

کاربرد مدل مفهومی مخزنی در سیستم زهکشی مزارع (مطالعه موردی: مزارع حوضه کمانج علیا)

سمرا بیدادی^۱، احمد فاخری فرد^۲، سید علی اشرف صدرالدینی^۳

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز

۲- دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

۳- دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

Bidadisam@gmail.com



چکیده

روش های متعددی به منظور پیش بینی در علم هیدرولوژی و برآورد رواناب توسط داده های حاصل از بارش ارائه شده است. در بین انواع روش ها، مدل مخزنی (تانک) که در زمره مدل های مفهومی می باشد اغلب مواقع به دلیل سادگی مفهوم آن در مطالعات هیدرولوژیکی ترجیح داده می شود. در این تحقیق جهت استخراج توابع پاسخ پالس واحد جریان آبراهه ای و تفکیک اجزای رواناب سریع و آهسته آن در حوضه کمانج علیا، از مدل مخزنی یو و هاشینو با سه تانک متوالی و یک تانک موازی استفاده شد. ارتباط موجود در بین این تانک ها توسط پارامترهای مدل و روابط نمایی بین پارامترهای مدل بیان گردید. مقادیر بهینه پارامترهای مدل با روش بهینه سازی پاول و با محاسبه پارامترهای مدل، توابع پاسخ پالس واحد و به دنبال آن، هیدروگراف های اجزای جریان آبراهه ای استخراج گردید. در یک رویداد بارش معین با ماکزیمم میزان جریان لحظه ای در طول یک دوره آماری، ضریب رواناب حوضه ۰/۰۶۵ حاصل گردید. با توجه به مقدار ضریب رواناب حوضه، ضریب رواناب در اراضی تحت کشت حدود ۰/۰۵ تخمین زده شد. بالحاظ نمودن نسبت وسعت اراضی تحت کشت به وسعت کل حوضه و نیز ضریب رواناب آن نسبت به ضریب رواناب حوضه با استفاده از روش استدلالی، مقادیر حداکثر دبی رواناب خروجی از این اراضی مشخص و نیز سهم رواناب سریع و آهسته در این اراضی بر مبنای نتایج مدل تانک یو و هاشینو معین گردید. این مدل روشی مناسب برای تفکیک اجزای جریان آبراهه ای و پیش بینی رواناب های تولید شده توسط رگبارهای مختلف بدون احتساب شرایط رطوبتی اولیه خاک می باشد.

کلید واژه ها: مدل مخزنی، تانک، مدل یو و هاشینو، بارش رواناب، زهکشی مزارع، مخازن خطی



مقدمه

استفاده از انواع مدل ها در هیدرولوژی به منظور شبیه سازی و پیش بینی فرآیندها سابقه ای طولانی دارد زیرا با داشتن اطلاعات تاریخی ثبت شده در زمان گذشته، رویدادهای آینده قابل پیش بینی بوده و امکان مقابله و رویارویی با آن ها و آمادگی در برابر حوادث احتمالی فراهم خواهد شد. تاکنون مدل های مختلفی برای تهیه هیدروگراف سیلاب با استفاده از داده های بارش ارائه شده است. مدل مفهومی تانک (مخزنی) در ابتدا توسط یو و هاشینو و فونی یوکی از ژاپن در سال ۱۹۵۶ توسعه داده شد (کوک و همکاران ۲۰۱۰). از این مدل به طور گسترده برای طراحی و مدیریت پروژه های منابع آب استفاده می شود و پایه و اساس پیش بینی سیل و سیستم های هشدار دهنده زود هنگام می باشد. مدل تانک یو و هاشینو

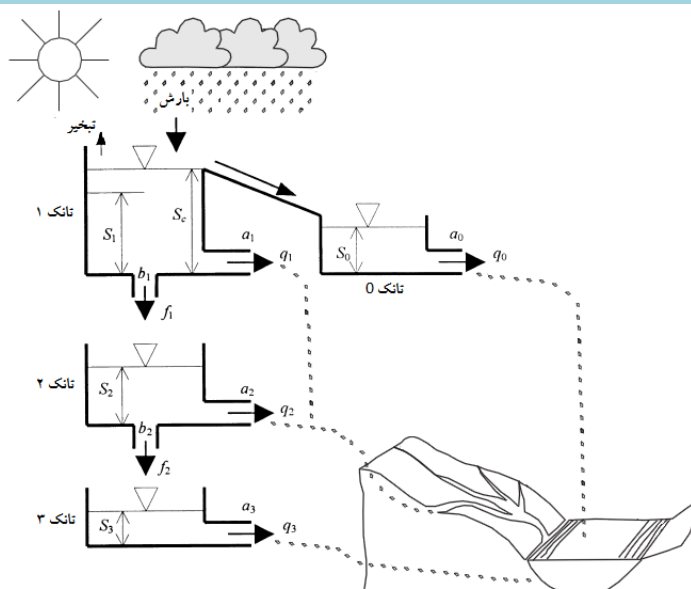
رواناب حاصل از بارش بر روی سطح حوضه آبریز را با استفاده از مخازن مرتبط و متوالی شبیه سازی می نماید (هاشمی ۱۳۸۵). در واقع این مدل حوضه را به صورت مجموعه ای از مخازن یا ظروف ذخیره فرض می کند. بر اساس مدل تانک سوگاوارا، مدل تانک یو و هاشینو در سال ۲۰۰۰ توسعه یافت. این مدل که در زمره مدل های هیدرولوژیکی مفهومی است، دارای قابلیت زیاد در جهت تفکیک اجزای جریان آبراهه ای می باشد.

در این تحقیق اجزای جریان حاصل از بارش بر سطح حوضه کمانج علیا، از زیر حوضه های رودخانه آجی چای واقع در استان آذربایجان شرقی، با استفاده از مدل تانک یو و هاشینو شبیه سازی و تفکیک شده و نتایج حاصل از تفکیک جریان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بارش رسیده به سطح حوضه و همین طور نواحی تحت آبیاری، شامل مؤلفه های جریان سطحی، زیرسطحی سریع و تاخیری و جریانات زیرزمینی می باشد. در این روش اساساً برای هر فاز جریان یک مخزن در نظر گرفته می شود. هیتوگراف بارش به عنوان ورودی حوضه انتخاب و با کاربرد مدل مخزنی یو و هاشینو جریان در سطح حوضه شبیه سازی شده است. در واقع مدل یو و هاشینو که برای آنالیز سیلاب های حوضه به کار گرفته می شود قادر است جریان آبراهه ای را تفکیک کرده و هر یک از اجزای آن را (رواناب های سطحی، زیرسطحی سریع، زیر سطحی تاخیری و آب زیرزمینی) در یک نمودار به صورت هیدروگراف سیلاب مشخص سازد. صحت سنجی این بررسی با مقایسه آن با داده های میدانی بارش-رواناب انجام شده است. سپس، با محاسبه مقدار دبی جریان در کانال های زهکشی طراحی شده در اراضی زراعی این حوضه، مقدار رواناب سریع و آهسته در داخل کانال های زهکش نیز با استفاده از هیدروگراف های محاسباتی پیش بینی شده توسط مدل و بر مبنای تخمین ضریب رواناب اراضی تحت کشت به دست آمده است. هدف از این تحقیق استفاده از روشهای مخزنی جهت زهکشی بارش از مزارع می باشد که به این منظور روش یو و هاشینو بدلیل استفاده از مخازن تفکیک شده برای مؤلفه های مختلف جریان یعنی جریانات سطحی و جریان زیرسطحی و آب زیرزمینی که در مطالعه بارش رواناب در هیدرولوژی به کار گرفته می شود، انتخاب شد.



مواد و روش ها

یو و هاشینو (۲۰۰۰) مدلی را به منظور شبیه سازی و تفکیک اجزای جریان آبراهه ای طراحی کردند. آنها با استفاده از این مدل روش جدیدی را برای استخراج توابع پاسخ پالس واحد برای اجزای رواناب سریع و آهسته جریان آبراهه ای ارائه دادند. شکل (۱) ساختار این مدل را نشان می دهد که از نظر ظاهری، مشابه ساختار مدل تانک سوگاوارا می باشد که با اضافه کردن تانک مربوط به جریان سطحی به بررسی دقیق تری از جریان آبراهه ای پرداختند. در این مدل حوضه آبریز به صورت مخازن آبخاری مرتبط به هم فرض شده است که ارتباط بین این مخازن توسط توابع نمایی بین پارامترهای مدل بیان می شود. در واقع این توابع نمایی چگونگی حرکت آب به داخل و خارج این مخازن را توصیف می کنند.



شکل ۱- ساختار مدل سه تانک متوالی و یک تانک موازی یو و هاشینو (۲۰۰۰)

جریان آبراهه‌ای متشکل از رواناب‌های سطحی، زیرسطحی سریع و تاخیری و آب زیرزمینی است که منشا هر کدام از آبخوان‌های متفاوتی می‌باشد. بنابراین، استفاده از مدل سه تانک متوالی (سری) و یک تانک موازی مطابق شکل (۱) برای مدل‌سازی رواناب چند جزئی حوضه پیشنهاد شده است. در این مدل مطابق شکل (۱)، در سمت راست انتهای هر مخزن، روزنه‌های افقی وجود دارد که از آن جریان عبور می‌کند و رواناب رخ می‌دهد؛ اندازه روزنه‌های افقی در تانک‌های شماره صفر، ۱، ۲ و ۳ به ترتیب با a_0 ، a_1 ، a_2 و a_3 نشان داده می‌شود. برای نشان دادن نفوذ از تانک ۱ به تانک ۲ و از تانک ۲ به تانک ۳، روزنه‌های عمودی در انتهای تانک‌های ۱ و ۲ ایجاد شده است؛ اندازه روزنه‌های عمودی در تانک‌های ۱ و ۲ به ترتیب با b_1 و b_2 نشان داده می‌شود. f_1 و f_2 به ترتیب نشان دهنده مقدار نفوذ از تانک ۱ به تانک ۲ و از تانک ۲ به تانک ۳ می‌باشند. مقادیر q_1 ، q_2 و q_3 نشان‌دهنده رواناب‌های زیرسطحی سریع، زیرسطحی تاخیری و آب زیرزمینی می‌باشند که به ترتیب از روزنه‌های تانک‌های ۱، ۲ و ۳ رخ می‌دهند. مقدار q_0 رواناب سطحی را در تانک موازی (تانک صفر) نشان می‌دهد و زمانی رخ می‌دهد که جریان از تانک ۱ به تانک صفر طغیان کند. شاخص S_c را می‌توان به عنوان تلفات اولیه بارش تفسیر کرد که این شاخص تاثیر شرایط رطوبتی پیشین خاک را در تولید فرآیند رواناب نشان می‌دهد. مقادیر S_0 ، S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب تغییرات ذخیره (ارتفاع ذخیره) تانک‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ را نشان می‌دهند. در مدل، بارش r ابتدا تانک ۱ را پر می‌کند. زمانی که $S_1 > 0$ باشد، رواناب زیرسطحی سریع q_1 و نفوذ f_1 از تانک ۱ به تانک ۲ اتفاق می‌افتد و زمانی که $S_2 > 0$ باشد، رواناب زیرسطحی تاخیری q_2 و نفوذ f_2 از تانک ۲ به تانک ۳ اتفاق می‌افتد. زمانی که $S_3 > 0$ باشد، جریان آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد. رواناب سطحی q_0 در تانک صفر زمانی رخ می‌دهد که $S_1 > S_c$ باشد؛ به عبارت دیگر، در این مرحله با بارش بر روی تانک ۱، بخشی از کمبود رطوبتی خاک تا حد اشباع جبران می‌شود و تانک ۱ پر می‌شود و جریان از آن طغیان کرده و به تانک صفر سرریز می‌کند. لازم به ذکر است که در این مدل رواناب آهسته مجموع رواناب‌های زیرسطحی سریع از تانک ۱، رواناب زیرسطحی تاخیری از تانک ۲، رواناب آب زیرزمینی از تانک ۳ و رواناب سریع، رواناب سطحی از تانک صفر می‌باشند.

خلاصه ای از مبانی تئوریک روش تانکی یو و هاشینو

رابطه مقدار ذخیره هر تانک با ورودی پالس بارش در حالت کلی به صورت انتگرال پیچشی زیر خواهد بود که مبنای آن استفاده از روابط مخزن خطی در معادله پیوستگی می باشد (یو و هاشینو ۲۰۰۰):

$$S_i(t) = \int_0^{\infty} I_i(\tau) e^{-C_i(t-\tau)} d\tau + C_i e^{-C_i t} \quad (1)$$

که در آن τ متغیر کمکی از زمان و C_i ثابت انتگرال گیری می باشد.

با فرض اینکه اجزای جریان آبراهه ای جدید در مقایسه با اجزای جریان آبراهه ای پیشین، خطی می باشند، مقدار ارتفاع ذخیره $S_i(t)$ با $(i=1,2,3)$ در زمان $t=0$ ، صفر گرفته می شود. ورودی $I_i(t)$ با $(i=1,2,3)$ در زمان $t=0$ نیز صفر خواهد بود. بنابراین مقدار ثابت انتگرال گیری C_i به صورت زیر در خواهد آمد:

$$C_i = \frac{S_i(t)|_{t=0}}{e^{-C_i t}|_{t=0}} = S_i(0) = 0 \quad (2)$$

بنابراین معادله (۱) به صورت زیر بازنویسی می شود:

$$S_i(t) = \int_0^{\infty} I_i(\tau) e^{-C_i(t-\tau)} d\tau \quad (3)$$

که در آن

$$I_1(t) = r(t), \quad I_2(t) = f_1(t), \quad I_3(t) = f_2(t), \quad C_1 = a_1 + b_1, \quad C_2 = a_2 + b_2, \\ C_3 = a_3.$$

اگر ورودی $r(t)$ به صورت یک مقدار واحد r_u که در مدت زمان Δt اتفاق افتاده است، r_u برابر با $1, 0, 1, \dots$ میلی متر و Δt برابر با $1, 2, \dots$ ساعت) در نظر گرفته شود، در این صورت در زمان $0 < t \leq \Delta t$ رابطه $I_1(t) = r(t) = r_u / \Delta t$ برقرار بوده و در زمان های دیگر برابر صفر خواهد بود.

به ازای مقدار ورودی واحد r_u که در زمان Δt اتفاق افتاده است، مقدار ارتفاع ذخیره S_i برای تانکهای ۱ تا ۳ از روابط زیر بدست می آید:

$$S_1(t) = \frac{r_u (1 - e^{-C_1 t})}{\Delta t C_1}, \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (4)$$

$$S_1(t) = \frac{r_u (e^{C_1 \Delta t} - 1) e^{-C_1 t}}{\Delta t C_1}, \quad t > \Delta t \quad (5)$$

$$S_2(t) = \frac{r_u b_1}{\Delta t C_1 C_2} \left[1 + \frac{C_2}{C_1 - C_2} e^{-C_1 t} - \frac{C_1}{C_1 - C_2} e^{-C_2 t} \right], \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (6)$$

$$S_2(t) = \frac{r_u b_1}{\Delta t C_1 C_2} \left[\frac{-C_2 (e^{C_1 \Delta t} - 1)}{C_1 - C_2} e^{-C_1 t} + \frac{C_1 (e^{C_2 \Delta t} - 1)}{C_1 - C_2} e^{-C_2 t} \right], \quad t > \Delta t \quad (7)$$

$$S_3(t) = \frac{r_u b_1 b_2}{\Delta t C_1 C_2 a_3} \left[1 - \frac{C_2 a_3 e^{-C_1 t}}{(C_1 - C_2)(C_1 - a_3)} + \frac{C_1 a_3 e^{-C_2 t}}{(C_1 - C_2)(C_2 - a_3)} - \frac{C_1 C_2 e^{-a_3 t}}{(C_1 - a_3)(C_2 - a_3)} \right], \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (8)$$

$$S_3(t) = \frac{r_u b_1 b_2}{\Delta t C_1 C_2 a_3} \left[\frac{C_2 a_3 (e^{C_1 \Delta t} - 1) e^{-C_1 t}}{(C_1 - C_2)(C_1 - a_3)} - \frac{C_1 a_3 (e^{C_2 \Delta t} - 1) e^{-C_2 t}}{(C_1 - C_2)(C_2 - a_3)} + \frac{C_1 C_2 (e^{a_3 \Delta t} - 1) e^{-a_3 t}}{(C_1 - a_3)(C_2 - a_3)} \right], \quad t > \Delta t \quad (9)$$

بنابراین، با محاسبه مقادیر ارتفاع ذخیره S_1 ، S_2 و S_3 ، تابع پاسخ پالس واحد به رواناب آهسته که مجموع رواناب زیرسطحی سریع از تانک ۱، زیرسطحی تاخیری از تانک ۲ و رواناب آب زیرزمینی از تانک ۳ می باشد، به ازای مقدار پالس واحد Γ_{II} به صورت زیر محاسبه می شود:

$$u_{1-3}(t) = \sum_{i=1}^3 q_i(t) = \sum_{i=1}^3 a_i S_i(t) \quad (10)$$

$$u_{1-3}(t) = \frac{r_{II}}{\Delta t} [1 + D_{11}e^{-c_1 t} + D_{12}e^{-c_2 t} + D_{13}e^{-a_3 t}], \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (11)$$

$$u_{1-3}(t) = \frac{r_{II}}{\Delta t} [D_{21}e^{-c_1 t} + D_{22}e^{-c_2 t} + D_{23}e^{-a_3 t}], \quad t > \Delta t \quad (12)$$

$$D_{11} = \frac{b_1}{c_1} \left[\frac{(c_1 a_2 - c_2 a_3)}{(c_1 - c_2)(c_1 - a_3)} - \frac{a_1}{b_1} \right], \quad (13)$$

$$D_{12} = \frac{b_1(a_3 - a_2)}{(c_1 - c_2)(c_2 - a_3)}, \quad (14)$$

$$D_{13} = \frac{-b_1 b_2}{(c_1 - a_3)(c_2 - a_3)}, \quad (15)$$

$$D_{21} = -D_{11}(e^{c_1 \Delta t} - 1), \quad (16)$$

$$D_{22} = -D_{12}(e^{c_2 \Delta t} - 1), \quad (17)$$

$$D_{23} = -D_{13}(e^{a_3 \Delta t} - 1). \quad (18)$$

برای تانک موازی نیز مقادیر ارتفاع ذخیره به صورت زیر حاصل می شوند:

$$S_0(t) = \frac{r_{II}}{\Delta t} \left[\frac{(1 - e^{-a_0 t})}{a_0} \right], \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (19)$$

$$S_0(t) = \frac{r_{II}}{\Delta t} \left[\frac{(e^{a_0 \Delta t} - 1)e^{-a_0 t}}{a_0} \right], \quad t > \Delta t \quad (20)$$

با محاسبه ارتفاع ذخیره تانک صفر به ازای ورودی پالس واحد ($I_0 = 1$) در مدت زمان Δt ، می توان توابع پاسخ پالس واحد برای رواناب سریع از تانک صفر را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$u_0(t) = \frac{1 - e^{-a_0 t}}{\Delta t}, \quad 0 < t \leq \Delta t \quad (21)$$

$$u_0(t) = \frac{1}{\Delta t} (e^{a_0 \Delta t} - 1)e^{-a_0 t}, \quad t > \Delta t \quad (22)$$

بنابراین، تابع پاسخ پالس واحد $u(t)$ برای رواناب کل را می توان با توجه به مجموع دو تابع پاسخ پالس واحد خطی $u_0(t)$ و $u_{1-3}(t)$ به صورت زیر بدست آورد:

$$u(t) = u_{1-3}(t), \quad S_1 \leq S_c \quad (23)$$

$$u(t) = u_{1-3}(t) + u_0(t), \quad S_1 > S_c \quad (24)$$

این توابع نمایی پاسخ اجزای مختلف جریان آبراهه ای (سطحی، زیرسطحی سریع، زیرسطحی تاخیری و آب زیرزمینی) را به فرآیند بارش توصیف می کنند.

تولید جریان آبراهه ای

در عمل، داده های مشاهداتی جریان آبراهه ای و بارش به طور کلی از روی بازه گسسته زمانی Δt متوسط گرفته می شوند. بنابراین بهتر است تابع پاسخ پالس واحد پیوسته $u(t)$ در یک محدوده زمانی گسسته بیان گردد. مقدار پالس واحد در خروجی با فاصله زمانی Δt که در زمان $(m-1)\Delta t$ شروع می شود، در زمان $t = n\Delta t$ و با فرض m پالس بارش و n پالس رواناب به صورت زیر محاسبه می شود:

$$U_{n-m+1} = U_{1-3}(n-m+1) = u_{1-3}[(n-m+1)\Delta t], \quad S_1 \leq S_c \quad (25)$$

$$U_{n-m+1} = U_{1-3}(n-m+1) + U_0(n-m+1) \\ = u_{1-3}[(n-m+1)\Delta t] + u_0[(n-m+1)\Delta t], \quad S_1 > S_c \quad (26)$$

بر اساس اصل ساده روش UH، اگر UH موجود باشد، جریان آبراهه‌ای کل $Q_N(n)$ ، که در اثر وقوع رگبار به وجود آمده است، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_N(n) = \frac{A}{3.6} \left[\sum_{m=1}^n \frac{P_m}{r_u} U_{1-3}(n-m+1) + \sum_{m=1}^n Z_0(m) U_0(n-m+1) \right], n < M \quad (27)$$

$$Q_N(n) = \frac{A}{3.6} \left[\sum_{m=1}^M \frac{P_m}{r_u} U_{1-3}(n-m+1) + \sum_{m=1}^M Z_0(m) U_0(n-m+1) \right], n \geq M \quad (28)$$

که در آن $Q_N(n)$ میزان دبی جریان در زمان $t = n\Delta t$ بر حسب مترمکعب بر ثانیه، A مساحت حوضه آبریز بر حسب کیلومتر مربع، P_m ارتفاع بارش در m امین بازه زمانی بر حسب میلی‌متر و Z_0 به عنوان جریان ورودی از تانک ۱ به تانک ۰ می‌باشد. هرگاه $S_1 < S_c$ باشد، آنگاه $Z_0 = 0$ و اگر $S_1 > S_c$ باشد، آنگاه $Z_0 = S_1 - S_c$ خواهد بود. با در نظر گرفتن میزان دبی Q_0 به عنوان جریان پایه دائمی که قبل از وقوع بارش در رودخانه وجود داشته است، جریان آبراهه‌ای کل را که از خروجی حوضه آبریز خارج می‌شود می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$Q_T(n) = Q_0 + Q_N(n) \quad (29)$$

۲-۳-۲- محاسبه ارتفاع ذخیره S_c

شاخص S_c را می‌توان به عنوان تلفات اولیه بارش تفسیر کرد که این شاخص تاثیر شرایط رطوبتی پیشین خاک را در تولید فرآیند رواناب نشان می‌دهد. شاخص S_c را می‌توان با استفاده از معادله بیلان آب روزانه و داده‌های بارش و تبخیر-تعرق، به صورت زیر بدست آورد:

$$S_c = \sum_{i=1}^m [E_{day}(i) - P_{day}(i)] \quad (30)$$

که در آن m فاصله زمانی بین آخرین رگبار شدید قبلی و رگبار فعلی بر حسب روز، P_{day} مقدار بارش روزانه بر حسب میلی‌متر، E_{day} تبخیر-تعرق روزانه بر حسب میلی‌متر می‌باشد. محاسبه شاخص S_c با فاصله بعد از آخرین رگبار شدید و زمانی که میزان رطوبت خاک برابر با میانگین منطقه‌ای رطوبت خاک اشیاع است، آغاز می‌شود. مقدار بارش روزانه حوضه P_{day} با استفاده از ایستگاه‌های بارانسنجی مجاور و کاربرد روش پلی‌گن تیسن بدست آمد. مقدار تبخیر-تعرق روزانه E_{day} نیز با استفاده از روش پنمن محاسبه می‌شود. (نحوه محاسبه ذخایر مخازن و ضرایب آن در مرجع شماره ۳ آمده است.) (بیدادی ۱۳۹۱)

جدول ۱- S_c مشاهداتی به دست آمده برای رویدادهای مختلف

مشخصات	تاریخ رویدادها				
	۱۳۸۲/۳/۸	۱۳۸۲/۳/۲۱	۱۳۸۴/۲/۶	۱۳۸۴/۲/۱۳	۱۳۸۴/۲/۲۹
S_c (mm)	۷/۴	۹/۸۹	۴۱/۲	۲۴/۶	۶/۱
عمق بارش D (mm)	۳۶/۱	۱۵/۱	۲۳/۷	۳۳/۳	۲۹/۱

منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه به منظور تأیید صحت و قابلیت اجرای مدل مطرح شده، از داده‌های ساعتی بارش- رواناب مشاهداتی در یک حوضه حقیقی، حوضه کمانج‌علیا که در فاصله ۳۳ کیلومتری شهر تبریز واقع شده است انتخاب گردید. همچنین از داده‌های روزانه بارش و تبخیر تعرق در این حوضه استفاده شد. این حوضه از زیرحوضه‌های رودخانه آجی‌چای است و در این حوضه یک ایستگاه باران‌سنجی وجود دارد و هیدروگراف‌های سیلاب در این منطقه در ایستگاهی که در خروجی حوضه واقع شده است اندازه‌گیری می‌شوند. متوسط بارش سالانه دراز مدت در این حوضه در حدود ۵۰۱/۲ میلی‌متر، ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقطه حوضه به ترتیب برابر ۲۷۴۴ و ۱۸۸۰ متر و شیب متوسط حوضه حدوداً برابر ۱۵/۴٪، مساحت حوضه ۳۲/۰۳ کیلومترمربع، محیط حوضه ۲۵/۲۲ کیلومتر، طول بزرگترین آبراهه ۷۹۸۰ متر و ارتفاع متوسط ۲۲۷۰/۰۳ متر می‌باشد. این حوضه فاقد پوشش گیاهی می‌باشد. بافت خاک این حوضه لوم شنی و در برخی نقاط مرتفع رسی خیلی متراکم می‌باشد (دربندی ۱۳۸۷).

داده‌های بارش و سیلاب مربوط به حوضه مورد مطالعه کمانج‌علیا از سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی اخذ گردید. از بین کل وقایع موجود، پنج واقعه که دارای آمار هم‌زمان بارش و رواناب بودند انتخاب گردید.



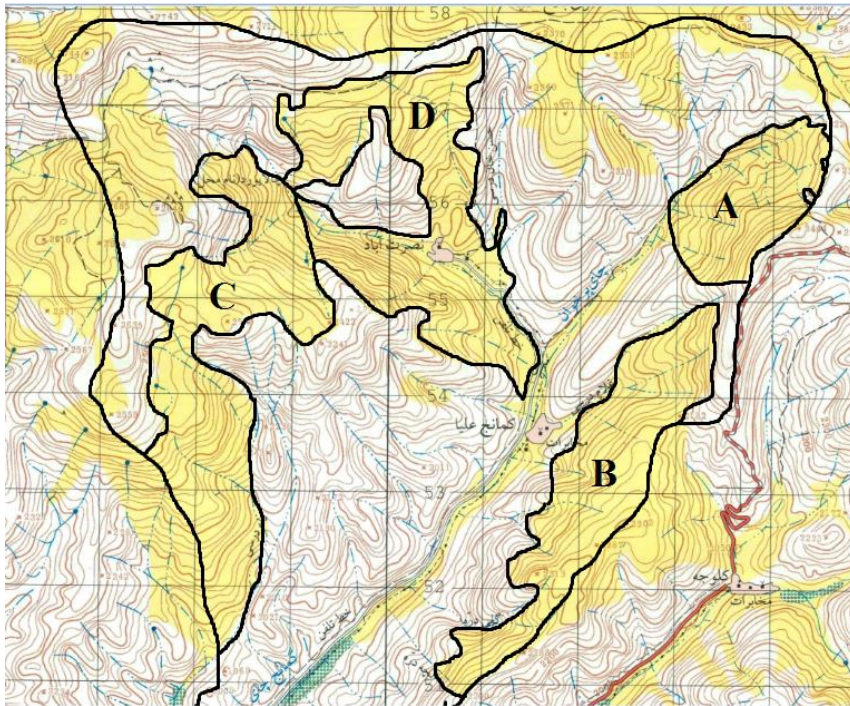
نتایج و بحث

کاربرد نتایج حاصل از مدل در زهکش‌های سطحی مزارع حوضه

بررسی نتایج به‌دست آمده از اجرای مدل تانک یو و هاشینو در حوضه کمانج‌علیا نشان می‌دهد که از مقدار نسبت بین رواناب سریع به رواناب محاسباتی کل و همچنین مقدار نسبت بین رواناب آهسته به رواناب محاسباتی کل حوضه، می‌توان به‌منظور تفکیک اجزای رواناب در داخل زهکش‌های سطحی مزارع نیز استفاده کرد. بر اساس مقدار نسبت حجم رواناب سریع و رواناب آهسته بر حجم رواناب کل محاسباتی از مدل در رویداد ۸۲/۳/۸ که به‌ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۴۳ می‌باشد، اجزای رواناب مزارع نیز به همین نسبت تفکیک شده و به‌دست می‌آید. در جدول (۲) مقادیر مساحت و دبی حداکثر مزارع، مقدار رواناب سریع و آهسته و ابعاد زهکش‌های طراحی شده ارائه شده است. در این جدول مقدار A مساحت مزرعه، Q مقدار دبی جریان در زهکش، رواناب سریع و رواناب آهسته مقدار هر کدام از اجزای جریان در زهکش مزارع بر حسب متر مکعب بر ثانیه، b عرض کف کانال زهکش و y عمق کانال طراحی شده برای زهکش آن مزرعه می‌باشد.

جدول ۲- دبی جریان و ابعاد زهکش در مزارع واقع در حوضه کمانج‌علیا

مشخصات	$A(km^2)$	$Q(m^3/s)$	رواناب سریع	رواناب آهسته	$b(m)$	$y(m)$
مزرعه A	۱/۷۹	۰/۵۲	۰/۴۹۴	۰/۰۲۲	۰/۷	۰/۱۷
مزرعه B	۳/۰۸	۰/۹	۰/۸۵۵	۰/۰۳۸	۰/۹	۰/۲۵
مزرعه C	۴/۱۴	۱/۲	۱/۱۴	۰/۰۵۱	۱	۰/۲۹
مزرعه D	۳/۹۵	۱/۱۴	۱/۰۸۳	۰/۰۵	۱	۰/۳



شکل ۲- نقشه حوضه کمانج علیا و مزارع انتخاب شده



نتیجه گیری

این تحقیق نشان می دهد که میتوان مدل های تانکی را برای زهکشهای مزارع به کار گرفت زیرا ماهیت ایجاد جریان در زهکش ها از تانکهای سری و موازی که در روش یو و هاشینو آمده به خوبی تبعیت می کنند. مزارع در حوضه تحت مطالعه طوری انتخاب شده اند که حدالمقدور ورودی از اطراف نداشته و جریان سطحی ایجاد شده صرفا به سطوح محدود می شود. روش به کار گرفته شده در کل حوضه با توجه به هیتوگرافهای ورودی و هیدروگرافهای خروجی کالیبره شده و ضرایب معادلات بر مبنای آن با کاربرد روش بهینه سازی پاول حاصل شدند. از محاسن این تحقیق پیوند دادن روابط بارش رواناب مطرح در هیدرولوژی در حیطه زهکشی می باشد. در این تحقیق توابع پاسخ پالس واحد برای رواناب کل، سریع و آهسته از مدل مفهومی تانک اصلاح شده یو و هاشینو با ساختار سه تانک متوالی و یک تانک موازی مرتبط به هم، استخراج شد. ارتباط بین تانکها با توابع نمایی بین پارامترهای مدل تعریف گردید. در واقع توابع پاسخ پالس واحد به عنوان مجموع توابع نمایی است که هر کدام معرف پاسخهای متفاوت اجزای جریان آبراهه ای (سطحی، زیرسطحی سریع، زیرسطحی تاخیری و آب زیرزمینی) به فرآیند بارش می باشد



منابع فارسی

- ۱- هاشمی، م.، ۱۳۸۵، استخراج هیدروگراف سیلاب رودخانه با استفاده از GIS. هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان.
- ۲- دربندی، صابره، ۱۳۸۷، کاربرد معادلات سنت- و نانت برای شبیه‌سازی هیدرولیکی بارش- رواناب (مطالعه موردی: حوضه کمانج- علیا). مقطع دکتری. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- ۳- بیدادی، سمرا، ۱۳۹۱، کاربرد مدل مفهومی مخزنی در سیستم زهکشی سطحی (مطالعه موردی: حوضه کمانج علیا). مقطع کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- ۴- احمدی، ح.، نورا، ن.، بهنودی، س.، محمدی، م.، ۱۳۸۹. تعیین مناسبترین روش تجربی برآورد رواناب سالانه در حوضه‌های فاقد آمار غرب گلستان (مطالعه موردی: حوضه آبخیز وطن). ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور.
- ۵- آخوندعلی، ع.، سیدکابلی، ح.، ۱۳۸۸. ارزیابی روشهای هیدروگراف واحد SCS و کلارک در برآورد هیدروگراف سیل حوضه آبریز کسلیان. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، انجمن آبخیزداری ایران، کرج.
- ۶- اسدی، ا.، فاخری‌فرد، ا.، قربانی، م.، ع.، ۱۳۸۹. کاربرد مدل مخزن جهت استخراج هیدروگراف‌های واحد رواناب سریع و آهسته در فرآیند بارش- رواناب (مطالعه موردی: حوضه ناورود). نشریه آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۳، ص ۲۴-۳۵.
- ۷- اسدی، ا.، فاخری‌فرد، ا.، قربانی، م.، ع.، ۱۳۸۹. توسعه یک مدل مفهومی بارش- رواناب به منظور شبیه‌سازی رواناب سریع و آهسته (مطالعه موردی: حوضه ناورود). نشریه آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۱، ص ۶۲-۷۵.



References

- ۱- Kuok, K.K., Harun, S., Shamsuddin, S.M., ۲۰۱۰. Global optimization methods for calibration and optimization of the hydrologic tank model's parameters. Canadian Journal on Civil Engineering Vol. ۱, No. ۱.
- ۲- Yue. S., Hashino, M., ۲۰۰۰., Unit hydrographs to model quick and slow runoff components of streamflow. Journal of Hydrology ۲۲۷, ۱۹۵- ۲۰۶.
- ۳- Aghakouchak, A., Habib, E., ۲۰۱۰. Application of a Conceptual Hydrologic Model in Teaching Hydrologic Processes. Int. J. Engng Ed. Vol. ۲۶, No. ۴, ۱-۱۱.
- ۴- Bao, H., Wang, L., Li, Z., Zhao, L., Zhang, G., ۲۰۱۰. Hydrological daily rainfall- runoff simulation with BTOPMC model and comparison with Xin'anjiang model. Water science engineering, ۳(۲): ۱۲۱-۱۳۱.
- ۵- Chaffe, P., Kobiyama, M., Yamashiki, Y., Takara, K., ۲۰۱۰. Is interception onformation important for rainfall- runoff modeling. Annual journal of hydraulic engineering, JSCE, Vol. ۵۴.
- ۶- Cheng, Sh., ۲۰۱۰. Generation of runoff components from exponential expressions of serial reservoirs. Water Resour Manage, ۲۴: ۳۵۶۱- ۳۵۹۰.
- ۷- Cheng, sh., ۲۰۱۰. Inferring Hydrograph Components from Rainfall and Streamflow Records Using a Kriging Method-Based Linear Cascade Reservoir Mode. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, Vol. ۴۶, Issue ۶, ۱۱۷۱-۱۱۹۱