مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، م٢٠ ع١، ص ص: ٦٧-٨٨ (٢٠٠٩م-١٤٣٠هـ)

دراسة تركيز بعض المعادن الذائبة في مياه الشرب بالمدارس الابتدائية بمدينة جدة

ماجد حسين هاشم، وعلي خلف البقار

قسم العلوم البيئية، كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة،

جامعة الملك عبدالعزيز، جـــدة، المملكة العربية السعودية

المستخلص. نظرًا للأهمية المتزايدة لمدينة جدة، ازداد فيها عدد السكان، وازداد الطلب على الماء، وقابل زيادة كمية الاستهلاك لهذه المياه زيادة في المخلفات السائلة لم يواكبها زيادة في بناء شبكات صرف صحي، وإصلاح المعطوب والتالف من شبكات المياه، سواء في المنازل أو المدارس أوغيرها.

اهتمت هذه الدراسة بتقييم صفات جودة مياه الشرب المتوفرة لطلاب المدارس الابتدائية بمدينة جدة، من ناحية دراسة تركيزات بعض العناصر الكيميائية الذائبة (الحديد والمنجنيز والنحاس والنيكل والزنك). حيث تضم هذه المدارس طلابًا سرعة تأثرهم عالية فيما يتعلق بالتلوث البيئي، كما أنهم قليلو الوعي والإدراك بالمخاطر البيئية من حولهم. تم عمل استبانة لجميع المدارس الابتدائية، وعلى ضوئها، وكذلك بناء على ارتفاع مناسيب المياه الجوفية، تم اختيار ثلاثين مدرسة ابتدائية لإجراء بعض التحاليل الفيزيائية على مياه الشرب فيها، موزعة بالتساوي بين شمال وجنوب المدينة القسم الحديث والقديم من جدة. وقد تم سحب العينات على ثلاث فترات

بعد ركود المياه في الخزانات: الأولى في الصيف، والثانية خلال الإجازة الأسبوعية والثالثة بعد إجازة رمضان. تم قياس العناصر في المواد الصلبة الكلية الذائبة. أوضحت نتائج هذه الدراسة أن تركيز العناصر في المواد الصلبة الكلية الذائبة كانت ضمن الحدود المسموح بها محليا وعالميا ماعدا النيكل.

المقدمة

يعتبر الماء من السوائل العجيبة التي تمتاز بمواصفات خاصة، فالماء أكثر السوائل قدرة على إذابة الأملاح والعناصر الصلبة، ومن ثم يذيب الكثير من الأملاح والمعادن أثناء سريانه خلال الأنهار والصخور. ويعتبر الماء أكثر السوائل استقرارًا، فمهما سخن، أو برد، أو تبخر، أو تجمد، لا تتغير خواصه الكيميائية والفيزيائية. ويمتاز الماء بخواص طبيعية خاصة: فهو أعلى السوائل سعة حرارية، وحرارة كامنة، ومعامل تمدد حراري (حيث يصل أقصاها عند درجة حرارة ٤ درجة مئوية)، وكثافة الماء المتجمد أقل من كثافته في الحالة السائلة، والماء من أعلى السوائل شدًا سطحيًا، وتوصيلاً كهربائيًا، وتوصيلاً حراريًا، ومعامل انضغاط (فتح،٢٠٠١م).

المواصفات القياسية السعودية لمياه الشرب غير المعبأة

تقوم الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس (١٩٩٣م)، بإعداد المواصفات القياسية، من خلال لجان تقنية مشكلة من الخبراء والمتخصصين في مجالات عمل هذه اللجان، من الجهات المعنية والأكاديمية والأهلية، وتستند في إعدادها للمواصفات على الأبحاث والدراسات العلمية، والمراجع المتخصصة، والمواصفات القياسية الدولية، بالإضافة إلى الخبرات العلمية لرجال الصناعة، والتجارة، والجهات الرقابية. وقد قامت الهيئة بإعداد مواصفات سعودية لمياه

الشرب المعبأة، وقد عرفت المواصفة مياه الشرب غير المعبأة بأنها: مياه صالحة للاستهلاك الآدمي، التي يتزود بها المستهلك عن طريق الشبكة العامة، أو شبكة التوزيع المحدودة، أو من الآبار، أو الينابيع أو أي مصدر من مصادر المياه السطحية المستخدمة للشرب، وينطبق عليها جميع الخصائص الواردة بهذه المواصفة. وقد حددت المواصفة الحدود القصوى المسموح بها، والخصائص اللازمة لجودة وسلامة مياه الشرب غير المعبأة. وتشمل الخصائص الكيميائية الرقم الهيدروجيني، والمواد الصلبة الكلية الذائبة، وبعض الفلزات واللافلزات ذات العلاقة بجودة المياه، والمنظفات الأنيونية.

تنص المواصفة على وجوب تركيز الكلور المتبقي في مياه الشرب غير المعبأة كافيا لقتل الميكروبات، وفي حالة معالجة المياه بالأوزون، أو بالأشعة فوق البنفسجية، يجب أن تكون المعالجة كافية لقتل الميكروبات، كما نصت المواصفة على وجوب خلو مياه الشرب تماما من الطحالب (الشنشورى والسعد، ١٤١٩هـ).

المواد الصلبة الذائبة في مياه الشرب (Total Dissolved Solids)

يقصد بها التراكيز المعدنية الذائبة في الماء، وهذا التعريف لا يشمل الغازات أو المواد العالقة أو الرسوبيات. إن أغلب المواد الصلبة الذائبة الموجودة في مياه الشرب من الأملاح غير العضوية مع تركيزات بسيطة من المواد العضوية. وأغلب الأملاح تتكون من أيونات الكربونات والبيكربونات، والكلوريدات، والكبريتات، والنترات، والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم، وتنتج إما من الاحتكاك بين المياه والصخور، أو التربة، أو نتيجة للتلوث الناتج عن الإنسان. إن الهدف من وراء تقييم هذا المعيار، هو قياس جميع المواد

الذائبة الموجودة في الماء، ويعتبر مستوى ٥٠٠ مليجرام/ لتر هو أعلى حد مفضل للمواد الصلبة الكلية الذائبة في مياه الشرب (Zuane,1990).

قدر بروفولد (Bruvold, 1967) استساغة مياه الشرب لمستوى مجموع المواد الصلبة المذابة على النحو التالي: ممتاز: أقل من ٣٠٠ مليجرام/ لتر، وجيد: بين ٣٠٠-٦٠٠ مليجرام/ لتر، ومقبول: بين ٦٠٠-٩٠٠ مليجرام/ لتر، ورديء: بين ٩٠٠-١٢٠٠ مليجرام/ لتر، وغير مقبول: أكثر من ١٢٠٠ مليجرام/ لتر. كذلك، فإن المياه ذات المستوى المنخفض من الأملاح المذابة غير مستساغة للشرب.

التركيز العالي للمواد الصلبة الذائبة في عملية صناعة المشروبات يؤثر في طعم هذه المشروبات، كما يؤثر على عمليات سرعة تكوين الصدأ نظرًا للتوصيل الكهربائي المرتبط بها (النجعاوي، ٢٠٠٠م).

في دراسة بحقل الصليبية في الكويت للمياه الجوفية، وجد الرويح (Al-Ruwaih, 1996) أن نسبة المواد الكلية الذائبة (TDS) تتأثر كثيرًا باختلاف المواسم، فتزيد هذه المواد في فصل الصيف كلما كانت الملوحة ما بين ٤٠٠٠-٨٠٠٠ مليجرام/لتر.

العناصر الكيميائية الذائبة في مياه الشرب والتي تؤدى إلى تلوثه

إن الممارسات والسلوكيات الخاطئة التي تمارسها العديد من المصانع والمنشآت، للتخلص من مخلفاتها ونفاياتها الصناعية، تعد من أخطر مصادر تلوث المياه والمجاري المائية على الإطلاق. وقد بلغ عدد العناصر الكيميائية المصنعة على نطاق واسع، والتي تعد من المنتجات السامة، أكثر من ٥٠٠ نوع منها العناصر الثقيلة، التي تؤثر على نمو الكائنات الحية بوجه عام ومنها

الإنسان. كما أن العديد من تلك العناصر الثقيلة له قابلية التراكم في أجسام الكائنات الحية، أي أن الكائن لا يستطيع التخلص من الكميات التي قد تكون ضئيلة جدًا وغير سامة عند هذا التركيز، وباستمرار التعرض لهذه الملوثات، يزداد تركيزها في الجسم، حتى يصل إلى درجة السمية (شحاتة،٢٠٠٠م).

في دراسة لتقدير كفاءة مرشحات المياه شائعة الاستعمال في المملكة العربية السعودية لإزالة بعض المعادن الثقيلة جدًا وجد السكاكر (١٤١٩هـ) أن هناك تفاوتًا كبيرًا في قدرة المرشحات التي استخدمها على خفض تركيزات المعادن الثقيلة (الرصاص، والكادميوم، والحديد، والزنك، والنحاس). واستنتج الباحث أن المرشحات تفيد في خفض المعادن بصفة عامة، وأوصى بضرورة القيام بأبحاث متخصصة لدراسة التفاعلات التي تحدث للمياه داخل التمديدات وخزانات المياه للتحكم في العوامل التي تؤثر على ذوبان وتركيزات المعادن.

أهمية الدراسة

مدينة جدة إحدى مدن المملكة التي أدى التوسع العمراني الكبير فيها إلى زيادة الطلب على المياه، من حوالي ٦٠،٠٠٠ متر مكعب/ يوم في أوائل السبعينات إلى قرابة ٤٠٠،٠٠٠ متر مكعب/ يوم في سنة (١٩٩٠م). ومن المعلوم أن الزيادة في كميات المياه المستعملة، يصاحبها زيادة مقاربة في كميات مياه الصرف الصحين وهذا بدوره يؤدي إلى تسرب جزء من مياه الصرف الصحي إلى خزانات المياه الأرضية، وإلى شبكات مياه الشرب مما يؤدي إلى تلوثها (أبو رزيرة، ١٩٩٦م).

تزخر مدينة جدة بالمؤسسات التعليمية المختلفة، ومنها مدارس التعليم العام (ابتدائي، ومتوسط، وثانوي) سواء في شمالها أو جنوبها أو شرقها أو غربها أو وسطهان، وحتى في القرى والمحافظات التابعة لها (بحرة، والخمرة، ورابغ،

والكامل). وتحتضن هذه المدارس الطلاب الذين يتباينون في جميع النواحي الاقتصادية، والاجتماعية، والثقافية، والنفسية، ويتباينون كذلك في مدى الإدراك والوعي البيئي والصحي، سواء على مستوى المرحلة الدراسية الواحدة، أو على مستوى المراحل الدراسية الثلاث. ولعل المرحلة الابتدائية أهم المراحل الثلاث، وهي ما سوف يركز عليها الباحث، لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة تركيز بعض العناصر الثقيلة الذائبة في مياه الشرب بالمدارس الابتدائية بمدينة جدة الكبرى.

المواد وطرق البحث

جمع المعلومات من المدارس (الاستبانات)

تم تحديد المدارس الابتدائية على خريطة الفارسي لمدينة جدة، وذلك بالاستعانة بدليل المدارس الابتدائية التابعة لإدارة التربية والتعليم بجدة (بنين)، و تم عمل استبانة للمدارس، كان الغرض منها معرفة عمر المبنى المدرسي، وتحديد مصدر مياه الشرب، ونظام الصرف الصحي، و بناءً على نتائج الاستبانة تمت عملية اختيار المدارس الابتدائية، والتي سيتم إجراء الدراسة المعملية عليها، حيث تم اختيار المدارس، بحيث يكون عمر المبنى من١١-٢٠ سنة، والفترة الدراسية صباحية، ونظام الصرف الصحي (شبكة – بيارات)، ومصدر مياه الشرب (شبكة التحلية).

استراتيجية جمع العينات

جمع العينات بناء على فترات الركود في مياه الخزانات

لقد تم أخذ العينات على ثلاث فترات كالتالي:

الفترة الأولى: فترة الصيف

تم أخذ عينات من مياه الشرب الخارجة من الصنابير للمدارس الممثلة لمواقع الدراسة، بواقع ثلاث عينات من ثلاثة مدارس يوميا، لمدة عشرة أيام خلال فترة الصيف، وذلك في نهاية الأسبوعين الأخيرين من شهر جمادى الآخر لعام ١٤٢٤هـ، وقبل موعد عودة المعلمين، وكان مجموع العينات خلال هذه المرحلة ثلاثين عينة.

الفترة الثانية: أيام الدراسة وبعد عطلة الخميس والجمعة من الفصل الدراسي الأول لعام ١٤٢٤هـ

تم جمع عينات من ثلاثة مدارس من مياه الشرب الخارجة من الصنابير للمدارس الممثلة لمواقع الدراسة، بواقع ثلاث عينات كل يوم سبت، ابتداء من الأسبوع الأول من الدراسة (١٤٢٤/١/١٦هـ) خلال شهور (رجب، وشعبان، ورمضان)، ليصبح مجموع العينات ثلاثين عينة خلال هذه المرحلة.

الفترة الثالثة: بعد عطلة رمضان المبارك

تم جمع عينات من مياه الشرب الخارجة من الصنابير للمدارس نفسها الممثلة لمواقع الدراسة، بواقع ست عينات يوميا من ست مدارس بواقع عينة من كل مدرسة، ابتداء من اليوم الثالث من شهر شوال ١٤٢٤هـ وحتى نهاية اليوم السابع، حيث كان مجموع العينات خلال هذه المرحلة ثلاثين عينة. والعينات التي بلغ عددها تسعين عينة هي ناتج الجمع خلال المراحل الثلاث، خضعت لبعض التحاليل الفيزيائية، لمعرفة مدى تلوثها.

جمع العينات بناءً على عمق المياه الجوفية

اعتمد البحث على خريطة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية لمدينة جدة (السكاكر، ١٤١٩هـ) وذلك بعد أن حددت جميع المدارس الابتدائية داخل مدينة

جدة على هذه الخارطة كعملية مبدئية قبل الاختيار، فتم اختيار بُعد سطح المياه الجوفية عن سطح الأرض (أقل من ٢,٥م، ومن ٢,٥م إلى ٣,٥م، ومن ٣,٥ إلى ٤,٥م). وبناءً على ذلك تم اختيار خمسة عشر مدرسة من منطقة شمال جدة، وخمسة عشر مدرسة من منطقة جنوب جدة، ليصبح مجموع المدارس الابتدائية التي تم اختيارها ثلاثين مدرسة ابتدائية، كما تم تقسيم مدينة جدة الكبرى إلى جزأين رئيسيين هما شمال مدينة جدة، وجنوب مدينة جدة، يفصل بينهما شارع فلسطين. وقد اعتمد البحث في هذا التقسيم على خريطة الفارسي لمدينة جدة.

التحاليل الكيميائية

طريقة أخذ العينة للتحاليل الكيميائية

تم أخذ العينات في عبوات بلاستيكية نظيفة ومخصصة سعة لترين ووضع ملصق على كل عبوة بلاستيكية موضحا عليه المعلومات الأساسية اللازمة، تم فتح الصنبور لتصريف المياه لمدة دقيقتين، ثم اقفل الصنبور، ثم جفف سطحه الداخلي والخارجي بقطعة قماش نظيفة، ثم افتح الصنبور لعدة ثوان حيث تم ملء العبوة البلاستيكية سعة لترين من تيار مائي منتظم.

لقد قام الباحث بإجراء التحاليل الكيميائية للعينات المأخوذة من المواقع الممثلة للدراسة، حيث إن بعض هذه التحاليل تم إجراؤه مباشرة في الموقع وبعد ذلك تم وضع العينات في حافظة، ليتم إيصالها إلى المعمل خلال ساعة من جمع العينات، وتم إجراء التحاليل الوزنية عليها، حيث تم ترشيح جميع العينات بمقدار ٢٠٠ مليلتر، وذلك لقياس وزن وتركيز المواد الصلبة الكلية الذائبة.

بالنسبة لأوراق الترشيح فتوضع في (أطباق بتري) مع عينة فارغة (blank)، أما الراشح فيوضع في عبوات بلاستيكية نظيفة، ويضاف إليه ١ مليلتر من حمض النيتريك المخفف، مع عينة فارغة (blank)، وتوضع في الثلاجة،

والهدف من إضافة حمض نيتريك مخفف هو إذابة المعادن وعدم ترسبها على جدار العبوة. تم اختيار ٣٠ (ورقة ترشيح) و٣٠ عبوة من(الراشح) من التسعين عينة، وذلك بناءً على وفرة المواد الصلبة العالقة.

قياس بعض العناصر الكيميائية الذائبة

تم قياس تركيز العناصر التالية (الألومنيوم Al^{+++}، والحديد Fe^{++}، والمنجنيز Mn^{++}، والنحاس Cu^{++}، والنيكل Ni^{++}، والزنك Zn^{++}) بطريقة الانبعاث الطيفي، وذلك باستخدام جهاز "Inductivity Coupled Plasma" (I.C.P. Perkin Elmer U.S.A.).

التحليل الإحصائي

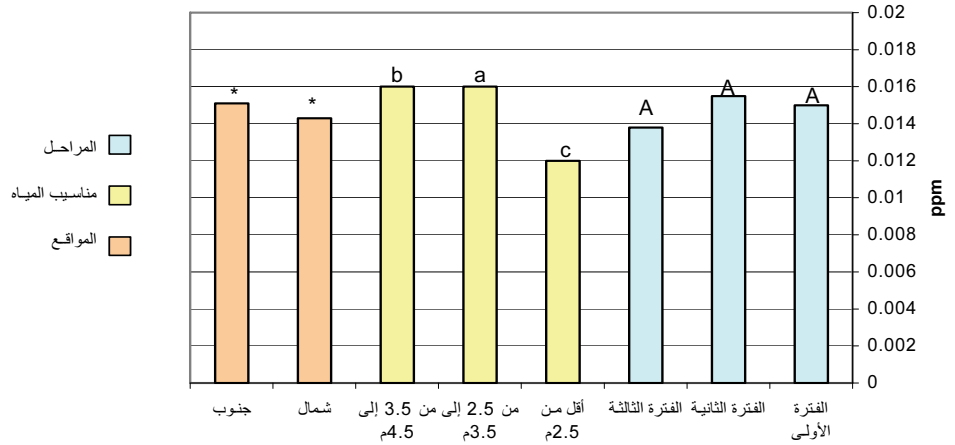
تم تحليل نتائج هذه الدراسة، سواء النظرية أو العملية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي(SPSS, 2003). فبالنسبة لنتائج الجزء النظري من هذه الدراسة تم تحديد (المتوسط، والانحراف المعياري، والنسبة المئوية) لكل فقرة من فقرات الاستبانة، أما نتائج الجزء العملي، فقد تم في البداية عمل اختبار كلمجروف سيمرنوف (Kolomogrove-Smirnov Test) على جميع المتغيرات لبيان ما إذا كان المتغير يخضع للتوزيع الطبيعي أم لا، وفي حالة كون نتيجة الاختبار ذات مغزىً إحصائي، دل ذلك على عدم خضوع المتغير للتوزيع الطبيعي، وفي هذه الحالة تم إجراء الاختبارات غير القياسية (Non Parametric tests) مثل اختبار مان ويتني (Mann-Whitney) في حالة مقارنة مجموعتين (مثل الموقع الذي يشمل الشمال والجنوب)، أو كروسكال فالس (Kruskal-Wallis) في حالة مقارنة ثلاث مجموعات فأكثر (مثل مقارنة المراحل الثلاث للبحث ومقارنة المنسوب). وأما إذا كان اختبار كلمجروف سيمرنوف غير ذا مغزىً إحصائي دل ذلك على خضوع المتغير للتوزيع الطبيعي وفي هذه الحالة تم عمل اختبار تي (t-test) في حالة مقارنة مجموعتين (مثل الموقع الذي يشمل

الشمال والجنوب)، أو تحليل التباين (ANOVA) في حالة مقارنة ثلاث مجموعات فأكثر (مثل مقارنة المراحل الثلاث للبحث ومقارنة المنسوب)، وتم اتخاذ نسبة ٥٪ للمغزى الإحصائي (Forthofer and Lee, 1995, Armitage and Berry, 1991 والأعسر،٢٠٠٢). وقد استعمل برنامج الإحصاء (SPSS, 2003) لتحليل البيانات بالحاسب الآلي.

النتائج والمناقشة

الألومنيوم (Al^{+++}) Aluminum

يوضح الشكل (١) نتائج ومتوسطات تركيز الألومنيوم الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠١٥ مليجرام / لتر.



شكل (١). متوسطات تركيز الألومنيوم الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

- الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض.
- الحد الأقصى حسب المواصفات والمقاييس السعودية: 0.2ppm.

توضح الأعمدة البيانية أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الألومنيوم الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الثانية ٠,٠١٦ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الأولى ٠,٠١٥ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثالثة ٠,٠١٣٨ مليجرام/ لتر.

توضح الأعمدة البيانية في الشكل (١) أن هناك اختلافات معنوية لقيم تركيز الألومنيوم الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب مياه من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر، ومن ٣,٥ إلى ٤,٥ متر بقيمة ٠,٠١٦ مليجرام/ لتر، يليها على ارتفاع منسوب أقل من ٢,٥ متر بقيمة ٠,٠١٢ مليجرام/ لتر.

توضح النتائج أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الألومنيوم الذائب على مستوى المواقع، بغض النظر عن الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان جنوب جدة ٠,٠١٥١ مليجرام/ لتر، يليه شمال جدة ٠,٠١٤٣ مليجرام/ لتر.

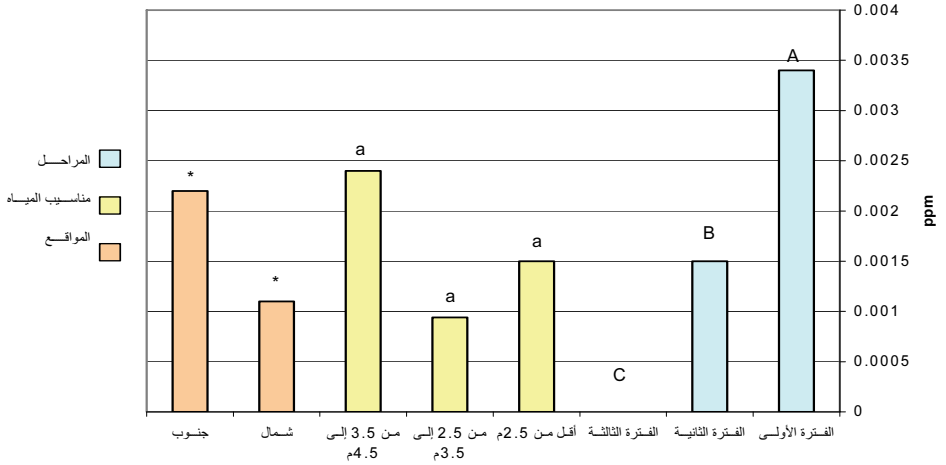
بينت الدراسة أن تركيز الألومنيوم الذائب لم يتجاوز الحدود القصوى المسموح بها في مياه الشرب، حيث ذكرت هيئة المواصفات والمقاييس السعودية (١٩٩٣م) أن الحد الأقصى المسموح به لتركيز الألومنيوم في مياه الشرب هو ٠,٢ مليجرام/ لتر.

الحديد Iron (Fe^{++})

توضح الأعمدة البيانية في شكل (٢) نتائج ومتوسطات تركيز الحديد الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات

المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠٠١٦ مليجرام/ لتر.

توضح النتائج أن هناك اختلافات معنوية لقيم تركيز الحديد الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الأولى ٠,٠٠٣٤ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثانية ٠,٠٠١٥ مليجرام/ لتر، وسجل التركيز خلال الفترة الثالثة صفر مليجرام/ لتر.



شكل (٢). متوسطات تركيز الحديد الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

- الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض.
- الحد الأقصى حسب المواصفات والمقاييس السعودية: 0.3 ppm.

توضح الدراسة أيضا أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الحديد الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب مياه من ٣,٥ إلى ٤,٥ متر ٠,٠٠٢٤ مليجرام/ لتر، ويليه على

ارتفاع أقل من ٢,٥ متر ٠,٠٠١٥ مليجرام/ لتر، يليه على ارتفاع من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر ٠,٠٠٠٩٤ مليجرام/ لتر.

أوضحت الدراسة أن تركيز الحديد الذائب لم يتجاوز الحدود القصوى المسموح بها في مياه الشرب، والتي ذكرتها منظمة الصحة العالمية (WHO, 1989) وهى ٠,٣ مليجرام/ لتر.

تتأكسد أملاح الحديدوز في المياه السطحية إلى هيدروكسيد الحديديك، الذي يترسب لأنه غير قابل للذوبان، ولهذا تكون تركيزات الحديد الذائب في المياه السطحية ضعيفة، لكن في المياه الجوفية، وخاصة غير جيدة التهوية والتي بها ثاني أكسيد الكربون، تتكون تركيزات عالية من كربونات الحديدوز والحديديك عالية الذوبان (Korngold, 1994).

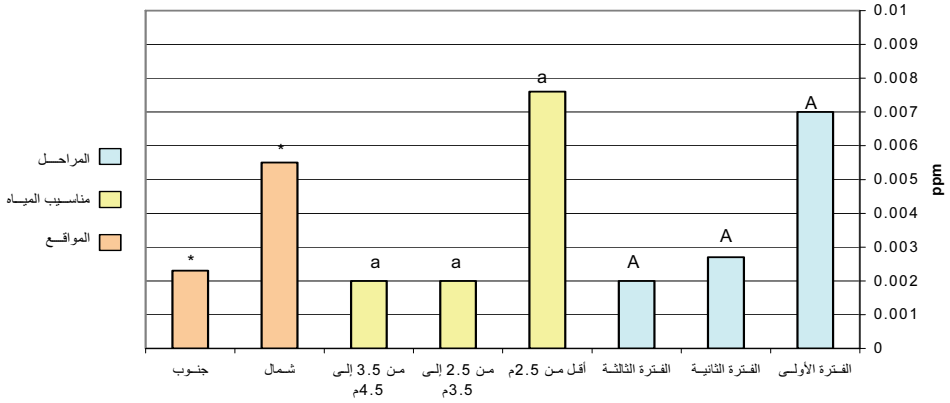
المنجنيز (Mn^{++}) Manganese

توضح الأعمدة البيانية في شكل (٣) نتائج ومتوسطات تركيز المنجنيز الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠٠٣٩ مليجرام/ لتر.

الأعمدة البيانية بهذا الشكل توضح أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز المنجنيز الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الأولى ٠,٠٠٢٧ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثانية ٠,٠٠٧ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثالثة ٠,٠٠٢ مليجرام/ لتر.

توضح النتائج أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز المنجنيز الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب مياه أقل من ٢,٥ متر ٠,٠٠٧٦ مليجرام/ لتر، وسجلت القيمة ٠,٠٠٢ مليجرام /لتر للارتفاعين من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر، ومن ٣,٥ إلى ٤,٥ متر.

توضح الأعمدة البيانية بشكل (٣) أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز المنجنيز الذائب على مستوى المواقع، بغض النظر عن الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان شمال جدة ٠,٠٠٥٥ مليجرام/ لتر، يليه جنوب جدة ٠,٠٠٢٣ مليجرام/ لتر.



شكل (٣). متوسطات تركيز المنجنيز الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

- الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض.
- الحد الأقصى حسب المواصفات والمقاييس السعودية: 0.1 ppm.

أظهرت الدراسة عدم تجاوز تركيز المنجنيز الذائب الحدود المسموح بها في مياه الشرب وهي ٠,١، كما ذكرته هيئة المواصفات والمقاييس السعودية (١٩٩٣م).

النحاس (Copper (Cu^{++})

توضح الأعمدة البيانية في شكل (٤) نتائج ومتوسطات تركيز النحاس الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠٠٠٤ مليجرام/ لتر.

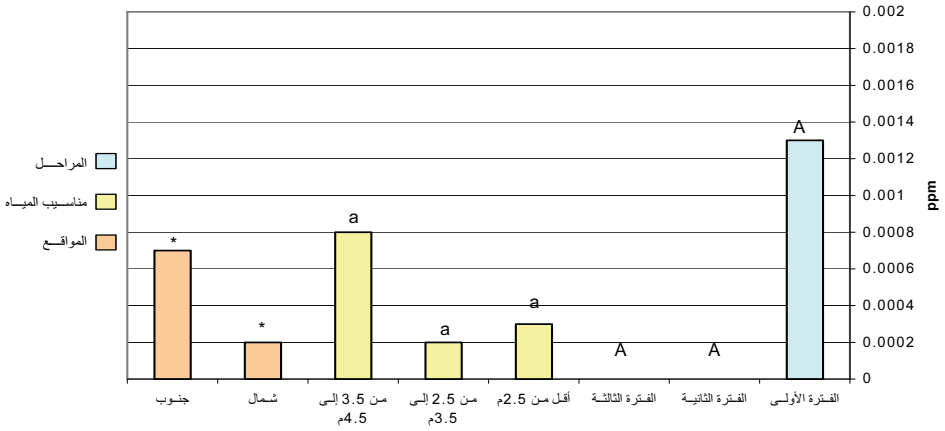
توضح الأعمدة البيانية بهذا الشكل أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز النحاس الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الأولى ٠,٠٠١٣ مليجرام/ لتر، بينما سجلت القيمة صفر مليجرام/ لتر لتركيز النحاس الذائب خلال الفترتين الثانية والثالثة.

توضح النتائج أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز النحاس الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب مياه من ٣,٥ إلى ٤,٥ متر، ٠,٠٠٠٨ مليجرام/ لتر، ويليه على ارتفاع أقل من ٢,٥ متر، ٠,٠٠٠٣ مليجرام/ لتر، ويليه على ارتفاع من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر، ٠,٠٠٠٢ مليجرام/ لتر.

توضح نتائج الدراسة أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز النحاس الذائب على مستوى المواقع، بغض النظر عن الفترات المختلفة، وارتفاعات

مناسيب المياه المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان جنـــوب جدة ٠,٠٠٠٧ مليجرام/ لتر، ويليه شمال جدة ٠,٠٠٠٢ مليجرام/ لتر.

أوضحت نتائج هذه الدراسة عدم تجاوز تركيز النحـــاس الـــذائب الحـــدود المسموح بها في مياه الشرب، سواء المثلى ٠,٠٥ مليجرام/ لتـــر، أو الحـــدود القصوى ١ مليجرام/ لتر وذلك حسب ما نصت عليه هيئة المواصفات والمقاييس السعودية (١٩٩٣م).



شكل (٤). متوسطات تركيز النحاس الذائب في مياه الشرب فيالمدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

- الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض.
- الحد الأقصى حسب المواصفات والمقاييس السعودية: 1 ppm.

لوحظ من الدراسة، أن النحاس الذائب ظهر بتركيزات بسيطة، وفي أربـــع عينات (أرقام ٢، و٩، و١٧، و١٨) وكانت التراكيز علـــى التـــوالي (٠,٠١٤، و٠,٠٠٤، و٠,٠٠٢، و٠,٠٠٣ مليجرام/لتر).

يوجد النحاس في مياه البحار على هيئة صيغ متعددة، ومن أهمها كربونات النحاس وهيدروكسيد النحاس، ويعتبر النحاس أحد العناصر التي يمكن إزالتهـــا

من الماء عن طريق ارتباطه بالرواسب الدقيقة (الحبيبات)، حيث يجري امتزازه (Adsorption) على السطح الخارجي لهذه الرواسب.

ذكرت منظمة الصحة العالمية أن الحد الأمثل لوجود النحاس في مياه الشرب هو ٠,٠٥ مليجرام/ لتر، والحد الأقصى لوجوده في مياه الشرب ١,٥ مليجرام/ لتر (السكاكر، ١٤١٩هـ).

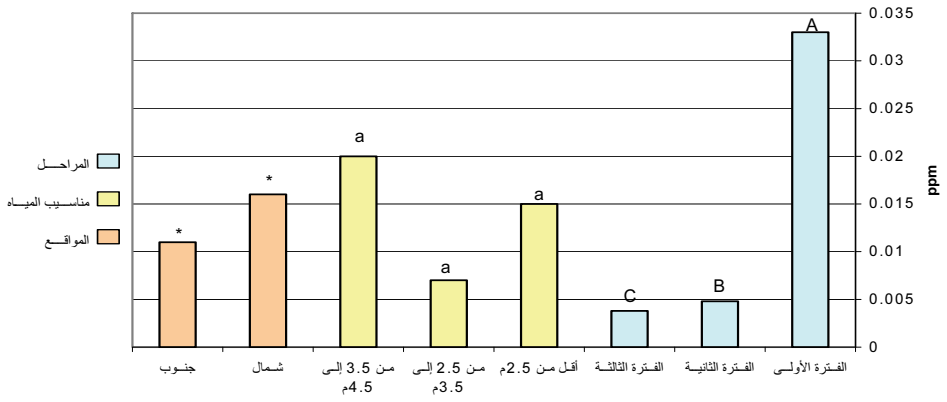
النيكل (Nickel (Ni^{++})

توضح الأعمدة البيانية في شكل (٥) نتائج ومتوسطات تركيز النيكل الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠١٤ مليجرام/ لتر.

وتبين الأعمدة البيانية في هذا الشكل أن هناك اختلافات معنوية لقيم تركيز النيكل الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الأولى ٠,٠٣٣ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثانية ٠,٠٠٤٨ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثالثة ٠,٠٠٣٨ مليجرام/ لتر.

وتوضح الأعمدة البيانية أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز النيكل الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب مياه من ٣,٥ إلى ٤,٥ متر ٠,٠٢ مليجرام/ لتر، يليه على ارتفاع أقل من٢,٥ متر ٠,٠١٥ مليجرام/ لتر، يليه على ارتفاع من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر ٠,٠٠١٧ مليجرام/ لتر.

توضح نتائج الدراسة أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز النيكل الذائب على مستوى المواقع، بغض النظر عن الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان شمال جدة ٠,٠١٦ مليجرام/ لتر، يليه جنوب جدة ٠,٠١١ مليجرام/ لتر.



شكل (٥). متوسطات تركيز النيكل الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

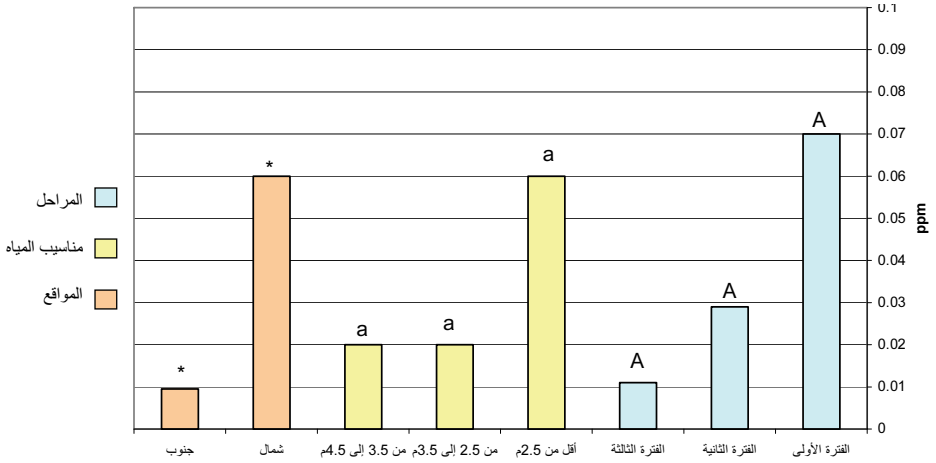
(الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض)

أوضحت نتائج هذه الدراسة عدم تجاوز تركيز النيكل الذائب القيم المعيارية الصادرة عن مجموعة الدول الأوروبية (EC)، التي تنص على أن الحد الأقصى لتركيز النيكل في مياه الشرب تكافئ ٠,٠٢ مليجرام/ لتر (السكاكر، ١٤١٩هـ)، فيما عدا في عشر عينات.

إن الكثير من أملاح النيكل يذوب في الماء، والمعالجة التقليدية بالمرشحات تزيل بعضا منها، وتزيد نسبة النيكل بسبب الطلاء بالنيكل لبعض مهمات السباكة (خليل، ٢٠٠٣م).

الزنك (*Zinc (Zn^{++})*

توضح الأعمدة البيانية في شكل (٦) نتائج ومتوسطات تركيز الزنك الذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة، وذلك على مستوى الفترات المختلفة وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة والمواقع المختلفة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتركيزه ٠,٠٣ مليجرام / لتر.



شكل (٦). متوسطات تركيز الزنكالذائب في مياه الشرب في المدارس الابتدائية بمدينة جدة في الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة.

- الأعمدة ذات الرموز المتشابهة لا تختلف معنويا عن بعضها البعض.
- الحد الأقصى حسب المواصفات والمقاييس السعودية: 5 ppm.

وتوضح الأعمدة البيانية بشكل (٦) أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الزنك الذائب على مستوى الفترات المختلفة، بغض النظر عن ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان خلال الفترة الأولى ٠,٠٧ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثانية ٠,٠٢٩ مليجرام/ لتر، يليه الفترة الثالثة ٠,٠١١ مليجرام/ لتر.

وكذلك توضح النتائج أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الزنك الذائب على مستوى ارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، بغض النظر عن الفترات المختلفة، والمواقع المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان على ارتفاع منسوب أقل من ٢,٥ متر ٠,٠٦ مليجرام/ لتر، يليه على ارتفاع منسوب من ٢,٥ إلى ٣,٥ متر، ومن ٣,٥ إلى ٤,٥ متر بقيمة ٠,٠٢ مليجرام/ لتر.

وتوضح الدراسة أنه لا توجد اختلافات معنوية لقيم تركيز الزنك الذائب على مستوى المواقع، بغض النظر عن الفترات المختلفة، وارتفاعات مناسيب المياه المختلفة، وقد أظهرت المتوسطات أن أعلى متوسط كان شمال جدة ٠,٠٦ مليجرام/ لتر، يليه جنوب جدة ٠,٠٠٩٥ مليجرام/ لتر.

ويمكن أن يكون تركيز الزنك في ماء الصنبور أعلى وبشكل واضح، من تركيزه في المياه السطحية بسبب ارتشاح الزنك من المواسير المجلفنة، والنحاس الأصفر، والتركيبات المحتوية على الزنك، كما أن الزنك يمكن أن يتحول إلى مركبات أخرى غير ذائبة في الماء (Al-Saleh, 1996). ذكرت هيئة المواصفات والمقاييس السعودية (١٩٩٣م)، أن الحد الأقصى المسموح به من الزنك في مياه الشرب هو ٥ مليجرام/ لتر.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

أبو رزيزة، عمر سراج (١٩٩٦م) إعادة استعمال مياه الصرف الجوفية أو التخلص منها بمدينة جدة بالمملكة العربية السعودية، *مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: العلوم الهندسية*، ٥ (٢): ٣-١٢.

الأعسر، عبدالمنعم محمد (٢٠٠٢م) *الإحصاء لعلوم الحياة والبيئة*، الدار السعودية للنشر والتوزيع، الفصل ١١، ص ص: ٤٠١ – ٤١٣.

خليل، محمد أحمد السيد (٢٠٠٣م) *إعداد المياه للشرب والاستخدام المنزلي*، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ص ص: ٢٣-٦٩.

السكاكر، عبدالرحمن سليمان (١٤١٩هـ) تقدير كفاءة المرشحات شائعة الاستعمال في المملكة العربية السعودية في إزالة بعض المعادن الثقيلة، *رسالة ماجستير، كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، جامعة الملك عبدالعزيز*، جدة، المملكة العربية السعودية.

شحاته، حسن أحمد (٢٠٠٠م) *تلوث البيئة: السلوكيات الخاطئة وكيفية مواجهتها*، مكتبة الدار العربية للكتاب، مدينة نصر، جمهورية مصر العربية، ص ص: ٩٥- ٩٦.

الشنشوري، محمد أحمد والسعد، محمد حمد (١٤١٩هـ) *المرشد الحقلي حول جودة مياه الشرب*. المكتب الإقليمي للشرق المتوسط لمنظمة الصحة العالمية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، ص ص: ٣٨ – ٩٤.

فتح، حسن البنا سعد (٢٠٠١م) *تكنولوجيا تحلية المياه*، الجزء الأول، دار حواء، القاهرة، مصر، ص ص: ٥١ – ٥٣.

النجعاوي، أحمد فؤاد (٢٠٠٠م) *تكنولوجيا معالجة الماء والصرف الصناعي في الوحدات الإنتاجية*، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر، ص: ٢٣.

الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس (١٩٩٣م) *المواصفات القياسية السعودية لمياه الشرب المعبأة وغير المعبأة*، مياه الشرب غير المعبأة، م ق س ٧٠١/ ١٩٩٣م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

Al–Ruwaih, F.M. (1996) Hydrogeology and ground water-modeling of the carbonate aquifer of Al–Sulaibiya, Kuwait, *Kuwait. J. Sci. Eng.,* **23**(1): 80–85.

Al–Saleh, I.A. (1996) Trace elements in drinking water coolers collected from primary schools, Riyadh, Saudi Arabia, *J. Science Total Environment,* **181**: 215-221.

Armitage, P. and **Berry, G.** (1991) *Statistical Methods in Medical Research,* Second ed., Oxford, Blackwell Scientific Publication: London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Paris, Berlin, and Vienna.

Bruvold, W.H. (1967) Consumer attitudes toward mineral taste in domestic water, *J. AWWA*., **59**: 547.

Forthofer, R. N. and **Lee, E. S.** (1995) *Introduction to Biostatistics: A Guide to Design, Analysis, and Discovery*, Academic Press, San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, and Toronto.

Korngold, E. (1994) Iron removal from tap water by a cation exchange, *J. Desalination,* **94**: 243-249.

Zuane, J.D. (1990) *Handbook of Drinking Water Quality Standards and Controls*, New York, Van Nostrand Reinhold, pp: 120-121.

Study of Some Dissolved Metals in Drinking Water of Primary Schools in Jeddah

Majed H. Hashim and **Aly K. El-Baggar**

Department of Environmental Sciences, Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

Abstract. The study concerned with the assessment of quality characteristics of drinking water offered to primary school students in Jeddah city as regards the chemical aspect. Primary schools include students highly susceptible to environmental pollution due to their low awareness concerning the surrounding environmental risks.

The researchers developed a questionnaire distributed to all primary schools. In the light of the questionnaire, as well levels of underground water, the researchers selected 30 primary schools for chemical examinations of drinking water.

The selected schools were distributed between the north and south of Jeddah equally. Drinking water samples were taken at three times after stagnating in tanks as follows; in summer, after weekend, and after the end of Ramadan Holiday. The levels of the total dissolved metals (aluminum, iron, manganese, copper, nickel and zinc) were measured. All of them were in the permissible levels locally and internationally except for nickel. This might be due to the water distribution net and/ or the increasing level of underground water.