

## یادداشت فنی

## بررسی آلودگی آب رودخانه زیلکی رود در استان گیلان

عذرا یوسفی فلکدهی<sup>۱\*</sup>، غلامرضا گلپور<sup>۲</sup>، حسین صافدل<sup>۳</sup> و میراحمد لشت نشایی<sup>۴</sup>

## چکیده

در این تحقیق تأثیر سموم، کودها و مواد شیمیایی بر آب رودخانه زیلکی رود گیلان بررسی شد. بدین منظور از پنج نقطه این رودخانه نمونه برداری شد و میزان فسفات، نیترات، آمونیوم، جیوه، آرسنیک، کادمیوم، ادیفنفوس، بوتاکلر و دیازینون بر روی نمونه‌ها اندازه گیری شد. نتایج نشان داد حداکثر نیترات و آمونیوم به میزان ۱۴/۴۵ ppm و ۰/۳۴ همواره کمتر از حداکثر مجاز است ولی مقدار فسفات همواره نزدیک به حد مجاز ۰/۲ ppm و گاه فراتر از آن بوده است. مقدار فلز سنگین جیوه تا غلظت ۵/۶ ppb مشاهده شده که بسیار بیشتر از حداکثر مجاز است ولی آرسنیک و کادمیوم با حداکثر غلظت ۹/۲۶ ppb و ۰/۵۶ کمتر از حداکثر مجاز بوده اند. ادیفنفوس، دیازینون و بوتاکلر به ترتیب به مقدار ۲/۶۶ ppb، ۲/۴۸ و ۴۹/۷، در آب موجود بود درحالی که بر اساس استانداردها غلظت آنها در آب سطحی باید بسیار ناچیز و یا صفر باشد.

**واژه‌های کلیدی:** منابع آب، آلودگی، رودخانه زیلکی رود، فلزات سنگین، کودها و سموم شیمیایی

**ارجاع:** یوسفی فلکدهی ع. گلپور غ. صافدل ح. و لشت‌نشایی م. ۱۳۹۰. بررسی آلودگی آب رودخانه زیلکی رود در استان گیلان. مجله پژوهش آب ایران.

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.

۲- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.

۳- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، شرکت آب و فاضلاب استان گیلان.

۴- عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه گیلان.

\* نویسنده مسئول: [vidavousofi@yahoo.com](mailto:vidavousofi@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۰۵

## مقدمه

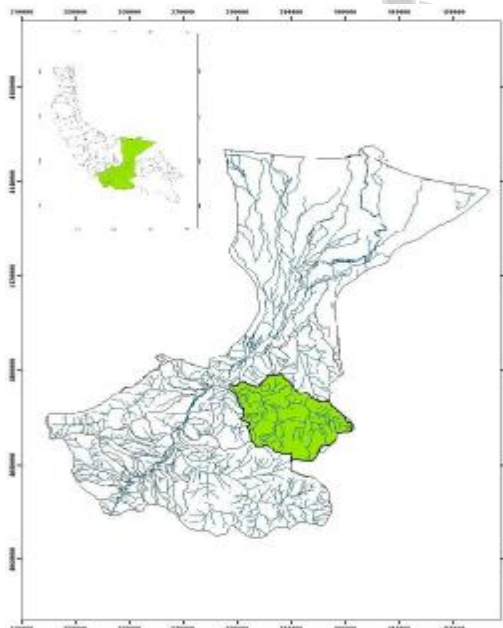
روش سنتی نشا اراضی شالیزاری و تماس مستقیم بدن انسان با آب و خاک از عوامل اصلی شیوع بیماری در استان‌های شمالی است. بیماری‌های مرتبط با آب از قبیل کرم گینه (فاسیولوپسیازیس) و لیتوپیروزیس، سرطان‌های دستگاه گوارشی و سایر بیماری‌های مرتبط با فلزات سنگین و سموم دفع افات در منطقه شایع هستند. سم دیازینون<sup>۱</sup> در جلگه گیلان علیه آفت کرم ساقه خوار برنج در شالیزارها استفاده می‌شود. این سم دوره محافظتی بین ۷ تا ۱۵ روز دارد. سمیت دیازینون برای انسان و جانوران خونگرم از راه گوارشی و پوستی بسیار زیاد است و جذب پوستی آن ایجاد سمییت حاد و مزمن می‌کند (رخشانی، ۱۳۸۱). علف‌کش بوتاکلر<sup>۲</sup> که جهت مبارزه با علف‌های هرز در شالیزارها استفاده می‌شود دارای دوره پایداری تقریبی یک الی سه هفته در گیاهان است و سمیت کمی برای انسان و دام دارد. قارچ‌کش ادیفنفوس<sup>۳</sup> علیه آفت بلاست برنج در شالیزارها کاربرد دارد. از اثرات سمی آن در انسان ناباروری است. بدلیل اثرات مضر این سم بر انسان چندین سال است که مصرف آن ممنوع شده است (ثنایی، ۱۳۸۵).

در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان میزان COD, BOD, تعداد کل کلیفرم‌ها و نیترات در آب، مقدار کل آهن، سرب، مس، نیکل و روی در خاک و مقدار نیکل و روی در نمونه محصول برنج بیش از حد مجاز گزارش شد (پندام، ۱۳۸۳). مقادیر کادمیوم در سه ایستگاه سد منجیل، سد تاریک و پل کياشهر بترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر و آرسنیک ۰/۶۵، ۰/۶۲ و ۰/۶۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (ذاکر مشفق، ۱۳۸۷). غلظت نیترات آب‌های سطحی منطقه کمتر از ۵ ppm گزارش شد اما گاهی غلظت‌های بالاتر در آب‌های زیرزمینی دیده می‌شود (خانی، ۱۳۸۰). با توجه به پیشینه وجود سموم و فلزات سنگین در آب‌های سطحی منطقه، ضروری است که میزان این

پارامترها در آب رودخانه‌های اصلی استان و از جمله زیلکی‌رود که پس از سفیدرود، مهم‌ترین رودخانه استان بوده و نیز احداث سد مخزنی شهر بیجار بر روی این رودخانه جهت تامین آب شرب بیش از ۵۰ درصد جمعیت استان بر اهمیت رودخانه افزوده، بررسی و تعیین شود.

## محدوده مورد مطالعه

زیلکی‌رود یکی از رودخانه‌های مهم حوزه سفیدرود است که از ارتفاعات درفک سرچشمه می‌گیرد. مساحت حوزه آبریز آن ۲۴۴/۲۵ کیلومتر مربع است. از دو شاخه ظلی-رود و زیلکی‌رود تشکیل شده که این دو شاخه در محل دوآب به هم رسیده و زیلکی‌رود را تشکیل می‌دهند (جمالزاده و پناهنده، ۱۳۸۵). در مسیر رودخانه در محل تلاقی دو شاخه آن در دوآب، سد مخزنی شهر بیجار در دست ساخت است. شکل ۱ موقعیت زیرحوزه زیلکی‌رود از حوزه آبریز سفیدرود را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت زیرحوزه زیلکی رود از حوزه سفیدرود

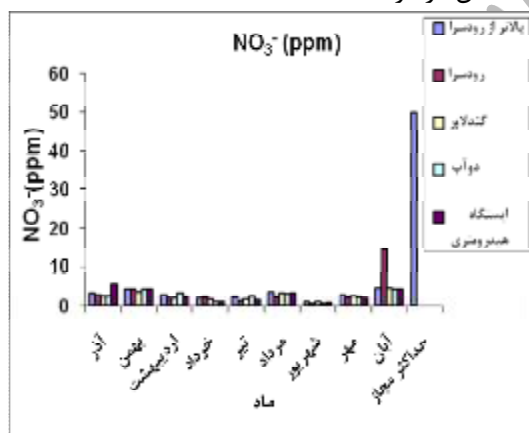
آلودگی آب رودخانه از نظر آلودگی فاضلاب خانگی، پساب کشاورزی و صنعتی قابل بررسی است. فاضلاب خانگی جمعیت ساکن در روستاهای این حوزه بعلت عدم وجود شبکه فاضلاب بهداشتی در چاه‌های فاضلاب جذبی دفع می‌گردد و بدین ترتیب مستقیم و یا

1- Diazinon  
2- Butachlore  
3- Edifenphos

بر روی هر یک از نمونه های آب اندازه گیری فسفات (به روش ASTM D515)، نیترات (به روش St.Method419D)، آمونیوم (به روش ASTM1426)، جیوه، آرسنیک، کادمیوم (به روش St.Method3114)، ادیفنوس، بوتاکلر و دیازینون (به روش کروماتوگرافی مایع) انجام گرفت (روش استاندارد اندازه گیری آب و فاضلاب، ۱۹۸۵ و روش استاندارد اندازه گیری، ۱۹۸۲).

### نتایج و بحث

نیترات: حداکثر غلظت نیترات در آبان ماه در ایستگاه رودسرا به ۱۴/۴۵ ppm می رسد که علت آن افزایش نشت عوامل آلاینده در اثر بارش های پاییزی و افزایش ورود آن به آب رودخانه است. در تمام موارد اندازه گیری غلظت ها کمتر از حداکثر مجاز ۵۰ ppm (شکوهی، ۱۳۸۷) است. با توجه به دبی رودخانه بیشترین مقدار نیترات ورودی از طریق این رودخانه به سفیدرود معادل ۱۰۲ تن در مرداد ماه است.



شکل ۳- تغییرات نیترات آب زلیکی رود

آمونیوم: که حاکی از نفوذ ترکیبات آلی به آب رودخانه است با شروع بارندگی های فصلی در شهریور ماه و پاییز و شستشو زمین های کشاورزی رو به افزایش است ولی غلظت آن همواره در محدوده مجاز ۱/۵ ppm (شکوهی، ۱۳۸۷) قرار دارد. بالاترین غلظت آمونیوم در آبان به میزان ۰/۳۴ ppm است.

گاهاً غیر مستقیم به رودخانه می ریزد. فاضلاب خانگی عموماً دارای نیترات، فسفات و بار آلی زیادی است و از نظر میکروارگانیزم ها دارای کلیفرم و برخی انگل های عمومی است، به جهت بافت اجتماعی منطقه مردم نه تنها شستشوی لباس، فرش و غیره را در رودخانه انجام می دهند، بلکه حتی زباله های خود را در حاشیه رودخانه می ریزند. به علت ساخت سد شهر بیجار در این منطقه و خالی کردن روستاهای اطراف دو سرشاخه مهم زلیکی- رود از جمعیت، صنایع و کارگاه های کوچک تعطیل شده اند. در بالادست سد، مساحت شالیزاری به شدت کاهش یافته و تا زمان اتمام ساخت سد به صفر می رسد. در پایین دست سد در حاشیه رودخانه شالیکاری وجود دارد که زهکشی آب کشاورزی خصوصاً با روش غرقابی شالیکاری مقدار قابل توجهی کودهای فسفره، ازته و سموم دفع آفات نباتی را وارد رودخانه می کند.

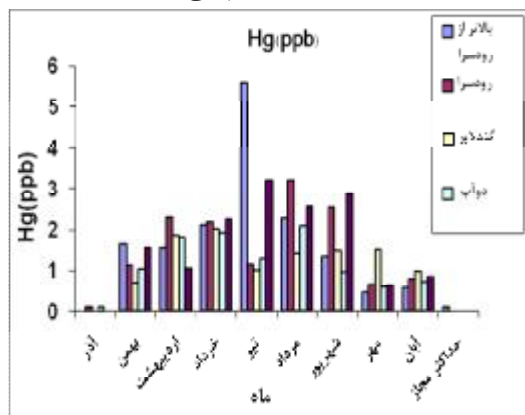
### مواد و روش ها

نمونه برداری از پنج نقطه زلیکی رود و از هر دو شاخه آن در ایستگاه بالاتر از رودسرا و رودسرا (از شاخه اول)، ایستگاه گندلار و دوآب (از شاخه دوم) و ایستگاه هیدرومتری سد بیجار طی ماه های آذر، بهمن، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. در شکل ۲ تصویر ماهواره ای نقاط اندازه گیری بر روی رودخانه در نشان داده شده است.



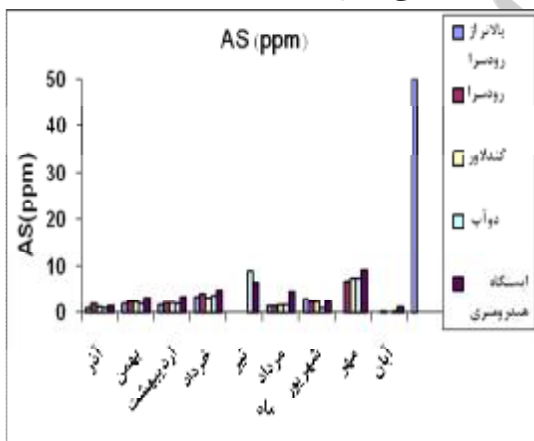
شکل ۲- تصویر ماهواره ای نقاط اندازه گیری

بیشترین جیوه از طریق این رودخانه وارد سفیدرود شد که معادل ۸۰/۴۷ کیلوگرم می باشد.



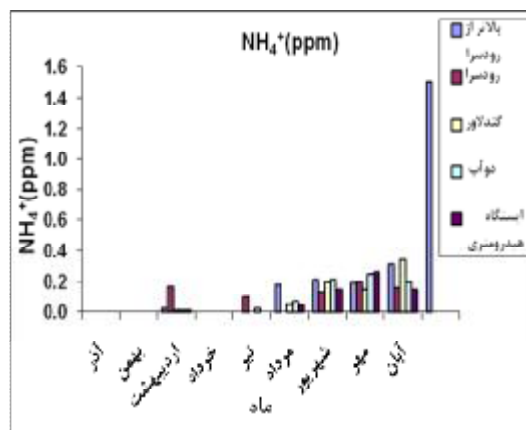
شکل ۶- تغییرات جیوه آب زلیکی رود

ارسنیک: در مهرماه میزان فلز سنگین ارسنیک، حداکثر غلظت طی نمونه برداریهای دوره ای را در تمام ایستگاهها داراست و به ۹/۲۶ ppb در ایستگاه هیدرومتری رسیده است. ولی مقادیر حاصله در تمام نمونه برداریها در محدوده غلظت مجاز ۵۰ ppb (استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸) است.



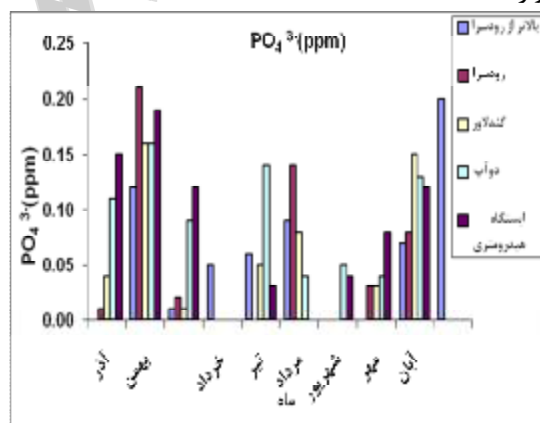
شکل ۷- تغییرات ارسنیک آب زلیکی رود

کادمیوم: در آذرماه بعلت وقوع بارش فصلی و شسته شدن اراضی آلوده اطراف، کادمیم ماکزیمم غلظت طی دوره نمونه برداری را داراست و به ۰/۵۶ در ایستگاه هیدرومتری رسیده است ولی مقادیر حاصله در تمام نمونه برداریها در محدوده غلظت مجاز ۵ (استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸) است.



شکل ۴- تغییرات آمونیوم آب زلیکی رود

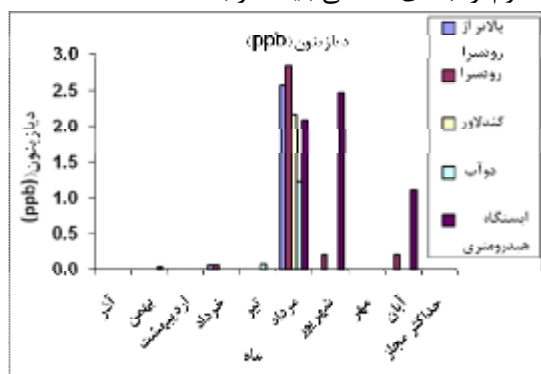
فسفات: ناشی از بقایای کودها، سموم شیمیایی و نشت فاضلاب به رودخانه است و همواره نزدیک به حداکثر مجاز ۰/۲ ppm است (استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸). در ایستگاه رودسرا در بهمن، فسفات از محدوده مجاز فراتر است. بالاترین غلظت آن در آبان در ایستگاه گندلاور به میزان ۰/۲۱ ppm است. با توجه به دبی رودخانه بیشترین مقدار فسفات معادل ۳ تن در بهمن ماه از طریق این رودخانه به سفیدرود وارد شد.



شکل ۵- تغییرات فسفات آب زلیکی رود

جیوه: با شروع فصل کشاورزی در بهار غلظت آن رو به افزایش گذاشته و در تیر ماه به ماکزیمم ۵/۶ ppb می رسد، مجدداً در ماههای مهر و آبان رو به کاهش می گذارد در حالی که بر اساس استاندارد باید میزان آن کمتر از ۰/۱ ppb باشد (استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸). در مرداد ماه با توجه به دبی رودخانه،

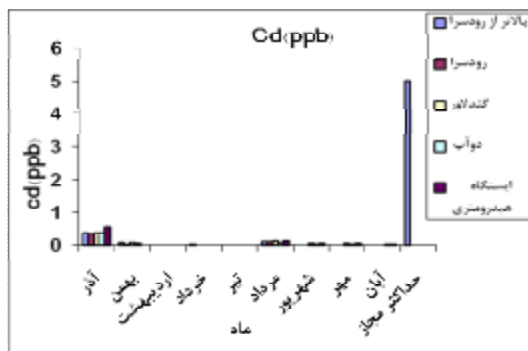
دیازینون: در مردادماه در تمام نقاط رودخانه افزایش چشمگیری نشان می‌دهد که علت آن علاوه بر مازاد مصرف آن در شالیزارها، مقاوم بودن آن زیر نور خورشید است به طوری که بقایای آن حداکثر تا یک ماه در محیط باقی بماند (رخشانی، ۱۳۸۱). در مردادماه بالاترین غلظت آن در ایستگاه رودسرا به میزان ۲/۴۸ ppb است درحالی که براساس استانداردهای محیط زیست مقدار سموم در آب‌های سطحی باید صفر باشد.



شکل ۱۱- تغییرات دیازینون آب زیرکی رود

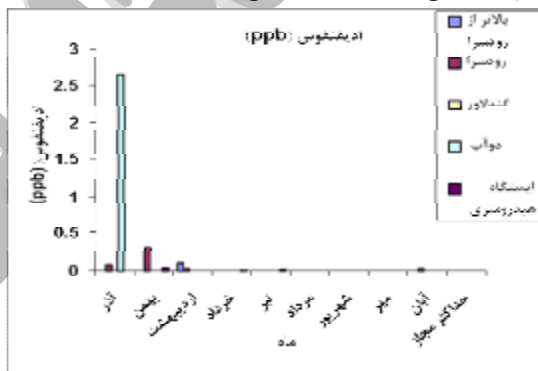
### بحث

براساس نتایج، آلودگی ناشی از جیوه و سموم کشاورزی ادیفنفوس، دیازینون و بوتاکلر در نمونه‌های آب منطقه مشاهده شد. از تفسیر نتایج چنین بر می‌آید که مصرف کودها و سموم شیمیایی با توجه به شرایط کاشت در اراضی شالیزاری که بصورت غرقابی است بیشتر بررسی شود و استفاده از آزمون خاک قبل از کوددهی به عنوان یک اصل مهم تلقی شود. آموزش مصرف بهینه سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی ترویج گردد. از مصرف سموم کشاورزی غیر استاندارد مانند ادیفنفوس که جز سموم ممنوع معرفی شده جلوگیری شده و مصرف سموم جدید که پایداری کمی در محیط زیست دارند و میزان مصرف آنها در واحد سطح شالیزار بسیار کمتر از سموم رایج کنونی است، گسترش یابد. جهت کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی مبارزه بیولوژیک با آفات گیاهی در سطح شالیزار توسعه یابد.



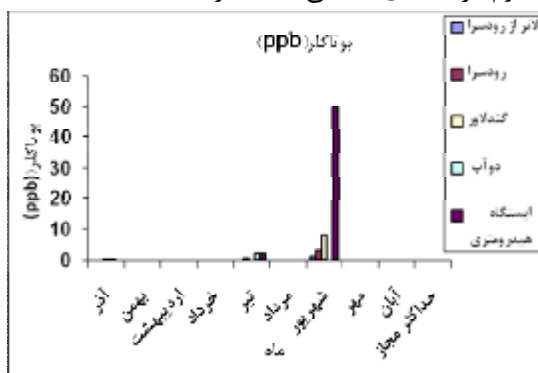
شکل ۸- تغییرات کادمیوم آب زیرکی رود

ادیفنفوس: نظر به غیراستاندارد بودن و پایداری بالای این سم در شالیزارها، غلظت ۲/۶۶ppb در آذرماه در ایستگاه کندلور مشاهده شد، درحالی که مصرف این سم در مزارع و شالیزارها ممنوع است.



شکل ۹- تغییرات ادیفنفوس آب زیرکی رود

بوتاکلر: بالاترین غلظت آن (۴۹/۷ppb) در ایستگاه هیدرومتری در شهریور ماه متأثر از استفاده فزاینده آن طی ماه‌های قبل در شالیزارهای اطراف مشاهده شد درحالی که بر اساس استاندارد محیط زیست مقدار سموم در آب‌های سطحی باید صفر باشد.



شکل ۱۰- تغییرات بوتاکلر آب زیرکی رود

- فلزات سنگین در نواحی خزری. سومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.
- ۴- ثنایی غ ج. ۱۳۸۵. سم شناسی صنعتی. انتشارات دانشگاه تهران. جلد اول و دوم.
- ۵- جمالزاده فلاح ف. و پناهنده، م. ۱۳۸۳. ارزیابی توان کاربری اکوتوریسم در حاشیه رودخانه های مهم استان گیلان. جهاد دانشگاهی استان گیلان.
- ۶- خانی م ر. ۱۳۸۰. مدیریت زیست محیطی کنترل نیترات و کادمیوم در شالیزارهای شمال کشور از طریق اصلاح کمی و کیفی کودهای شیمیایی. پایان نامه دکتری و مدیریت محیط زیست. واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.
- ۷- ذاکر مشفق م. ۱۳۸۷. مدل سازی عددی کیفیت آب مخزن سد سفیدرود. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی برای انجام خدمت سربازی نخبگان. موسسه تحقیقات آب. وزارت نیرو.
- ۸- رخشانی ا. اصول سم شناسی کشاورزی. ۱۳۸۱. انتشارات فرهنگ جامع.
- ۹- شکوهی ر. ۱۳۸۷. تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی. انتشارات مهرآران.
- 10- Standard methods for the examination of water and waste water. 1985. 16th. Edition. APHA.AWWA.WPCF.
- 11- Standard Test Method. 1992. 11.01. water (I).

با توجه به ساخت سد مخزنی شهر بیجار در این منطقه و استفاده از آب آن جهت تامین آب شرب استان لازم است تدابیر مورد نیاز جهت کاهش آلودگی آب این رودخانه اتخاذ شود مثلا از جاذب آلودگی ها (ژئولیت و یا عدسک های آبی) در سطح رودخانه استفاده گردد، یا با ایجاد نيزارهایی در مسیر رودخانه میزان آلودگی را کاهش دهند. همچنین از درختان جاذب آلودگی در اطراف رودخانه استفاده کرد. مطالعات درختان و درختچه های جاذب فلزات سنگین در نواحی خزری نشان داد که خانواده بید نسبت به سایر خانواده ها بیشترین فراوانی گونه ای را در جذب این عناصر دارا ست (تمرتاش و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین کاشت درختانی از این خانواده علاوه بر افزایش زیبایی های طبیعی منطقه، در کاهش آلودگی های ناشی از فلزات سنگین موثر است.

#### منابع

- ۱- استاندارد ملی ایران، ۱۰۵۳. آب آشامیدنی-ویژگی های فیزیکی و شیمیایی. ۱۳۸۸. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدید نظر پنجم.
- ۲- پندام، شرکت مهندسی مشاور. ۱۳۸۳. مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان. جلد بیست و ششم، خلاصه گزارش. شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.
- ۳- تمرتاش ر. طاطیان م ر، بخشنده لاریمی س و شکریان ف. ۱۳۸۸. مطالعه درختان و درختچه های جاذب