دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی ۳۷
بهار ۱۳۹۱، صفحات ۱۴۰-۱۲۱

محمدرضا افشاری‌آزاد[۱]
هاله پورکی[۲]

برآورد رواناب سطحی شهر رشت
(مطالعه موردی: خیابان شهید قلی‌پور تا فلکه یخسازی)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۱۵

چکیده

در این تحقیق پس از تهیه اطلاعات و TIN[۳] از محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های موجود و وضعیت کاربری اراضی به صورت پلیگون‌های زمین مرجع شده مجزا معرفی و با انطباق شبکه سیلاب روی این شهر بر مسیر معابر، خیابان‌ها و خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های شهری مطالعه گردیده است. عمق رواناب و حجم سیلاب زیر حوضه‌های ۱۷گانه با دوره بازگشت‌های مختلف از روش SCS[۴] و استدلالی محاسبه شده که روش استدلالی به علت کوچک بودن حوضه کاربرد خوبی داشت. با مقایسه درصد گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و حجم رواناب زیر حوضه‌ها مشخص گردید زیر حوضه‌هایی که درصد مساحت غیر قابل نفوذ را دارا هستند حجم سیلاب‌شان بیشتر می‌باشد. به این ترتیب نتایج نشان داد نقش CN[۵] و پوشش گیاهی در شدت نفوذ از بقیه متغیرها

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. Email: mafshariazad@gmail.com
۲- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی). Email: Halehpourkey@yahoo.com
۳- شبکه مثلثی نامنظم (Triangle Irregular Network)

4. Soil conservation service
5. Curve number

Archive of SID
www.SID.ir

بیشتر است، نفوذناپذیری سطح حوضه‌های شهری و تغییراتی که در اثر رشد و توسعه شهر به وجود می‌آید مانند از بین بردن پوشش‌های گیاهی، تراکم خاک و ایجاد سیستم جمع آوری و هدایت آب‌های سطحی به مقدار زیادی از نفوذ آب در خاک می‌کاهد.

تحقیق انجام شده نشان داد که همبستگی مثبتی بین حداکثر دبی لحظه‌ای سیل و میزان بارندگی روز وقوع سیل وجود دارد. همچنین، بین حداکثر دبی لحظه‌ای سیل و حداکثر شدت بارش ٢٤ ساعته ضریب همبستگی بین آنها ۰/۹۵ می‌باشد و نیز، ضریب همبستگی بین مساحت مناطق شهری و رواناب ۰/۹۳ می‌باشد. حد آستانه مقدار بارندگی برای ایجاد سیل ۷۰ میلی متر در ٢٤ ساعت و آستانه شدت بارندگی ۸۷. ۱۷ میلی‌متر در ٢٤ ساعت با دوره برگشت ۲ ساله بدست آمد. هدف از این تحقیق نقش عوامل انسانی یا ساخت و ساز و از بین بردن پوشش گیاهی طبیعی و آسفالت کردن معابر در آب‌گرفتگی و همچنین ارائه پیشنهادهایی در جهت رفع آب‌گرفتگی معابر محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: رواناب، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، روش SCS، روش منطقی.

مقدمه

منظور از روان آب‌های شهری آب‌هایی است که در سطوح شهری در اثر بارندگی و یا آب حاصل از ذوب برف تولید و به سمت منابع آب پذیرنده سرازیرمی گردند (عرب خدری، ۲۰۵:۱۳۷٤) با توسعه روزافزون شهرها و احداث اتوبان‌ها و خیابان‌های آسفالته عریض و فرودگاه‌ها و... باعث غیر قابل نفوذ شدن اراضی طبیعی شده و همین مسئله باعث پیدایش روان آب‌های ناشی از بارش به خصوص بارندگی‌های شدید در سطح شهرها و تأسیسات شهری می‌شود (تلوری، ۱۳۷۵: ۷۲) بنابراین حالت شهری یافتن مناطق طبیعی باعث افزایش حجم و شدت رواناب ناشی از بارندگی گردیده و ممکن است علاوه بر ایجاد اختلال در عبور و مرور و فعالیت‌های عادی مردم و خسارت به اماکن و تأسیسات شهری، باعث وقوع سیلاب و به مخاطره انداختن مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و تأسیسات زیربنائی پایین دست گردد (٦ آکان، ۱۳۸۱ ص ۷)

سطوح روکش شده شهری مثل بام ساختمان‌ها، آسفالت، پیاده‌روها مانند مانعی در برابر نفوذ آب باران به داخل خاک و تغذیه آب‌های زیرزمینی عمل کرده و بخش اعظم بارندگی به رواناب سطحی تبدیل می‌شود (مرادی، ۱۳۸۰: ۳۳) که با استفاده از توپوگرافی و شیب مناطق مختلف شهرمی توان با ایجاد کانال‌های زیرزمینی و راه آب‌ها این

6. Akan

Archive of SID

www.SID.ir

روان آب‌ها را به رودخانه که کلا به صورت شبکه فاضلاب عمل کرده هدایت نمود، تا بتوان خسارت ناشی از آن را به حداقل ممکن کاهش داد (ساعی، ۱۳۷۷:۲۲۷).

به طور کلی می‌توان از طرح جامع مهار سیلاب استان گیلان نام برد که مطالعات آن در سال ۱۳۷۷ به سفارش استانداری گیلان توسط شرکت جهاد توسعه آب و آبخیزداری به منظور بررسی مشکلات سیل در استان انجام یافته است. مجموعه گزارش‌های این طرح شامل مطالعات فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی، زمین شناسی، ریخت شناسی رودخانه، هیدرولیک، فرسایش و رسوب و زیست محیطی و در نهایت تلفیق این مطالعات است که از ستاد حوادث غیرمترقبه استان تهیه و مورد مطالعه قرار گرفته است (شرکت جهاد و توسعه آب و آبخیزداری استان گیلان، ۱۳۷۷، ۲۱۰-۲۵۰)

صابری و قدوسی در سال ۱۳۷۷ با مطالعه حوضه آبریز شمال تهران با وسعت ۲۸۵ کیلومتر مربع و متوسط بارش سالیانه ۲۲۷ میلی‌متر به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات سیلاب در این حوضه‌ها پرداختند. برای مقایسه مقدار و درصد تغییرات متوسط میزان بارندگی و رابطه‌اش با افزایش سیل در تهران، آمار ٦٠ ساله (۱۳۷۰- ۱۳۱۰) بارندگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش شهرسازی ضریب هرزآب و حجم رواناب در حوضه‌های مورد مطالعه نزدیک به ۲ برابر افزایش یافته است (صابری، قدوسی، ۱۳۷۷: ٤٦)

هولیس[۷] در سال ۱۹۷۵ با مطالعهٔ داده‌هایی که از کشورهای ژاپن، انگلستان و ایالات متحده بدست آمده بود به نتایج قابل قبول و کاربردی دست یافت. داده‌های این پژوهش به واکنش حوضه‌ها در برابر سیلاب‌هایی که نفوذ ناپذیری آنها بین ۵۰ تا ۷ با دوره برگشت ۲۰۰ تا ۱ سال مورد ارزیابی قرار گرفت. مطالعاتی که در محدوده شهر هیوستون در ایالات متحده انجام گرفت نشان داده که تبدیل اراضی روستایی (سطوح نفوذناپذیر برابر با ۱ درصد کل مساحت حوضه) به اراضی کاملاً توسعه یافته شهری (سطوح نفوذناپذیر مساوی با ۳۵ درصد کل مساحت حوضه)، شدت سیلاب ناشی از بارندگی متوسط سالانه را ۹ برابر کرده است و میزان افزایش حداکثر آب‌دهی سیلاب ۵۰ ساله پس از تبدیل اراضی روستایی به شهری معادل ۵۰ درصد (۵ برابر) گزارش شده است (هولیس، ۱۹۷۵: ۱۲)

شهر رشت از دهه گذشته تا به حال به سرعت در حال پیشرفت و توسعه می‌باشد که در بسیاری از موارد غیر قابل نفوذشدن اراضی طبیعی را به همراه داشته است. شیب عمومی شهر رشت و منطقه مورد مطالعه از جهت جنوب به شمال می‌باشد که در حوضه مشرف به شهر این شیب تند و با ورود به شهر و ناحیه دشت شیب بسیار ملایم و افقی می‌شود. شهر رشت به علت وضعیت جغرافیایی خاص و بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی، فاضلاب‌های خانگی مستقیماً توسط فاضلاب روها به رودخانه‌های زرجوب و گوهررود تخلیه می‌شوند.

7. Holise

Archive of SID

www.SID.ir

با افزایش سطوح نفوذ ناپذیر حوضه رودخانه‌های سیاهرود و گوهررود در اطراف شهر رشت که ناشی از گسترش شهر می‌باشد، رواناب سطحی ناشی از بارندگی در این شهر خصوصاً در حاشیه‌های شمالی با تغییر کاربری گسترده از زمین‌های کشاورزی به مسکونی در سال‌های اخیر افزایش یافته است.

از نظر توپوگرافی شهر رشت به دلایل مختلفی از جمله وجود دو رودخانه و تغییرات ناشی از شهر سازی و کاربری اراضی بسیار پیچیده می‌باشد لزوم شناخت عوامل موثر در رواناب های شهری ناشی از بارندگی و طراحی سیستم‌های جمع آوری و هدایت آب‌های سطحی خصوصاً در شهر رشت که یکی از مناطق پرباران کشور محسوب می‌شود، بدیهی می‌باشد. هدف از این تحقیق نقش عوامل انسانی یا ساخت و ساز و از بین بردن پوشش گیاهی طبیعی و آسفالت کردن معابر، اگر پیش بینی لازم در مورد روان آب‌ها انجام نشود در آب‌گرفتگی چقدرمی باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل زیرحوضه‌های شهری و در شمال شهر رشت واقع شده است. در این تحقیق به دلیل نداشتن آمار دبی، حداکثر حجم رواناب حاصل از بارش با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش SCS محاسبه شده است.

روش تحقیق به صورت توصیفی- تحلیلی است و اطلاعات بدست آمده با استفاده از روش مشاهدات و مطالعات میدانی می‌باشد. در این مقاله با استفاده از GIS اقدام به تهیه نقشه‌های رقومی توپوگرافی، نقشه‌های خاک، کاربری اراضی گردید و حداکثر شدت بارندگی برای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۵۰ سال برآورد گردید. در نهایت روابط و منحنی‌های شدت، مدت و فراوانی (IDF) تهیه شد و با تهیه جداول بارندگی حد اکثر ۲٤ ساعته و CN، با کاربرد روابط SCS در نهایت نقشه ارتفاع رواناب برای زیر حوضه تهیه شده است.

فرمول منطقی یا استدلالی نیز رایج‌ترین روش محاسبه سیلاب‌های شهری و طراحی شبکه جمع‌آوری و دفع آب‌های مازاد ناشی از بارندگی است و یکی از ابزارهای محاسباتی استاندارد در سطح بین‌المللی محسوب می‌شود که با استفاده از این فرمول دبی اوج برآورد گردید. با استفاده از روش ساده استدلالی چنانچه بارندگی بر روی سطح شهر را یکنواخت و مدت بارش برابر زمان تمرکز در یک نقطه از خروجی سیلاب شهر فرض شود

$$Qp = 0/287. C i A$$

تعیین زمان تمرکز یکی از گام‌های اولیه برای محاسبه آب‌های سطحی‌های حوضه‌های شهری محسوب می‌شود رابطه کرپیچ به صورت گسترده برای تعیین زمان تمرکز جریانات سطحی و مجرایی در حوضه‌های شهری استفاده می‌شود.

$$T C =0. 0078* L0. 78/ S0. 385$$

Archive of SID

www.SID.ir

اطلاعات این تحقیق با توجه به تجزیه و تحلیل فراوانی سیلاب‌ها به کمک روابط SCS و روش منطقی و استخراج اطلاعات فیزیوگرافی، هواشناسی و تحلیل عوامل موثر در تولید رواناب زیرحوضه‌ها و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزارهای (Smada) و روش رگرسیون چند متغیره و Autocad، GIS می‌باشد.

محاسبه حجم رواناب حاصل از بارندگی رگباری با استفاده از شماره منحنی (CN) یک روش شناخته شده بین‌المللی است. این روش در سال (۱۹۵٤) توسط سازمان حفاظت خاک (SCS) پیشنهاد گردید. نتایج کار بر روی آن نشان داد که مدل قادر است بر روی هر نوع حوضه آبخیز شهری، طبیعی، مختلط (ترکیبی از شهری و طبیعی) به کار رود.

سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) با استفاده از اطلاعات پوشش گیاهی و خاک حوضه و تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک اقدام به تهیه شماره منحنی‌های بدون بعد (CN) نموده است. سادگی استفاده از فرمول و نیاز به حداقل اطلاعات موجب شده که روش SCS کاربرد جهانی پیدا کند به طوری که از حدود ۵ دهه پیش تاکنون در اکثر طرح‌های هیدرولوژی به کار گرفته شده است (۸ هاوکینز، ۱۹۹۷: ۳۹۱). مراحل بکارگیری روش SCS به طور خلاصه شامل محاسبه ارتفاع بارندگی در زمان تمرکز، محاسبه شماره منحنی در هر یک از زیر حوضه‌های منطقه (با استفاده از جداول و درصد وزنی سطوح انواع کاربری)، محاسبه ارتفاع رواناب، محاسبه حداکثر سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۵: ۵۰۳).

موقعیت و ویژگی‌های کلی منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (شکل شماره ۱) قسمتی از شهر رشت محسوب می‌گردد که از نظر موقعیت در شمال شهر رشت واقع شده است و از نظر مختصات جغرافیایی بین طول‌های "٠٦ ′ ٣٥ ٤٩ تا "٥٨ ′ ٢٣ ٤٩ شمالی و عرض‌های"٠٨ ′١٨ ٣٧ تا "٥٠ ′١٦ ٣٧ شرقی واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۷/۲۰۳ کیلومتر مربع می‌باشد. بیشترین ارتفاع آن ۲. ۷ متر می‌باشد.

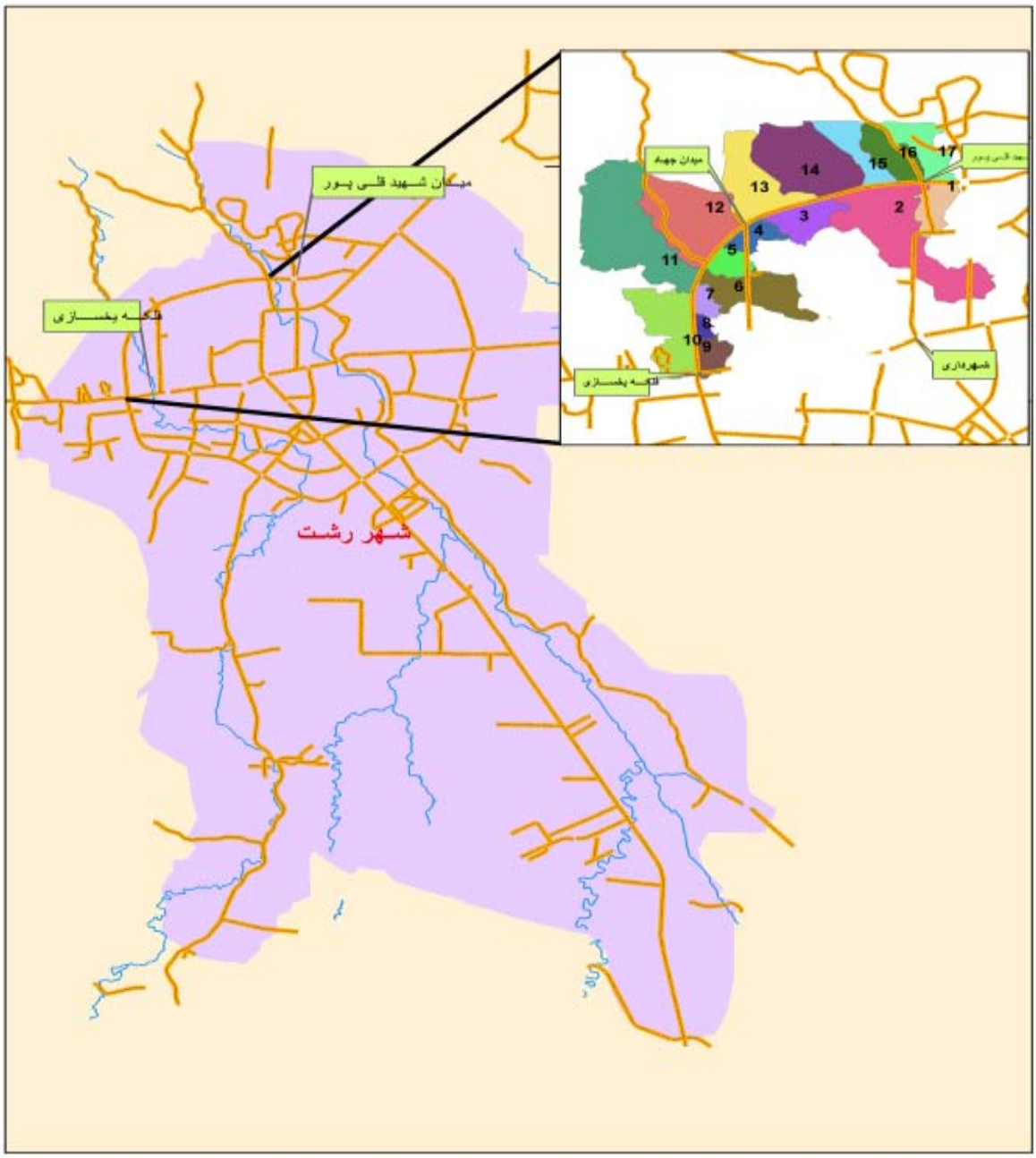
ارتفاع متوسط منطقه مورد مطالعه ۹- متر و شیب متوسط ۰/٦٧ درصد می‌باشد. زیرحوضه‌های منطقه به شماره‌های ۱ تا ۱۷ تقسیم‌بندی شده است و بخشی از سیلاب‌های آن محدوده وارد رودخانه‌های سیاهرود و گوهرود می‌گردد. برآورد پارامترهای مورد نیاز در زیرحوضه‌ها انجام گردیده است. این منطقه مسکونی و کم تراکم بوده و در بعضی نقاط به دلیل پستی و بلندی‌های موضعی، رواناب در حاشیه خیابان تجمع یافته و با افزایش بارندگی حتی در سطح خیابان تا ارتفاع ۵- ۱۰ سانتی متر آب جمع می‌شود در این منطقه زمین‌های کشاورزی و باير که هنوز ساخت و

8. Hawkins

Archive of SID

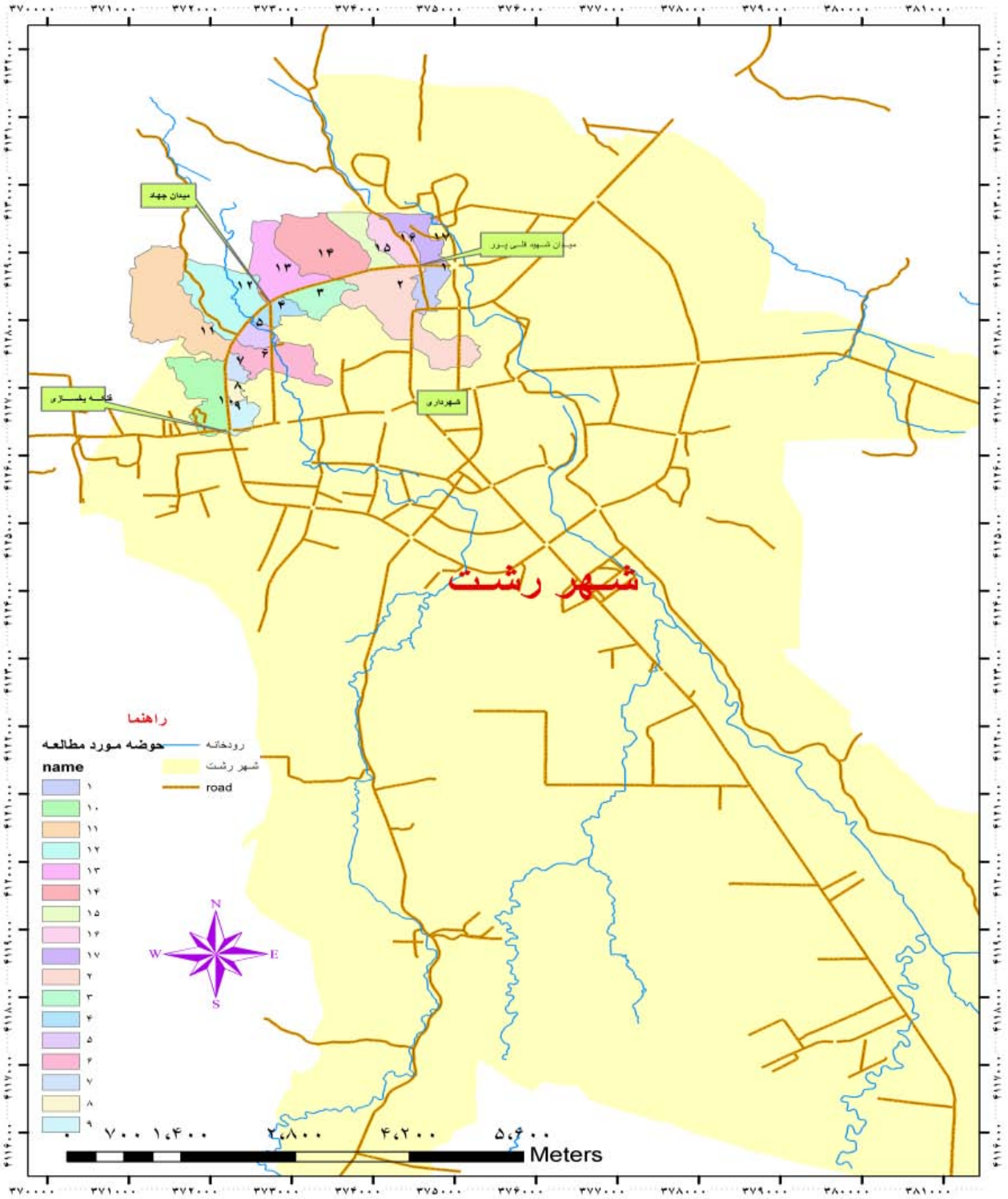
www.SID.ir

ساز در آنها صورت نگرفته است، وجود دارد و بنابراین تبدیل آنها به منطقه تجاری یا مسکونی بر افـزایش ضـریب رواناب موثر می‌باشد. اکثر کوچه‌های موجود در این منطقه فاقد پوشش آسفالت بوده و بنابراین در بارندگی‌ها مشکل آب گرفتگی و تردد برای افراد ساکن در این کوچه‌ها به وجود می‌آید.



شکل ۱: نقشه شهر رشت (منطقه مورد مطالعه میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی)

www.SID.ir



شکل ۲: نقشه منطقه مورد مطالعه در شهر رشت میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی

شکل و جدول شماره ۲ مشخصات زیرحوضه‌های بارانگیر منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این منطقه به ۱۷ زیرحوضه تقسیم شده و برآورد پارامترهای مورد نیاز در زیرحوضه‌ها انجام گردیده است.

www.SID.ir

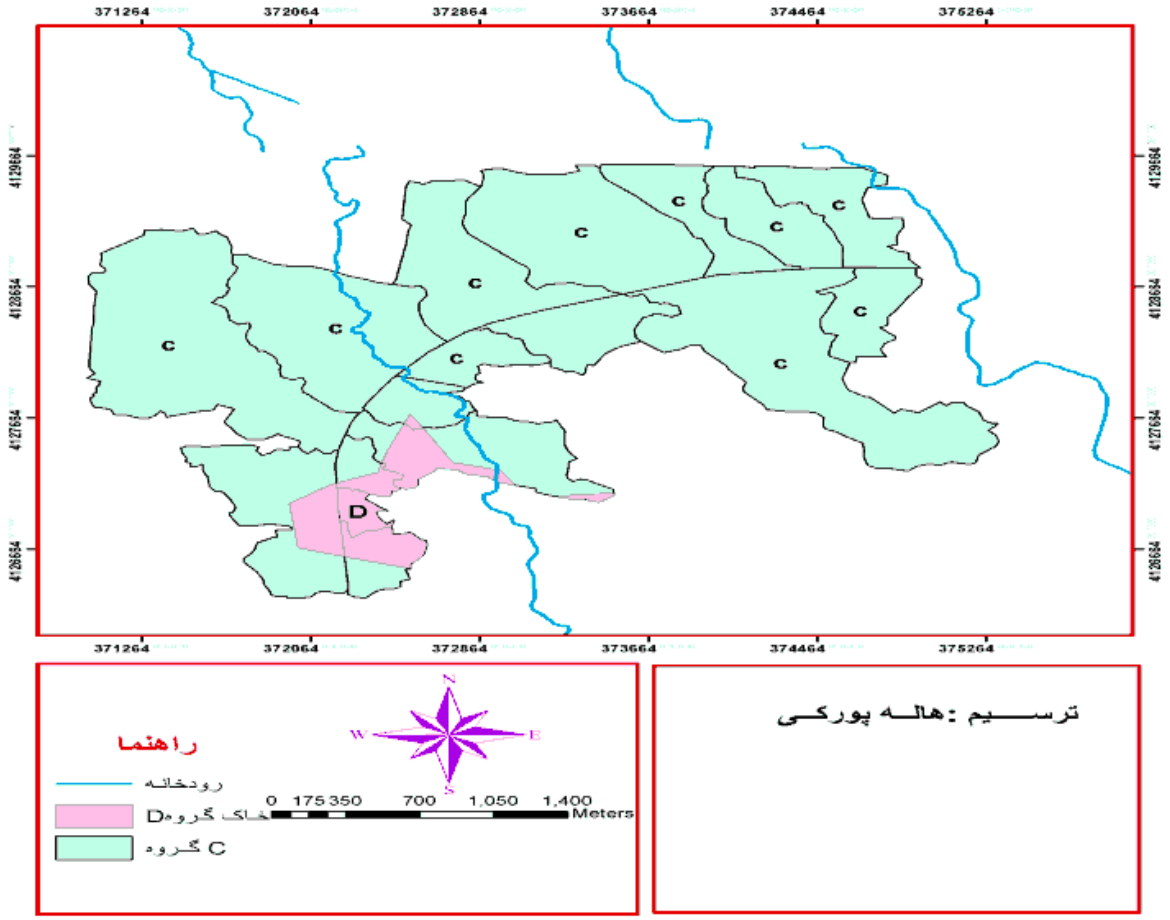
جدول شماره ۲: مشخصات زیرحوضه‌های شهر رشت میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی

نام حوضه	حوضه-طول	مساحت (کیلومترمربع)	محیط	نوع حوضه	مساحت (هکتار)
۱	۲۳۹۱/۰۲۸	۰/۲۱۷	۲/۳۹۱	هیدرولوژیک	۲۱/٦٦٥
۲	٦۷٤۷/۷۸۸	۱/۰٤۳	٦/۷٤۸	غیرهیدرولوژیک	۱۰٤/۳۱۸
۳	۲٦۹۳/٤۷۲	۰/۲۷۲	۲/٦۹۳	غیرهیدرولوژیک	۲۷/۱۹
٤	۱۹۹٦/۹٦۰	۰/۱٦	۱/۹۹۷	غیرهیدرولوژیک	۱۵/۹۸٦
۵	۱٦٤۰/٤۸۷	۰/۱٤٦	۱/٤٦	غیرهیدرولوژیک	۱٤/٦۰۹
٦	٤۰۰۷/۰۵٦	۰/٤۵۳	٤/۰۰۷	هیدرولوژیک	٤۵/۳۲۵
۷	۱٤۷۳/۸۹۳	۰/۰۹۲	۱/٤۷٤	غیرهیدرولوژیک	۹/۲۳٤
۸	۱۲۵۵/۰۸۸	۰/۰۵۷	۱/۲۵۵	غیرهیدرولوژیک	۵/٦٦
۹	۱۹۲٤/۳۹۷	۰/۱۵۳	۱/۹۲٤	غیرهیدرولوژیک	۱۵/۳۲۲
۱۰	٤۱۱٤۳/۵۳۲	۰/۵۵۳	٤/۱٤٤	غیرهیدرولوژیک	۵۵/۳۲۷
۱۱	۵۹٤٦/٦۹٦	۱/۱٦	۵/۹٤۷	غیرهیدرولوژیک	۱۱۵/۹۷۸
۱۲	۳۹۰۲/٦۱٤	۰/۷۵۸	۳/۹۰۳	هیدرولوژیک	۷۵/۸۲۵
۱۳	٤۱۳۵/٦۳۰	۰/۵۳۷	٤/۱۳٦	غیرهیدرولوژیک	۵۳/٦۹٦
۱٤	۳٦۵٦/۷۳۹	۰/۷۷	۳/٦۵۷	غیرهیدرولوژیک	۷٦/۹۵٤
۱۵	۳۱۹۰/۹۹٤	۰/۲۵۸	۳/۱۹۱	غیرهیدرولوژیک	۲۵/۸۰۲
۱٦	۲٤۹۹/۸۰۱	۰/۲۷۵	۲/۵	غیرهیدرولوژیک	۲۷/٤٦۵
۱۷	۳۳۱۸/٦٦۷	۰/۲۹۹	۳/۳۱۹	هیدرولوژیک	۲۹/۹۰٤

در روش SCS یکی از عوامل مؤثر، خاک است که از نظر توانایی در جهت تولید رواناب، به چهار گروه هیدرولوژیکی A، B، C و D تقسیم می‌شود. مأخذ نقشه اطلاعاتی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک از نقشه موسسه تحقیقات آب و خاک ایران می‌باشد. در این حالت با تلفیق اطلاعات محدوده حوضه و زیر حوضه‌ها، موقعیت و پراکنش انواع خاک به تفکیک زیر حوضه‌ها در شکل ٤ تعیین گردید. نتیجه این بررسی و سطوح مربوط به هر یک از گروه‌ها برای زیر حوضه‌ها مطابق جدول شماره ۳ آورده شده است و آن چه مسلم است خاک این منطقه پتانسیل لازم برای تولید رواناب را دارا می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

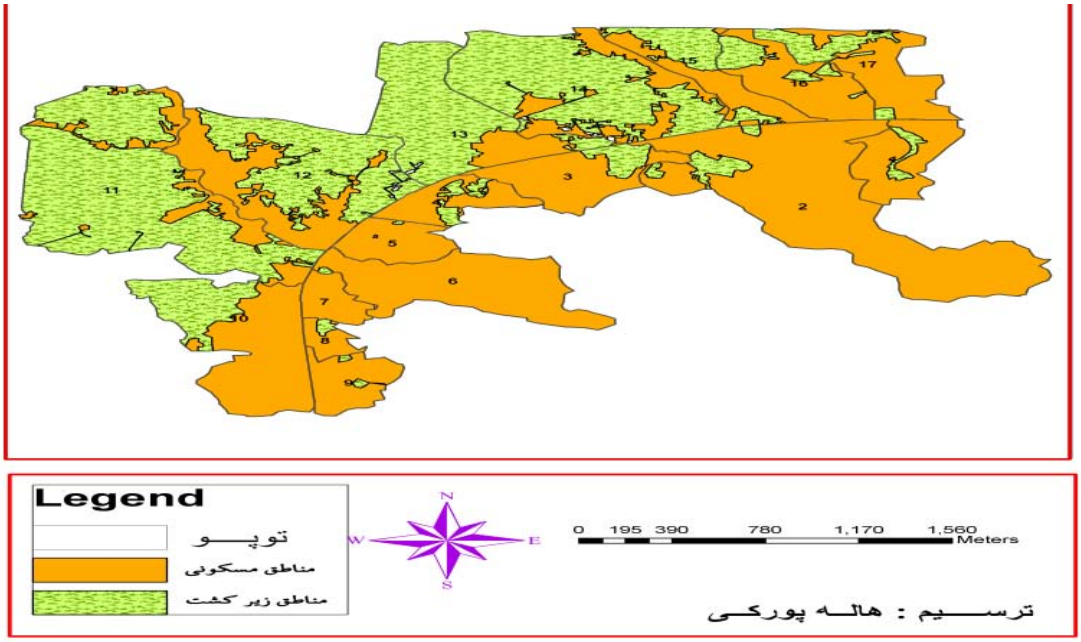


شکل شماره ٤: نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک زیرحوضه‌های شهر رشت میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی

مأخذ- موسسه تحقیقات آب و خاک ایران

پوشش گیاهی حوضه همراه با شناسایی بافت خاک و نفوذپذیری آن در تخمین شماره منحنی و مقایسه با (CN) واقعی حوضه از اهمیت خاصی برخوردار است (ملائی، ۱۳۸۱). در شکل شماره ۵ نشان می‌دهد که به طور کلی به دو نوع سطوح طبقه بندی شده‌اند که سطوح غیر قابل نفوذ شامل سطح آسفالت، موزائیک یا بتن شده خیابان‌ها و معابر، کوچه‌ها، پشت بام‌ها و حیاط منازل که با شروع بارندگی سریعاً تولید جریان سطحی و رواناب می‌نمایند و سطوح قابل نفوذ شامل فضای سبز داخل شهر، چمن کاری‌ها، درختکاری‌ها و سایر فضای سبز موجود در شهر می‌شود. قسمت اعظم این زیر حوضه یعنی حدود ۵۸/۱۷ درصد از کل مساحت آن که ٤/۱۹ کیلومتر مربع می‌باشد از اراضی مسکونی و سطوح غیر قابل نفوذ تشکیل شده و حدود ٤۱/۸۳ درصد شامل فضای سبز داخل شهر، چمن کاری‌ها و مزارع برنج می‌باشد.

www.SID.ir



شکل شماره ۵: نقشه کاربری اراضی زیرحوضه‌های شهر رشت میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی

مأخذ- نقشه ۱/۵۰۰۰۰ کاربری اراضی تهیه شده آب منطقه‌ای گیلان

در مناطق شهری با سطوح غیر قابل نفوذ شماره منحنی (CN) را ۹۸ در نظر می‌گیرند در جدول شماره ۳ شماره منحنی (CN) با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک از طریق میانگین وزنی و شرایط رطوبتی متوسط خاک محاسبه گردیده است.

جدول شماره ۳: شماره منحنی زیرحوضه‌های شهر رشت میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی

زیرحوضه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷
CN	۹٦/	۹۷/	۹٥/	٤/۷	۹٦/	۹۷/۹	۹۸	۹٥/۷٥	۹۷/٥	۹۳/۱۷	۸٥/۷۱	۸۸/۰٤	۸٤/٦	۸٥/٦۲	۹۰/٥	۹٤/۳	۳٤ ۹۳

زمان تمرکز در زیر حوضه‌های ۱۷گانه شهید قلی پور- فلکه یخسازی به روش کرپیچ در جدول شماره ٤ محاسبه شده است.

جدول شماره ٤: برآورد زمان تمرکز به روش کرپیچ زیرحوضه‌های مورد مطالعه شهر رشت

زیرحوضه / زمان تمرکز	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷
کرپیچ (دقیقه)	۱۱	۳۹/۷۸	۱۸/۷۷	۱٥/۳۱	۱۳/۰۹	۲٦/٦۳	۹/۸۲	۷/۸۸	۹/۹۱	۲٥/۰۱	۳٤/۲٦	۳۲/٤۳	۲٤/۲	۲۸/۱۱	۲۰/٦۲	۱۸/۷٤	۱٥/۷٦

Archive of SID

www.SID.ir

ضریب متوسط رواناب، زیرحوضه‌های باران‌گیر منطقه مورد مطالعه با توجه به شرایط بین ۰/۵۶ تا ۰/۹۳ بدست آمد. میانگین کل ضریب رواناب در زیر حوضه‌های ۱۷گانه میدان شهید قلی پور- فلکه یخسازی در جدول شماره ۵، ۰/۷۹ محاسبه شده است. با بررسی عوامل ذکر شده و تعیین شماره منحنی، مقدار تلفات مشخص شده و با در نظر گرفتن بارندگی، ارتفاع رواناب به روش SCS محاسبه شد. ارتفاع رواناب، حجم رواناب که برای محاسبه آن می‌بایست ارتفاع رواناب را در مساحت زیر حوضه ضرب کرد و حداکثر دبی لحظه‌ای به روش منطقی در جدول شماره ٤ محاسبه شده است.

جدول شماره ۵: مقادیر ضریب رواناب، ارتفاع رواناب، حداکثر دبی لحظه‌ای و حجم رواناب زیرحوضه‌های مورد مطالعه شهر رشت

زیر حوضه	ضریب رواناب (٪)	حداکثر دبی لحظه‌ای (متر مکعب بر ثانیه)Qp	ارتفاع رواناب به میلی‌متر R	حجم رواناب به متر مکعب Q
۱	۸۵/۳۵	٦/۵۵	۷۷	۱٦۷۱۳
۲	۹۰/٦۵	۱٤/۱۷	۷۹	۸۲٤۱۸
۳	۸٤/۲٤	۵/۵۹	۷۳/٤	۱۹۹۷۳
٤	۸۲/۷۸	۳/۵۸	۷۲/۲	۱۱۵٤٦
۵	۸۷/۹۳	۳/۸۸	۷٦/۷	۱۱۱۹۱
٦	۹۲/۸٦	۸/۲۱	۸۱	۳٦٦۷۰
۷	۹۳/۲	۳/۱۲	۸۱/۳	۷٤۷۵
۸	۸٦	۲/۰۱	۷۵	٤۲۷۳
۹	۹۱/۵۷	٤/۹۹	۷۹/۸	۱۲۲۱۲
۱۰	۷۸/۲۷	۸/۷۲	٦۸/۲	۳۷۷۲٦
۱۱	۵۸/۷	۱۱/۲۳	۵۱/۲	۵۹۳۵۷
۱۲	٦۵/۳٦	۸/٤۸	۵۷	٤۳۱۸۳
۱۳	۵٦/۱	٦/۲۸	٤۸/۹	۲٦۲۵۹
۱٤	۵۸/٤۸	۸/۵۹	۵۱	۳۹۲۵۵
۱۵	۷۰/۸۲	٤/۱۹	٦۱/۷	۱۵۹۲٦
۱٦	۷۸/۷۷	۵/٤۹	۷۱/۱	۱۹۵۵۸
۱۷	۷۸	٦/۳۸	٦۸/۷	۲۰۵۲۹
میانگین کل	۷۸/۷۷	٦/۵٦٦	٦۹/۰۱	۲۷۳۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

در آبان ماه سال ۱۳۸۷ در شهر رشت سه مورد بارندگی باشدت زیاد اتفاق افتاد که منجر به آب‌گرفتگی معابر خصوصاً در منطقه مورد مطالعه (میدان شهید قلی پور– فلکه یخسازی) گردید که دو مورد از این آب‌گرفتگی‌ها در تاریخ‌های ۸۷/۸/۱۱ و ۸۷/۸/۲۱ مورد مطالعه قرار گرفته است. در این آب‌گرفتگی‌ها میزان باران به ترتیب ۱٤۰/۱ و ۲۱٤ میلی‌متر در عرض ۱۲ ساعت بود و شدت بارندگی به حدی بود که موجب آب‌گرفتگی‌های گسترده در شهر و منطقه مورد مطالعه گردید.

بر اساس بارندگی‌های این تاریخ‌ها ارتفاع، حجم رواناب و همچنین دبی پیک در کل حوضه در جدول زیر به روش‌های SCS و منطقی محاسبه شده است.

جدول شماره ٦- جدول ارتفاع حجم، رواناب و دبی اوج زیرحوضه‌های مورد مطالعه شهر رشت

تاریخ	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)	حجم رواناب (m3/s)	دبی اوج (m3/s)
۸۷/۸/۱۱	۹٦ .۱۱۹	۷۹۷۷۳٤	۰۱ .۳۲
۸۷/۸/۲۱	۲۳ .۱۸۳	٥ .۱۲۱۸٤۷۹	۸۹ .٤۸

حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته

از آنجا که تناوب حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته یکی از عواملی است که در محاسبات مربوط به سیلاب‌های شهری و فرکانس‌های مربوطه کاربرد فراوانی دارد و همچنین جهت طراحی تأسیسات آبی و پخش سیلاب و کنترل رسوب دارای اهمیت زیادی می‌باشد (تلوری، ۱۳۷۵: ۱۲۸)؛ لذا برای تحلیل بارش مناطق از حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته استفاده شده است.

جهت بررسی و تجزیه و تحلیل این عامل در محدوده، از داده‌های آمار ۳۰ ساله ایستگاه سینوپتیک رشت بهره گرفته شده است. در این محدوده زمانی سیلاب‌هایی را که ناشی از بارندگی بوده، تعیین گردید. بر این اساس بهترین توزیع توسط نرم افزار SMADA توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ در این آمار انتخاب گردید.

جدول شماره ٥: حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته با دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه سینوپتیک رشت

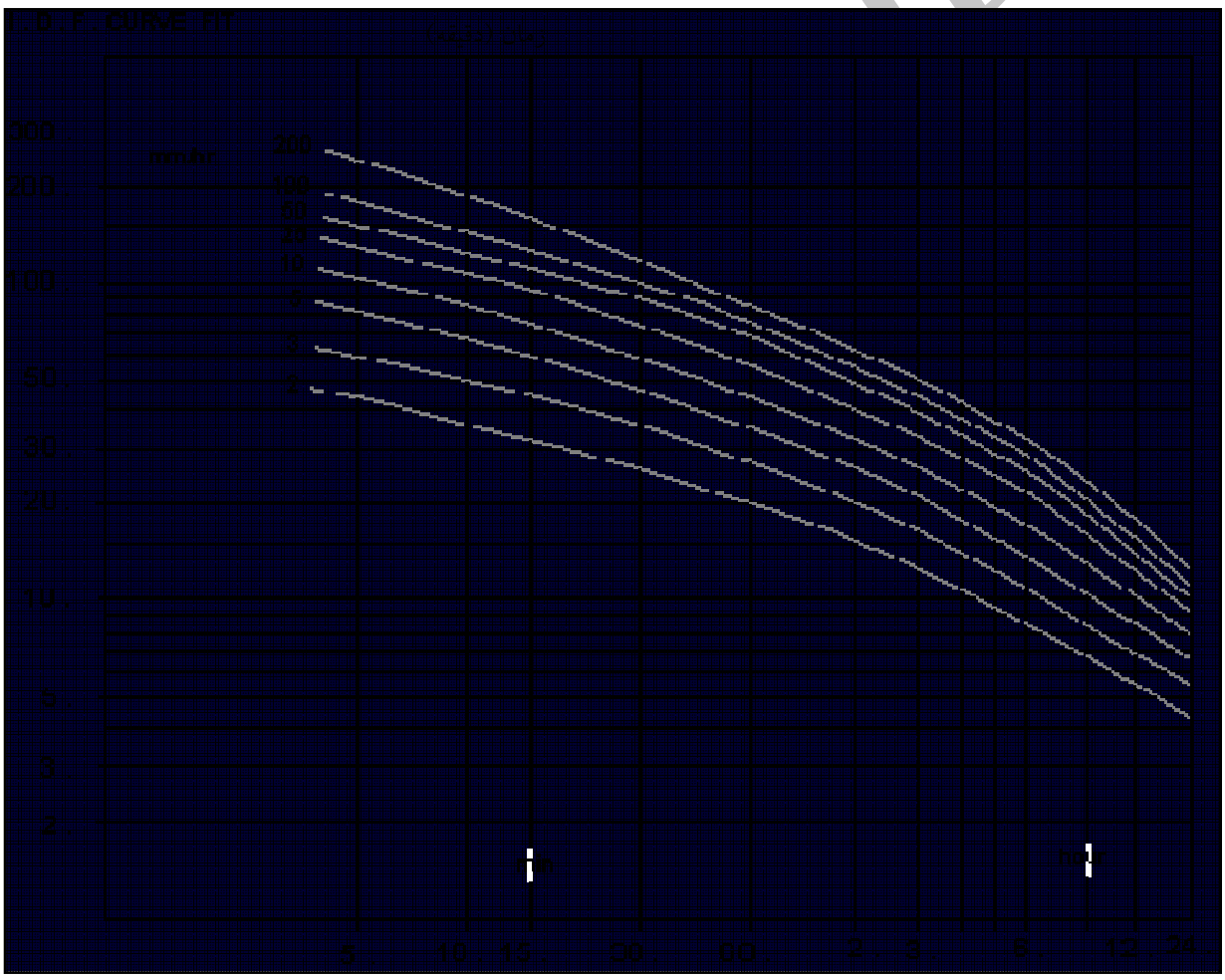
دوره برگشت	۲	٥	۱۰	۲۰	٥۰	۱۰۰
حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته بر حسب میلی‌متر	۸۷/۱۷	۱۱۳/۲۱	۱۲۹/۷٤	۱٤٥/۱٦	۱٦٤/٦۸	۱۷۹/۱

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول شماره ۵ مقادیر حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف برای ایستگاه سینوپتیک رشت ارائه شده است.

جهت تحلیل رگبارهای منطقه مورد مطالعه، از داده‌های ایستگاه سینوپتیک رشت که دارای آمار بلند مدت با پریـد زمانی ۱۵ دقیقه می‌باشد، استفاده شده است. سپس رگبارهای اتفاق افتاده در فواصل زمانی مختلف به تفکیک سال و بیشترین مقدار بارندگی به ترتیب نزولی تنظیم گردید. در همین راستا بـرای تعیـین حـداکثر بـاران محتمـل بـا دوره برگشت مختلف سعی گردید داده‌ها با توزیع‌های مختلف آماری با نرم‌افزار Smada بـرازش داده شـود و در نهایـت منحنی‌های شدت، مدت و فراوانی (IDF) رگبارهای ایستگاه رشت، نیز ترسیم شد.



شکل شماره ۵: منحنی شدت، مدت و فراوانی در ایستگاه سینوپتیک رشت

www.SID.ir

از روی منحنی‌های شدت، مدت و فراوانی بارندگی در ایستگاه رشت بر اساس دوره‌های برگشت مختلف ۲، ۳، ۵، ۱۰ و ۵۰ سال مقدار شدت بارندگی و حداکثر آب‌دهی لحظه‌ای طبق فرمول منطقی بدست آمد. در جدول شماره ٦ دبی پیک بر اساس دوره‌های برگشت مختلف محاسبه شده است.

جدول شماره ۷: دبی پیک بر اساس دوره‌های برگشت مختلف در منطقه مورد مطالعه شهر رشت

زیر حوضه	دبی پیک بر اساس دوره‌های برگشت مختلف Qp=0. 278cia (متر مکعب بر ثانیه)				
	۵۰	۱۰	۵	۳	۲
۱	٦/۰۳	٤/۱	۳/۲۸	۲/٤٦	۱/۷٤
۲	۲۰/۸۸	۱۳/۸۳	۱۱/٤۸	۸/۸۷	٦/۷۸
۳	٦/٤۸	٤/٤٥	۳/٤۹	۲/٦۷	۱/۹۱
٤	٤/٦۷	۲/۷	۲/۱۲	۱/٥۷	۱/۱۸
٥	٤/٦٤	۲/۷۹	۲/۲۸	۱/٦٤	۱/۲۸
٦	۱۰/۷۷	۷/۲٦	٥/۷٤	٤/٤٥	۳/۱٦
۷	۳/۲۱	۲/۰۷	۱/٦٤	۱/۱۹	۰/۸۸
۸	۲/۲٥	۱/۲۸	۰/۹۹	۰/۷۲	۰/٥۳
۹	۳/٥٦	۲/۷۸	۲/۲۷	۱/٤٥	۱/۰۲
۱۰	۱۱/٥۱	۷/٥٥	٦	٤/٥٦	۳/۳٦
۱۱	۱٥/۹۸	۱۰/٦٥	۸/۱۸	٦/٤۷	٤/۷٦
۱۲	۱۰/٦۸	۷/۹٤	٦/۱٦	٤/۷۹	۳/۷
۱۳	۸/۱۹	٥/۳٥	٤/۱۸	۳/۲٦	۲/۳٤
۱٤	۱۱/۳	۷/٤٥	٥/۹٦	٤/٥۹	۳/۳٥
۱٥	٥/۰۹	۳/٤٦	۲/۷	۲/۰٤	۱/٤۸
۱٦	٦/۱٦	٤/۲۳	۳/۳۲	۲/٥٤	۱/۸۱
۱۷	۸/۳٦	٤/۸	۳/۸۹	۲/۸٥	۲/۰۷
کل	۲۲ .۸	٤٥ .٥	٦۱ .٤	۰۳ .۳	٤۳ .۲

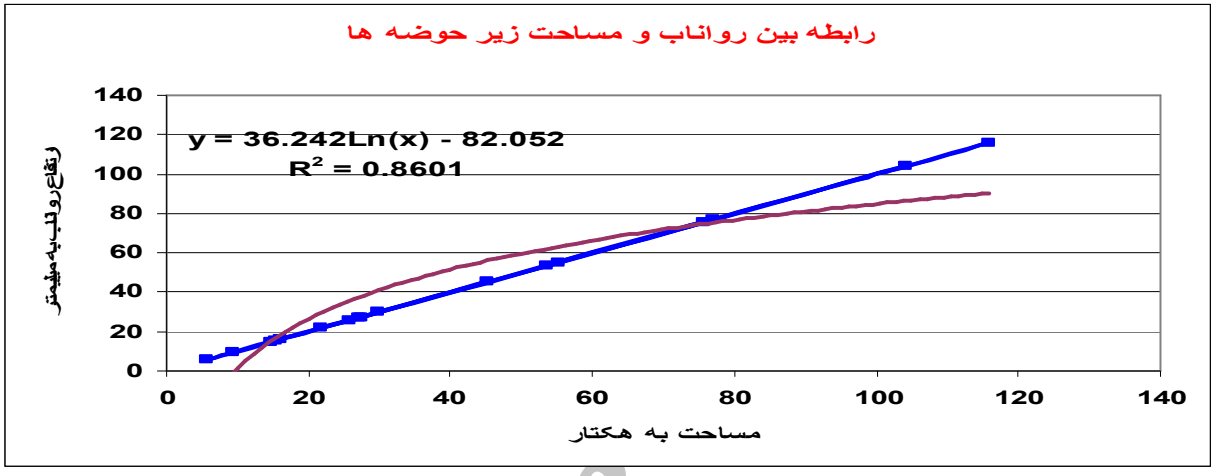
Archive of SID

www.SID.ir

رابطه بین رواناب و مساحت

با توجه به رابطه لگاریتمی بین رواناب و مساحت زیر حوضه‌ها رابطه خطی بین آنها وجود داشته و ضریب همبستگی بین آنها ۰/۹۳ می‌باشد (نمودار شماره ۱) و آن چه ملاحظه می‌شود این است که با افزایش مساحت حوضه مقدار رواناب افزایش می‌یابد و معادله خط آن به شرح زیر می‌باشد.

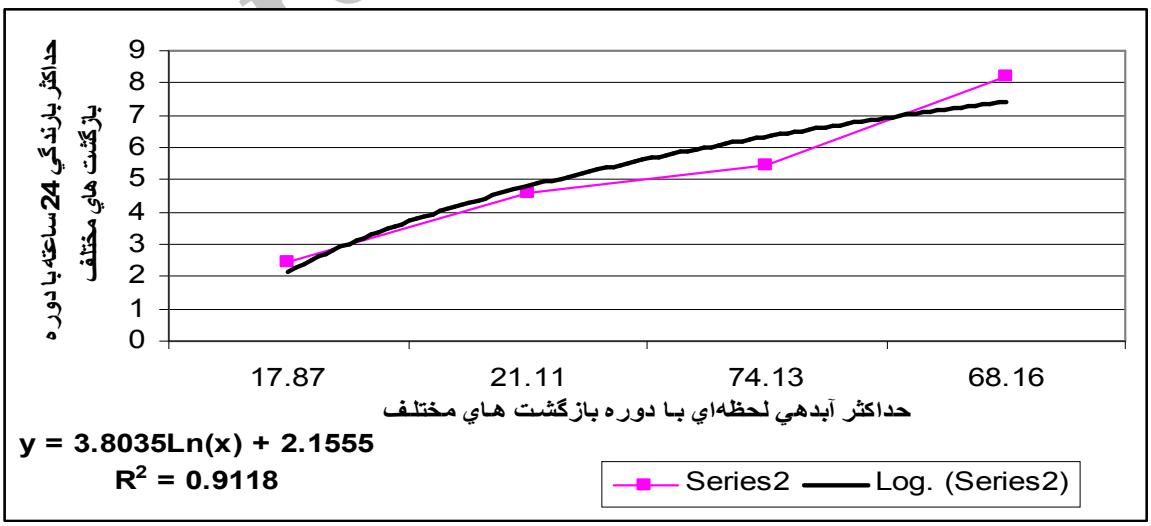
$$y=٢٤٢ .٣٦ \ln(x)- 22. 796$$



نمودار شماره ۱: رابطه بین رواناب و مساحت زیر حوضه‌ها

رابطه بین حداکثر آب‌دهی لحظه‌ای و بارندگی ٢٤ ساعته

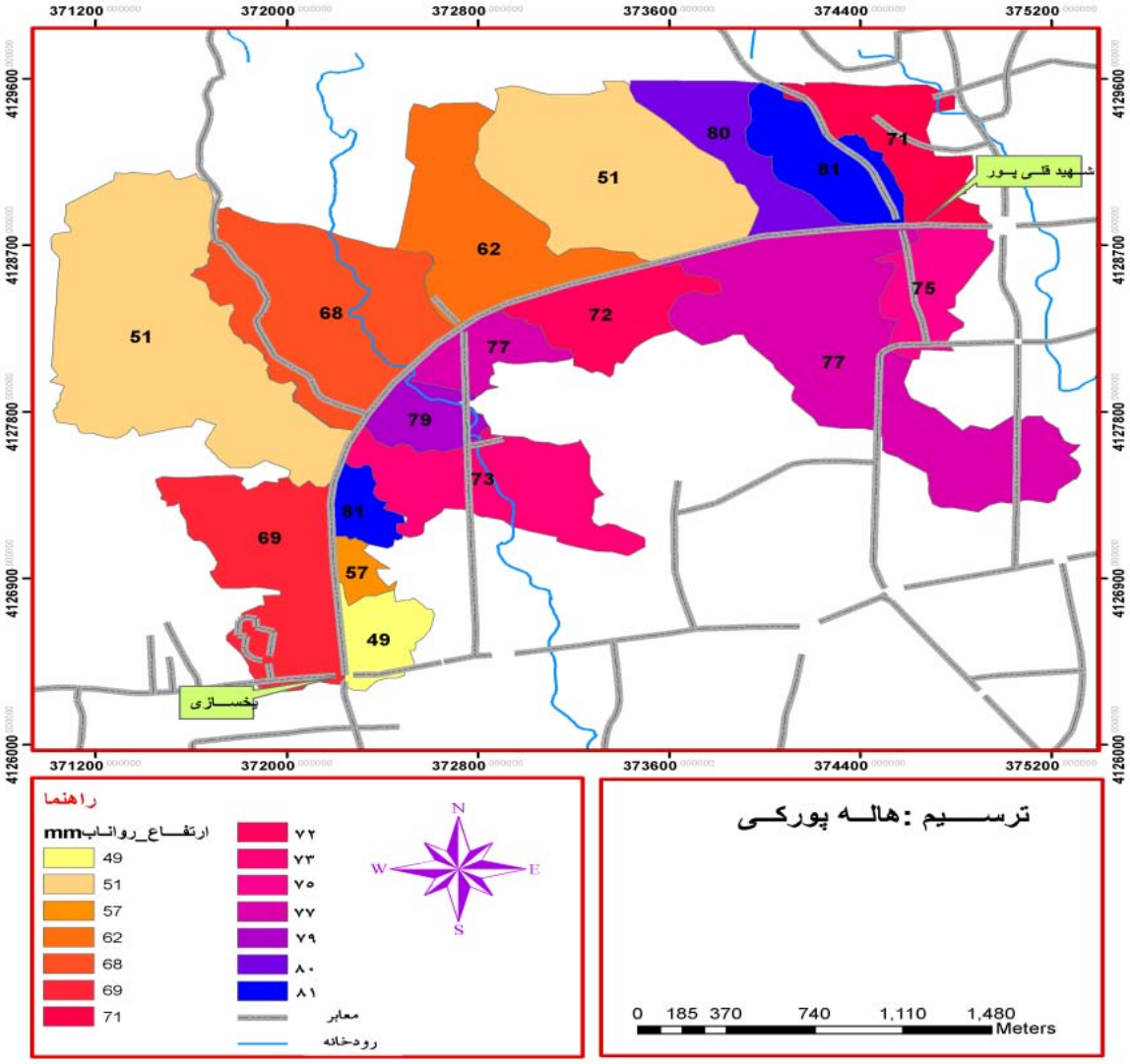
با توجه به رابطه لگاریتمی بین حداکثر آب‌دهی لحظه‌ای و حداکثر بارندگی ٢٤ ساعته حوضه رابطه خطی بین آنها وجود داشته و ضریب همبستگی بین آنها ۰/۹۵ می‌باشد (نمودار شماره ۲).



نمودار شماره ۲- رابطه بین حداکثر آب‌دهی لحظه‌ای و حداکثر بارندگی ٢٤ ساعته حوضه

www.SID.ir

در این تحقیق با استفاده از GIS نقشه‌های خاک، کاربری اراضی تهیه و با کاربرد روابط SCS در نهایت نقشه ارتفاع رواناب برای زیر حوضه‌ها تهیه شده است (شکل ٦)



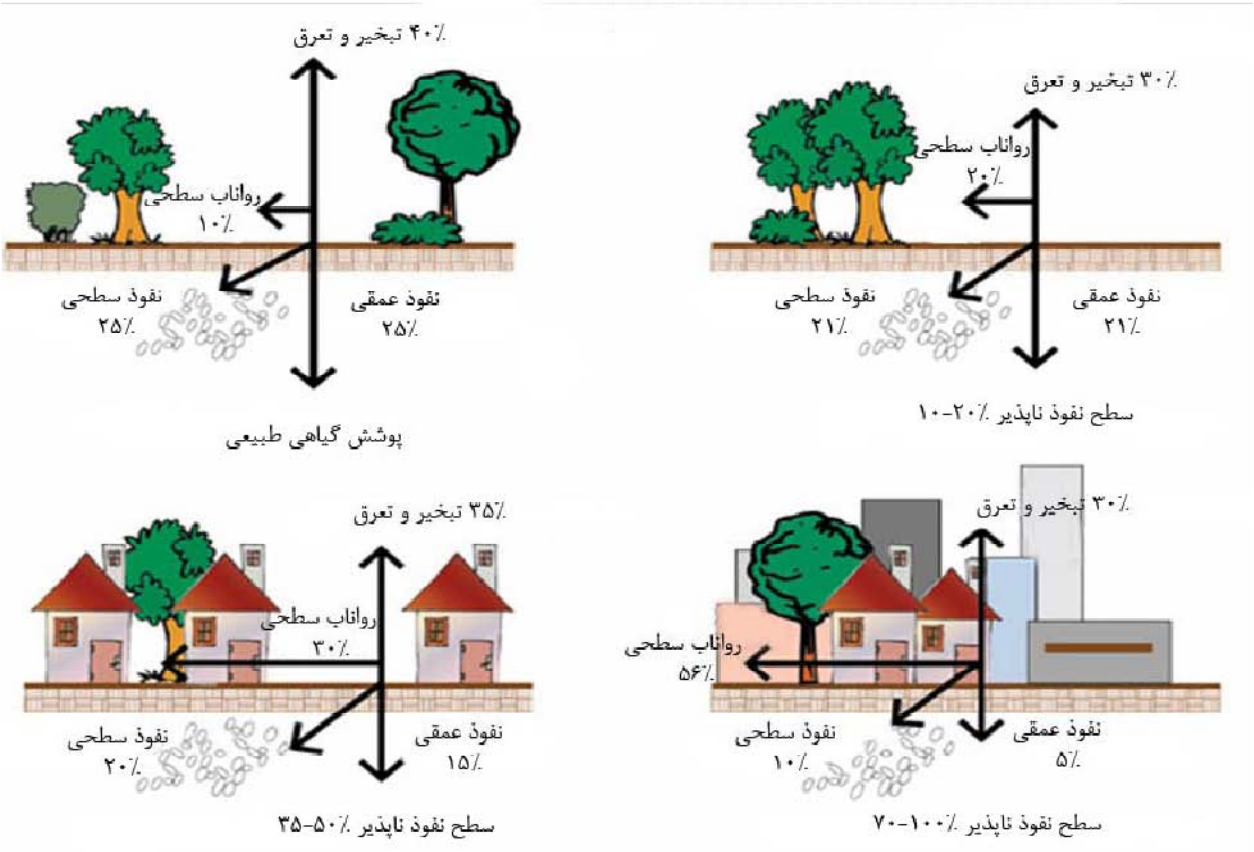
شکل شماره ٦: نقشه ارتفاع رواناب منطقه مورد مطالعه

نتایج

با توجه به مطالب ارائه شده در این مطالعه با تقسیم بندی شهر و زیرحوضه‌های بالادست به واحدهای هیدرولوژیکی کوچک‌تر و قابل مطالعه توسعه شهری، شهرسازی و تغییرات ناشی از کاربری اراضی در سطح شهر رشت و پوشش معابر و پشت بام منازل با مصالح نفوذ ناپذیر از یک طرف موجب افزایش روان آب ناشی از نزولات جوی به میزان چندین برابر شده همچنین باعث افزایش حجم رواناب شهری، افزایش دبی اوج و وقوع آن در زمان

www.SID.ir

کوتاه‌تری گردیده و احتمال وقوع آب گرفتگی در مناطق پایین دست شهر را نیز افزایش داده است. برای ایجاد یک مدیریت صحیح شهری جهت کنترل و استفاده بهینه از آب‌های سطحی ناشی از بارندگی، بایستی شناختی دقیق از فرآیند پیچیدهٔ تولید و شکل گیری رواناب در محیط‌های شهری داشته باشیم تا بتوانیم یک مدیریت کارآمد شهری در افزایش کمی و کیفی کارکردهای اجتماعی و رفاهی جهت بهبود زندگی شهری اعمال نمود . . . نتایج نشان داد که پتانسیل تولید رواناب و آب گرفتگی در حوضه با توجه به شیب کم آن بسیار زیاد است. اهمیت این پیش بینی و ارزیابی روش محاسبه رواناب به گونه ایی است که منجر به ایجاد ایمنی لازم برای کلیه تأسیسات صنعتی، شهری و مستحدثات کشاورزی، حمل و نقل و غیره می‌شود.



شکل شماره ۷- تاثیر ساخت و ساز بر افزایش سطوح نفوذ ناپذیر و میزان افزایش سیلاب) والش، ۱۹۸۹)

با مقایسه زیر حوضه‌ها، زیر حوضه‌هایی که مساحت کمتری را دارا می‌باشند به علت نفوذناپذیر بودن و تغییر کاربری از مزروعی به مناطق مسکونی زمان تمرکز کاهش یافته و این امر موجب آب‌گرفتگی در نقاط پست آن می‌شود. تحقیق انجام شده در باره سیلاب‌های شهر رشت نشان داد که همبستگی مثبتی بین حداکثر دبی لحظه‌ای سیل و میزان بارندگی روز وقوع سیل وجود دارد. همچنین بین حداکثر دبی لحظه‌ای سیل و حداکثر شدت بارش ۲٤

www.SID.ir

ساعته همبستگی مثبتی وجود داشته و ضریب همبستگی آنها ۰/۹۵ می‌باشد. همچنین ضریب همبستگی بین مساحت مناطق شهری و رواناب ۰/۹۳ می‌باشد. حد آستانه مقدار بارندگی برای ایجاد سیل ۷۰ میلی متر در ۲٤ ساعت و آستانه شدت بارندگی ۸۷/۱۷ میلی متر در ۲٤ ساعت با دوره برگشت ۲ ساله به دست آمد. همچنین مشخص گردید که در هنگام نزول باران مشکلاتی در سطح رشت بروز می‌نماید که نتیجه آن آب‌گرفتگی در منطقه مورد مطالعه در شهر رشت می‌باشد. از عوامل به وجود آورنده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- نهرهایی در سطح شهر رشت وجود داشته‌اند که به طور طبیعی محل تخلیه آب باران بوده‌اند. این نهرها با توجه به گسترش شهرنشینی تخریب و حذف گردیده‌اند؛ لذا در هنگام بارش آب‌های سرگردان در همان مسیرهای قبلی شروع به حرکت نموده و مشکلاتی را ایجاد می‌نمایند.

۲- در این منطقه زمین‌های بایر کوچکی وجود داشته که این زمین‌ها همانند استخرهای نگهدارنده در هنگام بارندگی پر شده و به مرور زمان از محل‌های خروجی کم کم تخلیه می‌شده‌اند. نمونه آن در حال حاضر در اطراف نخودچر و عینک وجود دارد که معروف به سل می‌باشد. همچنین نمونه تخریب شده آن در ضلع جنوب شرقی فلکه رازی مشاهده می‌شود که ساختمان‌های اداری جانشین آن شده‌اند.

۳- از قدیم بام منازل شهر رشت از سفال یا پوشال پوشانده می‌شده است. این پوشش‌ها موجب افزایش زمان تمرکز می‌شدند که امروزه سقف‌ها از ورق حلبی یا ایرانیت مواج ساخته می‌شوند.

٤- در قدیم سطح شهر سنگفرش و زمین‌های چمن بسیار زیادی وجود داشته است. با حذف آنها و احداث با پوشش آسفالت، بتن و موزاییک نفوذ پذیری خاک بسیار کم شده و رواناب سطحی افزایش یافته است.

با توجه به موارد فوق ملاحظه می‌گردد که شبکه فصلی جمع آوری فاضلاب و آب‌های سطحی شهر رشت در زمان بارندگی حتما دچار مشکل خواهد شد. در این تحقیق به منظور حل مشکل آب‌گرفتگی یکی از پر بارانترین شهرهای کشور پیشنهاد می‌گردد سیستمی جهت هدایت آب‌های سطحی مد نظر قرار گیرد تا به این وسیله روانابی که از سطوح غیرقابل نفوذ جریان می‌یابد به درستی جمع آوری و به سمت خروجی هدایت کرد.

برای کاهش میزان رواناب در پوشش سطح خیابان‌های فرعی، اماکن دولتی، پارک‌ها، مدارس، پیاده روها و... به جای آسفالت از سنگ چین بر روی ماسه بدون بکارگیری سیمان استفاده گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- آکان، عثمان (۱۳۸۱) «***هیدرولوژی رگبار در حوضه‌های شهری***» انتشارات دانشگاه شهید چمران، فصل دوم، ص ۳۲۸.

۲- تلوری، عبدالرسول هادیانی میرامید، (۱۳۸۵)، «تعیین روابط منطقه‌ای سیلاب‌های غرب استان مازندران»، ***فصلنامه منابع طبیعی***، سال پنجاه و نهم، شماره ٤، ص ۲۷۲.

۳- ساعی، علی (۱۳۷۷)، «***آمار در علوم اجتماعی با کاربرد نرم افزار*** SPSS ***در پژوهش‌های اجتماعی***»، موسسه نشر جهاد، ص ۲۲۸.

٤- سازمان آب منطقه‌ای گیلان (۱۳٦٦)، «آمار هواشناسی سینوپتیک ایستگاه بهدان و پل سازمان سال ۱۳٦٦-۱۳۸٦».

۵- شرکت جهاد توسعه آب و آبخیزداری استان گیلان، (۱۳۷۷) «طرح جامع مهار سیلاب استان گیلان»، جلد اول، دوم و پنجم ص ۹٦۸

٦- صابری، قدوسی، (۱۳۷۷)، «تحلیلی بر توسعه پایدار از دیدگاه آبخیزداری امکانات و راه کارها»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیائی***، دانشگاه اصفهان، شماره ۲۲، ص ٤٦

۷- عرب خدری، محمود (۱۳۷٤)، «برآورد سیلاب‌های سطحی با استفاده از ویژگی‌های حوضه آبخیز»، مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، کرمان، ص ٦۵.

۸- علیزاده، امین، (۱۳۸۵)، «***اصول هیدرولوژی کاربردی***»، چاپ نهم، بنیاد فرهنگی آستان قدس رضوی، ۸۰۷ ص.

۹- مرادی، ح، (۱۳۸۰)، «بررسی سینوپتیک سیلاب ۲۱ آبان ماه سال ۱۳۵۷ در نواحی مرکزی استان مازندران»، ***مجله رشد جغرافیا***، شماره ۵۷، سال شانزدهم، ص ۹.

۱۰- ملائی، ع. (۱۳۸۱)، «تعیین شماره منحنی با استفاده از GIS»، ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، ص ۱۱۲.

۱۱- وطن فدا، ج. (۱۳۷۹)، «بررسی وضعیت سیل کشور: مشکلات و تنگناها، همایش ملی فرسایش و رسوب»، خرم آباد ص ۳٤۳.

12- Hawkins, R. H., (1997), "Runoff Curve Number With Varying Site moisture", ***Journal of Irrigation and Drainage Division***, American Society of Civil Engineers, Vol. 104, No. IR4, pp. 389-398

Archive of SID

www.SID.ir

13- Hulis, J., Refsgaard and D. Mazimavi, (1975), "Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical tests and hydrological modeling", p 116

14- Walesh, S. G., (1989), "***Urban surface water management***", Wiley, New York.

Archive of SID

www.SID.ir