نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ٤٤، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۹۳-۷۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۸/۲۴

نقش کاربری اراضی در کیفیت آب رودخانه الوند کرمانشاه

ایرج جباری[۱]

چکیده

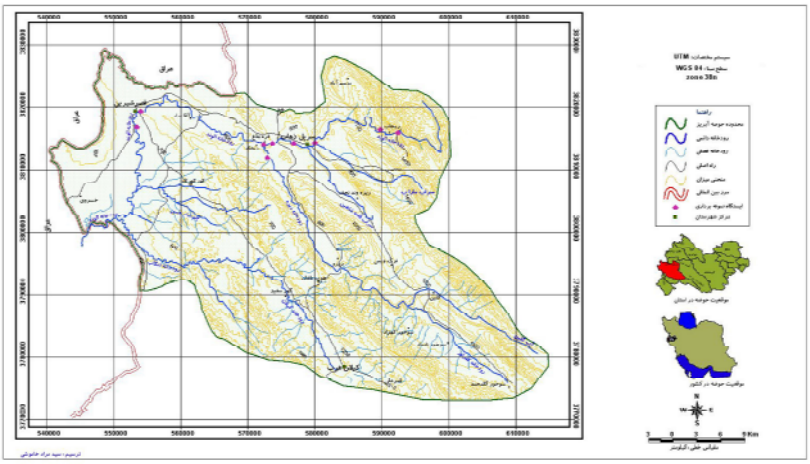
علل تغییرات مکانی کیفیت آب رودخانه الوند در غرب کرمانشاه هدف اصلی این مقاله را تشکیل می‌دهد. برای انجام این تحقیق ۹ محل در امتداد رودخانه الوند انتخاب گردید و برای تعیین کیفیت آب، ۱۰ پارامتر فـیزیکی و شیمیایی کیفیت آب در ۲ یا ۳ نوبت در هر فـصل در طی یک سال اندازه‌گیری گردید. این پارامترها عبارت بودند از: درجه حرارت محیط، درجه حرارت رودخانه، PH، DO، BOD OD، E.C.، TDS، کدورت و شوری. علاوه بر اندازه‌گیری‌های یادشده در ایستگاه‌های مزبور، در دو نوبت در اسفند ۱۳۸۵ و مرداد ۱۳۸۶ نمونه‌گیری آب صورت گرفت تا برای اندازه‌گیری کلیفرم انگلی و کل کلیفرم‌ها و همچنین اندازه‌گیری فلزات سنگین به آزمایشگاه‌های جداگانه‌ای منتقل شوند. فلزاتی که در این رابطه اندازه‌گیری گردید، عبارت بودند از: مس، آلومینیم، کرم، سرب، کادمیوم، نیکل، منگنز و وانادیوم. مقایسه این داده‌ها و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای آنها نشان داد که اغلب پارامترهای کیفیت آب و کلیفرم‌های رود با گذر از مراکز جمعیتی از بالادست به سمت پایین دست یک روند افزایش دارند و تنها در میانه رود؛ یعنی، در ایستگاه قبل از قره‌بلاغ در دو شاخص کدورت آب و COD افزایش غیرعادی رخ می‌هد. علی‌رغم این، مقدار فلزات سنگین در مسیر رود دچار نوسانات خیلی زیادی می‌گردد. در ریجاب واقع در بالادست رود دو عنصر کروم و نیکل بالاست، درحالی که اغلب فلزات سنگین، بویژه کادمیوم و سرب در مینه رود، در محدوده بین سرپل ذهاب و قره‌بلاغ و عمدتاً در قبل از قره‌لاغ به اوج خود می‌سند. بررسی نمونه از شاخه کوچکی از رود که در این بخش از شمال به رود الوند می پیوندد، نشان داد که این شاخه بیشترین مقدار این افزایش‌ها را توجیه می‌کند. در این نمونه کدورت آب .T.U ۱۶، COD آن ۸ mg/L، و کادمیوم و سرب آن به ترتیب ۱۱۱/۲ و ۲/۹ پی پی بی بوده است. در حالی که در همین زمان در ریجاب واقع در بالادست رود کدورت آب .N.T.U ۰/۸ COD آن ناچیز، کادمیوم و سرب آن به ترتیب ۰/۰۶۸ و ۰/۱۹۹ پی پی بی بوده است.

واژگان کلیدی: آلودگی، رودخانه الوند، کرمانشاه، محیط زیست، کیفیت آب.

۱ـ دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه. Email:ir_jabbari@yahoo.com.

مقدمه

رود الوند در غرب ایران وغرب استان کرمانشاه قرار گرفته است. حوضه رودخانه الوند به شکل بیضی است، در حدود ۲۷۹۸ کیلومتر مربع مساحت دارد و محیط آن در حدود ۳۰۴ کیلومتر می‌باشد. درون حوضه الوند بخش‌هایی از شهرستان‌های دالاهو، سرپل ذهاب، قصرشیرین و گیلان غرب و سه شهر مهم این استان؛ یعنی، سر پل ذهاب، قصرشیرین و گیلان غرب جای گرفته است (شکل ۱). این رود از ارتفاعات تخت خانمک به ارتفاع ۲۴۸۳ متر که از سازند گچساران تشکیل یافته است، سرچشمه می‌گیرد و در مسیر ۱۲۹ کیلومتری خود شاخه‌های مهمی را عمدتاً از جنوب با جهت‌گیری‌های جنوب شرقی ـ شمال غربی دریافت می‌کند (شکل ۱).



شکل (۱) نقشه توپوگرافی حوضه الوند و نقاط نمونه گیری در مسیر آن

بررسی هیدرولوژی حوضه الوند براساس آمار دبی‌های ۳ ایستگاه هیدرومتری سرپل ذهاب، دیره و قصرشیرین نشان می‌دهد که تا سرپل ذهاب به‌طور متوسط ۳/۴۱ مترمکعب در ثانیه تخلیه آب صورت می‌گیرد. بعد از این شهر رودخانه دیره نیز تقریباً همین مقدار آب (۳/۵ متر مکعب در ثانیه) را تحویل رود الوند می‌نماید. بنابراین، مجموع آب این دو رود و آب‌های شاخه‌های فرعی دیگر تا قصر شیرین مقدار تخلیه آب رود الوند را به ۸/۹۶ متر

مکعب در ثانیه می‌رسانند؛ به‌عبارت دیگر، مقدار آب رود الوند تا سرپل ذهاب به‌طور متوسط ۱۰۷/۵ میلیون مترمکعب می‌باشد که در قصر شیرین به ۲۸۲/۶ میلیون متر مکعب در سال می‌رسد.

رود الوند دست‌کم از چندین جهت برای ساکنان منطقه اهمیت دارد: به عنوان محلی برای تمرکز مراکز جمعیتی، محلی برای تخلیه آب‌های زیرزمینی، محل پرورش حیات وحش و حیات دام، پالایندگی مواد سمی، منبع تولید فرآورده‌های طبیعی، اهمیت زیستگاهی، اهمیت گردشگری و توریستی و ارزش‌های تاریخی، مذهبی و اعتقادی. سرآغاز اقدامات مدیریتی در حوضه‌های آبخیز شناسایی تغییرات مکانی و زمانی آلودگی‌ها و منابع آلاینده در حوضه‌ها است. این رودخانه از جمله رودخانه‌هایی است که کمتر دستخوش تغییرات محیطی قرار گرفته است. باوجود این، در سال‌های اخیر بعضی از اقدامات باعث شده است روند آلودگی آن سیر صعودی بگیرد. در این تحقیق سعی می‌شود تغییرات آلودگی در مسیر این رود که در مراحل اولیه آلودگی قرار می‌گیرد، بررسی شود و جستجو شود که چگونه آلاینده‌ها به صورت خزشی منجر به آلوده شدن یک رود می‌گردند؟

پیشینه تحقیق

رودخانه‌ها برحسب میزان و نوع فعالیت انسان‌ها در حوضه‌هایشان به درجات گوناگون در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. آلودگی‌ها می‌تواند به صورت نقطه‌ای یا غیرنقطه‌ای از منابع مختلف سرچشمه گیرند (عرفان‌منش و افیونی، ۱۳۷۹؛ Chin، ۲۰۰۶: ۵) و در یک حوضه آبریز صرفنظر از ویژگی‌های زمین‌شناسی و پدیده‌هایی مانند آتش‌سوزی کاربری‌های مختلف این منابع را فراهم می‌کنند (Lake and Morrison, 1977: 917)؛ مانند آلودگی رود زرد چین به وسیله نیتروژن که عمدتاً از منابع نقطه‌ای مانند فاضلاب‌های شهری و پساب کارخانه‌ها تولید می‌شود (Xia و همکاران، ۲۰۰۲: ۹۱۷) یا آلودگی خلیج بوهای چین ناشی از فلزات سنگین ، آرسنیک، نیتروژن و فسفر که باعث اوتریفیکاسیون و پدیده کشندقرمز گردید (Liu and Wang، ۲۰۰۲: ۳۲۶) و آلودگی رود تجن ناشی از فعالیت‌های کشاورزی (مهردادی و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۹۹). بر این اساس، تحقیقات زیادی را می‌توان

یافت که بر روی تشخیص تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب در حوضه‌های رودخانه‌ای متمرکز شده‌اند. نتایج مطالعات بر روی رود سین فرانسه (Meybeck، ۲۰۰۲: ۳۷۶)، رودخانه فروم انگلستان (Hanrahan و همکاران، ۲۰۰۳: ۳۵۷۹)، رود استرومای بلژیک (Astel و همکاران (۲۰۰۷)، و شمال یونان (Simeonov و هـمکاران، ۲۰۰۳: ۴۵۶۶). توده‌های آب نیوفانلند و لابرادور کانادا (Dawe، ۲۰۰۵: ۵۹)، حوضه دریاچه‌ای تاهو در آمریکا (Stubblefield و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۳۳)، رودخانه هان کره جنوبی (Chang، ۲۰۰۵: ۳۲۱)، آمودریا در آسیای مرکزی (Crosa و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۲۳۷)، و رود باگماتی نپال (Kannel و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۳۳)، ابهر رود زنجان (پری زنگنه، ۱۳۸۴: ۱)، آجی جای آذربایجان شرقی (سلماسی و چرخابی، ۱۳۸۴: ۱) و سیاه رود گیلان (Charkhabi و همکاران، ۲۰۰۵: ۱) نشان می‌دهد که در رودهای اصلی به دلیل اثرات تجمعی توسعه‌های انسانی از بالادست به سمت پایین و در شعبات کوچک به دلیل امکانات ناکافی تصفیه، کیفیت آب در بخش‌های پایین دست بشدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. حتی در داخل محدوده‌ای معین مانند شهرها کاربری‌های مختلف باعث تولید آلودگی‌های گوناگون می‌گردد. Mvungi و همکارانش (۲۰۰۳: ۱۱۳۷) با مقایسه کیفیت آب دو حوضه در زیمبابوه دریافتند که بار آلودگی رود در مناطق دارای صنایع خانگی (محصولاتی که در خانه تولید می‌شوند) چهار برابر بیشتر از مناطق مسکونی غیرصنعتی است. از آن جا که، غلظت این آلاینده‌ها در زمان و مکان‌های مختلف در یک حوضه آبخیز متفاوت می‌باشد (Crosa و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۲۳۷؛ Ouyang و همکاران، ۲۰۰۶: ۳۸۰۰)، اثرات آن‌ها نیز بر روی کیفیت آب به گونه‌های مختلف ظاهر می‌شود که می‌تواند مصارف ویژه آب از قبیل شرب، کشاورزی، صنعت و حتی شستشو را تهدید نماید. Keeley و Faulkner (۲۰۰۸: ۲۸۰۳) اثرات این کاربری‌ها را بر تولید انگل ها در منابع آب شرب بررسی نمودند و حضور احشام و حتی حیات وحش را بر روی آلودگی این منابع مؤثر دانستند. Monaghan و همکاران (۲۰۰۹: ۲۰۱) با بررسی کاربری‌های مختلف کشاورزی در حوضه وایکاکاهی در نیوزیلند نشان دادند که رواناب حاصل از حاشیه بندهای آبیاری، شاخص های کیفیت آب را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهند و مناسب‌ترین مدیریت برای این بندها را حفظ این بندها به وسیله

حصارها و پوشش گیاهی حاشیه‌ای و زمان‌بندی آبیاری دانستند. بنابراین، شناسایی تغییرات مکانی و زمانی آلودگی‌ها و منابع آلاینده در حوضه‌ها و بررسی کاربری اراضی حوضه‌ها می‌تواند سرآغاز اقدامات مدیریتی در حوضه‌های آبخیز باشد. پژوهشگرانی مانند Singh (۲۰۰۴: ۳۹۸۰) و Chang (۲۰۰۸: ۳۲۱) صحبت از آن می‌کنند که این نوع تحقیقات بر مبنای بررسی‌های آماری یا تلفیقی از این بررسی‌ها با GIS به نتایج مطلوبی منجر می‌شود. از این رو، در این پژوهش نیز سعی می‌شود موضوع تغییرات آلودگی و علل این تغییرات در مسیر رود الوند با استفاده از فنون فوق‌الذکر بررسی شود.

مواد و روش‌ها

نخست ویژگی‌های کاربری اراضی و منابع آلاینده شناسایی شد و سپس محل‌های نمونه‌گیری برای بررسی وضعیت آلودگی براساس همان کاربری‌ها تعیین شد. در مجموع، ۹ محل در امتداد رودخانه از سرچشمه تا بعد از شهر قصر شیرین که در واقع آخرین مرکز جمیتی مهم منطقه محسوب می‌گردد، انتخاب شد. موقعیت این ایستگاه‌ها طوری انتخاب گردید که تأثیر مناطق جمعیتی پرتراکم و نقش شاخه‌های مهم رود در کاهش یا افزایش آلودگی رود الوند سنجیده شود. برای تعیین کیفیت آب و مقدار آلودگی آن، ۱۰ پارامتر فیزیکی و شیمیایی مهم آلودگی برحسب امکانات و میزان دسترسی به منطقه در ۲ یا ۳ نوبت در هر فصل در طی یک سال اندازه‌گیری گردید. این پارامترها عبارت بودند از: PH، DO (mg/l)، COD(mg/l)، BOD(mg/l)، E.C.(µs/cm)، T محیط (°C)، T رودخانه (°C)، Turb(N.T.U)، TDS(mg/l)، Sal(mg/l). در این سنجش، دماسنج برای اندازه‌گیری دمای محیط و آب، دستگاه هدایت سنج مدل jenway-4510 برای اندازه‌گیری E.C.، PH متر دیجیتال pmt model 1005 برای PH و کدورت سنج هک مدل 2100N برای اندازه‌گیری کدورت آب، و دستگاه U_{10} هوریبا برای اندازه‌گیری شوری آب به کار گرفته شدند. اندازه‌گیری TDS با روش سنتی وزنی، DO به شیوه وینکلر، COD از طریق رفلکس باز و BOD نیز با روش مانیومتری و دستگاه BODسنج صورت گرفت (ر.ک. Chin، ۲۰۰۶: ۲۲-۹۰).

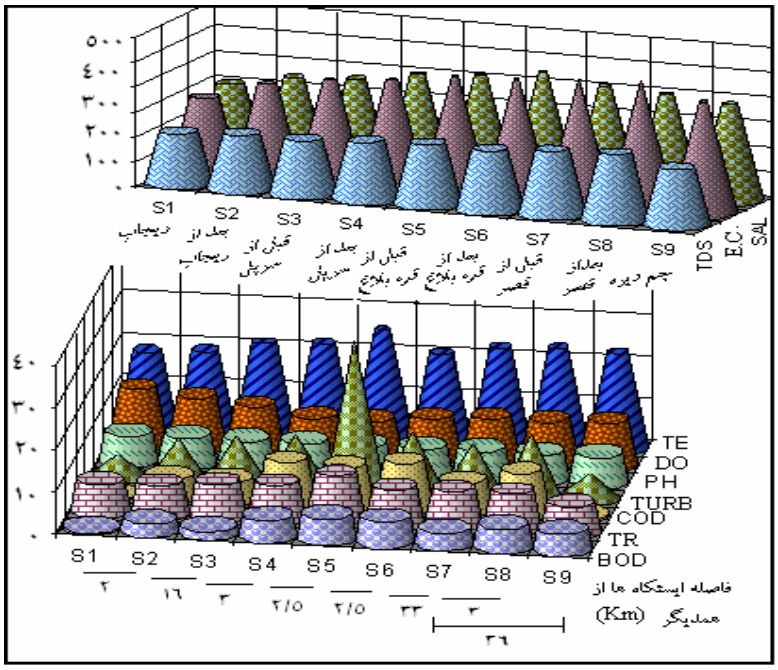
علاوه بر اندازه‌گیری‌های یاد شده در ۹ محل گفته شده، در دو نوبت در ۲۰ اسفند ۱۳۸۵ و اول مرداد ۱۳۸۶ نمونه‌گیری آب صورت گرفت تا برای اندازه‌گیری کلیفرم انگلی و کل کلیفرم‌ها و همچنین اندازه‌گیری فلزات سنگین به آزمایشگاه‌های جداگانه‌ای منتقل شوند. فلزاتی که در این رابطه اندازه‌گیری گردید، عبارت بودند از: مس، آلومینیم، کرم، سرب، کادمیوم، نیکل، منگنز و وانادیوم. روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری فلزات سنگین روش کوره با حد آشکارسازی در حد ppb انتخاب گردید که به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل GF95 انجام گرفت.

داده های جمع‌آوری شده در ایستگاه‌های مختلف با هـمدیگر مقایسه شـدند و برای طبقه‌بندی مکانی آن‌ها در نرم‌افزار SPSS با روش نزدیک‌ترین همسایه مورد تجزیه و تحلیل خوشه‌ای قرار گرفتند و نقاطی که تفاوت فاحشی با ایستگاه‌های دیگر داشتند، بازبینی شده و با مراجـعه به زمـین، محل‌هایی که به نظر مـی‌رسید منبع آلودگی باشـند دوباره نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل گردیدند.

نتایج

بررسی نتایج حاصل از اغلب شاخص‌های کیفیت آب رود الوند نشان می‌دهد که این رود در مقایسه با خیلی از رودهای کشور مثل ابهر رود زنجان (پری زنگنه و همکاران، ۱۳۸۴: ۷)، و حتی رودهای بزرگ استان مانند قره‌سو و گاماسیاب (حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه، ۱۳۷۷؛ شریفی مظفر، ۱۳۸۱) از کیفیت بالایی برخوردار است و پارامترهای کیفیت آب در آن نوسانات خیلی زیادی ندارند. ولی بررسی تغییرات مکانی آلودگی در مسیر الوند نشان می‌دهد که در سرشاخه‌های آن مقدار اکسیژن محلول آب بیشترین و سایر شاخص‌ها در کمترین حد قرار می‌گیرند. به سمت پایین دست به‌طور طبیعی با گذر از مراکز جمعیتی از مقدار DO کاسته و بر مقدار سایر پارامترها افزوده می‌شود (شکل ۲) در ایستگاه پنجم (بعد از قره‌آغاج) روند تغییرات منظم در میزان پارامترها دچار اختلال می‌گردد؛ در حالی که نسبت به ایستگاه قبلی خود فاصله زیادی ندارد. این تغییرات بویژه در COD، تیرگی و دمای محیط بسیار چشمگیر است.

میزان تمرکز فلزات سنگین نیز در رود الوند نشان می‌دهد که این رود تا حدودی از دستخوش فعالیت‌های صنعتی در امان مانده است، با وجود این، در طول زمان و مکان دچار نوسان می‌باشد (شکل ۳). بعضی از این عناصر در نقاط خاصی افزایش زیادی پیدا می‌کنند؛ نمونه بارز چنین افزایـشی را در غلظت سرب و کادمیوم در ایستگاه بـعد از سرپل ذهاب می‌توان مشاهده نمود. بنابراین فاصله بین سرپل ذهاب تا بعد از قره بلاغ از قطعات حساس رود به‌شمار می‌رود و نواحی مجاور به ایستگاه قبل از قره‌بلاغ آلوده‌ترین ناحیه باید باشد.



شکل (۲) نمودار تغییرات متوسط پارامترهای کیفیت آب (میانه COD، BOD، TURB و میانگین بقیه پارامترها) در ۷ ایستگاه امتداد الوند

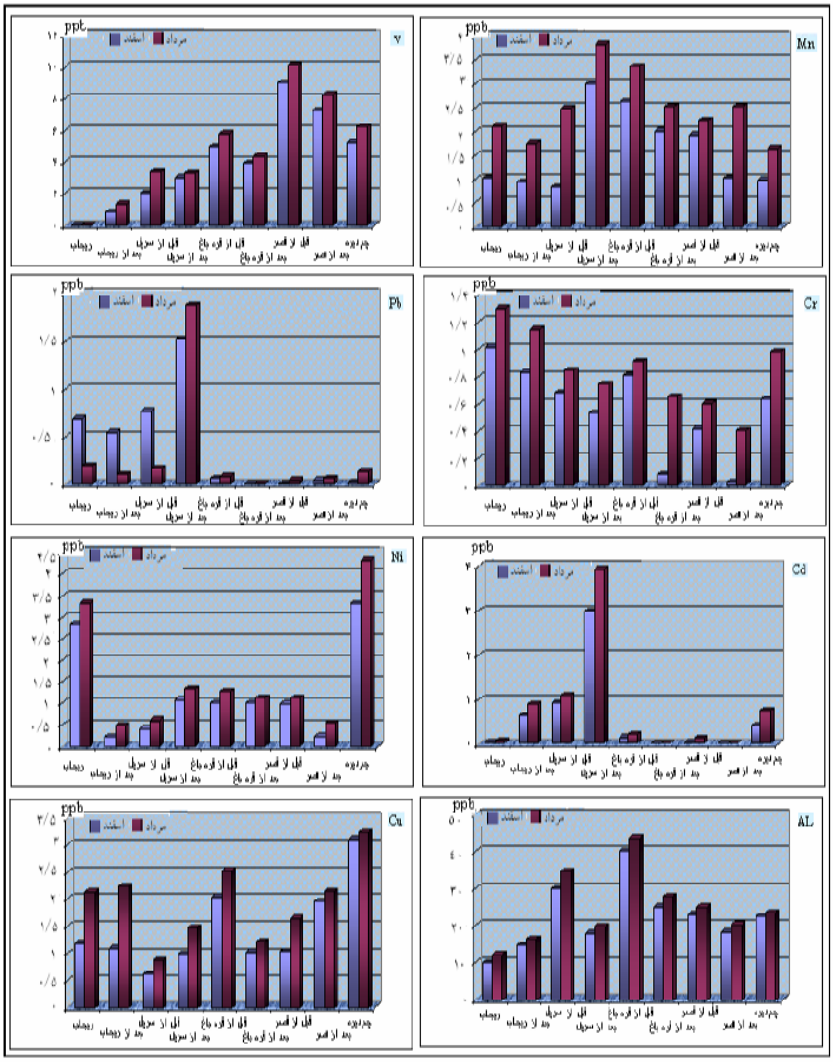
در بالادست رود اغلب عناصر، غلظت کمی دارند؛ به غیر از کروم ، نیکل و تا حدودی مس. در اولین ایستگاه این سه عنصر بیشترین مقدار را نشان می‌دهند و همین وضعیت در یکی از شاخه‌های الوند (چم دره) که در حوضه آن دخالت‌های انسانی کمی صورت گرفته

است نیز حفظ می‌شود. بنابراین، عناصر آلومینیم، کروم، مس، منگنز، نیکل و سرب در قطعات بالادست رود که عاری از فعالیت‌های قابل توجه انسانی است نیز در آب رود الوند مشاهده می‌شوند و مهم‌تر این که غلظت دو عنصر نیکل و کروم بیش از سایر نقاط رود می‌باشد. غلظت این دو عنصر در چم دیره نیز که منطقه‌ای با کمترین دخالت‌های انسانی است قابل توجه می‌باشد.

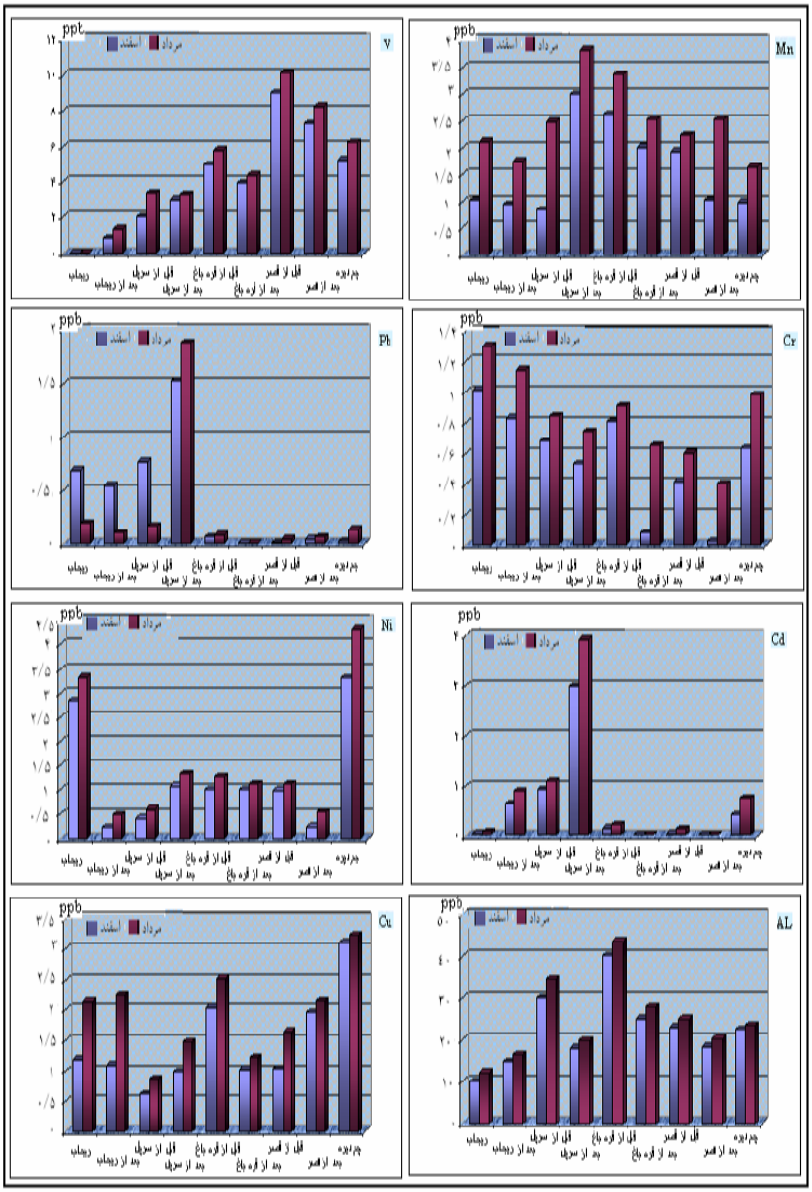
این دو نقطه از نواحی حساس برای افزایش عناصر دیگر نیز محسوب می‌شوند. آلومینیم، مس و وانادیوم از عناصری است که در مسیر سرپل ذهاب تا قبل از قره بلاغ به آب افزوده می‌شوند و کادمیوم، منگنز، نیکل و سرب عناصری‌اند که در داخل سرپل ذهاب رود را آلوده‌تر می‌نمایند. غلظت اغلب این عناصر از این نقاط به سمت قصر شیرین کاهش می‌یابد؛ به‌جز مس و منگنز که اندکی بر غلظتش افزوده می‌شود. البته افزایش غلظت مس از انتقال آن به وسیله شاخه چم دیره سرچشمه می‌گیرد و غلظت منگنز نیز در داخل خود شهر تشدید می‌شود (شکل ۳).

با وجود این، نتایج بررسی‌های بیولوژیک نشان می‌دهد که ریجاب از کمترین مقدار کلیفرم و بویژه کلیفرم انگلی برخوردار است. بالادست این ایستگاه عاری از مناطق مسکونی است؛ ولی بعضی از فعالیت‌های کشاورزی از جمله پخش کودهای حیوانی در آن انجام می‌گیرد. به‌طور طبیعی به سمت پایین دست با گذر رود از مراکز انسانی بر مقدار کلیفرم‌ها افزوده می‌شود و در بخش‌های انتهایی به بیشترین مقدار خود می‌رسد (جدول ۱).

به سمت پایین دست رود، بر تعداد کلیفرم‌ها افزوده می‌شود و در فاصله بین سراب ریجاب تا بعد از سرپل یک اوج در تعداد کلیفرم‌ها رخ می‌دهد و سپس از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود. یک اوج‌گیری مجدد در تعداد کلیفرم‌ها از قبل از محل بعد از قره بلاغ آغاز می‌شود و در قصر شیرین به بیشترین حد خود می‌رسد. به عبارت دیگر رود الوند در محل خروج از قصر شیرین بیماری‌زاترین آب در کل مسیر رود می‌گردد (جدول ۱).



شکل (۲) نمودار تغییرات متوسط پارامترهای کیفیت آب (میانه COD، BOD، TURB و میانگین بقیه پارامترها) در ۷ ایستگاه امتداد الوند



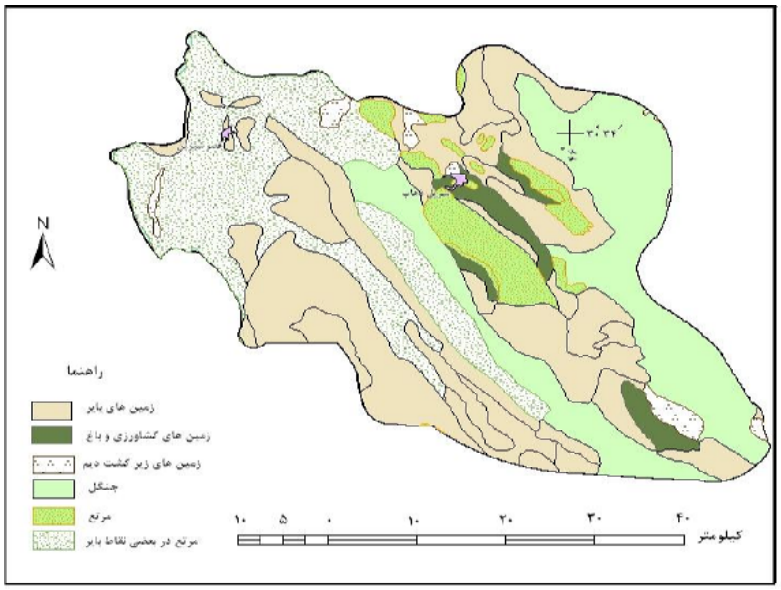
شکل (۳) تغییرات مکانی فلزات سنگین در امتداد رود الوند در دو ماه مرداد و اسفند

جدول (۱) نتایج آزمایش بیولوژیک نمونه‌ها از ایستگاه ها ی رودخانه الوند در تاریخ ۸۶/۵/۱ (ردیف ۲و۴) و ۸۵/۱۲/۱۲ (ردیف ۳و۵)

	سراب ریجاب	بعد از سراب ریجاب	قبل از سرپل ذهاب	بعد از سرپل ذهاب	قبل از قره بلاغ	بعد از قره بلاغ	قبل از قصر شیرین	بعد از قصر شیرین	چم دیره
کلیفرم گوارشی	۲۱	۲۶۰	۲۶۰	۴۴	۵۳	۱۵۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰
	۱۵	۲۱۰	۲۴۰	۴۶۰	۴۴	۱۶۰	۴۶۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰
کل کلیفرم	۴۶۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰	>۱۱۰۰
	۹۳	۱۱۰۰	۴۶۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	>۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰

بحث

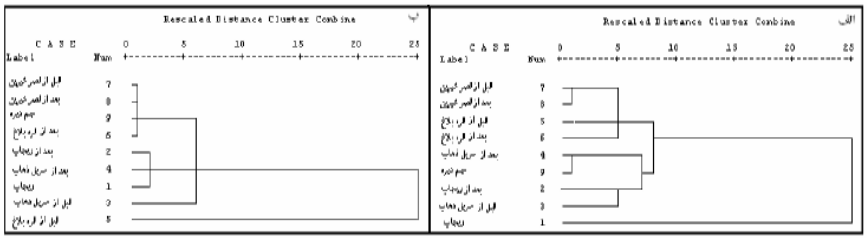
بررسی کاربری اراضی حوضه الوند نشان می‌دهد که در این حوضه، چهار شهرستان قصرشیرین، گیلان غرب، دالاهو و سرپل ذهاب وجود دارد. در محدوده این شهرستان‌ها ۳۰۳ روستا پراکنده شده‌اند. به¬طور کلی ۳۳٪ زمین‌های حوضه به کشت اختصاص داده شده است و ۶۷٪ آن را مراتع و جنگل‌ها اشغال می‌نماید (شکل۴). علاوه بر این، در سرپل ذهاب و قصرشیرین کارگاه های استخراج معدن نیز وجود دارد. در سال ۱۳۸۴ در سرپل ذهاب تعداد ۲ کارگاه فعال مسئولیت استخراج معادن را برعهده داشته و عمده‌ترین معادن موجود در سطح این شهرستان سنگ لاشه می‌باشد. ولی در قصر شیرین شمار کارگاه فعال نسبت به سرپل ذهاب رقم بالایی را نشان می‌دهد. در این شهرستان تعداد ۵ کارگاه فعال‌اند. عمده فعالیت این کارگاه‌ها در زمینه استخراج سنگ گچ و بیتومین می‌باشد. بر اساس بررسی‌های میدانی و گزارش‌های شفاهی، در حوضه الوند تنها چند واحد صنعتی مهم وجود دارد. اولین و شاید بزرگ‌ترین آن شهرک صنعتی بعد از قره‌بلاغ می‌باشد (شکل ۱) که متشکل از کارخانه بیسکویت‌سازی، نوشابه‌سازی روز نوش و صنایع لبنی است. سرنوشتی که برای این پساب‌های کارخانه نوشابه‌سازی و صنایع لبنی رقم می‌خورد این است که آنها یا در داخل استخرها نفوذ پیدا می‌کنند یا این که تبخیر می‌یابند. کشتارگاه سرپل ذهاب، کارخانه یخ‌سازی سرپل ذهاب و قصرشیرین، میادین برداشت شن و ماسه و معادن گچ و بیتومین سرپل ذهاب و قصر شیرین از دیگر فعالیت‌های صنعتی این منطقه می‌باشند.



شکل (۴) نقشه کاربری زمین‌های حوضه الوند

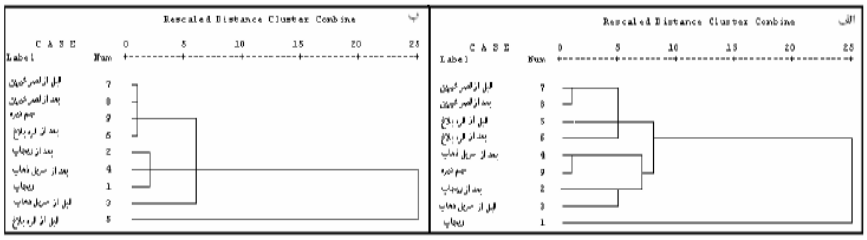
بررسی نتایج شـاخص‌های آلودگی رود الوند در ارتبـاط با کاربری‌های یادشده نشان می‌دهد که تنها کلیفرم‌های مدفوعی و کل کلیفرم‌ها با عبور از مراکز جمعیتی نوسان شدید را تجربه می‌کنند (جدول ۱). محاسبات انجام شده در این تحقیق نشان می دهد که فاضلاب تولیدی جمعیت ۶۱۴۶۹ نفری ساکن این حوضه (آمار ۱۳۸۵) در هر سال تقریباً ۴ میلیون مترمکعب می‌باشد که ۹۲٪ آن از آبادی‌ها و شهرهایی است که در نزدیک شاخه اصلی قرار گرفته‌اند و تنها ۸٪ آن به‌طور غیرمستقیم توسط مناطق مسکونی مستقر در حاشیه شاخه‌های فرعی آن؛ یعنی، از چم دیره و چم امام حسن وارد الوند می‌گردند. از سوی دیگر اگر مناطق شهری از روستایی تفکیک شود، دو شهر سرپل ذهاب و قصر شیرین به ترتیب ۴۱ و ۴۲٪ و مجموعاً ۸۳٪ تخلیه فاضلاب را مستقیماً بر عهده می‌گیرند. هر چند که، این دو شهر بزرگ داخل حوضه چند سالی است که از سامانه تصفیه فاضلاب برخوردارند ولی روستاهای بزرگ اطراف این شهرها فاقد سامانه مذکور هستند. این عامل مهم‌ترین آلاینده بیولوژیک آب الوند محسوب می‌شوند؛ هرچند که کوددهی حیوانی به

زمین‌های اطراف رودخانه نیز باعث تغییرات در کلیفرم و BOD رود می‌گردد ولی آن را نمی‌توان اساسی دانست. این موضوع را می‌توان در وجود کمی کلیفرم در نمونه‌های ریجاب و صفر نبودن BOD در ریجاب که بالاتر از آن مراکز جمعیتی وجود ندارد، استنباط کرد. بنابراین نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های آلودگی بیولوژیک در این حوضه شاید شاخص‌ترین نتایجی باشد که در راستای نتایج مطالعات (Meybeck، ۲۰۰۲: ۳۷۶)، (Hanrahan و همکاران، ۲۰۰۳: ۳۵۷۹)، (Astel و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۵۶۶)، (Simeonov و همکاران، ۲۰۰۳: ۴۱۱۹)، (Dawe، ۲۰۰۵: ۵۹)، (Stubblefield و همکاران، ۲۰۰۷: ۲۸۱)، (Chang، ۲۰۰۵: ۳۲۸۵)، (Crosa و همکاران، ۲۰۰۶: ۵۹)، (Kannel و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۳۳)، (پری‌زنگنه، ۱۳۸۴: ۱)، (سلماسی و چرخابی، ۱۳۸۴: ۷۹) و (Charkhabi و همکاران، ۲۰۰۵: ۱) اثرات تجمعی توسعه‌های انسانی را از بالادست به سمت پایین را به دلیل امکانات ناکافی تصفیه نشان می‌دهد. باوجود این همه شاخص‌های آلودگی این حوضه یک چنین ارتباط ساده‌ای را با مراکز جمعیتی نشان نمی‌دهند.



شکل (۵) نمودار درختی تجزیه و تحلیل خوشه‌ای شاخص‌های کیفیت آب (الف) و فلزات سنگین (ب) ایستگاه‌های مختلف رود الوند

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای داده‌های مربوط به شاخص‌های آلودگی و فلزات سنگین نشان می‌دهد که ریجاب در یک گروه قرار می‌گیرد و قطعه بین ریجاب تا سرپل در گروه دوم و از پل قره‌آغاج تابعد از قصر شیرین در گروه سوم جای می‌گیرند (شکل ۵، الف). ولی برای فلزات سنگین این خوشه‌ها به گونه دیگری ظاهر می‌شوند که ایستگاه قبل از قره‌بلاغ به عنوان یک گروه جداگانه تفکیک می‌گردد (شکل ۵، ب)؛ درواقع، فاصله بین بعد از قره‌بلاغ تا بعد از قصر از نظر شاخص‌های آلودگی و ایستگاه قبل از قره‌بلاغ از نظر فلزات سنگین جزو آلوده‌ترین نقاط رودخانه الوند به شمار می‌روند.



شکل (۵) نمودار درختی تجزیه و تحلیل خوشه‌ای شاخص های کیفیت آب (الف) و فلزات سنگین (ب) ایستگاه‌های مختلف رود الوند

بنابراین نتیجه فوق برای تغییرات شاخص‌های کیفیت آب در مسیر الوند یک نتیجه طبیعی است که نشان مـی‌دهد: به‌طور کلی شاخص‌های آلودگی از بالا دست به سمت پایین دست افزایش می‌یابند و این به دلیل افزایش مراکز انسانی و جمعیت ساکن در مسیر رودخانه صورت می‌گیرد. باوجود این، نظر اجمالی به نوسانات هر یک از شاخص‌ها (شکل ۲) نشان می‌دهد که بعضی از آنها در موقعیت‌های خاصی تغییرات معنی‌داری را تجربه می‌کنند که نیاز به توضیح دارد.

یکی از این شـاخص‌ها تـغییرات دمای محیط است که به زمان نمونه‌گـیری مربوط می‌شود و غیرطبیعی نیست؛ زیرا، هر نوبت از نمونه‌گیری در دو روز متوالی انجام می‌گرفت و ایستگاه پنجم آخرین ایستگاهی بود که در روز اول اندازه گیری می‌شد. ولی سایر شاخص‌ها به شیوه کاربری اراضی ارتباط پیدا می‌کنند. بخش‌ها بالادست ریجاب کمتر دستخوش تغییر شده است؛ تنها در سال‌های تأسیس تعداد زیادی از استخرهای پرورش ماهی بدون مجوز اداره محیط زیست به این بخش نیز کشانده شده است (شکل ۶). مالکان این استخرها برای پرورش ماهی هر چند روز یک بار مقدار زیادی نمک به آب اضافه می‌کنند که در نهایت این آب نمک‌دار را به رودخانه تخلیه می‌کنند (شکل۱ و ۳). با این حال، کاربری‌های یاد شده دست‌کم تا سال ۱۳۸۷ تغییرات معنی‌داری را در کیفیت آب نشان نمی‌دهد. ولی در پایین دست ریجاب شاخص‌ها بیشتر نوسان می‌یابند. مهم‌ترین این تغییرات در تیرگی آب اتفاق می‌افتد.

پژوهش‌های میدانی در باره علت تغییرات تیرگی نشان داد که در فاصله بین دو ایستگاه بعد از سرپل ذهاب و قبل از پل قره‌بلاغ که تغییر چشمگیری در تیرگی آب دیده می‌شود هیچ منبع آلاینده‌ای وجود ندارد؛ غیر از این که شماری از رودهای پراکنده از شمال به الوند می‌رسند که بعضی از آنها نیز در واقع بخشی از آب انحرافی خود الوند هستند که از بالادست جهت مصارف کشاورزی از رود اصلی جدا شده‌اند. از این رو، برای تعیین وضعیت آلودگی این رودها در تاریخ ۸۶/۹/۷ نمونه‌ای از آب یکی از شاخه‌های مهم برای آزمایش گرفته شد. مقایسه نتایج به دست آمده با میانگین و شرایط تقریباً مشابه سال قبل دو ایستگاه بعد از سرپل و قبل از قره‌بلاغ نشان داد که این شاخه نسبت به رود اصلی از مقدار مواد معلق و جامدات محلول بیشتری برخوردار است. در واقع، باید عاملی وجود داشته باشد که وضعیت این رودها را از نظر محتوای رسوب تغییر می‌دهد و باعث می‌شود که بعد از سرپل ذهاب مواد معلق و محلول زیادی به رود تخلیه شود که اثرات آن نیز تا مسافت زیادی در رود اصلی باقی می‌ماند. ویژگی‌های زمین‌شناسی و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه از عوامل مهمی هستند که این تغییرات را توجیه می‌کنند.

شکل ۶ تخلیه پساب‌های یکی از ماهی سراهای بالادست ریجاب

علی‌رغم شاخص‌های آلودگی که با یک ترتیب خاصی منطقه‌بندی می‌شوند، فلزات سنگین فاقد این ترتیب هستند و به‌طور کلی در میانه رودخانه تمرکز بیشتر را نشان می‌دهند؛ به نحوی که در تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ایستگاه قبل از قره‌بلاغ در گروه جداگانه‌ای قرار می‌گیرد. انحلال سنگ‌ها، فرسایش تدریجی رگولیت و خاک از عوامل مهم ورود این عناصر به جریان رود اصلی می‌باشد. باوجود این، منطقی به نظر نمی‌رسد که در فاصله کم بین ایستگاه‌ها تنها این عامل باعث تغییرات ناگهانی گردد. از این رو، برای بررسی سرچشمه عناصر در محدوده پل قره‌بلاغ، نمونه‌گیری اضافی که در تاریخ ۸۶/۹/۷ برای تیرگی گرفته شده بود برای این مورد نیز برداشت گردید. آزمایش این نمونه غیر از این که نشان می‌داد که آب ورودی از شعبه بین بعد از سرپل و قبل از قره‌آغاج از نظر کدورت وضعیت آشفته‌تری نسبت به خود الوند دارد، از نظر فلزات سنگین نیز وضعیت مناسبی ندارد. از میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده تنها نیکل این آبراهه کمتر از مقدار جریان اصلی الوند می‌باشد؛ بقیه این عناصر نسبت به آب الوند حتی نسبت به حداکثرهایی که این رود نشان می‌داد از غلظت بالایی برخوردارند. دو عنصر کادمیوم و آهن نیز ارقام خیلی بالاتری را نشان می‌دهند و حتی مقدار آن‌ها از آستانه مجاز برای کشاورزی نیز فراتر می‌رود (جدول ۲).

از سوی دیگر ایستگاه بعد از سرپل نیز علی‌رغم این که در نمودار درختی (شکل ۵) به تنهایی در گروه ویژه‌ای قرار نمی‌گیرد ولی به‌طور مشخص بعضی از عناصر سنگین در آن افزایش می‌یابد (شکل ۳). بررسی‌های به عمل آمده از داخل سرپل ذهاب نشان می‌داد که مجاری فاضلاب شهری به داخل رودخانه باز می‌شوند که احتمالاً پساب‌های ناشی از بعضی کسب و کارهایی از قبیل باطری‌سازی‌ها که تعمیرات خاصی را دارند بر افزایش بعضی عناصر مانند سرب تأثیر بگذارند.

جدول (۲) مقدار فلزات سنگین الوند (برحسب ppb) و یکی از شاخه‌های آن

پارامترها	Cu	AL	Cr	Pb	Cd	Ni	Mn	V
میانگین مقدار موجود در رود الوند	۱/۶۴۵	۳۶/۲۳۶	۰/۷۰۲	۰/۳۳۶	۰/۷۶۱	۱/۵۷۰	۲/۴۹۶	۴/۷۵۲
موقعیت ″۱۸ ′۴۷ °۳۴ شمالی و ″۱۱ ′۴۹ °۴۵ شرقی	۴/۹	۷۷۷	۳۴/۴	۲/۹	۱۱۱	۰	۱۶/۱	۲۱۷/۲۳
آستانه برای مصارف کشاورزی و آبیاری (وزارت نیرو)	۲۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این تحقیق و نیز آمار و اطلاعات موجود در آرشیو آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه، این رودخانه به دلیل کم بودن صنایع مستقر در حوضه تاکنون چندان در معرض آلودگی صنعتی قرار نگرفته است. استقرار صنعت در حوضه الوند گسترده نیست و تنها به تعدادی از واحدهای صنعتی محدود می‌شود. از این رو، در بخش بالادست ریجاب، رود از نظر شاخص‌های کیفیت آب، فلزات سنگین و کلیفرم‌ها نسبت به هر بخش دیگر رود ارقام کمتری را نشان می‌دهند. با وجود این، به سمت پایین دست بر مقدار آنها افزوده می‌شود. این افزایش به‌طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد و در مسیر رود بر اساس نوع کاربری دچار نوسان می‌گردد. کلیفرم‌های انگلی با عبور از مناطق مسکونی و بویژه مناطق غیرمجهز به سامانه تصفیه فاضلاب بیشتر می‌گردد؛ هر چند که، در فاصله بین مراکز جمعیتی با اتکا بر خود پالایی رود از مقدار آن کاسته می‌شود. ولی شاخص‌های آلودگی رود از نظر مکانی در سه گروه قرار می‌گیرد که به ترتیب افزایشی یک جورشدگی را در بالادست، میان دست و پایین دست رود نشان می‌دهند؛ البته در میان آنها تیرگی رود به جای پایین دست در میان دست به اوج می‌رسد. علی‌رغم این، وضعیت فلزات سنگین متفاوت می‌باشد؛ زیرا، هر یک از آنها در موقعیت ویژه‌ای اوج می‌گیرند که در مجموع می‌توان مهم‌ترین محل این نوسانات را در میان مشاهده نمود؛ به عبارت دیگر، همان محلی که تیرگی نیز در آن رو به افزایش گذاشته بود.

بررسی شعبه کوچکی از رود پیوستی در این محل رود نشان داد که علت این نوسانات از کیفیت پایین آب این شاخه که احتمالاً در نتیجه پساب‌های شهرک صنعتی متأثر می‌شوند و همچنین از برداشت غیرقانونی شن و ماسه از بستر این شاخه سرچشمه می‌گیرد. بنابراین، می‌توان گفت که این شاخه تا حد زیادی این افزایش‌های بی‌قاعده را در این قطعه از رود توجیه می‌نماید و در داخل شهر نیز مشاغل خاصی این افزایش را توجیه می‌کند. از این رو، به نظر می‌رسد بعضی مشاغل خاص و نادر با اثرات منفی زیست محیطی وجود داشته باشد که کمتر به آن توجه شده است.

براین اساس، این نتایج نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی و حتی فعالیت‌های بیولوژیک انسانی در الوند تغییرات تدریجی را به سمت پایین دست رود به وجود می‌آورند. ولی فعالیت‌های صنعتی هر چند سنتی و در مقیاس کوچک و یا دگرگونی زمین می‌تواند در قطعه خاصی از رودخانه به سرعت رود را از نظر فلزات سنگین بالا ببرد.

سپاسگزاری

این پژوهش به وسیله حمایت مالی اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه و کمک‌های علمی و فنی این سازمان صورت گرفته است که شایسته است از این سازمان و همکاران محترم آن؛ بویژه از آقای فریدون یاوری به دلیل پیشنهادات علمی، از آقایان طاهر هاشمی، سعید دزفولی نژاد و خانم فرحناز اقبالی کلهر و سیدفریدون ترابی به دلیل همکاری در نمونه‌گیری و آزمایش آنها و از آقای سیدمراد خاموشی به دلیل کارتوگرافی نقشه‌ها سپاسگزاری و قدردانی گردد.

منابع

۱ـ زنگنه عبدالحسین، پری؛ قدیمی، یوسف؛ عابدینی، یوسف‌علی (۱۳۸۴)، «آلودگی آب و منابع اصلی آلودگی‌های ابهر رود در استان زنجان»، مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ۱-۹.

۲ـ حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه (۱۳۷۷)، *طرح بررسی مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک «*مدیریت زیست محیطی رودخانه قره‌سو»، اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه.

۳ـ سلماسی، رامین و چرخابی، امیرحسین (۱۳۸۴)، «بررسی منابع آلودگی و علل کاهش کیفیت آب در حوزه آبخیز تلخه‌رود (آجی چای) در آذربایجان شرقی، *مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط*، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ۷۹- ۸۴.

۴ـ عرفان‌منش، مجید و مجید افیونی (۱۳۷۹)، *«آلودگی محیط زیست-آب،خاک و هوا»*، انتشارات ارکان، اصفهان.

۵ـ وزارت نیرو، *«استاندارد کیفیت آب آشامیدنی*، بخش مدیریت منابع آب ایران»، معاونت پژوهشی استاندارد و معیار فنی، نشریه شماره ۳-۱۱۶.

6- Astel, A., Tsakouski, S., Barbieri, P., Simeonov, V., (2007), "Comparison of Self-organizing Maps Classification Approach with Cluster and Principal Components Analysis for Large Environmental Data Sets", ***Water Res***., 41, 4566-4578.

7- Chang H., (2008), "Spatial Analysis of Water Quality Trends in the Han River Basin", South Korea, Water Resarch, 42, 3285-3304.

8- Chang, H., Carlson, T.N., (2005), "Water Quality during Winter Storm Events in Spring Creek, Pennsylvania, USA", ***Hydrobiologia*** 544, 321-332.

9- Charkhabi A.H., Sakizadeh M., Rafiee Gh., (2005), "Seasonal Fluctuant in Heavy Metal Pollution in Iran's Siahroud River, ***Environment Sci & Pollut Res***", Verlagsgrouppe Hütjing jehle - Park, 1-7.

10- Chin D. A. (2006), ***"Water-Quality Engineering in Natural Systems"***, John Wiley& Sons.

11- Crosa, G., Froebrich, J., Nikolayenko, V., Stefani, F., Galli, P., Calamari, D., (2006), "Spatial and Seasonal Variations in the Water Quality of the Amu Darya River (Central Asia)", ***Water Res***, 40, 2237-2245.

12- Dawe, P., (2006), "A Statistical Evaluation of Water Quality Trends in Selected Water Bodies of Newfoundland and Labrador", *J.* ***Environ, Eng. Sci***., 5 (1), 59-73.

13- Hanrahan, G., Gledhill, M., House, W.A., Worsfold, P.J., (2003), "Evaluation of Phosphorus Concentrations in Relation to Annual and Seasonal Physico-chemical Water Quality Parameters in a UK chalk Stream", ***Water Res***. 37 (15), 3579-3589.

14- Kannel, P.R., Lee, S., Kanel, S.R., Khan, S.P., Lee, Y.S., (2007), "Spatialtemporal Variation and Comparative Assessment of Water Qualities of Urban River System: A Case Study of the River Bagmati (Nepal). ***Environ", Monit, Assess***, 129 (1-3), 433-459.

15- Keeley A., Faulkner B.R., (2008), "Influence of Land Use and Watershed Characteristics on Protozoa Contamination in a Potential Drinking Water Resources Reservoir, ***Water Research***, 42, 2803-2813.

16- Lake J. and Morrison L., 1977, ***Environmental Impact of Land Use on Water Quality: Final Report on the Black Creek Project***, Greet Lake National Program Office, Chicago, IL

17- Lake J. and Morrison L., (1977), "*Environmental Impact of Land Use on Water Quality: Final Report on the Black Creek Project*, Greet Lake National Program Office, Chicago, IL.

18- LIU Ch. and Wang Zhao- yin, (2003), "Water Pollution in the River Mouths Around BoHAI Bay", ***International Journad of Sediment Research***, Vol 18, No. 4, Pp. 326-332.

18- Mehrdadi N., Ghobadi M., Nasrollahi T., (2006), "Evaluation of the Quality and Self Purification Potential of Tajan River Using Qmal2E Model", ***Ranian Journal of Environ, Health****, sci. Eng*., Vol .3, No.3, Pp.199-204.

19- Meybeck, M., (2002), "Riverine Quality at the Anthropocene: Propositions for Hlobal Dpace and Yime Snalysis", Illustrated by the Seine River, ***Aquat. Sci***., 64 (4), 376-393.

20- Monaghan R.M., Carey P.L., Wilcock R.J., Drewry J.J., Houlbrooke D.J. Quinn., J.M, Thorrold B.S., (2009), "Linkages between Land Management Activities and Stream Water Quality in a Border Dyke-Irrigated Pastoral Catchments", ***Agriculture, Ecosystems and Environmen***t, 129, 201-211.

21- Mvungi A., Hranova R.K, Love D., (2003), "Impact of Home Industries on Water Quality in a Tributary of the Marimba River", Harare: Implications for Urban Water Management, ***Physics and Chemistry of the Earth***, 28 1131-1137.

22- Ouyang Y., Nakedi-Kizza P., Wu Q.T., Shinde D., Huang C.H., (2006), Assessment of Seasonal Variations in Surface Water Quality, ***Water Research***, 40, 3800-3810.

23- Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M., Kouimtzis, T., (2003), "Assessment of the Surface Water Quality in Northern Greece", ***Water Res***, 37, 4119-4124.

24- Singh K.P., Malika A., Mohana D., Sinha S., (2004), "Multivariate Statistical Techniques for the Evaluation of Spatial and Temporal Variations in Water Qualityof Gomti River (India)-a Case Study", ***Water Research,*** 38, 3980-3992.

25- Stubblefield, A.P., Reuter, J.E., Dahlgren, R.A., Goldman, C.R., (2007), "Use of Turbidometry to Characterize Suspended Sediment and Phosphorus Fluxes in the Lake Tahoe Basin", California, USA, ***Hydrol, Process***, 21, 281-291.

26- Xia X. and Zhou J., (2002), "Nitrogen Contamination in the Yellow River Basin of China", ***Journal of Environment Quality***, 31:917-925.

27- Xia X., Zhou J. and Yang Zh. (2002), "Surface Water Quality-Nitrogen Contamination in the Yellow River Basin of China", ***Journal of Environmental Quality***, 31: 917-925.