دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

# تحلیل حساسیت متغیرهای موثر بر سیلاب شهری با استفاده از مدل SWMM

**م. رستمی خلج[۱]، م. مهدوی[۲]، ش. خلیقی سیگارودی[۳] و ع. سلاجقه[۴]**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران،کرج، نویسنده مسئول: rostami88@ut.ac.ir
۲، ۳ و ۴- استاد، استادیار و دانشیار دانشگاه تهران

**چکیده**

**یکی از ویژگی‌های بارز مناطق شهری پیچیدگی فرایندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی است. از اینرو تعیین دقیق متغیرهای ورودی مدل‌های شهری و تاثیر آنها بر خروجی مدل کاری سخت و زمان بر است. آنالیز حساسیت نشان می‌دهد کدام یک از پارامترها تاثیر شدیدتری بر نتایج اعمال می‌کند و رتبه‌بندی پارامترهای مدل براساس تاثیر آنها در خروجی مدل با استفاده از این روش قابل محاسبه است. در این مطالعه حساسیت متغیرهای موثر بر دبی اوج سیلاب شهری با بکارگیری مدل SWMM در شهرک امام علی (ع) شهر مشهد بررسی شد. به این ترتیب که از مقدار اولیه برآورد شده هشت پارامتر درصد مناطق نفوذناپذیر (Imperv%)، شیب، عرض معادل (Width)، ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر و نفوذناپذیر، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذناپذیر و نفوذپذیر و درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی (Zero-Imperv%)، در دامنه تغییرات قابل قبول به مقدار ثابت کاهش و افزایش یافته و دبی اوج سیلاب به عنوان متغیر وابسته برای بررسی انتخاب شد. نتایج نشان داد با افزایش ۳۰ درصد در مقدار درصد مناطق نفوذ ناپذیر مقدار دبی اوج ۳/۳۸ درصد افزایش می‌یابد که بیشترین تاثیر را بر دبی اوج داشته و به عنوان حساسترین پارامتر مدل شناخته شد و از طرف دیگر درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی کمترین تاثیر را بر دبی اوج حوزه مورد مطالعه دارد. لذا تغییرات کاربری اراضی، گسترش شهرنشینی، ساخت و سازهای غیر اصولی که پیامد آنها افزایش سطوح نفوذناپذیر است باعث افزایش دبی سیلاب در مناطق شهری و افزایش خطر سیل می‌شود.**

**واژ های کلیدی: مدل SWMM، آنالیزحساسیت، سیلاب شهری، دبی اوج، مشهد**

**مقدمه**

سالانه در نقاط مختلف جهان، جان و مال بسیاری از مردم در اثر وقوع سیل به مخاطره می‌افتد. تغییرات کاربری اراضی، گسترش شهرنشینی، ساخت و سازهای غیر اصولی، سیستم فاضلاب قدیمی و توسعه اراضی غیر قابل نفوذ در مناطق شهری اثرات مهمی در وقوع این خطر دارند (۱۱). خطر سیلاب شهری

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

و پیچیدگی بالقوه موجود در سیستم‌های زهکشی و سیلاب شهری اخیراً بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۳، ۱۱، ۱۵ و ۲۱).

فرآیندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی که شامل چرخه آب از زمان بارش تا رسیدن آن به سیستم‌های جمع آوری به صورت رواناب و سپس روندیابی جریان می‌باشند، اصولاً پیچیده‌اند. به همین دلیل، مهندسان جهت نشان دادن این فرآیندها در طراحی‌های مناسب یا ارزیابی سیستم‌های فاضلابرو موجود به مدل‌های کامپیوتری روی آورده‌اند (۶). مدل ریاضی SWMM توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا جهت شبیه‌سازی کمی و کیفی پدیده‌های مرتبط با سیلاب‌روهای مختلط و پیچیده طی سال‌های ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۱ تهیه گردیده و تا کنون چندین بار بازنویسی و بهنگام گردیده است. مدل SWMM[1] یا مدل مدیریت رواناب سطحی یک مدل دینامیک شبیه‌سازی بارش رواناب بوده و می‌تواند برای یک واقعه و یا بصورت مداوم کیفیت و کمیت رواناب را برای مناطق شهری شبیه‌سازی نماید (۱۰). همچنین این مدل این قابلیت را دارد تا با سایر مدل‌ها ترکیب شود و در حوزه‌های کوچک نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهد (۸). از آنجایی که این مدل بطور گسترده‌ای برای طراحی، آنالیز و برآورد هزینه احداث سیستم شبکه زهکشی در مناطق شهری (۱۸) بکار گرفته می‌شود در این مطالعه از این مدل استفاده گردید.

شهر مشهد به علت گسترش بر سطح دشت و مخروط افکنه‌های آبرفتی تحت تأثیر شرایط توپوگرافی، شیب تند و زهکشی ضعیف همیشه در اثنای بارش‌های شدید با سیلاب‌های ناگهانی یا آب گرفتگی مواجه بوده است. به عبارت دیگر در حال حاضر شهر مشهد در شرایطی قرار گرفته که بخشی از آن مستقیماً در معرض سیلاب‌های شدید دوره‌ای و بخش وسیعی نیز با مشکل آب گرفتگی سطح معابر و آلودگی‌های ناشی از آن قرار دارد (۱۲).

اکثر مدل‌های هیدرولوژیکی پیچیده و پارامترهای مختلفی را شامل می‌شوند و به علت تغییرپذیری بالای این پارامترها و محدودیت زمانی و اقتصادی مقادیر دقیق بسیاری از این پارامترها بدرستی شناخته شده نیست. علاوه بر این اندازه‌گیری دقیق بسیاری از این پارامترها به طور مستقیم امکان پذیر نمی‌باشد. بنابراین فرآیند واسنجی به منظور برآورد مقادیر دقیق هر یک از این پارامترها امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (۴). در طی فرایند واسنجی مدل پارامترهای ورودی به مدل با تغییر در محدوده مجاز خود تعدیل و اصلاح می گردند تا این که بهترین برازش را با داده های مشاهده ای داشته باشد. با این حال زمانی که تعداد پارامترها زیاد باشد فرایند واسنجی بسیار پیچیده شده و محاسبات گسترده و زمان‌بری را می‌طلبد (۱۹و ۲۲). در این حالت آنالیز حساسیت به عنوان روشی اساسی در نظر گرفته می‌شود که به وسیله آن تاثیر پارامترهای ورودی به عنوان متغیر مستقل روی خروجی‌های مدل (متغیر وابسته) بررسی می‌گردد (۴ و ۲۰). در این حالت پارامترهای حساس شناخته شده و تمرکز روی این پارامترها صورت می‌گیرد و

1- Storm Water Management Model

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

این ترتیب با کاهش عدم قطعیت، دقت نتایج افزایش یافته و باعث صرفه جویی در وقت و هزینه می گردد (۱). شریفیان و همکاران (۲۱)، به تحلیل عدم قطعیت و آنالیز حساسیت عمق آب در منهول‌های (فاضلابروهای زیرزمینی) مهم خطوط لوله‌های سیستم‌های زهکشی پرداختند. در این مطالعه که در مرکز شهر تاریخی شیراز در جنوب غرب ایران انجام شده است، از مدل SWMM برای شبیه‌سازی فرایند بارش رواناب و روندیابی جریان در مجاری آب استفاده شد. همچنین شبیه‌ساز Monte-Carlo و روش L H.S برای آنالیز عدم قطعیت بکار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، که ضریب عمق آب در منهول‌های مختلف از ۱۲٪ تا ۶۶٪ متغیر است. همچنین پارامترهای مربوط به زیر حوزه‌ها و بارندگی بیشترین تاثیر را بر دبی پیک سیل و عدم قطعیت آن دارد.

آنالیز حساسیت می‌تواند در مقیاس جزئی یا کلی انجام گیرد. در مقیاس جزئی (مطلق) تاثیر هر پارامتر به شکل مجزا با ثابت نگه داشتن سایر پارامترها محاسبه می‌شود. در مقیاس کلی به همه‌ی پارامترها اجازه تغییر در یک زمان داده می‌شود و به نحوی عملکرد آن براساس انتخاب تصادفی پارامترها و روش‌های احتمالاتی است (۵ و ۱۶).

آنالیز حساسیت نقش کلیدی در تحلیل‌های مربوط به سیلاب دارد و استفاده از آن برای تحلیل‌های کوتاه مدت و بلند مدت توصیه شده است (۱۷). آنالیز حساسیت یک دید کلی برای مطالعه‌ی نتایج مدل ایجاد می‌کند که این دید برای پیش‌بینی پتانسیل خطر یا کاهش خطر مهم خواهد بود (۲). از اینرو هدف از این مطالعه بررسی حساسیت متغیرهای ورودی به مدل SWMM برای براورد دبی اوج سیلاب شهری و مشخص کردن پارامتر موثر بر دبی اوج سیلاب می‌باشد.

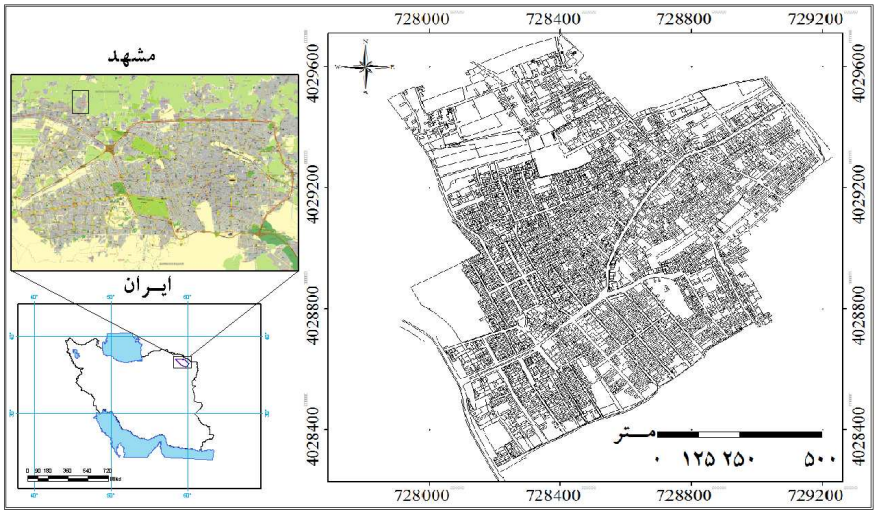
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

شهر مشهد در شمال شرق ایران با مساحت ۲۰۴ کیلومترمربع و در حوزه آبخیز کشف واقع شده است. ارتفاع شهر مشهد از سطح دریا ۹۸۵ متر است. میزان نزولات جوی در سطح دشت مشهد متوسط ۲۵۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است. شهرک امام علی (ع) در منطقه دو ناحیه شش شهرداری مشهد، با وسعت ۸۲/۳ هکتار بین مختصات جغرافیایی ″۲۰ ′۲۲ °۳۶ تا ″۱ ′۲۳ °۳۶ عرض شمالی و ″۳۸ ′۲۶ °۴۸ تا ″۲۱ ′۲۷ °۴۸ طول شرقی و در شمال شرق شهر مشهد واقع شده است (شکل ۱).

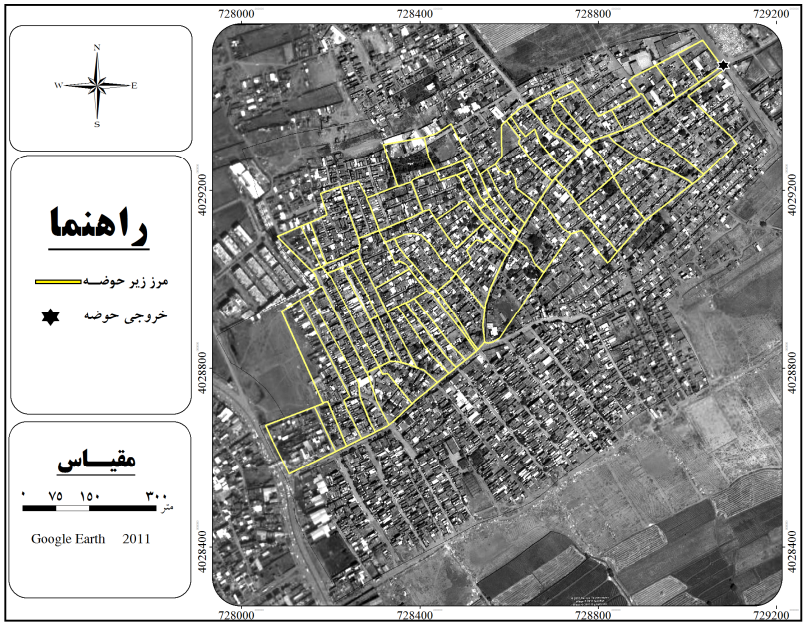
برای بستن مرز زیرحوزه‌ها با استفاده از بازدید میدانی و نقشه کاربری اراضی منطقه که توسط سازمان نقشه‌برداری با مقیاس ۱:۲۰۰۰ در سال ۱۳۸۵ تهیه شده استفاده شد. در منطقه مورد مطالعه، قسمتی از رواناب وارد اراضی بایر اطراف می‌شود در نتیجه برای یکی کردن خروجی این قسمت‌ها از منطقه مورد مطالعه حذف شد. لازم به ذکر است طبق بازدیدهای میدانی انجام شده در هیچ قسمت از منطقه مورد مطالعه رواناب از بیرون حوزه وارد نمی‌شود.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]



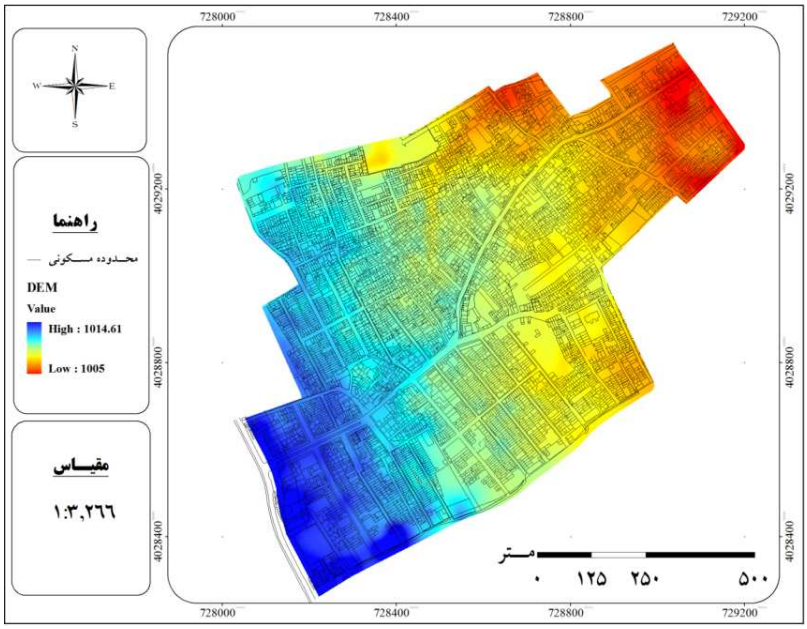

شکل ۱- محدوده منطقه مورد مطالعه.

در نهایت منطقه مورد مطالعه به ۶۱ زیرحوزه کوچکتر تقسیم شد (شکل ۲). بعد از بستن مرز زیرحوزه‌ها از نقشه کاربری اراضی نقاط ارتفاعی با دقت پنج متر استخراج شد و با استفاده از نرم‌افزار ArcMap، DEM منطقه با اندازه پیکسل نیم متر (شکل ۳) تهیه و مساحت، شیب و طبقات ارتفاعی محاسبه شد.




شکل ۲- نقشه مرز زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه (Google Earth 2011).

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]




شکل ۳- نقشه DEM منطقه مورد مطالعه.

در این مطالعه برای بررسی حساسیت متغیرهای مدل SWMM، از روش آنالیز حساسیت جزئی (مطلق) استفاده شد. به این ترتیب که از مقدار اولیه هشت پارامتر مؤثر ارائه شده در جدول (۱) با توجه به دامنه تغییرات قابل قبول، ۳۰ درصد کاهش و افزایش یافته و مدل برای آنها اجرا شد. این کار با استفاده از هیتوگراف‌های تولید شده در روش بلوک‌های تناوبی با دوره بازگشت ۲۵ سال (با توجه به مساحت حوزه و ظرفیت کانال‌های زهکشی منطقه) برای کل حوزه انجام گردید و جمعاً ۴۰ بار مدل اجرا شد.

جدول ۱- مقادیر اولیه و دامنه تغییرات قابل قبول متغیرهای مدل SWMM

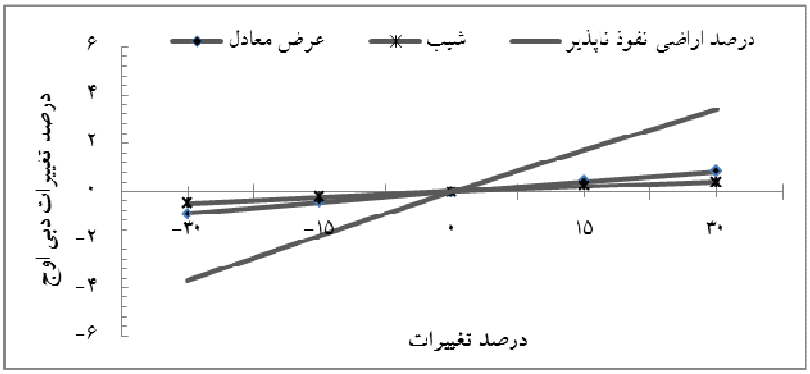
| متغیر | مقادیر اولیه | دامنه تغییرات مجاز | منبع |
|---|---|---|---|
| درصد مناطق نفوذناپذیر | - | ±۳۰ | تمپرانو و همکاران (۲۳) |
| شیب (٪) | - | ±۳۰ | تمپرانو و همکاران (۲۳) |
| عرض معادل (متر) | - | ±۳۰ | تمپرانو و همکاران (۲۳) |
| N- نفوذناپذیر | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۱-۰/۰۳۳ | هوبرو دیکنسون (۱۳) |
| N- نفوذ پذیر | ۰/۰۵ | ۰/۰۲-۰/۸ | هوبرو دیکنسون (۱۳)<br>تمپرانو و همکاران (۲۳) |
| ارتفاع ذخیره مناطق نفوذناپذیر(mm) | ۱/۷۷۸ | ۰/۳-۲/۵ | هوبرو دیکنسون (۱۳) |
| ارتفاع ذخیره مناطق نفوذپذیر(mm) | ۳/۸۱ | ۲/۵-۵/۱ | تسیهرینتزیز و همید (۲۴) |
| درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیر سطحی | ۱۶ | ۵-۲۰ | هوبرو دیکنسون (۱۳) |

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

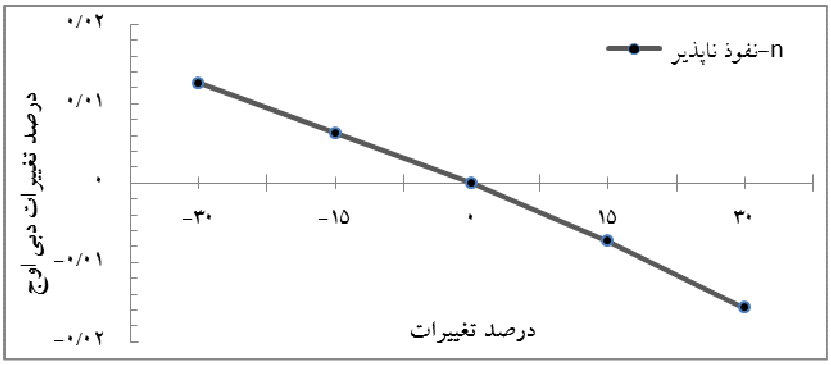
## نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز حساسیت مدل در شکل‌های (۴) الی (۹) نشان داده شده است. با توجه به این شکل‌ها در بین متغیرهای بررسی شده در این مطالعه درصد مناطق نفوذ ناپذیر بیشترین تاثیر را بر دبی اوج خروجی مدل داشته و به عنوان حساسترین متغیر شناخته شد. به عبارت دیگر تغییرات اندک در درصد مناطق نفوذناپذیر، باعث می‌گردد که دبی اوج سیلاب به مراتب افزایش یابد. ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر و عرض معادل به ترتیب بعد از درصد مناطق نفوذ ناپذیر بیشترین تاثیر را در تغییرات دبی اوج داشته‌اند. به عنوان مثال اگر عرض معادل زیرحوزه‌ها ۳۰ درصد کاهش یابد و بقیه پارامترها ثابت باقی بماند، مقدار دبی اوج ۰/۹۲ درصد کاهش می‌یابد.

درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی کمترین مقدار تاثیر را روی دبی اوج سیلاب داشته و نسبت به سایر متغیرها از حساسیت کمتری برخوردار است.

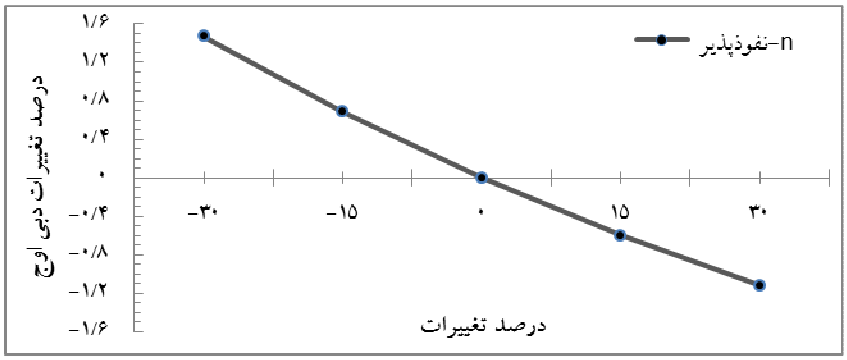



شکل ۴- درصد تغییرات عرض معادل، شیب و درصد اراضی نفوذناپذیر و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.

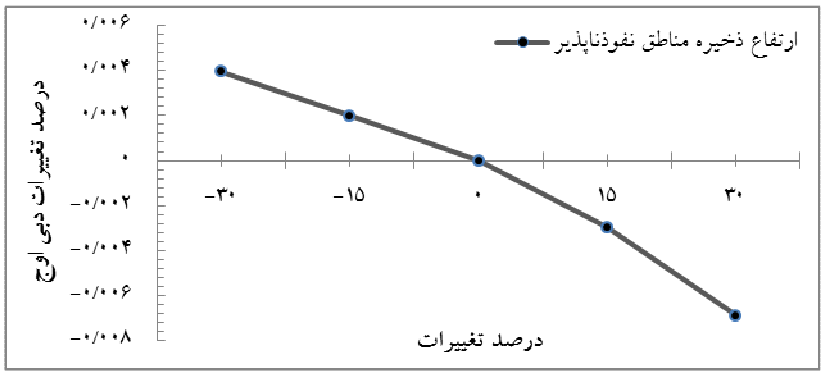



شکل ۵- درصد تغییرات ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذناپذیر و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.

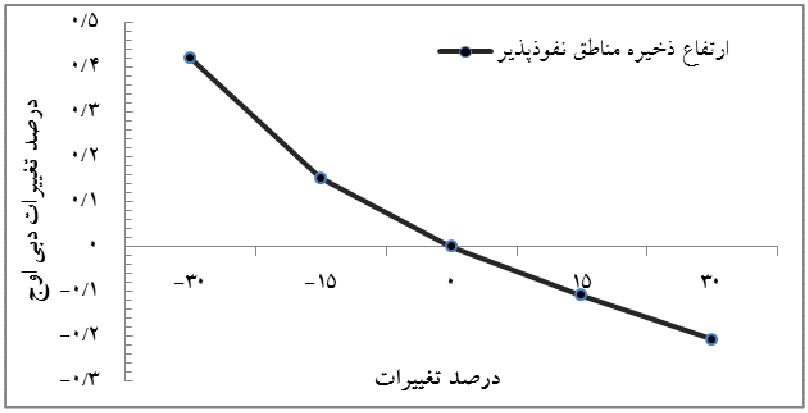
[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]




شکل ۶- درصد تغییرات ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.

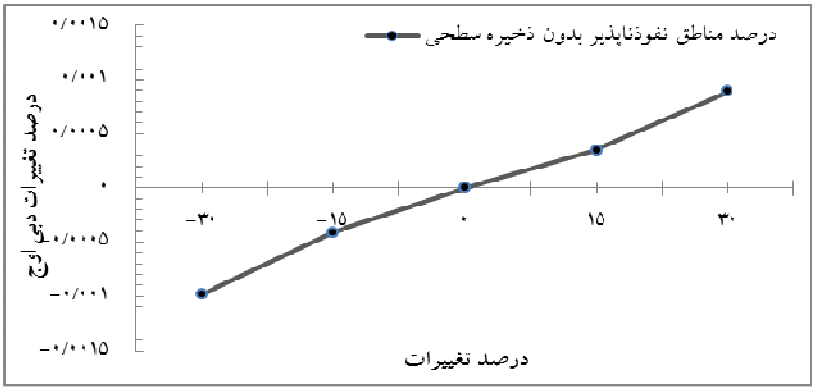



شکل ۷- درصد تغییرات ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذناپذیر و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.




شکل ۸- درصد تغییرات ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذپذیر و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]




شکل ۹- درصد تغییرات مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی و تاثیر آن بر دبی اوج برحسب درصد.

به طور کلی جهت تعیین روابط بین متغیرهای مدل با یکدیگر و همچنین تعیین اولویت تاثیر پارامترها بر خروجی مدل آنالیز حساسیت مورد استفاده قرار می گیرد (۱۴). مطمئناً با آگاهی از روابط داخلی پارامترهای هر مدل، بهتر می توان ارتباط پارامترها را با یکدیگر درک نمود و حساسیت مدل را در نقاط مختلف مشخص کرد و بدین ترتیب کاربرد مناسب‌تری از مدل به منظور کارایی هر چه بیشتر آن ارائه نمود (۱۴). با توجه به مطالعات گذشته در زمینه مدل SWMM (۷، ۹ و ۲۳) هشت پارامتر مهم شناخته شد که در این مطالعه درصد مناطق نفوذ ناپذیر، ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر و عرض معادل به ترتیب تاثیر بیشتری در تغییر دبی اوج داشته‌اند دلیل آن را می‌توان به ماهیت فیزیکی حوزه نسبت داد که با یافته‌های دلیر (۶) و فلاح تفتی (۹) مطابقت دارد. برای توضیح این موضوع اگر جریان سطحی به صورت حرکت به سمت پایین شیب باشد (حوزه مستطیلی) در اینصورت عرض معادل زیر حوزه عرض فیزیکی جریان سطحی است و اگر در این حالت درصد مناطق نفوذپذیر افزایش یابد می‌توان نتیجه گرفت که دبی به اندازه قابل توجه افزایش می‌یابد. به عنوان مثال اگر به مقدار اولیه درصد مناطق نفوذناپذیر و عرض معادل در منطقه مورد مطالعه ۳۰٪ افزوده شود مقدار دبی اوج بترتیب ۳/۳۸ و ۰/۸۲ درصد افزوده می‌شود. اما اگر به مقدار اولیه ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر ۳۰٪ افزوده شود مقدار دبی اوج ۱/۱۲ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین برای کاهش ۶/۴ درصد دبی اوج باید مقدار درصد مناطق نفوذناپذیر، شیب، عرض معادل و درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی ۳۰ درصد کاهش و به مقدار ضریب زبری در مناطق نفوذناپذیر و نفوذپذیر، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذناپذیر و نفوذپذیر ۳۰ درصد افزوده شود.

همچنین گسترش شهر روی مناطق نفوذپذیر باعث افزایش درصد سطوح نفوذناپذیر و کاهش ضریب زبری در مناطق نفوذپذیر می‌شود. از آنجایی که درصد مناطق نفوذناپذیر

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

رابطه مستقیم و ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر رابطه معکوس با دبی اوج دارند می‌توان نتیجه گرفت که گسترش شهر تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی دبی اوج سیل دارد که با یافته‌های شریفیان و همکاران (۲۱) مطابقت دارد و گسترش ناگهانی شهر مشهد طی دهه‌های اخیر منجر به بروز بحران‌های محیطی در این کلان شهر شده است (۱۲). این مسئله با افزایش ساخت و سازهای غیر قانونی و غیراصولی که باعث تخریب و تصرف مراتع و جنگل‌ها به منظور شهر سازی می‌شود می‌تواند زنگ خطری برای مسئولین محترم باشد.

## تشکر و قدردانی

در پایان نویسندگان از مسئولین محترم شهرداری شـــهر مشهد برای حـــمایت‌های بی‌دریغشان در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## منابع

1. Avarand, R., H. Torabi Poodeh and A. Farzayi. 2006. HEC-1 model sensitivity analysis to input parameters. 7th International Conference on River Engineering. Chamran University. 10 pp.
2. Pappenberger, F., K. Beven, M. Ratto and P. Matgen. 2008. Multi-Method global sensitivity analysis of flood inundation models, Advances in Water Resources, 31: 1-14.
3. Chen, J., A.A. Hill and L.D. Urbano. 2009. A GIS-based model for urban flood inundation, Journal of Hydrology, 373: 184-192.
4. Cibin, R., K.P. Sudheer and I. Chaubey. 2010. Sensitivity and identifiability of stream flow generation parameters of the SWAT model, Journal of Hydrological Processes, 24: 1133-1148.
5. Cunderlik, J. and P. Simonovic. 2004. Assessment of water resources risk andvalnerability to changing climatic condition, University of Western Ontario, project report IV.
6. Dalir, A. 2009. Rainfall simulation sewerage network performance using the combined model MIKE SWMM and Arc view (Case study of sewage networks in Mashhad), M.Sc. Thesis, Ferdosi University, 195 pp.
7. Dongquan, Z., C. Jining, W. Haozheng, T. Qingyuan, C. Shangbing and S. Zheng. 2009. GIS-based urban rainfall-runoff modeling using an automatic catchment-discretization approach: a case study in Macau. Environ Earth Sci., 59: 465-472.
8. Elliott, A.H. and S.A. Trowsdale. 2007. A review of models for low impact urban stormwater drainage, Environmental Modelling and Software, 22: 394-405.
9. Fallahe Tafti, A. 2005. Drainage network simulation of surface runoff in Ab and Bargh region in Mashhad using MIKE SWMM and GIS Integration. M.Sc. Thesis, Ferdosi University, 183 pp.
10. Gironas, J., L.A. Roesner, L.A. Rossman and J. Davis. 2010. A new app lications manual for the Storm Water Management Model (SWMM). Environmental Modelling and Software, 25: 813-814.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

11. Hsu, M.H., S.H. Chen and T.J. Chang. 2000. Inundation simulation for urban drainage basin with storm sewer system. Journal of Hydrology, 234: 21-37.
12. Hossien Zadeh, S.R. and M. Jahadi Toroghi. 2007. The natural drainage pattern of the city of Mashhad and the intensification of urban floods. Geographical Reserch Quarterly. 61: 145-159.
13. Huber, WC. and RE. Dickinson. 1992. Storm water management model user's manual, version 4. Environmental Protection Agency, Georgia. 500 pp
14. Kousari, M.R., M.A. Saremi Naeini, M. Tazeh and M.R. Frozeh. 2010. Sensitivity analysis of some equation for estimation of time of concentration in watersheds. Arid Biom Scientific and Research Journal. 1(1): 11 pp.
15. Mark, O., S. Weesakul, C. Apirumanekul, S.B. Aroonnet and S. Djordjevic. 2004. Potential and limitations of 1D modelling of urban flooding. Journal of Hydrology, 299: 284-299.
16. Muleta, M.K. and J.W. Nicklow. 2005. Sensitivity and uncertainty analysis coupled with automatic calibration for a distributed watershed model. Journal of Hydrology, 306(1-4): 127-145.
17. Perrin, C. and L. Oudin. 2007. Impact of stream flow data on the efficiency and the parameters of rainfall-runoff models, Hydrological Sciences Journal, 52: 131-151.
18. Rossman, L.A. 2009. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0.EPA/60 0/R-05/040, National Risk Management Research Laboratory. United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
19. Rosso, R. 1994. An introduction to spatially distributed modelling of basin response. In Advances in Distributed Hydrology, Rosso R Peano A Becchi I, Bemporad GA (Eds), Water Resources Publications, Fort Collins: 3-30.
20. Saltelli, A., E.M. Scott, K. Chan and S. Marian. 2000. Sensitivity Analysis. John Wiley and Sons: New York, USA.
21. Sharifan, R.A., A. Roshan, M. Aflatoni, A. Jahedi and M. Zolghadr. 2010. Uncertainty and sensitivity analysis of SWMM model in computation of manhole water depth and subcatchment peak flood. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2: 7739-7740.
22. Sorooshian, S., V.P. Singh and V.K. Gupta. 1995. Model calibration in Computer Models of Watershed Hydrology, Highlands Ranch, Colorado, Water Resources Publications, USA, 23-63.
23. Temprano, J., O. Arango, J. Cagiao, J. Suarez and I. Tejero. 2006. Storm water quality calibration by SWMM: a case study in Northern Spain. Water SA, 32(1): 55-63.
24. Tsihrintzis, V. and R. Hamid. 1998. Runoff quality prediction from small urban catchments using SWMM. Hydrol Process, 12(2): 311-329.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]

# Sensitivity Analysis of Variables Affecting on Urban Flooding Using SWMM Model

**M. Rostami Khalaj[1], M. Mahdavi[2], Sh. Khalighi Sigarodi[3] and A. Salajeghe[4]**

1- M.Sc. Student, University of Tehran (Corresponding author: rostami88@ut.ac.ir)
2, 3 and 4- Professor, Assistant Professor and Associate Professor, University of Tehran

## Abstract

Complex in hydrological and hydraulic processes are one of the distinguishing features of urban areas. Therefore, accurate determination of the input variables of urban models and their impact on model output is time consuming and difficult. Sensitivity analysis shows which parameters impact more severely the results and ranked model parameters according to their effect on model output which can be calculated using this method. In this study the sensitivity of affective variables that influence urban flood peak, was studied by using the SWMM model in Imam Ali town in Mashhad city. The initial value of the eight-parameter including percentage of impervious area (%Imperv), slope, width, N-Manning for impervious area, N-Manning for pervious area, depth of depression storage on impervious area, depth of depression storage on pervious area and percent of impervious area with no depression storage reduction (%Zero-Imperv) and increases in the range of acceptable change and flood peak discharge was selected as the dependent variable. Result showed that with 30% increase in the amount of impervious areas, peak discharge increases 3.38 percent and this parameter was recognized as the most effective parameter and percent of impervious area with no depression storage has the minimum impact on peak discharge. It is recommended to increasing in the amount of impervious areas that causes from land use change, urbanization, no doctrinaire infrastructures causes increases in peak discharge and flood risk hazard in urban area.

**Keywords:** SWMM model, Sensitivity analysis, Urban flood, Peak flow, Mashhad

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04 ]