Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

بررسی اثر توسعه‌ی شهری بر میزان رواناب (مطالعه‌ی موردی: شهر اردبیل)

اباذر اسمعلی عوری[۱]، ربابه کفیلی‌فرد[۲]

۱- دانشیار دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

abazar.esmali@gmail.com

چکیده

در این تحقیق پارامترهای مؤثر بر رواناب شامل متوسط شیب، مساحت، بارش سالانه، شدت بارندگی، نوع کاربری سطحی زمین، طول مسیر رواناب و زمان تمرکز زیرحوزه‌ها در سه مقطع زمانی ۱۳۴۹، ۱۳۶۷ و ۱۳۹۳ در نظر گرفته شده و مقادیر آن‌ها برآورد شدند. پس از برآورد مقادیر هر یک از عوامل مورد بررسی در هر یک از زیرحوزه‌ها، با معیار قرار دادن میزان تغییرات کاربری اراضی به عنوان مهمترین عامل کنترل کننده‌ی رواناب و توسعه‌ی شهری، میزان حداکثر دبی رواناب سطحی با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال با استفاده از روش‌های کارتر، استدلالی و دیکن بدست آمده و باهم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که افزایش سطوح نفوذناپذیر در اثر توسعه‌ی شهری باعث افزایش رواناب شهری می‌شود. سپس به ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی از طریق اقدامات متداول آبخیزداری پرداخته شد.

کلمات کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، رواناب، روش‌های تجربی

مقدمه

بررسی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی از گذشته‌های دور مطرح بوده که معمولاً به دو صورت ایجاد می‌گردد: نوع اول تغییراتی است که به وسیله‌ی عوامل طبیعی نظیر: فرسایش، نیروهای تکتونیکی و یا وقوع سیلاب حادث می‌گردد و نوع دوم تغییراتی است که به وسیله‌ی انسان بر روی زمین در اثر بهره‌برداری بی‌رویه و غیر استاندارد از منابع موجود تحمیل می‌شود. در اغلب موارد، عملکرد این فعالیت‌ها منجر به تخریب منابع طبیعی نظیر: از بین رفتن جنگل‌ها و کاهش سطح مراتع شده و در نتیجه محدوده‌های شهری همراه با مناطق صنعتی به زیان اراضی کشاورزی و منابع طبیعی گسترش پیدا می‌کنند (رسولی و همکاران، ۱۳۸۸).

نوع مصالح مورد استفاده در فضای شهری، شامل آسفالت سطح معابر و پشت‌بام‌ها، موزائیک پیاده‌روها و حیاط منازل و عایق ایزوگام در پشت‌بام‌ها همگی از نوع نفوذناپذیر بوده و بدین ترتیب با پوشیده شدن سطح دشت در هر نقطه، از میزان نفوذ آب کاسته شده و بر عکس بر میزان رواناب افزوده می‌گردد. امروزه تأثیر این پدیده بر همگان آشکار شده است و شهروندان به وضوح شاهد جاری شدن آب در سطح خیابان‌ها و معابر ولو با کوچک‌ترین میزان بارندگی هستند.

امروزه تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی امکاناتی را فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان در مقیاس‌های زمانی مورد نیاز، تغییرات کاربری اراضی را بازیابی و سرعت و وسعت آن‌ها را نیز مشخص نمود. در مقاله حاضر سعی برآن بوده است که پس از مشخص نمودن نحوه‌ی تغییرات کاربری اراضی در سه دوره‌ی زمانی، نقش تغییرات بر میزان رواناب تفسیر و تحلیل گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

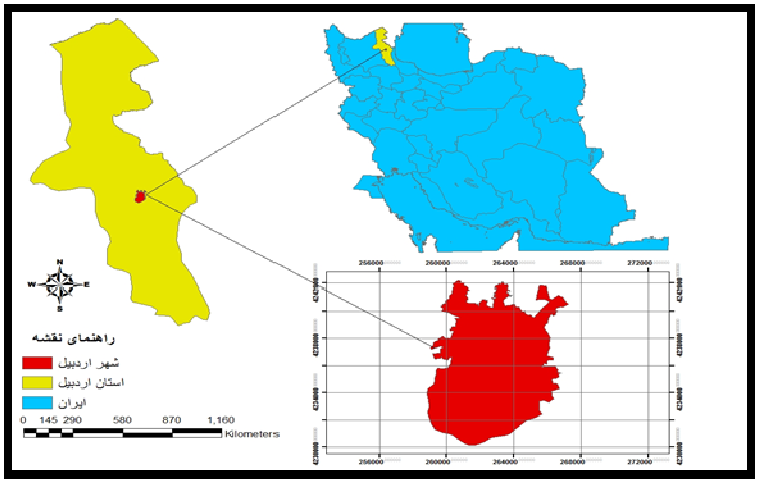
افشاری‌آزاد و پورکی (۱۳۹۱) با برآورد رواناب سطحی شهر رشت به این نتیجه رسیدند که تقسیم‌بندی شهر و زیرحوزه‌های بالادست به واحدهای هیدرولوژیکی کوچکتر و قابل مطالعه توسعه‌ی شهری، شهرسازی و تغییرات ناشی از کاربری‌اراضی در سطح شهر رشت و پوشش معابر و پشت‌بام منازل با مصالح نفوذناپذیر از یک‌طرف موجب افزایش رواناب ناشی از نزولات جوی به میزان چندین برابر شده همچنین باعث افزایش حجم رواناب شهری، افزایش دبی اوج و وقوع آن در زمان کوتاه‌تری گردیده و احتمال وقوع آب‌گرفتگی در مناطق پایین‌دست شهر را نیز افزایش داده است.

بنابراین در این تحقیق با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر بر رواناب شامل متوسط شیب، مساحت، بارش سالانه، شدت بارندگی، نوع کاربری سطحی زمین، طول مسیر رواناب و زمان تمرکز زیرحوزه‌ها در سه مقطع زمانی ۱۳۴۹، ۱۳۶۷ و ۱۳۹۳ اقدام به برآورد رواناب شده، سپس میزان اثرات توسعه‌ی شهری در تولید رواناب مشخص شدند.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه مربوط به شهر اردبیل در مرکز استان اردبیل در ناحیه‌ای بین عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱). این شهرستان، از شمال به شهرستان مشگین‌شهر، از شرق به شهرستان نمین، از جنوب به شهرستان‌های گیوی و کوثر، از غرب به شهرستان‌های نیر و سراب، محدود شده است.



شکل ۱- نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل

تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی شهری

امروزه یکی از مهم‌ترین مسائل زندگی شهری، نحوه‌ی استفاده از زمین است و نظارت و کنترل بر چگونگی تفکیک اراضی مؤثرترین وسیله اجرای ضوابط برنامه‌ریزی و منطقه‌بندی شهرها به مناطق مسکونی، صنعتی، تجاری، اداری و ضوابط مربوط به استفاده از اراضی شهری می‌باشد. ارزیابی چگونگی تقسیم و کاربری این اراضی شاید منعکس کننده‌ی تصویری گویا از منظر و سیمای شهری و هم‌چنین چگونگی تخصیص فضای شهری به کاربری‌های مختلف شهر در طی زمان و در جهت رسیدن به اهداف توسعه‌ی شهری می‌باشد. پس هدف اصلی شناخت وضع موجود کاربری‌های موجود شهر و ارتباط

www.SID.ir

Archive of SID

آن رواناب شهری و در عین حال ارایه‌ی راهکارهای رهگشا در ارتباط با مدیریت رواناب و کاربری اراضی شهری می‌باشد. در این پژوهش سعی بر آن شد که نقشه‌ی کاربری‌های شهری در سه مقطع زمانی ۱۳۴۹(عکس هوایی)، ۱۳۶۷ (تصویر ماهواره‌ای) و ۱۳۹۳ (تصویر Google earth) با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS10.1 تهیه گردد.

برآورد حداکثر دبی سیلاب با استفاده از روش کارتر

یکی از مسائل توسعه شهری، تغییر وضعیت رواناب سطحی می‌باشد به طوری که زمان تأخیر هیدروگراف و زمان پایه سیلاب کاهش یافته و در نتیجه با یک حجم مساوی سیل، دبی اوج سیلاب‌ها با توسعه شهری، بیشتر از حالت قبل از توسعه خواهد بود. علاوه‌بر آن، ضریب رواناب نیز افزایش می‌یابد. کارتر (۱۹۶۱) با بررسی روی آمار ۲۲ حوزه در آمریکا نتیجه گرفت که زمان تأخیر حوزه با طول آبراهه اصلی و شیب آن به صورت زیر تناسب دارد (مهدوی، ۱۳۸۸):

$$T_L \propto \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.61}$$

که در آن؛ L طول آبراهه اصلی به کیلومتر وS شیب آبراهه اصلی بر حسب متر بر متر است. ضریب تناسب برای حوزه‌های طبیعی برابر $۱/۲۰۳\times ۱۰^{-۲}$، برای حوزه‌های نیمه توسعه یافته برابر $۴/۸۱۲ \times ۱۰^{-۳}$ و برای حوزه‌های کاملاً توسعه یافته برابر با $۲/۱۲۵ \times ۱۰^{-۳}$ بدست آمده است. همچنین رابطه کارتر برای محاسبه دبی متوسط سیلاب سالانه (با دوره بازگشت ۲/۳۳ سال) به صورت زیر ارائه گردیده است (افشاری‌آزاد و پورکی، ۱۳۹۱):

$$Q_{2.33} = 2.8122K.A^{0.95}.I_L^{0.65}$$

که در آن؛ Q دبی سیلاب سالانه به مترمکعب بر ثانیه؛ A مساحت حوزه به کیلومتر مربع و T_L زمان تأخیر به ساعت است.

مقدار K از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$K = (1 + 0.015I)$$

که در آن: I درصد مناطق غیر قابل نفوذ می‌باشد.

برآورد حداکثر دبی سیلاب با استفاده از روش استدلالی

این روش برای تخمین حجم رواناب و یا شدت جریان سطحی که در طرح‌های جمع‌آوری سطحی درون شهری که در سطح وسیعی در دنیا به کار می‌رود روش استدلالی می‌باشد که برآورد حاصله از آن عملاً در سطح رضایت بخشی دقیق بوده است به همین دلیل برای تعیین دبی جهت طراحی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی در حوزه‌های شهری این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. رابطه استدلالی و یا رابطه Lloyd-Davis به صورت زیر بیان می‌گردد (افشاری‌آزاد و پورکی، ۱۳۹۱):

$$Q = \frac{1}{360} C.I.A$$

که در آن؛ Q دبی اوج سیل به متر مکعب بر ثانیه با دوره بازگشتی برابر با دوره بازگشت رگبار؛ C ضریب رواناب سطحی که بر حسب نوع کاربری و شیب تعیین می‌شود؛I شدت بارندگی معادل زمان تمرکز به میلی‌متر بر ساعت؛ A مساحت حوزه به هکتار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه زمان تمرکز (TC) با روش کرپیچ

محاسبه زمان تمرکز در حوزه‌ها بسیار با اهمیت است. زیرا انتخاب مدت باران طرح، از نظر تجزیه و تحلیل آماری داده‌های شدت- مدت به زمان تمرکز حوزه بستگی دارد. این روش برای حوزه‌های کوچک به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد (افشاری‌آزاد و پورکی، ۱۳۹۱):

$$T_C = 0.0195L^{0.77}S^{-0.385}$$

که در آن؛ T_C به دقیقه؛ L به متر؛ S شیب مسیر آب به متر بر متر می‌باشد.

برآورد حداکثر دبی سیلاب با استفاده از روش دیکن

در این روش، دبی حداکثر بارش با استفاده از مساحت حوزه و ضریب منطقه‌ای بدست می‌آید که می‌توان ضریب را از روی آمارهای موجود تعیین نمود. رابطه‌ی مذکور به صورت زیر نوشته می‌شود (اسمعلی و عبداللهی، ۱۳۹۰):

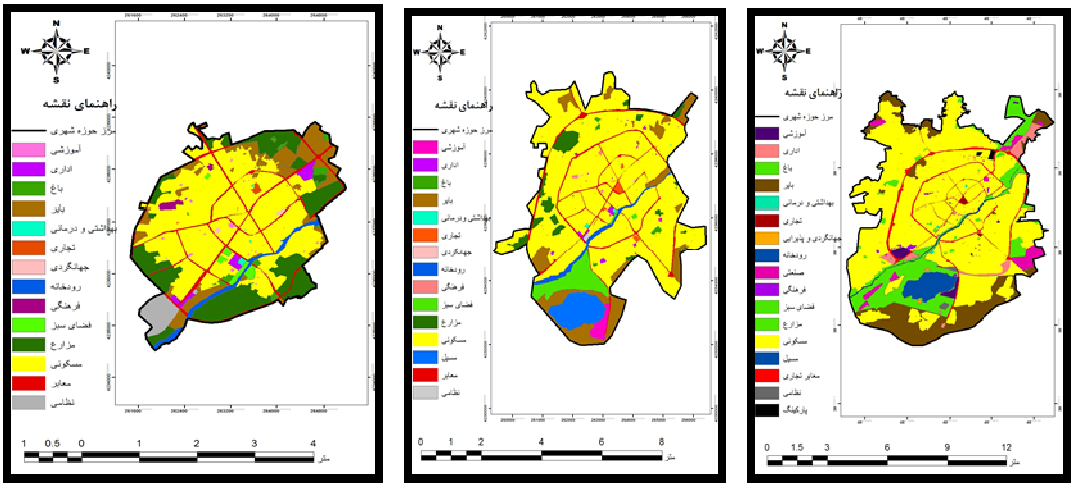
$$Q = C.A^{0.75}$$

که در آن؛ C ضریب حوزه (۰/۸)؛ Q دبی حداکثر بارش به مترمکعب بر ثانیه؛ A مساحت حوزه به کیلومتر مربع می‌باشد.

نتایج

با توجه به اینکه برای مطالعه حوزه آبخیز شهری لازم است که حوزه‌ی شهر به تعدادی زیر حوزه تقسیم گردند. بنابراین منطقه‌ی مورد مطالعه در سه مقطع زمانی به زیرحوزه‌های مناسب با زهکشی تقسیم‌بندی شدند.

با بررسی تصاویر و استخراج محدوده‌های مسکونی و ساخته شده در طی یک دوره‌ی ۵۴ ساله مشخص می‌گردد که وسعت مناطق ذکر شده از ۱۰۳۳/۲۴ هکتار به ۶۵۸۶/۳ هکتار افزایش یافته است که این معادل افزایش بیش از ۶ برابری سطوح شهری است. این در حالی است که در طی این مدت بسیاری از فضاهای خالی داخل شهر و زمین‌های رها شده نیز به تدریج در زیر ساخت و سازهای شهری قرار گرفته و علاوه‌بر آن معابر خاکی به معابر آسفالته تبدیل شده‌اند. در شکل ۲ نقشه‌ی کاربری‌های شهر اردبیل در سه دوره‌ی زمانی نشان داده شده است. جدول ۱ حداکثر سیلاب در هر یک از زیرحوزه‌ها را با روش کارتر برای سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد.



شکل ۵- نقشه‌ی کاربری‌های مختلف شهر اردبیل به ترتیب از راست در سال ۱۳۴۹، ۱۳۶۷ و ۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- دبی متوسط سیلاب با استفاده از روش کارتر برای زیرحوزه‌های شهر اردبیل در سال ۱۳۹۳

زیر حوزه ها	زمان تأخیر T_L (ساعت)	ضریب تناسب	ضریب K	دبی متوسط سیلاب $Q_{2.33}$ (مترمکعب بر ثانیه)
C1	۶/۵۷	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۱/۶۳	۷/۳۲
C2	۳/۷۶	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۲/۳۲	۸/۸۳
C3	۱/۱۲	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۲/۱۹	۵/۴۶
C4	۲/۶۰	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۱/۵۳	۶/۲۹
C5	۳/۶۰	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۲۵	۱۲/۹۳
C6	۱/۲۴	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۴۷	۱۱/۴۸
C7	۴/۹۲	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۴۹	۱۶/۰۸
C8	۵/۱۶	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۲/۳۶	۱۶/۲۵
C9	۱/۲۷	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۲/۲۴	۱۱/۲۶
C10	۱/۸۱	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۱/۴۲	۱۳/۷۱
C11	۳/۲۴	$۱/۲۰۳*۱۰^{-۲}$	۱/۳۴	۱۱/۲۲
C12	۳/۵۵	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۲۴	۸/۶۶
C13	۵/۸۲	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۴۱	۶/۶۲
C14	۴/۰۱	$۲/۱۲۵*۱۰^{-۳}$	۲/۱۱	۲۶/۷۰
C15	۳/۲۶	$۴/۸۱۲*۱۰^{-۳}$	۲/۱۳	۷/۸۸

جدول ۲- دبی حداکثر سیلاب (Q) با دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ سال برای زیرحوزه‌های شهر اردبیل با استفاده از روش استدلالی (بر حسب مترمکعب بر ثانیه) در سال ۱۳۹۳

حوزه زیر	دوره بازگشت (سال)					
	2	5	10	25	50	100
C1	۱۰/۵۰	۱۷/۷۱	۲۲/۹۴	۳۰/۴۴	۳۶/۷۳	۴۳/۷۷
C2	۶/۲۳	۱۰/۵۰	۱۳/۵۷	۱۷/۹۹	۲۱/۶۶	۲۵/۷۹
C3	۱/۱۲	۱/۸۹	۲/۴۴	۳/۲۶	۳/۹۲	۴/۶۹
C4	۲/۹۳	۴/۹۸	۶/۵۴	۸/۸۹	۱۰/۹۰	۱۳/۲۴
C5	۸/۴۱	۱۴/۱۸	۱۸/۳۳	۲۴/۳۸	۲۹/۳۵	۳۵/۰۵
C6	۲/۹۴	۴/۹۴	۶/۳۹	۸/۴۶	۱۰/۱۷	۱۲/۱۰
C7	۱۵/۸۲	۲۶/۶۴	۳۴/۳۷	۴۵/۵۱	۵۴/۶۵	۶۵/۰۱
C8	۱۶/۴۶	۲۷/۷۵	۳۵/۸۴	۴۷/۵۳	۵۷/۱۵	۶۵/۰۸
C9	۳/۲۲	۵/۴۵	۷/۰۴	۹/۳۶	۱۱/۲۸	۱۳/۴۷
C10	۶/۱۶	۱۰/۴۱	۱۳/۷۲	۱۸/۵۹	۲۲/۹۰	۲۷/۷۲
C11	۷/۶۴	۱۳/۰۳	۱۷/۱۳	۲۳/۴۹	۲۸/۹۱	۳۵/۳۴
C12	۵/۷۸	۹/۷۶	۱۲/۶۱	۱۶/۷۸	۲۰/۲۱	۲۴/۱۴
C13	۸/۷۲	۱۴/۷۰	۱۸/۹۷	۲۵/۱۵	۳۰/۲۳	۳۶
C14	۲۷/۴۲	۴۶/۲۲	۵۹/۹۲	۷۹/۵۱	۹۶/۰۵	۱۰۴/۴۴
C15	۳/۳۹	۵/۷۵	۷/۴۹	۱۰/۱۰	۱۲/۲۸	۱۴/۸۳

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد سیلاب به روش استدلالی با استفاده از خصوصیات سطحی حوزه و سایر پارامترهای حوزه‌ی آبخیز صورت می‌گیرد. تخمین حداکثر سیلاب در هر یک از زیرحوزه‌ها با توجه به مساحت زیرحوزه‌ها، ضریب رواناب و پارامتر بارندگی محاسبه می‌شود. جدول ۲ حداکثر سیلاب در هر یک از زیرحوزه‌ها را با توجه به دوره بازگشت‌های مورد نظر برای سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد.

حداکثر سیلاب در روش دیکن با استفاده از مساحت حوزه و ضریب منطقه‌ای محاسبه می‌شود. جدول ۳ حداکثر سیلاب برای سال ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد.

جدول ۳- دبی حداکثر سیلاب (Q) برای شهر اردبیل با استفاده از روش دیکن در سال ۱۳۹۳

ضریب حوزه	مساحت (کیلومترمربع)	دبی Q (مترمکعب بر ثانیه)
۰/۸	۶۵/۸۶	۱۸/۵۰

با توجه به جداول ۴ و ۵ مقادیر تغییرات کاربری اراضی و رواناب‌های متناسب با آن‌ها می‌توان گفت که با گسترش شهر و توسعه‌ی شهرنشینی تغییرات میزان کاربری‌های شهری اعم از مسکونی، آموزشی، اداری، تجاری، صنعتی، فرهنگی و غیره نسبت به سایر کاربری‌ها به رو به افزایش است و با افزایش سطوح نفوذناپذیر در سطح شهر میزان رواناب ناشی از بارش با استفاده از روش‌های تجربی نیز رو به افزایش می‌باشد.

جدول ۴- تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در دوره‌های زمانی مختلف (بر حسب هکتار)

دوره‌های زمانی	مقادیر کاربری اراضی کل حوزه		
	کاربری شهری	کاربری زراعی و باير	کاربری سطوح آبی
۱۳۴۹	۶۶۲/۶۲	۳۴۴/۸۴	۲۵/۷۷
۱۳۶۷	۲۶۱۴/۷۸	۵۱۰/۳۶	۲۰۳/۴۷
۱۳۹۳	۵۳۴۵/۰۲	۱۰۲۷/۲۷	۲۱۴/۰۱
۱۴۰۰	۶۷۵۶	۱۱۶۶۳	۳۳۶

جدول ۵- تغییرات رواناب شهر اردبیل در دوره‌های زمانی مختلف با تغییرات مقدار مساحت (بر حسب مترمکعب بر ثانیه)

دوره‌های زمانی	کل حوزه	Q_{max} (مترمکعب ب ثانیه)
۱۳۴۹	روش کارتر	۲۲/۲۶
	روش استدلالی (با دوره بازگشت ۱۰۰سال)	۳۴/۱۳
	روش دیکن	۴/۶۱
۱۳۶۷	روش کارتر	۵۸/۲۳
	روش استدلالی (با دوره بازگشت ۱۰۰سال)	۶۰/۸۲
	روش دیکن	۱۱/۰۹
۱۳۹۳	روش کارتر	۸۵/۹۲
	روش استدلالی (با دوره بازگشت ۱۰۰سال)	۱۶۲/۶۶
	روش دیکن	۱۸/۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه با نتایج به‌دست آمده از نقشه‌ی کاربری‌های اراضی و مقدار دبی اوج سیلاب در دوره‌های زمانی مختلف می‌توان بیان کرد که با گسترش کاربری‌های شهری از جمله مسکونی، تجاری، صنعتی، اداری و غیره نسبت به سایر کاربری‌ها میزان رواناب ناشی از بارش نسبت به حالت توسعه نیافته بیشتر شده است که این نتیجه با تحقیقات صورت گرفته توسط آرگیو (۱۹۸۶)، شولر (۱۹۸۷)، تانگ و همکاران (۲۰۰۵) و فرجزاده و مهنام (۱۳۸۷) هم‌سو است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده ، می‌توان بیان کرد که برآورد رواناب ناشی از بارش با روش‌های کارتر، دیکن و استدلالی صورت گرفت و میزان دبی اوج سیلابی با گذشت زمان و گسترش سطوح نفوذناپذیر افزایش یافته است. با این لحاظ که در روش استدلالی عناصر مهمی از جمله: مساحت، ضریب رواناب، زمان تمرکز، شدت بارندگی که در برآورد رواناب سطحی تأثیر بیشتری دارند، مدنظر قرار می‌گیرد از بقیه‌ی روش‌ها دقیق‌تر است که این نتیجه با تحقیقات صورت گرفته توسط عباسی و همکاران (۱۳۹۰) و افشاری‌آزاد و پورکی (۱۳۹۱) سازگار است.

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش عبارتند از:

۱- با تحلیل عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی حوزه‌ی آبخیز می‌توان میزان رواناب تولیدی هر یک از زیرحوزه‌های شهر اردبیل را برآورد نمود.

۲- تلفیق توأم پارامترهای مربوط به عناصر و عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی نتایج قابل قبول‌تری را برای تعیین میزان رواناب ارائه می‌دهد.

۳- در بین پارامترهای به کار گرفته شده برخی از عناصر و عوامل اقلیمی (نظیر شدت بارندگی) نقش بیشتری را در ایجاد رواناب دارند.

۴- با توجه به وضعیت سطوح شهری می‌توان گفت که میزان توسعه‌ی شهری تأثیر کاملاً مستقیمی بر میزان رواناب تولیدی در نقاط مختلف شهر دارد و با افزایش سطوح نفوذناپذیر میزان رواناب تولیدی در هر یک از زیرحوزه‌ها افزایش می‌یابد.

۵- با به کار بردن فاکتورهای مدیریتی در سطح شهر می‌توان میزان سیلاب را در مواقع بحرانی به حداقل رساند. البته باید توجه داشت که هر یک از روش‌های مدیریتی را با توجه به استعداد منطقه مورد استفاده قرار داد.

۶- حذف مانداب‌ها از طریق اقدامات متداول آبخیزداری مانند تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی از طریق چاه‌ها امکان‌پذیر می‌شود.

منابع

اسمعلی، ا. و عبداللهی، خ.، (۱۳۹۰)، آبخیزداری و حفاظت خاک، اردبیل، انتشارات محقق اردبیلی،، ۴۹۸ ص.

افشاری‌آزاد، م.ر. و پورکی، هـ.، (۱۳۹۱)، برآورد رواناب سطحی شهر رشت (مطالعه‌ی موردی خیابان شهید قلی‌پور تا فلکه‌ی یخسازی). فصل‌نامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره‌ی ۳۷، سال دوازدهم. صفحات ۱۲۱-۱۳۰.

رسولی، ع.ا.، زرین‌بال، م. و شفیعی، م.، (۱۳۸۸)، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با هدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تأثیرات محیط‌زیستی، پژوهش‌های آبخیزداری، ، شماره‌ی ۸۲، صفحات ۲-۱۱.

عباسی، ع.ا.، طباطبایی‌یزدی، ج. و غفوریان، ر.، (۱۳۹۰)، بررسی رابطه‌ی بارش و آستانه ایجاد رواناب در سطوح آبگیر شهری، هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷-۸ اردیبهشت.

www.SID.ir

Archive of SID

فرجزاده، م. و فلاح، م.، (۱۳۸۷)، ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر رژیم سیلابی رودخانه‌ی تجن با استفاده از تکنیک سنجش از دور، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۴، صفحات ۸۹-۱۰۴.

مهدوی، م.، (۱۳۸۸)، هیدرولوژی کاربردی، جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۷ ص.

Argue, J.R., (1986), Storm drinage design in small catchment, A handbook for Austria Practice, Special report NO, 34, Australian road research board.

Schueler, T.R., (1987), Controling urban runoff: A practical manual for planning and designing urban BMPs.Publication NO, 87703, Metropolition washington council of governments.

Tang, Z., Engel, B.A., Pijanowski, B.C. and Lim, K.J., (2005), Forecasting land use change and its environmental impact at watershed scale. Journal Environmental Management 76: 35-45.

www.SID.ir