

چگونگی وضعیت آلودگی منابع آب در منطقه رامسر

دکتر رضا حقیقت، یوسف محمدی*

* دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

شهر رامسر یکی از شهرهای استان مازندران در فاصله بین شهر تنکابن و چابکسر قرار دارد. وسعت آن حدود ۳۰ کیلومتر مربع بوده و بر روی رسوبات آبرفتی دوران چهارم قرار دارد. بالا بودن سطح آب زیرزمینی احتمال آلودگی آنها را توسط فاضلابهای خانگی و کشاورزی بالا برده است. در مطالعات صحرایی، ۳۱ نمونه از آبهای سطحی و زیر زمینی برداشت شد که این کار در دو مرحله صورت گرفت. مرحله اول خرداد ۸۲ و مرحله دوم آبان ۸۲. بعد از انتقال نمونه‌های آب به آزمایشگاه یونهای سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلر، بی‌کربنات، نیترات، نیتريت و فسفات آنها اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج آنالیز یونهای آب نمودارهای شولر، پایپر و ویلکوکس آنها رسم شد و طبقه‌بندی آنها از نظر مصارف شرب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. در آخر با رسم نقشه‌های منحنی‌های هم‌یون یونهای آلوده‌کننده آبهای زیرزمینی، نقاط و محدوده‌های آلوده منطقه مورد مطالعه تعیین گردید.

واژگان کلیدی: آلودگی آبها، فاضلاب، منحنی‌های هم‌یون، تجزیه شیمیایی.

مقدمه

منطقه رامسر از نظر تقسیمات زمین‌شناسی در زون البرز قرار گرفته است. سازندهای اطراف این ناحیه از دوران دوم تا عهد حاضر را شامل می‌شوند که عبارتند از: آهک‌های خاکستری سازند روته، آهک‌های دولومیتی سازند الیکا، سازند شمشک و در آخر سازند تیز کوه که در مجاورت آبرفت‌های شهر رامسر ارتفاعات پوشیده از جنگل را شامل می‌شود. بطور کلی منطقه مورد مطالعه بر روی رسوبات کواترنر شامل رسوبات ساحلی آبرفت‌های دریایی و دلتایی می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲).

از نظر اقلیم منطقه رامسر تحت تاثیر توده‌های هوایی مدیترانه‌ای قرار دارد. میزان متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۰۰ میلی‌متر، حداقل و حداکثر حرارت روزانه آن به ترتیب ۴ و ۲۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سردترین ماههای سال بهمن و اسفند و گرمترین ماه مرداد و شهریور می‌باشد. از نظر اقلیم نمای آمبرژه این منطقه در قلمرو مناطق خیلی مرطوب است.

از نظر هیدروژئولوژی، سفره آب زیرزمینی منطقه از نوع آزاد بوده و رسوبات منطقه نیز از نوع دریایی، آبرفتی و دلتایی می‌باشد. عمق سفره در دامنه ارتفاعات حداکثر ۲۲ متر و در نزدیک ساحل کمتر از یک متر می‌باشد. گرادیان سفره به سمت دریا بوده و در دشت رامسر رودخانه‌ها سفره آب زیرزمینی را زهکشی می‌کنند (شکل‌های ۲ و ۳). میزان متوسط ضریب ذخیره آبخوان ۰.۳٪ و متوسط قابلیت انتقال آبخوان ۰.۰۶ مترمربع در روز است (۱).

برخی از منازل شهر از آب لوله‌کشی استفاده نمی‌نمایند که اهم دلایل این امر به شرح زیر ارائه شده‌اند: کیفیت نامناسب آب لوله‌کشی، بالا بودن نرخ حق انشعاب برای خانوارهای کم‌درآمد و عدم اعطای حق انشعاب به خانه‌های بدون پروانه ساخت. سه عامل فوق باعث ترغیب خانوارهای رامسری در استفاده از آب چاههای منازل می‌باشد.

سیستم دفع کنونی فاضلاب شهر رامسر روش سنتی چاههای جذبی می‌باشد که در هر واحد مسکونی به عمق ۲ تا ۵ متر حفر می‌شوند. به علت قرار گرفتن شهر بر روی رسوبات نفوذ پذیر و بالا بودن سطح آب زیرزمینی عملکرد این سیستم رضایت بخش نمی‌باشد. بویژه، در فصل زمستان که سطح آب

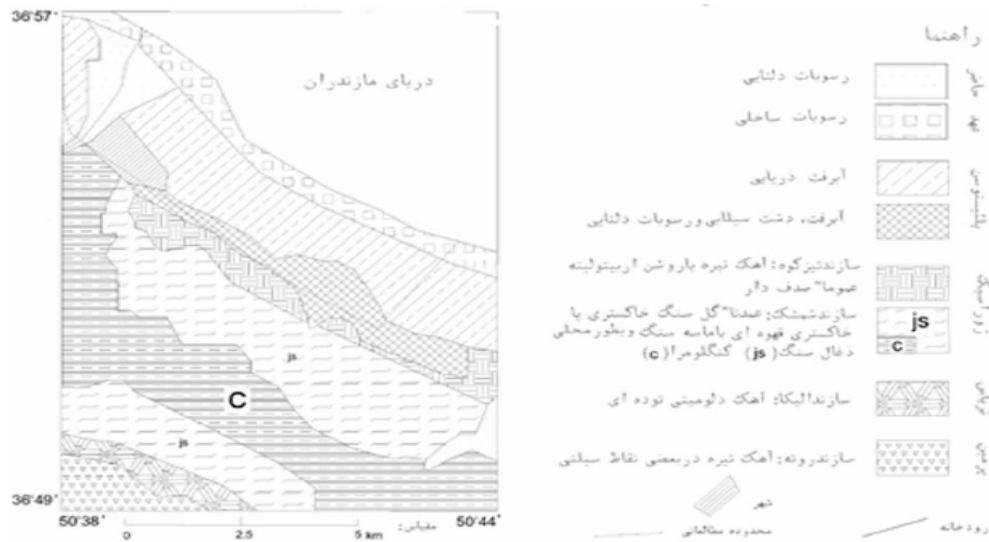
آدرس نویسنده مسئول: تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دکتر رضا حقیقت

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۱۲/۲۰

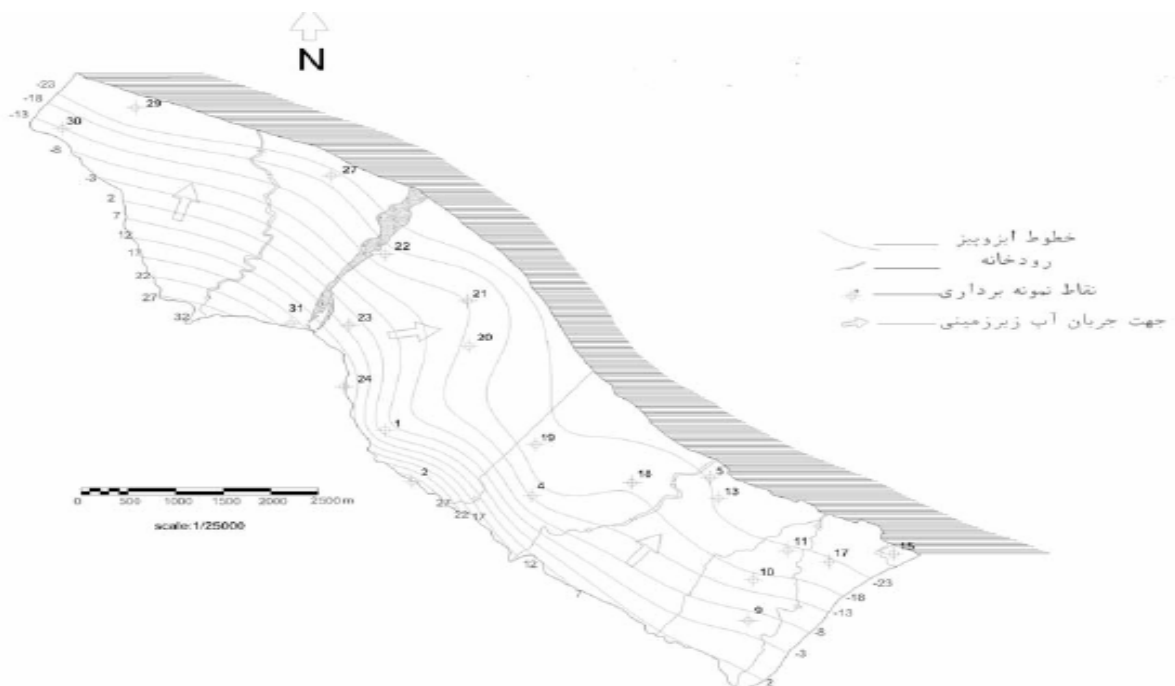
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۶/۲۸

زیرزمینی بالاتر آمده و مشکلات بیشتر می‌شود. در برخی از نواحی پساب خانه‌ها وارد کوچه و خیابانها گشته و بهداشت اهالی را در معرض خطر قرار می‌دهد. در ضمن برخی از منازل و یا حمامهای آبگرم نیز به علت نزدیکی به رودخانه‌ها فاضلاب خود را مستقیماً وارد آنها می‌کنند (۱). متأسفانه به استثنای چند آنالیز ناکامل که به صورت پراکنده بر روی چشمه‌های خارج از محدوده شهری انجام شده است،

تاکنون هیچ گونه تحقیقی در امر آلودگی آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه صورت نگرفته است. کلیه موارد مذکور اهمیت تحقیق در زمینه آلودگی آبهای زیرزمینی را نه تنها در شهر مذکور، بلکه در کلیه مناطق سرزمین ساحلی که از تراکم جمعیتی بالایی نیز برخوردار هستند، نشان می‌دهد.

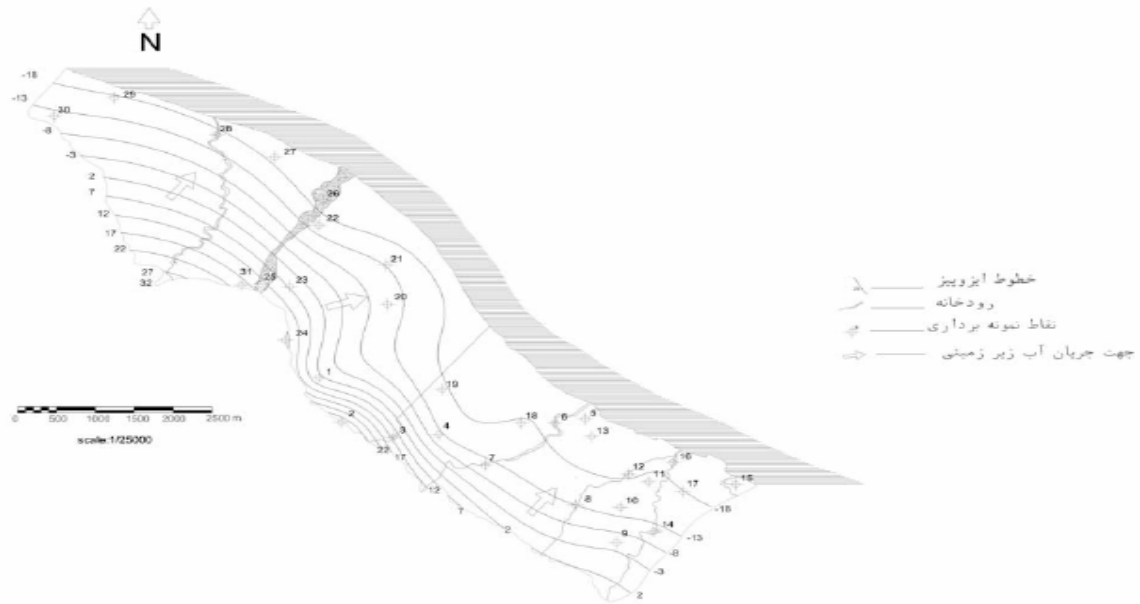


شکل ۱- نقشه زمین شناسی منطقه رامسر

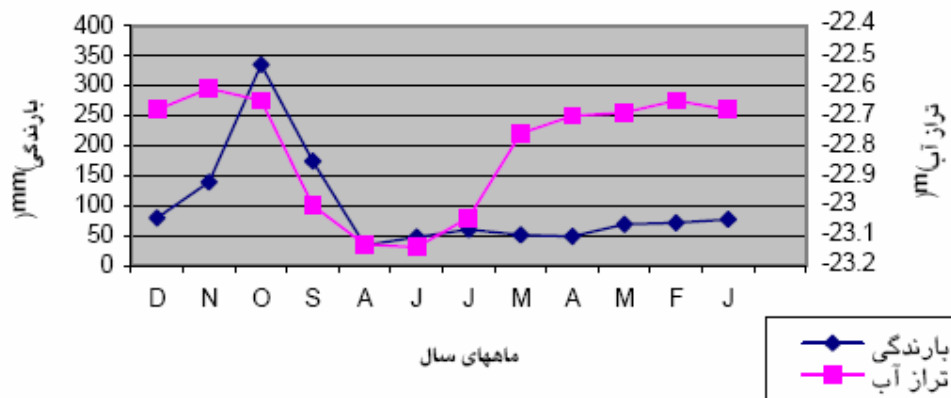


شکل ۲- نقشه ایزوپیز رامسر، خرداد ۱۳۸۲

بدین ترتیب هر نقطه نمونه برداری به طور متوسط یک کیلومتر با نقطه مجاور خود فاصله دارد. با چنین نمونه برداری



شکل ۳- نقشه ایزوپیز رامسر، آبان ۱۳۸۲



شکل ۴- هیدروگراف واحد دشت رامسر

مواد و روشها

از منابع آب تصور می شود بتوان کیفیت آبهای هر منطقه را بخوبی مشخص نموده و با مقایسه آن با نقاط همجوار و ترسیم نمودارهای کیفی منابع آب به نتایج ارزشمندی دست یافت. نمونه برداری در دو مرحله انجام گردید: اولی در تاریخ ۱۴ و ۱۵ خرداد ۱۳۸۲ و دیگری در ۱۸ و ۱۹ آبان ۱۳۸۲. تاریخ نمونه برداری اول در زمان خشک آبی منطقه که سطح آب

در مطالعات صحرائی ابتدا از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استفاده شد. این نقشه توپوگرافی بوده و از سازمان آب و فاضلاب استان مازندران تهیه شد. برای تعیین نقاط نمونه برداری سعی بر این بود که از هر چهارگوش UTM یک نمونه تهیه شود تا یک پراکندگی یکنواخت از نقاط نمونه برداری داشته باشیم.

زیرزمینی پائین بود و مرحله دوم در زمان تر آبی منطقه که سطح آب زیر زمینی بالا بود (شکل ۴).

سنجشهای آزمایشگاهی

معمولا در مطالعات هیدروژئوشیمیایی، کاتیونهای کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آنیونهای بی کربنات، سولفات و کلرید، EC و T.D.S، دما و PH مورد سنجش قرار می گیرند. در این مطالعه، علاوه بر آنیونهای فوق نیترا، نیتريت و فسفات نیز برای تعیین آلودگی اندازه گیری شدند (جداول ۱ و ۲ در انتهای مقاله).

اختلالات ناشی از ناخالصیهای شیمیایی آب

وجود نیترا و نیتريت در آب آشامیدنی بخصوص برای کودکان خطرناک است. نیترا در بدن به نیتريت تبدیل می گردد و نیتريت از روده جذب خون می شود و با هموگلوبین خون ترکیب شده که در نتیجه ظرفیت اکسیژن رسانی خون به بافتها کاهش می یابد. این ترکیب آبی رنگ است و رنگ خون را متمایل به آبی می کند. جریان خون متمایل به آبی در عروق سطحی سبب تغییر رنگ پوست در کودکان می گردد. بدین جهت این بیماری را بنام کودکان آبی می نامند.

نوزادان اغلب از این بیماری تلف می شوند و اگر به موقع به کودکان آب بدون نیترا و نیتريت بخوراند بیماری در آنها مرتفع می شود. این بیماری به ندرت در نوجوانان و افراد بالغ مشاهده شده است. بیماری دیگری که ناشی از افزایش میزان نیترا و نیتريت در بدن است، هیپوتانسیون است می باشد (۲).

میزان نیترا و نیتريت مجاز در آبهای سالم توسط سازمان بهداشت جهانی به ترتیب ۴۵ و ۱۰/۱ p.p.m می باشد (۳). منابع اصلی نیترا و نیتريت کودهای شیمیایی و فضولات انسانی (اوره، اسیداوریک) می باشد. مواد آلی نیز توسط باکتریها تخریب یافته و ایجاد نیترا و نیتريت می کنند.

فسفاتها بر اساس محاسبات انجام شده ۴۰٪ اجزای متشکله اکثر پاک کنندهها هستند و بر اساس همین مطالعات مقدار فوق در برگیرنده تقریبی نصف فسفاتهای آب فاضلابها می باشند.

وجود فسفاتها در غلظت‌های بالا در آب، عامل اصلی اوتروفیکاسیون (Eutrophication) سیستمهای آب شیرین به حساب می آید (۴). نیترا و فسفات دو عنصر اصلی تغذیه گیاهان به شمار می روند. اگر مقدار این مواد در محیطهای آبی زیاد شود با ایجاد اختلال در تعادل بیولوژیک، موجب

ظهور ناهنجاریهای اکولوژیک می گردند. در این حالت برخی از گونههای گیاهی نظیر جلبکهای آبی رنگ که به صورت صفحات لزج سطح آب را می پوشانند شدیداً تکثیر می یابند. ماهیهای عالی مثل قزل آلا، بروشه و ماهی آزاد جای خود را به گونههایی می دهند که ارزش غذایی کمتری دارند. آب تیره و سیاه شده و بوی گند می دهد و مقدار اکسیژن محلول کاهش می یابد. به این پدیده اوتروفیکاسیون می گویند. پدیده مزبور از نشانههای آلودگی بسیار خطرناکی است که ادامه آن موجب خفگی و حذف زندگی آبزیان می گردد.

منشأ دیگر فسفات، کودهای شیمیایی بوده که در ارتباط با روشهای زراعی مدرن انجام می پذیرد (۵). افزایش فسفر در آبهای مصرفی خطرناک و مسموم کننده نیست و تا بحال گزارشی تأییدکننده در این مورد گزارش نشده است ولی باعث کاهش غلظت یونهای کلسیم و منیزیم در خون می شود با این حال به طور کلی حداکثر غلظت مجاز برای فسفات ۰/۴ p.p.m است (۶).

کیفیت آنها از نظر مصارف شرب و کشاورزی

در رده بندی آنها از نظر کشاورزی دو عامل هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (S.A.R) اهمیت دارد. هدایت الکتریکی نشان دهنده مجموع املاح محلول در آب و نسبت جذب سدیم به معنی جذب یون سدیم محلول در آب در نتیجه تبادل کاتیونی آب در خاک به ازای افزایش یا کاهش کاتیونهای کلسیم و منیزیم بوده که از رابطه زیر بدست می آید:

$$S.A.R = \frac{rNa}{\sqrt{(2rCa + rMg)/2}}$$

S.A.R: نسبت جذب سدیم، rNa: غلظت سدیم بر حسب میلی اکی والان در لیتر، rCa: غلظت کلسیم بر حسب میلی اکی والان در لیتر و rMg: غلظت منیزیم بر حسب میلی اکی والان در لیتر.

با توجه به رابطه فوق چنین نتیجه می شود که به ازای افزایش کاتیونهای کلسیم و منیزیم در آب قدرت جذب سدیم در خاک کاهش یافته و با کاهش این کاتیونها قدرت جذب سدیم در خاک افزایش می یابد (۶). افزایش میزان سدیم خاک در نتیجه تبادل کاتیونی سبب سخت شدن خاک و کاهش ریشه گیاهان می شود و کاهش جذب سدیم و افزایش کلسیم و منیزیم سبب افزایش قابلیت و استعداد خاک برای کشاورزی می شود. برای طبقه بندی کیفیت آب از نظر کشاورزی و تعیین کلاس آب از دیاگرام ویلکوکس استفاده می شود. در این دیاگرام s معرف S.A.R و c معرف EC آب

در سری دوم نمونه برداری یعنی در نیمه دوم آبان ماه شماره‌های ۲، ۵، ۱۰، ۷، ۱۱، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۹ و ۳۰ در رده خوب و شماره‌های ۱، ۴، ۶، ۹، ۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۳، ۲۷، ۲۸ و ۳۱ در رده قابل قبول و شماره‌های ۳، ۸، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ در رده نامناسب قرار دارند.

از نظر دیاگرام پایپر (شکل ۸) آنها به چهار تیپ اصلی تقسیم می‌شوند تیپهای $Ca+Mg+CO_3+HCO_3$ ، $Ca+Mg+SO_4+Cl$ ، $Na+K+SO_4+Cl$ و $Na+K+CO_3+HCO_3$ که هر کدام نشان دهنده غلظت نسبی عناصر اصلی تشکیل دهنده آنها می‌باشند. از این نمودار می‌توان به جنس سنگهای موجود در منطقه پی برد.

در سری اول نمونه برداری، نمونه‌های ۱۶، ۱۴، ۶، ۹، ۳، ۱۲، ۸، ۱۹ در تیپ $Ca+Mg+CO_3+HCO_3$ ، نمونه ۱۵ در تیپ $Na+K+CO_3+HCO_3$ و بقیه نمونه‌ها در تیپ $Na+K+SO_4+Cl$ قرار داشتند. در سری دوم نمونه برداری نمونه‌های ۳، ۶، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۹ در تیپ $Ca+Mg+CO_3+HCO_3$ قرار داشتند. نمونه‌های ۲۸ و ۹ در تیپ $Na+K+CO_3+HCO_3$ و بقیه نمونه‌ها در تیپ $Na+K+SO_4+Cl$ جای گرفتند.

در نهایت با ترسیم نقشه‌های منحنی‌های هم یون برای یونهای آلوده کننده آبهای زیر زمینی، به خوبی می‌توان تغییرات غلظت یونها را در نقاط مختلف منطقه مشاهده کرد به صورتی که غلظت یونها در مناطق مسکونی بیشتر از سایر نواحی (مناطق زراعی و باغات) بوده و منحنی‌ها به سمت مراکز جمعیت تقعر دارند. (شکل‌های ۹ تا ۱۴).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

از تعیین غلظت یونهای ده گانه در آبهای شهر رامسر چنین نتیجه می‌شود که از نظر نمودار شولر اکثر چاهها در رده خوب و قابل قبول قرار دارند و قابل شرب می‌باشند و رودخانه‌ها نیز بعلا ریختن مستقیم فاضلاب‌های خانگی و یا محلی غیرقابل شرب می‌باشند. از نظر نمودار ویلکوکس اکثر نمونه‌ها در کلاس $C2S1$ قرار دارند یعنی کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب. از نظر نمودار پایپر آنها عموماً در تیپ $Ca+Mg+CO_3+HCO_3$ قرار دارند که با جنس سنگهای سازندهای منطقه همگونی دارد. در نتیجه نمونه‌هایی که در سایر تیپها قرار دارند؛ تغییر محتوی یونی آنها بعلا ریختن فاضلاب می‌باشد.

با توجه به نقشه‌های هم یون آبهای زیرزمینی شهر رامسر بخوبی بالا بودن آلودگی‌ها را در مناطق مسکونی نسبت به

می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس کیفیت و کلاس آب بصورت زیر طبقه‌بندی می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳- کیفیت و کلاس آب بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس

ردیف	کلاس آب	نوع کیفیت آب برای کشاورزی
۱	$C1S1$	شیرین برای کشاورزی کاملاً بی ضرر
۲	$C2C1, C2S2, C2S1$	کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب
۳	$C1S3, C2S3, C3S1, C3S2, C3S3$	شور- برای کشاورزی با تمهیدات مناسب
۴	$C1S4, C2S4, C3S4, C4S, 4, C4S3, C4S2, C4S1$	خیلی شور- مضر برای کشاورزی

از نظر رده‌بندی ویلکوکس تقسیم‌بندی نمونه‌ها برای کشاورزی به صورت زیر است: (شکل ۶)

در سری اول: شماره‌های ۱ و ۴ در کلاس $C3S1$ و شماره ۹ در کلاس $C3S2$ و بقیه شماره‌ها در کلاس $C2S1$ قرار دارند. در سری دوم: شماره‌های ۵ و ۱۸ در کلاس $C1S1$ و شماره‌های ۴، ۲۸، ۱۵، ۹، ۱۹ در کلاس $C3S1$ و شماره‌های ۶ و ۳ در کلاس $C4S3$ و شماره ۶ در کلاس $C4S4$ قرار دارند. یکی از نمودارهایی که برای تعیین کیفیت آب برای شرب استفاده می‌شود، نمودار شولر است که آنها را به گروههای خوب، قابل قبول، مناسب، بد، قابل شرب در شرایط اضطراری و غیرقابل شرب تقسیم می‌کند. در جدول ۴ مقادیر پارامترهای مختلف برای گروههای فوق آورده شده است (۳).

جدول ۴- گروههای مختلف آب از نظر شرب

SO_4 (mg/L)	Cl^- (mg/L)	Na^+ (mg/L)	T.H (mg/LCaco ₃)	T.D.S (mg/L)	
<۱۴۵	<۱۷۵	<۱۱۵	<۲۵۰	<۵۰۰	خوب
۱۴۵-۲۸۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۱۵-۲۳۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	قابل قبول
۲۸۰-۵۸۰	۳۵۰-۷۰۰	۲۳۰-۴۶۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	نامناسب
۵۸۰-۱۱۵۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۴۶۰-۹۲۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	بد
۱۱۵۰-۲۲۴۰	۱۴۰۰-۲۸۰۰	۹۲۰-۱۸۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۴۰۰۰-۸۰۰۰	قابل شرب در شرایط اضطراری
>۲۲۴۰	>۲۸۰۰	>۱۸۴۰	>۴۰۰۰	>۸۰۰۰	غیرقابل شرب

با توجه به مقادیر جدول ۴ و نمودار ۷، کیفیت آب از نظر شرب به صورت زیر است:

در سری اول نمونه برداری یعنی نیمه دوم خرداد شماره‌های ۲، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۲۹ و ۳۰ در رده خوب و شماره‌های ۱، ۴، ۵، ۹، ۱۹، ۲۰، ۲۳، ۲۷ و ۳۱ در رده قابل قبول و شماره‌های ۸، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ در رده‌های نامناسب و شماره ۳ در رده بد قرار دارند.

آلودگی‌های صنعتی، بررسی سازوکار ورود آفت‌کش‌ها و سموم دفع آفات نباتی به منابع آب، ایجاد شبکه فاضلاب شهری برای دفع صحیح فاضلاب، گسترش شبکه آب شهری به تمام نقاط و بهتر کردن کیفیت آب شهری و در نهایت آموزش اهالی در استفاده از آب شهری و دفع بهتر فاضلاب‌ها بعنوان راهکارهای عملی بهبود شرایط موجود توصیه می‌شود.

سایر نقاط می‌توان مشاهده کرد. بدین نحو که غلظت یونهای نیترات، نیتريت و فسفات ناشی از فاضلاب در مناطق مسکونی متراکم نسبت به مناطق زراعی بی‌شتر بوده است و منحنی‌ها به سمت مراکز جمعیت تقعر دارند. در این راستا افزایش تعداد چاههای مشاهده‌ای و نمونه برداری بیشتر از آنها بمنظور تعیین دقیقتر میزان آلودگی منابع آب و تعیین چگونگی پراکندگی آنها، بررسی یونهای سنگین نظیر نیکل، کادمیم، سرب و جیوه برای تعیین

REFERENCES

1. Mortimer RH, Cannell GR, Addison RS. Methimazole and propylthiouracil equally cross the perfused human term placental lobule. *J Clin Endocrinol Metab* 1977;82:3099-106.
2. Low LCK, Lang J, Alexander WD. Excretion of carbimazole and propylthiouracil in breast milk. *Lancet* 1979; 4:1011.
3. Johansen K, Andersen AN, Kampman JP, Hansen JM, Mortensen HB. Excretion of methimazole in human milk. *Eur J Clin Pharmacol* 1982;23:339-41.
4. Cooper DS, Bode HH, Nath B, Saxe V, Maloof F, Ridgway Ec. Methimazole pharmacology in man: studies using a newly developed radioimmunoassay for methimazole. *J Clin Endocrinol Metab* 1984;58:473-9.
5. Larsen PR, Ingbar SH. The thyroid gland. In: Wilson JD, Foster DW, editors. *Williams textbook of endocrinology*. 8th edition. Philadelphia: WB Saunders, 1992; p:444.
6. Kampmann JP, Johansen K, Hansen JM, Helweg J. Propylthiouracil in human milk. Revision of a dogma. *Lancet* 1980;1:736-7.
7. McDougall IR, Bayer MF. Should a woman taking propylthiouracil breast-feed? *Clin Nucl Med* 1986;11:249-50.
8. Cooper DS. Antithyroid drugs: To breast – feed or not to breast – feed. *Am J Obstet Gynecol* 1987;157:234–5.
9. Mamotani N, Yamashita R, Yoshimoto M, Noh J, Ishikawa N, Ito K. Recovery from fetal hypothyroidism: Evidence for the safety of breast – feeding while taking propylthiouracil. *Clin Endocrinol* 1989;31:591-5.
10. Lamberg BA, Ikonen E, Osterlund K, et al. Antithyroid treatment of maternal hyperthyroidism during lactation. *Clin Endocrinol* 1984;21:81-7.
11. Azizi F. Effect of methimazole treatment of maternal thyrotoxicosis on thyroid function in breast-feeding infants. *J Pediatr* 1996;128:855-7.
12. Momotani N, Yamashita R, Makino F. Thyroid function in wholly breast-feeding infants whose mothers take high doses of propylthiouracil. *Clin Endocrinol* 2000;53:177-81.
13. Azizi F, Khoshniat M, Bahrainian M, Hedayati M. Thyroid function and intellectual development of infants nursed by mothers taking methimazole. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:3233-38.
14. Azizi F. Thyroid function and intellectual development of infants nursed by mothers taking therapeutic doses of methimazole. *Endocrine Journal* 47: 2000, Proceeding of 12th International Thyroid Congress, Oct. 22-27,2000,O-310.
15. Hollingshead Abstract:, editor. Two factor index of social position. New Haven: Conn, Yale University, 1965.
16. Wechsler D, editor. Manual for the Wechsler preschool and primary school of intelligence (WPPSI) New York: Psychological Corporation, 1967.
17. Goodenough F, editor. Measurement of intelligence by drawings. New York: Harcourt, Brace & World, 1926.
18. Sandell EB, Kolthoff IM. Micro determination of iodine by a catalytic method. *Mikrochemica Acta* 1937;1:9-25.
19. Legrand J. Effects of thyroid hormones on central nervous system development. In: Yant J, editor. *Neurobehavioral teratology*. Amsterdam: Elsevier, 1984; p:331-3.

20. Rozanov CB, Dratman MB, Dratman MB. Immunohistochemical mapping of brain triiodothyronine reveals prominent localization in central noradrenergic systems. *Neuroscience* 1996;74:897-915.
21. Haddow JE, Palomaki GE, Allan WC, et al. Maternal thyroid deficiency during pregnancy and subsequent neuropsychological development of the child. *N Engl J Med* 1999;341:549-55.
22. Rovet JF. Congenital hypothyroidism: Long – term outcome. *Thyroid* 1999;9:741-8.
23. Calaciura F, Mendoral F, Distefano M. Childhood IO measurement in infants with transient hypothyroidism. *Clin Endocrinol* 1995;43:473-7.
24. Azizi F, Afkhami M, Sarshar A, Nafarabadi M. Effect of transient neonatal hyperthyrotropinemia on intellectual quotient and psychomotor performance. *Int J Vitam Nutr Res* 2001;71:70-3.
25. Azizi F, Kalani H, Kimiagar M, et al. Physical, neuromotor and impairment in non-cretinous school children with iodine deficiency. *Int J Vitam Nutr Res* 1994;65:199-205.