بررسی وضع آلودگی آبهای زیرزمینی تهران به مواد شیمیائی

دکتر کرامت‌اله ایماندل *، دکتر ملحیه برازنده **، دکتر نسرین برازنده تهرانی **، مهندس فروغ واعظی *

واژه‌های کلیدی: آلودگی شیمیائی آب، آب زیرزمینی

چکیده

باستناد گزارش سازمان آب تهران، آب مورد نیاز تهران در سال ۱۳۷٤ براساس ۱٫۵۰۰٫۰۰۰ نفر جمعیت و مصرف سرانه ۲۲۰ لیتر در شبانه روز، ۸٤۷ میلیون‌متر مکعب محاسبه و برآورد گردیده است. ازاین مقدار حدود ٦۱۱ میلیون‌متر مکعب آن از طریق توسعه سدهای کرج، لتیان و لار قابل تأمین بوده و ۲۰۰ میلیون متر مکعب نیز بایستی از منابع آب زیرزمینی تهران تأمین‌شود. ازآنجا که تعداد ۳۷۰۰ حلقه‌چاه شامل ۸۵۰ حلقه‌عمیق و ۲۸۵۰ حلقه‌نیمه‌عمیق درتهران آماربرداری‌شده است ونمونه‌برداری و آزمایش ازکلیه‌چاهها دراین مطالعه از نظر علمی و اقتصادی امکان‌پذیر نمی‌باشد لذا تعداد ۱۰۲ حلقه چاه بطور تصادفی و از نقاط مختلف تهران انتخاب و از نظر کیفیت شیمیائی مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات آماری انجام شده روی نتایج بدست آمده، انتخاب ۹۰ حلقه چاه را توصیه‌نمود و لذا با توجه به کافی بودن تعداد نمونه‌های انتخاب شده با ۹۵٪ اعتمادمیتوان نتایج را به کلیه چاههای موجود در تهران تعمیم داده، قضاوت نمود.

محاسبات آماری انجام شده روی نمونه‌ها نشان میدهد که میانگین غلظت‌دترجنت ۰٫۸۳۲ ر.، میانه ۰٫۸۱٦ ر.، واریانس ۰٫۰۵٦٤ ر.، انحراف‌معیار ۰٫۲۳۷ ر. ومیدان تغییرات بین‌صفر تا ۲٫۹۵ ر. میلیگرم در لیتر برحسب MBAS میباشد. چنانچه نتایج بدست آمده با

* گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران - صندوق پستی ٦٤٤٦-۱٤۱۵۵

** دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران

بالاترین حد مطلوب (۰٫۲ میلیگرم در لیتر) و با حداکثر غلظت مجاز سازمان جهانی بهداشت (یک‌میلیگرم در لیتر) مقایسه شود ملاحظه میگردد که در حالت اول کمتر از یک‌درصد موارد و درحالت دوم هیچیک‌از ۱۰۲ نمونه‌آب مورد آزمایش ازاین‌حد تجاوز ننموده است. درحالیکه اگر غلظت دترجنت موجود درآبهای زیرزمینی تهران براساس این‌مطالعه با حدمطلوب (صفر) و با حداکثر غلظت مجاز ایالات متحده (۰٫۵ میلیگرم در لیتر) مقایسه شود بترتیب در حالت اول ۷۵٫۰ درصد موارد از این حد تجاوزنموده است درصورتیکه در حالت‌دوم در هیچیک‌از ۱۰۲ نمونه مورد آزمایش غلظت دترجنت موجود درآبهای زیرزمینی تهران از این‌حد تجاوز ننموده است.

میانگین سختی کل ۲۲۳٫۸ میلیگرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم‌بوده که باتوجه به طبقه‌بندی سختی آب به وسیله هولدن و لیپ‌تاک، آب زیرزمینی تهران درمحدوده آب‌سخت قرار دارد

سرآغاز

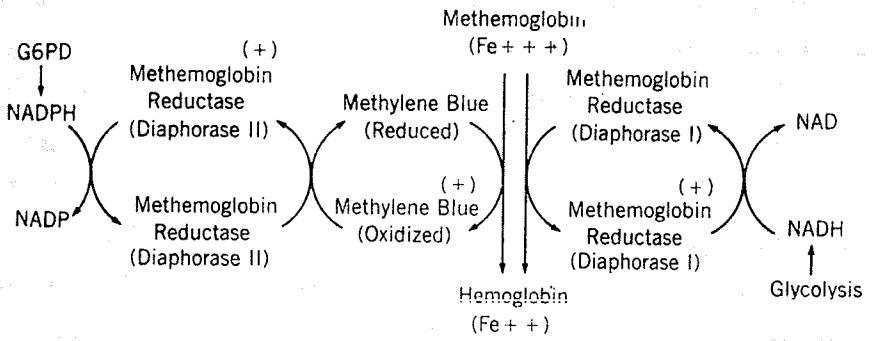
مصرف سالانه آب تهران بزرگ‌حدود ۵۰۰ میلیون‌متر مکعب‌است که از سد امیرکبیر ۲۷۲، از سد لتیان ۱۶۰، از سد لار ۶۰، و از ۳۳ حلقه‌چاه‌عمیق (تاسال ۶۵ جمعاً ۵۸ میلیون متر مکعب آب) تامین می‌شود. باتوجه‌به پیش‌بینی جمعیت در ۱۳۷۴ که ده‌میلیون وپانصد هزار نفر برآورد شده‌است براساس‌مصرف‌سرانه ۲۲۰ لیتر درشبانه‌روز (۷۷ مترمکعب درسال)، آب مورد نیاز ۸۴۷ میلیون‌مترمکعب بوده که بایستی از سد امیرکبیر ۲۹۰، سد لتیان ۱۴۵ سدلار ۱۷۸، آبهای‌زیرزمینی ۲۰۰، رودخانه کن ۳۶ میلیون‌مترمکعب، تأمین‌گردد. بطوریکه ملاحظه میگردد قریب $\frac{1}{3}$ آب مورد نیاز تهران‌درآینده‌نزدیک بایستی‌ازآبهای زیرزمینی‌تهران تأمین‌گردد. افزایش سریع جمعیت بدلیل‌بالا رفتن میزان موالید از یک‌سو، مهاجرت بی‌رویه بدلائل‌گوناگون، ضرورت استفاده هرچه‌بیشتر از منابع‌آبهای زیرزمینی تهران‌را بعنوان یک‌اقدام سریع ایجاب می‌کند و بی‌تردید اطلاع از کیفیت آبها در جهت تأمین سلامت و بهداشت شهروندان تهران امری لازم، بدیهی و اجتناب ناپذیر می‌نماید.

چنانچه غلظت مواد موجود درآب‌ازحد استاندارد تجاوزکند بنحوی که‌سلامتی‌انسان را به‌مخاطره بیندازد، آب‌را آلوده‌گویند. آلوده‌کننده‌ها بسیار متنوع بوده واز منابع‌مختلف‌بطرق گوناگون وارد آب میشوند. اثرات این مواد بستگی کامل به نوع و مقدار آن دارد.

نیتراتها از اکسیداسیون آمونیاک‌حاصل از تجزیه‌مواد آلی در آب تولید می‌شوند. غلظت نیترات در آبهای سطحی کمتر از ۵ میلیگرم درلیتر و درآبهای‌زیرزمینی‌غلظت بالاتراست. غلظت مجاز نیترات درآب آشامیدنی ۴۵ میلیگرم در لیتربرحسب یون نیترات یا ۱۰ میلیگرم

در لیتر برحسب ازت توصیه‌شده است. مصرف و یا تهیه غذای کودکان از آبهائی که حاوی بیش از حد مجاز نیترات باشد چون خاصیت اسیدی معده اطفال کم است نیترات توسط باکتریهای دستگاه گوارش به نیتریت تبدیل شده از طریق مهار فعالیت دیافوراز (یک) و متعاقب‌آن دیافوراز (دو) باهموگلوبین‌خون (آهن ۲ ظرفیتی) ترکیب‌شده ایجاد متهموگلوبین (آهن ۳ ظرفیتی) میکند که بدلیل پائین آمدن قابلیت انتقال اکسیژن، سیانوز و دیاره و چنانچه غلظت متهموگلوبین از ۷۰٪ کل هموگلوبین بدن تجاوز کند با پیدایش خفگی‌منجر به مرگ میشود (۲، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۲۰).

لازم به تذکر است که میزان متهموگلوبین در افراد سالم بزرگسال ۱٪ کل هموگلوبین و در نوزادان غلظت آن ممکن است به ۲ تا ۵ برابر میزان ذکر شده برسد (۲۰، ۱۳، ۱۷) گرچه از منابع دیگر از جمله سبزیجات بالاخص اسفناج، گوشتهای آماده (همبرگر، هات‌داگ و دیگر مواد غذائی) و دودی (۱۳، ۱۴، ۲۳) نیترات و نیتریت وارد بدن میگردد معهذا نیترات موجود در آب عمده‌ترین و خطرناکترین نیتراتی است که بدلیل آمادگی بیشتر برای تبدیل به نیتریت (۱۷) میتواند باعث متهموگلوبینمیاگردد (۲۰، ۱۳، ۱۷، ۱۴). تحقیقات نشان داده است که نیتریت میتواند با آمین‌های نوع دوم موجود در بدن (که از طریق مواد غذائی، دودی، انواع



نگاره ۱ : مکانیزم احیاء مت هموگلوبین G6PD نشان دهنده گلوکز ۶ فسفات هیدروژناز، NADP نشان دهنده‌نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نوکلئوتیدفسفات، NADPHنشان‌دهنده نیکوتین‌آمیدآدنین‌نوکلئوتیدفسفات‌احیا شده‌وNADمعرف‌نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نکلئوتیدمی‌باشد.

ادویه، مواد داروئی نظیر آمینوپیرین وارد بدن میشود)(۱۴، ۲۵، ۳۴) و یا با فنول ترکیب شده و نیتروز آمین و پارانیتروزوفنول‌های سرطانزا ایجاد کند. دی‌الکیل نیتروز آمین‌های قرینه‌دار غالباً باعث بروز سرطان کبد و ریه، و ترکیبات ناقرینه عامل سرطان مری میباشد و بعقیده بوگوفسکی وگولونیا، افزایش درصد موارد ابتلاء به سرطان مری درکرانه بحرخزر به احتمال

زیاد از یک‌سو مربوط به وجود آمین‌های نوع اول و دوم و سوم‌در نان، وجود نیتروز و دی‌متیل آمین در فرآورده‌های شیر مثل دوغ وقاتوقلاش واز سوی دیگر ورود آمین‌های فرار حاصل‌از احتراق فضولات حیوانی در تنورها بداخل نان ، افزایش نیترات موجود در آب و بالاخره کمبود ویتامین ث در رژیم غذائی، مربوط دانست (۳۷ ، ٥). لازم به‌یادآوری است که بالابردن پی‌اچ معده با مصرف اسید آسکوربیک(۱۷)، مصرف ویتامین کا(۱٤) و همچنین متیلن بلو(۱۷،۲۰) از عواملی هستند که از تبدیل نیترات به نیتریت جلوگیری نموده و مانع تشکیل نیتروزآمین سرطانزا میگردد.

ورود نیتریت با دوز کم (٥ر. میلیگرم) به بدن از طریق دهان، ایجاد سردرد زودگذر میکند (۱٦) ورود نیتریت با دوزاژ ۱۰ میلیگرم بطور مداوم باعث التهاب صورت می‌گردد.

غلظت سرب در آبهای زیرزمینی و سطحی بین ٦ الی ٥۰ میکروگرم در لیتر متغیر است. حداکثر غلظت مجاز در آب آشامیدنی ٥٪ میلیگرم در لیتر ذکر شده است (۳۸) متوسط غلظت سرب در خاک‌حدود ۱٦ میلیگرم در لیتر است. میزان ورود سرب از راه غذا ۳ر. میلیگرم است که تنها ٥ تا ۱۰ درصد آن در دستگاه‌گوارش جذب شده وارد خون میگردد. محل ذخیره سرب بیشتر در استخوانها، و در سنین بالاتر درکبد، کلیه، لوزالمعده و آئورت‌است . سرب با کاهش دادن فعالیت آنزیمهای دلتاآمینولولینات سنتتاز و پورفوبیلینوژن سنتتاز موجب بروز کم خونی می‌شود ناراحتی‌های دستگاه‌گوارش در مسمومیت ناشی از سرب، درد معده، تهوع ودرد ناحیه پائین‌شکم است وبالاخره ضایعات مغزی در مسمومیتهای پیشرفته با ترکیب‌شدن‌سرب با بافت عصبی میتواند عوارض نورولوژیک متعدد از خواب‌آلودگی تا کوما وتشنج و صرع را ایجاد کند (۳٥ ، ۳۸).

غلظت کادمیوم در آب آشامیدنی کمتر از یک‌میکروگرم در لیتر و آبهای ذخیره شده در ظروف‌گالوانیزه ٥۱۰ر. میکروگرم در لیتر گزارش شده است. حد اکثر غلظت مجاز کادمیوم‌در آب ٥۰۰ر. میلیگرم در لیتر است (۳٥) کادمیوم هیچ خاصیت شناخته شده بیولوژیکی برای بدن ندارد. ماده‌ای است مسموم کننده که درکلیه وکبد ذخیره شده و از طریق مدفوع و ادرار دفع میگردد. کادمیوم از فعالیت آنزیم حاوی گروپمان سولفئیدریل‌جلوگیری نموده و بطورمستقیم و غیرمستقیم بر عضله نرم دیواره رگها اثر می‌گذارد و موجب بالا رفتن فشار خون میشود. جذب مداوم کادمیوم دربدن باعث ایجاد اشکالاتی درمکانیزم کلسیم می‌گردد و دراین رابطه‌گزارشاتی مبنی بر ابتلاء به بیماریهای اوستئوپروز و شکستگی خودبخودی استخوان در دست است وبالاخره نقش کادمیوم در بروز لوسمی در زمان بارداری و ایجاد سارکوم در بیضه‌ها گزارش شده است. لازم به یادآوری است که روی و سلنیوم میتوانند از بروز این ضایعات جلوگیری بعمل آورند (۳٥ ، ۲٤ ، ۳۹).

حداکثر غلظت مجاز کروم در آب ۰.۰۵ میلیگرم در لیتر است (۳۸). بغیر از ترکیبات ۶ ظرفیتی کروم که زیان‌آور و سمی است بقیه ترکیبات کروم فلزی تقریباً غیرسمی است. معمولا کروم در دستگاه تنفسی، بافت چربی، پوست، ماهیچه، چربی و لوزالمعده ذخیره میشود. ترکیبات غیرمحلول کروم در ریه باقیمانده و موجب بروز سرطان و در پوست درماتیت تماسی، می‌نماید (۳۵، ۲۴، ۳۹).

دترجنت‌ها در ترکیب خود حاوی ماده فعال سطحی و یک‌دسته مواد جانبی تحت عناوین سازنده، پرکننده، نگهدارنده و مواد کمکی میباشد. ملکول مواد فعال سطحی دارای دو قسمت مجزا هیدروفیل پلارنظیرگروههای کربوکسیل،سولفات یا سولفونات وهیدروفوب‌غیر— پلار مانند هیدروکربور خطی یا حلقوی و یا مخلوطی از آن دو میباشد.این موادبطور عمود بین دو سطح قرارگرفته و فشار بین سطحی‌را کاهش میدهد. طبیعت دوگانه این ملکولهاسبب جذب بین سطوح و بروزخصوصیات آن که عبارتند از: قدرت نفوذ، پخش کنندگی، امولسیون کنندگی، خیس کنندگی، کف کنندگی وپائین‌آوردن کشش سطحی ومالا خاصیت پاک کنندگی است میگردد. نکته قابل توجه اینکه حلالیت هیدروکربورهای عطری چند هسته‌ای سرطانزا نظیر بنزوآپیرن در حضور مقادیر قابل توجهی از غلظت دترجنت‌های آنیونی افزایش می‌یابد (۳۹).

سختی آب در درجه اول به املاح کربنات و بیکربنات کلسیم (سختی کربناتی یا موقت که در اثر حرارت دادن از بین میرود) و در مرحله بعد به املاح کارور و سولفات کلسیم و منیزیم (سختی غیرکربناتی یا دائم که در اثر حرارت دادن از بین نمی‌رود) مربوط میباشد. بطورکلی آب سبکتر از ۰.۵ میلیگرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم، خورنده بوده درحالیکه آب سخت تر از ۰.۸ میلیگرم در لیتر صابون بیشتری را مصرف میکند. سرب، کادمیوم، روی و مس بصورت محلول با آب سبک‌همراه هستند. سختی آب از نقطه نظر اقتصادی از قبیل بالابردن مصرف صابون، کاهش دادن متوسط عمر الیاف، اتلاف حرارت و برودت، کاهش دادن میزان آب خارج شده از لوله در واحد زمان، جرم‌گرفتن، و ایجاد شکاف در لوله‌های حرارتی ناشی از کلرورکلسیم، مورد توجه بوده و کاهش دادن سختی آب در صنایع مختلف بالاخص صنایع تولید یخ، نوشابه، نمدسالی، منسوجات و دیگهای بخار اهمیت خاص دارد. براساس طبقه‌بندی تیلر[1] و لیپ‌تا کآبهای‌سبک‌وسخت آبهائی‌هستند که‌بترتیب سختی‌آنها کمتراز ۱۰۰ وبین ۱۰۰ تا ۳۵۰ میلیگرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم باشد (۳۲، ۲۶). مدارک‌مستند دال بر اثر سوءسختی آب روی بدن انسان وجود ندارد.درگزارشات سازمان جهانی بهداشت تنها به دو مقاله اشاره میشود که آب سخت حاوی ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلیگرم در لیترکلسیم، در یک

1- Tayloar

جمعیت کوچک، در بروز سنگ کلیه و مجاری ادراری دخالت داشته است (۹، ۱۰، ۲٦).

در مقابل آن حدود ۱۷ مقاله منتشر شده،مؤید وجود ارتباط معنی‌دار آماری بین سختی آب وکاهش بیماریهای قلب و عروق میباشد. از این‌رو سازمان جهانی بهداشت متذکر میشود میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماریهای قلبی و عروقی نزد افرادیکه از آب سبک استفاده میکنند بمراتب بیشتر از افرادی است که از آب سخت بهره میگیرند (۳۸، ۳۹، ۳٦، ۱۵، ۳۱). در این زمینه پائین بودن غلظت منیزیم و کروم و بالا بودن میزان سس را مسئول میدانند. بعقیده شرودر[1] ارتباط مستقیم بین میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماریهای قلب و عروق و درجه سبکی و یا اسیدی آب (کادمیوم و سرب) وجود دارد.

از طرف دیگر بالا بودن میزان کلسیم و منیزیم، لیتیم، کرومیوم، وانادیوم و سیلیکون در آبهای سخت را میتوان یکی از عوامل مؤثر درکاهش میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماریهای قلب و عروق بحساب آورد (۳٦).

لازم به یادآوری است که در پیدایش بیماریهای قلبی عوامل عدیده دیگری از جمله درجه حرارت هوا، میزان بارندگی،ارتفاع نسبت به سطح دریا، طول جغرافیائی ، نوع شهر و آلودگی هوا، کشیدن سیگار، فقر تغذیه ، وضع اقتصادی اجتماعی، سن، سابقه فامیلی ، نگرانی شدید، فشار خون ، میزان بالای چربی اشباع شده و کلسترول در رژیم غذائی از فاکتورهای مخاطره‌آمیز محسوب میشوند (۳٦). از طرف دیگر عوامل مختلفی از جمله مصرف مواد غذائی حاوی مقادیر زیاد پروتئین، سدیم، اگزالات، خوردن طولانی ویتامین ث با دوز بیش از ۵ گرم در روز، کاهش مصرف ویتامین B_6 و اسید لینولئیک (۱۹ ، ۷، ۲۸، ۲۹) و مایعات ، جنس، منطقه، حرفه،رژیم غذائی،گروههای خونی، سطح درآمد، عوامل ژنتیکی در پیدایش سنگها در کلیه و مجاری ادراری مؤثرند (۲۷، ٦، ۳۰، ۱۲، ۱۸، ۲۱، ۱۱).

امروزه معتقد هستند که بیماری‌سنگ کلیه و مجاری‌ادراری‌محصول‌عمل متقابل فاکتورهای متعددی است که عده زیادی از این‌فاکتورها هنوز شناخته نشده است (۳۳، ۲۷). شش عامل مهم که در تولید سنگ کلیه مؤثرند عبارتند از حجم ادرار، pH ادرار، کلسیم و اگزالات، اسید اوریک، گلیکوز آمینوگلیسین. اطلاعات کلینیکی و تجربه ثابت میکند که افزایش اگزالات در ادرار رل مهمتری ازکلسیم در تشکیل سنگ‌ایفا میکند (۲۹). مطالعات فیلیپ مؤید آن است که آشامیدن آب حاوی کلسیم زیاد در افراد سنگ‌ساز موجب افزایش کلسیم ادرار میگردد در حالیکه آشامیدن آب حاوی مقادیر کم کلسیم در همین افراد منجر به بالا رفتن اگزالات ادرار میگردد (۲۸).

1- Schroeder

نمونه گیری و روش بررسی

براساس گزارش شماره ۷۹ اداره کل آبهای زیرزمینی تا آخرسال ۱۳۴۷ تعداد ۱۶۱۸ حلقه چاه عمیق و ۲۰۸۲ حلقه چاه نیمه عمیق در تهران وجود دارد که متأسفانه گزارشی از به روز نگهداشتن این آمار و ارقام وجود ندارد و تازه این تعداد کلیه چاههای منطقه تهران را شامل نمی‌شود (۱).

چون امکان نمونه‌برداری از کلیه چاهها به لحاظ جوانب عملی و اقتصادی و اجرائی وجود ندارد و برای اینکه نتایج آزمایشهای انجام شده نموداری از وضع کیفیت آبهای زیرزمینی تهران از نظر آلودگی به دترجنت و سایر مواد شیمیائی و فلزات سنگین باشد و نتایج آزمایش از نظر علمی و آماری قابل تجزیه و تحلیل و تفسیر باشد اقدامات زیر انجام گردید:

۱- برای تعیین و مشخص نمودن تعداد چاههائی که باید در این مطالعه مورد آزمایش قرارگیرند با استفاده از گزارش شماره ۷۹ اداره کل آبهای زیرزمینی و بروش نمونه‌برداری ساده تصادفی ابتدا یکصد و دونمونه آب از چاههای مناطق مختلف تهران بعنوان تست اولیه برداشت گردید.

۲- آزمایشهای لازم شامل اندازه‌گیری غلظت دتر جنت، کاتیونهای سدیم، پتاسیم، کلسیم، فلزات سنگین (مس، سرب، کادمیوم، کروم) قلیائیت کل، کدورت، هدایت الکتریکی، PH ، سختی، آنیونهای کلرور، سولفات، نیترات ، نیتریت، کربنات، بیکربنات، فسفات، فلوئور ، با استفاده از روشهای استاندارد روی یکصد و دونمونه آب برداشت شده انجام گردید. برای اینکه بتوان براساس محاسبات آماری نتایج بدست آمده را بر آبهای زیرزمینی تهران تعمیم داده قضاوت و تفسیر نمود، دترجنت بعنوان الگوی محاسبات انتخاب گردید. از روی محاسبات آماری روی ۱۰۲ نمونه برداشت شده ، در زمینه دترجنت میانگین (۰٫۸۳۲) میانه (۰٫۸۱۶) میدان تغییرات (صفر تا ۲٫۹۵۰) انحرات معیار (۰٫۲۳۷) بدست آمد که با حدود اعتماد ۹۵٪ و ضریب خطای معیار $z=2$ و اشتباه مجاز ($d=\mp 0.005$) تعداد حلقه چاههای لازم جهت نمونه‌برداری با استفاده از فرمول $N=\frac{Z^2S^2}{d^2}=\frac{4(0/000562)}{(0/005)^2}=90$

۹۰ حلقه محاسبه گردید که مؤید کافی بودن ۱۰۲ نمونه برداشت شده در این بررسی بوده و نتایج حاصله بر کیفیت آبهای زیرزمینی تهران قابل تعمیم می‌باشد.

روی فاکتورهائی که براساس مدارک علمی میتوانند سلامتی انسان را به مخاطره اندازند ، محاسبات آماری انجام و با مقادیر پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت مقایسه گردیده که در شترنگه‌های ۱، ۲، ۳ آمده است.

یافته‌ها و گفتگو

اگر غلظت دترجنت موجود در آبهای زیرزمینی تهران براساس این بررسی با بالاترین حد مطلوب سازمان جهانی بهداشت (۰٫۲ پی‌پی‌ام) از یک‌سو و با حد مطلوب آمریکا (صفر میلیگرم در لیتر) از طرف دیگر مقایسه شود بترتیب ۰٫۹۸ درصد (کمتر از یک‌درصد) و ۷۵٫۰ درصد موارد از این‌حد تجاوز نموده است. در مقایسه‌باحداکثر غلظت‌مجازسازمان‌جهانی‌بهداشت (یک‌پی‌پی‌ام)، غلظت دترجنت موجود در آبهای زیرزمینی تهران در هیچیک از ۱۰۲ مورد آزمایش انجام شده از این حد تجاوز ننموده است.

مقایسه نتایج آزمایشات سالجاری با نتایج حاصل از تعداد مشابه آزمایشات انجام شده در ۱۰ سال قبل بیانگر افزایش میانگین غلظت و دامنه تغییرات پا ک کننده‌ها می‌باشد.

این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت نیتریت و نیترات آبهای زیرزمینی تهران بترتیب ۰٫۸۹۷ و ۲۶٫۸۳ میلیگرم در لیتر برحسب یونهای نیتریت و نیترات میباشد و چنانچه با حداکثر غلظت مجاز سازمان جهانی بهداشت مقایسه شود ملاحظه میشود که میزان نیتریت ۲٤ درصد موارد و میزان نیترات یک‌درصد موارد از این حد بالاتر است.

غلظت فلزات سنگین مورد بررسی (مس، سرب، کادمیوم، کروم) افزایشی را نسبت به استانداردهای موجود نشان نمی‌دهد فقط کروم در ۲ درصد موارد بالاتر از حداکثر غلظت‌مجاز می‌باشد و تنها در ٦ درصد موارد میزان کلرور از بالاترین حد مطلوب بیشتر است.

میانگین غلظت فلوئور (۰٫۸) سدیم (۹٫۰) کلسیم (۱۹٪) منیزیم (۱٪) فسفات (۰٫۲۵) سولفات (۲٫۲٪) از حداکثر غلظت مجاز سازمان جهانی بهداشت بالاتر است.

شترنگه ۱ـ آنالیز آماری کیفیت شیمیائی آبهای زیرزمینی تهران
۱۰۲ نمونه آب از مجموع ۳۷۰۰ حلقه چاه آب زیرزمینی تهران

آنالیز آماری / پاراستر	نما	میانه	میانگین	انحراف معیار	میدان تغییرات
دترجنت	۰	۰٫۰۸۱۶	۰٫۰۸۳۲	۰٫۰۲۳۷	۰~۰٫۲۹۵
سختی کل	۱۳۰	۱۹۰	۲۲۳٫۸۲۲	۱۰۳٫۵۱	۶۰~۵۷۲
سختی دائم	۵۵	۸۵	۱۰۵٫۰۵	۷۹٫۹۸	۱۱٫۸۲~۴۶۰
جامدات کل	۳۵۵	۴۰۰	۴۹۶٫۳	۴۲۲٫۲۵۲	۵۸~۳۴۰۰
pH	۷٫۸	۷٫۸	۷٫۷۲۵	۰٫۲۹۷۱	۶~۸٫۵
قلیائیت کل	۹۶	۱۵۰	۱۷۵٫۱۴	۵۵٫۸۳	۸۴~۳۱۱
هدایت	۳۴۰	۶۲۰	۹۱۳٫۰۱	۶۴۰٫۷۰۵	۱۰۰~۳۶۰۰
الکتریکی mohs/cm	—	—	—	—	—
نیتریت	۰	۰	۰٫۸۹۷	۱٫۶۵	۰~۱۱٫۵
نیترات	۳۷٫۸۵	۲۸٫۳	۲۶٫۸۳	۱۰٫۱۷۵	۰٫۲۴~۴۶٫۱۲
فلوراید	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶۵۹	۰٫۳۴۵	۰٫۲~۳٫۸
بیکربنات	۱۵۱٫۲۸	۱۷۹٫۹۵	۲۰۸٫۷۴	۶۹٫۴۸	۱۰۰٫۶۵~۳۷۱٫۳۲
کلرور	۱۱٫۰۰۵	۴۳٫۹۳	۶۴٫۲۶	۴۶٫۵۱	۳٫۰۲~۲۸۰٫۸۱
سولفات	۳۰٫۷۲	۳۷٫۴۵	۷۷٫۷۷	۷۶٫۸۱	۴٫۸~۲۴۳٫۸۸
فسفات	۰٫۰۰۴۸	۰٫۰۰۴۸	۰٫۱۲۵	۰٫۱۱۶۲	۰٫۰۰۵~۰٫۵۱۶
کلسیم	۴۱٫۴	۴۳٫۹۸	۵۶	۲۴٫۶	۸~۱۶۱٫۶
منیزیم	۱۱٫۸۸	۱۷٫۱۶	۲۵٫۳۲	۲۸٫۴۴	۰٫۹۶~۲۳۸٫۸
سدیم	۸٫۹۷	۲۵٫۰۷	۵۵٫۲	۴۶٫۶۹	۴٫۰۰۲~۲۸۷٫۵
پتاسیم	۱٫۰۱۴	۰٫۵۰۷	۱٫۲۵	۱٫۰۵	۰~۶٫۹۴۲
مس	—	—	کمتر از ۰٫۲	—	۰~۰٫۰۲
کروم	—	—	کمتر از ۰٫۰۰۳	۰٫۰۲	۰~۰٫۲
کادمیوم	—	—	کمتر از ۰٫۰۰۵	—	۰~۰٫۰۰۵
سرب	—	—	کمتر از ۰٫۰۵	—	۰~۰٫۰۵

• = Not detectable

شترنگه ۲- مقایسه میانگین و غلظت مواد شیمیائی آبهای زیرزمینی تهران با حداکثر مجاز و بالاترین حد مطلوب سازمان جهانی بهداشت

ماده شیمیائی	میانگین غلظت بدست آمده برحسب میلیگرم در لیتر	حداکثر غلظت مجاز برحسب میلیگرم درلیتر W.H.O.	بالاترین حد مطلوب برحسب میلیگرم در W.H.O.	درصد موارد بالاتر از حداکثر غلظت مجاز	درصد موارد بالاتر از بالاترین حد مطلوب
نیترات	۲۶٫۸۳	۴۵	—	۱	—
نیتریت	۰٫۸۹۷	—	—	۲۴	۲۴
فسفات	۰٫۱۲۵	۰٫۲	۰٫۱	۲۵	۲۵
سولفات	۷۷٫۷۷	۴۰۰	۲۰۰	۲٫۲	۸٫۸
کلرور	۶۴٫۲۶	۶۰۰	۲۰۰	—	۶
فلوئور	۰٫۶۵۹	۱٫۲	۰٫۷	۸	۲۷
بیکربنات	۲۰۸٫۷۵	—	—	—	—
سدیم	۵۵٫۲	۲۰۰	—	۵٫۹	—
پتاسیم	۱٫۲۵	—	—	—	—
کلسیم	۵۶	۲۰۰	۷۵	—	۱۹
منیزیم	۲۵٫۳۲	۱۵۰	—	۱	—
سرب	کمتر از ۰٫۰۵	۰٫۰۵	—	—	—
مس	کمتر از ۰٫۰۲	۱٫۵	۰٫۵	—	—
کادمیوم	کمتر از ۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۵	—	—	—
کروم	۰٫۰۰۳	۰٫۰۵	—	۲	—
دترجنت	۰٫۰۸۳۲	۱	۰٫۲	۰	۱
سختی تام	۲۲۳٫۸	۵۰۰	۱۰۰	۲٫۹۷	۹۴٫۰۶
جامدات کل	۴۹۶٫۳	۱۵۰۰	۵۰۰	۳٫۰۳	۴۰٫۴

شترنگه ۳ : مقایسه ده ساله پارامترهای آماری غلظت دترجنت در آبهای زیرزمینی درسال ۱۳۶۶ و ۱۳۵۶ برحسب میلیگرم در لیتر (ام. پی. آ. اس) (۲۲)

	میانگین	میانه	انحراف معیار	دامنه تغییرات
نتایج بدست آمده از آزمایش درسال جاری	۰/۰۸۳۲	۰/۰۸۱۶	۰/۰۲۳۷	۰/۲۹۵~۰
نتایج آزمایشات ۱۰ سال قبل بر روی صد نمونه آب	۰/۰۶۴۵	۰/۰۶۴	۰/۰۴۲۹	۰/۲۰۷~۰
میزان افزایش	۰/۰۱۸۷	۰/۰۱۷۶	—	۰/۰۸۸
میزان کاهش	—	—	۰/۰۱۹۲	—

کتابنامه

۱- اکیپ مطالعات آبهای زیرزمینی (۱۳٤۷) ، جدول مشخصات چاههای عمیق و نیمه عمیق منطقه تهران تا پایان سال ۱۳٤۷ ،گزارش شماره ۷۹، اداره کل آبهای زیرزمینی واحد آب، وزارت آب و برق.

۲- رازقی، ناصر - ایماندل، کرامت‌اله - پور دولت‌آبادی، حمید - صالحی کوزانی ، غلامعلی (پائیز ۱۳٥٤). آلودگی رودخانه زرچوب شهرستان رشت به ازت و فسفر مجلهٔ بهداشت ایران، سال چهارم شماره سوم صفحه ۷۸-۷۱ (۱۸ مأخذ)

۳- کمیسیون استاندارد فرآورده‌های شوینده (۱۳٦۲). ویژگیهای پودرهای شوینده مخصوص ماشین لباسشوئی.مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی. استاندارد شماره ۲۰٤۰

٤- کمیسیون استاندارد فرآورده‌های شوینده (۱۳٦۲) ویژگیهای پودرهای شوینده عمومی. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی شماره استاندارد ۱٤۱

5- Armijor. A. 1981: Epidemiology of Gastric in Chile: 11- Nitrate exposures and stomach cancer frequency Oxford University press., International Journal of Epidemiology, Vol 10 No 1, pp 57-62.

6- Barker.D.J.P. and Donnan S.P.B. 1978: Regional variation in the incidence of upper urinary tract stones in England and Wales Br. Med.J. pp: 67-70.

7- Bataille P. 1985: Role of oxalate restiction in association with calcium resticition to decerase the probabiliity of being a stone former in sufficient effect in idiopathic hypercalciuria Nephron, PP: 321-324.

8- Beech. J.A. Jan 1980: Nitrates, chlorates and trihalomethanes in swimming pool water .A.M.J. Public Health Briefs, Vol 70, No. 1. PP 72-82.

9- Borkina, A.I. 1965: Hygienic assessment of drinking water hardness as a factor favouring the development of urolithiasis Gigiena sanitarya, 30 (6):3.

10- Borkina, A, I & Yurieva, V.K. 1966: Shifts of certain biochemical indices in persons after long-term use of hard drinking water Gigiena Sanitarya, 31 (12): 33.

11- Brinkley. L. 1981: Bioavilability of oxalate in foods, Urol. 17, PP: 534.

12- Charles Y.C. 1984 Dietary, management of idiopathic calcium urolithiasis J. of Urol. 139, PP: 850-851.

13- Cranu G, F. 1982: Methemoglobin levels in young children consuming high nitrate well water in the United States International Journal of Epidemiology, Vol. 10. No. 4, PP 309-317.

14- Emeriok. R. J: May 1974: Consequences of high nitrate levels in food and water supplies, Federation Proceedings, Vol.33, No.5, PP 1183-1187.

15- Environmental Quality: (Dec 1977) The eight annual report of the Council on Environmental Quality, Supt. of Documents, GPO, Washington, D.C. 20402, PP 256-267.

16- Evered. D. F: Sept. 1973: Dietary Nitrites. Headache and Cancer Lancet, Vol. 2, PP 737-738.

17- Filerj. R. Sept. 1970: Committee on nutrition, infant methemoglobinemia the role of dietary nitrate, Pediatrics, Vol. 46, No. 3, PP. 475-478.

18- Forniconi, G., Tagliagrri G. 1984: Weather and the incidence of urinary stone colies in the Province of Florence. Int. J. Biometeor, 28, PP: 147-156.

19- Greenberg L. D., Moon G. D. 1961: Alterations in the blood fatty acids in single and combined dificiencies of essential fatty acid and vitamin B6 in monkeys, Arch. Bio. 44 PP: 405.

20- Harris. J. C Dec 1979: Methemoglobinemia resalting from adsortption of nitrates, J. A. M. A, Vol. 242, No. 26, PP. 2869-2871.

21- Hosking D. H. 1983: The Stone clinic effect in patients with idiopathic calcium urolithiasis J. Urol. 130, PP: 1115.

22- Imandel K. 1978: Tehran Ground Water Pollution by Detergents J. Water, Air, and Soil Pollution 9, 119-122.

23- Johnson. W. R. May 1973: Chemistry of the conversion of nitrate nitrogen to smoke products, Nature, Vol. 243, PP. 223-225.

24- Krenkel. P. A 1975: Heavy Methal in the Aquatic Environment New York.

25- Lijinsky. W Jan 1975: Nitrosamine and cancer, Nutrition Reciews, Vol 33, No 1, PP 19-20.

26- Liptake B. G. 1974: Water Pollution. In Environmental Engineer,s Hand Book Chilton Book Company Randor, Pennsylvania, PP 301.

27- Patrik Spirnak G., Resnick Martin 1984: I., Urinary Stones In:Smith General Urology, Lenge medical Publication, Los Angeless, PP. 253-279.

28- Phillipe J. 1984: Drinking Water for Stone Formers: Is the calicum content relecant? Eur. Urol. 10, PP: 53-54.

29- Robertson. W. G. Peacock M. 1980: The cause of idiopathic calcium stone disease Hydercalciuria of hyperoxaluria Nephron 26, PP: 105-110.

30- Rose G. A. and Westbury E. J. 1975: Urological Research, 3, PP: 61.

31- Salvato, J. A. 1982: Environmental Engineering and Sanitation A. Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons. Third Edition PP. 204. 89, 205-248.

32- Thresh B and Sukling G. 1949: The Examination of Water and Water Supplies 6 th ed. Edwin Windle Taulor, J. L. A. Churchil London, PP 10.

33- WAGNER. D. A. July 1983: Mammalian nitrate biosynthesis: incorporation of NH3 in to USA , Medical Science, Vol 80, PP 4518-4521.

34- Waral akshmi G., Radha Shanmuga K., Venugopal A. 1977: Blood lipids in renal stone disorder., Ind. J. Med. Res. 66, PP 840-846.

35- WALDBOTT. 1973: Health effects of environmental pollutants, G. L. Saintlowis, the C. V. Mosby Company.

36- W. H. O. 1984: Guideline for Drinking - Water Quality Vol. 2. Health Criteria and Other Supporting Information, W. H. O. Geneva P. 106-109.

37-W. H. O. 1976: N-NITROSO Compounds in the Environment Considerations and Prospects, Environmental N-NITROSO Compounds Analysis and Fromation, W. H. O, International Agency for Research on Cancer, No 9, PP 3-8.

38- W. H. O. 1985: Guidelines for drinking water quality, World Health Organization, Vol 1. PP 6-8 & 55-59.

39- W. H.O. 1972: Health Hazards of the Human Environment, World Health Organization (W.H.O) Geneva PP 59-63.