نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۲، شماره ۲، ۱۳۹۹، صفحات ۵۸۰-۵۹۲

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 12, Issue 2, 2020, Pages 580-592
DOI: 10.22092/ijwmse.2018.109145.1265

بررسی تاثیرات تغییر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب رودخانه شاوور

صغری مالک‌پور لرکی[۱]، زهره خورسندی کوهانستانی*[۲] و محمد فرجی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، [۲] استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و [۳] استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱

چکیده

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور است. آب‌های سطحی جاری یا رودخانه‌ها یکی از مهمترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. رودخانه شاوور که یکی از رودخانه‌های مهم و تاثیرگذار شهرستان شوش به‌شمار می‌رود، به‌دلیل استفاده از آب آن در کاربری‌های شهری و کشاورزی کیفیت آن حائز اهمیت است. کاربری اراضی و تغییرات آن تاثیر بسزایی بر کیفیت آب رودخانه‌ها دارد، در پژوهش حاضر، تاثیرات تغییر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب رودخانه شاوور در دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۳ بررسی شد. نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۳ به کمک تصاویر ماهواره‌ای تهیه شد و سپس، تغییرات کاربری اراضی بررسی شد. نتایج نشان داد، در سری داده‌های مورد مطالعه، روند معنی‌دار وجود دارد و افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی و کاهش اراضی مرتعی و جنگلی را در پی داشت. سپس، در دوره مطالعاتی روند تغییرات عوامل کیفی آب رودخانه شاوور به کمک آزمون من-کندال و نمودارها بررسی شد. نتایج نشان داد، روند کلی تغییرات پارامترهای HCO_3، Cl، TDS، EC، Ca، Mg و SO_4 در دوره زمانی مورد مطالعه، افزایشی بوده است. با توجه به تغییر معنی‌دار پارامترهای مورد مطالعه می‌توان دریافت، افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی و کاهش اراضی مرتعی و جنگلی، باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور در طی دوره مورد مطالعه شده است.

واژه‌های کلیدی: تبدیل اراضی، سنجش از دور، کاهش کیفیت، من-کندال، GIS

مقدمه

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور است. در عصر کنونی گسترش شهرها و احداث واحدهای صنعتی و کشاورزی وابسته به وجود منابع آب کافی به‌ویژه رودخانه‌ها بوده است. در این مناطق، رودخانه‌ها نه‌تنها تأمین‌کننده آب مورد نیاز مصارف مختلف هستند، بلکه به‌عنوان مجاری طبیعی در انتقال پساب‌ها و فاضلاب‌های تولید شده، عمل می‌کنند. تخلیه انواع مختلف آلاینده‌های کشاورزی و صنعتی و پساب‌های شهری به رودخانه‌ها باعث شده است که در حال حاضر رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از کانون‌های بحرانی از نقطه نظر آلودگی‌ها مطرح است (Shokri و همکاران، ۲۰۱۴). از عوامل موثر در کاهش کیفیت آب‌های سطحی در سطح حوزه‌های

* مسئول مکاتبات: khorsandi@asnrukh.ac.ir

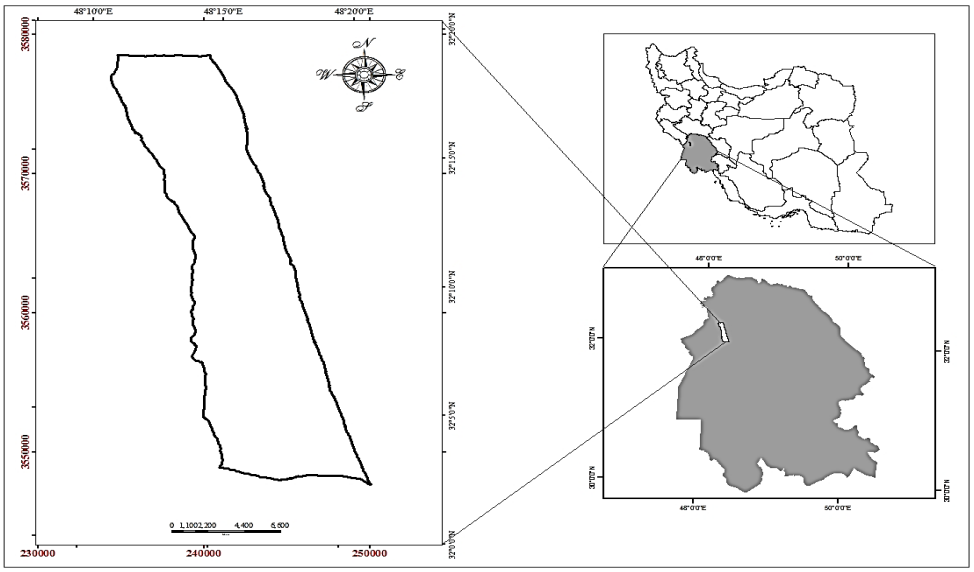
آبخیز، تغییر کاربری اراضی است. بررسی روند تغییرات کاربری جنگل‌ها، مراتع، توسعه شهرها و اراضی کشاورزی نشان‌دهنده پیامدهای تخریبی حاصل از تغییرات کاربری اراضی بوده، منجر به بروز انواع فرسایش و افزایش رسوب‌زایی و کاهش کیفیت آب شده است. افزایش جمعیت و توسعه فعالیت‌های انسانی در چند دهه اخیر، سطح زمین را به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار داده است. تغییر پوشش اراضی به عوامل انسانی نظیر رشد شهرها و عوامل طبیعی مانند وقوع سیل، آتش‌سوزی، نوسانات اقلیمی و تغییرات اکوسیستمی مربوط می‌شود. امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت و تمایل به زندگی شهری، بیشترین تغییرات پوشش اراضی در نواحی شهری به‌وقوع می‌پیوندد (McGarig، ۱۹۹۸). کاربری‌های شهری و کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه تأثیر بسزایی دارد، به‌طوری که در حوضه‌هایی با کاربری کشاورزی و شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری‌ها در آن‌ها کمتر است، میزان pH و شوری آب رودخانه بالاتر است (Chessman و Townsend، ۲۰۰۹). کاربری اراضی و نحوه قرارگیری آن در مقیاس حوزه آبخیز و بررسی اثر آن بر کیفیت آب سطحی برای دستیابی به درکی بهتر از ترکیب کیفیت آب و استراتژی‌های مدیریتی ضروری به نظر می‌رسد (Saadati و همکاران، ۲۰۰۶). دانستن چگونگی اثر کاربری اراضی و نحوه چیدمان آن‌ها بر کیفیت آب در تعیین بهترین فعالیت‌های مدیریتی بسیار حائز اهمیت است (Shirani و همکاران، ۲۰۰۶). به همین منظور، در دهه‌های گذشته، محققان مشاهدات مختلف و جمع‌آوری شده از طریق عملیات میدانی و همین‌طور عکس‌های هوایی را برای کشف تغییرات کاربری اراضی ناشی از تحمیل فرایندهای طبیعی و انسانی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (Rasoli و همکاران، ۲۰۰۹). در ارتباط با مطالعه تاثیرات تغییر کاربری‌های مختلف اراضی بر کیفیت منابع آب سطحی در ایران می‌توان به چند مورد اشاره کرد. در مطالعه‌ای در حوزه آبخیز آبرود سیاه‌رود مقایسه پارامترهای کیفیت آب نشان‌دهنده تغییرات کیفیت آب رودخانه مذکور در اثر کاربری‌های مختلف است. نتایج بیانگر آن است که بین فعالیت‌های کشاورزی و مقدار نیترات و فسفات موجود در آب سطحی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (Moradi و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین، در مطالعه‌ای دیگر، به بررسی تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر کیفیت آب رودخانه کرخه پرداختند و نتایج نشان داد که تغییرات کاربری اراضی به سمت کاهش اراضی مرتعی، جنگلی، باغ‌ها و اراضی زراعی و افزایش اراضی بایر، پیش رفته است که باعث کاهش شدید کیفیت آب رودخانه، به‌صورت افزایش آنیون‌ها و کاتیون‌ها در دوره مطالعاتی شده است (Salajegheh و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهشی دیگر، در بررسی منبع آلاینده در حوزه آبخیز رودخانه سیاه‌رود استان گیلان، نتیجه به‌دست آمده حاکی از آن است که کیفیت آب رودخانه کاملا تحت تاثیر فعالیت‌های کشاورزی است (Sakizade، ۲۰۰۴). Khebri و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای، به بررسی اثر کاربری اراضی بر روی رودخانه زاینده‌رود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بین غلظت آلاینده‌ها با مساحت اراضی کشاورزی اطراف هر ایستگاه رابطه معنی‌داری وجود دارد.

در پژوهشی دیگر Hassler (۲۰۰۴)، اثر کاربری اراضی را روی کیفیت آب در رودخانه‌ای در کالیفرنیا را بررسی کردند و نتایج پژوهش نشان داد که کیفیت آب رودخانه تحت تاثیر توسعه کشاورزی و فعالیت‌های دامداری و دامپروری آلوده بوده، به‌طوری که این اقدامات موجب کاهش کیفیت آب بیشتر رودخانه‌ها در این ایالت شده است. در مطالعه‌ای توسط Buck و همکاران (۲۰۰۴) با هدف تعیین اثرات تغییر کاربری بر کیفیت آب، فعالیت‌های کشاورزی را به‌عنوان منبع اصلی رسوبات و آلاینده آب‌های سطحی بیان کردند. در مطالعه‌ای دیگر Bu و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی کیفیت آب رودخانه تحت تاثیر کاربری اراضی در منطقه تیزی چین پرداختند و به این نتیجه رسیدند، بیشترین تغییرات مربوط به کاربری کشاورزی است که باعث افزایش نیتروژن و فسفر رودخانه می‌شود و رودخانه را آلوده می‌کند. همچنین، در مقاله‌ای به بررسی اثر کاربری اراضی و پوشش زمین در اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی بر روی کیفیت آب رودخانه در منطقه منهتن پرداخته شد و نتایج نشان

داد، تفاوت معنی‌داری بین اثر کاربری اراضی و مناطق مسکونی بر روی کیفیت آب رودخانه وجود دارد (Bovden و همکاران، ۲۰۱۵). در این مطالعه، روند تغییر کیفیت آب نیز بررسی شد که نشان از معنی‌دار بودن تغییرات در سطح پنج درصد است.

مواد و روش‌ها

ویژگی منطقه مورد پژوهش: رودخانه شاوور با طول ۹۰ کیلومتر در شمال غربی استان خوزستان جریان دارد. منشا اصلی تامین آب این رودخانه جریان وسیع آب‌های زیرزمینی، زه‌آب‌های حاصل از کانال دز غربی و آب برگشتی آبیاری اراضی هفت‌تپه است. در این پژوهش، محدوده مطالعاتی بخشی از رودخانه شاوور در حد فاصل روستای ردا تا پل شاوور است. محدوده مورد مطالعه در ″۲۹ ′۲ °۳۲ تا ″۴۲ ′۱۸ °۳۲ عرض شمالی و ″۶ ′۱۴ °۵۴ تا ″۳۳ ′۱۷ °۵۴ طول شرقی قرار گرفته است. مساحت منطقه مورد مطالعه، ۲۴۸۸۱ هکتار است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

تهیه نقشه کاربری اراضی: با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و مشخص - کردن موقعیت مکانی ایستگاه هیدرومتری در رودخانه شاوور به‌عنوان نقطه خروجی اقدام به تعیین محدوده مورد مطالعه شد. سپس، نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۴ و سال ۲۰۱۴، تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM و OLI تهیه و میزان تغییر مساحت مربوط به کاربری‌های اراضی در مقاطع زمانی مذکور تعیین شد. با توجه به موقعیت منطقه و بازدیدهای صحرایی، کاربری اراضی فعلی در چهار سطح کاربری‌های مرتع، کشاورزی، جنگل، مسکونی و رودخانه طبقه‌بندی شد.

جمع‌آوری داده‌ها: در مرحله اول، کلیه اطلاعات مربوط به عوامل تأثیرگذار بر روی وضعیت کمی و کیفی آب سطحی از سازمان‌ها و اداره‌های مربوطه مانند سازمان آب و برق، اداره هواشناسی و سازمان نقشه‌برداری و زمین‌شناسی استان خوزستان جمع-آوری شد. اطلاعات مورد نیاز به‌منظور بررسی اثر تغییرات کاربری بر روی کیفیت آب در این پژوهش، نقشه توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی، ، آمارهای اقلیمی (بارش، تبخیر و دما) و داده‌های کیفی آب‌های سطحی نظیر Na، Cl، HCO_3، SO_4، EC، pH و TDS مربوط به بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۳ می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: با بررسی روند تغییرات طی یک دوره ۳۰ ساله، تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر

کیفیت آب رودخانه به کمک گراف‌ها و نمودارهای توصیفی در اکسل مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت و روند تاثیرگذاری کاربری بر روی کیفیت مشخص شده و می‌توان معنی‌دار بودن این تاثیرات را با توجه به شرایط کاربری و منطقه بررسی کرد.

بررسی روند داده‌ها

آزمون من-کندال: آزمون‌های ناپارامتری بسیاری برای تعیین روند در سری داده‌ها تا کنون بسط داده شده‌اند. از بین آزمون‌های ناپارامتری، آزمون من-کندال (Kendall و Mann، ۱۹۷۵) بهترین انتخاب برای بررسی روند یکنواخت در سری داده‌هاست (Xu و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال به نرمال‌بودن داده‌ها حساس نیست.

در این روش آماره S برای ماه gام و ایستگاه kام با رابطه (۱) محاسبه شد (Panda و همکاران، ۲۰۰۷).

$$S_{gk} = \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^{n} sgn((X_{jgk} - X_{igk}), \forall 1 \le i \le j \le n \quad (۱)$$

که در آن، n تعداد داده‌های سری و $sgn(\theta)$ تابع علامت است که با رابطه (۲) تعیین می‌شود.

$$S_{gn}(\theta) = \begin{cases} ۱ & \text{اگر } \theta > ۰ \\ ۰ & \text{اگر } \theta = ۰ \\ -۱ & \text{اگر } \theta < ۰ \end{cases} \quad (۲)$$

من-کندال نشان داد، وقتی $n \ge 10$ باشد، آماره S تقریبا به‌طور نرمال توزیع می‌شود، با میانگین صفر و انحراف معیار مطابق رابطه (۳):

$$(\sigma_{gg})_k = \frac{[n(n-۱)(۲n+۵)\sum d(d-۱)(۲d+۵)]}{۱۸} \quad (۳)$$

که در آن، تعداد داده‌های یکسان در سری زمانی است که نرمال شد (Panda و همکاران، ۲۰۰۷).

سپس، آماره آزمون یا Z استانداردشده که دارای توزیع نرمال استاندارد یا میانگین صفر و واریانس یک است، مطابق رابطه (۴) به‌دست آمده:

$$Z_{gk} = \frac{S_{\acute{g}k}}{(\sigma_{gg})_k^{۱/۲}} \quad (۴)$$

فرض صفر (نبود روند در سطح معنی‌داری a) به شرطی که $-Z1-\alpha/2<Zgk<Z1+\alpha/2$ باشد، پذیرفته می‌شود. در این مطالعه سطح معنی‌داری ۱۰ درصد به‌کار رفت.

شیب خط روند (تخمین‌گر سن): یک شاخص بسیار مفید در آزمون MK شیب سن است که با β نمایش داده می‌شود و شیب روند یکنواخت را در سری داده‌ها نشان می‌دهد. مقدار شیب روند با رابطه (۵) برآورد شد.

$$\beta_{gk} = Median\left(\frac{X_{igk}-X_{jgk}}{i-j}\right), \forall 1 \le i \le j \quad (۵)$$

که در آن، β_{gk} برآوردگر شیب خط روند برای ایستگاه Kام در ماه iام است. مقادیر مثبت، نشان‌دهنده روند افزایشی و مقادیر منفی نشان‌دهنده روند کاهشی است.

آزمون پتیت: آزمون پتیت برای تشخیص جهش در مقدار میانگین داده‌ها در طول زمان و معمولا همراه آزمون من-کندال به‌کار می رود. پس از این‌که معنی‌داری روند با این آزمون در سطوح مختلف تأیید شد. روابط آزمون پتیت در ادامه می‌آید (Li و همکاران، ۲۰۱۴).

۱: ابتدا سری زمانی Ut,n با رابطه (۶) به‌دست می‌آید.

$$U_{t.n} = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=i+1}^{n} sgn(x_j - x_i) \quad (۶)$$

که در آن، T طول دوره آماری و n تعداد داده در سری آماری است.

۲: تابع $sgn(.)$ محاسبه می‌شود.

۳: مقدار k با رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

$$K = max_t[U_{t.n}] \quad (۷)$$

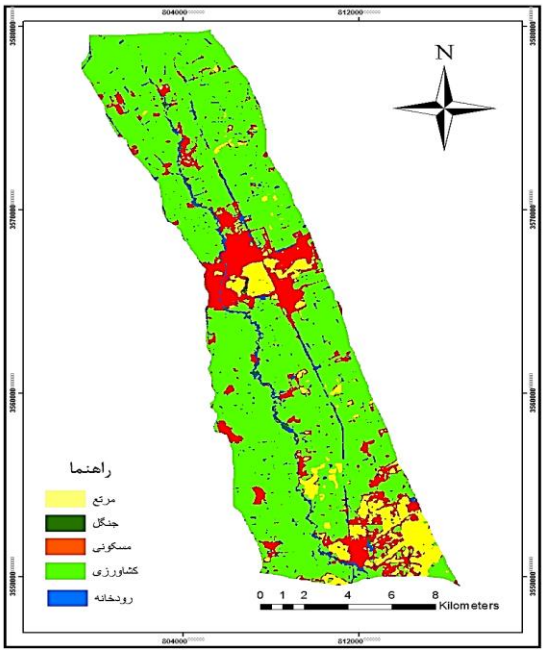
۴: مقدار k در رابطه (۸) جایگزین و آماره P با رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

$$p = ۲ . e = \frac{۶k^۲}{n^۳+n^۲} \quad (۸)$$

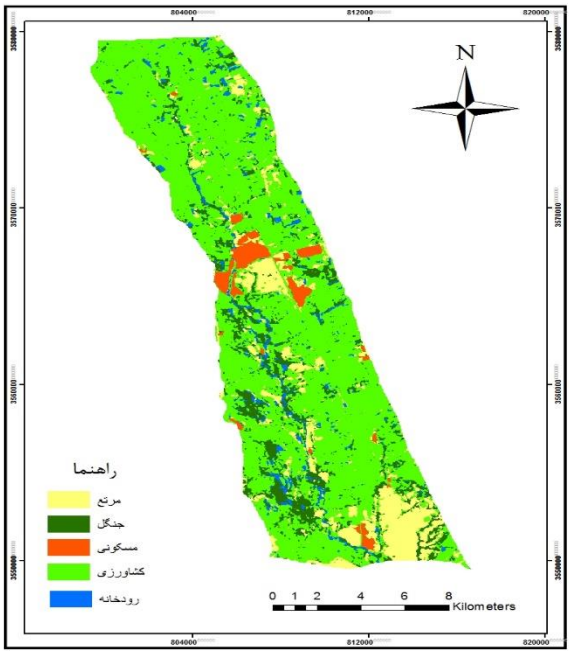
هر چه آماره P به صفر نزدیک‌تر باشد، اختلاف میانگین سری قبل از پرش و بعد از پرش معنی‌دارتر می شود و معمولا اگر ($P<0.05$) معنی‌دار تلقی می‌شود.

نتایج و بحث

نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای: پس از انجام طبقه‌بندی با روش طبقه‌بندی بیشینه احتمال در محیط نرم‌افزار ENVI نقشه‌های کاربری سال ۱۹۸۴ و سال ۲۰۱۴ به‌دست آمده، پس از فیلترکردن برای حذف پیکسل‌های اضافی نقشه‌ها به حالت وکتور در آمده، در آخر نقشه‌های نهایی در محیط GIS آماده شد. نقشه‌های کاربری مربوط به سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۱۴ به‌ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ آمده است.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۴

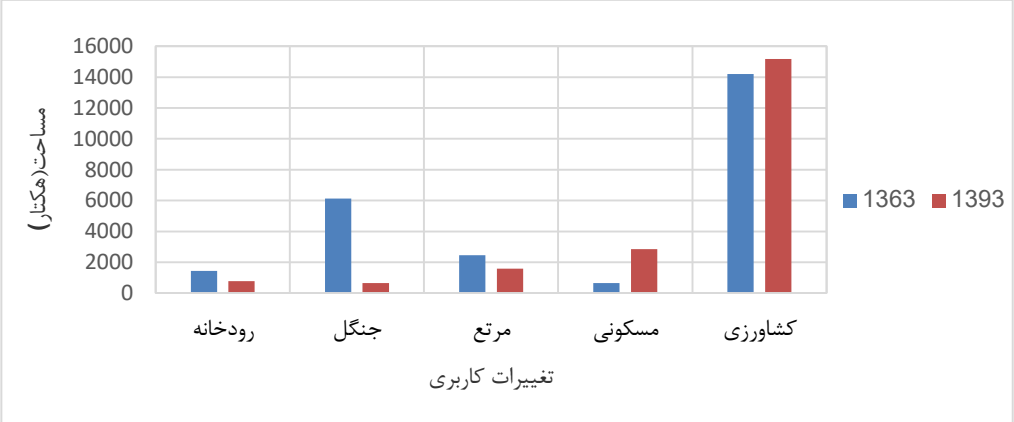


شکل۳- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۴

با توجه به نقشه کاربری اراضی تهیه شده مربوط به سال ۱۹۸۴، بیشترین سطح مربوط به کشاورزی با مساحت ۱۴۲۰۲/۸۲۹ هکتار و کمترین سطح مربوط به مرتع با مساحت ۲۴۵۴/۴۴۸۲ هکتار است. مساحت‌های به‌دست آمده نیز در سال ۲۰۱۴، بیشترین سطح مربوط به کشاورزی با مساحت ۱۵۱۷۳/۶ هکتار و کمترین سطح مربوط به جنگل با مساحت ۰/۲۷۱۵۲ است. شکل ۴، تغییرات مساحت کاربری‌های مختلف در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۳را نشان می‌دهد.

تغییر کیفیت آب: در این مطالعه، پارامترهای کیفی آب رودخانه شاوور شامل TDS، EC، Mg، Ca، HCO_3، Cl و SO_4 مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار

گرفت. روند تغییرات به‌صورت گراف به تصویر کشیده شد. جدول ۱، خلاصه آماری سری زمانی پارامترهای کیفی آب رودخانه شاوور در دوره مطالعاتی مورد نظر نشان داده شده است.



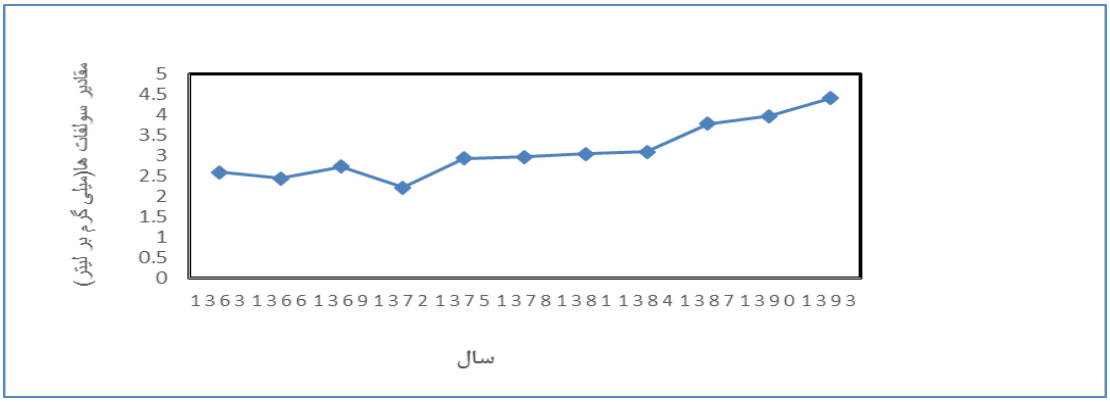
شکل ۴- مقایسه تغییرات مساحت کاربری در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۳

جدول ۱- خلاصه آماری پارامترهای کیفی رودخانه شاوور

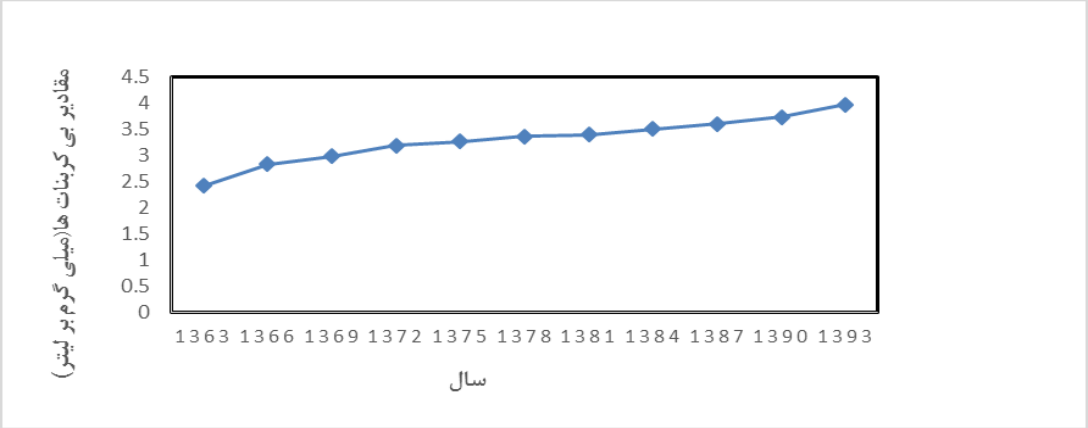
پارامتر	واحد	بیشینه	کمینه	میانگین	میانه	انحراف معیار
TDS	$mg\ l^{-1}$	۹۶۲	۳۰۰	۵۷۲/۹	۵۶۰/۷۰۰	۷۱/۹۲
EC	$\mu S\ m^{-1}$	۱۳۷۰	۷۹	۵۸۵/۴۲	۸۴۷/۲۹	۹۳/۷۱
Mg	$mg\ l^{-1}$	۱۰	۰/۵	۲/۵۴	۲/۶۳	۰/۳۰
Ca	$mg\ l^{-1}$	۷/۴	۱/۵	۳/۸۱	۳/۷۲	۰/۳۲
HCO3	$mg\ l^{-1}$	۵/۷۵	۱/۵۶	۳/۳۰	۳/۲۴	۰/۳۵
Cl	$mg\ l^{-1}$	۸	۱/۵۲	۲/۳۶	۲/۳۷	۰/۳۹
SO4	$mg\ l^{-1}$	۷/۶۷	۰/۲۰	۳/۷۰	۳/۰۹	۰/۵۹

آنیون‌ها: از مهمترین آنیون‌های موجود در رودخانه شاوور، سولفات‌ها، بی‌کربنات‌ها و کلرورها هستند که با توجه با شرایط مختلف مقادیری متفاوتی از آن در آب رودخانه وجود دارد. تغییرات سولفات‌ها در بازه زمانی مورد نظر نشان‌دهنده روند افزایشی مقدار سولفات‌ها و کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور است (شکل ۵).

بررسی روند تغییرات بی‌کربنات‌ها در رودخانه شاوور در بازه زمانی مورد مطالعه ۱۳۹۳-۱۳۶۳ نشان از روند افزایشی این آنیون داشته است که این روند افزایشی کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور را به همراه داشته است. که در شکل ۶ روند تغییرات را نشان می‌دهد.



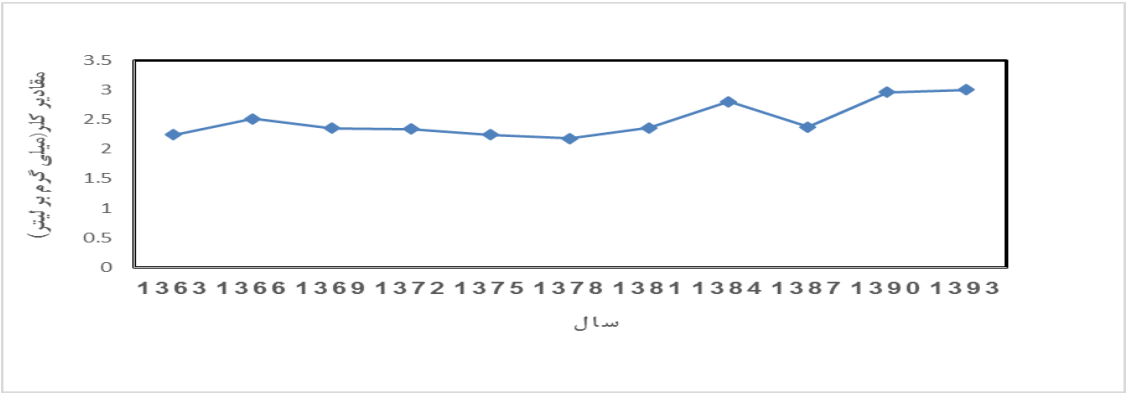
شکل ۵- روند تغییرات سولفات‌ها در رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳



شکل ۶- روند تغییرات بی‌کربنات در رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳

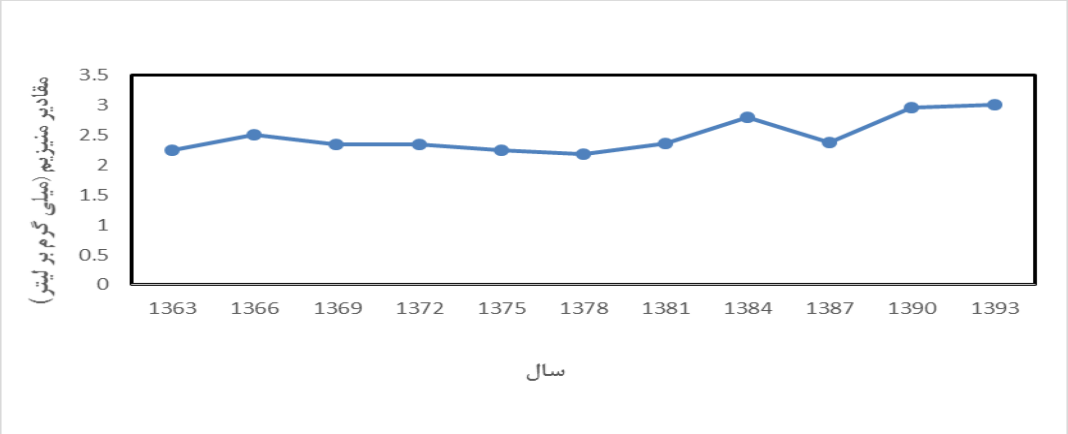
بررسی میزان تغییرات کلر رودخانه شاوور نیز بررسی شد که این بررسی‌ها، نشان از افزایش مقادیر کلر در رودخانه در طی دوره مطالعاتی که می‌توان کاهش کیفیت آب رودخانه در پی داشته است. شکل ۷، این روند افزایشی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در نمودارها مشخص است، تغییرات کلر، بی‌کربنات و سولفات آب رودخانه شاوور در دوره زمانی مورد نظر به‌صورت افزایشی بوده که این روند افزایشی منجر به کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور شده است که علت را می‌توان به استفاده بی‌رویه از کودهای حاوی کلراید مانند کلراید پتاسیم به‌وسیله کشاورزان محلی منجر به افزایش میزان کلر در منطقه شده است. آلودگی آب‌های بالادست به فضولات حیوانی و زه‌آب‌های کشاورزی و نیز استفاده بی‌رویه از کودهای سولفاته مانند سولفات پتاسیم، سولفات پتاسیم-منیزیم، سولفات آهن و غیره منجر به افزایش میزان بی‌کربنات و سولفات در آب رودخانه شاوور گشته است که این نتایج با پژوهش‌های انجام شده به‌وسیله Moradi و همکاران (۲۰۰۸) و Finer و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد، آن‌ها در بررسی در تعیین کیفیت آب رودخانه به این نتیجه رسیدند که کشاورزی و کودهای شیمیایی بر میزان سولفات، بی‌کربنات و کلر آب رودخانه تاثیر گذاشته است و باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شده است.



شکل ۷- روند تغییرات کلر در رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳

کاتیون‌ها: کاتیون‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر شامل منیزیم و کلسیم است که هر کدام از این کاتیون‌ها به‌صورت جداگانه بررسی و میزان تغییرات آن‌ها در طی دوره مطالعاتی مشخص شد. روند تغییرات منیزیم در بازه زمانی مورد نظر به‌صورت افزایشی بوده است که افزایش مقادیر این املاح را در رودخانه شاوور نشان می‌دهد (شکل ۸).

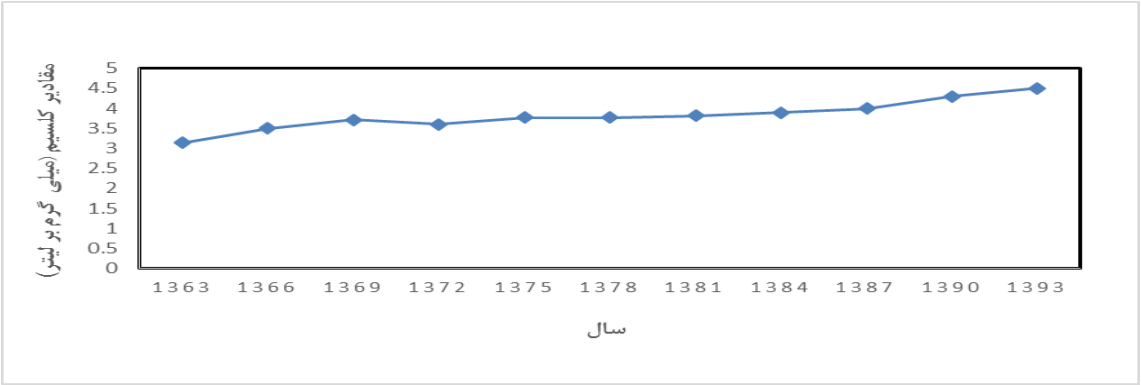


شکل ۸- روند تغییرات منیزیم در رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳

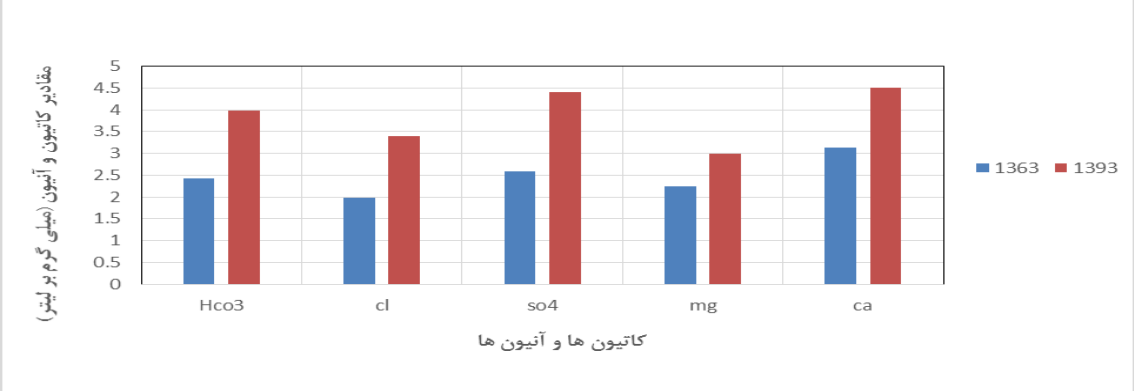
تغییرات کلسیم در رودخانه شاوور نیز بررسی شد، این بررسی‌ها نشان از افزایش غلظت مقادیر کلسیم در طی دوره مطالعاتی بوده است (شکل ۹).

در اثر شخم زمین کاتیون‌ها و آنیون‌ها در معرض حمل رواناب هستند و از آنجا که در دوره مطالعاتی، سطح اراضی مرتعی کاهش و سطح اراضی کشاورزی افزایش یافته است، افزایش میزان کاتیون‌ها و آنیون‌ها موجود در آب را می‌توان به شخم زدن اراضی کشاورزی و پیوستن این املاح به رودخانه شاوور و کاهش کیفیت آب رودخانه دانست. این موضوع در تطبیق با نتایج Sakizade (۲۰۰۴)، Khebri و همکاران (۲۰۱۵) و Hassler (۲۰۰۴) است. آن‌ها کشاورزی را عامل موثری در کاهش کیفیت آب معرفی کردند.

مقایسه کلی تغییرات آنیون‌ها و کاتیون‌ها رودخانه شاوور در بازه زمانی مورد مطالعه به‌صورت مقایسه‌ای در شکل۱۰ آمده است که نتایج روند افزایشی داده‌های کیفی آب رودخانه شاوور را نشان می‌دهد.

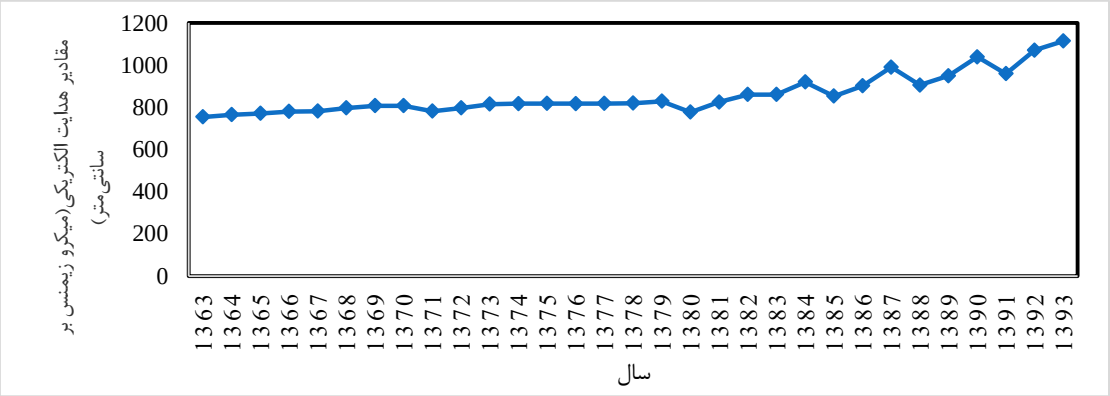


شکل ۹- روند تغییرات کلسیم در رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳



شکل ۱۰- تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها رودخانه شاوور سال ۱۳۹۳-۱۳۶۳

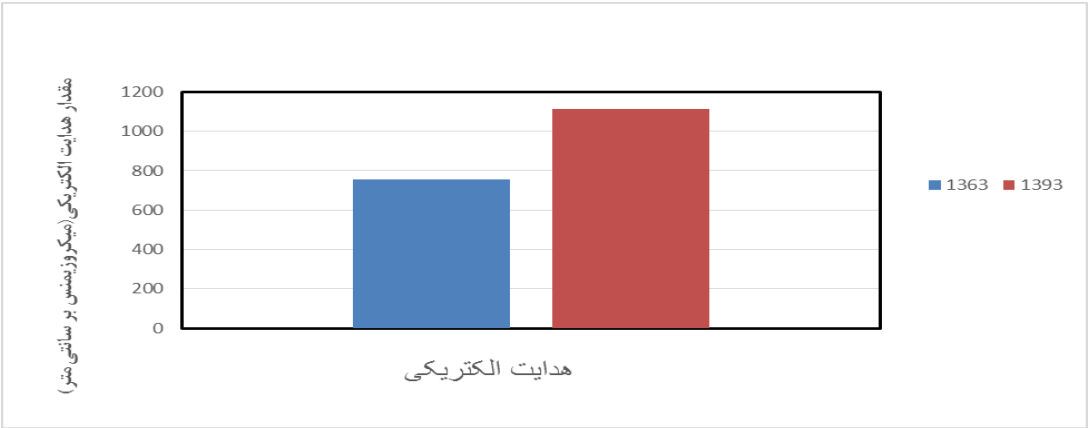
هدایت الکتریکی: بررسی روند هدایت الکتریکی در دوره زمانی مورد مطالعه، در رودخانه شاوور نشان‌دهنده روند افزایشی تغییرات است که باعث کاهش کیفیت آب رودخانه می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- روند تغییرات هدایت الکتریکی در رودخانه شاوور در سال ۱۳۶۳-۱۳۹۳

مقایسه کلی هدایت الکتریکی در دوره مطالعاتی مورد نظر نیز نشان‌دهنده افزایش این مقادیر است، شکل ۱۲ بیانگر این موضوع است.

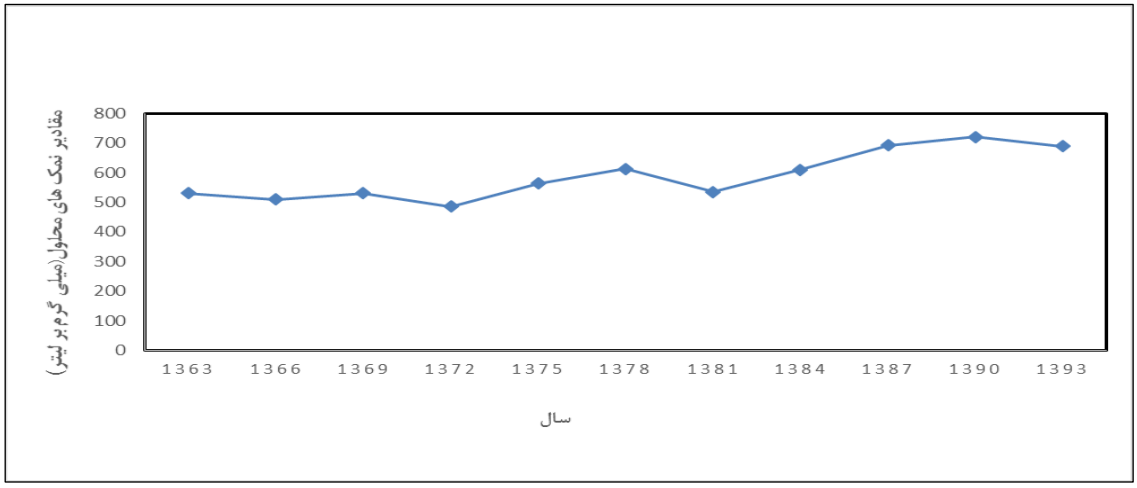
افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی در افزایش EC آب نیز موثر است، رودخانه شاوور به‌علت عبور از شهر شوش و رونق بسیار کشاورزی در منطقه شوش و استفاده از سموم کشاورزی و پساب‌های خانگی که حاوی پودرهای رختشویی زیادی است باعث افزایش EC آب رودخانه شاوور شده است. این نتیجه، با نتایج به‌دست آمده از Salajegheh و همکاران (۲۰۱۱)، Hatt و همکاران (۲۰۰۴) و Newall و Walsh (۲۰۰۵) مطابقت دارد. آن‌ها علت کاهش کیفیت آب و افزایش EC آن را پساب‌های شهری و کشاورزی دانستند.



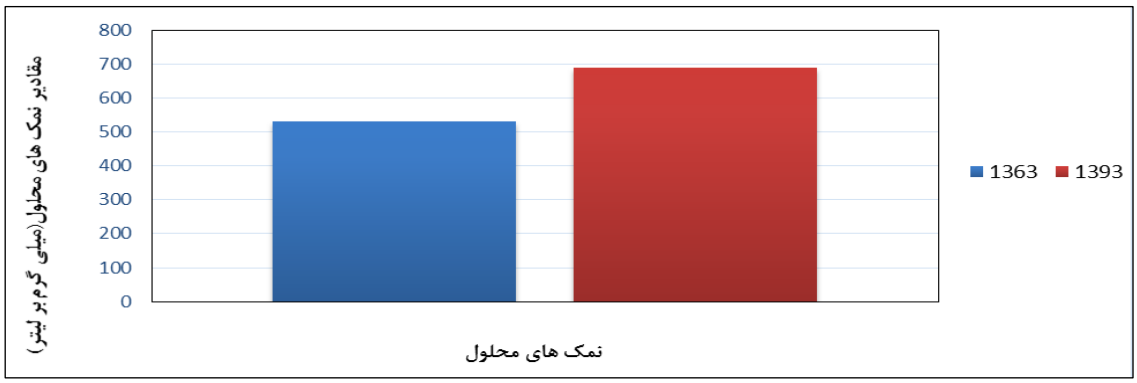
شکل ۱۲- تغییرات هدایت الکتریکی در رودخانه شاوور سال ۱۳۶۳-۱۳۹۳

مجموع نمک‌های محلول: نتایج به‌دست آمده از بررسی TDS آب رودخانه شاوور، نشان از افزایش مقادیر نمک‌های محلول در مقطع زمانی مورد مطالعه دارد (شکل ۱۳).

TDS عامل مهمی در کیفیت آب، به‌خصوص در آبیاری بوده، نقش زیادی در تعیین جوامع آبزی جانوری و گیاهی و تعیین کاربرد آب در مصارف شرب انسان و دام، آبیاری و صنعت دارد. بررسی کلی مقادیر نمک‌های محلول در این مطالعه نیز روند افزایشی این مقادیر را در بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- روند تغییرات TDS در رودخانه شاوور سال ۱۳۶۳-۱۳۹۳



شکل ۱۴- تغییرات نمک‌های محلول در رودخانه شاوور سال ۱۳۶۳-۱۳۹۳

بررسی تغییرات TDS در دوره مطالعاتی در منطقه شوش نشان از افزایش این مقادیر در آب رودخانه شاوور است که علت را می‌توان شخم اراضی کشاورزی و انتقال املاح به رودخانه و اضافه شدن فاضلاب‌های شهر شوش که مستقیم به رودخانه شاوور اضافه می‌شوند، دانست. این نتایج با نتایج به‌دست آمده از Chessman و Townsend (۲۰۰۹) مطابقت دارد. آن‌ها در بررسی کاربری اراضی بر روی کیفیت آب بیان کردند که اراضی کشاورزی و مسکونی باعث افزایش TDS آب سطحی می‌شود.

بررسی روند داده‌ها: نتایج حاصل از آزمون ناپارامتری من-کندال در جدول ۳ برای همه پارامترهای کیفی مورد مطالعه در رودخانه شاوور طی دوره مطالعاتی مورد نظر آورده شده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون من-کندال

پارامتر	Kendall	P-value	نتیجه آزمون	شیب سن
Ca	۰/۲۰۳	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۰۰۲
So4	۰/۴۴۸	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۰۰۵
Cl	۰/۴۵۹	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۰۰۳
Ec	۰/۴۳۲	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۶۸۱
Hco3	۰/۳۴۱	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۰۰۳
Mg	۰/۱۹۱	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۰۰۲
TDS	۰/۴۱	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار	۰/۵۲

نتایج حاصل از آزمون من-کندال و شیب خط سن: همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده شد، مقدار شیب خط سن برای داده‌های کیفی رودخانه شاوور، مثبت بوده که روند افزایشی این پارامترها را در رودخانه نشان می‌دهد. آزمون من –کندال نیز برای بررسی روند پارامترهای کیفی نشان می‌دهد که همه پارامترها دارای روند صعودی و معنی‌دار است. پارامترهای باقی‌مانده املاح محلول، هدایت الکتریکی، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم و سولفات دارای روند صعودی و معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است. روند صعودی تغییرات کیفی آب رودخانه شاوور نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب و افزایش املاح آب این رودخانه است.

نتایج آزمون پتیت: نتایج حاصل از آزمون پتیت در جدول ۴ نمایش داده شده است.

آزمون پتیت نیز بر روی داده‌های کیفی آب معنی‌دار بوده، نشان‌دهنده وجود روند در داده‌های کیفی در بازه زمانی مورد مطالعه است. شروع تغییرات نیز برای هر داده کیفی آب به‌صورت مجزا مشخص شده، که به‌طور کلی، شروع تغییرات از سال ۱۳۷۳ است که می‌توان علت را به تغییرات کاربری در بازه زمانی مشخص شده بر روی منطقه دانست.

جدول ۴- نتایج آزمون پتیت

پارامتر	K	P-value	نتایج آزمون پتیت	سال تغییر
Ca	۷۴۸۲	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار –وجود روند	۱۳۸۳
So4	۲۳۰۹۲	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۸۲
Cl	۱۴۳۹۸	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۷۷
Ec	۱۲۵۸۶	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۷۸
Hco3	۹۹۹۶	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۷۳
Mg	۸۰۵۳	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۷۶
TDS	۱۳۰۹۲	۰/۰۰۰۱	معنی‌دار-وجود روند	۱۳۷۶

روند تغییرات پارامترهای کیفی این رودخانه، به کمک آزمون من-کندال و شیب سن، در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که همه پارامترهای مورد بررسی در سطح پنج درصد و دارای روند صعودی معنی‌دار است. این روند، نشان از کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور است. با توجه به نتایج مربوط به تغییرات کاربری اراضی دراین دوره مطالعاتی که نشان‌دهنده افزایش مساحت اراضی مسکونی و کشاورزی شده است، اراضی کشاورزی با وارد کردن آلاینده‌ها و سموم کشاورزی باعث تقلیل کیفیت آب رودخانه شاوور شده است که این نتیجه با نتایج به‌دست آمده از Hassler (۲۰۰۴)، Bu و همکاران (۲۰۱۴)، Bovden و همکاران (۲۰۱۵)، Sakizade (۲۰۰۴) و Khebri و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. آن‌ها در پژوهش خود، در بررسی تغییرات کاربری و تاثیر بر کیفیت آب رودخانه به این نتیجه رسیدند که افزایش اراضی کشاورزی منجر به کاهش کیفیت آب منطقه می‌شود. رشد اراضی مسکونی نیز در منطقه شوش در دوره زمانی مورد نظر می‌تواند با وارد کردن پساب‌ها و آلاینده‌های خانگی، پساب مراکز درمانی (بیمارستان نظام مافی در پایین‌دست شوش) و پساب صنعتی (پساب کشتارگاه شهر شوش) به رودخانه شاوور منجر به کاهش کیفیت آب این رودخانه شود که این نتایج با نتایج به‌دست آمده از Salajegheh و همکاران (۲۰۱۱)، Bovden و همکاران (۲۰۱۴) و Ren و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. آن‌ها در بررسی تاثیرات تغییر کاربری بر روی کیفیت آب به این نتیجه رسیده بودند که اراضی مسکونی باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شده است.

نتایج و بحث

همان‌طور که در نمودارهای تغییرات کاربری اراضی در طی دوره مطالعاتی در منطقه شهر شوش نشان داده شده است، مساحت اراضی مسکونی و کشاورزی در کل سطح منطقه مورد مطالعه از سال

۱۳۶۳ تا ۱۳۹۳ روند افزایشی و همچنین، مساحت اراضی جنگلی و مرتعی در طی دوره مطالعاتی روند کاهشی داشته است. بررسی تغییرات کاربری اراضی نشان از رشد اراضی مسکونی و کشاورزی و کاهش اراضی جنگلی و مرتعی در طی دوره مطالعاتی داشته است. در طی دوره مطالعاتی در منطقه شهر، تغییر کاربری اراضی به سمت کاهش اراضی مرتعی و تبدیل آن به اراضی کشاورزی و مسکونی را نشان می‌دهد که این نتایج با نتایج به‌دست آمده از Fathian و همکاران (۲۰۱۲)، Zahedi (۲۰۱۳) و Rasoli و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. آن‌ها در بررسی تغییرات کاربری اراضی به این نتایج رسیدند که با کاهش اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و مسکونی افزایش می‌یابد. کاهش اراضی جنگلی نیز در منطقه شهر شوش منجر به افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی شده است که منطبق با نتایج به‌دست آمده از Ghanbari و Shetabi (۲۰۱۰)، Ha و Hong (۲۰۱۴) و Al-Alrazzaq و Alnajjar (۲۰۱۳) است. آن‌ها در پژوهش خود، در بررسی تغییرات کاربری به این نتیجه رسیدند که اراضی جنگلی کاهش و اراضی مسکونی و کشاورزی افزایش یافته است که این تغییرات با کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور همراه بوده است و از سویی دیگر، خشکسالی‌های اخیر که باعث کاهش دبی آب رودخانه شده مزید بر علت کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور است.

منابع مورد استفاده

1. Al-Razzaq, H. and H.A. Alnajjar. 2013. Maximum likelihood for land-use/land-cover mapping and change detection using Landsat satellite images: a case study south of Johor. International Journal of Computational Engineering Research, 6: 27-33.
2. Bowden, C., M. Konovalske, K. Curran and S. Touslee. 2015. Water quality assessment: the effect of land use and land cover in urban and agricultural land. Natural Resources and Environmental Sciences (NRES), 2: 1-21.
3. Buck, O., D. Niyogi and K. Colin. 2004. Towards scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. Environmental Pollution, 130: 287-299.
4. Chessman, B.C. and S. Townsend. 2009. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behavior of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. Ecological Indicators, 10(3): 620-626.
5. Fathian, F., S. Disciple and P. Senior. 2012. The assessment of land use changes using remote sensing technology and its relationship with the rivers flow, a case study on Hvzh-Ha east of Lake Urmia. Journal of Water and Soil, (Agricultural Sciences and Technology), 27(3): 642-655 (in Persian).
6. Ghanbari, F. and S.B. Shtayy. 2010. To assess changes in forest surface using aerial photos and pictures ASTER, case study: marginal forests south and southwest of the city of Gorgan. Journal of Wood Science and Technology and Forest, 17(4): 18-29 (in Persian).
7. Hassler, M. 2004. Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. Journal of Environmental Quality, 21(5): 102-105.
8. Khebri, Z., F. Nezhad Kooraki and H. Svday Born. 2015. Land and river water quality vector parameters using geographic information system. Journal of Remote Sensing and GIS Natural Resources, 2: 23-35 (in Persian).
9. Li, D, H. Xie and L. Xiong. 2014. Temporal change analysis based on data characteristics and nonparametric test. Water Resource Management, 28: 227-240.
10. Moradi, M., N. Piety and N. Bahramifar. 2008. The impact of different land use on the quality of surface water resources. Fourth Conference of Geology and Environment, Tehran, 1-10 pages (in Persian).
11. Rasouli, A. 2009. With an emphasis on the principles of applied remote sensing satellite image processing. Tabriz University Press, 777 pages.
12. Razavizadeh, Q., M. Mohseni Saravi and A.S. Seljuks. 2013. The effect of the change on river water quality of Taleghan. Iranian Journal of Water Research, 2: 1-6 (in Persian).
13. Ren, W., Z. Hong, M.J. Anderson, P. Watt, W.E. Chen and J.H.L. Leung .2003. Urbanization, land use and water quality in Shanghai. Environment International, 29: 649-659.
14. Sakizade, M. 2004. Check and fingerprinting Black River watershed pollution sources in the province of Gilan. MSc Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 102 pages (in Persian).
15. Salajegheh, A., S. Razavizadeh, M. Khorasani and Q. Seljuks. 2011. Land use changes and their impact on river water quality. Ecology, 58: 81 86 (in Persian).

16. Soleimani Sardo, C.E., R.S. Ghazavi and H. Graghany. 2013. Analysis and routing of water quality parameters. Journal of Irrigation and Water Engineering, 12: 12-1 (in Persian).
17. Xu, Z.X., K. Takeuchi and H. Ishidaira. 2003. Monotonic trend and step changes in Japanese, precipitation. Journal of Hydrology, 279: 144-150.
18. Zahedi, P.D. 2013. To evaluate changes in land use in winter dam basin using remote sensing data. Third International Conference on Environmental Planning and Management, Tehran University (in Persian).