

# تأثیر کاربری‌های مختلف بر کیفیت منابع آب سطحی

مطالعه موردی: حوزه آبخیز سیاه‌رود قائم‌شهر

حمیدرضا مرادی<sup>۱</sup>، نوشین تقوی<sup>۲</sup>، نادر بهرامی فر<sup>۳</sup>

## چکیده

رودخانه‌ها مهمترین و متداول‌ترین منابع تأمین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی به شمار می‌آیند و به علت این که از بسترها و مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با محیط پیرامون خود هستند نوسانات کیفی زیادی دارند. از طرفی بهره‌برداری بیش از حد خاک، استفاده مداوم از منابع آب سطحی و زیر زمینی و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی (کودها و آفت کش‌ها) اثرات منفی معنی داری بر محیط زیست دارد. همچنین منابع آب بر اثر عوامل انسانی نظیر کاربری‌های مختلف اراضی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌شود. این تغییرات عموماً منفی بوده و بهره‌برداری از منابع آبی را به شدت محدود می‌کند. این مقاله به بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر کیفیت منابع آب سطحی می‌پردازد.

## کلمات کلیدی:

کیفیت آب، کاربری اراضی نیترات، حوزه آبخیز سیاه‌رود

۱. دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، [hmradi@modares.ac.ir](mailto:hmradi@modares.ac.ir)  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس [n.taghavi@yahoo.com](mailto:n.taghavi@yahoo.com)  
۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس [nbahramifar@gmail.com](mailto:nbahramifar@gmail.com)

## Effect of Different Land use on Surface Water Quality

### Case Study: Siahrood Ghaemshahr Watershed

Moradi H R<sup>1</sup>, Taghavi N<sup>2</sup>, Bahramifar N<sup>3</sup>

#### Abstract

Rivers are one of the most important, common supplies for drinking water, agriculture and industry. The water passes through different regions and by direct contact with the surrounding environment large fluctuations in water quality occur. Excessive exploitation of soil, continuous use of surface and underground water resources, and use of agricultural chemicals (fertilizers and pesticides) cause significant negative effects on the environment. Various uses for land by humans causes changes to the physical, chemical and biological components of water resources. These changes are generally negative, restricting water resource usage. This article examines the impact of different land uses on surface water quality.

#### Keywords:

Water quality, Land use, Nitrate, Siahrood Watershed

- 
1. Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran hrmoradi@modares.ac.ir or morady5hr@yahoo.com
  2. M.Sc. Student, Department of Environment Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University: n.taghavi@yahoo.com
  3. Assistant Professor, Payame Noor University :nbahramifar@gmail.com

## مقدمه

افزایش بی‌رویه جمعیت و رشد فزاینده شهرنشینی در سال‌های اخیر با گسترش جوامع شهری دنیا به خصوص در کشورهای در حال توسعه سبب ساز انواع آلودگی‌های زیست محیطی و بخصوص آلودگی منابع آب و خاک شده است. توسعه شهرنشینی تغییرات قابل توجهی در کاربری زمین ایجاد می‌کند و اثرات زیادی بر ساختار، الگوها و عملکرد اکوسیستم‌های مختلف زمین دارد (Hara و همکاران، ۲۰۰۴). بهره‌برداری بیش از حد خاک، استفاده مداوم از منابع آب سطحی و زیرزمینی و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی (کودها و آفت کش‌ها) اثرات منفی معنی‌داری بر محیط زیست دارد (Vito و همکاران، ۲۰۰۳). در این میان رودخانه‌ها به دلیل نقش حیاتی که به ویژه در تأمین آب مناطق شهری و روستایی دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (کاشفی پور و توکلی زاده، ۱۳۸۶). رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین منابع آب قابل حصول و در دسترس انسان بوده که به دلیل اهمیت آن همواره جوامع انسانی و مراکز صنعتی در نزدیکی آن برپا شده است (طیبیان، ۱۳۷۸).

این امر خود باعث دخل و تصرف غیر طبیعی و امکان تغییر شرایط آن از وضعیت طبیعی و مناسب به وضعیت نامطلوب می‌گردد (Hongming و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی رودخانه‌ها به علت عبور از بسترها و مناطق مختلف، نوسانات کیفی زیادی دارند (کاشفی پور و توکلی زاده، ۱۳۸۶). کاربری زمین یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر کیفیت منابع آب سطحی و بخصوص رودخانه‌ها می‌باشد. هم‌زمان با افزایش جمعیت، الگوهای کاربری زمین تغییر می‌کند. بنابراین رواناب ناشی از بارندگی‌ها و نیز تخلیه پساب‌های شهری، منجر به افزایش میزان مواد مغذی و دیگر آلاینده‌ها به داخل رودخانه‌ها و منابع آب سطحی می‌گردد (Hara و همکاران، ۲۰۰۴). فاضلاب‌های صنعتی، شیمیایی، خانگی، شهری و پساب‌های کشاورزی منجر به آلوده شدن رودها می‌گردند. دخالت‌های انسانی در بیشتر کاربری‌های مختلف اراضی منجر به بروز تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در رودخانه‌ها و منابع آبی هم‌جوار می‌گردد. این تغییرات عموماً منفی بوده و بهره‌برداری از منابع آبی را به شدت محدود می‌کند (He و همکاران، ۲۰۰۸).

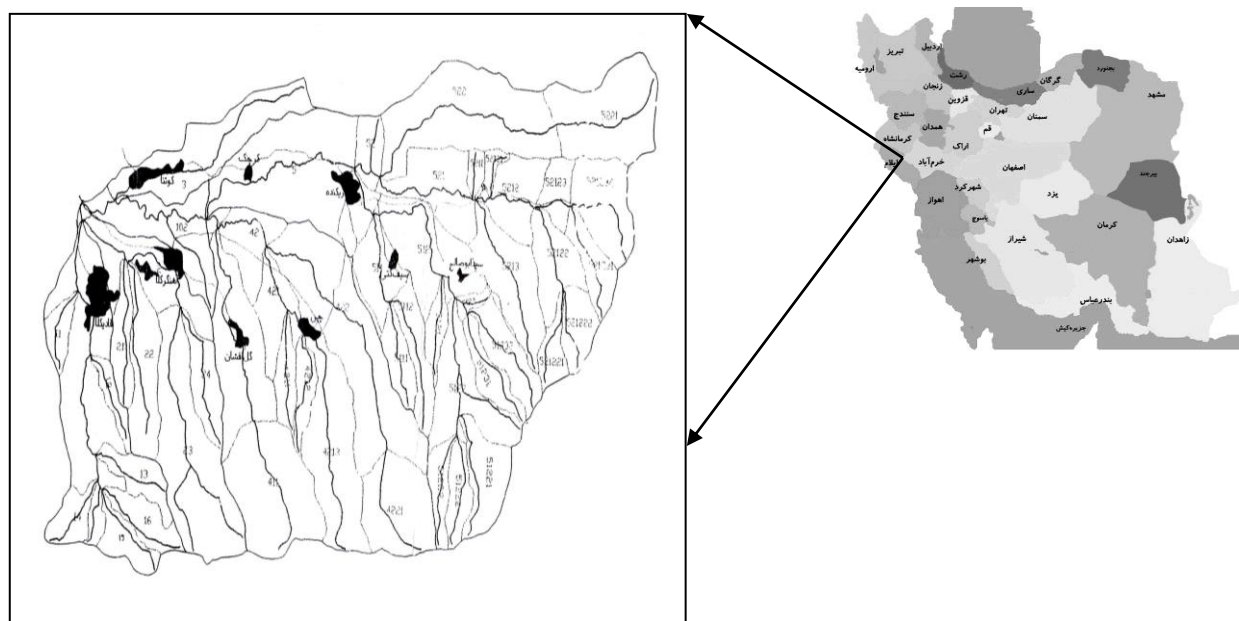
بنابراین لازم است تا کاربری اراضی را از جنبه‌های مختلف مورد نقد و بررسی قرار داد تا بتوان به درک صحیح تأثیر کاربری بر تغییر کیفیت آب رودخانه در دراز مدت دست یافت.

یکی از بحران‌های زیست محیطی اغلب جوامع انسانی، بحث آلودگی منابع آب سطحی است. رشد جمعیت، شهرگرایی و پیشرفت تکنولوژی علاوه بر آن که نیاز جوامع انسانی را به منابع آب به میزان زیادی افزایش داده،

همزمان باعث آلودگی و تخریب این منابع نیز گشته است. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. در حوزه آبخیز سیاهرود به دلیل تغییرات سریع کاربری اراضی و افزایش روزافزون انواع سموم و کودهای شیمیایی در مزارع، همچنین استقرار صنایع کوچک و بزرگ در اطراف این حوزه آبخیز و نیز تخلیه فاضلاب‌های مناطق مسکونی و صنعتی به درون منابع آب سطحی منطقه، بحث کیفیت منابع آب و شناسایی منابع منتشر کننده آلودگی‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد. در این راستا اطلاع از وضعیت کیفی آب‌های سطحی و نقش کاربری اراضی در کیفیت منابع آب امکان اتخاذ شیوه‌هایی را فراهم می‌سازد تا کمترین آسیب به این منابع وارد گردد.

### معرفی منطقه

حوزه آبخیز سیاهرود در جنوب شهرستان قائمشهر در استان مازندران بین حدود جغرافیایی  $23^{\circ} 36'$  تا  $28^{\circ} 36'$  عرض شمالی و  $52^{\circ} 52'$  تا  $53^{\circ} 05'$  طول شرقی واقع شده است. وسعت منطقه بر اساس مطالعات فیزیوگرافی  $1072/87$  هکتار می‌باشد. شعبه‌های اصلی این رود شامل رودهای خشکی دره و سیاهرود می‌باشد که به ترتیب از ارتفاعات  $440$  و  $470$  متری سرچشمه گرفته و در ارتفاع  $113$  متری به هم متصل شده و در ارتفاع  $48$  متری از بخش کوهستانی خارج شده و تشکیل رودخانه سیاهرود را می‌دهند و در حوالی لاریم به دریای خزر می‌ریزد. این حوزه دارای  $10$  روستا به نام‌های قادیکلا، آهنگر کلا، گل‌افشان، چپی، سیف‌کتی، سید ابوصالح، پرچینک، ریکنده، کرچنگ و کوتنا می‌باشد. شکل ۱ سیمای کلی و موقعیت حوزه آبخیز سیاهرود را نشان می‌دهد.



شکل ۱- سیمای کلی و موقعیت حوزه آبخیز سیاهرود

## روش تحقیق

با مطالعه مقدماتی بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM (۲۰۰۱) انواع مختلف کاربری‌ها در حوزه مذکور شناسایی شد.

سه کاربری عمده در حوزه مذکور وجود دارد که عبارتند از:

۱- اراضی جنگلی ۲- اراضی کشاورزی ۳- مناطق مسکونی

به دلیل وجود کاربری کشاورزی در قبل و بعد از شهر قائمشهر، کاربری کشاورزی به دو گروه کاربری کشاورزی الف و ب تقسیم بندی شد.

از آنجا که مقایسه پارامترهای شاخص کیفیت آب، نشان‌دهنده تغییرات کیفیت آب رودخانه مذکور در اثر کاربری‌های مختلف می باشد، در ابتدا پارامترهای کیفی آب از قبیل pH، DO و غلظت‌های نترات، فسفات، کلراید و سولفات در پنج ایستگاه واقع در ابتدا و انتهای هر کاربری در طی پنج ماه سنجش و ارزیابی شد. پنج ایستگاه به این شکل انتخاب شد که یک ایستگاه در ابتدای حوزه (کاربری جنگل) و دومی در انتهای جنگل (ابتدای کاربری کشاورزی الف) تعیین گردید. ایستگاه سومی در انتهای کاربری کشاورزی الف (ابتدای کاربری مسکونی) و ایستگاههای چهارم و پنجم به ترتیب در انتهای کاربری مسکونی (ابتدای کاربری کشاورزی ب) و انتهای کاربری کشاورزی ب انتخاب گردیدند. علت انتخاب ماههای فصول تابستان و پاییز به دلیل تمرکز فعالیتهای کشاورزی منطقه در فصل تابستان و اوج آبیاری سموم و کودهای مورد استفاده در ماههای فصل پاییز می باشد.

نمونه برداری‌ها در ابتدا و انتهای هر کاربری در مسیر رودخانه به طور تصادفی و در سه تکرار صورت گرفت. ابتدا ظرف‌ها با اسید شسته شده و در منطقه نیز توسط آب رودخانه مذکور شستشو گردید (Jiang و همکاران، ۲۰۰۷). سپس در ظروف پلی اتیلنی در حداقل زمان ممکن (کمتر از ۲ ساعت) به آزمایشگاه منتقل شد (مهدوی، ۱۳۸۴). pH با استفاده از دستگاه pH متر پورتال و اکسیژن محلول (DO) با دستگاه اندازه گیری DO در محل نمونه گیری اندازه گیری شد. برای اندازه گیری نترات، فسفات، کلراید و سولفات نیز از دستگاه فتومتر ۷۰۰۰ Palintest استفاده شد (APHA، ۱۹۸۹؛ نکویی اصفهانی، ۱۳۸۳).

جهت تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای Excel و SPSS استفاده شد. ارتباط بین کاربری‌های مختلف با انواع آلاینده‌ها آزمون ضریب همبستگی و جهت تعیین میزان تأثیر کاربری‌ها بر آلاینده‌ها آنالیز واریانس و روش دانکن مورد استفاده قرار گرفت.

## نتایج

نتایج مربوط به میانگین غلظت سه تکرار pH، DO، نیترات، فسفات، کلراید و سولفات به صورت میلی گرم در لیتر حوزه آبخیز سیاهرود قائمشهر در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج مربوط به میانگین غلظت سه تکرار pH، DO، نیترات، فسفات، کلراید و سولفات حوزه آبخیز سیاهرود قائمشهر

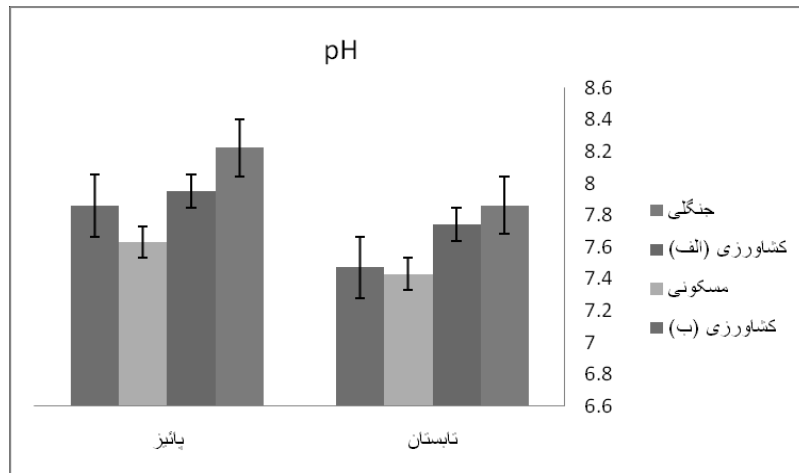
کاربری	pH	DO	نیترات	فسفات	کلراید	سولفات
جنگلی	۸/۰۴	۸/۳۶	۰/۲۷	۰/۱۲	۳/۷	۲۶/۰۵
کشاورزی (الف)	۷/۸۷	۷/۴۴	۳/۴۴	۰/۲۷	۶/۵۲	۲۳/۲
مسکونی	۷/۵۳	۵/۶	۱/۹۴	۰/۷	۵/۶	۵۸/۶
کشاورزی (ب)	۷/۶۶	۵/۵	۳/۸۵	۳/۱	۱۳/۵	۹۱

جدول شماره ۲ بیان گر تغییرات میزان pH، DO، نیترات، فسفات، کلراید و سولفات بر حسب میلی گرم در لیتر حوزه آبخیز سیاهرود قائمشهر در فصل تابستان و پائیز می باشد.

روند تغییرات متغیرهای کیفی آب در سه کاربری اراضی جنگلی، مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی (الف و ب) حوزه آبخیز سیاهرود در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پائیز) به ترتیب در شکل‌های ۲ تا ۷ ارائه شده است.

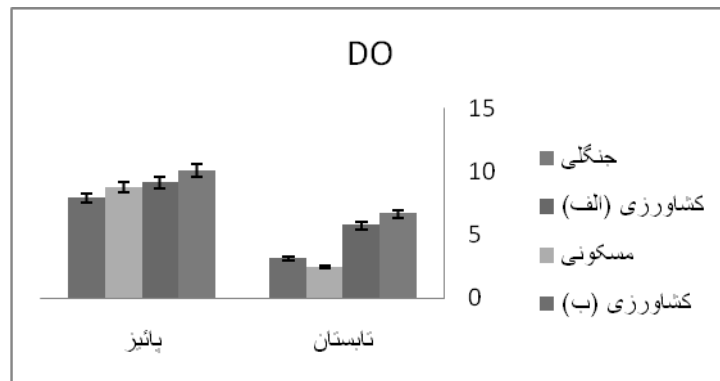
جدول ۲- نتایج مربوط به میانگین غلظت سه تکرار pH، DO، نیترات، فسفات، کلراید و سولفات حوزه آبخیز سیاهرود قائمشهر

متغیرهای کیفی آب	فصل	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	میانگین
PH	تابستان	۷/۴۳	۷/۸۶	۷/۶۲
	پائیز	۷/۶۳	۸/۲۲	۷/۹۱
DO	تابستان	۲/۴۴	۶/۶۴	۴/۴۸
	پائیز	۷/۹	۱۰/۰۸	۸/۹۶
نیترات	تابستان	۰/۲۳	۳/۲۵	۲
	پائیز	۰/۳۲	۴/۴۵	۲/۷۶
فسفات	تابستان	۱/۷۷	۹	۶/۱۵
	پائیز	۴/۵	۱۸	۸/۵۷
کلراید	تابستان	۰/۱۸	۴/۳	۱/۵۱
	پائیز	۰/۰۶	۲/۰۷	۰/۶۵
سولفات	تابستان	۲۳/۳	۱۱۲/۸	۶۱
	پائیز	۱۹/۵	۹۱	۴۶/۱



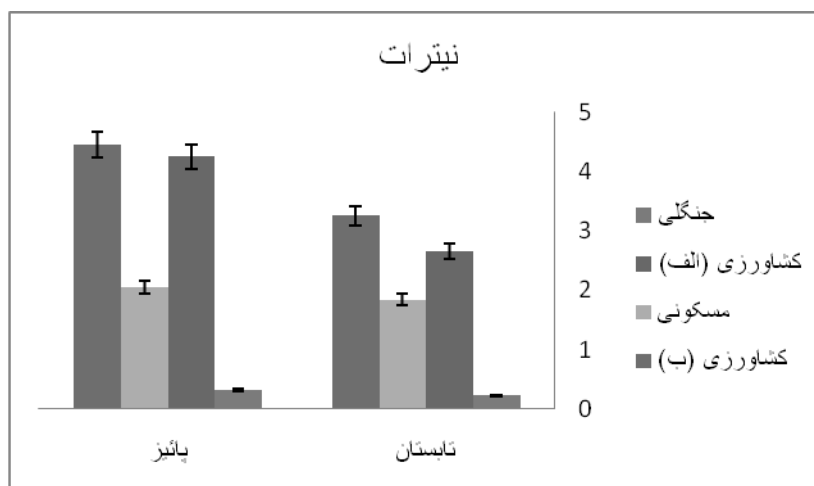
شکل ۲- روند تغییرات pH در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



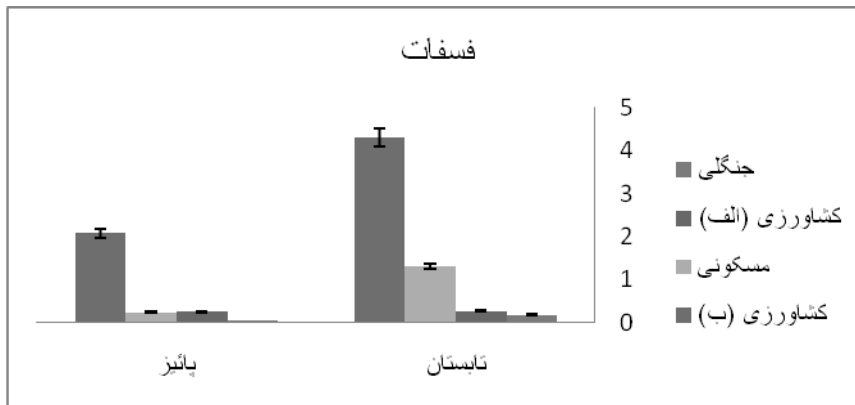
شکل ۳- روند تغییرات DO (میلی گرم در لیتر) در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



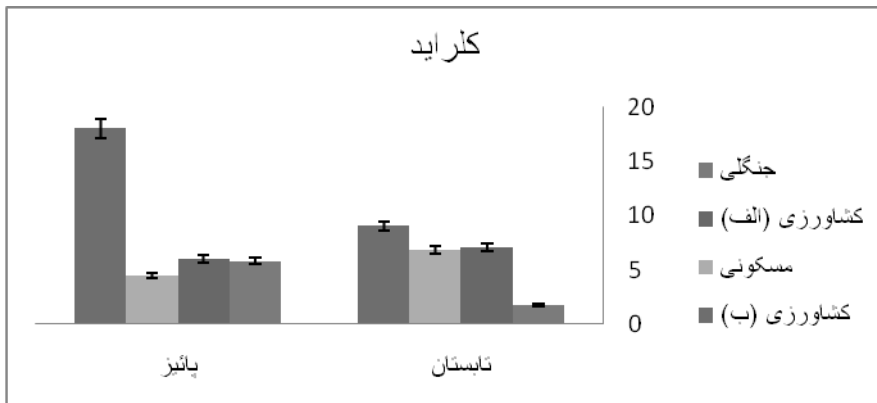
شکل ۴- روند تغییرات نیترات (میلی گرم در لیتر) در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



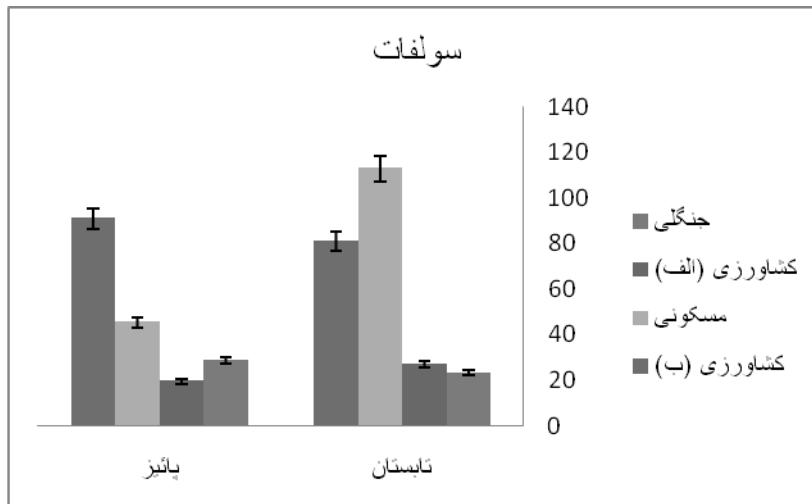
شکل ۵ - روند تغییرات فسفات (میلی گرم در لیتر) در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



شکل ۶ - روند تغییرات کلراید (میلی گرم در لیتر) در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



شکل ۷ - روند تغییرات سولفات (میلی گرم در لیتر) در سه کاربری جنگلی، مسکونی و کشاورزی حوزه آبخیز سیاهرود

در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (تابستان و پاییز)



## بحث نتایج

در ابتدا لازم به یادآوری است که نتایج حاصل از تحقیق حاضر محدود به منطقه مورد مطالعه و برای ماههای انتخابی (ماههای مرداد تا آذر) صادق می‌باشد. نتایج بیانگر آن است که میانگین مقدار pH آب‌های سطحی در کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری است. PH در مناطق جنگلی (ایستگاههای ۱ و ۲ شامل سید ابو صالح و میانرود) حالت قلیایی داشته که این امر به دلیل پهن برگ بودن جنگل‌های منطقه می‌باشد که حالت قلیایی به روان آب‌های خروجی می‌دهند. بارندگی به عنوان یک عامل شستشوی آلودگی‌ها و ورود آن‌ها به منابع آب سطحی و زیرزمینی نقش مهمی در افزایش میزان pH در فصل پاییز ایفا می‌کند.

از لحاظ میزان اکسیژن محلول (DO) مناطق جنگلی بیشترین میزان را دارد. ورود فاضلاب‌های شهری و دفع مواد زائد جامد در طول مسیر رودخانه در مناطق شهری، در افت میزان اکسیژن محلول بسیار مؤثر می‌باشد. در فصل تابستان هم زمان با افزایش درجه حرارت و کاهش سطح آب میزان DO کاهش یافته است. در پاییز به علت کاهش درجه حرارت آب و افزایش سطح آب، میزان DO افزایش یافته است.

از آنجا که بخش‌های عمده‌ای از رودخانه سیاهرود از داخل یا حاشیه شهرها و روستاهای واقع در مسیر آن عبور می‌کند، مقادیر بالایی از نیترات در این مناطق از طریق نشت و تراوش چاه‌های فاضلاب، بقایای حیوانات وارد منابع آبی می‌گردد. اما عمده نیترات وارد شده به رودخانه در مناطق کشاورزی است. علت آن نیز استفاده فراوان و بی‌رویه از کودهای کشاورزی در مزارع می‌باشد.

نیترات به دلیل محلول بودن در آب به سرعت آبشویی شده و همراه روان آب‌های سطحی وارد منابع آب سطحی می‌گردد. بیشترین میزان غلظت کل فسفات در کاربری کشاورزی (ب) مشاهده گردید. این امر به دلیل آلودگی آب‌های بالادست حوزه به فضولات حیوانی و زه آب‌های کشاورزی است. استفاده فراوان و بی‌رویه از کودهای کشاورزی در مزارع نیز عامل دیگری برای این امر می‌باشد.

استفاده بی‌رویه از کودهای حاوی کلراید مانند کلراید پتاسیم توسط کشاورزان محلی منجر به افزایش میزان کلراید در مناطق کشاورزی نسبت به دو کاربری دیگر شده است. آلودگی آب‌های بالادست به فضولات حیوانی و زه آب‌های کشاورزی و نیز استفاده بی‌رویه از کودهای سولفات مانند سولفات پتاسیم، سولفات پتاسیم-منیزیم، سولفات آهن و غیره منجر به افزایش میزان فسفات و سولفات در منابع آبی اطراف کاربری‌های کشاورزی گشته است. از طرفی در فصل پاییز افزایش بارندگی منجر به افزایش میزان نیترات، فسفات، کلراید و سولفات منابع آبی ناشی از آبشویی شدید مزارع می‌گردد.

در مجموع طبق نتایج به دست آمده تأثیر کاربری‌های مختلف بر آلاینده‌های مورد مطالعه معنادار بوده؛ لذا

توصیه بر این است که در انجام کارهایی که به منظور توسعه بهره‌برداری صورت می‌گیرد به تمامی جنبه‌های زیست محیطی توجه شده و بررسی اثرات توسعه صورت گیرد.

### منابع

- ۱- طیبیان م.: کاربری زمین اثر متقابل اقتصاد - اکولوژی، ترجمه اکالاگان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸، ۲۸۴ص.
- ۲- کاشفی پور س.م، توکلی زاده ا.ع.: مدل هیدرودینامیکی و کیفی FASTER و کاربرد آن در مهندسی رودخانه، تحقیقات منابع آب جلد ۳، شماره ۳، زمستان ۱۳۸۶.
- ۳- مهدوی م.: هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۱۳۸۴.
- ۴- نکویی اصفهانی آ.: بررسی سطوح غلظت نیترات و نیتريت در آبهای سطحی و زیرزمینی حد فاصل محمود آباد تا رویان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۳.
- 5- APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 20th ed. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, USA(1989).
- 6- Hara Y., Takeuchi K., Okubo S., 2004: Urbanization Linked with Past Agricultural Land use Patterns in the Uurban Fringe of a Deltaic Asian mega-city: a case study in Bangkok. Landscape and Urban Planning, Vol. 73(1): 16-28.
- 7- He, Hongming. Zhou, Jie. Wu, Yongjao. Zhang, Wanchang. Xie, Xiuping: Modelling the response of surface water qualiy to the urbanization in Xian, China, Jornal of Enviromental Management 86 (2008) 731-749.
- 8- Hongming H., Ji Z., Wanchang Z., 2008: Modeling the Impacts of Environmental Changes on Hydrological Regimes in the Hei River Watershed, China. Global and Planetary Change. Vol. 61(3-4): 175-193.
- 9- Jiang Y., Zhang C., Yuan D., Zhang G., He R., 2007: Impact of Land use Change on Groundwater Quality in a Typical Karst Watershed of Southwest China: a case study of the Xiaojiang watershed, Yunnan Province. Hydrogeology Journal. 16:727-735.
- 10- Vito F.U., Raffaele G., Nicola L., 2003: A Fuzzy Knowledge-Based Decision Support Systemfor Groundwater Pollution Risk Evaluation. Environmental Management. Vol. 73(3): 189-1.