مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷
ص ۱۰۱۱-۹۹۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۶
تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۴/۱۱

ارزیابی اثر پوشش جنگلی بر پارامترهای کمی و کیفی رواناب در حوزهٔ آبخیز پارک جنگلی چیتگر تهران

❖ **اعظم طبرزدی؛** دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **مقداد جورغلامی*؛** دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **علیرضا مقدم نیا؛** دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **باریس مجنونیان؛** استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **پدرام عطارد؛** دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

چکیده

در چشم انداز شهری، بسیاری از چالش‌های محیط زیستی نظیر رواناب ناشی از آب رگبار و ریسک سیلاب، آلودگی شیمیایی و ذرات معلق هوا، خاک و آب شهری، جزیره گرمایی شهری و امواج حرارتی تابستانه تشدید می شوند. رواناب‌های ناشی از بارش‌های شدید در بسیاری از مناطق جهان منجر به سیل، فرسایش، رسوب و حمل عناصر می‌شوند که پوشش گیاهی جنگلی یکی از مهم‌ترین عوامل تعدیل سیلاب و کنترل فرسایش و رسوب است. دراین پژوهش وضعیت کیفی رواناب در پارک جنگلی چیتگر با هدف تعیین الگوی کیفی رواناب پارک جنگلی و اثر پوشش جنگلی برآن، مورد بررسی قرار گرفت و دبی رواناب، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در طی ۳ رویداد رگبار (۵ دی و ۲۵ بهمن ۹۵ و ۱۵ اردیبهشت ۹۶) مورد اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که مقادیر میانگین پارامترهای دبی ۱۹۸۸/۳ لیتر بر ساعت، کل مواد جامد محلول (TDS) ۴۰/۶۴ میلی‌گرم در لیتر،کل مواد جامد معلق (TSS) ۸/ ۲۰۶۴ میلی‌گرم در لیتر ، pH ۷/۷۵، کلسیم ۲/۹۵ میلی‌گرم در لیتر ،منیزیم ۲/۲۳ میلی‌گرم در لیتر، سدیم ۵۸۴/۴ میلی‌گرم در لیتر ، پتاسیم ۵/۷۱ میلی‌گرم در لیتر، نیترات ۱/۳۶ میلی‌گرم در لیتر و فسفات ۰/۷۱ میلی‌گرم در لیتر بود. همچنین ارزیابی همبستگی بین پارامترها حاکی از وجود همبستگی زیاد بین پارامترها بود که قوی‌ترین آنها شامل همبستگی بین کلسیم با دبی رواناب (۰/۶۶) و کل مواد جامد محلول (۰/۶۹)؛ سدیم با pH (۰/۷۱) و کل مواد جامد محلول (۰/۶۵) بود. بررسی خصوصیات رواناب سه زیر حوضه A (۲۹٪ پوشش)، B (۳۱٪ پوشش)و C (۲۴٪پوشش) نشان داد که افزایش درصد پوشش موجب کاهش میزان رواناب در بارش‌های سالانه شد. همچنین در اثر بالاتر بودن پوشش گیاهی در زیرحوضه‌های A و B، میزان املاح معلق، املاح کل، سدیم، پتاسیم و کلسیم رواناب کمتر بود. اما در مورد یون‌های نیترات و فسفات احتمالا به دلیل افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در پوشش‌های جنگلی بالاتر، میزان آن در زیرحوضه‌های دارای پوشش ۲۹ و ۳۱ درصد بیشتر از زیرحوضه دارای پوشش ۲۴ درصد بود.

کلید واژگان: دبی، رواناب شهری، کیفیت آب، کل مواد جامد محلول، کل مواد جامد معلق، پارک جنگلی چیتگر

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۲۶۳۲۲۴۹۳۱۲+
Email: mjgholami@ut.ac.ir

۱. مقدمه

جنگل‌ها به عنوان منابع بسیاری از خدمات اکوسیستم در صورتی که بکر (د ست نخورده) با شند معمولاً ر سوب تولید نمی‌کنند و آب حا صل از آنها تمیز ا ست. همچنین جنگل‌کاری شهری می‌تواند بر چرخه‌های آب، گرما، کربن و آلودگی شهری تاثیرگذار باشد. رواناب‌های سطحی یکی از مهم‌ترین عوا مل تغییر شـــکل زمین و تغییر کیفیت آب‌های سطحی و زیر قشری در سرا سر جهان محسوب می‌شـــوند. تغییرات ناگهانی کمّیت رواناب‌های ســـطحی منجر به رخداد ســـوانحی همچون ســـیل، زمین لغزش، رواناب، گل و لای و فرسایش قابل توجه در چشم‌اندازهای طبیعی می شود که با مدیریت منا سب حو ضه می‌توان از این رخدادها جلوگیری کرد [۱]. از طرف دیگر، رواناب‌های سطحی به‌واسطه عبور از زمین‌هایی با کاربری‌های مختلف می‌تواند منجر به آلوده شدن آب‌های سطحی و زیر زمینی شـــود، کما اینکه در مناطق کشـــاورزی که اســـتفاده از کودهای شیمیایی و سموم و آفت‌کش ها مر سوم ا ست، رواناب‌های سطحی منجر به آلوده شدن منابع آب سطحی مجاور، به بالاتر از اســـتانداردهای ســـلامت محیط زیســـتی شده است [۲].

جنگل‌ها یکی از مهم‌ترین منابع این کره خاکی هستند که نقش کلیدی در چرخه آب، حفاظت خاک و حفاظت از زیستگاه‌ها دارند. با این حال هنوز هم توسعه کشاورزی در جهان تهدیدی جدی برای جنگل محســـوب می‌شـــود [۳]. گرچه پارامترهای فیزیکی، گرافیکی و ادافیکی تأثیر قابل توجهی بر میزان و کیفیت رواناب سطحی در مناطق طبیعی دارنـد [۴]، امـا یکی از کـارایی‌هـای جنگـل و پوشش‌های گیاهی دائمی افزایش کیفیت رواناب و در کنار آن، کاهش و کنترل مقدار آن اســـت [۵]. پوشـــش‌های جنگلی منجر به افزایش نرخ نفوذ آب در خاک شـــده و بواســـطه جذب مواد غذایی منجر به کاهش آلاینده‌هایی همچون نیترات و فسفات می‌شوند [۶]. در یک اکوسیستم طبیعی، بهره برداری از زمین و ایجاد تغییر در شـرایط، به ویژه پوشـــش گیاهی و کاربری اراضـــی بر پاســـخ‌های هیدرولوژیک همچون شدت رواناب، جاری شدن سیلاب، میزان فرسایش و رسوب منطقه تأثیرگذار است. از این رو، کاربری ارا ضی و پو شش گیاهی زمین از عوامل ا صلی در مطالعات منابع آب و رفتار هیدرولوژیک حوضـــه هســـتند [۷].

ارزیابی کمّی و کیفی رواناب در کشـــورهای مختلف به طور قابل توجهی انجام شده است. همچنین تحقیقاتی در زمینه کمّیت رواناب در داخل کشور صورت گرفته ا ست، اما بررســـی کیفی رواناب، به‌خصـوص رواناب پوشـــش‌های جنگلی در داخل کشـــور به ندرت مورد توجه واقع شـــده اســـت. در ســـال ۱۹۹۹ با بررســـی جامع کیفیت رواناب جنگل در شرق آسیا، محققین [۸] دریافتند که در مناطق با پوشش جنگلی انبوه میزان غلظت یون کلر در آب کمتر از مناطق باز اســـت. همچنین میزان نیترات در مناطقی با خاک توســـعه یافته و مرطوب، بیشـــتر از خاک‌هایی با توســـعه‌یافتگی کم اســـت. غلظت یون ســـولفات نیز تحت تأثیر ظرفیت نگه‌داشت سولفات خاک است. با مدل‌سازی رابطهٔ بین کاربری زمین و کیفیت آب های ســـطحی، محققین [۹] به این نتیجه رسیدند که کاربری زمین تأثیر قابل توجهی بر آب های ســـطحی بویژه میزان نیترات، فسفات و کلیفرم دارد و بیش‌ترین میزان این پارامترها در رواناب‌های حاصـــل از زمین‌های کشـــاورزی و شـــهری مشاهده شد. ارزیابی میزان رواناب، فرسایش و کیفیت آب تحـت تـأثیر جـاده‌هـای جنگلی در جنگـل‌کـاری‌هـای کوئینزلند نشـان داد که ضـریب رواناب و ذرات معلق آب در رواناب‌های جاده‌های خاکی در مقایسه با جاده‌های غیر خاکی بالاتر بود. همچنین، میزان بار نیتروژن و فســـفر رواناب نیز در جاده‌های خاکی بیشـــتر از جاده‌های غیر خاکی بدست آمد [۱۰]. به بررسی تأثیر تیپ‌های مختلف جنگلی بر تشـــکیل رواناب و ســـیلاب نشـــان داد که خصوصیات خاک تأثیر بیشتری بر فرآیند تشکیل رواناب نسبت به نوع توده جنگلی دارد [۱۱]. ارزیابی خصوصیات خاک و رواناب در کاربری‌های مختلف توسط نشان داد که pH در خاک‌های جنگلی کمتر و عناصـــر غذایی بیشـــتر

اســـت و غلظت عناصـــر در رواناب با غلظت آن در خاک هم‌خوانی بـالایی دارد [۱۲]. همچنین میزان منیزیم در رواناب جنگلی و میزان پتاسـیم در رواناب مرتع بالاتر بود. یافته‌های حاصل از ارزیابی تأثیر شدت آتش سوزی جنگل نشـــان داد که آتش‌ســـوزی جنگل منجر به افزایش قابل توجه کدورت، کاهش اکســـیژن محلول و افزایش ۰/۷۵ واحدی در pH رواناب می‌شـــود و این آثار تا طول ۵۰ کیلومتری رودخانه مجاور نیز مشـهود بود [۱۳]. بررســی کیفیت آب و رواناب در حاشیه بزرگراه‌های دامنه‌ای تحت اعمال کمپوسـت و مالچ نشـان داد که وجود این دو ماده منجر به کاهش رواناب و در نتیجه کاهش آب‌شـــویی عناصر خاک و فرسایش می شود [۱۴]. با بررسی میزان باکتری‌های مدفوعی در رواناب‌های کشـاورزی و شـهری، محققین دریافتند که دما، کدورت و ذرات معلق کل همبســـتگی مثبتی با تراکم باکتری‌ها دارد [۱۵]. نتایج حـاصـــل از مطـالعـه تـأثیر چمن‌زار، جنگـل، مرتع و کاربری‌های ترکیبی بر میزان نیتروژن رواناب، حاکی از آن بود که کاربری‌های ترکیبی بیشـــترین نیتروژن را وارد رواناب می‌کنند و کمترین نیتروژن در کاربری‌های چمن، جنگل و مرتع مشـاهده شـد [۱۶]. بررسـی تأثیر شـبکه نهربندی بر حفظ کیفیت و کمیت رواناب جنگل‌های بورآل، نشان داد که مدیریت شبکه نهربندی تأثیر کمی بر رواناب و نیتروژن و فســـفر محلول در آب دارند و میزان کربن آلی محلول در آب را نیز کاهش می‌دهند [۱۷]. ارزیابی بلندمدت پویایی رواناب و بارندگی در جنگل‌های خشک حاره، نشان داد که بارش زودهنگام نزولات و شدت بارندگی مهمترین عامل تعیین‌کننده الگوی بارش -رواناب و فرآیندهای فرسـایش و تغییرات کیفیت و کمّیت رواناب است [۱۸]. در سال ۲۰۱۷ تأثیر پوشش جنگلی بر رواناب را در بخش‌هایی از جهان مورد بررسی شد و نتایج نشان داد که در تمامی مناطق رابطه معکوسی بین شدت رواناب و میزان پوشـش جنگلی وجود دارد و میزان حسـاسـیت رواناب به پوشـش گیاهی در حوضـه‌های بزرگ مشـهودتر اســـت [۱۹]. همچنین بررســـی تأثیر گونه‌های درختی و پوشـــش جنگلی بر میزان تولید رواناب نشـــان داد که در جنگل میزان نفوذ آب در خاک بسیار بیشتر از مرتع است [۲۰].

در داخل کشـور، بررسـی تأثیر نوع کاربری اراضـی بر ایجاد رواناب در حوضه آبخیز کسیلیان با استفاده از مدل HEC-HMS، نشان داد که کاربری کشاورزی در مقایسه با کاربری مرتع و جنگل رواناب بیشتری تولید می‌کند، اما در این تحقیق، تغییرات کیفیت رواناب مورد بررســی قرار نگرفـت [۲۱]. مطـالعـه تغییرات روانـاب و کیفیـت آب سطحی رودخانه گرگان‌رود [۲۲] نشان داد که کیفیت و مقدار رواناب در نقاط مختلف یک حوضـــه با توجه به نوع پوشـــش و کاربری، بخصـــوص از نظر پارامترهای HCO_3، TDS، SO4 و SAR تغییرات معنی‌داری دارد. پژوهش انجام شده روی کیفیت رواناب شهری در شهر نیشابور نیز حاکی از آن بود که رواناب شـهری در برخی از مناطق شهر می‌تواند جهت اهداف کشاورزی و بعضاً شرب مورد اســتفاده قرار گیرد [۲۳]، اما با این حال، برخی از مناطق شهر رواناب‌هایی با کیفیت پایین‌تر از استانداردهای شرب تولید می‌کنند. در پژوهشـــی که توســـط خوش روش و همکاران انجام شـــد، نتایج تأثیر نوع کاربری بر میزان شدت سیلاب و رواناب و دبی اوج در حوضه کلارد شت نشـان داد که بیشـترین حفاظت خاک و کمترین شـدت رواناب و دبی اوج نســـبی در اراضـــی با پوشـــش جنگلی مشاهده شد و اراضی کشاورزی و شهری منجر به افزایش پارامترهای سیلاب حوضه شده‌اند [۲۴]. با این حال این پژوهش نیز تأثیر کاربری و پوشـــش بر کیفیت رواناب را مورد بررسی قرار نداده است. بررسی عوامل زمین شناختی تأثیرگذار بر کیفیت رواناب در دشت قلعه قاضی نشان داد یکی از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت رواناب، کیفیت و میزان آلودگی لیتولوژی (جنس سنگ) منطقه است و توپوگرافی و فیزیوگرافی منطقه نیزیکی از عوامل تعیین کننده در کیفیت رواناب محســـوب می‌شـــود [۲۵]. تأثیر کاربری اراضـی بر مقدار رواناب حوضـه آبخیز چالوس رود، نشـان داد که اراضـــی جنگلی یکی از مهم‌ترین پوشـــش‌ها در

کنترل رواناب و سیلاب محسوب می‌شود [۲۶].

از آنجایی که ماهیت رواناب و وضـــعیت پارامترهای کیفی آن به خصوص رواناب پوشش‌های جنگلی در جهان و علی‌الخصـــوص کشـــورما کمتر مورد توجه و اندازه‌گیری قرار گرفته اســـت، همچنین اثر تراکم و نوع پوشـــش‌های جنگلی نیز بر این پارامترها ارزیابی نشده است. از این رو، هدف این پژوهش ارزیابی کمی و کیفی رواناب در سه زیر حوضـه با تراکم پوشـش گیاهی مختلف در پارک جنگلی چیتگر و مقایسه وضعیت پارامترهای کمی و کیفی رواناب در این جنگل شهری با یکدیگر است. از این نظر، پژوهش حاضر یک نوآوری در بررسی جنگل‌های دست کاشت در کشور محسوب می‌شود.

۲. روش شناسی

۱,۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در این پژوهش در بخش غربی پارک جنگلی چیتگر در طول جغرافیایی″۲۵ ′۱۲ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی″۴۰ ′۴۳ °۳۵ شمالی واقع شده است. در این بخش سه زیر حوضه به طور تصادفی انتخاب شـد. انتخاب زیر حوضـه‌ها بر این اسـاس بود که مدیریت پارک تغییراتی در رواناب ایجاد نکرده و از زیر حوضه‌های دیگر رواناب را به این زیرحوضه‌ها هدایت نکرده باشد. پس از انتخاب زیر حوضـه‌ها، خصـوصـیاتی همچون مسـاحت، شیب متوسط، درصد پوشش گیاهی و ویژگی‌های فیزیکی و شـــیمیایی خاک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. جدول ۱ خصوصیات زیر حوضه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. موقعیت منطقه مورد مطالعه، زیر حوضه‌های مورد بررسی و نقاط نمونه‌برداری (خروجی زیرحوضـــه‌ها) در شـــکل ۱ نشان داده شده است.

۲,۲. خاک منطقه مطالعاتی

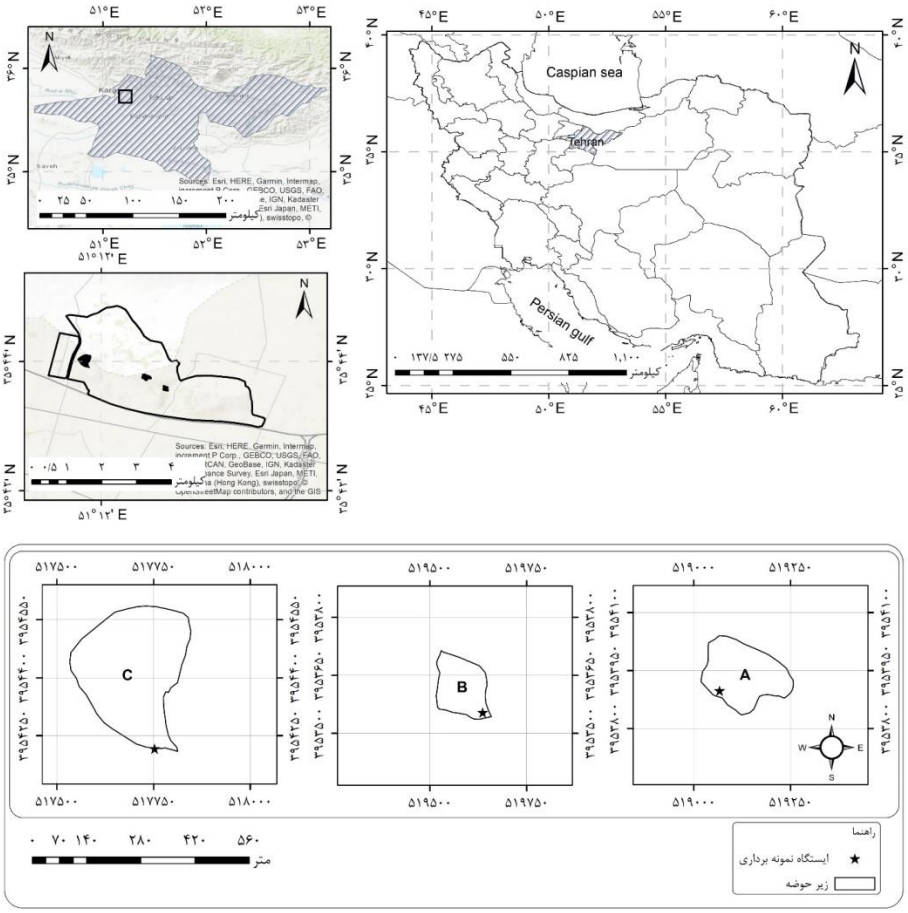
رژیم رطوبتی خاک منطقه خشـک و رژیم حرارتی آن گرم بوده و از رســوبات تشــکیلات البرز نشــأت گرفته و عمدتاً آهکی اســت. جنس ســنگ و اغلب ســنگ‌ریزه‌ها آهکی و توف بوده و به ندرت مارن نیز مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه میزان بارندگی در این منطقه کمتر از ۳۰۰ میلیمتر در سال است، و پراکنش بارندگی شدیداً فصلی است، امکان شستشوی املاح کم بوده و افق‌های کلسیم و گچ نیز در خاک منطقه تشکیل شده است [۲۷].

۳,۲. پوشش جنگلی پارک چیتگر

پوشـــش جنگلی پارک چیتگر متشـــکل از گونه‌های سوزنی برگ و پهن برگ است که در حدود ۵۳ درصد از پوشش پارک مربوط به گونه‌های سوزنی برگ کاج تهران (*Pinus eldarica*)، سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) و ســـرو خمره‌ای (*Biota orientalis*) بوده و حدود ۴۷ درصـــد از پوشـــش جنگلی مربوط به گونه‌های پهن برگ بوده که عمدتاً شـــامل اقاقیا (*Robinia pseudoacacia*)، زبان گنجشک (*Fraxinus excelsior*)، داغداغان (*Celtis caucasica*) و ارغوان (*Cercis siliquastrum*) است [۲۷].

جدول ۱. خصوصیات زیرحوضه‌های مورد بررسی در پارک جنگلی چیتگر

زیر حوضه	مساحت (متر مربع)	شیب متوسط (٪)	پوشش جنگلی (٪)	نوع پوشش	بافت خاک
A	۳۰۱۷۱	۸	۲۹	کاج- ارغوان	شنی- رسی
B	۱۸۰۱۶	۷	۳۱	کاج	شنی- رسی
C	۷۸۱۰۱	۷	۲۴	کاج- اقاقیا- ارغوان	شنی- لومی



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه، زیر حوضه‌های مورد بررسی و نقاط نمونه‌برداری در پارک جنگلی چیتگر

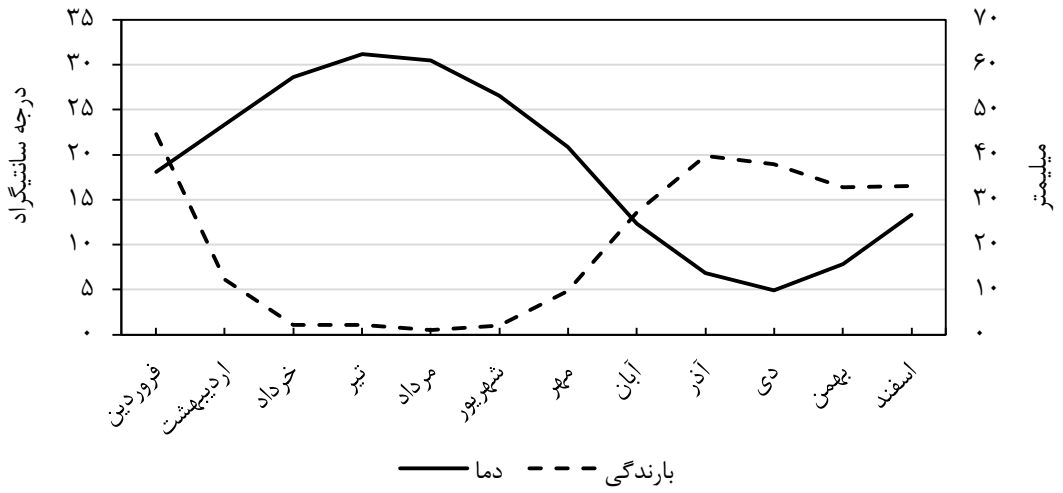
۴,۲. اقلیم منطقه مطالعاتی

جهت بررسی اقلیم منطقه مورد مطالعه و همچنین میزان بارندگی از اطلاعات اقلیمی ایستگاه مهرآباد بواسطه سطح اعتبار بیشتر استفاده شد. بر اساس داده‌های ۱۰ ساله (۱۳۸۳ الی ۱۳۹۳) این ایستگاه، میانگین درجه حرارت روزانه در این منطقه در حدود ۱۸/۷ درجه سانتیگراد برآورد شد که گرمترین ماه سال، تیرماه با میانگین ۳۱/۲ درجه و سردترین ماه سال، دی‌ماه با میانگین ۵ درجه سانتیگراد برآورد شد. در این منطقه در فصل تابستان بواسطه تأثیر سیستم پرفشار جنب حاره‌ای، میزان بارندگی کم و ناچیز است. بنابراین عمده بارندگی سالانه در این منطقه در آبان‌ماه تا فروردین سال بعد رخ می‌دهد. مجموع میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۲۲۴/۴ میلی‌متر برآورد شده است که کمترین میزان بارندگی در مردادماه با میانگین ۱ میلی‌متر و بیشترین میزان بارندگی در فروردین ماه با میانگین ۴۴/۶ میلی‌متر مشاهده شده است (شکل ۲).

۵,۲. نمونه‌برداری

پس از تعیین مرز زیر حوضه ها و خروجی آن ها، نمونه‌برداری از خروجی زیر حوضه‌ها جهت اندازه‌گیری کمی و کیفی رواناب در سه نوبت در تاریخ‌های ۵ دی ماه و ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۵، و ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ انجام شد که در این سه تاریخ بارندگی‌ها منجر به ایجاد رواناب در خروجی زیر حوضه‌ها شد. همچنین نمونه‌برداری‌ها در

هر ایستگاه بین ساعات ۹ تا ۱۳ هر یک ساعت، برداشت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تنها در ۱۵ اردیبهشت که بارندگی از حدود ساعت ۱۱ ظهر شروع شد نمونه‌برداری از ساعت ۱۳ الی ۱۷ انجام گرفت.



شکل ۲. منحنی آمبروترمیک ایستگاه سینوپتیک مهر آباد (نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه) طبق آمار ۱۰ ساله اخیر (از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۹۳)

۶,۲. اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی رواناب

خصوصیات مورد اندازه‌گیری در این بررسی شامل دبی، ذرات معلق کل (TSS)، کل مواد جا مد محلول (TDS)، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، pH، نیترات و فسفات بود. اندازه‌گیری دبی رواناب با ا ستفاده از سر ریز مثلثی که در محل تعبیه شده بود انجام گرفت. کل مواد جامد محلول با استفاده از کاغذ صافی در آزمایشگاه و TDS و pH با استفاده از دستگاه TDS متر اندازه‌گیری شد. میزان کلسیم به روش ۳۵۰۰- Ca استاندارد اندازه‌گیری آب و پساب، منیزیم ۳۵۰۰ -Mg، سدیم ۳۵۰۰ - Na، پتا سیم ۳۵۰۰ - K، نیترات ۴۵۰۰ - NO3 و فسفات به روش ۴۵۰۰ - P اندازه‌گیری شد [۲۸].

۷,۲. تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل آماری ابتدا داده‌های پژوهش وارد نرم افزار SPSS 20 شده و سپس آماره‌های اولیه متغیرها بر ا ساس ای ستگاه شامل میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف معیار محاسبه شد. سپس ارتباط بین تمامی متغیرها با استفاده از روش همبستگی پیرسون مورد تحلیل قرار گرفت و رابطه رگرسیونی بین دبی با پارامترهای دارای همبستگی بالا تعیین شد و در نهایت با استفاده از آزمایش فاکتوریل دو عاملی ۳×۳ در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی داده‌ها تجزیه واریانس شد و میانگین متغیرها به تفکیک ای ستگاه و روز با ا ستفاده از روش توکی در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

۳. نتایج

۱,۳. وضعیت پارامترها

آماره‌های اولیه در جدول ۲ حاکی از آن است که میزان دبی در ایستگاه سوم بالاتر از دو ایستگاه دیگر ا ست، که به و ضوح این اختلاف نا شی از در صد پو شش گیاهی ایستگاه C ا ست. هر سه زیرحوضه از نظر شیب و

وضعیت خاک تقریباً مشابه بوده و تنها جهت زیرحوضه‌ها تفاوت اندکی دارد، به گونه‌ای که زیر حوضه A دارای جهت جنوبی، زیر حوضه B دارای جهت شرقی و زیرحوضه C دارای جهت جنوب شرقی بوده است. میزان پوشش ایستگاه‌های A و B به ترتیب ۱/۲ و ۱/۳ برابر ایستگاه C بود. همین مقدار پوشش، خود یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش رواناب سطحی به شمار می‌آید.

کل مواد جامد محلول در هر سه ایستگاه بین ۲ تا ۲۴۵ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود و به طور میانگین در ایستگاه اول و سوم تقریباً یکسان بوده و در ایستگاه دوم کمتر بود. ذرات محلول نیز در ایستگاه سوم بسیار بیشتر از دو ایستگاه دیگر بود. همچنین میزان pH در ایستگاه دوم بیشتر از دو ایستگاه دیگر بود که حاکی از قلیائیت بالاتر رواناب در این زیر حوضه است.

بررسی داده‌های بدست آمده از غلظت کلسیم و منیزیم نشان می‌دهد که میزان کلسیم در ایستگاه سوم از دو ایستگاه دیگر بیشتر بوده و میزان منیزیم در ایستگاه ۲ و ۳ تقریباً یکسان است. میزان سدیم موجود در رواناب نیز نشان می‌دهد که ایستگاه دوم و سوم به مراتب میزان سدیم بیشتری نسبت به ایستگاه اول دارند در صورتی که میزان پتاسیم در هر سه ایستگاه تقریباً یکسان بود. میزان نیترات نیز در سه ایستگاه مورد مطالعه بین ۰/۰۹ تا ۳/۴۵ متغیر بود که نشان‌دهنده غلظت پایین نیترات در هر سه زیرحوضه است در صورتی که میزان فسفات بین صفر تا ۴/۷ متغیر بود و حاکی از آن است که فسفات قابل دسترس در این منطقه قابل توجه است.

جدول ۲. آماره‌های اولیه متغیرهای مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه		دبی (l/h)	ذرات معلق کل (mg/l)	ذرات محلول کل (mg/l)	pH	کلسیم (mg/l)	منیزیم (mg/l)	سدیم (mg/l)	پتاسیم (mg/l)	نیترات (mg/l)	فسفات (mg/l)
ایستگاه A	میانگین	۸۶۸/۹۲	۵۳/۷۳	۱۹۸/۶۷	۷/۵۷	۰/۷۵	۰/۹۹	۳۵/۳۳	۵/۳۳	۱/۲۱	۱/۰۰
	حداقل	۹/۰۰	۷/۵۰	۱۱۶/۰۰	۷/۲۷	۰/۲۰	۰/۲۰	۲۱/۰۰	۴/۰۰	۰/۰۹	۰/۵۰
	حداکثر	۳۱۳۲/۰۰	۱۷۰/۹۰	۳۵۶/۰۰	۷/۸۰	۱/۸۰	۳/۰۰	۴۷/۰۰	۷/۰۰	۳/۳۵	۲/۲۰
	انحراف معیار	۹۳۲/۸۶	۴۸/۴۲	۸۶/۰۷	۰/۱۷	۰/۴۹	۰/۸۹	۶/۹۵	۰/۷۲	۱/۰۳	۰/۴۸
ایستگاه B	میانگین	۶۳۴/۰۴	۱۴/۸۷	۱۴۷۴/۵۰	۷/۹۶	۲/۱۷	۲/۹۳	۶۹۹/۳۳	۵/۰۷	۱/۹۵	۰/۴۱
	حداقل	۶۸/۴۰	۲/۶۷	۲/۶۷	۷/۳۲	۰/۴۰	۰/۶۰	۱۲۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۶۰	۰/۰۰
	حداکثر	۱۰۱۰/۴۰	۶۸/۳۹	۳۷۲۰/۰۰	۸/۵۲	۴/۴۰	۷/۰۰	۲۰۴۰/۰۰	۸/۰۰	۳/۴۵	۱/۹۰
	انحراف معیار	۳۹۰/۲۶	۱۸/۱۲	۱۲۵۷/۹۳	۰/۳۸	۱/۴۸	۲/۰۱	۷۸۸/۱۸	۱/۹۴	۱/۱۱	۰/۶۰
ایستگاه C	میانگین	۴۴۶۱/۹۶	۵۳/۳۳	۴۵۲۱/۳۳	۷/۷۲	۵/۹۳	۲/۷۶	۱۰۱۸/۵۳	۶/۷۳	۰/۹۲	۰/۷۳
	حداقل	۴۸/۶۰	۸/۹۱	۲۹۰۰/۰۰	۷/۱۰	۳/۰۰	۱/۶۰	۲۳۵/۰۰	۵/۰۰	۰/۲۵	۰/۰۰
	حداکثر	۱۲۹۶۰/۰۰	۲۴۳/۵۴	۶۲۷۰/۰۰	۸/۱۹	۹/۵۰	۴/۹۰	۲۵۴۰/۰۰	۸/۰۰	۱/۷۰	۴/۷۰
	انحراف معیار	۴۲۵۶/۸۲	۵۹/۴۶	۸۶۶/۱۲	۰/۳۶	۲/۵۷	۰/۹۶	۱۰۵۳/۳۶	۰/۸۰	۰/۴۷	۱/۳۷
میانگین کل		۱۹۸۸/۳	۴۰/۶۴	۲۰۶۴/۸	۷/۷۵	۲/۹۵	۲/۲۳	۵۸۴/۴	۵/۷۱	۱/۳۶	۰/۷۱

۲،۳. همبستگی بین متغیرها

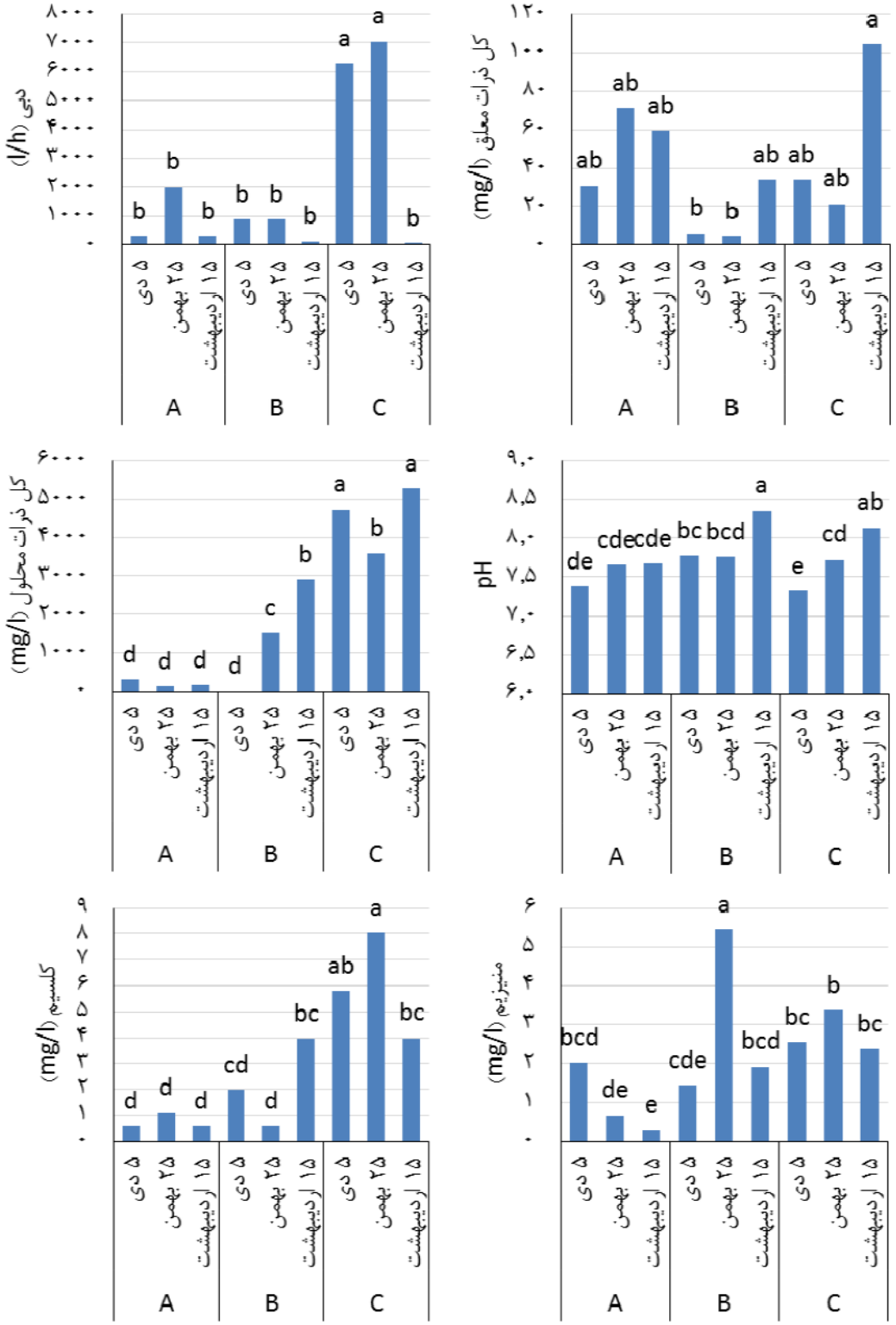
ماتریس همبستگی بین متغیرها در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس این نتایج دبی رواناب رابطه مستقیمی با ذرات محلول کل، کلسیم و پتاسیم داشته، در صورتی که افزایش دبی رواناب با کاهش میزان pH و فسفات همراه بود. همچنین کل مواد جامد محلول با میزان فسفات و سدیم رابطه مستقیم و با میزان نیترات رابطه عکس داشته که حاکی از وابسته بودن این دو فاکتور به رسوبات بود. کل مواد جامد محلول نیز با میزان کلسیم و سدیم همبستگی قوی داشته و با میزان نیترات رابطه عکس را نشان داد. میزان pH نیز با مقدار سدیم همبستگی قوی و مثبتی را نشان داده است. در نهایت میزان سدیم و فسفات نیز همبستگی قوی و مثبتی را نشان می‌دهند. در مجموع نتایج همبستگی نشان دهنده نقش کلیدی سدیم در نمونه‌های مورد بررسی است. از بین متغیرهای ارائه شده در جدول ۳، پنج متغیر دبی، رواناب، کلسیم، سدیم، کل مواد جامد محلول و pH همبستگی قابل توجهی را نشان داده‌اند.

جدول ۳. همبستگی پیرسون بین متغیرهای مورد بررسی (*،: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد)**

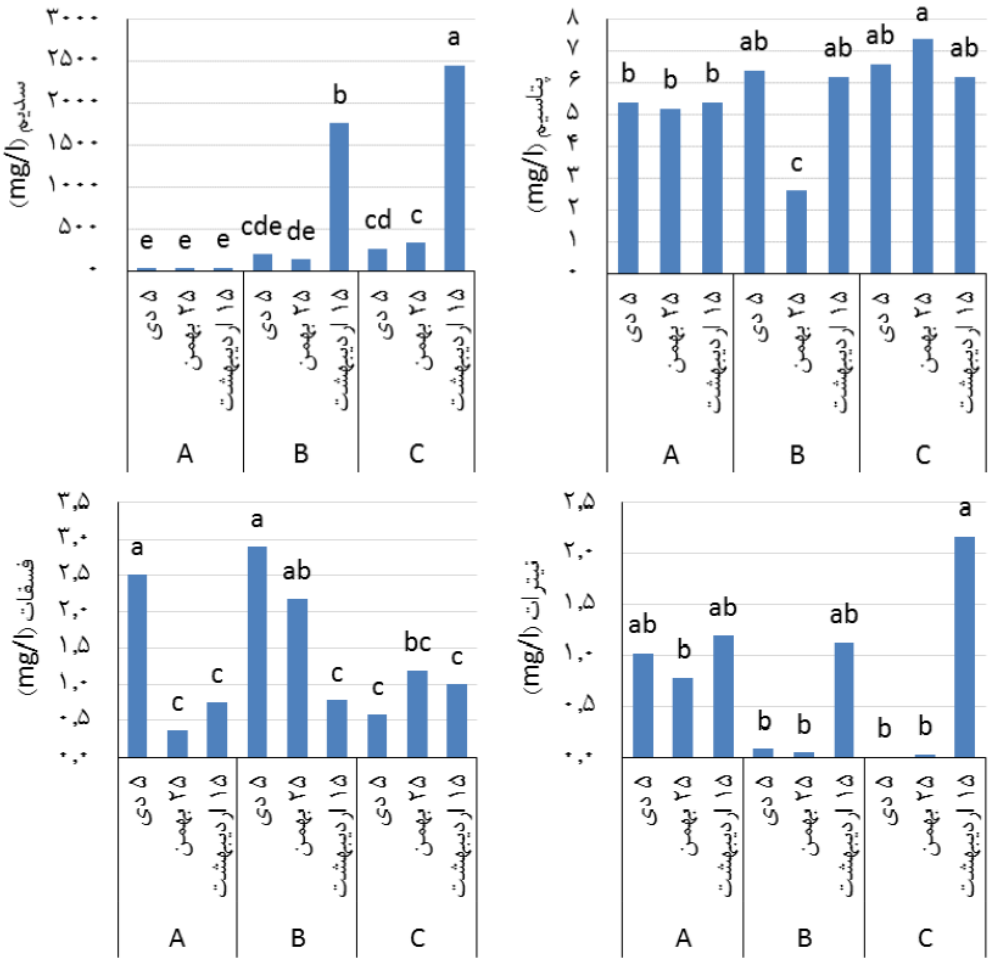
پارامتر	ذرات معلق کل	ذرات محلول کل	pH	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نیترات	فسفات
دبی	-۰/۰۹	۰/۳۵*	-۰/۳۳*	۰/۶۶**	۰/۱۲	-۰/۲۵	۰/۳۸**	-۰/۲۵	-۰/۴۰**
ذرات معلق کل		۰/۲۴	۰/۱۴	-۰/۰۱	-۰/۲۵	۰/۳۵*	۰/۰۳	-۰/۳۶*	۰/۳۴*
ذرات محلول کل			۰/۲۳	۰/۶۹**	۰/۳۵*	۰/۶۵**	۰/۳۴	-۰/۳۶*	۰/۱۱
pH				۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۷۱**	۰/۰۷	-۰/۱۸	۰/۳۲*
کلسیم					۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۵۹	-۰/۳۱*	-۰/۱۶
منیزیم						۰/۰۴	-۰/۳۱*	۰/۳۱*	-۰/۲۹
سدیم							۰/۲۲	-۰/۲۵	۰/۵۳**
پتاسیم								-۰/۲۰	۰/۱۶
نیترات									-۰/۲۲

۳،۳. مقایسه میانگین‌ها

مقایسهٔ میانگین متغیرهای مورد بررسی در سه زیرحوضه جنگلی پارک چیتگر در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. دبی و رواناب حاصل از بارش نزولات جوی در هر دو زمان ۵ و ۲۵ بهمن‌ماه در زیرحوضه C (۲۴٪ پوشش گیاهی) به طور معنی‌داری بالاتر از دو زیرحوضه A (۲۹٪ پوشش گیاهی) و B (۳۱٪ پوشش گیاهی) بود. از نظر رواناب جاری شده در خروجی هر دو زیر حوضه A و B در سه زمان ۵ دی، ۲۵ بهمن و ۱۵ اردیبهشت تفاوتی وجود نداشت. ذرات معلق موجود در رواناب هر سه زیرحوضه در تاریخ‌های ۵ دی و ۲۵ بهمن ماه تفاوت معنی‌دار نداشت. اما در زیرحوضه C با کمترین درصد پوشش گیاهی (۲۴٪)، بارش بهاره ۱۵ اردیبهشت سبب افزایش بسیار زیاد در ذرات معلق محلول آن نسبت به دو زیرحوضه دیگر شد. کل ذرات محلول رواناب سطحی در هر سه زمان بارندگی در زیرحوضه C بالاتر از دو ایستگاه دیگر بود. میزان pH در هر سه بارندگی تقریبا تفاوتی بین زیرحوزه‌ها نداشت و در بازه بین ۷/۵ الی ۸/۳ نوسان داشت. میزان کلسیم موجود در هر سه زمان بارندگی زیرحوضه C بالاتر از دو ایستگاه دیگر بود. و تفاوت میزان کلسیم دو زیر حوضه A و B تنها در بارندگی رگباری ۱۵ اریبهشت مشاهده شد.



شکل ۳. نمودار مقایسه میانگین پارامترهای مورد اندازه‌گیری
در رواناب ایستگاه‌های A (۲۹٪ پوشش)، B (۳۱٪ پوشش) و C (۲۴٪ پوشش) در سه واقعه بارندگی



شکل۴. نمودار مقایسه میانگین پارامترهای مورد اندازه‌گیری
در رواناب ایستگاه‌های A (۲۹٪ پوشش)، B (۳۱٪ پوشش) و C (۲۴٪ پوشش) در سه واقعه بارندگی (ادامه)

در بارندگی ۵ دی، تفاوت معنی‌دار از نظر میزان منیزیم بین زیرحوضه‌ها وجود نداشت. اما در بارندگی های ۲۵ بهمن و ۱۵ اردیبهشت، رواناب دو ایستگاه B و C دارای میزان منیزیم بالاتری در مقایسه با ایستگاه A بود. میزان سدیم موجود در رواناب ایستگاه A در هر سه زمان بارندگی به طور معنی‌داری کمتر از ایستگاه C بود. همچنین رواناب ایستگاه B (۳۱٪ پوشش) در هر دو واقعه بارندگی ۲۵ بهمن و ۱۵ اردیبهشت میزان سدیم کمتری نسبت به ایستگاه C (۲۴٪ پوشش گیاهی) داشت. میزان پتاسیم رواناب ایستگاه C در هر سه زمان بارندگی در مقایسه با دو ایستگاه A و B بالاتر بود. در هر یک از بارندگی‌های ۵ دی، ۲۵ بهمن و ۱۵ اردیبهشت، میزان فسفات در هر دو ایستگاه A و B به طور معنی‌داری بالاتر از ایستگاه C بود. باوجود نوسانات نیترات موجود در رواناب در بارندگی‌های زمستانه ۵ دی و ۲۵ بهمن، تفاوتی بین سه ایستگاه مورد مطالعه وجود نداشت. اما در بارندگی شدید بهاره ۱۵ اردیبهشت، میزان نیترات رواناب ایستگاه C با اختلاف بسیار زیاد نسبت به دو ایستگاه دیگر بالاتر بود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تاکنون تحقیقات زیادی روی وضعیت کمی رواناب و تأثیر بارندگی بر آن انجام گرفته است. این تحقیقات حاکی از آن است که بین بارندگی و دبی رواناب رابطه مستقیمی وجود دارد که این رابطه در فصولی با بارندگی یکنواخت، دقیق‌تر و در فصول با نوسان بیشتر بارندگی، کمتر است [۲۹]. در این پژوهش در مجموع در روزهای نمونه‌برداری، ۵ دی ۱۵ میلی‌متر با شدت متوسط ۰/۸ میلی‌متر بر ساعت، ۲۵ بهمن ۱۹ میلی‌متر با شدت متوسط ۱/۱۲ میلی‌متر بر ساعت و ۱۵ اردیبهشت ۸ میلی‌متر با شدت متوسط ۲ میلی‌متر بر ساعت، بارندگی ثبت شد. با توجه به میزان بارندگی و دبی اندازه‌گیری شده در دو روز ابتدایی، مشخص می‌شود که در این دو روز، افزایش رواناب بر افزایش بارندگی در هر سه زیرحوضه منطبق است، در صورتی که در اردیبهشت ماه الگوی خاصی حتی بین زیرحوضه‌ها مشاهده نشد. این امر می‌تواند به دلیل عدم امکان تأمین آب مورد نیاز اشباع خاک در این تاریخ باشد، زیرا میزان بارندگی در این روز تنها ۶ میلی‌متر بوده و از دو روز ابتدایی پژوهش کمتر است. گرچه پارامترهای مهمی همچون شیب عرصه، وضعیت خاک و سنگ مادری اهمیت بالایی در تعیین شدّت و مقدار رواناب دارند [۳۰]، اما در این پژوهش هر سه زیرحوضه از نظر این خصوصیات یکسان انتخاب شده‌اند تا بتواند میانگین مناسبی از این پارک جنگلی باشد. تفاوت تاثیرگذار این سه زیر حوضه در صد پوشش بود و همانطور که نتایج نشان داد، در ایستگاه‌های جنگلی A و B که به ترتیب دارای درصد پوشش ۲۹ و ۳۱ درصد بودند، میزان رواناب در هر بارش کمتر از ایستگاه C با ۲۴ در صد پوشش بود. به عبارت بهتر افزایش در صد پوشش جنگلی در چیتگر تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش رواناب در پارک داشته است.

طبق تحقیقات انجام شده، میزان پوشش گیاهی و جنگلی تأثیر معنی‌داری بر میزان pH و کدورت و در نتیجه کل مواد جامد محلول رواناب دارد، به طوری که با افزایش پوشش گیاهی منطقه میزان هر سه فاکتور کاهش می‌یابد [۱۳،۱۲]. در این مطالعه نیز زیر حوضه C با کمترین در صد پوشش (۲۴٪) در مقایسه با دو ایستگاه دیگر که دارای پوشش‌های بالاتر بودند از نظر کیفیت آب مانند کل ذرات معلق، کل ذرات محلول، کلسیم، پتاسیم و سدیم رواناب هر سه زمان بارندگی به طور معنی‌داری بالاتر بود. که با نتایج پیشین در مورد اثر مثبت جنگل‌کاری و پوشش گیاهی بر بهبود کیفیت رواناب سطحی منطبق بود [۱۳،۱۲].

تحقیقات مشابه بسیار کمی با پژوهش حاضر در جهان وجود دارد که بتوان اعداد و ارقام را به طور خاص مورد بررسی قرار داد. زیرا روش‌های اندازه‌گیری و ارائه مقادیر در پژوهش‌های مختلف، متفاوت است. بررسی انجام شده در حاشیه جاده‌های جنگلی [۱۰]، حاکی از آن بود که میزان حمل نیتروژن کل رواناب در جنگل بین ۳ تا ۵ کیلوگرم بر کیلومتر و میزان حمل فسفر بین ۰/۲ تا ۰/۶ کیلوگرم بر کیلومتر است. گرچه نتایج این دو پژوهش از نظر کمی قابل مقایسه نیست اما در مجموع میزان فسفر در رواناب چیتگر بیشتر و میزان نیترات در هر دو پژوهش تقریباً در یک سطح است. بالاتر بودن میزان فسفات را می‌توان به اختلاف میزان پوشش جنگلی در چیتگر و پژوهش انجام شده نسبت داد. محققین [۳۰] اظهار داشتند که قبل از آتش‌سوزی، میزان نیترات آب‌های جاری جنگل در حدود ۰/۰۶ و میزان فسفات در حدود ۰/۲۱ میلی‌گرم در لیتر برآورد شد که دلیل اختلاف نتایج بین این پژوهش و پژوهش حاضر را می‌توان به وضعیت رواناب دائمی و فصلی مربوط دانست. بالاتر بودن میزان نیترات و فسفات رواناب‌های ایستگاه‌های A و B پارک چیتگر در مقایسه با ایستگاه C می‌تواند به دلیل درصد پوشش بالاتر و به دنبال آن فعالیت جانوری (فضولات، لاشه)، گیاهی (بقایای گیاهی، ترشحات ریشه) و بیولوژیک خاک (باکتری‌های تجزیه کننده) باشد که سبب افزایش این مواد در پوشش‌های متراکم‌تر جنگلی شده است.

تاکنون اندازه‌گیری پارامترهای سدیم، پتاسیم، منیزیم

و کلسیم در رواناب به ندرت انجام شده است [۱۵] و بنابراین از نظر آماری، تفسیر نتایج پژوهش و مقایسه آن با سایر تحقیقات کار دشواری است. با این حال، بر اساس تحقیق انجام شده [۱۷]، میزان ذرات معلق موجود در رواناب وابستگی زیادی به بافت خاک دارد و در بافت‌های درشت و شنی کمترین میزان را داشته و در بافت‌های رسی و سیلتی به حداکثر می‌رسد. این محققین اظهار داشتند که در مناطقی که مدیریت نهر انجام می‌گیرد (همچون پارک چیتگر)، میزان ذرات معلق در خاک‌های با بافت ریز می‌تواند به حدود ۱۴۵ میلیگرم در لیتر نیز برسد و با گذشت زمان از تغییرات نهرها، غلظت ذرات معلق در سال‌های آینده کاهش یابد. بنابراین، از آنجایی که در پارک چیتگر نیز مدیریت و هدایت نهر انجام می‌گیرد، در نظر گرفتن این فعالیت در هنگام تفسیر نتایج بسیار اهمیت دارد. میزان نیترات نیز در پژوهش [۱۷] بسیار کمتر از پژوهش حاضر بود که این اختلاف به دلیل تراکم پایین‌تر پوشش درختی و علفی در منطقه چیتگر است، در صورتی که میزان فسفات در هر دو پژوهش تقریباًیکسان به نظر می‌رسد. متاسفانه در داخل کشور ارزیابی کیفیت رواناب جنگلی تاکنون به درستی انجام نگرفته است تا بتوان نتایج را مقایسه کرده و به تفسیر مناسبی رسید.

نتایج بررسی رواناب در کاربری‌های متفاوت، نشان داد که میزان کلسیم و منیزیم محلول در رواناب از تمامی کاربری‌ها بیشتر و به ترتیب در حدود ۲۱۲ و ۶۵/۷ میلی‌گرم بر لیتر بود [۱۲]، در صورتی که در پژوهش حاضر میزان این دو عنصر بسیار پایین و به ترتیب در حدود ۳ و ۲/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر برآورد شد، که اختلاف قابل توجه بین نتایج دو پژوهش را می‌توان مربوط به توسعه بسیار کم خاک در پارک جنگلی چیتگر دانست. میزان سدیم در پژوهش انجام شده [۱۲]، در رواناب جنگلی در حدود ۱۰/۷ میلی‌گرم بر لیتر برآورد شد در صورتی که در پژوهش حاضر مقدار آن بسیار قابل توجه و در حدود ۵۸۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر برآورد شد. این اختلاف را شاید بتوان به استفاده از کود حیوانی در پای برخی از پایه‌های درختی و همچنین استفاده تفرجی قابل توجه مردم از پارک چیتگر دانست. میزان پتاسیم، بر خلاف سایر پارامترها، در هر دو پژوهش تقریباً نزدیک بود. میزان پتاسیم در رواناب جنگلی برابر با ۳/۷ و در مرتع برابر با ۵/۷ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد [۱۲] که با توجه به پوشش ترکیبی جنگل و مرتع در زیرحوضه‌های مورد بررسی در پارک چیتگر، میزان پتاسیم با پژوهش ذکر شده، مشابه به نظر می‌رسد.

در زمینهٔ همبستگی بین پارامترهای کیفی آب تحقیقات بسیار کمی انجام شده است که این تحقیقات در زمینهٔ همبستگی پارامترها در آب‌های سطحی و یا زیرزمینی بوده و در زمینه رواناب تاکنون پژوهش مدونی انجام نگرفته است [۳۱،۳۲]. تحقیقات نشان می‌دهد که در آب‌های سطحی همبستگی قابل توجهی بین برخی از پارامترهای کیفی آب وجود دارد. بین میزان pH و فسفات در آب‌های جاری فلوریدای آمریکا همبستگی معنی‌دار منفی وجود دارد که از نظر شیمیایی منطقی به نظر می‌رسد [۳۱]، زیرا با افزایش میزان قلیایت، رسوب فسفات در آب افزایش یافته و در نتیجه فسفات محلول کاهش پیدا می‌کند. این در صورتی است که در پژوهش حاضر همبستگی بین فسفات و pH مثبت است و نشان می‌دهد که رابطه بین پارامترهای آب در رواناب ممکن است مشابه رابطه پارامترها در آب‌های جاری نباشد. علاوه بر این، این محققین نشان دادند که بین فسفر کل و نیترات آب همبستگی بسیار قوی و مثبتی وجود دارد در صورتی که در پژوهش حاضر همبستگی معنی‌داری بین دو پارامتر مشاهده نشد. بین نیترات و pH نیز در هر دو پژوهش همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. رابطهٔ بین پارامترهای کیفی آب در رود جاکارا در نیجریه نشان داد که بین ذرات معلق کل و pH همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد [۳۲]، در صورتی که چنین همبستگی در نتایج پژوهش حاضر مشاهده نشد. همچنین نتایج این محققین نشان داد که بین ذرات محلول کل و

pH همبستگی معنی‌داری وجود ندارد که چنین نتیجه‌ای در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد. عدم معنی‌داری همبستگی بین برخی پارامترهای مورد بررسی در رواناب، به دلیل تعداد داده ها و واریانس آنها بود که در اکثر مطالعات میدانی قابل مشاهده است.

علاوه بر این، همبستگی قابل توجه بین کلسیم با دبی و ذرات محلول کل می‌تواند حاکی از آهکی بودن خاک منطقه و سنگ مادری باشد. همبستگی بالای بین سدیم با pH و ذرات محلول کل نشان می‌دهد که میزان pH خاک ممکن است وابستگی بیشتری به این عنصر نسبت به سایر عناصر داشته باشد و وفور عنصر سدیم در خاک بیشتر باشد. تا کنون تحقیقات مکتوبی در زمینه رابطه همبستگی بین پارامترها در رواناب انجام نگرفته است تا بتوان با مقایسه نتایج این پژوهش به تفاسیر دقیق‌تر و روشن‌تری دست یافت و عمده تحقیقات در زمینه همبستگی بین پارامترهای آب‌های سطحی و سفره‌های زیرزمینی انجام گرفته است.

در این پژوهش به ارزیابی وضعیت کمی و کیفی رواناب در سه زیرحوضه بخش غربی پارک جنگلی چیتگر پرداخته شد. ارزیابی دامنه تغییرات و میزان اختلاف بین روزها و ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد که زیر حوضه‌ها بر اساس درصد پوشش، دارای اختلافاتی از نظر پارامترهای مورد بررسی به ویژه دبی رواناب بودند. بررسی رابطه بین پارامترهای کیفی و همچنین مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های انجام شده روی کیفیت آب رودخانه‌ها نشان می‌دهد که روابط بین پارامترها در رواناب بسیار متفاوت از آب‌های جاری است که این امر می‌تواند ناشی از ماهیت رواناب از نظر سرعت تشکیل و عمر کوتاه باشد. بنابراین احتمال می‌رود که با افزایش طول عمر رواناب و ثبات شدّت آن، و ضعیت کیفی آب و روابط بین پارامترها به وضعیت آب‌های دائمی سطحی نزدیک‌تر شود. تفاوت درصد پوشش گیاهی در زیرحوضه‌های مورد مطالعه نشان داد که افزایش درصد پوشش موجب کاهش میزان رواناب در بارش های سالانه منطقه می‌شود. همچنین در اثر بالاتر بودن پوشش گیاهی در زیرحوضه‌های A و B پارک چیتگر، میزان املاح معلق کل، املاح محلول کل، سدیم، پتاسیم و کلسیم رواناب کمتر بود. می‌توان گفت که از نظر کیفیت املاح موجود در رواناب، افزایش پوشش جنگلی اثر مثبتی داشته است. اما در مورد یون‌های نیترات و فسفات، احتمالا به دلیل افزایش فعالیت های بیولوژیکی در پوشش های جنگلی بالاتر، میزان آن در زیرحوضه‌های دارای پوشش ۲۹ و ۳۱ درصد بیشتر از زیر حوضه دارای پوشش ۲۴ درصد بود.

References

[1] Leal Filho, W. and Sümer, V. (2014). Sustainable water use and management: Examples of new approaches and perspectives. Springer.

[2] Goel, P. (2006). Water pollution: causes, effects and control. New Age International.

[3] FAO. (2016). State of the World's Forests.

[4] Vahabi, J. and Mahdian, M. (2009). The study of edaphic parameters on runoff quantity using rain simulator. Watershed management researchs (Pajouhesh-va-sazandegi), 22: 11-20.

[5] Hemmat zade, Y., Barani, H. and Kabir, A. (2009). Vegetation cover management role in runoff quantity (case study: Kachik basin, Golestan province). Journal of water and soil conservation. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16: 19-33.

[6] Faraj zadeh, M., Rajaee Najaf, A.S. and Ghavidel, R.Y. (2012). Detecting the effects of precipitation on surface runoff in sarakhs watershed (Kashaf rood). Arid regions geographic studies, 2: 11-24.

[7] Clesceri, L., Greenberg, A.E. and Eaton, A.D. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater: Washington. DC, USA, American Public Health Association.

[8] Nakagawa, Y. and Iwatsubo, G. (1999). Extensive Study on Forest Runoff Water Chemistry over East Asia. Journal of Forest Research, 4: 115-123.

[9] Tong, S.T.Y. and Chen, W. 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. Journal of Environmental Management, 66: 377-393.

[10] Forsyth, A.R., Bubb, K.A. and Cox, M.E. (2006). Runoff, sediment loss and water quality from forest roads in a southeast Queensland coastal plain Pinus plantation. Forest Ecology and Management, 221: 194-206.

[11] Hümann, M., Schüler, G., Müller, C., Schneider, R., Johst, M. and Caspari, T. (2011). Identification of runoff processes – The impact of different forest types and soil properties on runoff formation and floods. Journal of Hydrology, 409: 637-649.

[12] Irshad, M., Ali, J. and Eneji, A.E. (2015). Chemical properties of soil and runoff water under different land uses in Abbottabad, Pakistan. Environmental Earth Sciences, 74: 3501-3506.

[13] Dahm, C.N., Candelaria-Ley, R.I., Reale, C.S., Reale, J.K. and Van Horn, D.J. (2015). Extreme water quality degradation following a catastrophic forest fire. Freshwater biology, 60: 2584-2599.

[14] Bakr, N., Elbana, T.A., Arceneaux, A.E., Zhu, Y., Weindorf, D.C. and Selim, H.M. (2015). Runoff and water quality from highway hillsides: Influence compost/mulch. Soil and Tillage Research, 150: 158-170.

[15] Paule-Mercado, M.A., Ventura, J.S., Memon, S.A., Jahng, D., Kang, J.H. and Lee, C.H. (2016). Monitoring and predicting the fecal indicator bacteria concentrations from agricultural, mixed land use and urban stormwater runoff. Science of Total Environment, 550: 1171-1181.

[16] Bachman, M., Inamdar, S., Barton, S., Duke, J.M., Tallamy, D. and Bruck, J. (2016). A comparative assessment of runoff nitrogen from turf, forest, meadow, and mixed landuse watersheds. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 52: 397-408.

[17] Nieminen, M., Palviainen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Marttila, H. and Finér, L. (2017). A synthesis of the impacts of ditch network maintenance on the quantity and quality of runoff from drained boreal peatland forests. Ambio: 1-12.

[18] Maass, M., Ahedo-Hernández, R., Araiza, S., Verduzco, A., Martínez-Yrízar, A., Jaramillo, V.J., Parker, G., Pascual, F., García-Méndez, G. and Sarukhán, J. (2017). Long-term (33years) rainfall and runoff dynamics in a tropical dry forest ecosystem in western Mexico: Management implications under extreme hydrometeorological events. Forest Ecology and Managemen,. 426: 7-17.

[19] Zhang, M. and Liu, S.A. (2017). Worldwide analysis of the impact of forest cover change on annual runoff across multiple spatial scales. in AGU Fall Meeting.

[20] Chandler, K.R., Stevens, C.J., Binley, A. and Keith, A.M. (2018). Influence of tree species and forest land use on soil hydraulic conductivity and implications for surface runoff generation. Geoderma, 310: 120-127.

[21] Gholami, V., Gonbad, M., Azadi, M. and Jokar sarhangi, A. (2009). Studying the effect of land-use change on runoff formation and flood risk in Kasilian basin. Iranian Journal of watershed management science and engineering, 3: 55-57.

[22] Deylam, M. and Rouhani, H. (2011). Runoff fluctuations trend and surface water quality of Gorganrood river. Seventh national conference on watershed management science and engineeering, Iran.

[23] Bouzh abadi, Z., Hafezi moghadas, N. and Ghafoori, M. (2014). Studying of Neyshabour urban runoff quality regarding drink, industrial, and irrigational use. First national conference on urban environmental damage and pollution, Shiraz, Iran.

[24] Khosh ravesh, M., Raeini, M., Nikzad tehrani, A. and Koolaeian, A. (2015). Effects of increasing urban development on Sardabrood basin, Kelardasht, using precipitation-runoff HEC-HMS model. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 9: 209-220.

[25] Zarabi, B., Fazel vai pour, M. and Javanbakht, M. (2015). Study the effect of geological factors on runoff quality in Ghalee Ghazi plain. Second international applied geology congress.

[26] Vafakhah, M., Javadi, M. and Najafi majd, J. (2015). Effects of land-use change on runoff quantity in Chaloosrood basin. Ecohydrology, 2: 211-220.

[27] Motahari, M. (2010). Rainfall Interception and Throughfall in a Pinus eldarica Medw. Plantation in a Semi-Arid Climate Zone of Iran, Master's thesis for Forestry and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

[28] Wenjie, L., Wenyao, L., Hongjian, L., Wenping, D. and Hongmei, L. (2011). Runoff generation in small catchments under a native rain forest and a rubber plantation in Xishuangbanna, southwestern China. Water and Environment Journal, 25: 138-147.

[29] Livesley, S.J., McPherson, E.G. and Calfapietra, C. (2016). The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. Journal of Environmental Quality, 45: 119-124.

[30] Smith, H.G., Sheridan, G.J., Lane, P.N.J., Nyman, P. and Haydon, S. (2011). Wildfire effects on water quality in forest catchments: A review with implications for water supply. Journal of Hydrology, 396: 170-192.

[31] Ouyang, Y., Nkedi-Kizza, P., Wu, Q.T., Shinde, D. and Huang, C.H. (2006). Assessment of seasonal variations in surface water quality. Water Research, 40: 3800-3810.

[32] Mustapha, A., Aris, A.Z., Juahir, H., Ramli, M.F. and Kura, N.U. (2013). River water quality assessment using environmentric techniques: case study of Jakara River Basin. Environmental Science and Pollution Research, 20: 5630-5644.