فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال دهم، شماره ۳۷، زمستان ۱۳۹۵

اثرات پارامترهای بزرگ‌مقیاس حوضه آبریز بر رودخانه سیمینه‌رود

فرشید بستان منش راد[۱]، صادق پرتانی[۲]، روح اله نوری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد تهران مرکز
۲- استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد تهران مرکز S_Partani@ut.ac.ir
۳- استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

چکیده

در این پژوهش میزان اثر و همبستگی کمی پارامترهای بزرگ‌مقیاس (کاربری اراضی، تراکم جمعیت، ساختار زمین‌شناسی و فرسایش) به عنوان شاخص‌های جغرافیایی بزرگ‌مقیاس مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. روند تغییرات متغیرهای کیفی رودخانه به عنوان متغیرهای کوچک‌مقیاس و میزان تاثیر شاخص‌های بزرگ‌مقیاس در این تحقیق توسط آزمون‌های آماری چند متغیره کنترل و بررسی شده است. آمار کیفی رودخانه سیمینه‌رود به عنوان مطالعه موردی مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های کیفی سه فصل بهار ۱۳۸۷، پاییز ۱۳۸۷، بهار ۱۳۸۸ شامل متغیرهای NSF و تعدادی دیگر از متغیرهای کیفی مهم درحوضه مورد تحلیل قرار گرفته است. فرایندهای نرمال‌سازی و متناظرسازی کمی و کیفی داده‌های جغرافیایی، داده‌های سطحی و متغیرهای کیفی آب به عنوان اولین گام برای شروع تحلیل‌ها در نظر گرفته شد. نتایج ارتباط مستقیم و موثر پارامترهای بزرگ‌مقیاس بر متغیرهای کیفی آب را نشان داد. متغیرهای بزرگ‌مقیاس زراعت‌دیم و زراعت‌آبی با متغیرهای کوچک‌مقیاس (PO4، TDS، TUR) و همچنین متغیرهای کاربری شهر و فرسایش سطح یک با متغیرهای BOD5 (BOD در روز پنجم)، EC، TDS ارتباط مستقیم نشان دادند. همچنین در این پژوهش ساختار زمین‌شناسی با پتانسیل خطر آلودگی متوسط (B) به طور مستقیم بر فسفر(PO4) و متغیرهای فیزیکی آب (EC، TDS، TS) اثر دارد. با استفاده از این نتایج می‌توان به تخمین کیفیت آب و مقایسه تطبیقی متغیرهای کیفی بر مبنای شاخص‌های بزرگ‌مقیاس در میان چند حوضه آبریز پرداخت. استخراج شاخص‌های بزرگ‌مقیاس که بتواند به عنوان یک مقیاس در پیش‌بینی کیفیت رودخانه برای حوضه‌ها و زیرحوضه‌های مختلف استفاده گردد، از نتایج کاربردی این پژوهش است.

واژگان کلیدی: فرسایش و زمین‌شناسی، متغیرهای کیفی آب، بزرگ‌مقیاس، کوچک‌مقیاس، کاربری اراضی

مقدمه

کیفیت آب رودخانه‌ها به علت این که از مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با عوامل محیطی پیرامون خود هستند، درحال تغییر است (کاشفی پور و توکلی زاده، ۱۳۸٦) که این ارتباط گاه باعث مطلوبیت و یا سبب افت کیفیت آب رودخانه می‌شود (سلاجقه، ۱۳۹۰). جوامع انسانی و مراکز صنعتی در نزدیکی رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند زیرا رودخانه‌ها از مهمترین منابع آب در دسترس انسان است (طبیبیان، ۱۳۷۸). لذا مدیریت کیفیت آب‌های سطحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

عوامل متعددی بر متغیرهای کوچک مقیاس کیفی رودخانه تاثیر مستقیم یا غیرمستقیم دارند. اثر مستقیم متغیرهای اقلیمی و آب و هوایی (Galbraith & Burns 2007; Gyawali et al. 2013)، زمین شناسی (شهبازی و فیض نیا، ۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مطالعات گسترده‌ای که بر روی میزان اثر کاربری اراضی برکیفیت آب رودخانه انجام شده است(Li et al. 2012; Bu et al. 2014) نشان می‌دهد که فرسایش (جداری عیوضی، ۱۳۸۹) بر متغیرهای فیزیکی رودخانه، زمین‌شناسی به طور مستقیم بر کیفیت شیمیایی آب اثر دارند. مطالعات بسیاری برای شناسایی عوامل مختلف موثر بر کیفیت منابع آب سطحی با استفاده

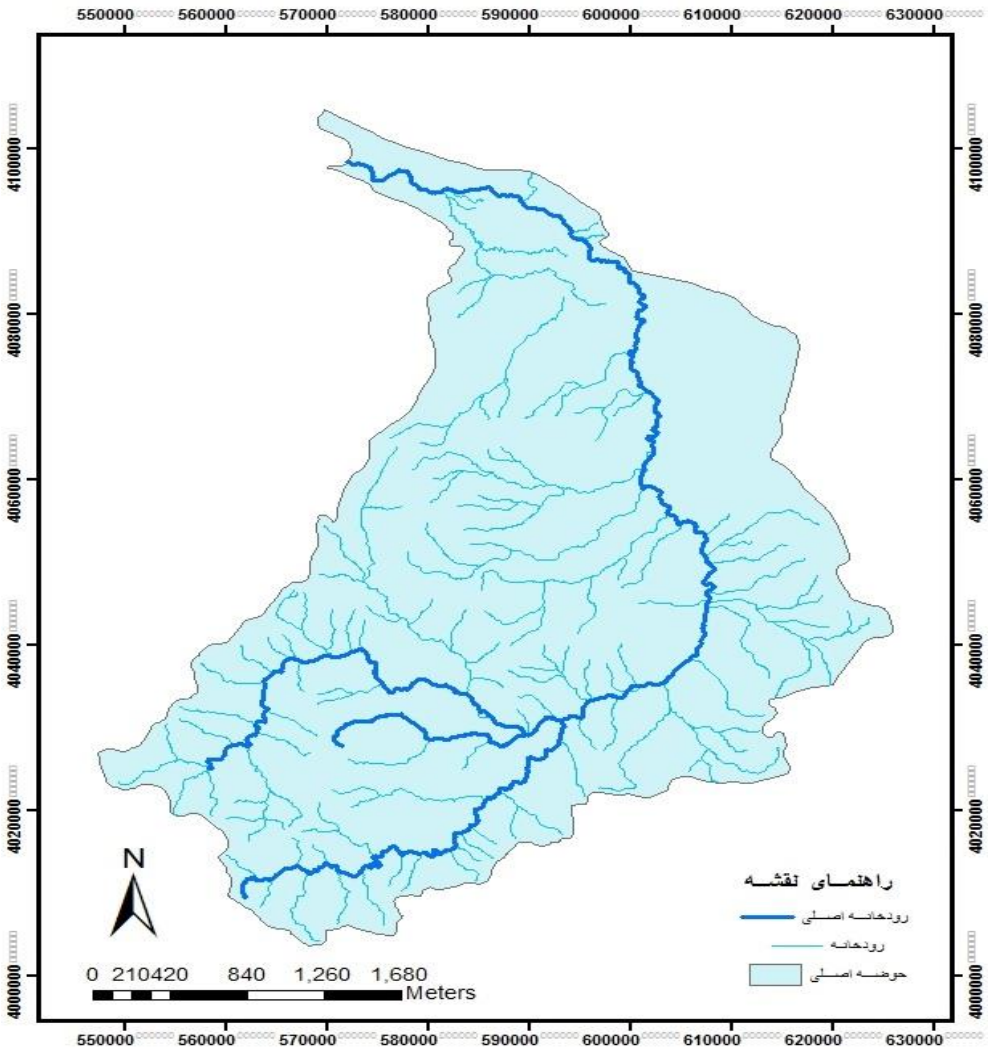
از روش‌های مختلف مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی/ پوشش خاک (Land Use/Land Cover) (Ahearn & Sheibley 2005; Bu et al. 2014; Galbraith & Burns 2007; Han et al. 2015; Hassan et al. 2015; Li et al. 2008; Li et al. 2012; Wan et al. 2014) یا تحلیل‌های آماری چند متغیره (Li et al. 2009; Yackulic 2011) صورت گرفته است. نتایج تحقیقات روی حوضه آبخیز سیاهرود در جنوب شهرستان قائمشهر افزایش میزان اکسیژن محلول (DO) در مناطق جنگلی را نشان داد (مرادی، ۱۳۹۰). مدل رگرسیون خطی سلسله مراتبی بیزی (Wan et al. 2014) برای بررسی تغییرات کاربری اراضی/ پوشش خاک بر روی کیفیت آب سطحی در حوضه رودخانه Xitiaoxi نشان داد که کاربری شهری و کشاورزی منابع اصلی TN (Total Nitrogen) و TP (Total Phosphorus) هستند. برای پیدا کردن ارتباط بین پوشش زمین/ پوشش خاک و کیفیت آب در حوضه رودخانه Liao چین تحلیل‌های آماری نشان دادند که BOD_5، COD، رسوب، سختی، نیترات نیترژن، غلظت املاح محلول (TDS) با کاربری جنگل و کشاورزی رابطه دارد (Li et al. 2012). در بررسی تغییرات سطح کاربری‌ها و کیفیت آب رودخانه کرخه در ۵ زیرحوضه و در دو دوره زمانی ۱٤ ساله با استفاده از تحلیل‌های آماری، نتیجه حاصل شده نشان دهنده افزایش کاربری کشاورزی و کاهش شدید کیفیت آب به صورت افزایش در مشخصه‌های هدایت الکتریکی(EC) ، TDS، نسبت جذب سدیم (SAR) و آنیون‌ها و کاتیون‌ها در دوره مطالعاتی است و همچنین با وقوع خشکسالی در سال آبی ۷۷-۷۹ دبی آب کاهش یافته و سبب کاهش کیفیت آب رودخانه شده است (سلاجقه، ۱۳۹۰). علاوه بر نوع اثر و شناخت پارامتر موثر بر متغیرهای کیفی آب رودخانه موقعیت قرارگیری و فاصله پارامتر موثر (که در این مقاله با عنوان متغیرهای بزرگ مقیاس یاد شده است) نیز می‌تواند در شدت و میزان اثر نقش قابل توجهی داشته باشد. محققان برای تعیین فواصل موثر، نواحی مختلف با پلان‌های هندسی مختلف را مورد بررسی قرار داده‌اند(Gyawali et al. 2013; Zhao et al. 2015). گروهی با استفاده از بافرهای موازی در حاشیه رودخانه دریافتند که کاربری شهری باعث افزایش دما (TEMP) وجامدات محلول(TDS) و جامدات معلق (TSS) و کاهش pH و کاربری کشاورزی سبب افزایش TSS و TDS و کاهش TEMP و DOمی شود (Gyawali et al. 2013). استفاده از بافرهای دایره‌ای در چند مقیاس برای پیدا کردن ارتباط بین کاربری اراضی و متغیرهای کیفی آب در اطراف ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که میزان تاثیر کاربری اراضی در فواصل مختلف از زمین متفاوت است (Zhao et al. 2015). با توجه به این امر که تمام تحقیقات صورت گرفته نشان‌دهنده ارتباط مستقیم بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و کوچک‌مقیاس است و در تمامی آنها اثر کاربری‌های پایین‌دست رودخانه در نظر گرفته نشده است، از تقسیم بندی هیدرولوژیکی (محاسبه تجمعی جریان رودخانه) برای تفکیک زیرحوضه‌ها در محدوده مورد مطالعه استفاده گردید. با در نظر گرفتن این که اندازه‌گیری متغیرهای کیفی مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی با تعداد و تنوع بالا هزینه‌های اجرایی بالایی را متحمل می‌شوند، لذا وجود ارتباط مؤثر و تا حدی گویا (پیش‌بینی‌کننده) بین شاخص‌های کیفی آب و وضعیت تأثیر گذار پارامترهای بزرگ‌مقیاس می‌تواند به بهره‌برداری صحیح‌تر و پیش‌بینی‌های اجرایی منابع آب‌های سطحی به خصوص رودخانه‌ها که سطح تماس و مرز مشترک بیشتری با پارامترهای بزرگ مقیاس دارند بپردازد. لازم به ذکر است در این تحقیق متغیرها و پارامترهای محیطی، متغیرهای بزرگ‌مقیاس که به عنوان متغیرهای بیش بینی کننده و مستقل و پارامترهای کیفیت آب که تحت عنوان متغیرهای کوچک‌مقیاس و وابسته در نظر گرفته شده‌اند، نام‌گذاری شده‌اند. این مقاله با هدف تحلیل اثر متغیرهای بزرگ‌مقیاس بر کوچک‌مقیاس در حوضه آبریز سیمینه‌رود با استفاده از روابط آماری انجام گردیده است.

روش تحقیق

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران قرارگرفته است و به مساحت ۵۱۸٦٦ کیلومترمربع قرار دارد. این

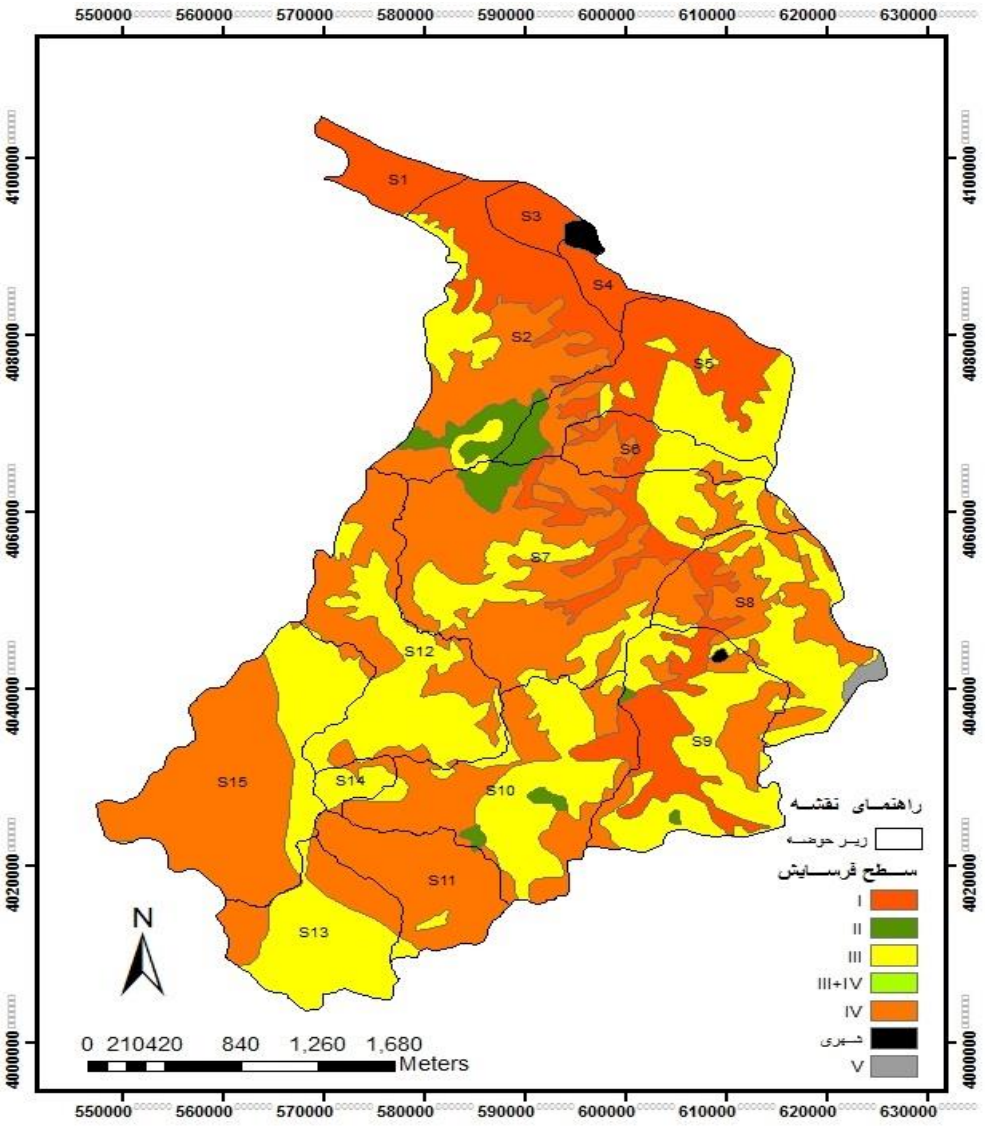
حوضه دارای ۸ زیرحوضه است که زیرحوضه سیمینه‌رود شامل آن‌ها است (Ahmadi et al. 2015). این حوضه آبریز بین مختصات جغرافیایی ´۰۷، °٤٤ و ´۵۳ ، °٤۷ طول شرقی و ´٤۰ ، °۳۵ و ´۳۰ ، °۳۸ عرض شمالی و مساحت حوضه آبریز سیمینه‌رود ۳۸۸٤ کیلومترمربع با ارتفاع حداکثر ۲۸۰٤ و ارتفاع حداقل ۱۲۸٦ متر می‌باشد (شریفی ۱۳۸۸). طول این رودخانه ۲۰۰ کیلومتر و ارتفاع متوسط حوضه تقریبا ۲۰٤۰ متر و ارتفاع قالب آن ۱٦۵۰ متر و شیب متوسط حوضه نیز حدود ۳۷/۱ درصد است (افشین، ۱۳۷٤). شیب عمومی منطقه از جنوب غربی به شمال شرقی می باشد. زیرحوضه سیمینه‌رود در شمال غربی ایران و در استان‌های کردستان و آذربایجان غربی در مختصات جغرافیایی ´۳۵، °٤۵ تا ´۲۵، °٤٦ طول شرقی و ´۱۰، °۳٦ تا °۳۷ عرض شمالی قرار دارد. سیمینه‌رود از کوهستان‌های منطقه سقز و بانه و کردستان عراق سرچشمه گرفته و پس از عبور از وسط شهر بوکان و اطراف شهر بوکان به دریاچه ارومیه می‌ریزد. همچنین این رودخانه از جنوب شهرستان میاندوآب گذشته، زمین‌های فراوانی را در محدوده میاندوآب آبیاری می‌کند. در شکل ۱ موقعیت حوضه آبریز منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت قرارگیری حوضه آبریز سیمینه‌رود

دسته‌بندی زیرحوضه‌ها و متناظرسازی داده‌های بزرگ‌مقیاس

اطلاعات متغیرهای بزرگ‌مقیاس از طریق پروژه کنترل و کاهش آلودگی رودخانه سیمینه‌رود توسط سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹) جمع‌آوری گردید و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS 10) جریان رودخانه در حوضه اصلی که به صورت تجمعی برای هر زیرحوضه در نظر گرفته شد، به ۱۵ زیرحوضه هیدرولوژیکی تفکیک گردید زیرا مکانیزم اثر کاربری های اراضی نقاط پایین‌دست نقطه مورد نظر (ایستگاههای نمونه‌برداری) روشن نبود. با در نظر گرفتن این که فرسایش در حوضه سیمینه‌رود به ۷ سطح (I، II، III ، III+IV، IV، Urban، V) تفکیک شده است، سهم هر یک از سطوح قابل مشاهده در شکل ۲ را بر متغیرهای کیفی آب در نظر گرفتیم.



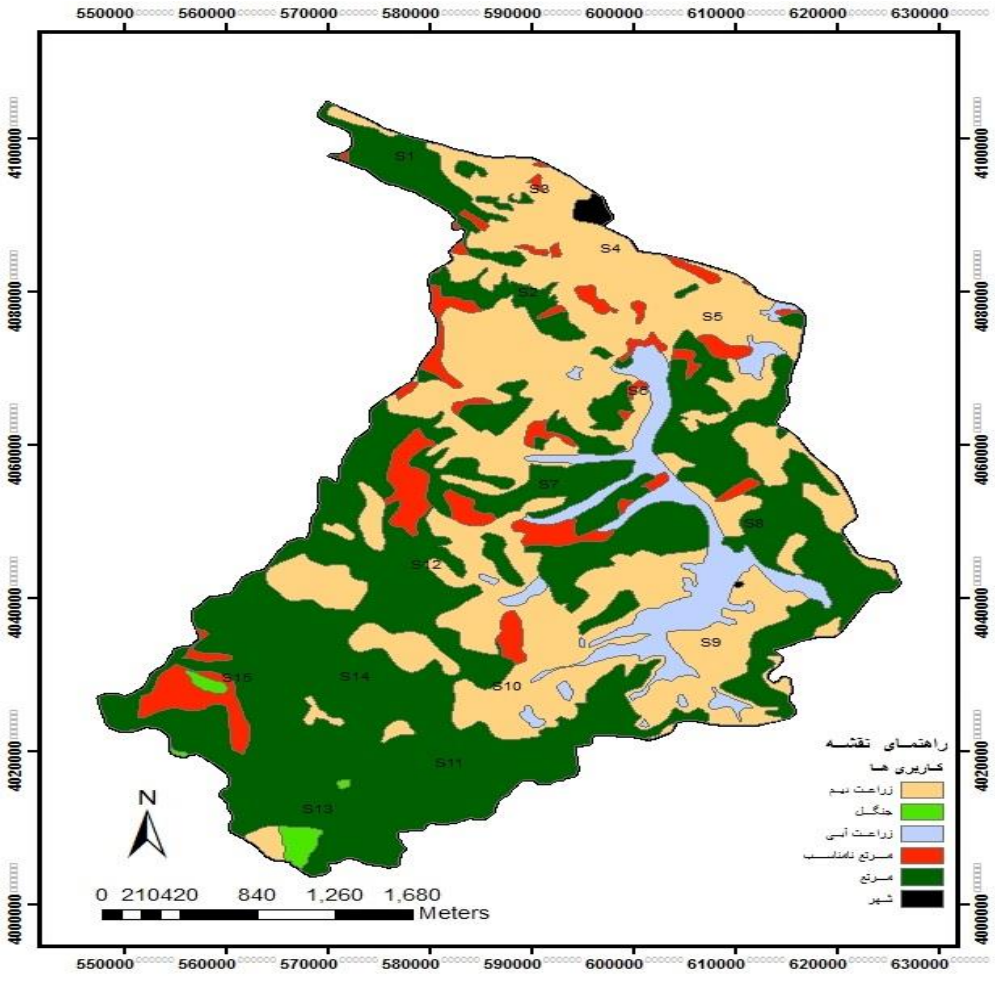
شکل۲- طبقه‌بندی فرسایش در حوضه سیمینه‌رود

به طور کلی در محدوده مطالعاتی سه گروه از سنگ‌ها دیده می‌شوند که شامل سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین می‌باشند. به منظور ارزیابی اولیه از آلایندگی سازندهای زمین شناسی، کل سازندهای زمین‌شناسی (افشاری و

خادمی، ۱۳۹٤) حوضه آبریز سیمینه‌رود پس از مطالعه بر اساس نوع کانی‌های غالب و پتانسیل حضور عناصر سنگین هموژنایز و ترکیبات پوسته زمین، به سه گروه با پتانسیل خطر آلودگی زیاد، متوسط و کم طبقه‌بندی شدند (سازمان محیط زیست ایران، ۱۳۹۰) که در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- طبقه‌بندی سنگها از نظر پتانسیل خطر آلودگی(منبع: سازمان محیط زیست ایران، ۱۳۹۰)

A	سنگهای آذرین مافیکی دگرگونی درجه بالا شیل و رسوبات کواترنری و مخروط افکنه در گروه با خطر آلایندگی زیاد
B	سنگهای آذرین اسیدی تا حدواسط سنگ های رسوبی ریزدانه رسی و سنگهای کربناته در گروه با پتانسیل خطر آلایندگی متوسط
C	سایر سنگ ها در گروه با خطر آلایندگی کم



شکل۳- تقسیم بندی هیدرولوژیکی زیرحوضه‌ها و تفکیک نوع کاربری

جدول ۲- طبقه‌بندی هیدرولوژیکی زیرحوضه‌ها

زیرحوضه	تجمع زیرحوضه ها
۱	۱-۲-۳-٤-٥-٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۲	۲-۳-٤-٥-٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۳	۳-٤-٥-٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
٤	٤-٥-٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
٥	٥-٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
٦	٦-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۷	۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۸	۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۹	۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۱۰	۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱٤-۱٥
۱۱	۱۱-۱۳
۱۲	۱۲-۱٥
۱۳	۱۳
۱٤	۱٤
۱٥	۱٥

متغیرهای کوچک‌مقیاس

برای تشخیص سطح آلودگی در آب‌های سطحی از شاخص‌های آلودگی آب (Effendi & Wardiatno 2015; Karbassi et al. 2011) استفاده گردید و متغیرهای کوچک‌مقیاس شامل ۱۳ پارامتر بودند که متغیرهای اشاره شده درNSF را شامل می‌شدند (Ahmad Said, David Stevens 2013). این متغیرها در طول ۳ فصل بهار ۱۳۸۷، پاییز ۱۳۸۷، بهار ۱۳۸۸(زیرا در این فصول اطلاعات کامل‌تری در دسترس بود) از طریق ۱۵ ایستگاه نمونه‌برداری بدست آمدند (سازمان محیط زیست ایران، ۱۳۹۰)

بحث و نتایج

تحلیل روابط موثر بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و کوچک‌مقیاس در این بخش با استفاده از تحلیل‌های آماری چند متغیره قابل مشاهده است. نرمال سازی دادها و بی‌بعد کردن آنها پیش از تحلیل همبستگی انجام شد. با استفاده از آنالیز همبستگی پیرسون (Pearson's Correlation - SPSS20) (Hassan et al. 2015) ارتباط بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و کوچک‌مقیاس در ۷ مرحله مورد بررسی قرار گرفت که متغیرها در سه مرحله اول در هر فصل به صورت مجزا و در سه مرحله بعد هر دو فصل با هم و در نهایت در مرحله آخر هر سه فصل با هم در همبستگی شرکت داده شدند. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در هر مرحله متغیرهایی که در ٤ مورد و بیشتر همبستگی داشتند انتخاب شدند.

جدول ۳- معرفی متغیرها

ZD	زراعت دیم	کاربری اراضی
ZA	زراعت آبی	
M	مرتع	
MN	مرتع نامناسب	
J	جنگل	
SH	شهر	
I	سطح فرسایش	فرسایش
II	سطح فرسایش	
III	سطح فرسایش	
III+IV	سطح فرسایش	
IV	سطح فرسایش	
شهری	سطح فرسایش	
V	سطح فرسایش	
A	پتانسیل خطر آلودگی	زمین شناسی
B		
C		
تراکم	تراکم جمعیت	

در جدول ٤ متغیرهایی که دارای ضریب معناداری کمتر از ۰.۰۵ هستند و مورد قبول واقع شدند، مشاهده می‌شود. این تحلیل نشان می‌دهد که کاربری زراعت‌دیم و فرسایش سطح I وII بیشترین عوامل تاثیرگذار بر متغیرهای کیفی PO_4 و TS می‌باشند. برخلاف انتظار تراکم جمعیت و کاربری شهری علی‌رغم دارا بودن ارتباط مستقیم با بارآلی(BOD_5) مقدار همبستگی قابل توجهی را نشان نداد که می‌توان این مورد را به عدم توزیع جمعیت مطابق با نقاط اندازه‌گیری شده (ایستگاههای نمونه‌برداری) دانست.

جدول ٤- نتایج آنالیز همبستگی پیرسون

متغیرها	T	TUR	TS	TDS	PO_4	pH	NO_3	FC	EC	DO	BOD_5
ZD	-.٠٢٦	.٤٦٦**	.٦٥١**	.٥٣٢**	.٤٩٥**	-.٠٠٥	-.٠١٥	.٠١٩	.٥١٠**	-.٣١٤*	.٣٤٣*
ZA	.٠٤٤	.٣٢٦*	.٦٣٥**	.٥٠٦**	.٦١٩**	-.٠٦٨	.٠٢٩	-.٠٠٣	.٥٠٦**	-.٣٧٢*	.٢٨٠
M	.٠٥٥	-.٤٧٨**	-.٦٣٣**	-.٥١٧**	-.٤٩٦**	-.٠١١	.٠٥٨	-.٠٥٣	-.٤٩٧**	.٢٦٢	-.٣٣٦*
MN	-.٠٣٨	.٣٦٩*	.١٧٦	.١٧٣	.٠٥٦	.٠٢١	-.٠٨٠	.١٣٩	.١٦٣	.١٨٥	.١٧٠
J	-.٢٩١	-.٢٧٦	-.٣٧٨*	-.٣٤٦*	-.٢٧٠	.٢٠٥	-.٢٧٠	.٠٦٤	-.٣٤١*	.١٨١	-.٢١٨
SH	-.٠٢٧	.٥٢٨**	.٤٥٨**	.٣٩١**	.١٦٦	-.١٠٥	-.٠٨١	.٠٣١	.٣٤٠*	-.٢٧٩	.٣١٩*
I	-.٠١٨	.٤٩٨**	.٧٥٣**	.٥٦٦**	.٤٣٦**	-.٠٤٧	-.٠٦١	.٠٤٣	.٥٣٢**	-.٣٥٠*	.٣٨٩**
II	-.٠٥٣	.٥٠٧**	.٧٤٨**	.٥٦١**	.٤٣٢**	-.٠١١	-.٠٩٨	.٠٣٧	.٥٢٦**	-.٣٧٥*	.٣٦٨*
III	.١٥٠	-.٤٦٠**	-.٣٦٨*	-.٣٣٢*	-.٢٢٢	.٠٥٦	.١٩٩	-.١١١	-.٣١٩*	.٠٥١	-.١٨٧
III+IV	-.٠٠٣	.١٠٣	-.٢٠٣	-.١٢٣	-.٢٠٨	-.٠١٥	-.٠٤١	.١٦٧	-.١٢٢	.٣٧٠*	-.٠٣٤
IV	-.١٥٠	.١٧٩	-.٠٨٣	-.٠٠٤	-.٠٤٢	-.٠٣٣	-.١٧٦	.٠٩٢	.٠٠٥	.١٧٢	-.٠٤٧
شهری	.٠٠٢	.٥٤١**	.٥١٧**	.٤٣٢**	.٢٤٥	-.٠٨٠	-.٠٤٨	.٠٣٩	.٣٧٥*	-.٣١٠*	.٣٥٠*
V	.٠٢٣	.٢٦٦	.٥٤٤**	.٤٤٢**	.٦٤٥**	-.٠١٢	.٠٧٤	.٠٨٠	.٤٤٥**	-.٢٧٦	.٣٤٠*
تراکم	.٠١٠	.٤٦٧**	.٦٢٧**	.٥٠٦**	.٤٣٤**	-.٠١٨	.٠٤٠	.٠٧٧	.٤٤٥**	-.٣٠٦*	.٤٢٩**
A	-.٣٧٢*	.٠٩٠	-.٠٨٤	-.٠٨١	-.٠٨٣	.١٥٥	-.٣٨٤**	.١٣٥	-.٠٥٧	.٢٤٧	-.٠٣١
B	-.١٣٧	.٣٣٣*	.٥١٨**	.٤٣٢**	.٤٩٤**	-.٠٣٥	-.١١٦	-.٠٢٢	.٤٥٣**	-.٣٢٥*	.٢٣٥
C	.١٨٨	-.٣٣٣*	-.٤٨٣**	-.٤٠٢**	-.٤٦٠**	.٠١٠	.١٧٠	.٠٠١	-.٤٢٥**	.٢٧٤	-.٢٢١

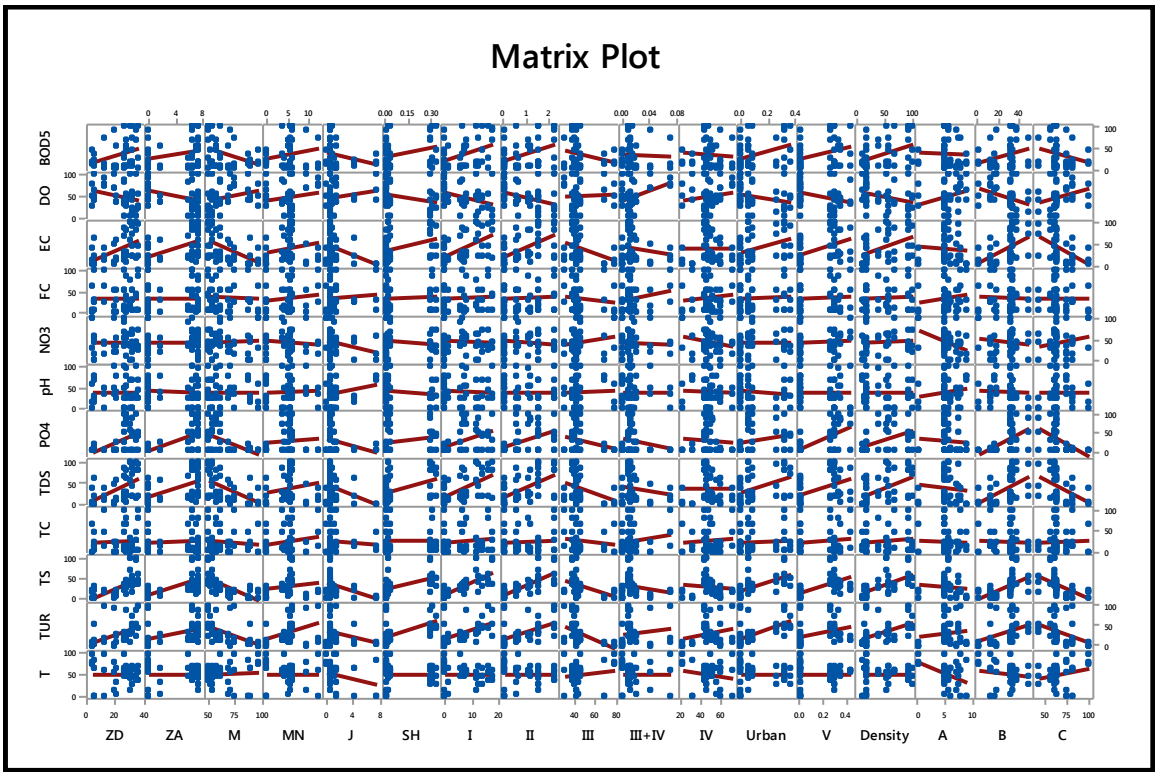
TC = Total Coliforms / TUR = Turbidity

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

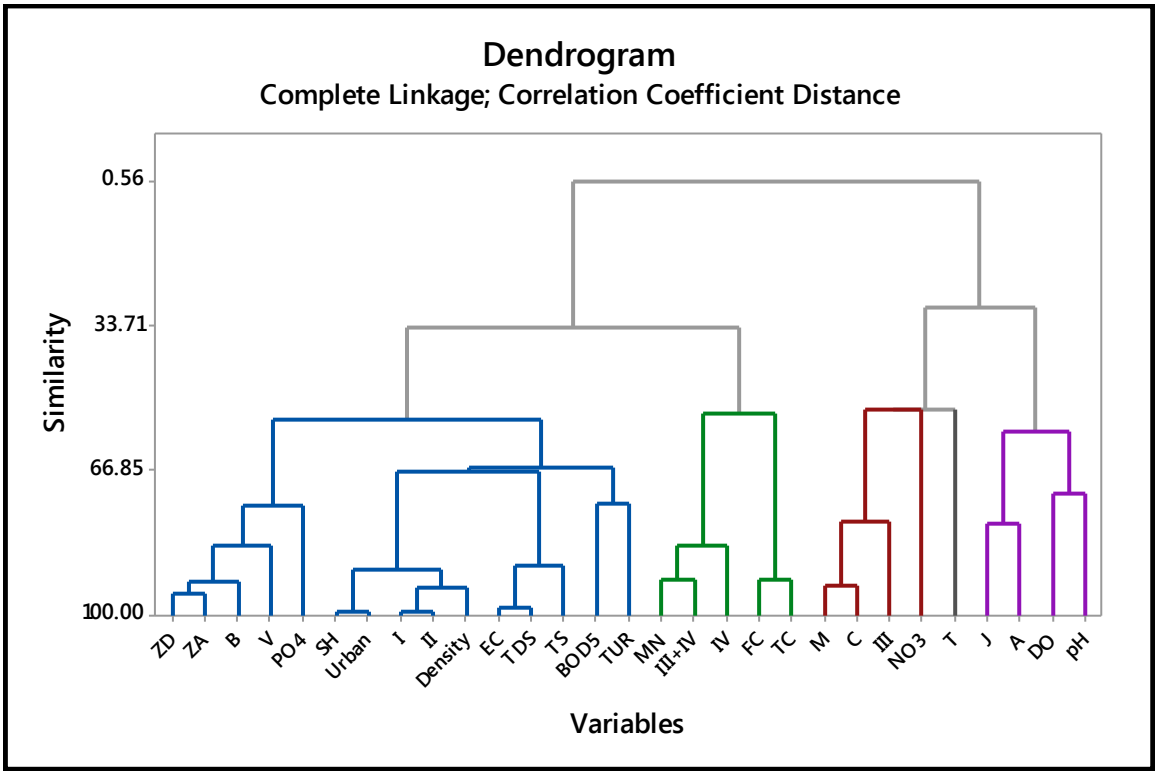
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

برای تایید نتایج حاصل از آنالیز همبستگی پیرسون آنالیز ماتریکس پلات (Matrix Plot - Minitab17) انجام شد تا روند (Trend) (مثبت و منفی بودن) ضرائب همبستگی این آنالیز مشخص شود. این آنالیز ارتباط معکوس متغیر C با متغیرهای (EC، PO_4 ، TDS، TURو ...) و ارتباط مستقیم متغیر ZA با متغیرهای (EC ، PO_4، TDS و ...) را نشان می‌دهد. همچنین عدم و جود ارتباط آماری عددی بین متغیر Urban و متغیرهای (NO_3، FC و ...) نیز در شکل ٤ قابل مشاهده است.

درتحلیل خوشه‌ای (Dendrogram – Minitab17) (Ding et al. 2015) سطح معناداری را ۰.۸۰ در نظر گرفتیم. نتایج این تحلیل که در شکل ۵ قابل مشاهده است شامل ۵ خوشه می‌باشد که در جدول شماره ۵ نشان داده شده است. با توجه به این‌که FC، TC با فرسایش‌های IV، III+IV هم خوشه‌اند، لذا عمده آلودگی بیولوژیکی می‌تواند غیرانسانی باشد.



شکل٤- نتایج آنالیز ماتریکس پلات



شکل٥- نتایج آنالیز تحلیل خوشه ای

جدول ۵- خوشه بندی متغیرها

خوشه ها	متغیرهای کوچک مقیاس	متغیرهای بزرگ مقیاس
۱	BOD_5 - EC - PO_4 - TDS - TS - TUR	ZD - ZA - SH - I - II - Urban (شهری) – V – Density (تراکم) – B
۲	NO_3	M - III - C
۳	FC - TC	MN - III+IV
٤	DO - pH	J - A
٥		T

در بخش تحلیل ممیزی(Discriminant Analysis - SPSS 20) با استفاده از جدول ٦ متغیرهایی که دارای کمترین ضریب Wilks' Lambda و بیشترین ضریب F (Li et al. 2009) هستند به عنوان متغیرهای تاثیرگذار در آنالیز انتخاب شدند. همچنین در جدول ۷ مشاهده می‌شود که متغیر زراعت‌آبی (ZA) دارای ضریب معناداری کمتر از ۰.۰۵ می‌باشد که همانند خوشه ۱ در تحلیل خوشه‌ای نشان‌دهنده داشتن ارتباط معنادار با متغیر فسفات (PO_4) است.

جدول ٦- نتایج تحلیل ممیزی

متغیرها	Sig.	df2	df1	F	Wilks' Lambda
ZD	.۰۰۱	٤۰	٤	٥.٥۳٥	.٦٤٤
ZA	.۰۰۰	٤۰	٤	۸.۱۰۳	.٥٥۲
M	.۰۰۲	٤۰	٤	٥.۱٦۸	.٦٥۹
MN	.۹۸۰	٤۰	٤	.۱۰۷	.۹۸۹
J	.۲۹۸	٤۰	٤	۱.۲۷۱	.۸۸۷
SH	.۰٤۰	٤۰	٤	۲.۷٦۹	.۷۸۳
I	.۰۰٥	٤۰	٤	٤.۳۱۹	.٦۹۸
II	.۰۰۷	٤۰	٤	٤.۱٦۲	.۷۰٦
III	.٥۲۷	٤۰	٤	.۸۰۹	.۹۲٥
IIII	.۷۷٦	٤۰	٤	.٤٤٤	.۹٥۷
IV	.۹۹۲	٤۰	٤	.۰٦٦	.۹۹۳
شهری	.۰۲۰	٤۰	٤	۳.۳۰۳	.۷٥۲
V	.۰۰۰	٤۰	٤	۷.٤٤۱	.٥۷۳
تراکم	.۰۱٦	٤۰	٤	۳.٤٥۰	.۷٤۳
A	.۹٤٥	٤۰	٤	.۱۸٥	.۹۸۲
B	.۰۰٤	٤۰	٤	٤.٥۳۸	.٦۸۸
C	.۰۱۳	٤۰	٤	۳.٦٤٤	.۷۳۳

جدول ۷- معناداری متغیرها در تحلیل ممیزی

Step	Entered	Wilks' Lambda							
		Statistic	df1	df2	df3	Exact F			
						Statistic	df1	df2	Sig.
1	ZA	.552	1	4	40.000	8.103	4	40.000	.000

با توجه به این که نتایج تحلیل‌های آماری چند متغیره حجم بالایی از روند تحلیل‌های آماری را شامل می‌شوند، تنها نتیجه مربوط به داده‌های سه فصل در آنالیزهای همبستگی پیرسون، ماتریکس پلات، تحلیل ممیزی و ارتباط فسفات با متغیرهای بزرگ مقیاس در بخش آنالیز تحلیل خوشه‌ای به عنوان بخشی از نتایج حاصل از تحلیل های آماری نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

در جدول ۸ متغیرهایی که در ۳ یا ٤ تحلیل آماری همبستگی متشابه داشتند، انتخاب شدند. زیرا هر ٤ آزمون ارتباط مستقیم بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و کوچک‌مقیاس را تایید کردند. نتایج نشان داد کاربری زراعت‌دیم و زراعت‌آبی می‌تواند برای مقایسه و تخمین در حوضه‌های آبریز مختلف در میزان (EC، PO_4، TDS، TS، TUR) موثر باشد. همچنین کاربری شهری و سطح فرسایش I یکی از عوامل موثر بر تغییرات (BOD_5، EC، TDS و ...) می‌باشد. در بحث زمین‌شناسی متغیر B با متغیرهای (EC، PO_4، TUR، TDS، TS) ارتباط مستقیم دارد. با استفاده از روابط مؤثر بین شاخص‌های کیفی آب و وضعیت تأثیرگذار پارامترهای بزرگ‌مقیاس می‌توان به بهره‌برداری صحیح‌تر و پیش‌بینی‌های اجرایی منابع آب‌های سطحی به خصوص رودخانه‌ها که سطح تماس بیشتری با محیط پیرامون خود دارند، پرداخت. استخراج شاخص‌های بزرگ‌مقیاس که بتواند به عنوان یک مقیاس در پیش‌بینی کیفیت رودخانه برای حوضه‌ها و زیرحوضه‌های مختلف استفاده گردد، از نتایج کاربردی این پژوهش است.

.

جدول ۸- نتایج حاصل از ٤ تحلیل آماری

متغیرها	T	TUR	TS	TC	TDS	PO_4	Ph	NO_3	FC	EC	DO	COD	BOD_5
زراعت دیم		٤	۳		۳	٤				۳			۱
زراعت آبی	۱	۳	٤		۳	۳				۳			۱
مرتع		۲	۲		۲	۲		۱		۲			
مرتع نامناسب		۲		۱					۱				
جنگل			۲				۱				۱		
شهر		٤	۳		۳	۱				۳			۳
I		۳	۳		٤	۳				۳	۱		۳
II		۳	۳		۳	۳				٤	۲		۱
III		۲	۳		۲			۱					
III+IV				۱					۱		۲		
IV				۱					۱				
شهری		۳	۳		۳	۱				۳			۳
V		۱	۳		۳	۳				۳			۱
تراکم		۱	۱		۱	۱				۱			۱
A	۲						۱	۲			۱		
B		۳	۳		۳	۳				۳			۱
C			۲		۲	۲		۱		۲			

تقدیر و تشکر

در این بخش نگارندگان برخود لازم می دانند از سازمان حفاظت محیط زیست کشور که به عنوان کارفرمای طرح ملی شناسایی، کنترل و کاهش آلودگی رودخانه های ایران از این طرح و مجریان طرح حمایت نموده و گزارش‌های نهایی این پروژه را در اختیار پژوهشگران قرار داده است، نهایت سپاس را به عمل آورند. همچنین با توجه به زحمات شایان ذکر مجریان محترم طرح و دانشگاه تربیت مدرس در نمونه‌برداری از رودخانه نیز سپاس‌گذاری می‌شود. پژوهشکده محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس به ریاست آقای دکتر احمد خدادادی که بخش مطالعات و مدلسازی رودخانه را عهدهدار بوده‌اند نیز نقش عمده‌ای در تکمیل این پژوهش داشته‌اند که در این مجال نهایت قدردانی به ایشان ابزار می‌شود.

منابع

- **افشاری، ع.، خادمی، ح.، (۱۳۹٤)، "**تأثیر سنگ منشاء بر ویژگی های ژئوشیمیایی برخی عناصر سنگین در مهم ترین سازندهای زمین شناسی در استان زنجان"، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست، ۳۱. ص۱-۱۳

- **افشین، ی. ا.، (۱۳۷٤)**. "رودخانه های ایران، شرکت مهندسین مشاور جاماب، ووزارت نیرو"، ۱۱۸۷ص

- **جداری عیوضی، ج.، مقیمی، ا.، یمانی، م.، عیسایی، ا.، (۱۳۸۹)**. "تاثیر عوامل اکوژئومورفولوژیک بر کیفیت شیمیایی آب (مطالعه موردی: رودخانه کر و دریاچه سد درودزن)"، *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*.، ۱، ص۱۷-۳۲

- **سازمان حفاظت محیط زیست ایران.، (۱۳۸۹)**، "مطالعات پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی رودخانه سیمینه رود"، مجری طرح: دانشگاه تربیت مدرس

- **سلاجقه، ع.، رضوی زاده، س.، خراسانی، ن. ا.، حمیدی فر، م.، سلاجقه، س.، (۱۳۹۰)**، "تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر کیفیت آب رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کرخه)" ، محیط شناسی.، ۵۸، ص۸۱-۸٦

- **شریفی، ه.، (۱۳۸۸)**، "بررسی ویژگی های زمین شناسی مهندسی سازندهای حوضه آبریز رودخانه سیمینه رود با نگرشی ویژه بر فرسایش پذیری آنها"، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۰۹ص

- **شهبازی، ر.، فیض نیا، س.، (۱۳۹۰)**، "تاثیر سازند های زمین شناسی بر کاهش کیفیت آب های سطحی و زیر زمینی در حوزه آبخیز کویر مرکزی ایران (مطالعه موردی حوزه آبخیز چشمه علی دامغان)"، *پژوهش های فرسایش محیطی*، ۱، ص۱-۱۲

- **طبیبیان، م.، (۱۳۸۷)**. "کاربری زمین اثر متقابل اقتصاد – اکولوژی"، ترجمه اکالاگان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷، ۲۸٤ص

- **کاشفی‌پور س. م.، توکلی‌زاده ا.ع.، (۱۳۸٦)**. "مدل هیدرودینامیکی و کیفی FASTER و کاربرد آن در مهندسی رودخانه"، تحقیقات منابع آب، جلد ۳، شماره ۳ ، ص۱-۱۵

- **مرادی، ح.، تقوی، ن.، بهرامی فر، ن .، (۱۳۹۰)**، تاثیرکاربری های مختلف برکیفیت منابع آب سطحی، *چهارمین همایش زمین شناسی و محیط‌زیست*، جلد٤، ۱-۱۰ص

-Ahmad Said, David Stevens, and G. S. (2013). Water Quality Relationships and Evaluation Using New Water Quality Index. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699. http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

-Ahmadi, J., Kahforoushan, D., Fatehifar, E., Benis, K. Z., & Nadjafi, M. (2015). Forecasting Surface Area Fluctuations of Urmia Lake by Image Processing Technique. *Applied Research in Water And Wastewater*, *4*, 183–187.

-Bu, H., Meng, W., Zhang, Y., & Wan, J. (2014). Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin, China. *Ecological Indicators*,*41*,187–197. http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.003

-Burns, Æ. C. W. (2007). Linking land-use, water body type and water quality in southern New Zealand. *Landscape Ecology*, *22*, 231–241. http://doi.org/10.1007/s10980-006-9018-x

-Ding, J., Jiang, Y., Fu, L., Liu, Q., Peng, Q., & Kang, M. (2015). Impacts of Land Use on Surface Water Quality in a Subtropical River Basin: A Case Study of the Dongjiang River Basin, Southeastern China.*Water*,*7*,4427–4445. http://doi.org/10.3390/w7084427-Galbraith, L. M. &

137, 20–29. http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.010

-Effendi, H., & Wardiatno, Y. (2015). Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*, *24*, 228–237. http://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.030

-Gyawali, S., Techato, K., & Yuangyai, C. (2013). Assessment of relationship between land uses of riparian zone and water quality of river for sustainable development of river basin , A case study of U-Tapao river basin , Thailand. *Procedia Environmental Sciences*,*17*,291–297. http://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.041

-Han, H., Yang, C., & Song, J. (2015). Scenario Simulation and the Prediction of Land Use and Land Cover Change in Beijing, China. *Sustainability*, *7*, 4260–4279. http://doi.org/10.3390/su7044260

-Hassan, Z., Shah, J. A., Kanth, T. A., & Pandit, A. K. (2015). Influence of land use / land cover on the water chemistry of Wular Lake in Kashmir Himalaya. *Ecological Processes*. http://doi.org/10.1186/s13717-015-0035-z

-Li, Y. L., Liu, K., Li, L., & Xu, Z. X. (2012). Relationship of land use/cover on water quality in the Liao River basin, China. *Procedia Environmental Sciences*,*13*(2011),1484–1493. http://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.140

-Karbassi, A., Mir Mohammad Hosseini, F., Baghvand, A., & Nazariha, M. (2011). Development of Water Quality Index (WQI) for Gorganrood River. *International Journal of Environmental Research*, *5*(4), 1041–1046.

-Li, Y., Xu, L., & Li, S. (2009). Water Quality Analysis of the Songhua River Basin Using Multivariate Techniques. *Scientific Research*, *2*(August),110–121. http://doi.org/10.4236/jwarp.2009.12015

-Wan, R., Cai, S., Li, H., Yang, G., & Li, Z. (2014). Inferring land use and land cover impact on stream water quality using a Bayesian hierarchical modeling approach in the Xitiaoxi River. *Environmental Management*, *133*, 1–11.

-Yackulic, C. B. (2011). Influence of land use on water quality in a tropical landscape : a multi-scale analysis. *Electronic Supplementary Material*, 1151–1164.http://doi.org/10.1007/s10980-011-9642-y

-Zhao, J., Lin, L., Yang, K., Liu, Q., & Qian, G. (2015). Influences of land use on water quality in a reticular river network area : A case study in Shanghai, China. *Landscape and Urban Planning*,

Journal of Environmental Geology
Nov. 10, No.37, Winter 2017

Impacts of Macro-Scale Parameters on Siminehrood River Basin

Farshid Bostan Manesh Rad[1]. Sadegh Partani[2]. Roohollah Noori[3]

1-M.Sc. student, water resource management, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch (IAU-CTB)

2-Assistant Professor Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch (IAU-CTB)

3- Assistant Professor, Faculty of Environment, University of Tehran

Abstract

Macro scale parameters (e.g. Land use, population density, geology and erosion etc.) have been considered as macro scale indicators (MSI_s) to estimate the water quality in river. The effects of MSI_s on water quality variables (that here in after call as micro scale variables / MSV_s) were investigated through multivariate statistical analysis (MVA). Several MVA employed to find out, validation and verification of interaction effects in screening steep wise stages. The analysis was applied to in situ and laboratory measured data. The sampling process had been carried out on 15 stations, in three stages, in Siminehrood River. The Siminehrood River is located in north-west of Iran as one of important rivers which is terminated to Uremia Lake. MSV_s includes all NSF variables. Results demonstrated the high resolution interaction between MSP_s and MSV_s. the results declared a dramatic relation between dry farming/irrigated farming and PO_4, TDS and Turbidity. Urban land use and first level erosion we considered as effective MSP_s on BOD_5, EC and TDS. High ranked pollution category of geological layer is detected as one of effective MSP_s on PO_4 and physical water quality variables. The results led the research to the MSP_s estimating river water quality in comparative water quality studies in different river basins.

Key words: Geology and erosion, water quality indicators, macro scale parameters, micro scale variables, land use