ششمین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران
بهمن ۱۳۹۶ دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

نقش مولفه های رنگین کمان آب در استحصال بارش

فاطمه رضایی [۱]، عبدالرضا بهره مند [۲]، واحد بردی شیخ [۳]، محمد تقی دستورانی [۴] سید محمد تاج بخش
* نویسنده مسئول: frezayi25@yahoo.com

چکیده

تغییر کاربری زمین در نتیجه توسعه شهری در حوزه‌های آبخیز معمولاً به صورت حذف پوشش گیاهی و جایگزینی آنها با سطوح غیر قابل نفوذ است، جایگزینی پوشش گیاهی و تغییر پوشش زمین با سطوح نفوذناپذیر یا سطوح سخت بر بیلان هیدرولوژی یعنی مقدار آبی که از طریق هر جزء از چرخه هیدرولوژی انتقال پیدا می‌کند، اثر می‌گذارد. با گسترش شهرها، درصدی از مناطقی که نفوذناپذیر یا سخت و متراکم شده‌اند افزایش می-یابد و زمین در دسترس برای نفوذپذیری بارش کاهش می‌یابد و تولید رواناب سطحی مستقیم افزایش یافته و منجر به افزایش فراوانی و شدت سیلاب‌ها می‌شود. و همچنین توسعه شهری، کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی را به همراه دارد زیرا سطوح نفوذناپذیر باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش میزان رواناب می‌شود و همچنین با کاهش قابل توجهی در میزان تبخیر و تعرق در ارتباط با افزایش سطوح نفوذناپذیر و مناطق مسکونی شهری مواجه است. بنابراین با افزایش نفوذ ناپذیری مولفه های بیلان آبی رنگین کمان آب نیز دارای تغییرات است در این تحقیق ابتدا در محیط GoogleEarth مساحت کاربری اراضی مناطق همگن به دست آورده و میزان تبخیر، نفوذ و افزایش رواناب در سطوح همگن، خیابان ها، ساختمانها و فضای سبز در طول بارش طرح اندازه گیری ومیزان مولفه های آب آبی، سیز، سفید و خاکستری به دست آمد و با توجه به حجم هر یک نتیجه گرفته میشود در مناطقی که با مشکل کم آبی مواجه هستیم جمع آوری هر یک از مولفه های مذکور به برآورد نیاز آبی کمک می کند. و همچنین مقادیر حجمی آب سبز، مقداری نیست که بتوان از آن صرف نظر کرد و اگر قبل از تبخیر و تعرق آب را استحصال کنیم، آب مورد نیاز برای آشامیدن را تامین می کند.

واژه‌های کلیدی

بارش طرح، عناصر رنگین کمان آب، درصد نفوذ ناپذیری، تغییر کاربری، بیلان هیدرولوژی

۱-دانشجوی دکتری، دانشکده .شیلات، مرتع و محیط زیست، دانشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲و۳- دانشیار، دانشکده شیلات، مرتع و محیط زیست ، دانشگاه دانشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴-استاد، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست.، دانشگاه دانشگاه فردوسی مشهد
۵-استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند
توجه کنید که نویسنده مسئول ترجیحا می‌بایست از اساتید تمام‌وقت دانشگاه و پست الکترونیکی او برای مکاتبات، ایمیل دانشگاهی باشد.

مقدمه

تغییر کاربری زمین در نتیجه توسعه شهری در حوزه‌های آبخیز معمولاً به صورت حذف پوشش گیاهی و جایگزینی آنها با سطوح غیر قابل نفوذ است. این وضعیت علاوه بر تغییر در ویژگی هیدروگراف رواناب سطحی، اثرات معکوسی بر محیط زیست نیزخواهد داشت. از آن جمله می‌توان به کاهش کیفیت منابع آب، تخریب و حذف پوشش گیاهی، سکونت در مسیل‌ها و از همه مهم‌تر کاهش نفوذپذیری خاک اشاره کرد که خود از یک‌طرف موجب کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی منطقه و از سوی دیگر افزایش دبی پیک سیلاب و کاهش زمان رسیدن به آن و در نتیجه ایجاد سیلاب‌های شدید و خسارات چشمگیر می‌شود (گونتیلیک[5] و همکاران، ۲۰۰۵).

شیدر[6] و همکاران (۲۰۰۲)، طی پژوهشی در سه حوزه کوچک واقع در ایالات متحده آمریکا، اثر توسعه اراضی شهری بر واکنش هیدرولوژیک را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت، نتایج تحقیق ایشان نشان داد که با توسعه اراضی شهری، شماره منحنی حوزه افزایش می‌یابد و زمان تأخیر حوزه، کاهش می-یابد. در نتیجه، واکنش هیدرولوژیک حوزه به وقوع بارندگی، سریع‌تر شده و دبی اوج بیشتری تولید می‌شود. همچنین ایشان منشأ دبی اوج هیدروگراف سیل را تفکیک نمودند و بیان کردند که منشأ رواناب در پیک‌های سریع، اراضی شهری است و پیک‌های تأخیری هیدروگراف، ناشی از رواناب اراضی طبیعی (غیر شهری) است.

رودریگز و همکاران(۲۰۰۳)، طی تحقیقی جهت بررسی رواناب سطحی در حوزه-های شهری و تعیین هیدروگرافهای واحد مناطق مطالعاتی(جاده، ساختمان و مناطق طبیعی) از روی بانک اطلاعات شهری به این نتیجه رسیدند که هیدروگرافهای واحد شهری (URBS-UHs)، از نظر شکل و اندازه به طور معنی داری با هیدروگرافهای منتج شده از اندازه گیریهای بارش - رواناب مشابه می باشد و همچنین میزان رواناب را در سطح جاده ها بیشتر از سطح ساختمان و بیشتر از سطوح طبیعی خاک به دست آوردند.

بدیعی زاده (۱۳۹۰)، در تحقیق خود ابعاد بهینه شبکه زهکشی نسبت به بارش طرح با دوره بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله را از طریق شبیه سازی رواناب سطحی با استفاده از مدل SWMM در شهر گرگان تعیین کردند و به نتیجه رسیدند که مدل SWMM برآورد نسبتا خوبی از مولفه های جریان داشته است و همچنین در تعیین ابعاد بهینه کانال های زهکشی قابلیت خوبی دارد به طوری که برای دوره بازگشت ۲ ، ۵ و ۱۰ ساله به ترتیب ۱۲/۴۸، ۳۰/۵۸ و ۴۰/۱۱ درصد از طول شبکه زهکشی در شرایط بحرانی وجود داشته و سایر قسمت ها در دوره بازگشت منتخب از عملکرد خوبی برخوردار است.

حجازی زاده و همکاران با استفاده از آمار بارندگی ۵۵ سال اخیر در نزدیک ترین ایستگاه به شهر بهارستان، بارشهای سنگین آن استخراج کردند، سپس وضعیت بارش و میزان امکان وقوع سیل و نیز حجم رواناب ناشی از بارش در محدوده قانونی شهر، سطح کل حوضه، محل تمرکز و جهت حرکت جریان هرزآبهای حاصل از بارشها در ارتفاعات اطراف این شهر را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به دست آوردند. بعد از آن جهت شیب تمامی خیابانهای شهر در طی عملیات میدانی تعیین گردید تا جهت حرکت سیلابهای احتمالی مشخص شد نتایج نشان داد. در نهایت ۵ دسته کانال با سطح مقطعهای متفاوت برای جمع آوری و انتقال آبهای سطحی شهر جهت امنیت شهر در برابر رواناب های زیرحوزه های شهری و غیر شهری پیشنهاد گردید.

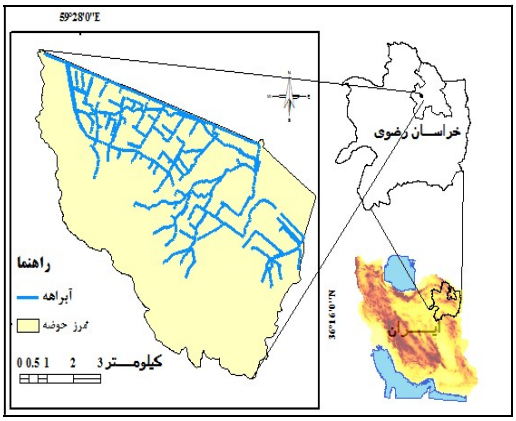
(فتوحی، ۱۳۹۳)، به بررسی توسعه فیزیکی شهر داراب و تاثیر آن بر سیلابهای شهری پرداختند به همین منظور، با استفاده از عکسهای هوایی و نقشه کاربری اراضی شهری، روند توسعه شهر داراب در سه مرحله ۱۳۳۵، ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار دادند و رابطه بین توسعه فیزیکی شهر و افزایش سیلابها با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا(SCS) به دست آوردند. نتایج ایشان نشان داد که توسعه فیزیکی شهر از مرحله اول به دوم رشدی ۴ درصدی داشته در حالی که منجر به افزایش روانابی برابر با ۷ درصد و از مرحله دوم به سوم دارای رشدی معادل ۳۳ درصد و افزایش روانابی برابر با ۲۳ درصد را موجب شده است.

[5] - Goonetilleke
[6] Sheeder

روش تحقیق

منطقه مطالعاتی

شهر مشهد با آب وهوای معتدل و متمایل به سرد و خشک، در شمال شرق ایران واقع شده است و از سمت شمال، مشرق و مغرب به دشت توس و در جنوب به ارتفاعات بینالود منتهی می-گردد که به ۱۳ منطقه شهرداری تقسیم شده که از بین آنها مناطق ۷، ۸ و ۹ همجوار ارتفاعات جنوبی می‌باشند. یک‌چهارم مساحت منطقه‌ی ۹ واقع در جنوب غربی مشهد، در دامنه ارتفاعات قرار گرفته و از شیب نسبتاً تندی برخوردار است. در هنگام بارندگی، رواناب حاصل از بارش در این منطقه، از سطح حوزه های آبریز بالادست به سمت شهر جاری شده و از طریق مسیلهای طبیعی دفع می‌شود.



شکل ۱- مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در این مطالعه منطقه۹ شهرداری مشهد به واحدهای هیدرولوژیک همگن(با مدل یا به صورت دستی با **GIS**) تقسیم می شود، و سپس با استفاده از روش استقرایی، مطالعات کتابخانه ای و بررسی های میدانی، آماری و نرم افزارهای موجود در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی **GIS** (نرم افزار**ArcGIS**) و **GoogleEarth** نقشه های کاربری اراضی مناطق همگن به دست آورده و میزان افزایش رواناب در سطوح همگن، خیابان ها، ساختمانها و فضای سبز پرداخته می شود. و بر حسب درصد مناطق نفوذ ناپذیر میزان رواناب هر یک از مناطق به دست می آید.

فرمول سازی عناصر رنگین کمان آبی شامل آب(آبی،سبز،سفید وخاکستری)

آب سبز

در واقع بارشی است که بر روی اراضی مرتعی و دارای پوشش گیاهی ریخته می شود و عملا به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می شود.در واقع آب سبز آب مورد نیاز گیاه در موقع بارندگی است.

آب آبی

در واقع بارشی است که در زمین ذخیره می شود و به استفاده گیاهان در مزارع می رسد به عبارتی بارشی که در زمین نفوذ می کند و جریان آکیفر را تشکیل می دهد. در واقع آب آبی آب مورد نیاز گیاه از طریق آبیاری گفته می شود.

آب سفید

آب سفید قسمتی از بارش که از طریق تبخیر و تعرق از فضاهای خالی خاک به اتمسفر برگشت داده می شود. آن متفاوت از تبخیر و تعرق از قسمت های پهن گیاهان می باشد.

آب خاکستری

آب خاکستری حجم آب آلوده ای که بهره برداری میشود و مخالف استاندارد کیفیت آب هستند و باید پالایش شوند. آب خاکستری دارای مواد معلق است که توسط گیاه از آب زیر زمینی زهکشی می شود. آب خاکستری که در جریانات صنعتی و شهری وجود دارد. اما در مقیاس گسترده ای مورد نیاز است. به عبارتی آب بازیافتی یا فاضلاب‌های خانگی، ایجاد شده توسط افراد در خانه ها یا ساختمان های اداری اطلاق می شود که ناشی از فعالیت‌های معمول روزانه نظیر رخت‌شویی، شستشوی ظروف و .. است، که می‌توانند برای اموری مثل آبیاری فضاهای سبز و همچنین گلخانه‌هاو .. به مصرف مجدد برسند.

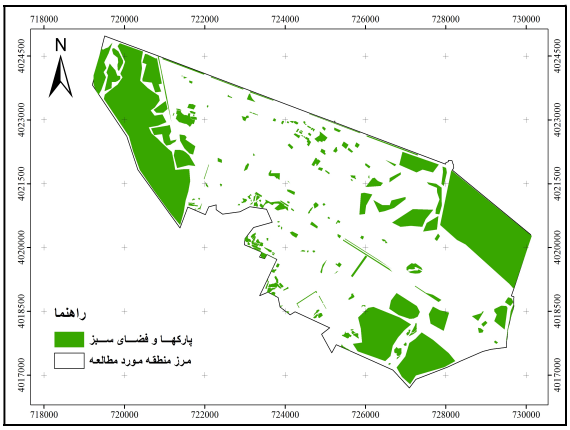
حجم رواناب حاصل از معادله بیلان رنگین کمان آبی از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$Q = P + I - E \pm \Delta S$$

که در این فرمول P حجم بارش باریده در طول یک رخداد بارندگی و I مجموع حجم آبی آبی و آب خاکستری و E حجم آب سبز و سفید می باشد.

نتایج و بحث

با توجه به نقشه کاربری سال ۱۳۹۰در محیط(نرم افزار **ArcGIS**) و همچنین **GoogleEarth** مساحت هر یک از کاربری ها،جدول(۲) به دست آمد.



شکل ۲- پارک‌ها، فضای سبز و اراضی بایر منطقه مورد مطالعه

پس از جمع آوری اطلاعات مربوط به مساحت هر کدام از کاربری‌های مورد نیاز، نیازمند اطلاعات ارتفاع بارش تجمعی یک رویداد و یا بارش روزانه بودیم به همین منظور از بارندگی تاریخ ۱۱/۰۱/۱۳۹۴ استفاده شد. در ادامه به منظور محاسبه میزان تبخیر روزانه از اطلاعات هواشناسی استفاده گردید بدین صورت که با مراجعه به ایستگاه هواشناسی اطلاعات مربوط به سال‌های آبی ۶۳-۱۳۶۲ تا ۹۳-۱۳۹۲ دریافت و پس از بررسی و تجزیه و تحلیل میزان تبخیر روزانه محاسبه شد.

به منظور تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک بدین صورت عمل شد، ابتدا نقشه‌های خاک منطقه مورد مطالعه از اداره منابع طبیعی و شهرداری منطقه مورد مطالعه تهیه شد، سپس با استفاده از بازدیدهای میدانی، کاربری موجود و مصاحبه حضوری با مسئول فضای سبز منطقه، نقشه اولیه اصلاح گردید. در نهایت با توجه به بررسی‌های انجام شده سه نوع بافت، شنی لومی، لومی و رسی سیلتی برای منطقه مورد مطالعه مشخص شد و در ادامه با بهره-گیری از جدول (۱) و انجام میانگین وزنی، متوسط هدایت هیدرولیکی محاسبه شد.

جدول۱- مقدار هدایت هیدرولیکی خاک با توجه به بافت خاک

کلاس بافت خاک	هدایت هیدرولیکی اشباع خاک
شن	۴/۷۴
شنی لومی	۱/۱۸
لومی شنی	۰/۴۳
لومی	۰/۱۳
لومی سیلتی	۰/۲۶
لومی رسی شنی	۰/۰۶
لومی رسی	۰/۰۴
لومی رسی سیلتی	۰/۰۴
رسی شنی	۰/۰۲
رسی سیلتی	۰/۰۲
رسی	۰/۰۱

در نهایت پس از جمع‌آوری تمامی اطلاعات مورد نیاز مدل و انجام محاسبات نتایج آن بصورتی که در جدول (۲ و ۳) ارائه شده-است، استخراج گردید. و همچنین مقدار هر یک از عناصر رنگین کمان آب شامل آب (آبی، سبز و سفید و خاکستری) و دبی کل استخراج گردید و نتایج در جدول (۴)آمده است.

جدول ۲- خصوصیات مرفولوژیکی

علامت اختصاری	واحد	توضیحات	مقدار
A_{str}	Km^2	مساحت خیابان‌ها	۲
A_{nat}	Km^2	مساحت پارکها و فضاهای سبز شهری	۱۲/۶۶
A_{hou}	Km^2	مساحت منازل مسکونی و ساختمانها	۲۱/۳۵
$A_{tree.str}$	Km^2	مساحت تاج پوشش درختان حاشیه خیابان‌ها	۱/۴۳
$A_{tree.nat}$	Km^2	مساحت تاج پوشش درختان پارکها و فضاهای سبز شهری	۴/۳
A_{total}	Km^2	مساحت کل منطقه شهری و عبارت است از حاصل جمع مساحت سه نوع کاربری	۴۱/۷۴

جدول ۳- پارامترهای هیدرولوژیکی مدل

علامت اختصاری	واحد	توضیحات	مقدار
P	mm	ارتفاع بارش تجمعی یک رویداد و یا بارش روزانه	۵۴/۶
E	mm	متوسط تبخیر روزانه	۷/۵
K_s	$\frac{cm}{day}$	هدایت هیدرولیکی اشباع خاک	۱/۶۷
In	mm	میزان نفوذ طی مدت بارش	۲/۲
Inf	m^3	میزان نفوذ حجمی طی مدت بارش	۲۷۸۵۲
R_{total}	m^3	حجم رواناب کل	۱۰۴۳۸۰۱

جدول٤- بیلان آب منطقه ۹ شهرداری مشهد با استفاده از رابطه رنگین کمان آبی

پارامتر های اندازه گیری شده	منطقه ۹
میانگین سالانه ارتفاع بارش یک رویداد (میلیمتر)	۵۴/۶
حجم بارش (متر مکعب)	۲۳۳۱٤۲۰
حجم آب سبز و سفید یا تبخیر- تعرق (متر مکعب)	۱۳۷۹۲۵۰

حجم رواناب سطحی(متر مکعب در سال)	۱۰۲۰۴۸۲
حجم آب آبی یا آب تجدید شونده زیرزمینی(متر مکعب)	۶۸۳۱۲
حجم آب خاکستری یا آب تصفیه شده (متر مکعب)	حجم آب خاکستری هیچ موقع صفر فرض نمیشود چون میزان حجم آب آلوده ای است که در مقیاس گسترده بهره برداری می شودو شامل فاضلاب خانگی در کانال های ترکیبی همیشه وجود دارد، اما در این تحقیق چون هدف واقعه رگباری در منطقه مورد مطالعه است، صفر به دست آمده است.

با توجه به جدول ۴ به نتیجه میرسیم که مقادیر حجمی آب سبز در طول یک واقعه بارندگی، مقداری نیست که بتوان از آن صرف نظر کرد و اگر قبل از تبخیر و تعرق آب را استحصال کنیم، آب مورد نیاز برای آشامیدن را تامین می کند.

نتیجه گیری

در هیدرولوژی علاوه بر روش های جمع آوری رواناب سطحی ، روش هایی وجود دارد که میزان آب شبنم، آب سبز و سفید (تبخیر و تعرق) و آب خاکستری وآب آبی (آب نفوذ یافته و حجم آب خاکستری) هم قابل اندازه گیری می باشد و با توجه به میزان حجم آب که برای هر یک از عناصر رنگین کمان آبی در منطقه مورد مطالعه به دست آمد در شرایط کم آبی توصیه می شود از روش های سنتی جمع آوری آب سبز و سفید و روش های علمی سنتی و صنعتی جمع آوری آب آبی و خاکستری استفاده شود قبل از آنکه آب تبخیر و تعرق شود یا از طریق رواناب سطحی دفع شود. چرا که ما در هر زمینه ای علم(روش های سنتی سطح صیقل، آب انبار و ساخت سدهای زیرزمینی آبخیزداری و.....) آن را داریم فقط استفاده از روش های علمی در شرایط بحرانی با توجه به نیاز آبی کشور در الویت تحقیقات ما قرار دارد.

مراجع:

بدیعی زاده، س. ۱۳۹۰. بهینه سازی شبکه زه کشی شهر گرگان از طریق شبیه سازی رواناب سطحی با استفاده از مدل SWMM، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرکان. ۹۳ص. [۷]

فتوحی، صمد ۱۳۹۳. بررسی تاثیر فیزیکی شهر داراب بر سیلابهای شهری. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. شماره ۵۶. p۲۲۱-۲۳۶. [۱]

حجازی زاده، ز.، خسروی،ف.،ناصر زاده، م.ح.، .1390مدیریت بحران در شهر جدید بهارستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، با تکیه برسیل وتعیین مسیر های زهکشی شهری مناسب برای دفع آبهای سطحی، ۱۳۹۰. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،جلد 17 ، شماره 20 ، [۱]

Rodriguez, F., Andrieu, H. Creutin, J.D. 2003. Surface runoff in urban catchments: morphological identification of unit hydrographs from urban data banks. Journal of Hydrology 283 (1–4), 146–168.[۲]

Rodriguez, F., Andrieu, H. Morena, F. 2008, A distributed hydrological model for urbanized areas – Model development and application to case studies. Journal of Hydrology(2008) 351, 268– 287.[۲]

Sheeder, S.A., Ross, J.D. and Carlson, T.N. 2002. Dual urban and rural hydrograph in three small watersheds. J. Water Resources Associstion, 38 (4). p_p 1027-1040.[۲]

The role of water rainbow components in precipitation extraction

Fatemeh rezayi[7], Abdolreza Bahremand[8], Vahed Berdi Shaikh[9], Mohammad Taghi Dasturani[10], Saiid Mohmmad Tajbakhsh[11]

*** Fatemeh rezayi(frezayi25@yahoo.com)**

Abstract

The land use change in a result of urban development in the catchment is usually the vegetation elimination and replacement with Imperceptible area, vegetation replacement and change of land cover with Imperceptible surfaces or hard surfaces Affects on the hydrological balance, that is, the water amount transmitted from through of hydrological cycle component.

With the expansion of cities, percentage of areas that are impenetrable or hardened and compressed increases, and decreases the available land for rainfall permeability, and direct surface runoff production increases and leads to increase in the frequency and severity of floods. And As well as urban development, reduces evapotranspiration and groundwater.Therefore, with the increase of imperviousness, the,water balance components of the water rainbow also are change. In this research, the components of green, white and gray water are studied .

Keywords

Rainfall , water rainbow, permeability percentage

[7]- PH.D Student Gorgan, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, IRAN. 09152025358

[8]Associate Professor, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, IRAN

[9]Associate Professor, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, IRAN

[10]Professor, Mashhad Ferdosi University, Khorasan Razavi Proviance, IRAN.

[11]Assistant Professor, Birjand University, Khorasan Gonobi Proviance, IRAN