نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
صفحات ۹۶ تا ۱۱۰

تأثیر توسعه شهری بر وضعیت هیدرولوژی حوضه آبریز
مطالعه موردی: حوضه تجریش(شمال تهران)

سیدموسی حسینی[1]، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
سمانه ریاهی، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
عبدالکریم ویسی، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۶/۰۹/۱۵ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۰۲/۰۵

چکیده

در طول نیم قرن گذشته، وضعیت هیدرولوژیکی رودخانه‌ی دربند به دلیل افزایش جمعیت و توسعه‌ی شهری تهران، تحت تأثیر قرار گرفته است. در این پژوهش با استفاده از عکس‌های هوایی سالهای ۱۳۴۵ ، ۱۳۵۸ و تصاویر ETM^+ و IKONOS سال۱۳۹۰، میزان تغییرات پوشش و کاربری اراضی در دو حوضه آبریز بالادست ایستگاه هیدرومتری پس قلعه (به عنوان حوضه مرجع) و بالادست ایستگاه تجریش برای سه دوره‌ی زمانی شناسایی شده و با به کارگیری نقشه‌های مذکور، با روش SCS-CN به تخمین کمی تغییرات نگهداشت سطحی آب و حجم رواناب اقدام و از آماره‌ی من‌کندال به عنوان روشی برای بررسی روند داده‌های داده-های کمی و کیفی آب رودخانه استفاده شده است. در طول این سه دوره شماره‌ی منحنی و ضریب رواناب بالادست ایستگاه تجریش از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته و ضریب نگهداشت سطحی و تلفات اولیه در مقایسه با حوضه مرجع کاهش یافته است. این تغییرات منجر به برهم‌خوردن رابطه بین بارش-شماره منحنی (CN-P) و بارش-تلفات اولیه (λ-P) و افزایش غلظت پارامترهای شیمایی آب در حوضه تجریش شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک مرسوم به منظور مدلسازی و پیش‌بینی وضعیت هیدرولوژیک حوضه‌هایی که دستخوش تغییرات شدید کاربری و توسعه شهری می‌باشند، می‌تواند همراه با خطاهای زیادی باشد.

واژه های کلیدی: رودخانه‌ی دربند، پوشش و کاربری زمین، نمودار پایپر، SCS-CN.

[1]. نویسنده مسئول
Email:smhosseini@ut.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

مقدمه

در سراسر تاریخ بشر، جوامع و روخانه‌ها ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته‌اند به طوری که ظهور تمدن بشری از حاشیه رودخانه‌ها شروع شد(Stevaux et al,۲۰۰۹). وضعیت کمی و کیفی جریان آب در رودخانه‌ها در برابر تغییرات کاربری زمین بسیار آسیب‌پذیر هستند(Kang et al, ۲۰۱۰). آرایش طبیعی فرایندهای انتقال و رسوب از حوضه‌های کوهستانی نیمه‌خشک به سمت پایین‌دست، متاثر از دخالت‌های انسانی است. حوضه‌های طبیعی و شهری به دلیل توسعه شهرنشینی در معرض تغییرات سریع کاربری اراضی می‌باشد (Furusho et al,۲۰۱۳). ازاین رو اهمیت کاربری اراضی به عنوان یک متغیر محیطی باعث شده است تا تغییرات آن به عنوان یک موضوع مهم در تغییرات محیطی و توسعه پایدار مطرح شود(Verburg et al,۲۰۰۹). کمیت و کیفیت آب، یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به شمار می‌روند. توسعه‌ی شهرنشینی و صنعتی شدن شهرها و جوامع تأثیرات نامطلوبی بر عملکرد حوضه‌های آبخیز می‌گذارد و باعث افزایش و شدت رواناب و آلودگی، کاهش جریان پایه و کاهش تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود. از این رو مسئولان شهری را بر آن می‌دارد که به اثرات مخرب محیطی این روند شهرنشینی و افزایش ساخت و سازها بیشتر توجه نمایند. در این راستا توجه به اثر نوع پوشش و کاربری اراضی بر رواناب شهری و تغییرات هیدروشیمیایی آب حائز اهمیت می‌باشد. تغییرات انسانی ناشی از تغییرات کاربری اراضی در رودخانه‌های کوچک تاثیرات بیشتری دارد(Fyodorova ,۲۰۰۲). نتایج این تأثیرات در حوضه‌های تحت تاثیر شهرسازی، تخریب خطوط تقسیم آب، قطع‌کردن مسیل‌های زهکشی طبیعی و افزایش سطوح نفوذناپذیر و تغییر در پارامترهای شیمیایی آب می‌باشد (Shi et al,۲۰۰۷). با توسعه اراضی شهری، سطوح زمین غیرقابل نفوذ به سرعت گسترش یافته، ظرفیت نگهداشت بارش کم و ضریب رواناب افزایش می‌یابد. ناحیه شهری شده در شرایط بارش‌های با شدت بالا، مستعد خطر سیلاب بیشتری می‌شود(Chen et al, ۲۰۰۷). شناخت روابط بین کاربری زمین و تاثیرات آن بر کمیت و کیفیت آب برای شناسایی تهدیدات اولیه آب‌های سطحی مفید است چرا که می‌تواند به کاهش مخاطرات در این مناطق کمک کند(Abler et al،۲۰۰۲). مطالعات مختلف در سطح جهانی و داخلی نشان داده است که تغییرات کاربری اراضی اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی آب رودخانه‌ها دارد که دارای مکانیسم پیچیده‌ای هستند(Amiri and Nakane ,۲۰۰۹). به طور کلی جنگل‌زدایی، فعالیت‌های کشاورزی و شهرسازی باعث تغییرات ویژگی‌های سطح زمین(White et al,۲۰۰۶) و حجم رواناب(Strayer et al,۲۰۰۳)، دمای آب (Li et al ۲۰۰۲)، ایجاد آلودگی (Li et al,۲۰۰۹) ، افزایش تولیدات جلبکی (Allan,۲۰۰۴) و کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب می‌شود (Vega et al,۱۹۹۸). در همین راستا عبدالستار و همکاران(Abdel-Satar et al,۲۰۱۷) نشان دادند که کیفیت آب رودخانه‌ی نیل به مواد غیرارگانیک و فلزهای سنگین در مکان‌هایی که متأثر از بار متمرکز شهری، کشاورزی و صنعتی است، مرتبط است که کاهش جدی کیفیت آب در مقایسه با مکان‌های دیگر را نشان می‌دهد.زیمرمن و همکاران(۲۰۱۶, Zimmermann) در پژوهش خود در گام اول به بررسی تأثیر زیرساخت‌های فضای سبز شهر رزاریو[۱] آرژانتین بر ضریب رواناب پرداخته‌اند و در گام بعدی راهی برای ارتباط شاخص با خطر سیل پیشنهاد نمودند. نتایج ایشان نشان داد که افزایش نفوذناپذیری خطر سیل را از ۱/۹ تا ۴ برابر افزایش می‌دهد و توسعه‌ی زیرساخت‌های فضای سبز، سیاست قوی برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و شهری است بیرهانا و همکاران(Birhanua et al,۲۰۱۶) عامل سیل‌خیزی از سال ۱۹۸۸ به بعد در شهر آدیس آبابا را عامل اقلیم و شهرنشینی دانسته است و یافته‌های مدل SWAT نشان داد که افزایش

[۱].Rosario

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

جریان پیک ۱۰ و ۲۵ درصد به ترتیب ناشی از عامل اقلیم و شهرنشینی می‌باشد. کوستا و همکاران (Costa et al,۲۰۱۶) به بررسی رودخانه‌ی سیوونگ در شهر جاکاراتا اندونزی پرداخته‌اند که رودخانه‌ی مذکور بسیار سیل‌خیز و آلوده است و دولت با احداث سد باعث کاهش میانگین رواناب و افزایش میزان آلودگی آب سطحی و آبخوان شده است. ژو و لی(۲۰۱۴, Zhu & Li) با بررسی تأثیر بلند مدت تغییر پوشش و کاربری زمین از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۰ به این نتیجه رسیدند که افزایش جریان سطحی به توسعه‌ی شهری بسیار مرتبط است و هیچ افزایش روانابی در بالادست حوضه به دلیل وجود پارک ملی وجود ندارد. در حالی‌که افزایش ۱۰ درصدی رواناب در پایین دست حوضه به خصوص نزدیک به شهر رخ داده است. ژو و همکاران(Zhou , et al,۲۰۱۳) با بررسی هیدرولوژیکی دلتای رود یانگتس[1] دریافته‌اند که قابل توجه‌ترین تأثیر شهرسازی در رواناب سطحی، دبی پیک، سطح سیلاب می‌باشد. یا و همکاران (Yaa et al,۲۰۱۲) به بررسی تأثیر شهرنشینی بر شبکه‌ی رودخانه و فرایندهای هیدرولوژیکی حوضه‌ی رودخانه‌ی کینهو[2] با استفاده از تکنولوژی GIS و آنالیز تغییرات کاربری با استفاده از تصاویر RS و نقشه‌های توپوگرافی پرداخته‌اند و نتایج بررسی نشان داده است که در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۶، نفوذناپذیری ارتباط لگارتیمی و با ضریب همبستگی ۹۹ درصدی با رواناب دارد. هی و همکاران(۲۰۱۱, He et al) با استفاده از تصاویر SPOT از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ تغییرات الگوی چشم‌انداز را که ناشی از عوامل انسانی و طبیعی در بالادست رودخانه‌ی زرد بوده‌است را مشخص نمودند که این تغییرات موجب کاهش مساحت رودخانه‌ی زرد و تالاب شده است که به دلیل کاهش آب بالادست بوده است و نویسندگان بر این باور هستند که تأثیر شهرسازی در این تالاب به مراتب بیشتر از عامل طبیعی است. سلگی و شیخ‌زاده(۱۳۹۵) در مطالعه کیفیت آب رودخانه ارس با استفاده از متغیرهای فیزیکی شیمیایی به این نتیجه رسیده‌اند که نیترات، نیتریت و هدایت الکتریکی بیشتر از استاندارد WHO و سایر متغیرها (سدیم، پتاسیم، کلسیم) دارای مقایری کمتر یا در دامنه این استاندارد بودند. به نظر می‌رسد ورود رواناب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری عامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه ارس هستند. صمدی(۱۳۹۴) بر اساس نتایج بدست آمده ، کاربری اراضی، فعالیتهای صنعتی و کشاورزی بیشترین تأثیر آلودگی نیترات را بر آبهای زیرزمینی کاشان را ایجاد کرده و با توجه به مستعد بودن آبخوان برای احداث واحدهای صنعتی جدید، باید در مکان‌یابی اینگونه صنایع دقت شود و سعی گردد در مناطقی با آسیب‌پذیری کمتر، توسعه و تخصیص داده شوند. میرزایی و همکاران(۱۳۹۵) در نتایج بدست آمده از این مقاله به این نتیجه رسیده‌اند که احداث شهرک‌ها و جنگل‌کاری به ترتیب می‌تواند باعث کاهش و افزایش کیفیت آب خروجی از حوضه موردنظر (واقع در استان مازندران) شود. با فرض عدم تأثیر سایر عوامل، در صورتی که مناطق مسکونی یکپارچه نباشد و در قطعات کوچک توزیع شود، تراکم حاشیه بیشتر خواهد شد که منجر به کاهش اسیدیته رودخانه‌های استان مازندران شده است در حالی‌که در صورت مساوی بودن مساحت جنگل در دو سیما، جنگل‌های یکپارچه و وسیع توانایی بیشتری در تعدیل PH دارد. مردیان و همکاران(۱۳۹۲) روند منفی آبدهی و رسوبدهی در خروجی حوضه‌ی رودخانه‌ی تیره در طی دوره‌ی ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۲ علی‌رغم روند صعودی بارش سالانه و عدم احداث سازه‌های مهندسی از جمله سد را ناشی از عوامل درون حوضه‌ای و مدیریتی همانند افزایش سطح زیر کشت متناسب با تغییرات کاربری اراضی، افزایش جذب و ربایش آب در ارتباط با سفره‌های آبهای زیر زمینی و تغذیه آبخوان و عملیات بیو-مکانیک حفاظت آب و خاک در دامنه‌ها می‌داند. جعفربیگلو و همکاران(۱۳۹۳) با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، میزان تغییرات پوشش و کاربری اراضی حوضه‌ی رودخانه‌ی دربند را مشخص

[1]. Yangtez
[2]. Kinho

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

کرده‌اند و افزایش دبی ایستگاه مقصودبیک را ناشی از تغییرات پوشش و کاربری زمین در منطقه دانسته‌اند. دنوهو و همکاران(Donohue et al,۲۰۰۶) که زمین‌های شهری، بایر و مرتعی ازفاکتورهای مهم تاثیرگذار بر ویژگی‌های کیفی آب رودخانه آیریش[۱] می‌دانند. لی و همکاران(Lee et al,۲۰۰۹)دریافتند که کاربری شهری نسبت به کشاورزی اهمیت بیشتری در جهت کاهش کیفیت آب در کره‌جنوبی دارد. فیشر و همکاران(Fisher et al,۲۰۰۰) بیان کردند که اثرات کشاورزی به منظور کاهش آلودگی غیرنقطه‌ای منابع آب سطحی در حوضه جورجیای آمریکا باید در مدیریت منابع طبیعی در اولویت قرار گیرد. علی‌رغم مطالعات بسیاری که ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و ویژگی‌های کمی و کیفی آب صورت گرفته است اما ارتباط سیستماتیک این تغییرات بر وضعیت هیدرولوژی حوضه آبریز به طور کامل درک نشده است(Huang et al,۲۰۱۳). برای مثال؛ با توجه به تاثیر کاربری کشاورزی و شهری در ویژگی‌های کمی و کیفی آب در مقیاس حوضه‌ای، میزان اهمیت آن‌ها تاکنون نامشخص باقی مانده است.

شهر تهران به عنوان بزرگترین کلان‌شهر ایران به دلایل افزایش جمعیت و پیامدهای آن، با روند رو به رشدی از تغییر پوشش و کاربری اراضی روبه‌رو می‌باشد. در این تحقیق تأثیر توسعه شهری بر وضعیت هیدرولوژی حوضه‌ی تجریش (رودخانه دربند) واقع در شمال شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته است. این رودخانه نقش کلیدی در تخلیه رواناب سطحی حوضه بالادست و بویژه حوضه شهری مرتبط ایفا می‌کند. جمعیت تهران پس از اصلاحات ارضی و انقلاب اسلامی به مرور افزایش یافته است و به دلیل وجود منابع طبیعی و فرهنگی و تاریخی، جمعیت به‌ویژه اقشار مرفه و تحصیل‌کرده گرایش بیشتری به اسکان در این منطقه داشته‌اند که رشد سالانه جمعیت آن بیش از متوسط رشد جمعیت تهران می‌باشد (مهندسین مشاور بافت شهر،۱۳۸۴). طی دوره ۴۷ ساله به دلیل افزایش جمعیت، تغییرات عمده‌ای در پوشش و کاربری اراضی منطقه رخ داده است که به صورت افزایش ساخت و ساز نمود پیدا کرده است. به نظر می‌رسد که رودخانه دربند به دلیل نیاز انسان به فضای زیست در معرض آسیب و تجاوز به حریم می‌باشد و تغییر پوشش و کاربری‌های ایجاد شده باعث شده است که محدوده مورد بررسی با کاهش سطح نفوذپذیر، افزایش ضریب رواناب (معضل تغییر در رژیم آبدهی) و تغییر در پارامترهای کیفی آب روبه رو شود. از این رو به منظور مدیریت محیطی و ارائه راهکارهای مناسب در جهت کاهش اثرات نامطلوب تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب منطقه مورد مطالعه، بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی این رودخانه در نتیجه تغییرات کاربری اراضی لازم می‌باشد که هدف اصلی از انجام این تحقیق را نیز تشکیل می‌دهد.

داده ها و روش کار

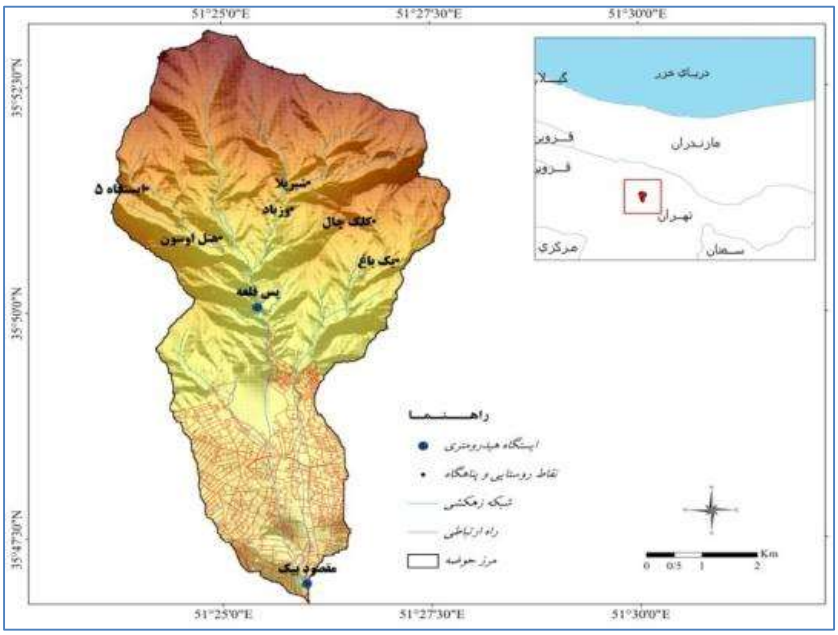
حوضه رودخانه‌ی دربند شامل دو رودخانه دربند و گلابدره می‌باشد که از رودخانه‌های بزرگ حوضه آبریز تهران- کرج به حساب می‌آید . این رودخانه از کوه‌های توچال واقع درشمال شهر تهران سرچشمه گرفته است. حوضه مورد مطالعه در محدوده طول جغرافیایی ´۲۴°۵۱ الی ´۲۸°۵۱ و عرض جغرافیایی ´۴۷°۳۵ الی ´۵۳°۳۵ واقع شده است. طول دره دربند در محدوده مورد مطالعه ۴۷۲۳متر و عرض متوسط آن ۷ متر است حوضه رودخانه دربند درمحدوده مورد مطالعه دارای مساحت ۳۹/۸۸ کیلومتر مربع می‌باشد(شکل ۱). این محدوده شامل دو بخش می‌گردد که بخش شمالی آن کوهستانی و مرتفع و بخش دیگر آن دشتی کم‌شیب می‌باشد که جزء منطقه‌ی یک تهران می‌باشد و از نظر کاربری زمین دستخوش تغییرات عمده‌ای شده است. در این تحقیق به منظور بررسی دقیق‌تر اثر تغییرات کاربری زمین بر وضعیت هیدرولوژی منطقه، ایستگاه هیدرومتری مقصودبیک به عنوان ایستگاه خروجی و ایستگاه هیدرومتری پس قلعه

[۱].Irish

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

که یک حوضه طبیعی محسوب شده و تغییر کاربری آن بسیار ناچیز است، به عنوان حوضه مرجع انتخاب گردید. لذا هر گونه انحراف در وضعیت هیدرولوژی این دو منطقه به تغییر کاربری پایین دست این ایستگاه منسوب است.



شکل۱) نقشه‌ی موقعیت منطقه و ایستگاههای مورد استفاده

در این پژوهش، از داده‌های دبی روزانه و سالانه ایستگاه‌های پل تجریش (مقصودبیک) و پس قلعه، دبی اوج لحظه‌ای دو ایستگاه (طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۱)، داده‌های بارش روزانه و سالانه ایستگاه شمال تهران، در بازه‌ی زمانی مذکور، وقایع ثبت شده بارش و رواناب در دو حوضه و عکس‌های هوایی ۱۳۴۵ و ۱۳۵۸ و تصاویر ETM^+ و IKONOS ۹۰ استفاده شده است.

به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره ای ETM^+ با ضریب تفکیک مکانی ۳۰ متری استفاده شده است. در این راستا ابتدا با استفاده از نقاط کنترل زمینی و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، عکس‌های هوایی زمین‌مرجع و سپس موزائیک شده و سپس با همپوشانی آن‌ها با تصاویر ماهواره‌ای، زمین مرجع شدند و اصلاحات ژئومتریک صورت گرفت. سپس نقشه‌ی کاربری و پوشش زمین برای محدوده‌ی زمانی ۱۳۴۵، ۱۳۵۸ و ۱۳۹۳ تهیه گردید. برای تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش و کاربری زمین، ابتدا بر اساس داده‌های سنجنده‌های ETM^+ طبقه‌بندی نظارت شده[۱] در Envi ۵,۵ به روش بیشترین شباهت[۲] انجام گرفت که پس از آن نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده از نمونه‌برداری زمینی، بیانگر آن بود که کلیه‌ی طبقات محدوده‌های خارج از شهر به اضافه‌ی محدوده‌های فضای سبز شهری دارای دقت ۱۰۰ درصد بوده ولی در مورد سایر طبقات داخل محدوه‌ی شهری به علت تنوع سطوح و ترکیبی بودن طبقات انتخاب شده در این تحقیق از دقت کافی برخوردار نبوده به همین‌جهت در طبقه‌بندی انواع کاربری محدوده‌ی شهری به صورت توأمان از روش‌های کامپیوتری و تصاویر دیداری استفاده شده است و نهایتاً نقشه‌ی کاربری تهیه گردید که با نمونه‌برداری‌های زمینی و با دقت ۹۷ درصد تأئید گردید. بررسی روند داده‌های دبی اوج لحظه‌ای، کمیت و کیفیت آب از طریق آماره‌ی

۱.Supervised Classification
۲. Maximum Likelihood

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

من-کندال صورت گرفته است و پس از آن با استفاده از نمودار Piper در نرم افزار aqQA، تیپ آب مشخص شد و در پایان تحلیل فراوانی دبی‌های اوج با روش ویبول انجام شده است.

- **تخمین پارامترهای روش SCS-CN**

روش شماره منحنی رواناب (SCS-CN) به وسیله‌ی سازمان حفاظت از منابع طبیعی آمریکا (NRCS) پیشنهاد شده است و از ویژگی‌های بارز آن می‌توان به سادگی، قابلیت پیش‌بینی در آینده، ثبات و مدلسازی ویژگی‌های رواناب حوضه‌ی آبریز و ممسک بودن آن به دلیل وابستگی به دو پارامتر شماره منحنی (CN) و تلفات اولیه (λ) اشاره نمود (NRCS،۱۹۹۷). این روش برآورد رطوبت مناسب برای بسیاری از حوضه‌های کشاورزی و شهری با ابعاد و اقلیم‌های مختلف را تولید می‌کند(Hawkins et al,۲۰۰۹; Wang et al,۲۰۰۹; Yuan et al,۲۰۱٤)در این تحقیق به منظور تخمین پارامترهای این روش که شامل شماره منحنی (CN) و نسبت تلفات اولیه (λ) می باشد از روش واسنجی مدل بر اساس داده های مشاهداتی استفاده شد. نسبت تلفات اولیه بارش معمولاً برابر ۲۰٪ نگهداشت سطحی حوضه درنظر گرفته می‌شود که تنها برای سی حوضه آبریز در آمریکا که روش بر اساس آنها توسعه داده شده است، تقریب مناسبی است و اعمال آنها در سایر مناطق با خطای زیادی همراه است(Soulisv & Valiantzas, ۲۰۱۲). بر این اساس برای تخمین مقدار مناسب این دو پارامتر، تمامی وقایع بارش-رواناب ثبت شده در دو حوضه آبریز پس قلعه و مقصودبیک یکبار بر اساس سال وقوع و یکبار دیگر بر اساس عمق بارش دسته‌بندی شدند. سپس به کمک روش برازشی حداقل مربعات مقید[۱]، پارامترهای CN و λ برای هر دسته از داده های عمق بارش-ارتفاع رواناب (R-P) با حداقل نمودن مقادیر SSR_i واسنجی شدند(Hosseini et al,۲۰۱۶):

$$SSR_i = [(R_i)_{obs} - (R_i)_{est}]^۲ = \left((R_i)_{obs} - \frac{(P_i - \lambda_i \times S_i)^۲}{P_i + (۱ - \lambda_i) \times S_i}\right)^۲ \qquad (۱)$$

(بر SCS-CN به ترتیب مقادیر عمق رواناب مشاهداتی و تخمین توسط روش $(R_i)_{est}$ و $(R_i)_{obs}$که در آن نیز نگهداشت سطحی حوضه برای واقعه موردنظر (بر حسب میلی‌متر) می‌باشد: S_iحسب میلی‌متر) و

$$S_i = \frac{۲۵۴۰۰}{CN_i} - ۲۵۴ \qquad (۲)$$

محدودیت مسئله برنامه‌ریزی فوق شامل $۳۰ < CN < ۹۸$ و $۰ < \lambda < ۱$ برای هر دسته از داده‌های مرتب شده می‌باشد.

شرح و تفسیر نتایج

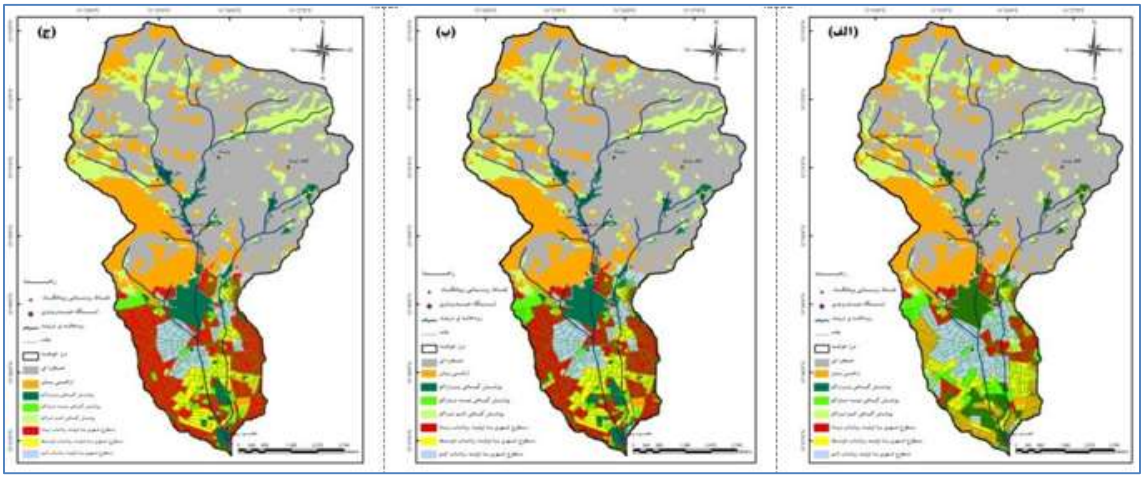
- **ارزیابی تغییرات پوشش و کاربری اراضی**

تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی رودخانه‌ی دربند در سالهای ۱۳۴۵، ۱۳۵۸، ۱۳۹۰ به شرح زیر می‌باشد که در جدول ۱ و در شکل ۲ آورده شده است. بر اساس جدول۱، در طول سه دوره مساحت طبقه‌ی سطوح شهری با تولید رواناب‌کم (مانند منازل و مجتمع‌های ویلایی) همانند پوشش‌گیاهی کم‌تراکم و نیمه‌متراکم و پرتراکم و اراضی‌بایر روند نزولی داشته است ولی مساحت سطوح شهری با تولید رواناب متوسط در سال ۱۳۵۸ در مقایسه با سال ۱۳۴۵ افزایش یافته‌است اما در سال ۱۳۹۰ میزان آن کاهش یافته است که نشان‌دهنده‌ی آن است که مناطقی با سطوح رواناب متوسط تبدیل به سطوح دارای رواناب زیاد شده که علت آن تبدیل ساختمان‌های ویلایی گذشته به آپارتمان‌ها، سطوح شیروانی و بزرگراهها

۱. Constrained Least Square Fitting Method

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

در دوره‌ی جدید بوده‌اند و نیز میزان مساحت اراضی بایر در سال ۱۳۴۵ در مقایسه با ۱۳۵۸ و ۱۳۹۰ بیشتر بوده است و در دو دهه‌ی اخیر کاربری آن به بخش ساخت و ساز شهری تبدیل شده‌است. می‌توان عنوان کرد که میزان کاربری شهری افزایش یافته‌است و با توجه به یافته‌های حاصل از تغییر کاربری اراضی میزان اراضی بایر در سال ۱۳۴۵ بیشتر بوده است. پوشش گیاهی به مرور زمان کاهش یافته است، سطوح شهری با تولید رواناب زیاد در سال ۱۳۹۰ با مساحت ۵/۰۲ کیلومترمربع تفاوت چشم‌گیری در مقایسه با سال ۱۳۴۵ ایجاد شده است که دارای مساحت ۱/۷۸ کیلومترمربع بوده است(جدول ۱).



شکل۲)نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی حوضه تجریش در سال‌های ۱۳۴۵(الف) ۱۳۵۸(ب) و ۱۳۹۰(ج)

جدول۱) مقایسه‌ی میزان و درصد تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز تجریش در سالهای ۱۳۴۵، ۱۳۵۸، ۱۳۹۰

کاربری‌های اراضی	سال ۱۳۴۵	سال ۱۳۵۸	سال ۱۳۹۰
	مساحت Km^2	مساحت Km^2	مساحت Km^2
اراضی بایر	۷/۷۷	۶/۶۵	۶/۶۱
سطوح صخره‌ای	۱۵/۹۹	۱۵/۹۹	۱۵/۹۹
پوشش گیاهی متراکم	۲/۴۷	۱/۹۹	۱/۸۷
پوشش گیاهی نیمه‌متراکم	۰/۸۹	۰/۵۳	۰/۳۹
پوشش گیاهی کم‌تراکم	۶/۴۹	۶/۴۴	۶/۴۵
سطوح شهری با تولید رواناب زیاد	۱/۷۸	۴/۶۰	۵/۰۲
سطوح شهری با تولید رواناب متوسط	۱/۴۵	۱/۷۹	۱/۷۶
سطوح شهری با تولید رواناب کم	۳/۰۵	۱/۹۱	۱/۷۹
میانگین وزنی CN	۶۷/۴۴	۷۰/۳۱	۷۰/۸۰
ضریب نگهداشت سطحی	۱۲۲/۶۶	۱۰۷/۲۶	۱۰۴/۷
بارش سالیانه به میلی متر	۳۴۴/۳۵	۵۰۰/۶۹	۳۱۲/۵
ارتفاع رواناب با روشSCS(میلیمتر)	**۲۳۱/۱۶**	**۳۹۱/۶۰**	**۲۱۴/۴**

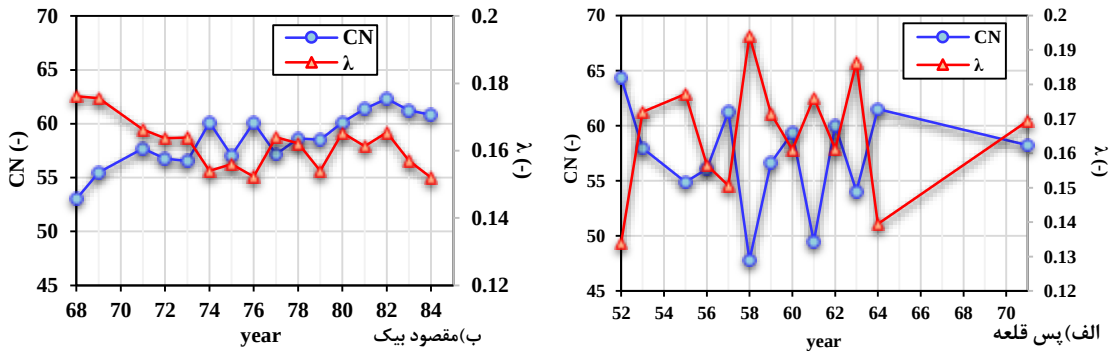
- **تغییرات پارامترهای روش SCS-CN**

الف) روند زمانی تغییرات پارامترها

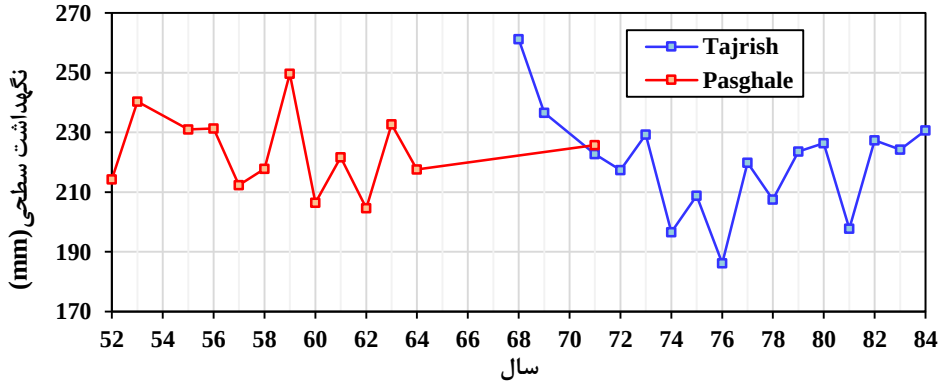
فعالیت‌های انسانی و تغییرات کاربری اراضی در منطقه شمال تجریش، چرخه هیدرولوژی و تولید رواناب را طی سال‌های ۱۳۴۵تا ۱۳۹۰ به‌شدت متأثر ساخته است. به‌طوری که روند کاهشی ضریب رواناب و نسبت تلفات اولیه (λ) و نگهداشت سطحی (S) در ایستگاه مقصودبیک که در بخش پائین‌دست حوضه مشهود است. مقدار ضریب رواناب در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

سال ۱۳۴۵ به ۷۰/۳۱ و ۷۰/۸۰ در سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۹۰ متغیر بوده است. ازاین‌رو نسبت میزان نگهداشت سطحی که از ۱۲۲/۶۶ در سال ۱۳۴۵ به ۱۰۷/۲۶ در سال ۱۳۵۸ و ۱۰۴/۷۶ در سال ۱۳۹۰ روند کاهشی داشته است که در واقع ناشی از افزایش سطوح غیر قابل نفوذ و کاهش ذخیره چالابی در حوضه مقصودبیک می‌باشد. در مقابل تغییر ضریب نگهداشت سطحی در حوضه‌ی بالادست حوضه بسیار ناچیز بوده است بالطبع ضریب رواناب، تلفات اولیه (λ) و نگهداشت سطحی (S) ، در ایستگاه پس‌قلعه عدم روند ، قابل مشاهده است.. طبق روش SCS که به منظور برآورد ارتفاع رواناب استفاده شده است، ارتفاع رواناب در سال ۱۳۵۸ نسبت به سال ۱۳۴۵ افزایش یافته است اما در سال ۱۳۹۰ به دلیل کاهش بارش در آن سال، کاهش یافته است در قسمت بالادست و در محدوده‌ی حوضه‌ی پس‌قلعه به علت ارتفاع و شیب بالای منطقه، امکان ساخت و ساز و تغییر کاربری زمین در آن وجود نداشته است. به همین دلیل میزان CN و ضریب نگهداشت سطحی و λ در آن تغییری نکرده است (جدول۱). مقادیر CN و λ در ایستگاه مقصودبیک دارای نوسان کمتری نسبت به ایستگاه پس‌قلعه است. میزان CN در ایستگاه مقصودبیک بین ۵۳ تا ۶۲ و میزان λ از ۰/۱۵ تا ۰/۱۷۳ متغیر می‌باشد در حالی‌که این مقادیر برای ایستگاه پس‌قلعه به ترتیب بین ۴۸ تا ۶۴ و ۰/۱۳ تا ۰/۱۹۵ در نوسان است(شکل ۳).



شکل ۳) روند تغییرات سالانه پارامترهای (CN)، (λ) دو حوضه آبریز پس قلعه(الف) و مقصودبیک(ب) که توسط مدل SCS واسنجی شده



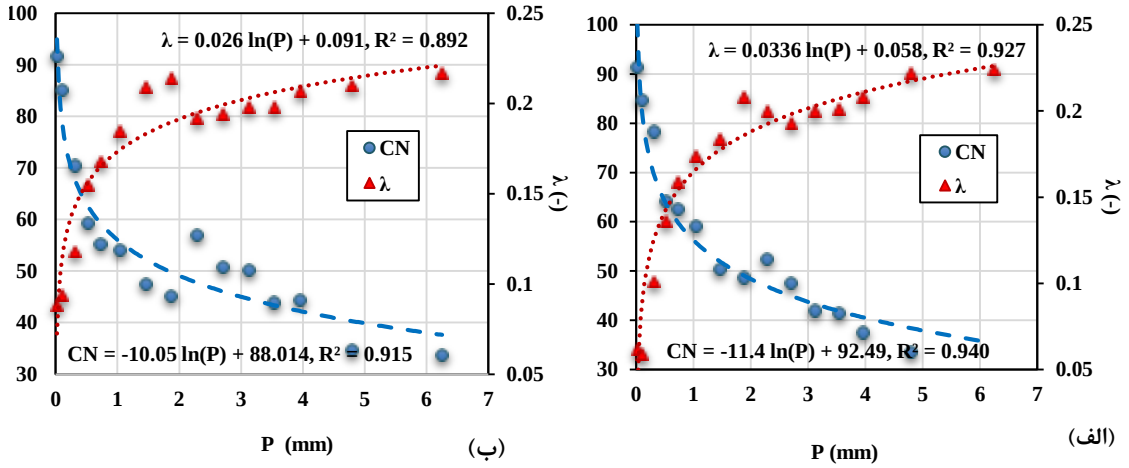
شکل ۴) روند تغییرات سالانه پارامترهای (S) دو حوضه آبریز پس‌قلعه و مقصودبیک که توسط مدل SCS واسنجی شده

بررسی رابطه بین مقادیر شماره منحنی و عمق بارش و هم‌چنین نسبت تلفات اولیه واسنجی‌شده و عمق بارش در دو ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهد که ضریب تبیین این روابط در ایستگاه پس قلعه بترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۳ است در حالیکه این میزان در ایستگاه مقصودبیک ۰/۹۱ و ۰/۸۹ است که کمتر از ایستگاه پس قلعه است (شکل۳). در اغلب

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

حوضه‌ها معمولاً یک همبستگی سیستماتیک بین CN محاسبه شده و عمق بارش وجود دارد به گونه‌ای که CN محاسبه شده نزدیک به یک عدد ثابت همراه با افزایش عمق بارش است که به ویژگی‌های خاص حوضه برمی‌گردد (Kowalik et al,۲۰۱۵). علت پایین بودن ضریب تبیین در ایستگاه مقصودبیک به تغییرات کاربری اراضی برمی‌گردد که منجر به افزایش سطوح غیرقابل نفوذ و کاهش ذخیره چالابی شده است و در نتیجه باعث برهم‌خوردن رابطه بین بارش_رواناب در این ایستگاه شده است. در حوضه‌های غیرهمگن یا در آن دسته از حوضه‌هایی که دستخوش تغییرات کاربری اراضی می‌شوند، در نظرگرفتن یک مقدار واحد برای پارامترهای ذکرشده با خطای بسیار همراه است(Grunwald and Norton,۲۰۰۰) و در نتیجه منجر به برآوردهای غیرقابل اعتماد می‌شود چرا که این پارامترها دارای تغییرات زمانی و مکانی بسیار بالایی هستند. از این رو، استفاده از این روابط برای استخراج CN و λ منجر به نتایج دقیق‌تری می‌شود.

در بسیاری از مطالعات پیشین ثابت شده است که مقدار λ باید ۰/۰۵ باشد که با توجه به آن، در ۳۲۷ حوضه در آمریکا مقدار رواناب اندازه‌گیری شده است(Woodward et al،۲۰۰۴). برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که مقادیر درنظرگرفته شده برای λ باید بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۵ می‌تواند نتایج واقعی‌تر در همه مناطق ارائه دهد(Yuan et al,۲۰۱۴). با توجه به این روابط مقدار λ=۰,۲S تنها برای بارش‌های بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر در حوضه مورد مطالعه قابل استفاده است و در بارش‌های مختلف معادله تغییر می‌کند. از این رو برخلاف تصور و به دلیل تغییرات زمانی بارش و شرایط هیدرولوژیکی موثر در تولید رواناب، مقادیر CN برای حوضه‌های شهری می‌تواند دامنه گسترده‌ای داشته باشد.



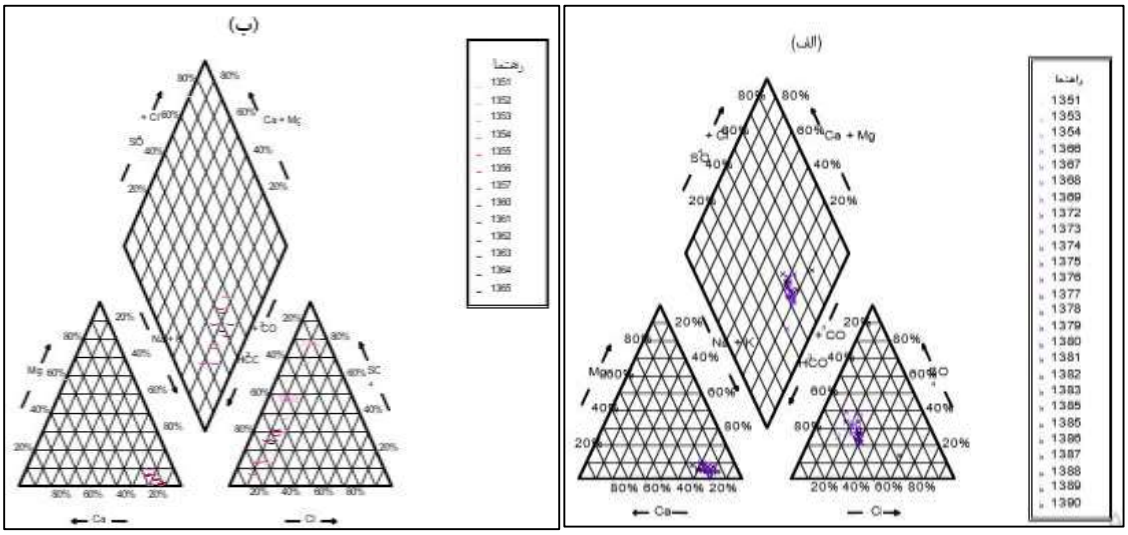
شکل ۵) رابطه بین مقادیر واسنجی شده (CN-P) و (λ–P) در حوضه آبریز الف) پس قلعه و ب) مقصودبیک.

- **کیفیت پارامترهای آب سطحی**

در این تحقیق به منظور تشخیص تیپ آب، رخساره‌های هیدروشیمیایی و مسیر تکامل ژئوشیمیایی در دو حوضه مورد مطالعه، از نمودار پایپر استفاده شده است(Piper,۱۹۴۴). نمودار پایپر مشخصات شیمیایی آب را برحسب غلظت نسبی اجزاء آن و نه بر حسب غلظت مطلق آن‌ها نشان می‌دهد (Li et al,۲۰۱۴). بر اساس نتایج آزمایش ژئوشیمیایی نمودار پایپر برای نمونه‌های آب در سال‌های مختلف تهیه شده است. با توجه به نمودار پایپر توزیع یون‌ها در نمودار مربوط به کاتیون‌ها در هر دو ایستگاه مقصودبیک و پس قلعه به طور کلی بیشتر به سمت سدیم است. در مثلث مربوط به آنیون‌ها هردو ایستگاه مورد مطالعه گرایش بیشتری به سمت بی‌کربنات کلسیم را نشان می‌دهند. از منظر آنیونی یون بی‌کربنات در تمامی ایستگاهها غالب و تیپ آب بی‌کربناته می‌باشد. از منظر کاتیونی کاتیون غالب در ایستگاه‌های مورد مطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

سدیم می‌باشد و دارای رخساره سدیمی است. رخساره سدیمی نشان‌دهنده تاثیرپذیری آب‌های منطقه از سازندهای آذرین است که در این منطقه برونزد دارد که سازند توف که بخش عمده‌ی منطقه را در برمی‌گیرد، نماینده‌ی سازند آذرین محسوب می‌شود. براساس این نمودار در ایستگاه پس‌قلعه در طی دوره آماری تراکم نمونه‌ها در منطقه ۹ قرار گرفته است که منطقه خنثی محسوب می‌شود و در واقع هیچ زوج آنیونی و کاتیونی از ۵۰ درصد تجاوز نمی‌کند. اما با توجه به نمودار پایپر ایستگاه مقصودبیک تراکم نمونه‌ها در منطقه ۷ قرار می‌گیرد که مربوط به تیپ آب‌های شورمزه است. تغییرات کاربری اراضی و در رأس آن افزایش کاربری‌های شهری در طی سه دهه اخیر می‌تواند علت اصلی تغییرات رخساره هیدروشیمیایی و تیپ آب در رودخانه دربند باشد (شکل۵).



شکل۵) نمودار پایپر ایستگاه‌های مورد مطالعه در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه (الف) مقصودبیک (ب) پس‌قلعه

- **روند تغییرات آبدهی و ویژگی‌های هیدروشیمیایی**

به منظور تعیین روند داده‌های بارش و دبی و متغیرهای کیفی آب از آماره‌ی من-کندال استفاده شده است. در آماره‌ی من-کندال هر مقدار سری زمانی به صورت بهم پیوسته و پشت سر هم با بقیه‌ی مقادیر سری، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. به منظور مقایسه روند دبی در ایستگاه مقصودبیک در منتهی الیه حوضه و ایستگاه پس قلعه که در بخش طبیعی واقع در بخش شمالی حوضه و نیز داده‌های بارش ایستگاه شمال تهران از آماره‌ی من-کندال استفاده شده است و بر اساس جدول فوق با در نظر گرفتن سطح معنی داری ۰/۰۵ بارش ایستگاه مذکور دارای روند نمی‌باشد اما داده‌های دبی ایستگاه پل تجریش روند رو به بالا و دبی ایستگاه پس قلعه همانند بارش روند نداشته است. ضریب رواناب که از تقسیم ارتفاع متوسط رواناب سالانه بر ارتفاع بارش سالانه متناظر قابل محاسبه است، در ایستگاه مقصودبیک دارای روند روبه بالا و در ایستگاه پس‌قلعه بدون روند می‌باشد. در ادامه روند داده‌های کیفی ایستگاههای هیدرومتری ذکرشده با استفاده از آماره‌ی من- کندال مورد مقایسه قرارگرفته است. یافته‌های حاصل از این بررسی حاکی از آن است که داده‌های سدیم و بی‌کربنات کلسیم در هر دو ایستگاه دارای روند صعوی است که به دلیل تأثیر سازندهای زمین‌شناسی منطقه (سازندهای توف) بر کیفیت شیمیایی منابع آب سطحی است. روند تغییرات کلر، سولفات، منیزیم، EC، PH و TDS در طی دوره آماری بررسی شده در ایستگاه مقصودبیک دارای روند افزایشی می‌باشند در حالی‌که در پارامترهای ذکرشده در ایستگاه پس قلعه فاقد روند می‌باشند . از این رو می‌توان افزایش آن را به عوامل انسانی از جمله تخلیه فاضلاب‌های انسانی، صنعتی،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

فضولات کشتارگاه‌ها و تخلیه زباله‌ها به محیط زیست نسبت داد. از آنجایی‌که میزان منیزیم در آب به طور اساسی از سنگ‌های آذرین و تخریبی‌های حاوی منیزیم به دست می‌آید، منشأ این یون در آب رودخانه‌ی دربند در ارتباط با تشکیلات آذرین این حوضه است. سدیم به طور عمده از فلدسپات‌های موجود در سنگ‌های آذرین و از تولیدات عمل متلاشی‌شدن آن‌ها در موارد دیگر حاصل می‌شود. به همین دلیل میزان آن در هر دو ایستگاه دارای روند صعودی می‌باشد. از آنجایی‌که اصولاً منشأ کلر در آبهای سطحی و زیرزمینی به فاضلاب شهری و سازندهای تبخیری برمی‌گردد، روند افزایشی آن در ایستگاه مقصودبیک ناشی از تغییرات کاربری اراضی و تخلیه‌ی فاضلاب‌های شهری به رودخانه‌ی دربند می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی در ارتباط با غلظت نمک‌های محلول در آب است. روند افزایشی هدایت الکتریکی نشان دهنده‌ی خطر شوری آب در نتیجه‌ی افزایش مساحت کاربری‌های شهری می‌باشد.

جدول۲) نتایج آزمون من-کندال در تشخیص روند داده‌های بارش، دبی و کیفیت آب رودخانه تجریش در ایستگاه پس قلعه و مقصودبیک (α=۰٫۰۵)

پارامتر / روند ایستگاه	دبی	ضریب رواناب	کلر	کلسیم	سولفات	منیزیم
مقصود بیک	افزایشی p-value=۰/۰۰۸	افزایشی p-value=۰/۰۰۳	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۰۰۰۱	افزایشی p-value=۰	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۶	افزایشی p-value= ۰/۰۱۷
پس‌قلعه	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند

پارامتر / روند ایستگاه	بی کربنات	سدیم	EC	PH	TDS	بارش / روند ایستگاه	
مقصود بیک	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۰۰۰۱	افزایشی p-value=۰/۰۰۴۷	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۰۰۰۰۹	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۱	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۰۱	شمال تهران	بدون روند
پس‌قلعه	افزایشی p-value=۰/۰۲	افزایشی p-value=۰/۰۰۰۸	بدون روند	افزایشی p-value=۰/۰۰۶	بدون روند		

- **فراوانی دبی حداکثر روزانه**

در این مرحله دبی‌های لحظه‌ای در دوره‌ی بازگشت‌های مختلف بر اساس رابطه‌ی تجربی ویبول ($P = \frac{m}{n+۱}$) محاسبه شدند. در این تحقیق با توجه به کوتاه بودن طول دوره‌ی آماری ایستگاه پس قلعه تحلیل فراوانی برای این ایستگاه انجام نشد. اما با توجه به طول دوره‌ی آماری ۲۶ سال برای ایستگاه مقصودبیک، دوره‌ی بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰ و ۲۵ ساله مد نظر قرار گرفته شده است. محدودیت طول دوره آماری در حوضه‌ی انتخابی مانع از لحاظ کردن دوره بازگشت‌های بالاتر از ۲۵ سال در تحلیل فراوانی شد. لازم به ذکر است که برآورد مقادیر مربوط به دوره بازگشت‌های بالاتر (۵۰<) در این تحقیق مستلزم استفاده از توزیع‌های آماری و انجام آنالیز فراوانی سیل بود که به دلیل تعداد محدود داده های ثبت شده، خود باعث وارد کردن خطا در محاسبات می‌گردد. لذا چون روش‌های تجربی خود حالت برآورد داشته و گاهی میزان خطای نسبتاً بالایی را در برآورد دبی سیل دارند، بنابراین وارد کردن خطای دیگری به این علت (آنالیز فراوانی) در محاسبات جایز نبود. در پایان دبی حداکثر لحظه‌ای برای ایستگاه‌های مقصودبیک در جدول۳ برآورد شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که در ایستگاه مقصودبیک برای دوره های قبل از ۱۳۶۸ و بعد از آن تفاوت معنی داری وجود دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

جدول۳) محاسبه‌ی دوره‌ی بازگشت دبی لحظه‌ای در ایستگاه‌های مقصودبیک و پس قلعه

دوره‌ی بازگشت	دوره آماری مورد بررسی	
	قبل از سال ۱۳۶۸	۱۳۶۸-۱۳۹۱
۲	۳/۲۵	۷/۱۵
۵	۵/۲۲	۱۳/۸۲
۱۰	۶/۷	۱۹/۳
۲۵	۸/۷۳	۲۷/۵۳

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌ی دربند نشان دهنده‌ی آن است که سطح شهری با تولید رواناب کم در سال ۱۳۴۵ به سطوح با تولید رواناب متوسط یا زیاد در سالهای ۱۳۵۸ و ۱۳۹۰ تغییر یافته است و میزان تغییرات قابل توجه بوده است (۳/۰۵ کیلومتر در سال ۱۳۴۵ به ۱/۹۱ کیلومتر مربع در سال ۵۸ و ۱/۷۹ در سال ۱۳۹۰ تبدیل شده است) و همچنین سطوح مربوط به اراضی بایر و پوشش گیاهی متراکم در طول دوره‌ی مورد مطالعه کاهش یافته و در مقابل سطوح شهری با تولید رواناب زیاد و پوشش گیاهی نیمه‌متراکم و کم‌تراکم جایگزین آن شده است. فعالیت‌های انسانی و تغییر کاربری اراضی سیکل هیدرولوژی و تولید رواناب را در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۱ به شدت متأثر ساخته است. به طوری‌که آثار این تغییرات سبب افزایش شماره‌ی منحنی (از ۶۷/۴۴ در سال ۱۳۴۵ به ۷۰/۳۱ در سال ۱۳۵۸ و ۷۰/۸۰ در سال ۱۳۹۰) و کاهش میزان ضریب نگهداشت سطحی (۱۲۲/۶۶ در سال ۱۳۴۵به ۱۰۷/۲۶در سال ۱۳۵۸ و ۱۰۴/۷۶ در سال ۱۳۹۰) شده است.

بر اساس آماره‌ی من‌کندال، دبی ایستگاه مقصودبیک روند رو به بالا و بارش عدم روند در مشاهدات را نشان می‌داد. با توجه به اینکه بسیاری از پارامترهای شیمیایی آب رودخانه دربند در ایستگاه مقصودبیک دارای روندی افزایشی بوده است؛ بنابراین در آینده نیز همین وضعیت ممکن است ادامه یابد. مقادیر کلر، سولفات، سدیم، هدایت الکتریکی و TDS افزایش خواهند داشت و ممکن است در سال های آتی آب از نظر کشاورزی در کلاس آبهای نامناسب قرار گیرد. با توجه به مشکلاتی که افزایش شوری بـه همـراه دارد از جمله سمیت برای گیاه، مشکلات اسمزی، پراکندگی ذرات خاک، به هم خوردن پایداری ذرات خاک، پائین آمدن ضریب هدایت هیدرولیکی خاک، ایجاد وضعیت ماندابی به هنگام آبیاری، بنابراین باید راهکارهای مناسبی را بدین منظور اتخاذ کرد.

شهرنشینی با خود مجموعه‌ای از چالش‌های محیطی در مقیاس محلی، منطقه‌ای و محیط‌های وسیع‌تر را به همراه دارد که تأثیر مستقیم بر روی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی سیستم‌های هیدرولوژیکی دارد(Fletcher et al,۲۰۱۳). در حوضه‌ی دربند، توسعه‌ی شهری طی دوره‌ی ۴۵ ساله منجر به افزایش سطوح غیرقابل نفوذ و کاهش نفوذ چالابی و در نتیجه کاهش نگهداشت سطحی شده‌است. ازاین‌رو افزایش سطوح غیرقابل نفوذ، افزایش میزان CN و در نتیجه افزایش حجم رواناب و هم‌چنین کاهش λ را در پی داشته است. این تغییرات منجر به برهم‌خوردن رابطه بین CN-P و CN-λ شده است. وجود این شرایط باعث می‌شود تا مدل‌های بارش-رواناب مانند SCS-CN دقت بالایی نداشته باشد و پیش‌بینی دقیق صورت نگیرد. از آنجایی که روش SCS به عنوان یکی از روشهای پرکاربرد در محاسبه‌ی ارتفاع رواناب در حوضه، از بارش تأثیر می‌پذیرد. بنابراین بررسی‌های به عمل آمده بیانگر این است که مدل SCS رایج، نتایج مطلوبی را ارائه ننموده و تشخیص نقاط پیک را امکان‌پذیر نساخته است. نتیجه مذکور با یافته‌های (Bansik et ,۱۹۸۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

(Chen et al,۲۰۰۷ ؛ Siriwardena et al,۲۰۰٦ ؛ Overland et al,۱۹۹۱؛al) هم‌خوانی دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد در حوضه‌هایی که دست‌خوش تغییرات شدید کاربری توسط انسان می‌باشد، استفاده از مدل‌های مرسوم به منظور کمی نمودن رفتار هیدرولوژیک حوضه و پیش‌بینی برای وضعیت آینده می‌تواند همراه با خطای زیادی باشد.

منابع

جعفربیگلو، منصور؛ سیدموسی حسینی و سمانه ریاهی.۱۳۹۳. اثرات تغییر پوشش و کاربری زمین در منطقه تجریش بر رژیم آبدهی رودخانه دربند. *پژوهش های ژئومورفولوژی کمی*،**۳**: ۱۱۳-۹۵

سلگی، عیسی؛ حسن شیخ‌زاده.۱۳۹۵.مطالعه کیفیت آب رودخانه ارس با استفاده از متغیرهای فیزیکی شیمیایی. *تحقیقات منابع آب*، **۱۲(۳)**: ۲۱۳-۲۰۷

صمدی، جواد.۱۳۹۴. ارزیابی تأثیر کاربری اراضی و آسیب‌پذیری آبخوان کاشان بر آلودگی آبهای زیرزمینی با استفاده از روش DRASTIC و مدل تخریب. *تحقیقات منابع آب ایران*،**۱۱**: ۲۴ -۱۳

مردیان، مهدی؛ واحد بردی شیخ، علی نجفی نژاد، جواد وروانی (۱۳۹۲). ارزیابی روند رسوبدهی و بررسی ارتباط آن با مقادیر بارش و دبی سالانه در سرشاخه های اصلی رودخانه تیره لرستان. *تحقیقات منابع آب ایران*،۹: ۸۴-۸۷

مهندسین مشاور بافت شهر.۱۳۸۴. تهیه‌ی الگوی توسعه و طرح تفضیلی منطقه و همکاری با شهرداری منطقه‌ی۱ الگوی توسعه‌ی منطقه‌ی ۱، وزارت مسکن و شهرسازی-شهرداری تهران

میرزایی، محسن؛ علیرضا ریاحی بختیاری، عبدالرسول سلمان ماهینی و مهدی غلامعلی فرد.۱۳۹۵. مدل‌سازی ارتباط کیفیت آب‌های سطحی و سنجه‌های سیمای زمین با استفاده از سیستم استنتاج عصبی_فازی(مطالعه‌ی موردی: استان مازندران).*آب و فاضلاب*، **۱**: ۹۲-۸۰.

Abler, D., J. Shortle, J. Carmichael, and R. Horan .۲۰۰۲. Climate change. Agriculture and water quality in the Chesapeake Bay Region. *Climatic Change*, **٥٥٣**: ٣٣٩-٣٥٩.

Allan, J D. ۲۰۰٤. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst*, **٣٥**: ٢٥٧-٢٨٤.

Abdel-Satar, A M., Ali. M H, and M E. Goher.۲۰۱۷. Indices of water quality and metal pollution of Nile River. *Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research*, **١٠**:١٠١٦

Amiri, B J., and k. Nakane .۲۰۰۹. Modeling the linkage between river water quality and landscape metrics in the Chugoku district of Japan. *Water resources management*, **٢٣٥**: ٩٣١-٩٥٦.

Bansik, M M., D. Gorski, and K.Mitchellj ۱۹۸۹. Rainfall Erosivity for East and Central Poland. Puplished by the American society of Agricultural and biological Engineers. St. Joseph. Michigan www. Asabe.org Basin. China. *Procedia Engineering*, ٢٨:٧٦٧ – ٧٧١.

Birhanua , D., K.Kim , CH. Jangb, and S. Parka .۲۰۱٦. Flood Risk and Vulnerability of Addis Ababa City Due to Climate Change and Urbanization. *Procedia Engineering* ,**١٥٤**: ٦٩٦ – ٧٠٢

Chen, l., B. Fu. W, Z. Huang, D.Wu , and L.Gui.۲۰۰۷. The effect of land uses and rainfall regimes on runoff and soil erosion in the semi-arid loess hilly area.China . *Journal of Hydrology*, ٣٣٥٢. ٢٤٧-٢٥٨

Costa, D., P. Burlandoc, and C. Priad .۲۰۱٦. The importance of integrated solutions to flooding and water quality problems in the tropical megacity of Jakarta. *Sustainable Cities and Society*, ٢٠: ١٩٩–٢٠٩

Donohue, I., M. L. McGarrigle and P. Mills.۲۰۰٦. Linking catchment characteristics and water chemistry with the ecological status of Irish rivers. *Water Research*, **٤٠١**: ٩١-٩٨.

Fisher, D S., J L. Steiner, DM. Endale, J A. Stuedemann, H H. Schomberg, A.Franzluebber, and S.R Wilkinson. ۲۰۰۰. The relationship of land use practices to surface water quality in the Upper Oconee Watershed of Georgia. *Forest Ecology and Management*, **١٢٨١**: ٣٩-٤٨.

Fletcher, T D., H. Andrieu, and P. Hamel .۲۰۱۳. Understanding. Management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters; a state of the art review. Adv. *Water Resour*, **٥١**: ٢٦١–٢٧٩

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

Furusho,C.,K. Chancibault , and H.Andrieu. ۲۰۱۳.Adapting the coupled hydrological model ISBA-TOPMODEL to the long-term hydrological cycles of suburban rivers: Evaluation and sensitivity analysis. *Journal of Hydrology* **٤٨٥**: ١٣٩–١٤٧

Fyodorova, Y V .۲۰۰۲. Management of quantitative and qualitative river runoff characteristics with measures in the catchment. *International Association of Hydrological Sciences. Publication*, **۲۷۳**: ۱۳۷-۱٤٤.

Grunwald, S., and L D. Norton .۲۰۰۰. Calibration and validation of a non-point source pollution model. *Agricultural Water Management*, **٤٥١**: ١٧-٣٩.

Hawkins, RH., TJ. Ward, DE. Woodward, and M. van. ۲۰۰۹. Curve Number Hydrology: *State of the ه Practice. ASCE: Reston. VA.*

He, X., Y. Gao, J. Niu, and Y. Zhao. ۲۰۱۱. Landscape Pattern Changes under the Impacts of Urbanization in the Yellow River Wetland- taking Zhengzhou as an example. *Procedia Environmental Sciences*, **١٠**: ٢١٦٥-٢١٦٩.

Hosseini,S M., N, Mahjouri, and S. Riahi .۲۰۱٦. Development of a direct geomorphologic IUH model for daily runoff estimation in engaged watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering*, **٢١٦.**١-١٣

Huang, J., Q. Li, R. Pontius, G. Klems, and H. Hong .۲۰۱۳. Detecting the dynamic linkage between landscape characteristics and water quality in a subtropical coastal watershed. southeast China. *Environmental Management*: **٥١(١):** ٣٢-٤٤

Kang, J H., S W. Lee, K. Cho, S J. Ki, S M. Cha, and J H.Kim .۲۰۱۰. Linking land-use type and stream water quality using spatial data of fecal indicator bacteria and heavy metals in the Yeongsan river basin. Water research, **٤٤١٤**: ٤١٤٣-٤١٥٧.

Kowalik, T., and A. Walega. ۲۰۱٥. Estimation of CN parameter for small agricultural watersheds using asymptotic functions. *Water*, **٧٣**: ٩٣٩-٩٥٥.

Lee, S W., S J. Hwang, S B. Lee, H S. Hwang, and H C. Sung .۲۰۰۹. Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. *Landscape and Urban Planning*, **٩٢٢**: ٨٠-٨٩.

Li, P., H. Qian, and J.Wu .۲۰۱٤. Hydrogeochemistry and quality assessment of shallow groundwater in the southern part of the Yellow River alluvial plain Zhongwei section. Northwest China. *Earth Sciences Research Journal*, **١٨١**: ٢٧-٣٨

Natural Resources Conservation Service ١٩٩٧.

Overland, H., and H. Kleeberg .١٩٩١.Influence of land use change on discharge and sediment transport of floods. *IAHS Publication United Kingdom*,**٢٠٣**

Piper,A M., ١٩٤٤. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. *Eos. Transactions American Geophysical Union*, **٢٥٦**: ٩١٤-٩٢٨.

Shi, P J., Y.Yuan ,J. Zheng , J A .Wang. Y. Ge, and G.Qiu .۲۰۰۷. The effect of land use/cover change on surface runoff in Shenzhen region. China. *Catena*. **٦٩١**: ٣١-٣٥.

Siriwardena, L., B. Finlayson, and T A. McMahon .۲۰۰٦. The impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River. Central Queensland. Australia. *Journal of Hydrology*, **٣٢٦١**: ١٩٩-٢١٤.

Soulis, K X., and J D. Valiantzas .۲۰۱۲. SCS-CN parameter determination using rainfall-runoff data in heterogeneous watersheds-the two-CN system approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, **١٦٣**: ١٠٠١.

Stevaux, J C., E M. Latrubesse. M LD P, Hermann, and S. Aquin. ۲۰۰۹. Floods in urban areas of Brazil. *Developments in Earth Surface Processes*,**١٣:** ٢٤٥-٢٦٦.

Strayer, D L., R E. Beighley, L C. Thompson, S. Brooks, C.Nilsson ,G. Pinay , and R. Naiman.۲۰۰۳. Effects of land cover on stream ecosystems: roles of empirical models and scaling issues. *Ecosystems*, **٦٥**: ٤٠٧-٤٢٣.

Tong, S T.,and W. Chen. ۲۰۰۲. Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of environmental management*, **٦٦٤**: ٣٧٧-٣٩٣.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

Vega, M., R.Pardo , E.Barrad , and E.Debán .۱۹۹۸. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water research*, ۳۲۱۲:۳۵۸۱-۳۵۹۲.

Verburg, P H., and K P. Overmars.۲۰۰۹. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape ecology*,**۲٤۹:** ۱۱٦۷-۱۱۸۱.

Wang, X., DW. Hoffman, JE. Wolfe, JR. Williams, and W E. Fox. ۲۰۰۹. Modeling the Effectiveness of conservation ٥۱ practices at Shoal Creek watershed. Texas. Using APEX. *Transactions of the ASABE*, ٥۲: ۱۱۸۱-۱۱۹۲.

White, M D ., and K A .Greer .۲۰۰٦. The effects of watershed urbanization on the stream hydrology and riparian vegetation of Los Penasquitos Creek. California. *Landscape and Urban Planning*, ۷٤۲:۱۲٥-۱۳۸.

Woodward, D E., R H. Hawkins, R. Jiang, A. T .Hjelmfelt Jr, M. Van. J. A, and Quan. Q. D. ۲۰۰۳. Runoff curve number method: examination of the initial abstraction ratio. In World Water. *Environmental Resources Congress*: ۱-۱۰.

Yaa, L., X.Youpeng, and SH .Yi. ۲۰۱۲. Hydrological Effects of Urbanization in the Qinhuai River. *School of Geographic and Oceanographic Sciences. Nanjing University.Nanjing*. ۲۱۰۰۹۳. China

Yuan, Y., W. Nie, S C. McCutcheon, and E V .Taguas. ۲۰۱٤. Initial abstraction and curve numbers for semiarid watersheds in Southeastern Arizona. *Hydrological Processes*, **۲۸۳**: ۷۷٤-۷۸۳.

Zhou, Z., Xu,Y.Chen, Y.Xu,Y.Gao, and J. Du .۲۰۱۳. Hydrological response to urbanization at different spatio-temporal scalesNsimulated by coupling of CLUE-S and the SWAT model in the Yangtze River Delta Region. *Journal of Hydrology*, **٤۸٥**: ۱۱۳–۱۲٥

Zhu, Ch., and Y. Li .۲۰۱٤. Long-term hydrological impacts of land use/land cover change from ۱۹۸٤ to ۲۰۱۰ in the Little River Watershed. Tennessee. *International Soil and Water Conservation Research*,**۲**: ۱۱-۲۲

Zimmermann, A., l. Bracalenti, R.Piaceen, and L.Inostroza .۲۰۱٦. Urban flood risk reduction by increasing green area for adaption to climate change. *Procedia engineering*, ۱٦۱:۲۲٤۱ – ۲۲٤٦

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.1.6]