



کارآیی مدل SWMM در تهیه نقشه رواناب تولیدی در حوضه های شهری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شهر مریوان)

*مدربک ویسی پناه، محمدجواد براتی، فاطمه فلاحتی
Medrik.va@gmail.com

چکیده^۱

با توجه به گسترش روزافزون پهنه شهرها و افزایش ساخت و ساز در آن بحث رواناب و سیلاب‌ها به عنوان یکی از معضلات شهری امروزه مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق جهت شبیه سازی و برآورد رواناب در حوزه آبخیز شهر مریوان از مدل SWMM به عنوان مدلی جهت مدیریت رواناب‌ها و سیلاب‌های شهری استفاده شده است. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که با استفاده از مدل SWMM می‌توان اقدام به محاسبه ارتفاع و حجم رواناب در زیرحوضه های شهری و نیز طراحی صحیح و تأمین ظرفیت کافی شبکه جمع آوری و دفع آب‌های سطحی پرداخت و پیامدهای زیانبار حاصل از سیلاب‌های شهری را به حداقل رساند. نتایج بررسی ها نشان داد که گره‌هایی که در نزدیک خروجی حوضه واقع شده‌اند حجم رواناب بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند، لذا بایستی از استحکام بیشتری برخوردار باشند. همچنین پیوندهایی که در نزدیک خروجی حوضه قرار گرفته‌اند به دلیل حجم بالای رواناب در آنها می بایست نسبت قطر و ابعاد طراحی شده در آنها متناسب با دبی موجود در آنها باشد تا در هنگام بارش و بروز سیلاب ظرفیت انتقال رواناب بوجود آمده را داشته باشند.

واژه های کلیدی: SWMM – رواناب- شبیه سازی- سیلاب شهری

1- مقدمه

اگر آبخیزداری را به معنی مدیریت جامع یک حوزه آبخیز بدانیم شهر به عنوان یکی از واحدهای اصلی یک حوزه آبخیز است. معمولاً در کشور ما متولیان آبخیزداری بیشتر به اقدامات فیزیکی حفظ آب و خاک پرداخته‌اند و کمتر به مباحث مدیریتی توجه شده است [۴]. ایجاد تغییرات در سطح اراضی (شهر سازی)، تعادل بین رواناب، نفوذ، تبخیر و تفرق را برهم می‌زند بطوری که مهم‌ترین اثر توسعه شهری افزایش شدید رواناب سطحی است [۵]. بی شک برای رفع معضلاتی همانند ورود سیلاب‌ها به پهنه شهرها، آب‌گرفتگی معابر، در اثر سیلاب‌های شهری، نامناسب بودن و نبود امکانات زیربنایی برای ایجاد فضاهای سبز درون و پیرامون شهری به خصوص برای ایجاد تفرجگاه‌ها و پناهگاه‌ها و نقاط امن برای استفاده در زمان وقوع حوادث غیرمترقبه و آلودگی هوا، توجه به آبخیزداری شهری در کشور نه تنها ضرورتی گریز ناپذیر بلکه یک الزام است [۳]. بنابراین جهت رفع مشکلات موجود بایستی با استفاده از مناسب‌ترین روش، میزان رواناب‌های شهری برآورد و شبیه سازی گردد تا بتوان بهترین مدیریت را در حوزه‌های آبخیز شهری اعمال نمود. مدل SWMM یک مدل پویا برای شبیه سازی بارش- رواناب می باشد که برای شبیه سازی مجزا یا پیوسته کمیت و کیفیت رواناب در مناطق شهری استفاده می شود [۸]. در این روش با استفاده از اطلاعات هواشناسی و مشخصات فیزیکی حوضه و شبکه زهکشی آن هیدروگراف خروجی از حوضه آبخیز شبیه سازی می شود [۹].

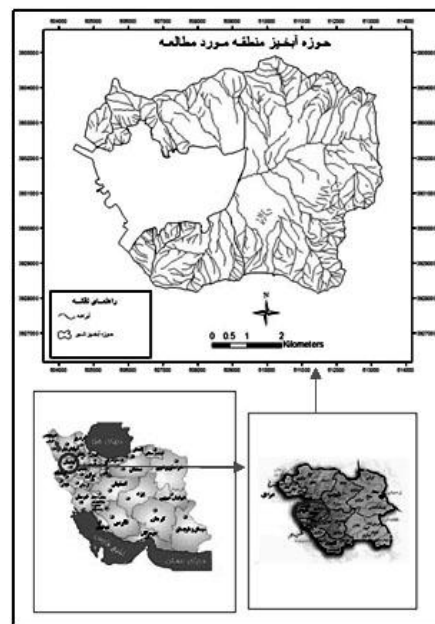
آدرس: کردستان- مریوان- بلوار شهیدعبادت- پایین تر از پمپ بنزین خاوری- کوچه سوم- پلاک ۳

Medrik.va@gmail.com

نتایج بررسی‌ها قبل و بعد از توسعه شهری با استفاده از این مدل، و مقایسه آن با روش‌های قبلی نشان دهنده این واقعیت بود که نتایج بدست آمده از SWMM دقیق‌تر و بهتر از روش‌های قبلی بوده است [۶]. افشین شریفان، سیستم‌های جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی ناشی از بارندگی با استفاده از مدل SWMM را در مقاله‌ای مورد بررسی قرار داد و نتایج نهایی گویای ناکارآمدی سیستم موجود در بخش‌هایی از شبکه بوده است [۱]. جانگ و همکاران، SWMM را به عنوان ابزاری مناسب برای ارزیابی تأثیرات هیدرولوژیکی در کشور مره معرفی نمودند [۷].

2- معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شهر مریوان در در محدوده جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۲ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. این حوزه به دلیل کوهستانی بودن و محصور بودن در بین کوه‌ها از دو جهت شمال و جنوب دارای ۷ حوزه آبخیز طبیعی مشرف به شهر می باشد. وسعت حوزه آبخیز شهری مریوان ۸/۶۷ کیلومتر مربع، ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۳۷۸ متر، متوسط بارندگی سالانه ۸۷۴/۱ میلی متر و متوسط شیب آن ۲۵/۵ درصد می باشد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

3- مواد و روش‌ها

1-3- معرفی مدل SWMM

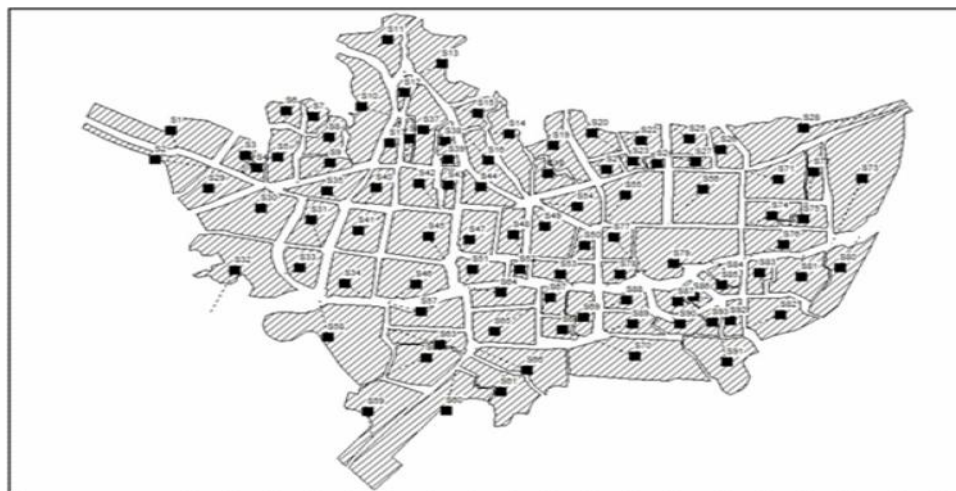
در این روش با استفاده از اطلاعات هواشناسی و مشخصات فیزیکی حوزه آبخیز و زهکش‌های حوزه، هیدروگراف خروجی از حوزه شبیه سازی می شود. ساختار روش SWMM مشابه اکثر مدل‌های هیدرولوژیکی بوده و درعین سادگی پیشرفته است. در این روش هر حوزه آبخیز به زیرحوضه‌های کوچکتر تقسیم می شود و خصوصیات فیزیکی هر زیرحوضه، مشخصات زهکش‌ها و مشخصات بارش به عنوان اطلاعات ورودی به آن داده می شود. ورودی‌های اصلی مدل به طور خلاصه برای زیرحوضه‌ها شامل مساحت هر زیرحوضه، درصد شیب زیرحوضه، برای گره‌های زهکشی ارتفاع و حداکثر عمق گره، برای مجاری ابعاد و شکل آن و

برای آمار بارندگی توزیع زمانی بارندگی یک ایستگاه در نظر گرفته می شود. خروجی های مدل نیز شامل جداول و نمودار می باشد که مهمترین آنها رواناب تولیدی در زیرحوضه ها ، جریان خروجی در گره ها و مجاری، شدت بارندگی ظرفیت مجاری می باشد. داده های ورودی بارندگی مورد استفاده در این بخش مطابق با جدول شماره ۱ می باشد.

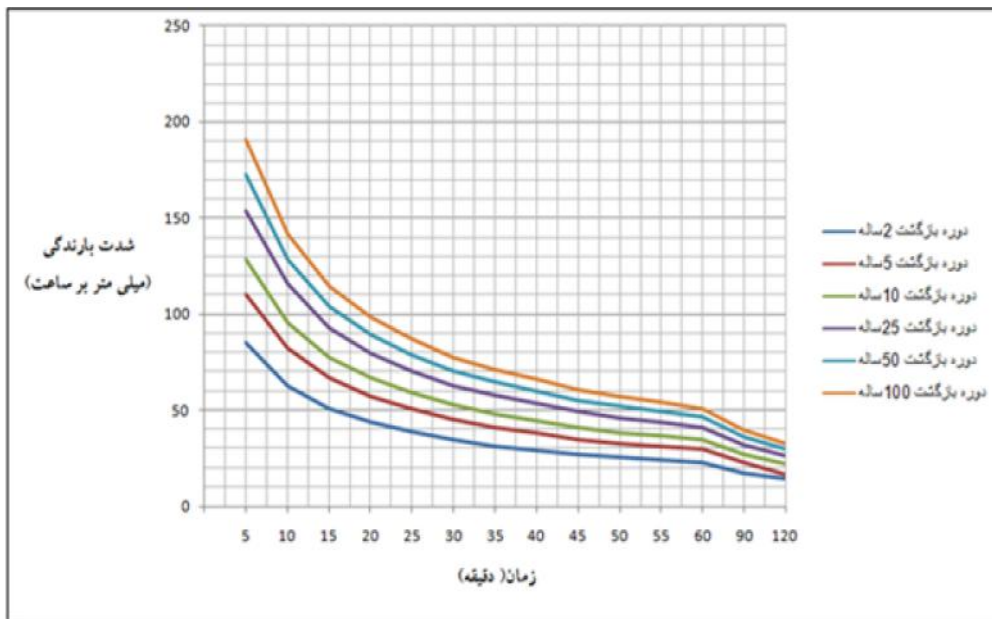
جدول ۱ - آمار بارندگی سالانه دارای همگنی در طول دوره آماری ۲۰ ساله

سال	بارندگی سالانه (میلی متر)	سال	بارندگی سالانه (میلی متر)
۱۳۷۱	۸۹۶/۹	۱۳۸۱	۱۲۹۵/۱
۱۳۷۲	۱۱۲۳/۷	۱۳۸۲	۱۰۱۴/۳
۱۳۷۳	۱۰۲۰/۶	۱۳۸۳	۱۱۶۸/۷
۱۳۷۴	۹۵۲/۲	۱۳۸۴	۸۷۹/۷
۱۳۷۵	۷۹۵/۵	۱۳۸۵	۷۵۷/۲
۱۳۷۶	۱۳۰۲/۴	۱۳۸۶	۷۳۴/۴
۱۳۷۷	۵۷۳/۲	۱۳۸۷	۴۵۶/۷
۱۳۷۸	۵۷۲	۱۳۸۸	۸۶۴/۶
۱۳۷۹	۶۱۳/۶	۱۳۸۹	۷۳۶/۶
۱۳۸۰	۸۷۲/۴	۱۳۹۰	۸۵۲

در گام نخست حوزه آبخیز شهر مریوان براساس وضعیت کانالهای شبکه زهکشی، خیابانها و مسیر حرکت آبهای سطحی به ۹۳ زیرواحد هیدرولوژیکی مطابق با شکل شماره ۲ تقسیم گردید. سپس آمار بارندگی در طول دوره ۲۰ ساله استخراج و پس از همگنی منحنی های شدت، مدت، فراوانی مطابق با نمودار شماره ۱ بدست آمد.

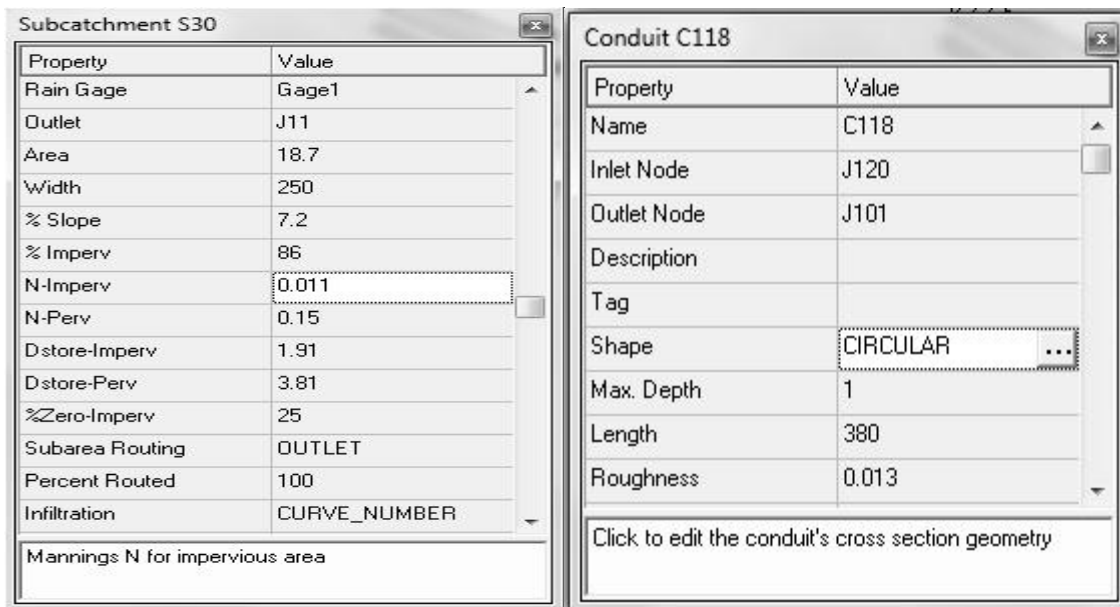


شکل ۲ - شکل شماتیک زیر واحدهای هیدرولوژیکی شهر مریوان بر اساس مدل SWMM.



نمودار ۱ - نمودار شدت-مدت-فراوانی (I.D.F) ایستگاه سینوپتیک مریوان

در گام بعدی، زمان تمرکز در حوضه شهر با استفاده از رابطه کریچ محاسبه و با استفاده از آن عرض مستطیل معادل در تمامی ۹۳ واحد هیدرولوژیک محاسبه گردید. پس از آن پارامترهای درصد نفوذپذیری، درصد نفوذناپذیری، CN ترکیبی در هر یک از زیر واحدهای هیدرولوژیک محاسبه و به مدل معرفی گردید. در نهایت اطلاعات مربوط به شبکه زهکشی شامل اطلاعات گره های شبکه زهکشی (ارتفاع گره از سطح دریا و حداکثر عمق گره) و نیز اطلاعات آبگذرها (گره ورودی و خروجی به مجرا، ابعاد و ضریب زبری مانینگ در هر آبگذر) براساس آمار موجود مشاهدات میدانی استخراج و به مدل معرفی گردید.

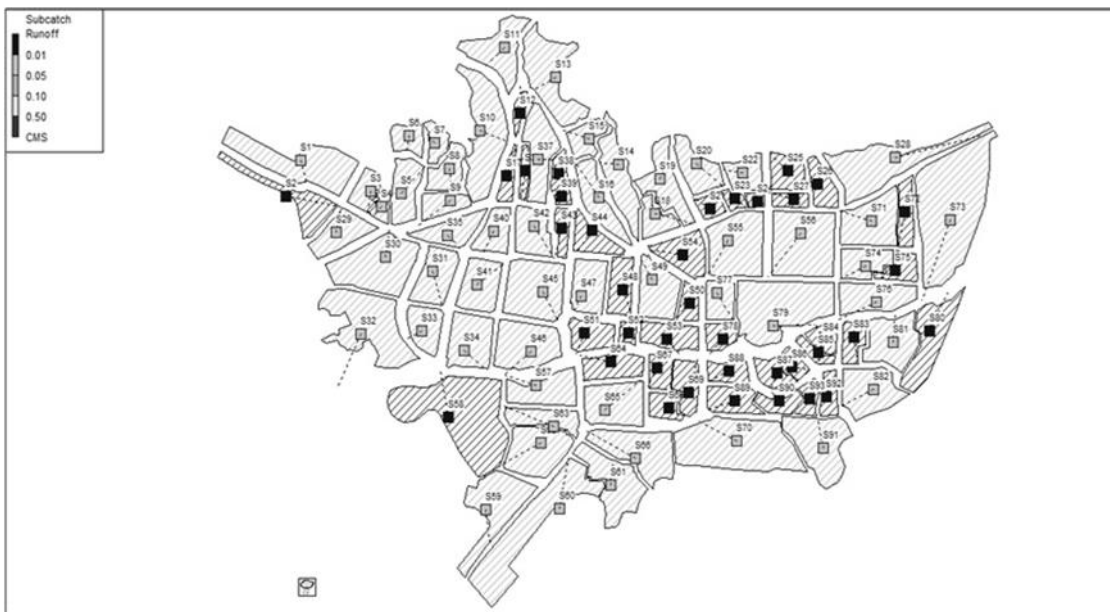


شکل ۴ - نمونه ای از اطلاعات ورودی به آبگذرها در مدل

شکل ۳ - نمونه ای از اطلاعات ورودی به زیر حوضه ها در مدل

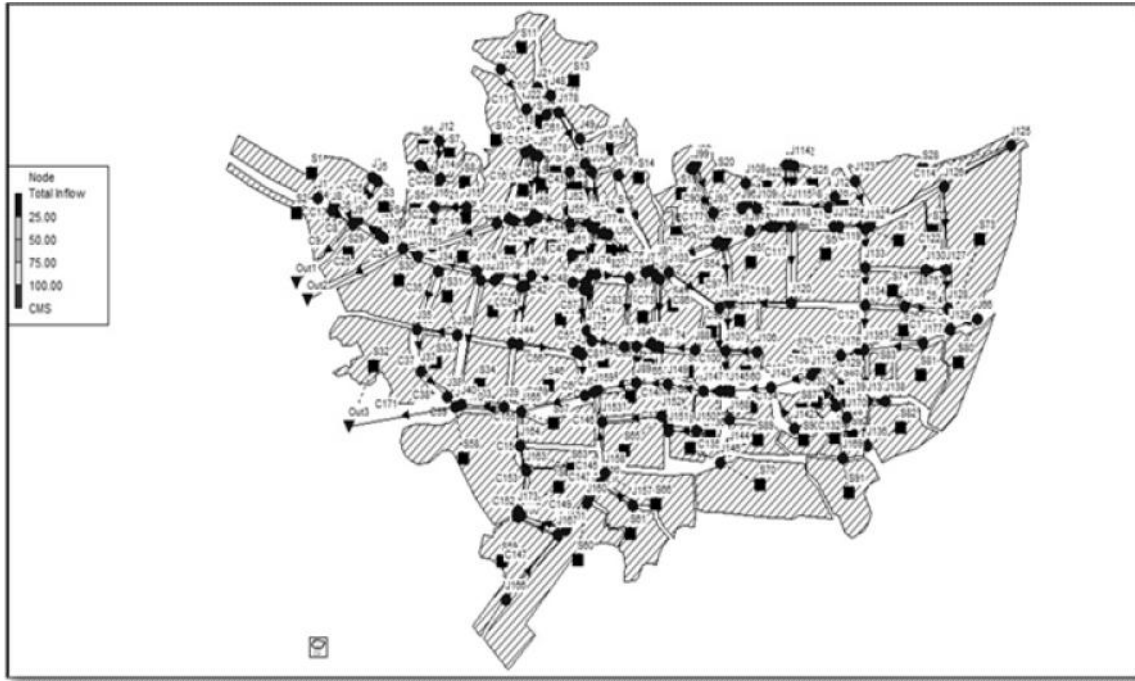
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	

نقشه‌های تولید شده توسط مدل در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



شکل ۵- شکل مربوط به رواناب تولیدی در زیر حوضه های منطقه در دوره بازگشت ۲ سال در مدل swmm

با توجه به نقشه خروجی از مدل SWMM حوضه‌هایی که با رنگ روشن تر مشخص شده‌اند رواناب تولیدی ۰/۰۱ تا ۰/۰۵ مترمکعب بر ثانیه و حوضه‌های با رنگ تیره تر رواناب تولیدی معادل ۰ تا ۰/۰۱ مترمکعب بر ثانیه را خواهند داشت.



شکل ۶ - شکل مربوط به جریان ورودی به گره‌ها در دوره بازگشت ۲ سال در مدل swmm

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، جریان ورودی در تمامی گره‌ها کمتر از ۲۵ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد.

۵- بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که مدل SWMM قابلیت خوبی در تهیه و تولید نقشه های مربوط به رواناب خروجی از زیرحوضه های شهری را دارا می باشد.

از طرفی نتایج بررسی ها نشان داد که گره‌هایی که در نزدیک خروجی حوضه واقع شده‌اند حجم رواناب بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند، لذا بایستی از استحکام بیشتری برخوردار باشند. همچنین پیوندهایی که در نزدیک خروجی حوضه قرار گرفته‌اند به دلیل حجم بالای رواناب در آن‌ها می بایست نسبت قطر و ابعاد طراحی شده متناسب با دبی موجود در آن‌ها باشد تا در هنگام بارش و بروز سیلاب ظرفیت انتقال رواناب به وجود آمده را داشته باشند.

خروجی های بدست آمده از مدل نشان داد که بیشتر زیرحوضه هایی که در مسیر زهکش اصلی شهر قرار گرفته اند از حجم رواناب بالایی برخوردار می باشند. همچنین با بررسی نقشه رواناب تولیدی در حوزه آبخیز شهر مشخص گردید که پارامتر درصد نفوذپذیری تأثیر بسزایی در کاهش رواناب تولیدی دارد، بطوری که که تعدادی از زیرحوضه ها که در مسیر زهکش اصلی شهر قرار داشتند و برخلاف انتظار رواناب تولیدی ۰ تا ۰/۰۱ مترمکعب را داشته اند که دلیل آن درصد بالای نفوذپذیری در آنها معرفی گردید.



با توجه به اینکه درصد نفوذناپذیری یکی از فاکتورهای مؤثر بر افزایش دبی اوج رواناب می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد در مناطقی که درصد نفوذناپذیری بیشتری دارند ابعاد کانال‌ها و لوله‌های زهکشی به گونه‌ای طراحی گردند که قابلیت هدایت رواناب بیشتری را داشته باشند.

با توجه به فقدان آمار جهت کالیبراسیون مدل‌های رواناب شهری پیشنهاد می‌گردد که در شهرهای نسبتاً بزرگ محدوده‌ای به عنوان حوضه معرف انتخاب گردد و کلیه اطلاعات آماری مربوط به بارندگی، هیدرولوژی و هیدرولیک جریان و سایر مواردی که برای شهرهای بزرگ دنیا مرسوم است ثبت گردیده و برای کالیبراسیون مدل‌های رواناب شهری مورد استفاده قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌گردد جهت افزایش دقت و گستردگی دامنه نتایج اقدام به مقایسه حداقل ۳ روش تجربی متداول برآورد رواناب شهری با مدل SWMM گردد تا بتوان مناسب‌ترین روش یا مدل برآورد رواناب شهری و مدیریت آن را بدست آورد. با توجه به اینکه اکثر شهرهای کشور دارای معضل آب‌گرفتگی معابر می‌باشند پیشنهاد می‌گردد ضرورت اجرای طرح پایش جهت جمع‌آوری و ثبت داده‌های پایه در این زمینه در دستور کار دستگاه‌های اجرایی قرار گیرد تا بتوان نتایج دقیق‌تری را بدست آورده و مناسب‌ترین روش‌های مدیریت سیلاب‌های شهری را معرفی نمود.

مراجع

- [۱] افشین شریفان، رضا، (۱۳۸۷)، " کاربرد مدل SWMM در طراحی و ارزیابی شبکه‌های جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی شهری"، مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
- [۲] سبزی، عاطفه، (۱۳۹۰)، " کاربرد مدل SWMM در برآورد رواناب در حوضه شهری زواره"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.
- [۳] فلاح زواره، فاطمه، کمالی، بهاره و میرزایی، مهدی، (۱۳۹۰)، " بررسی تأثیر الگوی زمانی بارش در مدل‌های SWMM و HEC-HMS"، مجموعه مقالات ششمین کنگره ملی مهندسی عمران.
- [۴] کمالی، بهاره، موسوی، سیدجمشید، عبدالله اردشیر و مکنون، رضا، (۱۳۹۰)، " ارزیابی بهترین راهکارهای مدیریتی در بهبود کمیت سیلاب‌های شهری"، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.
- [۵] گودرزی، محمد، (۱۳۸۶)، " راهبردهای کنترل کمیت و کیفیت رواناب شهری به منظور حفظ محیط زیست"، چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران.

[6] DHI water and management., (2006), "Integrated- urban water management"

[7] Jang,S.,Cho,M.,Yoon,J.,Yoon,Y.,Kim,S.,Kim,G.,Kim,L.,Aksoy,H., (2007), "Using SWMM as a tool for hydrologic impact assessment" "Desalination 212 (2007) 344–356.

[8] Jorge gironas, larry A.roesner, lewis A.rossman, Jennifer dVis., (2010), "A new applications manual for the storm water management model(swmm)" journal of Elsevier, environmental modeling & software.

[9] Rossman, L.,(2009), "Storm water management model user's manual Version 5.0", Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory office of research and development U.S Environmental Protection Agency.