

نگرشی تازه بر کیفیت شیمیائی منابع آب زیرزمینی تهران

دکتر کرامت اله ایماندل^۱، مهندس ولی اله ایرانشاهی^۱

واژه های کلیدی: کیفیت شیمیائی آب، آب زیرزمینی، تهران

چکیده

در سال ۱۳۷۲ از ۶۵۵ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق حفاری شده توسط شرکت آب وفاضلاب استان تهران جمعاً ۲۶۰ حلقه بصورت تصادفی انتخاب وآنالیز کامل فیزیکی و شیمیائی روی آن انجام گردید.

دیاگرام لگاریتمیک میانگین حسابی نتایج آزمون انجام شده روی ۵۳ حلقه چاه عمیق که به مدار شبکه لوله کشی تهران متصل می شود نشان میدهد که کیفیت شیمیائی آب آنها سولفاته سد یک بوده و عوامل متشکله آنها در محدوده استاندارد بین المللی قرار دارد.

میانگین حسابی نتایج آزمون انجام شده روی ۷۲ حلقه چاه عمیق که جهت مصرف شرب ساکنین شهرک های اقماری در نظر گرفته شده، حکایت از کلرورکلسیک بودن کیفیت شیمیائی و در محدوده قابل قبول قرار داشتن غلظت پارامترهای آن دارد.

میانگین حسابی نتایج آزمون انجام شده روی ۱۰۰ حلقه چاه عمیق که بمنظور کاهش سطح آبهای زیرزمینی تهران استحصال میشود در صورتیکه بمنظور آشامیدن استفاده گردد کیفیت شیمیائی آنها سولفاته سدیک و برای شرب مناسب است.

۳۵ حلقه چاه آبی که جهت آبیاری فضای سبز و میدین تهران استفاده میگردد در صورتی که به نحوی از آنها جهت شرب منظور شود کیفیت شیمیائی آنها در محدوده قابل قبول بوده و در دسته سولفاته سدیک قرار دارد و بر اساس طبقه بندی Wilcox و توجه به عوامل هدایت الکتریکی، درصد سدیم و نسبت جذب سدیم آب مورد آزمون برای مصارف کشاورزی از نوع درجه عالی میباشد.

۱- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران.

سرآغاز

کیفیت آب از جمله مسائل مهمی است که مستقیماً باسلامتی و بهداشت فردی و عمومی درارتباط بوده و لذا حفظ، حراست و استفاده بهینه از آن به دلیل اهمیتش در بهداشت ازیکسو و نقش ارزنده آن در زندگی روزمره و گسترش فعالیتها دربخش های کشاورزی و صنعت ازسوی دیگر، امری ضروری و اجتناب ناپذیراست.

براساس آخرین بیان تهیه شده درسال ۱۳۷۲، متوسط کل ریزش های جوی سالیانه کشور بالغ بر ۴۲۹ میلیارد مترمکعب بوده که باحذف تلفات ناشی از تبخیر و خروج آنها ازکشور، کل پتانسیل آبی مملکت اعم ازسطحی و زیرزمینی حدود ۱۲۰ میلیارد مترمکعب درسال خواهد بود که ازآن ۸۵ میلیارد مترمکعب مربوط به آبهای سطحی و درحدود ۳۵ میلیارد مترمکعب مربوط به منابع آبهای زیرزمینی است.

میزان فعالیت های ایجاد شده جهت تامین آب مورد نیاز شرب شهرها و صنایع دریایان سال ۱۳۷۱ معادل $\frac{3}{83}$ میلیارد مترمکعب گزارش شده است که ازآن، حدود $\frac{2}{87}$ میلیارد مترمکعب مربوط به شرب بیش از ۵۰۰ شهر و ۷۶۰ میلیون مترمکعب مربوط به صنایع بزرگ کشوراست. از رقم فوق حدود $\frac{6}{64}$ درصد، از منابع زیرزمینی و $\frac{2}{35}$ درصد از منابع سطحی (توسط بیش از ۳۰ واحد تصفیه خانه با کل ظرفیت روزانه ۴- $\frac{4}{5}$ میلیون مترمکعب تصفیه، کلرزنی و وارد شبکه توزیع میگردد) و $\frac{1}{2}$ درصد از طریق آب شیرین کن ها تامین میگردد، براساس آخرین سرشماری نمونه ای انجام شده جمعیت کشور در پایان سال ۱۳۷۰ بالغ بر ۵۸ میلیون نفر اعلام گردید که ازاین تعداد ۳۳ میلیون نفر در ۵۱۱ شهر و ۲۵ میلیون مابقی آن در ۶۵۴۸۵ روستا ساکن میباشند. متوسط رشد کلی جمعیت کشور در دوره پنج ساله ۶۵-۷ حدود $\frac{28}{3}$ درصد درسال و رشد جمعیت شهرنشین درطی همین دوره حدود $\frac{3}{4}$ درصد درسال میباشد. نسبت جمعیت شهرنشین به جمعیت کل کشور از $\frac{4}{31}$ درصد درسال ۱۳۳۵ به ۵۷ درصد درسال ۱۳۷۰ افزایش یافته است.

بررسی آمارهای گذشته نشان میدهد که در ۵ سال گذشته به جمعیت شهرها سالانه بطور متوسط $\frac{1}{3}$ میلیون نفر افزوده گردیده و جمعیت شهرها دریایان برنامه اول به $\frac{2}{36}$ میلیون نفربالغ خواهد گشت. براساس این برآورد دربرنامه دوم به جمعیت شهرها بطورمتوسط سالانه حدود $\frac{1}{6}$ میلیون نفرافزوده خواهد شد و نرخ رشد جمعیت شهری دربرنامه دوم $\frac{4}{107}$ درصد پیش بینی شده است. آمار نشان داده است که درطول ۳۵ سال، جمعیت کشور ۳ برابر و جمعیت شهرها $\frac{5}{5}$ برابرشده است.

اگر روند افزایش جمعیت درسالهای برنامه دوم (۷۳ تا ۷۷) $\frac{2}{36}$ درصد درنظرگرفته شود، جمعیت شهری کشور ما که دریایان برنامه دوم توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور تحت پوشش شبکه آبرسانی قرار خواهند گرفت نزدیک به ۴۰ میلیون نفربالغ خواهند

شد که برای تحقق این هدف، توسعه طول شبکه توزیع آب آشامیدنی در شهرهای کشور باید از ۵۸۰۰۰ کیلومتر در پایان سال جاری، به رقم ۹۶۰۰۰ کیلومتر در پایان برنامه دوم برسد. از طرف دیگر در حال حاضر به دلیل فرسودگی شبکه و نواقص موجود، تولید آب شرب شهرها در پایان سال ۱۳۷۰ حدود ۲۳۶ لیتر در روز برای هرنفر بوده است که از این رقم نسبت به شروع برنامه دوم ۹ درصد افزایش یافته است.

بر اساس گزارش شرکت آب و فاضلاب استان تهران، آب مورد نیاز تهران در سال ۱۳۷۴ بر اساس ده میلیون و ۵۰۰ هزار نفر جمعیت و مصرف سرانه ۲۲۰ لیتر در شبانه روز، ۸۴۷ میلیون متر مکعب محاسبه و برآورد گردیده است که از این مقدار حدود ۶۱۱ میلیون متر مکعب آن از طریق سدهای کرج، لتیان و لار قابل تأمین بوده و ۲۳۶ میلیون متر مکعب نیز بایستی از منابع آب زیرزمینی تهران تأمین گردد. این مطلب گویای این حقیقت است که باید حفظ و حراست از کیفیت آبهای زیرزمینی را جدی گرفته و در اولویت برنامه های تأمین آب شهر تهران قرار داد (۴،۳،۲،۱).

در تجهیزات و همچنین انشعابات غیرمجاز حدود ۲۸ درصد از آب تولیدی عملاً از دسترس خارج میشود و در برنامه دوم برای کاهش میزان آب به حساب نیامده، اصلاح حدود ۲۵۰۰ کیلومتر شبکه توزیع، پیش بینی شده است. یکی از اهداف عمده وزارت نیرو تأمین آب جهت مصارف شهری و صنایع است و بمنظور تحقق این هدف، نیاز به اجرای طرحهای تأمین و انتقال آب به شهرها می باشد.

ظرفیت تأمین و انتقال آب شهرها در پایان سال جاری به رقمی حدود ۴۱۲۰ میلیون متر مکعب خواهد رسید. در صورتیکه اهداف برنامه دوم در زمینه آبرسانی به شهرها بطور کامل تحقق یابد، ظرفیت تأمین و انتقال آب شهری و صنایع به رقمی حدود ۵۸۹۸ میلیون متر مکعب در سال خواهد رسید که با کسر ۱۵۰ میلیون متر مکعب افت کمی ظرفیت تاسیساتی با قدمت بیش از ۱۵ سال و ۳۰۰ میلیون متر مکعب منابعی که از نظر کیفی شرایط مطلوب ندارند از این برآورد، در سرجمع اهداف کمی تأمین و انتقال آب در برنامه دوم که به منظور تأمین آب شهری و صنایع در مدار بهره برداری قرار خواهند داشت به رقم ۵۶۰۰ میلیون متر مکعب در سال خواهد رسید، که از آن سالانه ۸۰۰ میلیون متر مکعب به صنایع بزرگ اختصاص داشته و مابقی به میزان ۴۸۰۰ میلیون متر مکعب متعلق به تأمین آب شهری است (۵، ۶).

در حال حاضر طبق آمار ۱۳۷۲ وزارت جهاد سازندگی، ۲۸۴۸۰ روستا دارای آب آشامیدنی بوده که ۷۸ درصد جمعیت روستائی را شامل میشود و علاوه بر این جهاد سالانه ۱۸۳۰ روستا و چند مجتمع عشایری با جمعیتی بالغ بر ۰/۵ میلیون نفر که ۳/۵ درصد روستاها و ۵/۶ درصد روستائیان فاقد آب آشامیدنی سالم را شامل میشود، بوسیله ۳۰۰ تانکر سیار آبرسانی مینماید که در مجموع ۸۴ درصد جمعیت روستائی کشور به آب آشامیدنی بهداشتی دسترسی پیدا می کنند.

به دلیل محدودیت منابع آب و پراکندگی روستاها و درجهت دستیابی به منابع آبی مطمئن و غنی ، و امکان نگهداری و بهره برداری بهینه از آب ، پروژه های آبرسانی بصورت مجتمع به مرحله اجرا درآمده است . بعنوان مثال طرح ملی آبرسانی روستاهای سیستان میباشد که ۸۵۰ روستا را شامل میشود و قریب هزار کیلومتر لوله (آزیست سیمان) مورد مصرف قرار خواهد گرفت (۷).

نمونه گیری و روش بررسی

محدوده اجرای مطالعه ، تهران بزرگ و شهرک های اقماری آن و محل انجام آزمون دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران است .
لازمه به اجرا درآمدن طرح ، دستیابی به آخرین اطلاعات درخصوص تعداد چاههای زیرزمینی و سهم آن در تأمین آب مشروب تهران و شهرک های اطراف و دیگر کاربرد آن دارد .
تا پایان سال ۱۳۷۲ ، شرکت آب و فاضلاب استان تهران ۶۵۵ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق حفاری نموده که تنها از ۳۴۰ حلقه آن در چهار زمینه کمک به تأمین آب آشامیدنی تهران، ۵۳ حلقه، آب مشروب شهرک های اقماری ۷۲ حلقه، آبیاری فضای سبز و میادین ، ۳۵ حلقه و کاهش دادن سطح آبهای زیرزمینی ۱۸۲ حلقه مورد بهره برداری قرار میدهد و بقیه بدلیل مختلف استفاده نمیشود از سه مورد اول همه چاهها و ازارقام مربوط به کاهش سطح آبهای زیرزمینی یکصد حلقه بصورت تصادف آماری انتخاب ، نمونه برداری و پس از انتقال به آزمایشگاه دانشکده بهداشت بر اساس آخرین چاپ ۱۹۹۲ روشهای استاندارد مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج در شترنگه های (۱) الی (۴) و نمودارهای (۱) الی (۵) آمده است .
در آزمون های اسپکتروفتومتری، رسم منحنی استاندارد به روش حداقل مربعات و تهیه معادله خط، اقدام گردید.

نتایج آزمون های پدیسیت آمده ، پس از پردازش مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و همبستگی بین آنیونها و کاتیون ها ارزیابی گردید.

آزمون های آماری مورد استفاده عبارت بودند از آزمون ، X^2, Z, T ضریب همبستگی، (T) ، (۸ و ۹ و ۱۰).

یافته ها

نتایج آزمون و پردازش آماری که روی نمونه آب ۳۶۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق انتخاب شده از ۶۵۵ حلقه چاه های موجود در تهران انجام گردیده است در شترنگه های (۱) تا (۴) و نمودارهای (۱) تا (۵) دیده میشود.

در شترنگه و نمودار (۱) چنانچه داده های حاصل از آزمون ۵۳ حلقه چاه که جهت آشامیدن شهروندان تهرانی مورد استفاده قرار میگیرد بامعیار و ارائه طریق سازمان جهانی بهداشت ۱۹۹۳ مقایسه گردد، مشاهده میشود که میانگین حسابی غلظت پارامترهای مختلف، در محدوده قابل قبول قرار داشته و در هیچ مورد افزایش مشاهده نمی شود. ولی باید خاطر نشان ساخت که اگر حداکثر غلظت داده های حاصل در این بررسی در مورد سدیم، منیزیم و آمونیاک بامعیار سازمانهای بین المللی مورد ارزیابی قرار گیرد ملاحظه می شود که این عناصر به ترتیب در دو، یک چاه به میزان ۹ و ۱۰ و یک برابر بیشتر از حد مجاز پیشنهادی سازمان بهداشت جهانی است که با اختلاط آب این چاهها بادیگر آنها، غلظت پارامترها در محدوده مطلوب قرار می گیرد. محاسبه ضریب همبستگی کاتیونهای کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و آنیون های سولفات، کلرور، نیترات، نیتریت بایکدیگر نشان داد که ارتباط مثبت و معنی داری بین یون کلرور بایونهای سولفات و نیترات وجود دارد.

$P < 0/03$ و $r = 0/3$ و همچنین ارتباط مثبت و معنی دار، اما ضعیفی بین نیترات

و پتاسیم $P < 5\%$ و $r = 0/3$ مشاهده شد.

مقایسه نتایج حاصل از آزمون روی ۷۲ حلقه چاه که در جهت تأمین آب مشروب ساکنین شهرک های اقماری تهران انجام گرفته است (شترنگه ۲ و نگاره ۵) بامعیار سازمان جهانی بهداشت، بیانگر این واقعیت است که میانگین پارامترها با ارقام پیشنهادی این سازمان مطابقت و همخوانی داشته ولی دامنه تغییرات یعنی حداکثر یافته چاهها در مورد یون های سولفات $1/4$ و کلرور $1/9$ و سدیم $4/6$ برابر، بیشتر از معیار سازمان های بین المللی بوده که هر کدام منحصراً در یک حلقه چاه مشاهده شده است و اختلاط آنها موجب تعدیل و مطلوب گردیدن غلظت هر یک از پارامترها، می گردد.

محاسبه ضریب همبستگی (r) نشان داد که ارتباط مثبت و معنی داری بین یون

کلرور و یونهای سولفات و نیترات وجود دارد $P < 0/04$ و $r = 0/2$.

بررسی داده های حاصل از ۳۵ حلقه چاه آبی که جهت آبیاری فضای سبز و میدانی تهران استفاده می شود (شترنگه ۳ و نگاره ۳) نشان داد که اگر ارقام هدایت الکتریکی ۱۹۷۰ میکروزیمنس برسانتیمتر، درصد سدیم $46/65$ و نسبت جذب سدیم $3/21$ با طبقه بندی ویلکوکس مورد ارزیابی قرار گیرد، مشاهده میشود که آب مورد آزمون برای مصارف کشاورزی، از نوع درجه عالی می باشد.

گفتگو و بهره گیری پایانی

مصرف آب تهران با بهره برداری از نخستین تصفیه خانه آب تهران در منطقه جلالیه در سال ۱۳۳۴ معادل ۱۰ میلیون مترمکعب بوده و پس از گذشت ۳۶ سال یعنی در سال ۱۳۷۰ از مرز ۷۰۰ میلیون مترمکعب فراتر رفت. در طول ۳۶ سال براساس بررسی انجام شده متوسط رشد مصرف آب سالانه حدود ۲۰ میلیون مترمکعب بوده که از منابع مختلف برداشت شده و همزمان با آن تاسیسات تصفیه خانه نیز توسعه یافته است.

آب آشامیدنی تهران در حال حاضر از سد امیرکبیر کرج به میزان ۲۷۲، سدلتیان ۱۶۰ و سد لار رودخانه هراز ۶۰ و از ۳۳ حلقه چاه عمیق حفاری شده در مناطق آریاشهر، کن، یافت آباد و سلیمانیه، افسریه و مشیریه ۵۸ و از کل منابع چهارگانه یادشده ۵۵۰ میلیون مترمکعب تأمین می گردد (نمودار ۲).

تعداد ۳۳ حلقه چاه عمیق حفاری شده مربوط به سال ۱۳۶۵ بوده و هم اکنون شرکت آب و فاضلاب تهران برای جبران کمبود آب مورد نیاز شهروندان تهرانی و شهرک های اقماری اطراف آن، اقدام به حفر ۶۵۵ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق نموده است که از ۳۴۰ حلقه آن به نوعی استفاده می شود بدین معنی که ۵۴ حلقه جهت کمک به تأمین آب آشامیدنی تهران، ۷۴ حلقه برای تأمین نیاز شهرک های اقماری تهران، ۳۵ حلقه برای آبیاری فضای سبز و پارکها و ۱۸۲ حلقه برای کاهش سطح آبهای زیرزمینی و جلوگیری از بروز خسارت، مورد بهره برداری قرار می گیرد (۱ و ۲ و ۳).

بررسی اخیر نشان داد که کیفیت شیمیائی ۵۳ حلقه آب چاه که جهت تأمین آب شهروندان تهرانی بکار می رود در دسته سولفات سدیک و حال آنکه این موضوع در خصوص ۷۳ حلقه چاه عمیق مورد مصرف شرب شهرک های اقماری، در دسته کلرور کلسیک قرار دارد و غلظت پارامترهای مختلف در مقایسه با معیارهای سازمانهای بین المللی از جمله سازمان بهداشت جهانی در حد مطلوب می باشد.

در این بررسی همان طور که ملاحظه شد، از آبهای ۳۵ حلقه چاهی که هم اکنون جهت آبیاری فضای سبز و میادین تهران استفاده میشود چنانچه در شرایط بحرانی ناچار باشند جهت آشامیدن بکاربرند، به شرطی که عمل اختلاط روی آنها صورت گیرد، کیفیت میانگین آنها در محدوده معیارهای بین المللی آب مشروب قرار داشته و مشکلی ایجاد نمی نماید و این موضوع در مورد آب یکصد حلقه چاه عمیق که فعلاً به منظور کاهش سطح آبهای زیرزمینی تهران استحصال می شود، نیز صادق می باشد (شترنگه و نمودار های ۳ و ۴).

از مقایسه فراسنجهای کیفی آب های زیرزمینی که جهت شرب بکار گرفته می شود، این نتیجه بدست آمد که آب از کیفیت مطلوب برخوردار بوده و نسبت دادن ورود آبهای زیرزمینی آلوده به نیترات به تاسیسات تصفیه خانه و شبکه آبرسانی تهران، کاملاً بی اساس بوده

و متکی به مدارک مثبت نبوده و عدم استفاده از ۳۱۵ حلقه چاه از کل ۶۵۵ حلقه چاه محفوره خود می تواند دلیل دیگری بر تائید موضوع باشد.

۱ - نتایج کیفیت شیمیائی آبیونها و کاتیونهای آب ۵۳ حلقه چاه حفر شده به منظور استفاده از آن ، جهت شرب ساکنین شهر تهران بزرگ نمونه برداری ۷۲ - ۱۳۷۱.

پارامترها	دامنه تغییرات		میانگین	انحراف معیار	نما	میانه
	حداکثر	حداقل				
هدایت الکتریکی میکروزیمنیس برساتیمتر	۱۹۷۰	۲۷۰	۶۹۳/۸	۳۳۶/۷	۱۰۰	۶۳۰
قلیائیت نسبت به متیل- اورانژ برحسب کربنات کلسیم	۱۰۴۰	۲۰۸	۲۱۱/۸	۱۳۴/۶	۱۶۰	۱۸۴
سختی کل برحسب کربنات کلسیم	۹۰۰	۱۰۳	۲۰۰/۸	۱۳۰/۹	۹۸	۱۸۲
آمونیاک - mg NH3 N/L	۲/۲	۰/۰۰۳	۰/۴۶۸	۰/۶۵	۰۰	۰/۱
نترات mg NO3/L	۲۳/۶	۰/۰۳	۱۰/۷۸	۷/۳	۶	۹
نیتريت mg NO2/L	۰/۰۲۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
سولفات mg SO4/L	۱۵۶	۲۰	۱۴۷/۳۶	۵۳/۶۴	۴۲	۶۷
کلروز mg Cl/L	۱۵۶	۲	۱۲۴/۸۸	۲۶/۴۴	۱۲	۴۰
سدیم mg Na/L	۱۸۶۳	۲	۶۰/۹۴	۲۵۱/۹	۵۰	۵۸
پتاسیم mg K/L	۹	۰/۶۲	۲/۳۸	۱/۵	۲	۲
کلسیم mg Ca/L	۱۹۸/۴	۱۷/۶	۴۵/۷۷	۳۱/۳	۳۶/۸	۵۷/۶
منیزیم mg Mg/L	۵۰۷/۶۸	۲	۲۱/۸۶	۷۳/۸۴	۶/۷۲	۰/۵۶

شترنگه ۲- نتایج کیفیت شیمیائی آنیونها و کاتیونهاى آب ۷۲ حلقه چاه عمیق محفوره به منظور تأمین آب مشروب ساکنین شهرک های اقماری تهران - نمونه برداری ۷۲ - ۱۳۷۱.

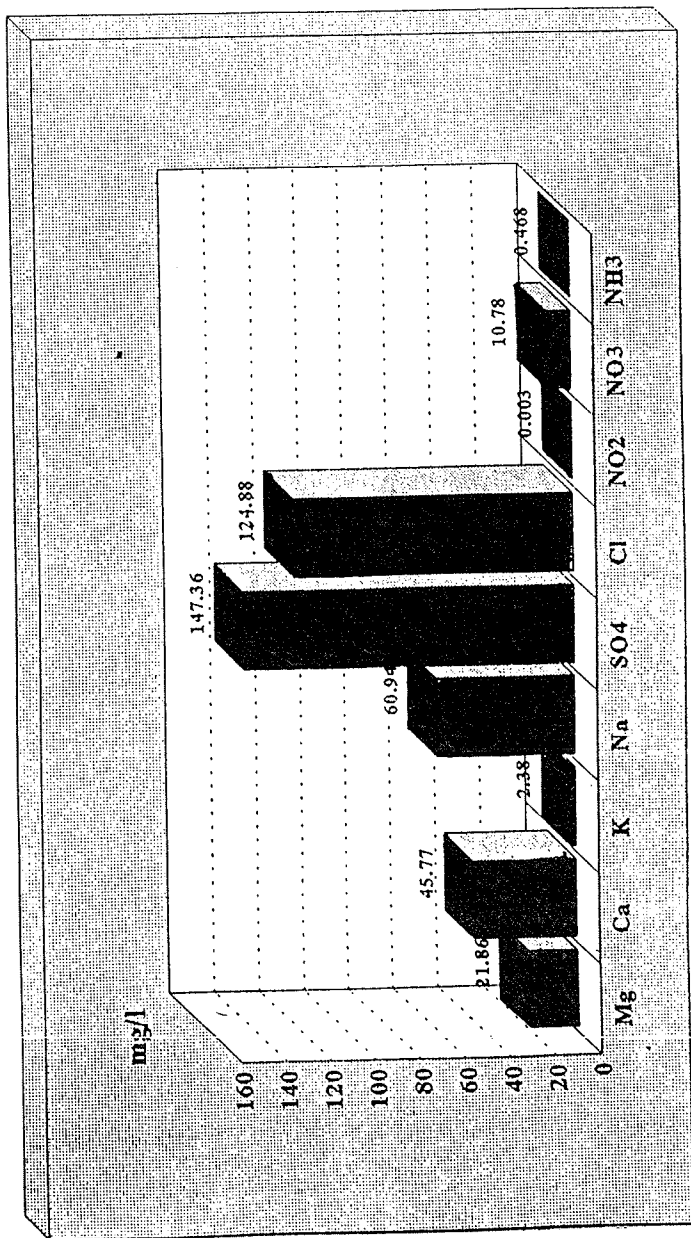
پارامترها	دامنه تغییرات		میانگین	انحراف معیار	نما	میانه
	حداکثر	حداقل				
هدایت الکتریکی میکروزیمنس برسانتیمتر	۳۵۰۰	۱۶۰۰	۹۸۰	۱۶۷۹	۱۲۰۰	۶۱۳
قلیائیت نسبت به متیل اورانژ برحسب کرنات کلسیم	۲۵۰۰	۱۰۵	۱۹۱	۳۱۶	۹۸	۱۱۸
سختی کل برحسب کرنات کلسیم	۱۴۶۰	۱۸۰	۲۵۸/۷	۲۷۷/۶	۱۵۰	۲۱۱
آمونیاک -NH ₃ mg N/L	۱۷	۰/۰۰۲	۰/۸۵	۲/۴۵	۰/۱۲	۰/۱۶
نیترات mg NO ₃ /L	۱۶	۲	۴/۴	۳/۳	۴	۴
نیتريت mg NO ₂ /L	۳	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴
سولفات mg SO ₄ /L	۳۴۱	۶۵	۹۵	۶۲۱۶	۳۴	۳۲
کلورز mg Cl/L	۴۷۰	۲۱۰	۱۱۷/۲	۹۰/۴	۱۸۰	۷۶
سدیم mg Na/L	۹۲۰	۸	۴۴/۲	۱۲۱	۱۶	۲۱
پتاسیم mg K/L	۹۶	۰/۰۶	۴/۳	۱۱/۶	۲	۲
کلسیم mg Ca/L	۹۶۰	۸	۵۵/۸	۱۰۷/۸	۷۲	۷۳
منیزیم mg Mg/L	۳۳/۶	۲/۴	۵/۹	۶/۵	۴	۶

شترنگه ۳ - نتایج کیفیت شیمیائی (آنیونها و کاتیونها) آب ۳۵ حلقه چاه محفوره به منظور آبیاری فضای سبز و میادین نمونه برداری ۷۲ - ۱۳۷۱ .

پارامترها	دامنه تغییرات		میانگین	انحراف معیار	نما	میانه
	حداکثر	حداقل				
هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتیمتر	۲۲۵۴	۹۶	۹۱۷/۰۵۷	۵۳۵/۲۹۴	۲۷۰	۷۸۷
قلیائیت نسبت به متیل اورانژ کربنات کلسیم	۴۸۰	۰	۱۹۹/۰۲۹	۹۳/۵۰۷	۱۴۰	۱۸۸
سختی کل (برحسب کربنات کلسیم)	۴۵۲	۷۲	۲۴۵/۴۵۷	۱۳۱/۸۴۱	۱۳۲	۱۹۲
آمونیاک mg NH ₃ N/L	۱/۸	۰	۰/۱۳۳	۰/۳۱۸	۰	۰
نیترات mg NO ₃ /L	۴۵	۰	۷/۱۶۸	۹/۱۸۷	۱/۲	۴
نیتريت mg NO ₂ /L	۰/۱۲	۰	۰/۰۱۴	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴
سولفات mg SO ₄ /L	۳۹۸	۱/۷	۱۷۰	۱۱۱/۳۲۴	۲۷۲/۰۰۰	۹۳/۰۰
کلور mg Cl/L	۶۰۰	۰	۱۱۵/۶	۱۲۱/۸۰۷	۰	۵۸
منیزیم mg Mg/L	۱۴۸/۵	۱/۲۲۰	۱۷/۸	۳۶/۳۳	۹/۶	۹/۶
کلسیم mg Ca/L	۱۸۵/۲	۱۲/۸	۲۱/۹	۳۶/۳۲۲	۱۹/۲	۵۲
پتاسیم mg K/L	۱۰	۲	۳/۵۱۲	۲/۲۶۳۹	۲	۲
سدیم mg Na/L	۳۳۳	۷	۷۶	۹۵/۲۳۹	۰	۶۸

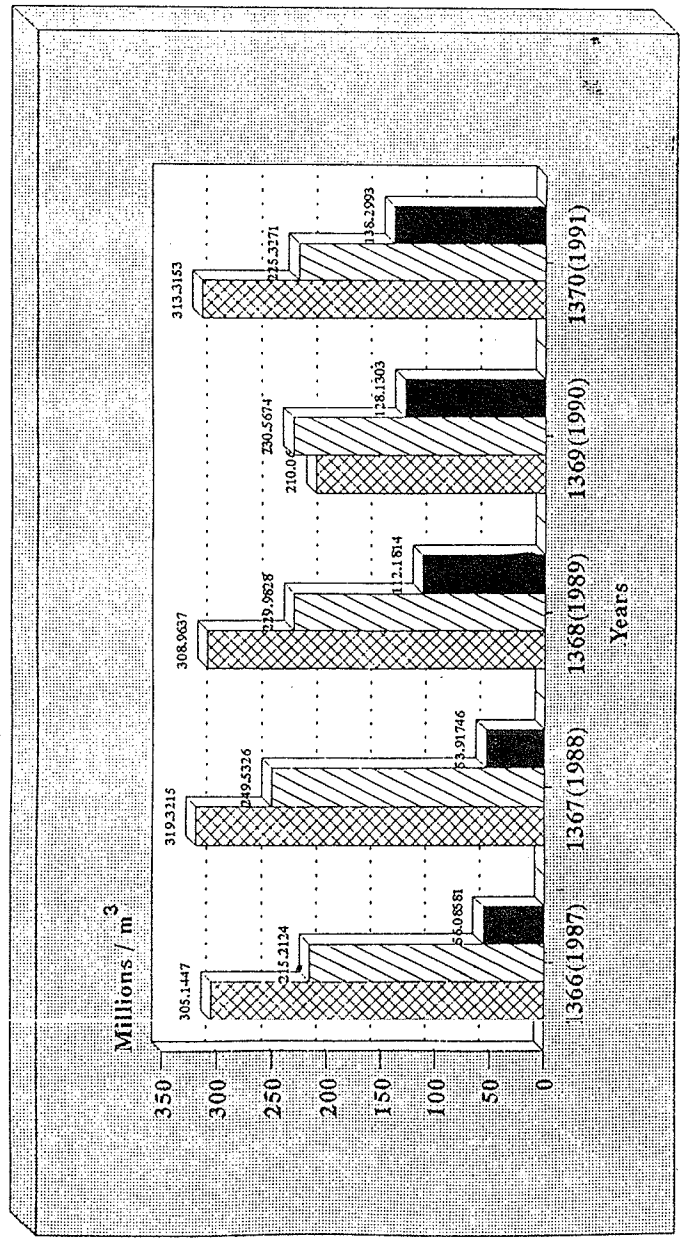
شترنگه ۴ - نتایج کیفیت شیمیایی (آنیونها و کاتیونها) آب ۱۰۰ حلقه چاه عمیق محفوره
به منظور کاهش سطح آبهای زیرزمینی تهران - نمونه برداری ۱۳۷۲ - ۱۳۷۱.



پارامترها	دامنه تغییرات		میانگین	انحراف معیار	نما	میان
	حداکثر	حداقل				
هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتیمتر	۶۵۱۰	۹۶	۷۶۷/۸۳۰	۷۹۲/۰۴۱	۳۲۰	۵۲۳
قلیائیت نسبت به متیل اورانژ برحسب کربنات کلسیم	۱۱۸۰	۸۴	۱۹۸/۱۶۰	۱۴۵/۳۶۹	۹۶	۱۵۸
سختی کل برحسب کربنات کلسیم	۶۵۶	۶۰	۲۲۳/۲۹۰	۱۱۶/۴۲۷	۱۲۸	۱۹۷
آمونیاک mg NH3 N/L	۷۹/۵۸۰	۰	۱/۶۰۲	۹/۶۸۹	۰	۰
نیترات mg NO3/L	۴۴/۸۱	۰/۰۰۲	۲۴/۲۲۲	۱۳/۹۳۸	۳۶/۳۴۰	۲۴/۲۹۵
نیتريت mg NO2/L	۶۲/۹۸۰	۰	۱/۶۷۴	۷/۴۸۵	۰	۰
سولفات mg SO4/L	۸۸۲/۵	۶	۱۰۰/۸۳	۱۰۶/۵۲۸	۲۵/۲	۳۰/۵
کلور mg Cl/L	۶۸۱	۸/۵	۱۰۰	۸۷/۸۹۰	۲۰/۹۹۰	۴۲/۹۸۵
منیزیم mg Mg/L	۳/۹	۰/۷	۲۳/۱۵	۳۲/۲۹۴	۱۲	۲۰/۲۴۵
کلسیم mg Ca/L	۱۵۶/۳	۸	۴۱/۴۸	۴۷/۲۳۴	۵۱/۲	۵۱/۲
پتاسیم mg K/L	۸/۹	۰/۵	۱/۵۶۵	۱/۶۸۸	۰/۵	۱/۰۷۵
سدیم mg Na/L	۴۱۱	۴	۴۰/۵۶	۷۸/۶۷۹	۹	۲۶



School of Public Health Tehran 1994

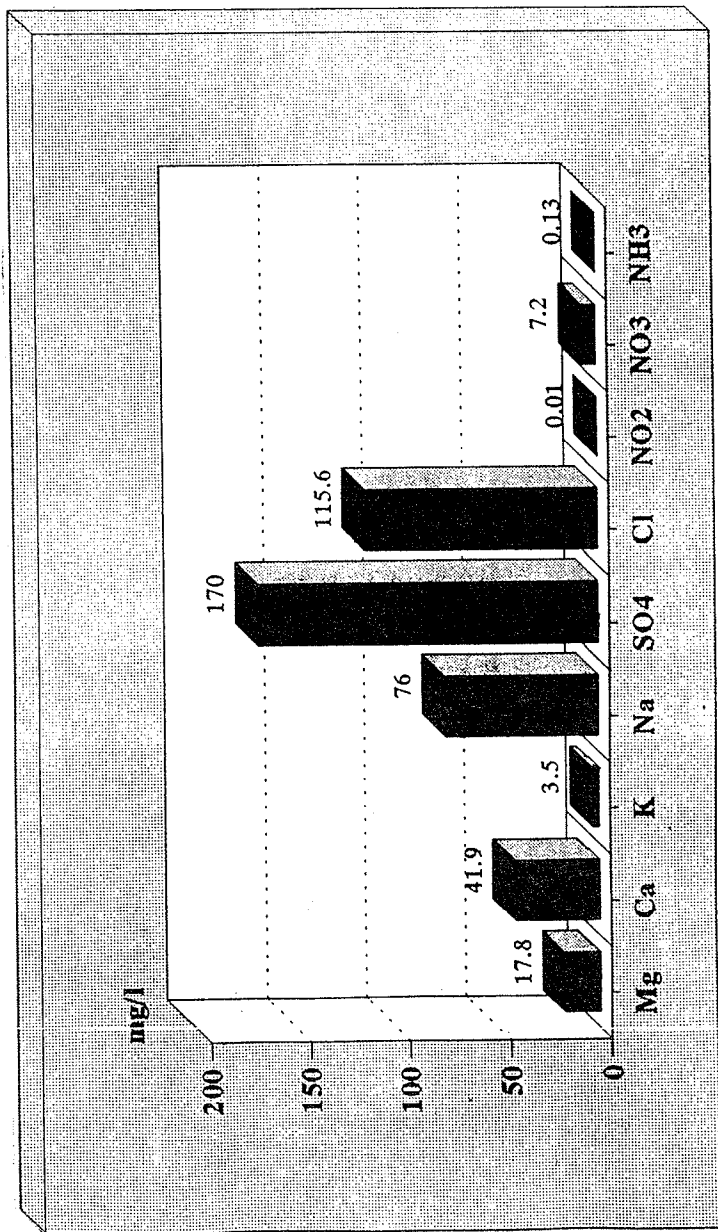
نمودار ۱- میانگین حساسی ویژگی کیفیت شیمیائی آب ۵۲ حلقه چاه عمیق تهران که جهت تامین نیاز آب آشامیدنی شهروندان تهرانی ، حاصل و به تانسیت آبسانی وارد می گردد. (میلی گرم در لیتر)



 Karaj River
  Under Ground water

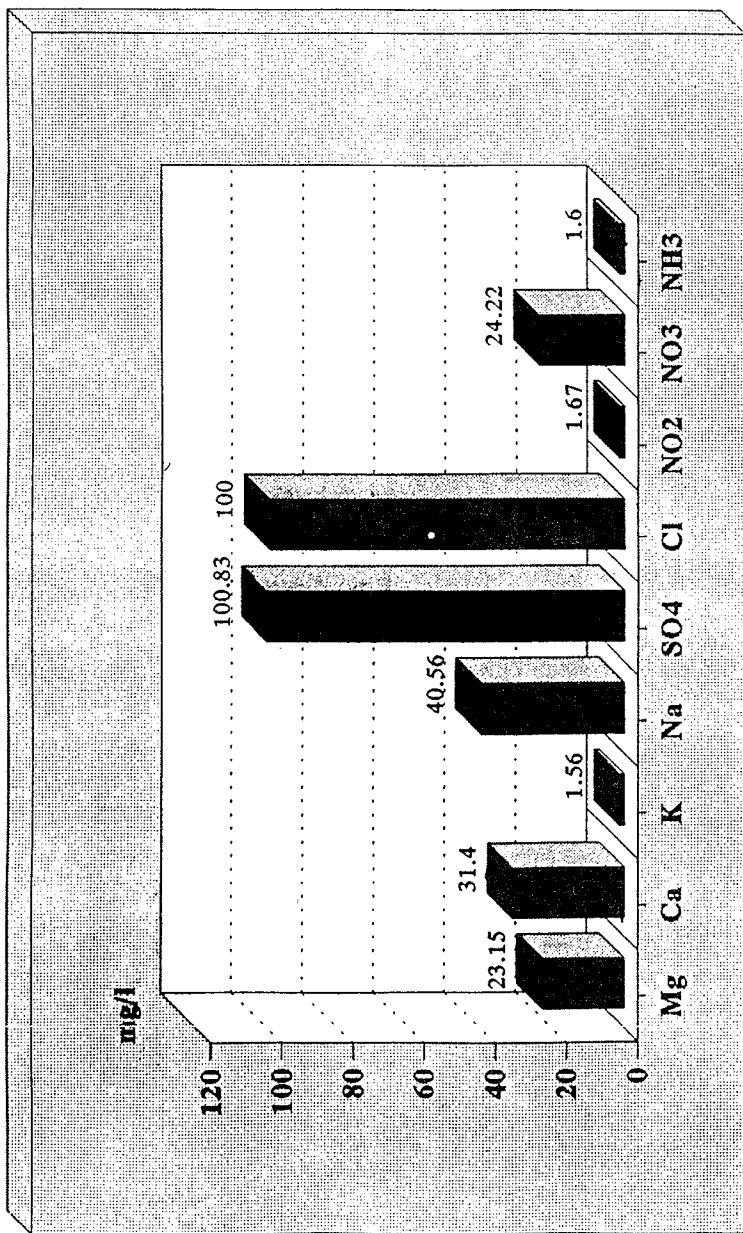
۲

نمودار ۲- سهم هریک از منابع آبهای زیرزمینی و رودخانه های کرج و جاجرود در تامین آب آشامیدنی تهران ، از سال ۱۳۶۶ لغایت ۱۳۷۰ (میلیون متر مکعب).

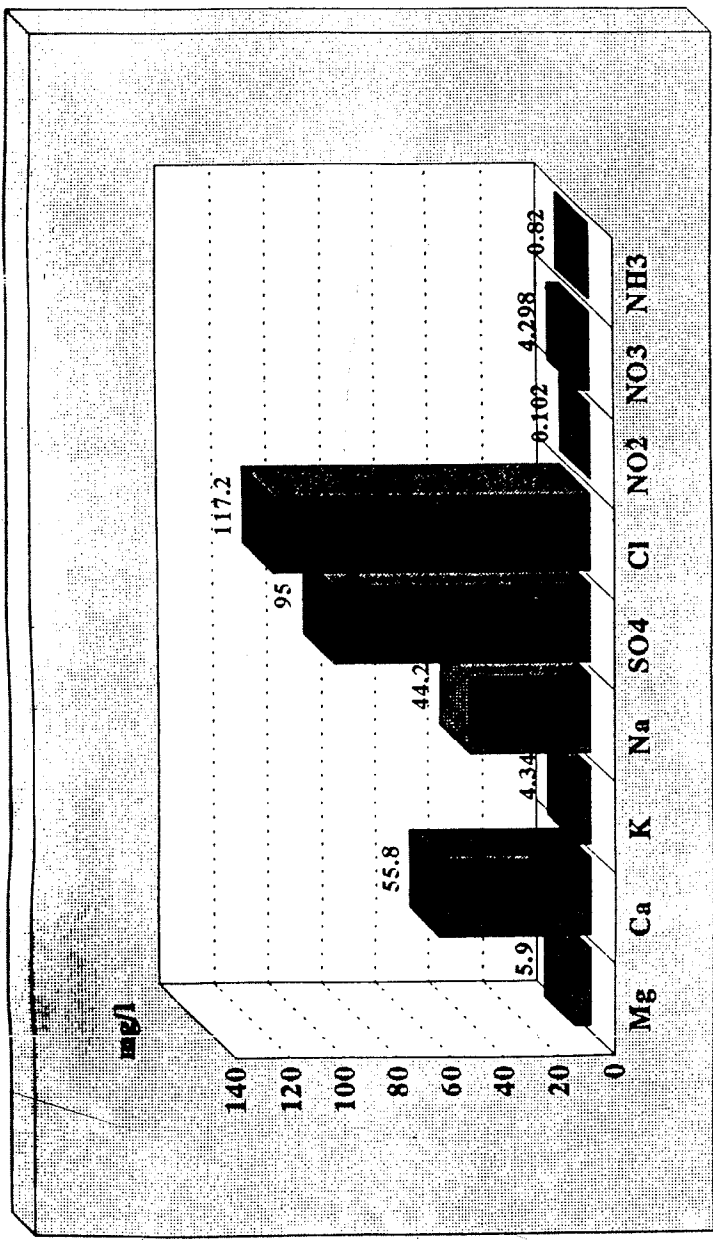


School of Public Health Tehran 1994

نمودار ۳- میانگین حسابی ویژگی کیفیت شیمیایی آب ۳۵ حلقه چاه عمیق تهران که به منظور آبیاری فضای سبز و میدانی تهران حاصل می شود (میلی گرم در لیتر).



نمودار ۲- میانگین حساسی ویژگی کیفیت شیمیائی آزمون آب یکصد حلقه چاه عمیق تهران که به منظور کاهش دادن سطح آب های زیرزمینی حاصل می شود (میلی گرم درلیتر).



School of Public Health Tehran 1994
 نمودار ۵ - میانگین حسابی ویژگی کیفیت شیمیایی آب ۷۲ حلقه چاه عمیق تهران که جهت تامین نیاز آب آشامیدنی ساکنین شهرک های اطراف تهران استحصال میشود (میلی گرم در لیتر).

کتابنامه

- ۱- وزارت نیرو ، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۱): گزارش وضع موجود آب و فاضلاب کشور ، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۲- وزارت نیرو ، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۲): گزارش عملکرد سال ۱۳۷۱ حوزه ستادی امور آب و فاضلاب ، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۳- وزارت نیرو ، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۲): نگاهی به وضعیت آب و فاضلاب شهری ، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۴- وزارت نیرو، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۲): خط مشی های اساسی آب و فاضلاب در برنامه دوم توسعه که به تصویب شورای اقتصاد رسیده است . ستاد برنامه ریزی آب و فاضلاب کشور.
- ۵- وزارت نیرو، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۲): برنامه توزیع آب شهری ، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۶- وزارت نیرو، معاونت آب و فاضلاب شهری (۱۳۷۲): برنامه ایجاد و توسعه تاسیسات فاضلاب شهرها، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- ۷- وزارت جهاد سازندگی ، معاونت عمران و صنایع روستایی (۱۳۷۲): طرح آبرسانی روستاهای منطقه میستان . اداره کل مهندسی بهداشت .

- 8- A.P.H.A., A.W.W.A & W.E.F (1992): **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association 18th Edition** Washington, D.C. 20005.
- 9- F.A.O. (1992): **Wastewater Treatment and use in Agriculture, F.A.O. Irrigation and Drainage Paper No.47, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome P 5-21.**
- 10- **World Health Organization (1993): Guide lines for Drinking-Water Quality 2nd Edition Volume 1 Recommendations W.H.O Geneva P 174-181.**