۱/۱۵	۲/۴۵۷
۸	۶۸/۲/۲۴	۱/۷۰۹	۰/۳۰۱	۱/۹	۰/۶۱۳۹
۹	۶۳/۲/۱۵	۱/۱۲۲	۰/۳۷۳	۱/۵۳	۱/۴۰۷۳

هیدروگراف واحد لحظه‌ای برآورد شده، هیدروگراف واحد یک ساعته می‌باشد و اگر چنانچه مدت زمان بارش مؤثر بیش از یک ساعت باشد، هیدروگراف واحد لحظه‌ای برای مدت زمان بارش مؤثر استخراج می‌شود .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل شماره ۲ : هیدروگراف ژئومورفولوژی ومشاهده‌ای سیلاب۸۱/۱۲/۱۷ حوضه امامه

موقعیت و مشخصات توپوگرافی حوضه هیدرولوژی امامه

حوضه امامه یکی از زیر حوضه‌های جاجرود به شمار می‌آید. این حوضه بخشی از دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز مرکزی را به خود اختصاص می‌دهد. موقعیت آن بین عرض جغرافیائی ۵۷ ۳۵° و ۲۰ ۵۱° ۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ۳۰ ۳۸°۵۱ و۳۰°۳۲ ۵۱ شرقی واقع شده است. این حوضه در شرق جاده لشگرک - شمشک در فاصله ۲۸ کیلومتری شمال شرقی تهران قرار گرفته است و روستای امامه در میان آن قرار گرفته است (شکل۳ ضمیمه).

طول حوضه از محل خروجی آن (از محل دهکده کلوگان و تنگ کمرخانی تا منتهی الیه خطالراس شمال‌شرقی تقریبا ۱۲/۱۸۶ کیلومتر و حداکثر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

عرض آن در قسمت جنوب امامه در حدود ۴/۵ کیلومتر و کمترین عرض آن در دو قسمت شمالی ۲/۵ کیلومتر است و مساحت حوضه ۳۷/۷۲ کیلومتر است .

رودخانه امامه جریان اصلی حوضه از ارتفاعات شمالی آن سرچشمه گرفته و به رود جاجرود می‌پیوندد. طول این رود از خطالراس تا محل تلاقی به جاجرود ۱۴/۲۰۵ کیلومتر است. رژیم رودخانه امامه از نوع برفی بوده و در فصل خشک آب آن از چشمه‌های واقع در قسمت بالائی حوضه تأمین می‌گردد.

برآورد پارامترهای ژئومورفولوژیکی حوضه امامه

تعیین پارامترهای ژئومورفولوژی مستلزم رتبه‌بندی سیستم شبکه هیدروگرافی حوضه است. شبکه هیدروگرافی حوضه موردمطالعه با استفاده از متد استرالر رتبه‌بندی شد (شکل ۴). در سیستم استرالر هر جزء آب‌راهه بدون شاخه فرعی به عنوان رتبه یک محسوب می‌شود. هنگامی که دو آب‌راهه رتبه یک به هم بپیوندند تشکیل آب‌راهه رتبه بالاتر یعنی رتبه دو را می‌دهند. و همین‌طور دو جزء رتبه دو آب‌راهه رتبه سه را به وجود می‌آورند و الی آخر. هر جزء در پیوستن با آب‌راهه رتبه پائین‌تر موجب افزایش رتبه آن نمی‌شود. فقط در شرایطی که دو آب‌راهه هم‌رتبه به هم متصل می‌شوند سبب افزایش رتبه آب‌راهه می‌گردد.

مساحت آب‌راهه‌های مربوط به رتبه‌های مختلف سیستم شبکه حوضه با استفاده از لایه شبکه هیدروگرافی و توپوگرافی با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج گردید (شکل ۵ و جدول شماره ۱) .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول شماره ۱ : پارامترهای توپوگرافی حوضه

رتبه	تعداد آب‌راهه	مساحت متوسط متر مربع	مساحت کل(مترمربع)
۱	۲۲۲	۱۱۴۱۶۶/۷۵	۲۵۳۴۵۰۲۰/۲
۲	۴۳	۱۷۴۱۷۹/۴۵	۷۴۸۹۷۱۶/۱۷
۳	۹	۱۹۰۰۶۴	۱۷۱۰۵۷۶/۷۸
۴	۱	۳۱۸۳۵۸۴/۰۸	۳۱۸۳۵۸۴/۱
جمع	-	-	**۳۷۷۲۸۸۹۷**

پارامترهای ژئومورفومتری حوضه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی محاسبه شده و در جدول ۲ ارائه گردیده است .

جدول شماره ۲ پارامتر های ژئومرفومتری حوضه امامه

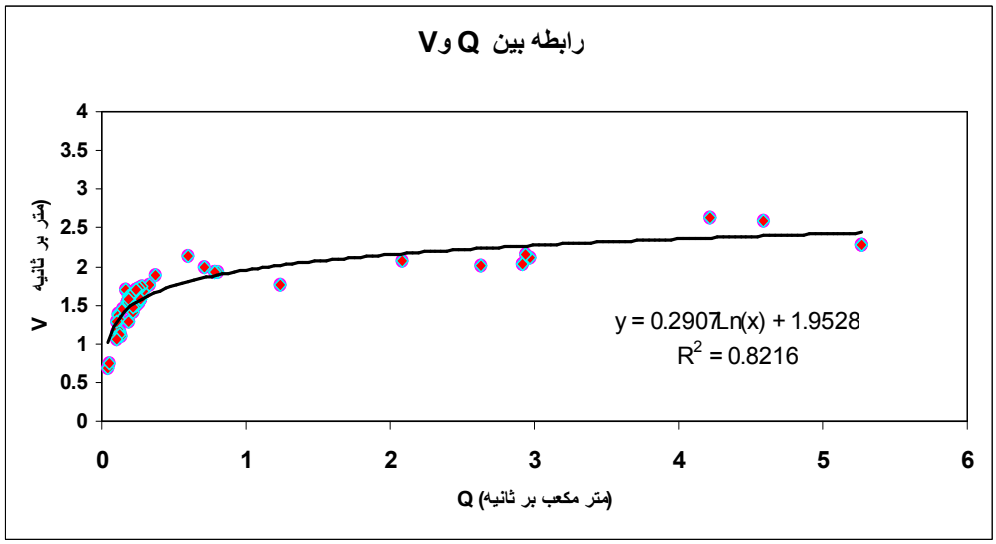
پارامتر	تعریف	روابط	مقدار
نسبت انشعاب(R_B)	نسبت تعداد آبراهه ها	$R_B = N_{i-1} / N_i$	۶/۲۸
نسبت طول (R_L)	نسبت طول متوسط آبراهه ها	$R_L = L_i / L_{i-1}$	۵/۰۷
نسبت مساحت (R_A)	نسبت مساحت متوسط آبراهه ها	$R_A = \overline{A}_i / \overline{A}_{i-1}$	۶/۴۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

برآورد سرعت جریان روان‌آب

محاسبه هیدروگراف واحد ژئومورفولوژی نیازمند تعیین پارامتر سرعت جریان روان‌آب است. با آنالیز داده‌های هیدرومتری (دبی و سرعت) حوضه معادله زیر برای محاسبه پارامتر v به دست آمد (شکل۶). سرعت روان‌آب مربوط به هر رگبار با استفاده از رابطه ۲۱ تعیین گردید .

$$V = 0.2907 * \ln(Q) + 1.9528 \qquad (۲۱)$$



نمودار شکل ۶ رابطه بین دبی و سرعت (حوضه امامه)

بحث و نتایج

آنالیز سیلاب‌ها با استفاده از پارامترهای ژئومورفولوژیکی و هیدرودینامیکی، درک تحلیل‌های کمی اثرات ژئومورفولوژی بر هیدرولوژی رودخانه‌ها را آسان‌تر می‌کند. پارامترهای ژئومرفولوژی علاوه بر این که نقش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بسیار اساسی را، در شکل‌گیری الگوی توزیع رفتارهای هیدرولوژی حوضه‌ها ایفا می‌کنند، از طرف دیگر با ارائه تصویری دقیق از آن رفتارها امکان مدلینگ دقیق‌تر واکنش‌ها هیدرولوژی را به سهولت فراهم می‌سازند .

معادله کلی GIUH تابعی از تابع احتمال اولیه ($[\theta_i(0)]$) و احتمال تغییر وضعیت (ϕ_{ij})است:

$$GIUH = f\{\theta_i(0), \phi_{ij}\} \qquad (۲۲)$$

تابع احتمال اولیه نیز به $\theta_i = f(R_B, R_A, P_{ij})$، تابع احتمال تغییر وضعیت هم به $\phi_{ij} = f(R_B, p_{ij}, \lambda_i)$ بستگی به پارامترهای ژئومورفولوژیکی دارد. $p_{ij} = f(R_B)$ و $\lambda_i = f(v, \overline{L}_\Omega, R_L)$ بنابراین $GIUH = f\{R_A, R_B, R_L, v, L_\Omega\}$ بنابراین مشخص می‌شود که GIUH اساساً تابع پارامترهای ژئومورفولوژی و هیدرودینامیکی (V) حوضه است .

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که پارامترهای ژئومورفومتریکی L_Ω و R_L نسبت به بقیه پارامترها بیشترین تأثیر را بر واکنش‌های هیدرولوژیکی حوضه دارند. و عوامل ژئومورفیک حوضه نقش کلیدی را در کنترل هیدرولوژی حوضه ایفا می‌کنند (م.۱۱).

V سرعت جریان، که در سرتاسر شبکه ثابت فرض می‌شود، و L_i میانگین طول مسیر آب‌راهه‌های رتبه i می‌باشد. تعیین پارامتر V یکی از بحث‌برانگیزترین موضوع روش GIUH است. مقادیر پیشنهاد داده شده برای این پارامتر شامل میانگین سرعت جریان (رودریج- ایترب و والدیز ۱۹۷۹)، سرعت در لحظه دبی پیک (رودریج - ایترب و همکاران ۱۹۷۹) و سرعت موج سیل (کیرشن و براس ۱۹۸۳) و... است .

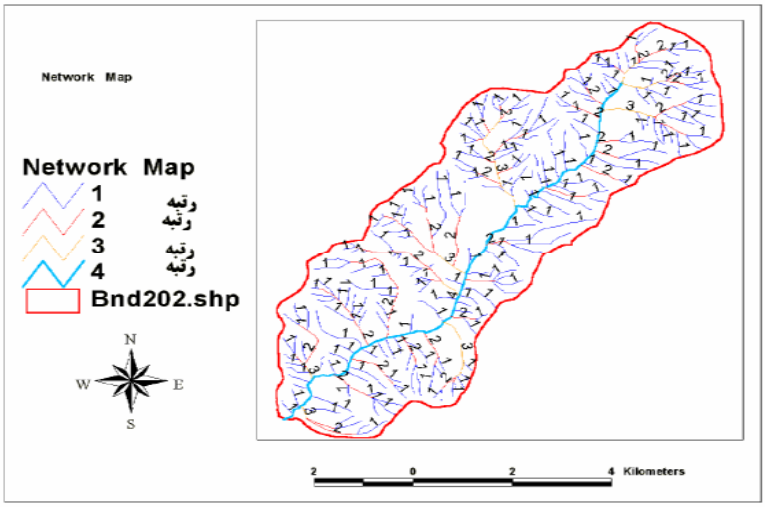
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

از متد GIUH به عنوان تکنیک موثر و مفید در مدلینگ رفتارهای هیدرولوژی حوضه‌های فاقدداده‌های پایه هیدرومتری بهره فراوانی گرفته می‌شود. تکنیک GIUH اطلاعات مفیدی را در خصوص اثرات جداگانه پارامترهای ژئومورفولوژیکی بر متغیرهای هیدرولوژیکی ارائه می‌دهد. و به علاوه اثرات عوامل دینامیکی حوضه مانند سرعت (V) بر GIUH نشان‌دهنده پویائی واکنش‌های هیدرولوژی حوضه می‌باشد. GIUH روش سریع و بسیار کم‌هزینه‌ای برای برآورد دبی سیلاب‌ها به خصوص در مورد انجام اقدامات فنی عمرانی و همچنین اجرای برنامه‌های پیشگیرانه از خسارات سیلاب در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد. بنابراین متد GIUH ضمن این‌که رفتارهای هیدرولوژیکی حوضه و تغییرپذیری آن‌ها در فضا و زمان را به خوبی به تصویر می‌کشد، از طرف دیگر برآورد بسیار خوبی از آن‌ها ارائه می‌دهد (شکل ۲). همان‌گونه که از شکل ۲ نیز مشخص است دبی برآورد شده یکی از نمونه سیلاب‌ها با استفاده از مدل GIUH اختلاف ناچیزی را با دبی مشاهده شده آنها نشان می‌دهد. براین اساس می‌توان از آن در برآورد دبی سیلاب‌ها و مطالعات مربوط از آن در حوضه‌ها به ویژه در حوضه‌های فاقد داده استفاده کرد .

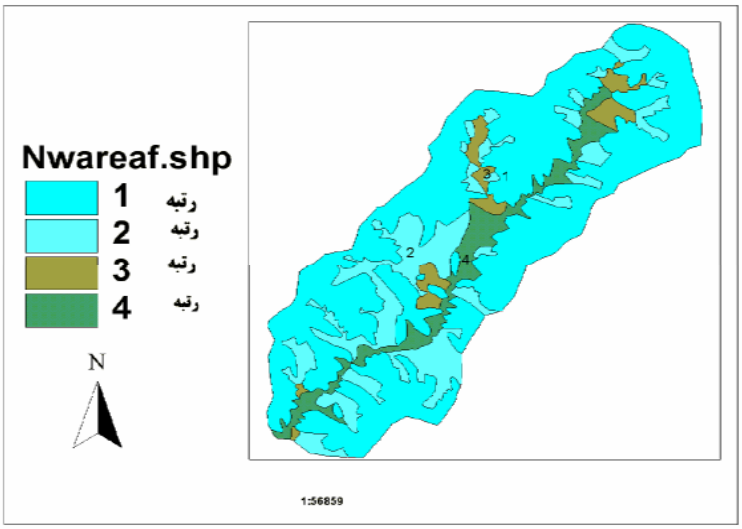
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شکل شماره ۱ : نقشه توپوگرافی حوضه امامه (برگرفته از گزارش مطالعات آبخیزداری حوضه امامه: شرکت خدمات مهندسی جهاد)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل شماره ۴ : رتبه‌بندی شبکه هیدروگرافی حوضه با سیستم استرالر



شکل شماره ۵ مساحت رتبه‌های مختلف حوضه امامه استخراج شده از لایه اطلاعاتی توپوگرافی و TIN

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع و مأخذ

۱- وی- پی- سینگ : سیستم‌های هیدرولوژیکی مدل‌سازی بارندگی - روان‌آب، ترجمه دکتر محمدرضا نجفی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱ .

۲- مهدوی، محمد : هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم .

۳- غیاثی، نجف‌قلی : واسنجی هیدروگراف واحدلحظه‌ای ژئومورفولوژی و ژئومورفوکلیماتولوژی در حوضه آبخیز امامه، پایان‌نامه، ۱۳۷۵، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران .

4. Dale F. Ritter ,R. Craig Kochel , and Jerry R. Miller McGraw-Hill Higher Education ۲۰۰۲"Process geomorphology

5. Mohamed Nasr Allam "applications of geomorphologic theory to ungauged watersheds in sinai"

6. Paolo D'Odorico and Riccardo Rigon "Hillslope and channel contributions to the hydrologic response"۲۰۰۲

7. Department of Army U.S.A Army Corps of Engineers ۱۹۹۴ “Flood runoff Analysis “

8. M.J. Hall ,A.F.Zaki and M.M.A. Shahin ,Regional analysis using the geomorphoclimatic Instantaneous Uint Hydrogph ,۲۰۰۱ , Hydrology &Earth system Sciences

9. Nageshwar Rao Bhaskar,Member,ASCE,Bhagabat P.Parida, and Atul Kumar Nayak“Flood Estimation for ungauged catchments using the GIUH”August ۱۹۹۷

10. A. U. Sorman “Estimation of Peak Discharge Using GIUH Model in Saudi Arabia” August ۱۹۹۵

11. Vikrant jain and R. Sinha“Evaluation of geomorphic control on flood hazard through geomorphic instantaneous unit hydrograph” ۲۰۰۳’

12. T. Karvonen, H. Koivusalo, M. Jauhiainen,J. Palko, K. Weppling “A Hydrogical model for predicting runoff from different land use areas” October ۱۹۹۸

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

13. Vikrant Jain and R. Sinha; Derivation of Unit Hydrograph fromGIUH Analysis for a Himalayan River'۲۶ may ۲۰۰۳.

14. Jorge A. Ramirez "Geomorphological instantaneous Unit Hydrograph" internet.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]