Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
Volume 15, No. 1, Spring 2019 (IR-WRR)
۳۵۶-۳۶۰

یادداشت فنی

بررسی تأثیر عدم قطعیت دبی خروجی در زمان شروع سیل بر روی دقت محاسبات روندیابی سیل با استفاده از روش ماسکینگام خطی

جلال بازرگان[۱]، هادی نوروزی[۲*]

چکیده

بهینه‌یابی ضرایب روش ماسکینگام بر افزایش دقت روش مذکور اهمیت بسزایی دارد و یکی از مشکلات اصلی این روش تخمین مقدار دبی خروجی در زمان شروع سیل است که معمولاً برابر با مقدار دبی ورودی در همان زمان در نظر گرفته می‌شود. در پژوهش حاضر با توجه به عدم قطعیت برابر بودن مقدار دبی خروجی در زمان شروع سیل با مقدار دبی ورودی در همان زمان و با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات (PSO) علاوه بر محاسبه ضرایب روش ماسکینگام خطی (X, K) مقدار دبی خروجی در زمان شروع سیل به‌صورت درصدی از مقدار دبی ورودی در همان زمان بهینه‌یابی شده است و سپس با استفاده از ضرایب محاسبه‌شده و درصد دبی ورودی بهینه‌یابی شده با استفاده از یک سیل که به‌عنوان سیل مشاهداتی در نظر گرفته‌شده است، جهت محاسبه دبی خروجی سیل‌های دیگری که مربوط به همان ایستگاه‌های هیدرومتری می‌باشند، استفاده شده است. دقت روش مذکور با استفاده از راهکار ارائه شده در پژوهش حاضر افزایش یافته‌است.

کلمات کلیدی: روش ماسکینگام خطی، الگوریتم ازدحام ذرات (PSO)، عدم قطعیت دبی خروجی، بهینه‌یابی دبی خروجی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۳/۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۵/۱۳

۱- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه زنجان.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه زنجان.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

Technical Note

Investigation the Effect of Outflow Determination Uncertainty at the Time of Flood Initiation on the Accuracy of Flood Routing Calculations Using the Linear Muskingum Method

*J. Bazargan [1] and H. Norouzi [2]**

Abstract

The optimization of the Muskingum method coefficients is important for increasing the accuracy of the method. One of the main problems in this method is the estimation of the outflow rate at the time of flood initiation, which usually is taken equal to the inflow rate at the same time. In this study, due to the uncertainty of this assumption, the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm was used and in addition to calculating the coefficients of the linear Muskingum method (X, K), the outflow value in the flood initiation time is optimized in proportion to the amount of inflow at the same time. The calculated coefficients and the optimized input outflow rate using a flow considered as observed flood can then be used to calculate the flood outflow for other related floods at the same hydrometric stations. The accuracy of the Muskingam method has been increased using the proposed approach in this research.

Keywords: Linear Muskingum Method, Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm, Outflow Uncertainty, Outflow Optimization.

Received: May 24, 2018
Accepted: August 4, 2018

1- Associate Professor, Department of Civil Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2- Post Graduate Student of Hydraulic Structures, Department of Civil Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran. Email: hadinorouzi72@gmail.com
*- Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

Rezapour Tabari and Emami Dehcheshmeh (2018) با استفاده از هیبرید الگوریتم‌های فراکاوشی PSO و DSO، مدل جدیدی برای روش ماسکینگام غیرخطی ارائه دادند. Hamedi et al. (2016) در پژوهش خود با استفاده از الگوریتم علف هرز (WOA) علاوه بر بهینه‌یابی پارامترهای روش ماسکینگام غیرخطی، مقدار حجم ذخیره شده اولیه (S_0) را به جای فرض مقداری ثابت، بهینه‌یابی کرده است.

یکی از عوامل افزایش خطا در روش ماسکینگام خطی، عدم توجه به عدم قطعیت مقدار دبی خروجی در زمان شروع سیل است. به همین دلیل در پژوهش حاضر علاوه بر محاسبه ضرایب K و X به بهینه‌یابی مقدار دبی خروجی در زمان شروع سیل به‌صورت درصدی از دبی ورودی در همان زمان، به‌جای برابر دانستن این دو مقدار پرداخته‌شده است. این روش باعث افزایش دقت روش ماسکینگام خطی شده است.

۲- معرفی محدوده مطالعاتی

در پژوهش حاضر، از سه سیل ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری ملاثانی و اهواز در بالادست و پایین‌دست بازه‌ای از رود کارون استفاده شده است. دامنه تغییرات دبی ورودی سیل اول بین مقادیر ۲۲۱ تا ۵۶۵، سیل دوم ۳۴۹ تا ۶۵۱ و سیل سوم ۲۲۲ تا ۴۹۴ (m^3/s) است.

۳- معرفی روش ماسکینگام خطی

در روش ماسکینگام خطی، رابطه حجم ذخیره‌شده به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$S = K[XI + (1 - X)O] \quad (۱)$$

معادله (۱) که به معادله ماسکینگام معروف است، اساس بحث در این روش بوده و در آن K و X عبارتند از دو ضریب به‌گونه‌ای که روابط مذکور را به‌صورت حتی‌الامکان خطی نمایند. X فاکتور وزنی است بین صفر تا نیم و K ثابت زمانی ذخیره است (Chow, 1959).

$$Q_2=C_1I_2+C_2I_1+C_3Q_1 \quad (۲)$$

که در معادله فوق C_1, C_2, C_3 به شرح زیر به دست می‌آیند:

$$C_1 = \frac{0.5\Delta t - KX}{K - KX + 0.5\Delta T} \quad (۳)$$

$$C_2 = \frac{0.5\Delta t + KX}{K - KX + 0.5\Delta T} \quad (۴)$$

$$C_3 = \frac{K - KX - 0.5\Delta t}{K - KX + 0.5\Delta T} \quad (۵)$$

برای ارزیابی مقادیر بهینه پارامترهای X, K, Q(1) در روش ماسکینگام خطی، از کمینه کردن شاخص SAD که به‌صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود به‌عنوان تابع هدف در الگوریتم ازدحام ذرات (PSO) استفاده‌شده است که فلوچارت الگوریتم پژوهش حاضر به‌صورت شکل ۱ است:

$$SAD = \sum_{i=1}^{n} |O_i - Q_i| \quad (۶)$$

که در آن O_i, Q_i به ترتیب دبی خروجی مشاهداتی و دبی خروجی روندیابی شده (محاسباتی) هستند.

۴- مراحل پژوهش حاضر

به‌طورکلی پژوهش حاضر شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱) بهینه‌یابی ضرایب روش ماسکینگام خطی (X, K) با استفاده از یکی از سیل‌های موجود و برابر در نظر گرفتن Q(1)=I(1) و محاسبه هیدروگراف خروجی هر سه سیل موجود با استفاده از ضرایب بهینه یابی شده،

۲) بهینه‌یابی ضرایب روش ماسکینگام خطی (X, K) و همچنین بهینه‌یابی مقدار Q(1) به‌صورت درصدی از I(1) با استفاده از یکی از سیل‌های موجود (سیل مشاهداتی) و محاسبه هیدروگراف خروجی هر سه سیل به‌طوری‌که Q(1) هریک از سیل‌ها به‌صورت درصدی از I(1) مربوط به همان سیل در نظر گرفته شده است که مقدار این درصد با استفاده از داده‌های سیل مشاهداتی بهینه‌یابی شده است.

۳) تکرار مراحل فوق برای هر یک از سیل‌های موجود و مقایسه نتایج بدست آمده از هر دو روش با یکدیگر

۵- تحلیل و تفسیر نتایج

چنانچه هر یک از سیل‌های اول تا سوم به‌عنوان سیل مبنا جهت بهینه‌یابی ضرایب روش ماسکینگام خطی (X, K) و مقدار بهینه برای Q(1) که به‌صورت درصدی از I(1) است، در نظر گرفته شوند دارای مقادیر و درصد متفاوتی خواهند بود.

مقادیر به‌دست آمده برای ضرایب روش ماسکینگام خطی (X, K) و مقدار Q(1) برای هر سه سیل در هر دو حالت مذکور به شرح جدول ۱ بهینه‌یابی شده‌است.

شایان ذکر است؛ به‌طور مثال هنگام استفاده از ضرایب سیل اول به‌عنوان سیل مشاهداتی، مقدار Q(1) هرسه سیل برابر با ۸۸/۵۳٪ درصد I(1) همان سیل در نظر گرفته‌شده است. هنگام استفاده از ضرایب سیل دوم و سوم به‌عنوان سیل مشاهداتی، مقدار Q(1) به ترتیب ۸۳/۳۰ و ۸۲/۵۹ درصد I(1) همان سیل در نظر گرفته‌شده است. هدف از بهینه‌یابی ضرایب روش ماسکینگام این است که بتوان با استفاده از ضرایب به‌دست‌آمده از یک سیل، هیدروگراف خروجی

www.SID.ir

Archive of SID

سیل‌های دیگری را که در همان بازه از رودخانه با توجه به عدم تغییر مورفولوژی رودخانه، رخ داده است را روندیابی نمود. به‌عبارتی برای هر یک از سیل‌های مذکور، با استفاده از روش معمول ماسکینگام خطی و روش ارائه‌شده در پژوهش حاضر، ضرایب روش مذکور و مقدار بهینه برای مقدار Q(1) محاسبه‌شده است و سپس از مقادیر به‌دست‌آمده جهت محاسبه هیدروگراف خروجی همان سیل و دو سیل دیگر طبق مراحل پژوهش استفاده شده است.

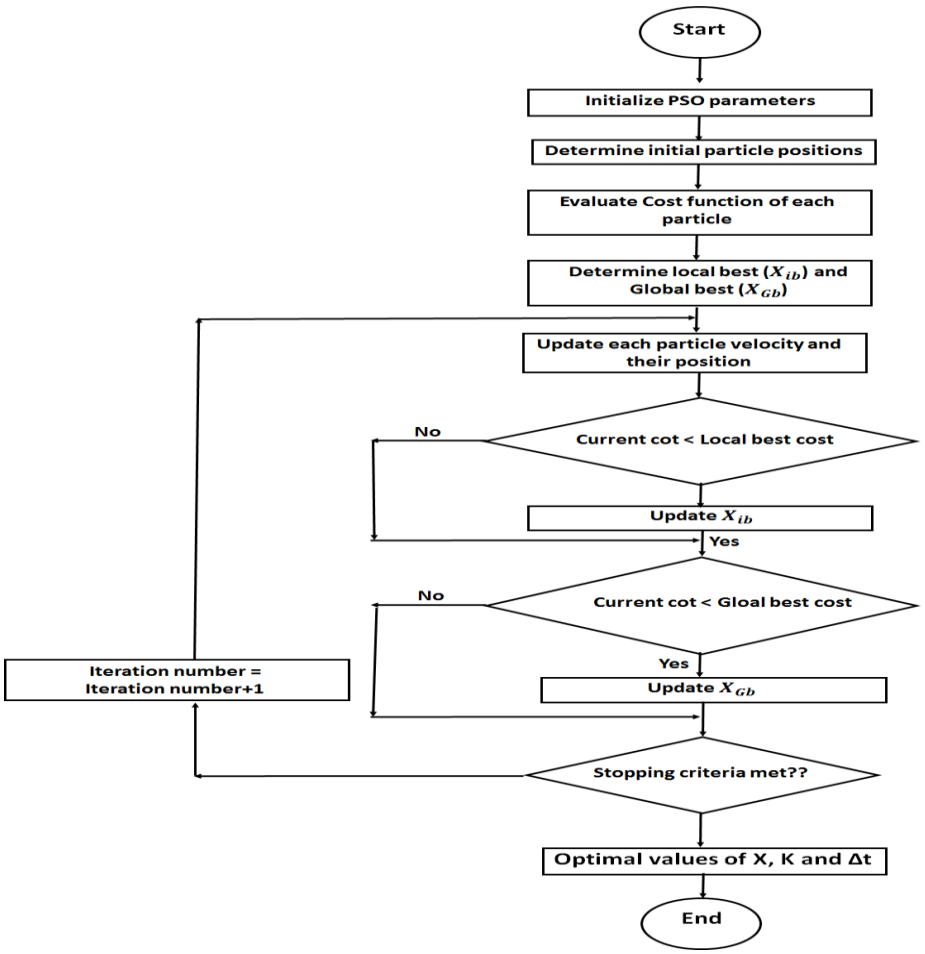

Fig. 1- Particle swarm optimization (PSO) flowchart

شکل ۱- فلوچارت الگوریتم ازدحام ذرات

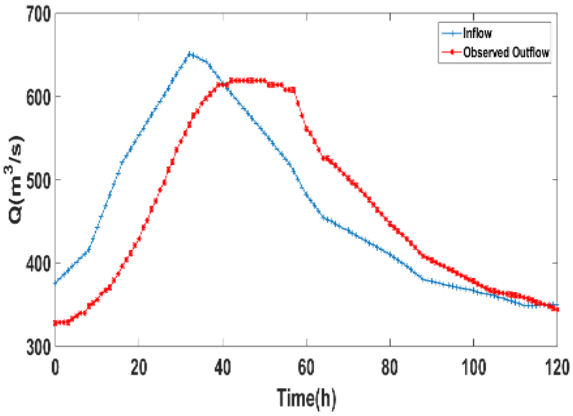

Fig. 3- Inflow and outflow hydrograph (Second flood)

شکل ۳- هیدروگراف ورودی و خروجی (سیل دوم)

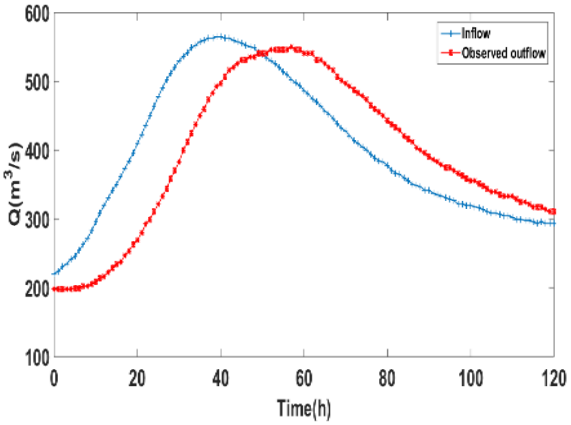

Fig. 2- Inflow and outflow hydrograph (first flood)

شکل ۲- هیدروگراف ورودی و خروجی (سیل اول)

www.SID.ir

Archive of SID

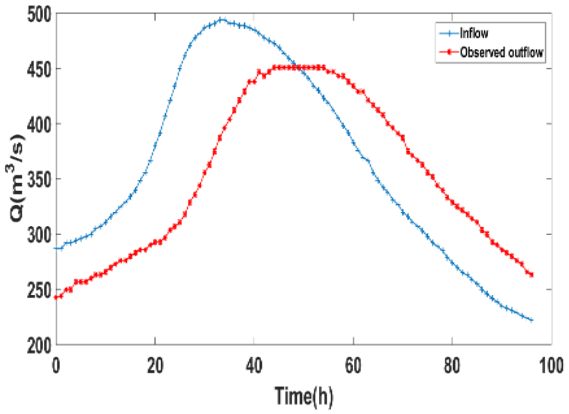

Fig. 4- Inflow and outflow hydrograph (third flood)

شکل ۴- هیدروگراف ورودی و خروجی (سیل سوم)

Table1- The coefficients obtained from the Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm and average MRE and average DPO for different floods

جدول ۱- ضرایب به‌دست‌آمده از الگوریتم ازدحام ذرات (PSO) و میانگین MRE، DPO برای سیل‌های مختلف

	Q(1)=I(1)			[Q(1)/I(1)]*100		
	First flood	Second flood	Third flood	First flood	Second flood	Third flood
X	0.414	0.485	0.033	0.398	0.392	0.032
K(h)	13.391	12.261	13.665	13.319	12.093	13.694
I(1)				221	376	287
Q(1)				195.653	313.226	237.04
[Q(1)/I(1)]*100				88.53	83.30	82.59
MRE %	2.63	3.34	4.70	1.86	2.43	3.07
DPO %	2.57	2.72	5.03	1.88	2.23	4.35

به عبارت دیگر می‌توان گفت؛ برای هر یک از سیل‌های مذکور سه مقدار متفاوت برای میانگین خطای نسبی (MRE) و خطای مقدار اوج دبی خروجی مشاهداتی و محاسباتی (DPO) به‌دست‌آمده است و سپس از مقادیر به‌دست‌آمده متوسط‌گیری شده است که نتایج این متوسط‌گیری در جدول ۱ آورده شده است.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات (PSO)، یک‌بار با روش معمول ماسکینگام خطی و با استفاده از داده‌های سیل اول، ضرایب X,K به‌دست آمده است و بار دیگر با روش ارائه‌شده در این پژوهش، علاوه بر محاسبه ضرایب X و K، مقدار Q(1) به‌صورت درصدی از I(1) بهینه‌یابی شده است. سپس با استفاده از هر دو روش، هیدروگراف خروجی مربوط به هر یک از سه سیل مذکور روندیابی شده‌است. روند فوق و استفاده از دو روش مذکور با استفاده از سیل‌های دوم و سوم نیز طی شده است که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

- متوسط‌گیری میانگین خطای نسبی (میانگین MREها) برای سیل‌های اول، دوم و سوم با روش معمول ماسکینگام خطی به ترتیب ۲/۶۳، ۳/۳۴ و ۴/۷۰ درصد و با استفاده از روش ارائه شده در پژوهش حاضر به ترتیب ۱/۸۶، ۲/۴۳ و ۳/۰۷ درصد محاسبه شده‌است. به‌عبارتی دیگر مقادیر فوق به ترتیب ۲۹/۳، ۲۷/۲ و ۳۴/۷ درصد کاهش یافته‌است.
- متوسط‌گیری خطای مقدار عددی اوج دبی خروجی مشاهداتی و محاسباتی (میانگین DPOها) برای سیل‌های اول، دوم و سوم با روش معمول به ترتیب ۲/۵۷، ۲/۷۲ و ۵/۰۳ درصد به‌دست‌آمده است. درحالی‌که همین مقادیر با استفاده از روش ارائه شده در پژوهش حاضر برای روش ماسکینگام خطی به ترتیب ۱/۸۸، ۲/۲۳ و ۴/۳۵ درصد محاسبه شده است. به عبارتی مقادیر به‌دست‌آمده بیانگر کاهش ۲۶/۸، ۱۸ و ۱۳/۵ درصدی آن می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- تشکر و قدردانی

از واحد مطالعات شرکت مدیریت منابع آب ایران به دلیل کمک فراوانی که در جمع‌آوری و در اختیار گذاشتن داده‌های مورد نیاز در انجام پژوهش حاضر داشتند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

۷- مراجع

Chow VT (1959) Open channel hydraulics. McGraw-Hill, New York, 680p

Hamedi F, Bozorg-Haddad O, Pazoki M, Asgari HR, Parsa M, Loáiciga HA (2016) Parameter estimation of extended nonlinear muskingum models with the weed optimization algorithm. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 142(12):04016059

Mohammad Rezapour Tabari M, Emami Dehcheshmeh S (2018) Development of nonlinear Muskingum model using evolutionary algorithms hybrid. Iran Water Resources Research 14(1):160-167 (In Persian)

www.SID.ir