Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Evaluation of the use of ponds in the surface runoff collection network by simulation method (Case Study: Mashhad East Eghbal Floodway)

Mahdi Amini Yazdi[1], Mahmoud Faghfour Maghrebi[*2]

1. M.Sc. Former Student, Civil Engineering Department, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran, Email: ma8681137@gmail.com
2. Professor, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: maghrebi@um.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history

Received: 08 June 2022

Revised: 19 February 2023

Accepted: 21 February 2023

Published online: 02 August 2023

Keywords:
Detention pond,
GIS, Mashhad East Eghbal Floodway, Precipitation pattern,
SWMM5.0

ABSTRACT

Uncontrolled floods always cause extensive financial and human losses in cities. Flood control is one of the most important goals of urban management. In this regard, an attempt has been made to investigate the effect of delayed ponds on the flood control of the Eghbal Floodway located east of Mashhad. East Eghbal Floodway, with a sub-catchment of about 13850 ha, is one of the most significant floodways of the developing Mashhad metropolis, including eight major floodways and 213 sub-catchments with many urban facilities. To evaluate and simulate the flood path, the precipitation pattern was calculated using different methods, including the concentration time of each sub-catchment. The most extended length of the stream, the uniform distribution of catchment sensitivity, periodic block, and peak flood flow caused by critical rainfall with a 50-year return period were calculated at the outlet. Finally, according to the topography of the area and available places using two, three, and four detention ponds to consider 11 different scenarios (economic-hydraulic), the peak flow of the flood decreased, and the time of peak flow increased. By evaluating and comparing different scenarios, scenario number 11 (using four detention ponds reduces the peak flood discharge by 48%) was the best hydraulic scenario. In addition, scenario number 4 (using two detention ponds reduces peak discharge by 24%) was the best economic scenario. A dry trapezoidal catchment within the network with two outlets, a lower opening, and a rectangular overflow was modeled in SWMM5.0. Geographic Information System (GIS) and SWMM5.0 rainfall–runoff simulation have been used to determine the physical component of sub-catchments.

Citation: Amini Yazdi, M., & Faghfour Maghrebi, M. (2023). Evaluation of the use of ponds in the surface runoff collection network by simulation method (Case Study: Mashhad East Eghbal Floodway). *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 11(2), 1-16.
DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Mahmoud Faghfour Maghrebi
Address: Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Tel: +989151133526
Email: maghrebi@um.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Evaluation of the use of ponds in the surface runoff collection network by simulation method (Case Study: Mashhad East Eghbal Floodway)

Mahdi Amini Yazdi[1], Mahmoud Faghfour Maghrebi[*2]

1. M.Sc. Former Student, Civil Engineering Department, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran, Email: ma8681137@gmail.com
2. Professor, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: maghrebi@um.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Development and construction in cities have caused an increase in impervious surfaces and an increase in the volume of runoff due to rainfall, which, if the necessary measures to direct and control the runoff are not considered, will cause extensive financial and human losses. In this regard, various software models are used to simulate rainfall-runoff. There are different structural and non-structural LID methods for flood control and management. Meanwhile, using flood control ponds in urban catchments is very effective. One of the flood mitigation methods is storing and controlling floods in the upper parts of the catchments, which is done by building flood control dams. Building said dams are usually impossible in flat areas and plains, so artificial ponds and pools or natural pits on the ground are used to control floods (ICOLD, 1973). In Iran, water supply is a critical and vital issue, and most cities in Iran need help in supplying drinking and non-potable water. According to the government's plans, collecting the city's surface water for non-drinking and irrigation purposes is possible, and it helps solve the crisis providing by water for the citizens (Rashidi Mehrabadi, 2019). The current research was conducted to investigate the effect of the construction of delay ponds on the existing surface water collection and channel network to reduce the peak discharge and increase the time to reach the peak of the flood, as well as to protect urban facilities and downstream areas from the risk of flooding.

Methodology: East Eghbal catchment in Mashhad city is evaluated as a case study in this research. It is divided into 213 sub-catchments based on the existence of different types of conveyors and channels and taking into account the 1:2000 digital maps of the study area from the country's mapping organization, and based on topography, land use characteristics and the main branches of the collection network and the outlet of the runoff. According to the considerations related to the location of tanks, such as considering the abandoned lands and green space, using Google Earth maps and Mashhad Comprehensive Spatial Information System and field visits, the site of the tanks was done. Then, four different methods were used to obtain a suitable rainfall pattern, including uniform rainfall pattern, most extended waterway length, uniform distribution of catchment sensitivity with consistent rainfall cards, and periodic block method. The final network has 214 nodes and 206 transmitters with a rectangular section, and seven transmitters with a circular section are modeled in Storm Water Management Model (SWMM). After locating and determining the location of the proposed flood control reservoirs and considering the extraction of different areas, these reservoirs are modeled in the software, and their impact on the output discharge is determined. Each flood control tank consists of an orifice and an overflow. The parameters related to the orifice and rectangular overflow affect the amount of flood adjustment. Therefore, modeling the flood control reservoirs in the software has determined these parameters as a trial-and-error process.

Results and Discussion: According to the topography of the region and the available places, the placement of four delayed ponds in Figure (1). By considering different scenarios, including eleven combined scenarios of two to four reservoirs, the optimal economic and hydraulic states were determined. Due to the location of the ponds, considered abandoned lands, parks, and green spaces, the cost of land acquisition has yet to be included in the calculations. The final dimensions of the reservoirs were obtained according to trial and error and downstream flooding control and in the form of a dry reservoir with a circular orifice at the bottom of the

***Corresponding author:** Mahmoud Faghfour Maghrebi
Address: Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Tel: +989151133526
Email: maghrebi@um.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

reservoir and a rectangular emergency overflow to pass the flood of the design with a 50-year return period and flood permeability control with a 100-year return period. Examining different hydraulic scenarios shows that small delay ponds have a negligible effect on flow regulation, and this small effect also decreases with time and along the course of the waterway. The presence of several flow adjustment structures in a single catchment can change the peak flood timing due to the combination of hydrographs. The abovementioned phenomenon can decrease or increase the peak flood downstream of the network. Therefore, it is necessary to check the effect of the flood control structure in the collection or the entire surface water collection system in the design process of reservoirs.

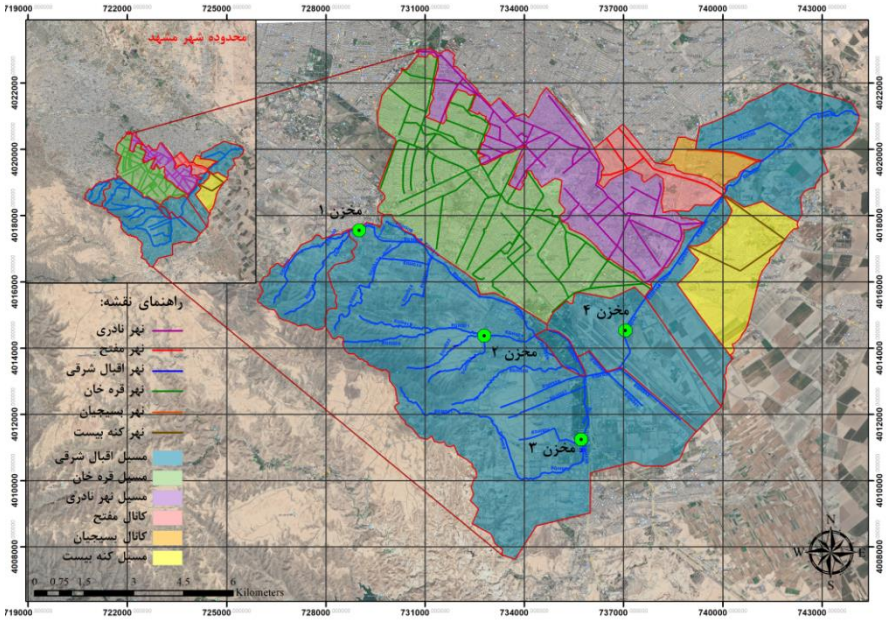


Figure 1- The channels and flow paths related to various sub-catchments and the location of the East Eghbal flood control catchments and the borders between the sub-catchments (Technical and Civil Deputy of Mashhad Municipality, 2013)

According to the examination of different situations (Table 1), the best hydraulic situation scenario number 11 is the use of four delay tanks and a 47.5% reduction in the output flow of the East Eghbal outlet, and the best economic situation is option number 4, the use of two tanks (tanks number 2 and 3) which has the lowest cost per percent reduction of peak flood discharge. It is worth noting that the worst hydraulic condition is option number 1, with a minor decrease in flood peak discharge, and the worst economic situation is option number 2.

Table 1- Combined states of reservoirs

Cost for each one percent decrease in output flow (billion Rials)	The cost of building tanks (billion Rials)	Flood reduction percentage	The outlet discharge after the construction of reservoirs (m^3)	The outlet discharge before the construction of reservoirs (m^3)	Name	No.
4.26	3.7	8.77	163.56	179.64	tank 1,2	1
3.94	81.7	20.7	142.45	179.64	tank 1,3	2
7.6	153.4	20.2	143.2	179.64	tank 1,4	3
3.67	88.9	24.2	136.1	179.64	tank 2,3	4
7.01	160.7	22.9	138.4	179.64	tank 2,4	5
6.23	205	32.9	120.5	179.64	tank 3,4	6
3.74	104	27.79	129.49	179.64	tank 1,2,3	7
6.39	175.7	27.5	130.1	179.64	tank 1,2,4	8
5.72	227.3	39.7	108.3	179.64	tank 2,3,4	9
6.1	220.1	36.04	114.9	179.64	tank 1,3,4	10
5.1	242.4	47.5	94.08	179.64	tank 1,2,3,4	11

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Conclusion: Obviously, due to the increasing expansion of Mashhad city due to the centrality and attraction of the population and the authorized and unauthorized constructions on the outskirts of the city, the studies related to the eastern Eghbal, which includes a large part of the marginal lands, should be reviewed every few years. And according to the new conditions, a decision should be made regarding the remedy of the existing situation. It is worth mentioning that the volume of flood stored for two reservoirs, including reservoirs number 1 and 2, is 14468 (m^3) and for three reservoirs, including reservoirs number 1, 2, and 3, is 132017 (m^3), and for four reservoirs including reservoirs number 1, 2, 3, and 4 is 219620 (m^3).

Ethical Considerations

Data availability statement: The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Funding: This study was conducted as a research project without financial support.

Authors' contribution: Mahdi Amini Yazdi: Writing-original draft preparation; Mahmoud Faghfour Maghrebi: Resources, Software, Manuscript editing, and supervising.

Conflicts of interest: The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Acknowledgment: We would like to express our sincere gratitude to the Technical and Civil Deputy of Mashhad Municipality for their support in providing the technical details of the urban runoff collecting system.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

بررسی استفاده از حوضچه تاخیری بر شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی به‌وسیله شبیه‌سازی (مطالعه موردی: کال اقبال شرقی مشهد)

مهدی امینی یزدی[۱]، محمود فغفور مغربی[۲*]

۱. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، مؤسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران، ma8681137@gmail.com

۲. استاد، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، maghrebi@um.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۸ خرداد ۱۴۰۱
بازنگری: ۳۰ بهمن ۱۴۰۱
پذیرش: ۰۲ اسفند ۱۴۰۱
انتشار برخط: ۱۱ مرداد ۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:
کال اقبال شرقی مشهد، حوضچه تاخیری، الگوی بارش، GIS، SWMM5.0.

چکیده

سیلاب‌های کنترل نشده همواره باعث بروز خسارت‌های گسترده مالی و جانی در شهرها می‌شوند. کنترل سیلاب یکی از مهم‌ترین اهداف مدیریت شهری است، که در این راستا سعی بر آن شده تا تأثیر استفاده از حوضچه‌های تاخیری بر کنترل سیلاب مسیل اقبال شرقی شهر مشهد مورد بررسی قرار گیرد. مسیل اقبال شرقی با حوضه آبریزی در حدود ۱۳۸۵۰ هکتار یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مسیل‌های کلان‌شهر در حال گسترش مشهد بوده که شامل هشت مسیل اصلی و ۲۱۳ زیرحوضه با تاسیسات متعدد شهری است. برای بررسی و شبیه‌سازی مسیل فوق ابتدا الگوی بارش به روش‌های مختلف (زمان تمرکز هر زیرحوضه، زمان تمرکز بلندترین طول آبراهه، توزیع یکنواخت حساسیت حوضه و بلوک تناوبی) به‌دست آمد. سپس دبی اوج سیلاب در اثر بارش بحرانی با دوره بازگشت ۵۰ ساله در نقطه خروجی محاسبه شد. مخزن‌های تاخیری به شکل ذوزنقه‌ای از نوع خشک داخل شبکه با دو خروجی شامل اریفیس در کف مخزن و سرریز مستطیلی در محیط SWMM5.0 مدل‌سازی شد. در این راستا، برای استحصال مشخصات فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و به جهت پیچیدگی شبیه‌سازی بارش-رواناب از مدل دینامیکی SWMM5.0 استفاده شده است. در نهایت، با توجه به توپوگرافی منطقه و مکان‌های در دسترس، با استفاده از دو، سه و چهار حوضچه تاخیری با در نظر گرفتن ۱۱ سناریوی مختلف (هیدرولیکی-اقتصادی) نسبت به کاهش دبی اوج و افزایش زمان اوج سیلاب اقدام شد. با مقایسه و بررسی حالات مختلف، سناریوی شماره ۱۱، استفاده از چهار حوضچه تاخیری باعث کاهش ۴۸ درصدی دبی اوج سیلاب به‌عنوان بهترین سناریوی هیدرولیکی و سناریوی شماره ۴، استفاده از ۲ مخزن تاخیری باعث کاهش ۲۴ درصدی دبی اوج، به‌عنوان بهترین سناریوی اقتصادی انتخاب شد.

استناد: فغفور مغربی، محمود، و امینی‌یزدی، مهدی. (۱۴۰۲). بررسی استفاده از حوضچه تاخیری بر شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی به‌وسیله شبیه‌سازی (مطالعه موردی: کال اقبال شرقی مشهد)، *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۱(۲)، ۱-۱۶.

DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

* **نویسنده مسئول:** محمود فغفور مغربی
نشانی: گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
تلفن: ۰۹۱۵۱۱۳۳۵۲۶
پست الکترونیکی: maghrebi@um.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

مقدمه

توسعه و ساخت و ساز در شهرها باعث افزایش سطوح غیر قابل نفوذ و افزایش حجم رواناب ناشی از بارندگی شده است که در صورت در نظر نگرفتن تمهیدات لازم جهت هدایت و کنترل رواناب باعث خسارت‌های گسترده مالی و جانی می‌شود. در این راستا برای شبیه‌سازی بارش- رواناب از مدل‌های مختلف نرم‌افزاری استفاده می‌شود. روش‌های مختلف سازه‌ای و غیرسازه‌ای LID برای کنترل و مدیریت سیلاب وجود دارد که در این میان استفاده از حوضچه‌های کنترل سیلاب درحوضه‌های شهری بسیار موثر است. یکی از روش‌های تعدیل سیلاب، ذخیره‌سازی و مهار سیلاب در بخش‌های علیایی حوضه‌ها است، که با احداث سدهای کنترل سیلاب صورت می‌گیرد. درمناطق مسطح و دشت‌ها معمولا امکان احداث سدهای مزبور وجود ندارد بنابراین از حوضچه‌ها و استخرهای مصنوعی یا گودی‌های طبیعی سطح زمین جهت مهار سیلاب‌ها استفاده می‌شود (ICOLD, 1973). در این زمینه، ملک‌محمدی (۱۳۸۳) با استفاده از نسخه جدید برنامه MIKE SWMM شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی یکی از مناطق ۲۲ گانه تهران را شبیه‌سازی کرده است و نتایج خروجی از برنامه را با نتایج روش‌های ساده‌تر (مانند روش استدلالی) مقایسه کرده است. از روش استدلالی برای به‌دست آوردن ابعاد اولیه کانال‌ها و مسیرها استفاده شد، سپس برای تدقیق مشخصات مسیرها و کانال‌ها نرم‌افزار SWMM مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت طراحی مسیرها به گونه‌ای انجام شد که در سیلاب ۱۰ ساله سر ریز و پهنه سیلابی وجود نداشته باشد و به ازای سیلاب با دوره بازگشت بالاتر محل و قوع سیلاب قابل مشاهده است، از این اطلاعات می‌توان در برنامه‌ریزی شهری استفاده کرد.

فلاح تفتی (۱۳۸۶) با استفاده از مدل GIS و MIKE SWMM شبکه زهکشی حوضه آبریز کال آب و برق مشهد را شبیه سازی نمود. در این تحقیق از نرم‌افزار GIS برای تخمین پارامترهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی زیرحوضه‌ها و انتقال‌دهنده‌ها استفاده شده است. در تحلیل پروفیل سطح آب در زهکش‌ها فرض بر جریان غیر دائمی و متغیر تدریجی بوده و لذا معادله دینامیکی سنت و نانت در کانال‌های باز برای سیستم فوق حل شده و عمق دبی و سایر مشخصات جریان در تمام سیستم به‌دست می‌آید و با اعمال دوره‌ی بازگشت ۱۰ ساله، ۳۱ مجرا دچار استغراق، شناسایی شدند و از ۱۳۴ کانال انتقال‌دهنده ۹۲ مورد بسیار بزرگ‌تر از حد نیاز طراحی و ساخته شده‌اند. هم‌چنین، تاج‌بخش و خداشناس (۱۳۸۷) در خصوص سیستم جمع‌آوری رواناب شهری حوضه اقبال شرقی مشهد تحقیق کرده‌اند و با استفاده از MIKE SWMM با شبیه‌سازی شبکه زهکشی نشان دادند که شش انتقال‌دهنده دچار اشکال بوده و جریان پس‌زده و سیلاب رخداده است. بحرانی‌ترین نقطه در شبکه شبیه‌سازی‌شده مسیل اقبال شرقی پل پایین‌دست فرودگاه است که موجب پس‌زدگی و انسداد جریان می‌شود. با جانمایی و شبیه سازی ۳ مورد حوضچه توانستند دبی اوج سیلاب را بین ۱۵ تا ۳۵ درصد کاهش دهند.

نجیب و همکاران (۱۳۹۹) پس از مدل‌سازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی حوضه جنوب غربی منطقه ۹ مشهد با استفاده از مدل SWMM تاثیر روش‌های توسعه کم‌اثر بر رواناب شهری را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی اثر سه سناریو مختلف شامل تبدیل ۶۰ درصد از اراضی با شیب بالای ۳۰ درصد به جنگل دست کاشت، روکش نفوذپذیر و آسفالت متخلخل جهت تحلیل کمی در دوره بازگشت‌های مختلف بارندگی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت سناریو تبدیل ۶۰ درصد از اراضی با شیب بالای ۳۰ درصد به جنگل دست کاشت انتخاب شد. علاوه بر این، صمیم و همکاران (۱۴۰۰) از روش اثر بشکه ذخیره آب باران (در دو اندازه مختلف) و واحد زیست ماند بیولوژیکی بر سیلاب‌های ناحیه ۸ شهر هرات استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد به‌کارگیری روش‌های توسعه کم اثر اثرات منفی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله را به‌میزان حداقل ۴۰ درصد کاهش می‌دهد. هم‌چنین به‌کارگیری مخزن تعدیل سیلاب و واحد زیست ماند و روش بشکه باران با قطر بزرگ موجب کاهش ۸۰ درصدی محل‌های آب‌گرفتگی و به‌کارگیری روش واحد زیست ماند و بشکه باران با قطره کوچک‌تر موجب کاهش ۷۵ درصدی حجم سیلاب شهری می‌شود.

Goorden و همکاران (۲۰۲۱) از حوضچه‌های کنترل سیلاب برای کنترل و مدیریت سیلاب جهت کاهش اثرات هیدرولیکی و بار رسوبات سیلاب ورودی استفاده کرده‌اند. ایشان از یک روش قراردادی و ترکیبی (روش تصمیم‌گیری مارکوف و ابزار استراتژی UPPAAL) برای به‌کارگیری دریچه‌های کنترل سیلاب جهت کاهش هزینه‌های ساخت سرریز اضطراری و کنترل دبی خروجی در زمان لازم به مقدار بهینه استفاده کردند. در ادامه، Fortunato و همکاران (۲۰۱۴) برای به‌دست آوردن دوره‌ی بازگشت بهینه بارش طراحی در مناطق شهری، مجموع هزینه‌های ساخت تعمیر و نگهداری ناشی از خسارت‌هایی که اضافه جریان سیلاب به شبکه‌ای که با دوره‌ی بازگشت بهینه طراحی‌شده است، وارد می‌کند را با روش انتخاب دوره‌ی بازگشت بر اساس مشخصات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی مقایسه کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که انتخاب دوره‌ی بازگشت بر اساس روش فوق در مقایسه با تمام دوره‌های بازگشت (شبیه‌سازی با نرم‌افزار EPA SWMM) و هر سناریو محتمل می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ها و ریسک شود. Gironas و همکاران (۲۰۱۰) اسنادی مانند دفترچه راهنمای نرم‌افزار SWMM، تئوری‌ها و الگوریتمی که نرم‌افزار از آن بهره برده است را مورد بررسی قرار داده و از این مدل به‌عنوان ابزاری

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

قوی در طراحی شبکه‌های زهکشی در مناطق شهری و آنالیز آن‌ها استفاده کرده‌اند. در دفترچه راهنمای نرم‌افزار استفاده از ابزارهای اساسی در مدل‌سازی و موضوعات پیشرفته‌تری از قبیل نحوه رفتار با رواناب، شبیه‌سازی پیوسته، سیستم‌های ترکیبی طغیان زده و سیلاب لوله‌ای شرح داده شده است.

Yan و همکاران (۲۰۱۴) در خصوص تاثیر LID[1] حوضچه تاخیری ترانشه‌های تصفیه بر مدل هیدرولیکی موجود و سطح رواناب تحقیق کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از BMPs[†] و LID تاثیر فوق‌العاده‌ای بر کنترل دبی ناشی از بارش‌های کوتاه مدت دارد و بر وقایع سیلاب تاثیر کنترلی کم‌تری دارد. استفاده از BMPs و LID در کاهش اثرات منفی رواناب ناشی از سیلاب شهری بسیار متداول شده است. در این میان به‌کار گرفتن حوضچه تاخیری و حوضچه تصفیه در کاهش اثرات منفی سیلاب همزمان با افزایش سطوح نفوذناپذیر به‌عنوان ابزاری اساسی در مدیریت سیلاب شهری پیشنهاد می‌شود. مطالعات گسترده‌ای که برروی شبیه‌سازی هیدرولوژیکی انجام شده است نزدیکی یافته‌های مدیریت سیلاب بر اساس مدل‌های فیزیکی و ریاضی را نشان می‌دهد. در تمام این مدل‌ها هیدرولوژیکی مدل SWMM یک مدل قابل اعتماد برای شبیه‌سازی تمام مشخصه‌های مختلف هیدرولوژیکی در ساختارهای توسعه یافته شهری و غیرشهری است. مهم‌ترین هدف این مطالعه نشان دادن داده‌های هیدرولوژیکی به روش BMPs و LID برای مناطق به شدت شهرسازی شده با استفاده از مدل‌های مختلف نرم‌افزار SWMM است. هم‌چنین، Miller و همکاران (۲۰۱۴) از شبیه‌سازی در خصوص تأثیر سطوح نفوذناپذیر بر رواناب در مناطق تازه شهری شده استفاده کرده و نشان داده‌اند که افزایش سطوح نفوذناپذیر موجب کاهش۵۰ درصد در پارامتر ماسکینگهام و افزایش نقطه اوج سیلاب تا۴۰۰ درصد می‌شود. مقایسه تغییرات در رواناب ناشی از سیلاب در مناطق بیش‌تر توسعه‌یافته نشان می‌دهد که ارتباط بین دبی اوج جریان، استمرار سیلاب و زمان واکنش حوضه در سطوح پایین توسعه‌یافتگی بیش‌تر و بزرگ‌تر است و عدم معرفی یک سیستم انتقال آب سیلاب باعث افزایش رواناب ناشی از سیلاب بر سطوح غیر قابل نفوذ می‌شود. سطوح مؤثر نفوذناپذیر، ارتباط فاصله‌ای آن‌ها، برای مدل کردن رواناب شهری بسیار مهم است. در ادامه، Zhang و همکاران (۲۰۱۴) بر موضوع شبیه‌سازی سیلاب شهری بر اساس GIS تحقیق کرده‌اند، نرم‌افزارهای شبیه‌سازی هیدرولوژیکی هیدرولیکی نیاز به حجم وسیعی از داده‌ها درحوضه شیب، ارتفاع، نوع کاربری زمین، ابعاد، اندازه، سرعت جریان و مقاطع دارند. در این میان روش USISIM بر مبنای GIS به‌صورت ساده نسبت به تأمین این اطلاعات برمبنای DEM[‡] نقشه‌های رقومی برای نرم‌افزار طراحی SWMM اقدام می‌نماید.

Rashidpour و Karimi (۲۰۱۹) با بررسی و مدل‌سازی شبکه جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی شهر بابلسر در مدل SWMM توانستند نقاط بحرانی شبکه را شناسایی و سپس با استفاده از یک مخزن تعدیل سیلاب با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف نقاط آب‌گرفتگی شبکه را رفع و اصلاح کنند. علاوه بر این، Rajabi و همکاران (۲۰۲۰) شبکه جمع‌آوری و هدایت رواناب سطحی زیرحوضه‌های شهر ساری (گذر خان) را مورد بررسی قرار دادند. باران طرح با استفاده از روش SCS تیپ ۲ با دوره بازگشت ۵ ساله تعیین شد و سپس با استفاده از مدل SWMM شبکه شبیه‌سازی شد و با در نظر گرفتن ۱۱ مخزن تعدیل سیلاب بر شبکه، میزان دبی خروجی به‌میزان قابل توجهی کاهش پیدا کرد. هم‌چنین، Poursahebi و همکاران (۲۰۱۹) از روش‌های توسعه کم اثر در منطقه ۲۲ تهران استفاده کردند و با در نظرگرفتن ۵ سناریو مختلف شامل وضع موجود، بام سبز، پیاده‌روهای نفوذپذیر، گودال‌های نفوذپذیر زیستی و جوی باغچه‌ها با در نظرگرفتن دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله اقدام کردند. نتایج بررسی نشان می‌دهد که رواناب سطحی با دوره بازگشت ۵۰ ساله در تمام روش‌های فوق افزایش و برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله کاهش پیدا می‌کند. بام‌های سبز و جوی باغچه بیش‌ترین تاثیر بر رواناب سطحی و کاهش نقطه اوج سیلاب دارد.

امروزه در کشور ایران تامین آب یک مسئله بسیار مهم و حیاتی است و اکثر شهرهای ایران برای تامین آب شرب و غیر شرب با مشکل روبرو هستند. با توجه به برنامه‌های دولت، جمع‌آوری آب‌های سطحی شهر برای مصارف غیر شرب و آبیاری امکان پذیر است و کمکی در حل بحران برای تامین آب برای شهروندان است (رشیدی مهرآبادی، ۱۳۹۰). تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر احداث حوضچه‌های تاخیری بر شبکه جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی وضع موجود به‌منظور کاهش دبی اوج و افزایش زمان رسیدن به نقطه اوج سیلاب و هم‌چنین حفظ تاسیسات شهری و مناطق پایین دست از خطر بروز سیلاب انجام گرفته است.

[1] Low Impact Development

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

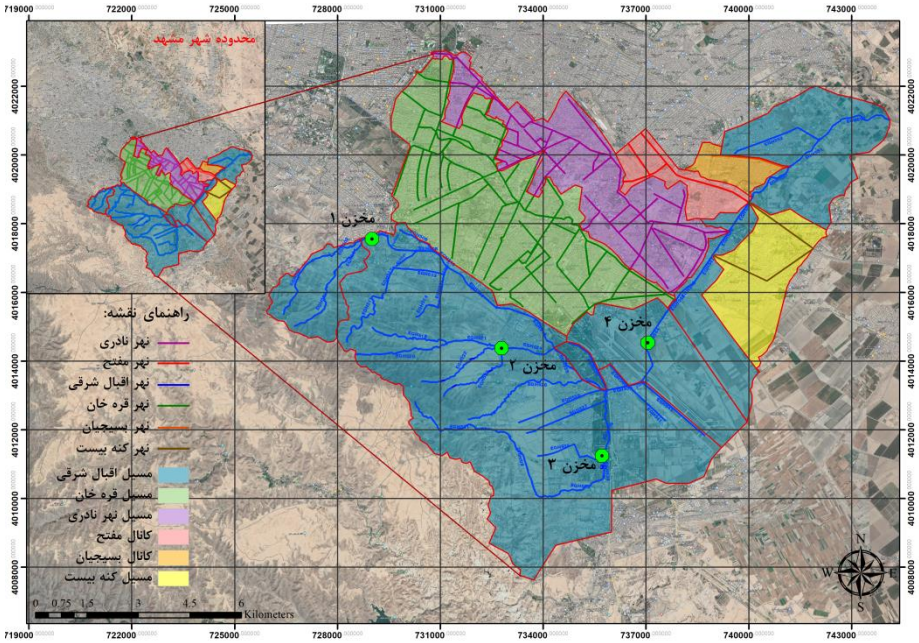
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

مواد و روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

مشهد در مرکز استان خراسان رضوی در عرض و طول جغرافیایی ۳۶ درجه و۲۰ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و میانگین ارتفاع ۹۷۰ متر ازسطح دریا واقع شده است. میانگین بارندگی در این شهر کم‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. کلان شهر مشهد با وسعت ۲۲۰ کیلومتر مربع دارای ۲۱ کال و مسیل و ۳۰ کانال اصلی هدایت آب‌های سطحی است که در سال‌های اخیر اکثر این کال‌ها و مسیل‌ها توسط شهرداری مشهد ساماندهی و بدنه‌سازی شده‌است. حوضه آبریز اقبال شرقی یکی از حوضه‌های آبریز این شهر است که در این تحقیق به‌عنوان مطالعه موردی مورد ارزیابی قرارمی‌گیرد. حوضه اقبال شرقی یکی از محیط‌های شهری در حال گسترش است که دارای تاسیسات شهری متعددی است که اهمیت این منطقه را نشان می‌دهد. طبیعی است که وقوع سیل خسارات زیادی را با توجه به این وسعت برای این منطقه به بار خواهد آورد.

این منطقه دارای هشت مسیل اصلی است که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در مناطق شهری به‌علت وجود بلوک‌های ساختمانی و مناطق مسکونی، صنعتی، پارک‌ها و عوارض حاشیه خیابان‌ها و به‌طورکلی تحت تاثیر دخالت انسان، جریان درجهت شیب، حرکت نداشته و رواناب‌های سطحی به جای حرکت در مسیرهای طبیعی از طریق کانال‌ها و لوله‌ها و غیره به سمت رودخانه هدایت می‌شود. مسیل اقبال شرقی باتوجه به وجود انواع انتقال دهنده‌ها و مسیل‌ها و با درنظر گرفتن نقشه‌های رقومی ۱:۲۰۰۰ منطقه مطالعاتی از سازمان نقشه برداری کشور، و بر اساس توپوگرافی، مشخصات کاربری زمین و سرشاخه‌های شبکه جمع آوری و محل خروجی رواناب به ۲۱۳ زیرحوضه تقسیم شده است که ۶۹ زیرحوضه متعلق به کانال نهرنادری (رنگ بنفش)، ۸۱ زیرحوضه مربوط به مسیل قره خان (رنگ سبز)، ۶ زیرحوضه مربوط به کانال مفتح (رنگ قرمز)، ۱ زیرحوضه مربوط به کانال بسیجیان (رنگ نارنجی)، ۳ زیرحوضه مربوط به کانال کنه بیست (رنگ زرد) و ۵۳ زیرحوضه مربوط به مسیل اقبال شرقی (رنگ آبی) مشخص شده است. شایان ذکر است بزرگ‌ترین زیرحوضه مسیل اقبال شرقی زیرحوضه‌های اقبال مجموعاً به مساحت ۷۹۹۳ هکتار و کوچک‌ترین زیرحوضه، بسیجیان با مساحت ۲۰۷ هکتار است.



شکل ۱- مسیل و مسیرهای جریان مربوط به زیرحوضه‌های گوناگون و جانمایی حوضچه‌های تعدیل سیلاب کال اقبال شرقی ومرزهای بین زیرحوضه‌ها (معاونت فنی و عمرانی شهرداری مشهد، ۱۳۹۳)

Figure 1- The channels and flow paths related to various sub-catchments and the location of the East Eghbal flood control catchments and the borders between the sub- catchments (Technical and Civil Deputy of Mashhad Municipality, 2013)

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

روش کار

جانمایی مخزن‌های ذخیره یا نگهداشت موقت سیلاب (مخزن‌های تعدیل سیلاب)

مخزن‌های ذخیره یا نگهداشت موقت از جمله رویکردهای نوین مدیریت رواناب شهری هستند که در مطالعات مهندسی ارزش قابل استفاده می‌باشند. با توجه به ملاحظات مربوط به مکان‌یابی مخزن‌ها مانند در نظر گرفتن اراضی رها شده، فضای سبز با استفاده از نقشه‌های گوگل ارث و سامانه جامع اطلاعات مکانی مشهد و بازدید میدانی نسبت به جانمایی مخزن‌ها اقدام شد (شکل ۱).

معرفی SWMM5.0

مدل SWMM یک واقعه رگبار را بر اساس هیتوگراف بارندگی و دیگر داده‌های ورودی هواشناسی و سیستم حوضه و شبکه زهکشی جهت تولید هیدروگراف خروجی از حوضه شبیه‌سازی می‌کند. این مدل یکی از پیشرفته‌ترین مدل‌ها جهت تحلیل مربوط به برآورد سیلاب و آبدهی کانال‌های مستقل و مختلط (سطحی و زیرزمینی) محسوب می‌شود. در این مدل قابلیت محاسبه هیدروگراف در زیرحوضه‌های شهری، انتقال آب‌های سطحی و هم‌چنین قابلیت انتقال آب به‌صورت تحت فشار موجود است. مدل SWMM هیدروگراف ناشی از بارندگی بر سطح زیرحوضه‌ها را تعیین و آن را به‌صورت مخزن غیرخطی در زیرحوضه‌های کوچک و کانال‌ها روندیابی می‌کند. مخزن غیرخطی توسط دو معادله پیوستگی و مانینگ حل می‌شود. برای یک زیرحوضه معادله پیوستگی به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\frac{d\forall}{dt} = A\frac{dy}{dt} = A.i^* = Q \qquad (۱)$$

که در آن $\forall = A.y$ حجم آب در زیرحوضه برحسب (m^3)، i^* بارش مازاد (شدت بارش منهای شدت تبخیر و نفوذ) برحسب (m/s)، t زمان برحسب (s)، y عمق آب برحسب (m)، A مساحت زیرحوضه (m^2) و Q دبی خروجی از زیرحوضه (m^3/s) است.

هم‌چنین جریان خروجی از معادله مانینگ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = \frac{w}{n}.(y - y_p)^{5/3}.S^{1/2} \qquad (۲)$$

که در رابطه فوق w پهنای زیرحوضه برحسب (m)، n ضریب زبری مانینگ، y_p عمق چالاب بر حسب (m) و S شیب متوسط زیرحوضه است. رابطه‌های ۱ و ۲ در یک معادله دیفرانسیل غیرخطی ترکیب شده و برای عمق مجهول y حل می‌شود (Huber & Dickinson, 1988).

الگوی بارش

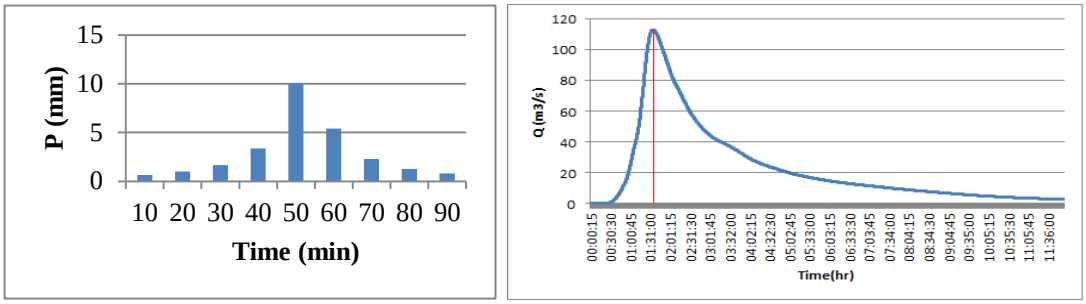
در این تحقیق از چهار روش مختلف برای به‌دست آوردن الگوی بارش مناسب استفاده شده است که در ادامه توضیح مختصری در مورد هر یک از این روش‌ها داده می‌شود. الگوی بارش یکنواخت یکی از روش‌های رایج در توزیع بارش است به این ترتیب که برای هر زیرحوضه زمان تمرکز به یکی از روش‌های مناسب محاسبه شده و با قضاوت مهندسی بین زمان‌های تمرکز محاسبه شده، زمان مناسب انتخاب و با توجه به منحنی‌های IDF[1] منطقه و یا روابط شدت–مدت مربوطه مقدار بارش محاسبه می‌شود. باتوجه به نزدیک بودن زمان‌ها تمرکز در زیرحوضه‌ها، زمان‌ها به ۱۱ دسته (زمان‌های ۵، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ دقیقه) تقسیم می‌شود که به‌ترتیب به‌عنوان Rain Gage شماره ۱ الی ۱۱ به زیرحوضه‌های مربوطه اختصاص می‌یابد. بدین‌ترتیب بارش در نرم‌افزار SWMM مدل‌سازی می‌شود.

در روش بلندترین طول آبراهه نیز زمان تمرکز بر اساس بلندترین طول مسیر آبراهه که در این تحقیق ۲۰۹۴۲ متر است محاسبه می‌شود و الگوی توزیع زمانی بارش به‌عنوان یک Rain Gage به مدل معرفی می‌شود. در روش توزیع یکنواخت حساسیت حوضه با کارت‌های یکنواخت بارش از زمان۱۰ دقیقه تا ۶ ساعت به کمک IDF های منطقه، (توزیع مناسب تحت تنها یک Rain Gage) به مدل وارد می‌شود. با توجه به توزیع زمانی بارش، بیش‌ترین دبی در زمان ۱:۳۱ مطابق شکل ۲– الف حاصل می‌شود که این زمان به‌عنوان زمان حساسیت حوضه در نظر گرفته می‌شود. از این زمان برای توزیع مجدد به روش بلوک تناوبی شکل ۲– ب استفاده می‌شود. در ادامه، نمودار گسسته توزیع زمانی حوضه تهیه و این الگوی بارش بر حوضه اعمال می‌شود و در نهایت با توجه به دبی‌های به‌دست آمده با روش‌های فوق، حداکثر دبی به‌عنوان دبی طرح با دوره بازگشت۵۰ ساله انتخاب و از آن برای طراحی حوضچه‌های تاخیری استفاده می‌شود. بعد از وارد کردن مشخصات فیزیوگرافی حوضه و الگوهای مختلف بارش به مدل SWMM نتایج به‌صورت جدول ۱ است (قاسمی و فغفور مغربی، ۱۳۹۴).

[1] Intensity-Duration-Frequency

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]



(ب) (الف)

شکل ۲- الف) تعیین زمان حساسیت حوضه و ب) الگوی بارش به روش بلوک تناوبی

Figure 2- a) Determining the sensitivity time of the catchment and b) precipitation pattern by periodic block method

جدول ۱- دبی خروجی با الگوهای مختلف بارش

Table 1- Outlet discharge with different precipitation patterns

Output flow rate (m^3)	Method
135.96	Concentration time of each sub-catchment
79.43	Concentration time of the most extended waterway length
113.78	Uniform distribution of catchments sensitivity
179.64	Periodic block

شایان ذکر است با توجه به قرار گیری اکثر زیرحوضه‌ها در محیط شهری، به‌دلیل شیب یکنواخت، زمان تمرکز بر اساس روش انتقال جریان محاسبه شده و در زیرحوضه‌های برون شهری اقبال به‌دلیل عدم یکنواختی شیب امکان محاسبه زمان تمرکز با روش انتقال جریان وجود نداشته و زمان تمرکز زیرحوضه‌ها با استفاده از روش کرپیچ[1] محاسبه شده است.

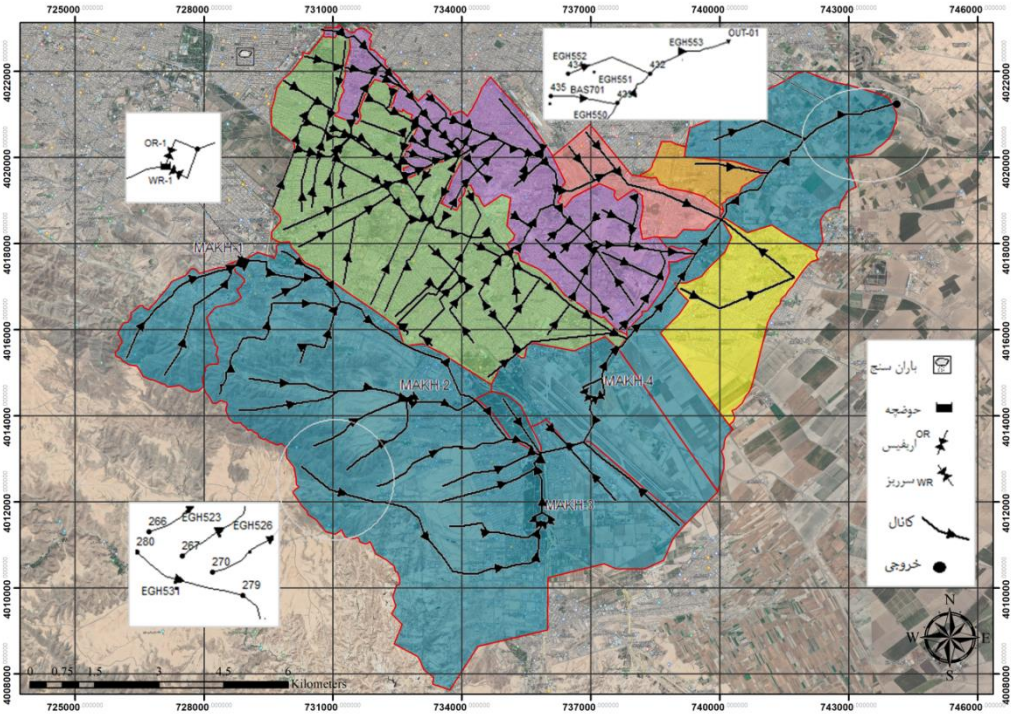
مدل‌سازی شبکه و مخزن‌های تعدیل سیلاب در SWMM 5.0

شبکه نهایی دارای۲۱۴ گره و ۲۰۶ انتقال‌دهنده با مقطع مستطیلی و ۷ انتقال‌دهنده با مقطع دایره‌ای در SWMM مدل می‌شود (شکل ۳). حوضه آبریز منطقه مورد مطالعه به ۲۱۳ زیرحوضه تقسیم شده که این زیرحوضه‌های شهری به اختصار S (sub-catchment) در مرکز هندسی حوضه قرار گرفته است. محل گره‌های آغازین و تقاطع اتصالات انتقال‌دهنده‌ها به اختصار J (junction) نامیده می‌شود. هم‌چنین انتقال‌دهنده‌ها در هر زیرحوضه با C (conduit) معرفی می‌شود که با لحاظ نمودن تراز ارتفاعی گره بالادست و گره پایین‌دست برای هر انتقال‌دهنده، شیب کانال قابل محاسبه کردن است. پس از جانمایی و مشخص شدن محل احداث مخزن‌های تعدیل سیلاب پیشنهادی و با توجه به استخراج مساحت‌های متفاوت، این مخزن‌ها در نرم‌افزار مدل‌سازی شده و میزان تاثیر آن‌ها بر دبی خروجی مشخص می‌شود. هر مخزن تعدیل سیلاب از یک اریفیس و یک سرریز تشکیل شده است (شکل ۴).

[1] Kirpich

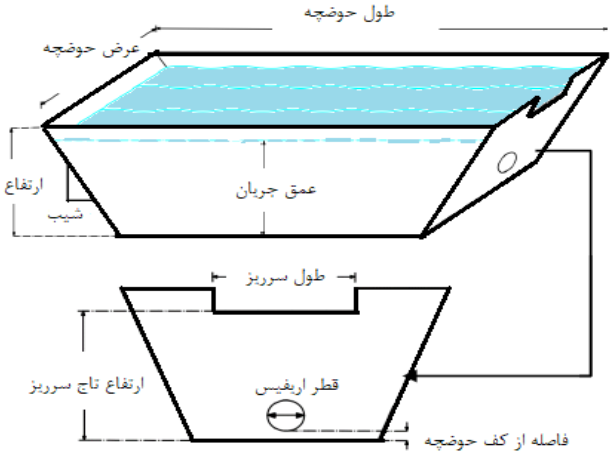
[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]



شکل ۳- مدل‌سازی شبکه و حوضچه‌های تاخیری در محیط SWMM 5.0

Figure 3- Network modeling and delay ponds in SWMM 5.0



شکل ٤- طرح شماتیک حوضچه تاخیری ذوزنقه‌ای با خروجی اریفیس دایره‌ای و سرریز مستطیلی

Figure 4- Schematic design of trapezoidal delay catchment with circular orifice outlet and rectangular overflow

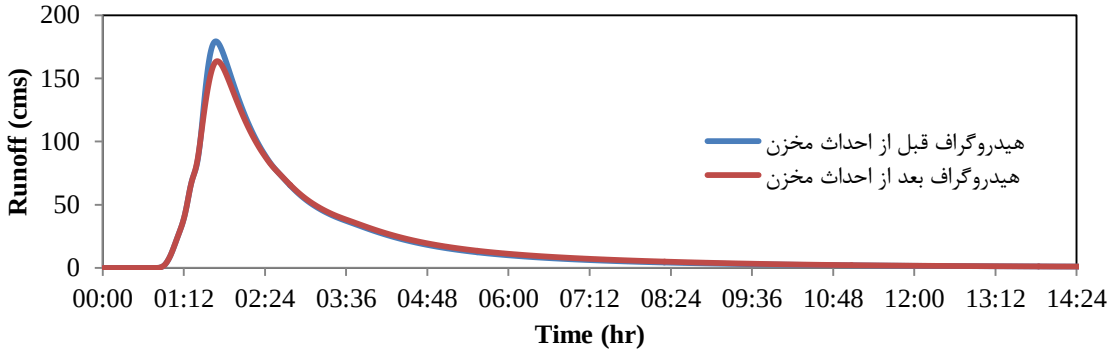
نتایج و بحث

در این تحقیق با توجه به توپوگرافی منطقه و مکان‌های در دسترس چهار حوضچه تاخیری جانمایی شکل (۸) و سپس با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف شامل یازده حالت ترکیبی از دو تا چهار مخزن حالات بهینه اقتصادی و هیدرولیکی مشخص شدند. با توجه به مکانیابی حوضچه‌ها که در اراضی رها و پارک‌ها و فضای سبز در نظر گرفته شده‌اند هزینه‌ای بابت تملک زمین در محاسبات لحاظ نشده است و هزینه احداث حوضچه‌ها با در نظر گرفتن آیتم‌های (۰۳۰۷۰۱، ۰۳۰۷۰۲، ۰۳۰۷۰۳) فهرست ابنیه ۱۴۰۱ و آیتم‌های (۰۳۴۴۰۱، ۰۳۲۰۰۲، ۰۳۵۲۰۲، ۱۷۵۰۱، ۱۷۰۷۰۲) فهرست آبیاری و زهکشی ۱۴۰۱ و نهایتاً ضرب مجموع هزینه‌ها در عدد ۱/۵ (بابت هزینه‌های تاسیسات، ضرایب بالاسری، ضرایب منطقه‌ای) محاسبه شده است. ابعاد نهایی مخزن‌ها با توجه به سعی و خطا و کنترل آب‌گرفتگی پایین‌دست و به‌صورت مخزن خشک دارای اریفیس دایره‌ای در کف مخزن و سرریز اضطراری مستطیلی جهت عبور سیلاب طرح با دوره بازگشت ۵۰

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

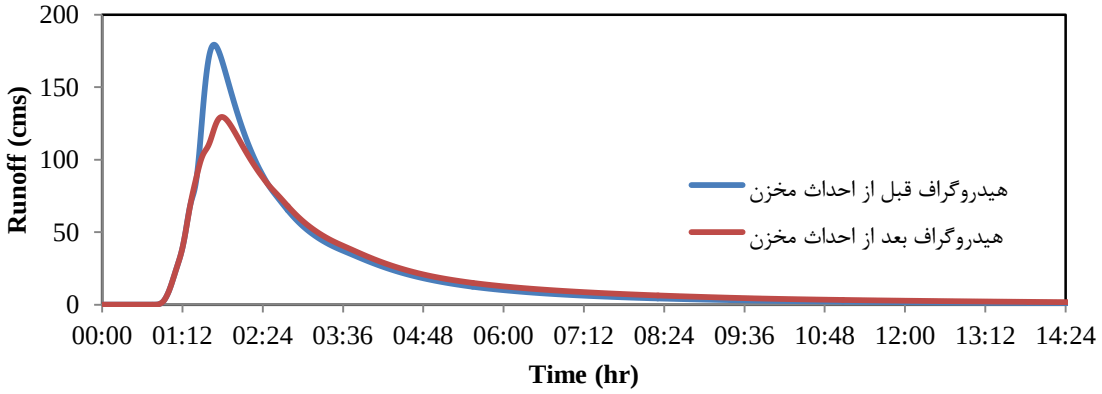
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

ساله، با توجه به (نشریه ۱۱۸-۳، ۱۳۷۱) و کنترل گذردهی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به‌دست آمد. میزان کاهش دبی در نقطه خروجی با استفاده از دو، سه و چهار حوضچه تاخیری در شکل‌های ۵ تا ۷ قابل مشاهده است.



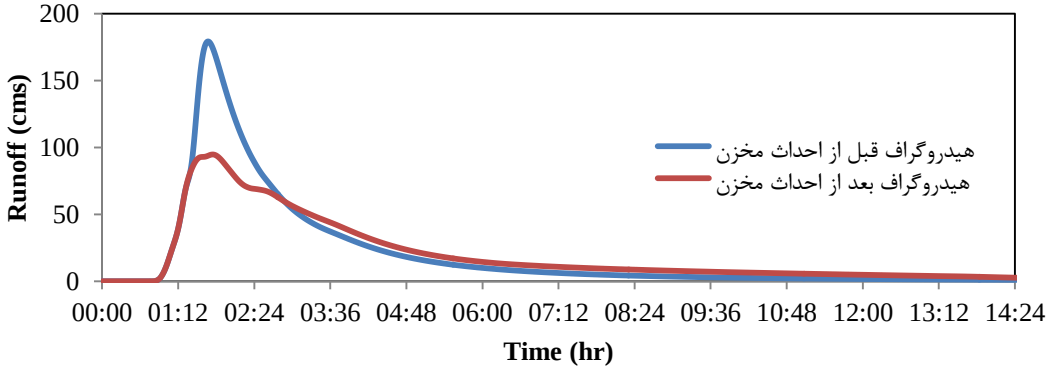
شکل ۵- هیدروگراف رواناب تولیدی درخروجی مسیل اقبال شرقی با دو مخزن (دوره بازگشت ۵۰ساله)

Figure 5- Hydrograph of production runoff at the outlet of East Eghbal Flood Way with two delay ponds (50-year return period)



شکل ٦- هیدروگراف رواناب تولیدی درخروجی مسیل اقبال شرقی با سه مخزن (دوره بازگشت ۵۰ ساله)

Figure 6- Hydrograph of production runoff at the outlet of East Eghbal Flood Way with three delay ponds (50-year return period)

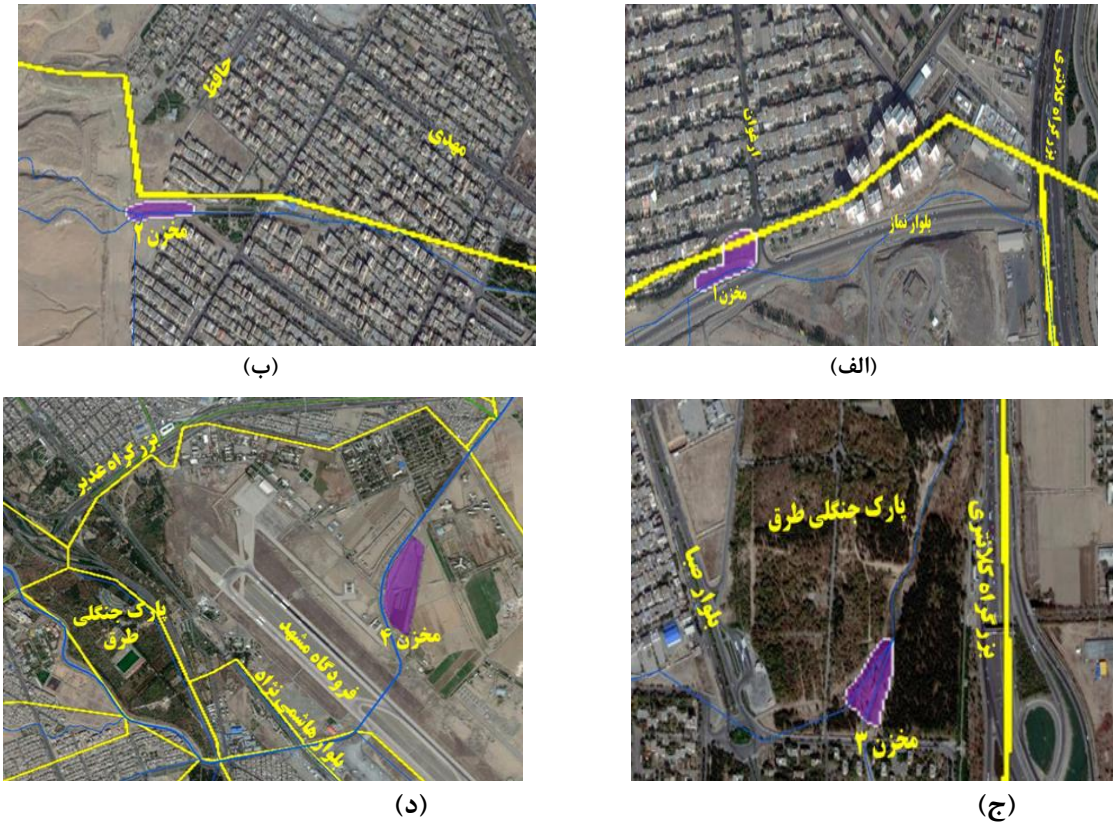


شکل ۷- هیدروگراف رواناب تولیدی درخروجی مسیل اقبال شرقی با چهار مخزن (دوره بازگشت ۵۰ ساله)

Figure 7- Hydrograph of production runoff at the outlet of East Eghbal Flood Way with four delay ponds (50-year return period)

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]



(الف) (ب)

(ج) (د)

شکل ۸- الف) جانمایی مخزن ۱ در بلوار نماز، سرشاخه ذکریا، ب) جانمایی مخزن ۲ سرشاخه قائم، ج) جانمایی مخزن ۳ داخل پارک طرق، سرشاخه ابوذر و د) جانمایی مخزن ٤ در فرودگاه مشهد، مسیل اقبال شرقی

Figure 8- a) Placement of delay pond 1 in Namaz Boulevard, Zakaria branch, b) Placement of the delay pond 2 Zakaria branch, and c) Placement of delay pond 3 inside Torogh Park, Abu Dhar branch and d) Placement of delay pond 4 at Mashhad Airport, East Eghbal Flood Way

پارامترهای مربوط به اریفیس و سرریز بر میزان تعدیل سیلاب تاثیرگذار است. بنابراین با مدل‌سازی مخزن‌های تعدیل سیلاب در نرم‌افزار این پارامترها در قالب یک فرآیند سعی و خطا تعیین گشته و در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به بررسی حالات مختلف مطابق جدول (۳) بهترین حالت هیدرولیکی گزینه شماره ۱۱، استفاده از چهار مخزن تاخیری و کاهش ۴۷/۵ درصدی دبی خروجی مسیل اقبال شرقی است و بهترین حالت اقتصادی گزینه شماره ۴، استفاده از دو مخزن (مخزن‌های شماره ۲ و ۳) است که کم‌ترین هزینه را به ازای هر درصد کاهش دبی اوج سیلاب دارد. شایان ذکر است که بدترین حالت هیدرولیکی گزینه شماره ۱ با کم‌ترین کاهش دبی پیک سیلاب و بدترین حالت اقتصادی گزینه شماره ۲ است.

جدول ۲- ابعاد و مشخصات نهایی مخزن‌های تاخیری

Table 2- Dimensions and final specifications of delay ponds

Length of the overflow crest (m)	The height of the overflow crown (m)	Orifice diameter (m)	Tank dimensions (m)	The name of the delay tank
1	4.2	0.5	76.8×53.5×5	MAKH-1
1.5	3.5	0.6	94.7×62.3×5	MAKH-2
3	3.5	0.7	167.5×98.7×5	MAKH-3
5.5	3	1.2	243×136×5	MAKH-4

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

جدول ۳- حالات ترکیبی مخزن‌ها
Table 3- Combined states of reservoirs

حالت ترکیبی	نام مخزن‌ها	دبی خروجی مسیل اقبال قبل از احداث مخزن‌ها (مترمکعب بر ثانیه)	دبی خروجی مسیل اقبال بعد از احداث مخزن‌ها (مترمکعب بر ثانیه)	درصد کاهش سیلاب	هزینه احداث مخزن‌ها (میلیارد ریال)	هزینه به ازای هر یک درصد کاهش دبی خروجی (میلیارد ریال)
No.	Name	The outlet discharge before the construction of reservoirs (m^3)	The outlet discharge after the construction of reservoirs (m^3)	Flood reduction percentage	The cost of building tanks (billion Rials)	Cost for each one percent decrease in output flow (billion Rials)
1	tank 1,2	179.64	163.56	8.77	3.7	4.26
2	tank 1,3	179.64	142.45	20.7	81.7	3.94
3	tank 1,4	179.64	143.2	20.2	153.4	7.6
4	tank 2,3	179.64	136.1	24.2	88.9	3.67
5	tank 2,4	179.64	138.4	22.9	160.7	7.01
6	tank 3,4	179.64	120.5	32.9	205	6.23
7	tank 1,2,3	179.64	129.49	27.79	104	3.74
8	tank 1,2,4	179.64	130.1	27.5	175.7	6.39
9	tank 2,3,4	179.64	108.3	39.7	227.3	5.72
10	tank 1,3,4	179.64	114.9	36.04	220.1	6.1
11	tank 1,2,3,4	179.64	94.08	47.5	242.4	5.1

نتیجه‌گیری

بررسی سناریوهای مختلف هیدرولیکی نشان می‌دهد حوضچه‌های تاخیری کوچک تاثیر اندکی در تعدیل جریان دارند و همین تاثیر اندک نیز با گذشت زمان و درطول مسیر آبراهه کاهش می‌یابد. وجود چندین سازه تعدیل جریان در یک حوضه آبریز واحد می‌تواند زمان‌بندی اوج سیلاب را به‌دلیل ترکیب هیدروگراف‌ها تغییر دهد. پدیده فوق‌الذکر می‌تواند موجب کاهش یا افزایش اوج سیلاب در پایین دست شبکه شود. بنابراین لازم است که در فرآیند طراحی مخزن‌ها اثر سازه تعدیل سیلاب در مجموعه یا سراسر سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی بررسی شود. بدیهی است با توجه به گسترش روزافزون شهر مشهد به‌دلیل مرکزیت و جذب جمعیت و ساخت و سازهای مجاز و غیر مجاز درحاشیه شهر، مطالعات مربوط به مسیل اقبال شرقی که قسمت اعظمی از اراضی حاشیه‌ای را شامل می‌شود باید هر چند سال یکبار مورد بازبینی مجدد قرار گیرد و با توجه به شرایط جدید در خصوص علاجه بخشی وضع موجود تصمیم‌گیری شود. شایان ذکر است حجم سیلاب ذخیره شده برای حالت دو مخزن شامل مخزن‌های شماره ۱ و ۲ به‌میزان ۱۴۴۶۸ مترمکعب و برای حالت سه مخزن شامل مخزن‌های شماره ۱، ۲ و ۳ به‌میزان ۱۳۲۰۱۷ مترمکعب و برای حالت چهار مخزن شامل مخزن‌های شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ به‌میزان ۲۱۹۶۲۰ مترمکعب است.

ملاحظات اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

حمایت مالی: این پژوهش در قالب تحقیق انجام شده و هیچ‌گونه حمایت مالی در این خصوص دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان: مهدی امینی یزدی: نگارش و تهیه نسخه اصلی؛ محمود فغفور مغربی: منابع، نرم‌افزار، ویرایش نسخه اصلی و نظارت

تضاد منافع نویسندگان: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

سپاس‌گزاری: بدین‌وسیله از معاونت فنی و عمرانی شهرداری مشهد به خاطر حمایت در ارائه مشخصات فنی سیستم جمع‌آوری رواناب شهری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

منابع

۱. تاج‌بخش، محمد، و خداشناس، سعیدرضا. (۱۳۸۷). بازنگری سیستم جمع‌آوری رواناب شهری توسط شبیه‌سازی (مطالعه موردی حوضه اقبال شرقی مشهد). *سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران*. https://civilica.com/doc/50231/

۲. رشیدی مهرآبادی، محمد حسین. (۱۳۹۰). ارزیابی استحصال آب باران در ساختمان‌های مسکونی برای تامین نیاز غیر شرب ساکنین در نواحی گرم و خشک (مطالعه موردی استان کرمان). *پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور*.https://civilica.com/doc/143534

۳. صمیم، صمیم، حاجیان، فرهاد، و معظمی، دانیال. (۱۴۰۰). مدیریت سیلاب ناحیه هشتم شهر هرات افغانستان با استفاده از روش‌های توسعه کم اثر و ارزیابی آن‌ها با مدل EPA-SWMM. *آب و توسعه پایدار*، ۸(۴)، ۱۱۱-۱۱۸. 10.22067/JWSD.V8I4.2108.1076

۴. فلاح تفتی، ابراهیم. (۱۳۸۴). شبیه‌سازی شبکه زهکشی رواناب‌های سطحی منطقه آب و برق مشهد با استفاده از مدل تلفیقی MIKE SWMM،GIS . *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه فردوسی مشهد. https://civilica.com/doc/12717

۵. قاسمی، ثریا، و فغفور مغربی، محمود (۱۳۹۴). بررسی بهترین روش جمع‌آوری رواناب‌های سطحی در شهر مشهد (مطالعه موردی منطقه آب و برق مشهد). *چهاردهمین کنفرانس هیدرولیک ایران*. https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1052774.html

۶. معاونت فنی و عمرانی شهرداری مشهد. (۱۳۹۳). مطالعه مهندسی ارزش مسیل اقبال شرقی، مطالعات هیدرولوژیکی.

۷. ملک‌محمدی، بهرام (۱۳۸۳) ارائه روش‌ها و ابزار شبیه‌سازی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در طراحی زهکش‌های شهری. *اولین کنگره ملی مهندسی عمران NCCE*، دانشگاه صنعتی شریف.

۸.نجیب، احسان، رستمی، محمد، و مساعدی، ابوالفضل. (۱۳۹۹). بررسی اثرات روش‌های توسعه کم اثر بر خصوصیات رواناب شهری (مطالعه موردی بخش جنوب غربی منطقه ۹ شهرداری مشهد)، *هشتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب*. https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1085540.html

۹. نشریه ۳-۱۱۸، (۱۳۷۱). مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب شهری. سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.

References

1. Fallah Tafti, A. (2005). Simulation of drainage network of surface runoff in Mashhad Abo Bargh region using GIS integrated model, MIKE SWMM. *Master's Thesis, Ferdowsi University of Mashhad*. [In Persian]
2. Fortunato, A., Oliveri, E., & Mazzola, M. R. (2014). Selection of the optimal design rainfall return period of urban drainage system. *Proceeding Engineering Journal of Hydrology, 89*, 742-749.
3. Ghasemi, S., & Faghformagharbi, M. (2014). Investigating the best method of collecting surface runoff in Mashhad city (case study of Mashhad Abo Bargh region). *14th Iranian Hydraulic Conference*. [In Persian]
4. Gironas, J., Rosener, A., Rossman, L. A., & Davis, J. (2010). A new applications manual for the stormwater management model (SWMM). *Environmental Modeling and Software, 813-814.*
5. Goorden, M. A., Larsen, K. G., Nielsen, J. E., Nielsen, T. D., Rasmussen, M. R., & Srba, J. (2021). Learning safe and optimal control strategies for water detention ponds. *Department of Science Aalborg University*.
6. Guidelines for Design of Wastewater Collection Systems Supersedes Publication No.118-3 (1992). Plan and Budget Organization, Bureau of Research and Technical Standards. [In Persian]
7. Huber, W. C., & Dickinson, R. E. (1988). Storm water management model user's manual, Version 4. Environmental Protection Agency, *Athens, GA, 595-596.*
8. International Commission on Large Dams (ICOLD) (1973). Lessons from Dam Incidents. Reduced Edition, ICOLD, Paris.
9. Karimi, V., & Rashidpour, M. (2019). Evaluation of detention tanks for reducing urban flooding. *Amirkabir Journal of Civil Engineering, 51*(2), 197-204.
10. Malek Mohammadi, B. (2004). Presentation of hydrological and hydraulic simulation methods and tools in the design of urban drains, the first National Congress of Civil Engineering NCCE, *Sharif University of Technology*. [In Persian]
11. Miller, J. D., Kim, H., Kjelsen, T., Packman, Grebby, S. & Dearden, R. (2014). Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri–urban catchment using historical change in impervious cover. *Journal of Hydrology, 515*, 59-70.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]

12. Najib, A., Rostami, M., & Masaedi, A. (2019). Investigating the effects of low-impact development methods on the characteristics of urban runoff (a case study of the southwestern part of District 9 of Mashhad Municipality). *The 8th National Water Resources Management Conference*. [In Persian]
13. poursahebi, A., Zakeri Niri, M., & Moazami Ghoudarzi, S. (2019). Simulating of LID – BMP methods on urban runoff (case study: District 22, Tehran). *Journal of Water and Wastewater, 30*(3), 114-121.
14. Rajabi Shahbandi, E., Masoudian, M., & Fazloula, R. (2020). The Effect of Intercity Retarding Reservoirs on Flood Peak Discharge and Reduce the Dimensions of Flood Collection Network (Case Study: Gozarkhan Subcatchment, Sari). *Journal of Watershed Management Research, 11*(21), 72-83.
15. Rashidi Mehrabadi, M. H. (2011). Evaluation of rainwater harvesting in residential buildings to meet the non-drinking needs of residents in hot and dry areas (Kerman province case study). *The 5th National Conference on Watershed Management and Management of Water and Soil Resources of the Country*. [In Persian]
16. Samim, S., Hajian, F., & Moazami, D. (2022). Flood Management in the Eighth District of Herat City using Low Impact Development and Their Evaluation with EPA-SWMM Model. *Journal of Water and Sustainable Development*, 8(4), 111-118. [In Persian]
17. Sun, Y. W., Li, Q. Y., Liu, L., Xu, C. D., & Liu, Z. P. (2014). Hydrological simulation approaches for BMPs and LID practices in highly urbanized area and development of hydrological performance indicator system. *Water Science and Engineering, 7*(2), 143-154.
18. Tajbakhsh, M. & Khodashanas, S. R. (2008). Revision of the urban runoff collection system by simulation (a case study of Eastern Eghbal catchment of Mashhad). *The Third Conference on Water Resources Management in Iran*. [In Persian]
19. Technical and Civil Deputy of Mashhad Municipality. (2013). Engineering study of the value of East Eghbal Floodway, *Hydrological Studies*. [In Persian]
20. Zhang, S., & Pen, B. (2014) An urban storm inundation simulation method based on GIS. *Journal of Hydrology, 517*, 260-268

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-05-12]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.2.1.9]