

دراسة مقارنة حول سلامة إمدادات مياه الشرب في مدينة بغداد

محمد عمار الراوي

سراب محمد محمود رزوقي(*)

جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم علوم

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

الحياة

الخلاصة

امتدت الدراسة لمدة 12 شهرا تم خلالها حساب المعدلات الشهرية والفصلية للخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبية لـ 336 عينة لمياه الشرب من الحنفيات، وقد جمعت من 14 حيا سكنيا في مدينة بغداد شملت (الكاظمية والخضراء والعامرية والبياع والسيدية والقادسية والدورة والقاهرة والأعظمية ومدينة الصدر والبلديات وبغداد الجديدة والكرادة والزعفرانية).

تضمنت الخصائص المدروسة حساب معدلات قيم وتراكيز كل من العكارة و pH والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والكالسيوم والمغنيسيوم والعسرة الكلية والكلوريدات والرصاص والعدد الكلي للبكتيريا الهوائية والعدد الكلي لبكتيريا القولون والقولون البرازية والمسببات البرازية وبكتيريا الزائفة الزنجارية والتحري عن وجود بكتيريا السالمونيلا.

أظهرت النتائج فشل 25% من العينات قيد الدراسة في تطبيق المتطلبات الصحية الواردة في بنود المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب والتي عادت أسبابها بالدرجة الأولى الى العدد الكلي للبكتيريا الهوائية، وفشل 33.42% من النماذج في تطبيق المتطلبات الفيزيوكيميائية ترجع أسبابها بالدرجة الأولى الى الرصاص، واشتركت العينات التابعة لمنطقة الزعفرانية بتسجيلها أعلى معدلات الخصائص المدروسة، بينما سجلت النماذج التابعة لمناطق (الخضراء والبياع والسيدية) أدنى معدلات تلك الخصائص، كما ناقشت الدراسة الحالية تأثير فصول السنة وحملات الصيانة على معدلات الخصائص المدروسة وعلاقات الارتباط المعنوي بين الخصائص الفيزيوكيميائية وبين الخصائص الميكروبية.

(*) البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

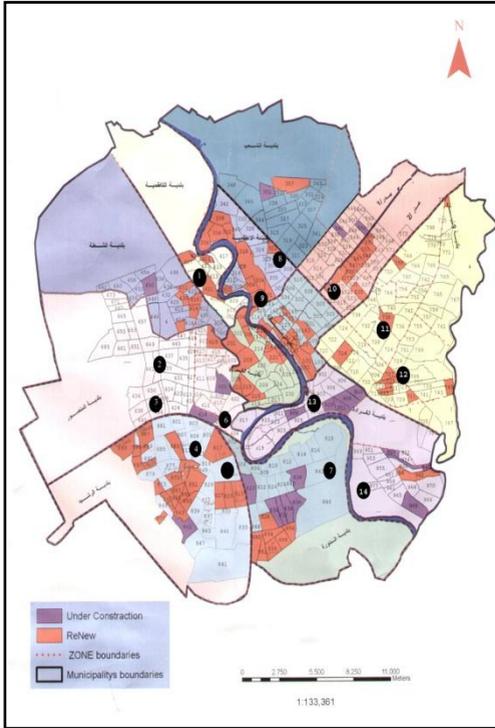
المقدمة

توجد في مدينة بغداد ثمان وحدات رئيسة لمعالجة مياه الشرب، تبلغ مجموع طاقتها التصميمية حوالي 2.5 مليون م³/يوم تقريبا، منها 1.900 مليون م³/يوم في الكرخ، و0.656 مليون م³/يوم في الرصافة، ويبلغ مجموع طاقتها المتاحة 2.150 مليون م³/يوم، منها 1.510 مليون م³/يوم في الكرخ، و0.640 مليون م³/يوم في الرصافة، وفي أحدث دراسة قامت بها شركة (سافيج) الفرنسية عام 2002 قدرت فيها كفاءة محطات معالجة المياه بحوالي 67% (1)، وتتنوع هذه المشاريع على نهر دجلة في جانبي الكرخ والرصافة، ويضم جانب الكرخ مشاريع الكرخ، والدورة، والكرامة والقادسية، أما جانب الرصافة فيضم مشاريع شرق دجلة، والوثبة، والرشيد، والوحدة (5).

تتكون منظومة توزيع المياه في مدينة بغداد من شبكة أنابيب تتراوح أقطارها بين 90-2300 ملم، ويبلغ مجموع أطوالها 8000 كم (1)، وتعد هذه الشبكة قديمة حيث تجاوز عمر 60% منها 30 سنة (23) وعانت الكثير من التخسفات والتكلسات والنضوح والعوارض التي قللت من كفاءتها بنسبة عالية وكانت سببا رئيساً للتلوث عن طريق الأختلاط مع مياه صرف المجاري أو المياه الجوفية، وقد قدرت الدراسات الخاصة بنضوح المياه من الأنابيب أن نسبة الهدر في شبكات المياه الكبيرة والقديمة يتجاوز أحيانا 50% ما أدى الى انخفاض حصة الفرد الواحد من مياه الشرب من 0.310 م³/يوم عام 1987 الى 0.131 م³/يوم عام 2002 (1) ما أدى الى تأثير سلبي في نوعية المياه المجهزة للمواطنين بالرغم من الجهود التي تبذل في عدد كبير من المشاريع والمجمعات المائية لضمان تجهيز مياه صالحة للاستهلاك، مما دعى العديد من المواطنين للبحث عن مصادر غير آمنة للحصول على مياه الشرب أو استخدام المضخات لغرض سحب المياه مباشرة من الشبكة ومن ثم زيادة احتمالية التلوث نتيجة انخفاض الضغوط وأرتشاح مياه الصرف الصحي أو المياه الجوفية الملوثة الى شبكة التوزيع (3)، وقد قدرت وزارة الموارد المائية نسبة التلوث في مياه الشرب لعام 2008 بـ 35% (23) بعد أن قدرتها دائرة بيئة بغداد بنسبة 20% عام 2005 و13% عام 2006 (3).

المواد وطرائق العمل

جمع العينات :



امتدت الدراسة لمدة 12 شهرا تم خلالها دراسة التغيرات الشهرية للخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبية في 336 عينة مياه شرب من الحنفيات جمعت من 14 حياً سكنياً في مدينة بغداد كما موضح في الشكل المجاور، توزعت مابين 7 أحياء من جانب الكرخ هي (الكاظمية والخضراء والعامرية والبياع والسيدية والقادسية والدورة)، و7 أحياء من جانب الرصافة هي (القاهرة والأعظمية ومدينة الصدر والبلديات وبغداد الجديدة والكرادة والزعفرانية).

جمعت عينات المياه لأغراض الفحوصات الفيزيوكيميائية والميكروبية بأستعمال مجموعتين من القناني الزجاجية،

المجموعة الأولى سعة 250 مل وهي مخصصة لجمع نماذج المياه للفحوصات الميكروبية تحتوي على 0.2 مل من محلول ثايوسلفات الصوديوم بتركيز 10% لمعادلة تأثير الكلور المتبقي، معقمة بوساطة الموصدة بدرجة حرارة 121م ولمدة 30 دقيقة، اما المجموعة الأخرى فهي قناني زجاجية سعة 500 مل وهي مخصصة لجمع عينات المياه لأغراض الفحوصات الفيزيوكيميائية، وجمعت عينات مياه الشرب من الحنفيات استنادا لما ورد في (12) وذلك بتنظيف الحنفية المختارة من أي تكلسات، ثم عقمت بوساطة لهب شمعة، ثم فتحت الحنفية لمدة 2-3 دقائق، بعد ذلك فتح غطاء القنينة قرب الحنفية وملئت بعينة المياه وغلقت بأحكام مع توخي الحذر لمنع أي تلوث قد يحصل، ثم حفظت القناني في صندوق يحتوي على جريش الثلج، ونقلت العينات مباشرة الى المختبر لأجراء الفحوصات اللازمة خلال مدة لا تتجاوز 6 ساعات منذ وقت جمع العينات بالنسبة للفحوصات الميكروبية و24 ساعة بالنسبة للفحوصات الفيزيوكيميائية، وتم التعبير عن النتائج بالمعدلات الفصلية

شملت (الخریف) ويمثل معدل شهري تشرين الأول وتشرين الثاني و(الشتاء) ويشمل معدل نتائج أشهر كانون الأول والثاني وشباط و(الربيع) ويشمل معدل شهري آذار ونيسان و(الصيف) ويشمل معدل الفترة مايس-آب، وانتهاء بشهر ايلول الذي يعاود فيه فصل (الخریف).

الفحوصات الفيزيوكيميائية:

أجريت الفحوصات الفيزيوكيميائية استنادا الى (12) وشملت حساب قيم وتراكيز كل من العكر باستخدام المعيار، والتوصيلية الكهربائية EC باستخدام جهاز قياس التوصيل الكهربائي وحساب تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS طبقا لما ورد في (21) بحسب المعادلات الرياضية المعتمدة على قيمة التوصيلية الكهربائية، كما قدرت قيم الأس الهيدروجيني pH بحسب الطريقة الواردة في (11) باستخدام جهاز pH-meter، وتم قياس تراكيز كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريدات والعسرة الكلية بطريقة التسحيح بحسب ما ورد في (12)، كما قيست تراكيز بعض المعادن الثقيلة مثل الحديد والرصاص بحسب الطريقة الموصوفة في (4) باستخدام جهاز المطياف الذري اللهبى نوع Shimatzo.

الفحوصات المايكروبية:

شملت الفحوصات المايكروبية احتساب كل من العدد الكلي للبكتيريا الهوائية ABTC والعدد الكلي لبكتيريا القولون TC بطريقة صب الأطباق باستخدام وسط Nutrient Agar و MacConkey Agar على التوالي بحسب ما ورد في (12)، اما حساب أعداد بكتيريا القولون البرازية FC والمسبقيات البرازية FS فتم باستخدام طريقة العدد الأكثر احتمالا (MPN) طبقا لما ورد في (11) باستخدام أوساط مرق الماكونكي MacConkey Broth ووسط EC Broth لبكتيريا القولون البرازية، ووسط Azide Dextrose Broth للمسبقيات البرازية، كما حسبت أعداد بكتيريا الزائفة الزنجارية *Pseudomonas aeruginosa* بطريقة الصب بالأطباق باستخدام وسط *Pseudomonas Isolation Agar* واستخدام الفحوصات البايوكيميائية التشخيصية بحسب ما ورد في (9)، اضافة الى التحري عن وجود بكتيريا السالمونيل *Salmonella* باستخدام الطريقة الواردة في (24) والفحوصات البايوكيميائية الخاصة الواردة في (12).

النتائج والمناقشة

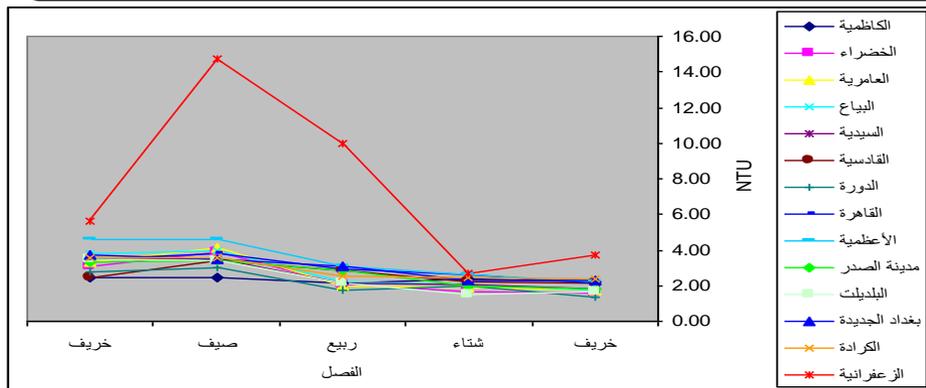
الفحوصات الفيزيوكيميائية:

العكارة:

أظهرت نتائج التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.00000021$ بين المعدلات الشهرية للعكارة في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية وتراوحت المعدلات الشهرية المسجلة ما بين (1.1 - 17.15) NTU، وسجلت أدنى المعدلات في شهر تشرين الثاني في منطقة الدورة، بينما سجلت أعلى المعدلات في شهر تموز في منطقة الزعفرانية.

واشتركت المعدلات المسجلة في شهر تشرين الثاني وشباط بتسجيلها أدنى المعدلات الشهرية وبفروقات معنوية عالية عن باقي أشهر الدراسة، وقد يعود ذلك الى تأثير حملتي الصيانة التي جرت خلال الشهرين المذكورين بهدف السيطرة على تآكل الأنابيب التي تضمنت عمليات الترسيب بأستعمال الشب في احد مراحلها ما ادى الى انخفاض معدلات العكر المسجلة في النماذج قيد الدراسة (الشكل، 1).

واشتركت المعدلات المسجلة في أشهر الصيف بالأرتفاع مقارنة بباقي أشهر الدراسة وقد يعود السبب في ذلك الى زيادة معدلات السقط الجاف الى مصادر المياه السطحية نتيجة لتأثير العواصف الترابية التي تعرضت لها المنطقة على مدى أشهر (مايس، وحزيران، وتموز) والنتيجة من تأثير المنخفض الجوي القادم من شبه الجزيرة العربية (7) التي ادت الى ترسيب كميات اضافية من المواد الغبارية العالقة الى مصادر المياه السطحية متجاوزة بذلك المعدلات المسجلة في أشهر الشتاء (كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط) وذلك بسبب الجفاف وقلة الأمطار (14) مما ادى الى انخفاض مناسيب المياه وقلة الأنجراف الى المياه السطحية، واشتركت العينات التابعة لمنطقة الدورة بتسجيلها أدنى معدلات العكارة، مقارنة بالعينات التابعة لمنطقة الزعفرانية التي سجلت أعلى المعدلات وبفروقات معنوية عالية عن باقي مناطق الدراسة، ويعود ذلك لجودة عمليات الترسيب في مشروع ماء الدورة في ازالة نسبة عالية من العكارة مقارنة مع نسبة الأزالة المنخفضة في مشروع ماء الرشيد الأقل جودة من بين مشاريع الأسالة (5).

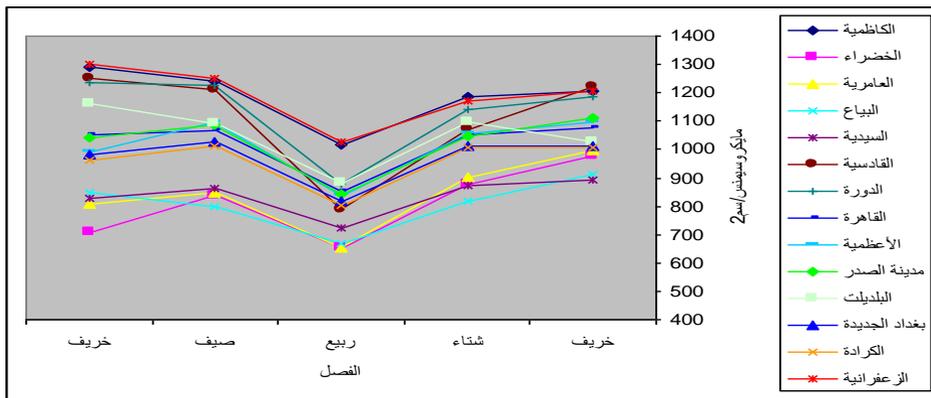


شكل (1): المعدلات الفصلية للعاكارة (NTU) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

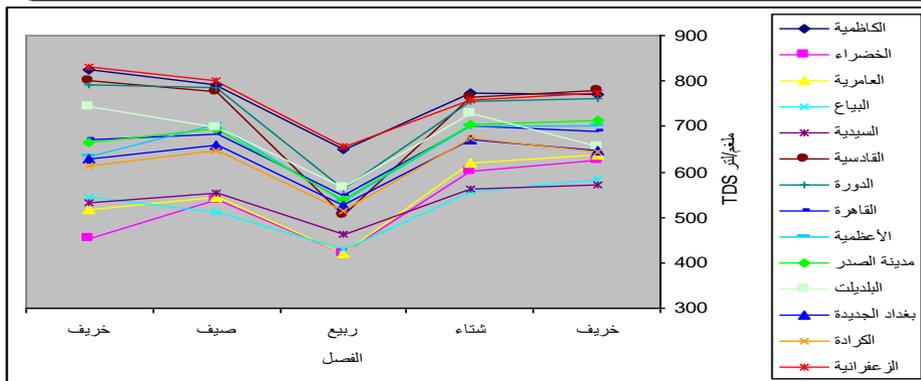
التوصيلية الكهربائية وتراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية:

أظهر التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $P=0.00000$ بين المعدلات الشهرية لكل من التوصيلية الكهربائية EC وتراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية، واشتركت المعدلات الشهرية المسجلة في شهر تشرين الثاني بارتفاع معدلاتها بفرق معنوي عالٍ $P=0.00000$ عن تلك المعدلات المسجلة في شهر تشرين الأول، ويعود السبب في ذلك إلى حملة الصيانة التي شهدتها مشاريع الأسالة في جانبي الكرخ والرصافة في شهر تشرين الثاني بهدف السيطرة على تآكل الأنابيب عن طريق إضافة كميات من كربونات الكالسيوم وتشجيع ترسيبها على السطح الداخلي لأنابيب شبكة التوزيع عن طريق رفع قيم الـ pH بأضافة كميات من الشب (22) مما أدى إلى ارتفاع تراكيز TDS ومعدلات EC نتيجة لزيادة تراكيز الأملاح (5)، ثم اتجهت المعدلات إلى الانخفاض باتجاه أشهر الربيع (الشكل، 2 و 3) مسجلة أدنى المعدلات في شهر نيسان نتيجة لانخفاض معدلات المطر والأنجراف من الأراضي المجاورة لمجرى النهر لتعاود الارتفاع باتجاه أشهر الصيف مسجلة أعلى المعدلات والذي قد يكون نتيجة لتأثير العواصف الترابية الشديدة التي شهدتها المنطقة بتأثير المرتفع الجوي القادم من شبه الجزيرة العربية (7) وزيادة معدلات السقط الجاف إلى مصادر المياه السطحية ومن ثم زيادة تراكيز الأملاح لاسيما أملاح الكالسيوم والكلورايدات الأمر الذي أدى إلى ارتفاع معدلات EC التي تزداد بزيادة تراكيز TDS (31)، وأظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي

عالٍ بين معدلات الـ EC وتراكيز TDS والتي بلغت $r = 1$ ، وبينهما وبين تراكيز الكالسيوم $r = 0.881$ ، تراكيز العسرة الكلية $r = 0.946$ ، وتراكيز الكلوريدات $r = 0.760$.
 واشتركت مناطق الكاظمية والزعفرانية والدورة والقادسية بتسجيلها أعلى المعدلات الشهرية لكل من الـ EC وتراكيز TDS ويعود ذلك الى أسباب تتعلق بمواقع مشاريع الأسالة بالنسبة لنهر دجلة وكمية الملوثات، حيث يستلم نهر دجلة تصريف شبكتي مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي في موقع يقع قبل موقع إستلام المياه لمشروع الكرامة في مدينة الكاظمية، كذلك إستلامه تصريف محطة كهرياء الدورة وتصريف شبكتين لصرف مياه الأمطار والصرف الصحي في موقع قريب من موقع استلام المياه لمشروع ماء الدورة (5)، فضلاً عن أسباب تتعلق بزيادة كمية الملوثات الناتجة من النشاطات الصناعية والمدينة التي يستلمها النهر كلما اتجهنا جنوباً حيث موقع أستلام مشروع ماء الرشيد في الزعفرانية لمياهه من نهر دجلة، مقابل ادنى المعدلات المسجلة في نماذج المياه من الأحياء السكنية التابعة لمشروع ماء الكرخ (الخضراء، العامرية، البياع، والسيدية) الذي يأخذ مياهه من نهر دجلة في موقع شمال ذراع الثرثار في منطقة الطارمية الأقل ملوحة مقارنة بالمياه المجهزة لمشروع شرق دجلة من منطقة شمال الأعظمية الأكثر ملوحة بسبب تأثير ذراع الثرثار - دجلة (1).



شكل (2): المعدلات الفصلية للتوصيلية الكهربائية EC (مايكروسيمنس/سم²) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

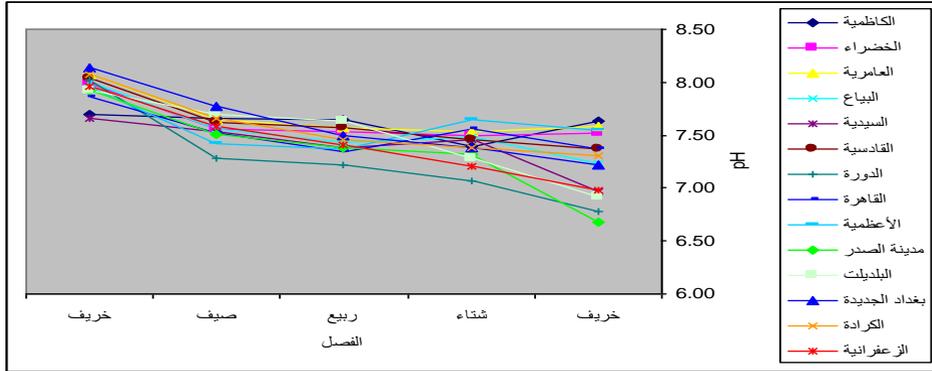


شكل (3): المعدلات الفصلية لتراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (ملغم/لتر) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

الأس الهيدروجيني:

أظهر التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.0000$ بين المعدلات الشهرية للأس الهيدروجيني pH في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية، وسجلت أعلى المعدلات في شهر أيلول في منطقة بغداد الجديدة وبمعدل 8.14، بينما سجلت أدنى المعدلات في شهر تشرين الأول في منطقة الدورة وبمعدل 6.43 وإشتركت المعدلات المسجلة في شهر تشرين الأول بتسجيلها أدنى المعدلات وبفرق معنوي عالٍ عن تلك المعدلات المسجلة في باقي الأشهر، وقد يعزى هذا الانخفاض الى تحلل بعض النباتات المائية والهائمات لعوالق النباتية والمواد العضوية في مصادر المياه السطحية وإنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذائب لترتفع المعدلات المسجلة في شهر تشرين الثاني والذي قد يكون ناتجا من استخدام جرعات إضافية من الشب لغرض ترسيب كاربونات الكالسيوم المضافة في حملة الصيانة الأولى المذكورة سابقاً لغرض السيطرة على تآكل الأنابيب ما أدى الى تسجيل المعدلات العالية لفصل الخريف لتعاود المعدلات الانخفاض التدريجي في اشهر الشتاء وخاصة في شهري كانون الأول وكانون الثاني نتيجة لذوبان غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الماء بفعل انخفاض درجة الحرارة مؤديا الى تكوين حامض الكاربونيك الضعيف الذي يتحلل منتجا أيون الهيدروجين والذي بزيادة تراكيزه في الماء تنخفض قيمة pH (28)، ثم إتجهت المعدلات الى الأرتفاع تدريجيا باتجاه أشهر الصيف (مايس وحزيران وتموز وآب) (الشكل، 4) والذي قد يكون ناتجا عن تأثير العواصف الترابية التي أدت الى

زيادة تراكيز كاربونات الكالسيوم في الماء (25)، وإشتركت نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية في منطقة الدورة بتسجيلها أدنى المعدلات وبفروقات معنوية عالية ($p \leq 0.05$) عن تلك المعدلات المسجلة في اغلب مناطق الدراسة، وقد يعود ذلك الى الطبيعة الحامضية لدفق الملوثات المطروحة من مصفى الدورة.



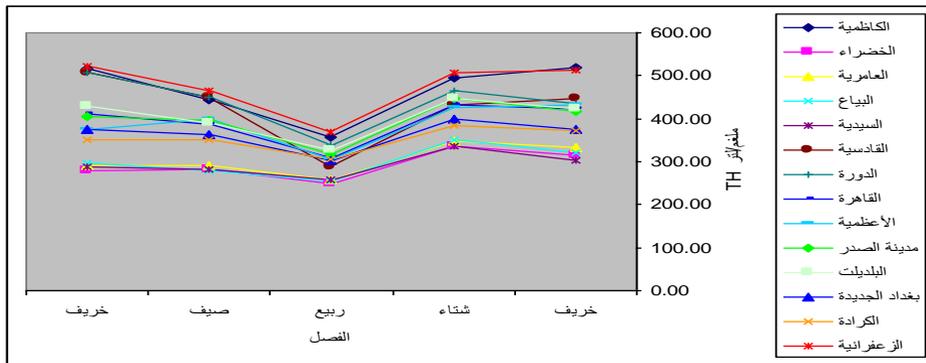
شكل (4): المعدلات الفصلية للأس الهيدروجيني pH لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

العسرة الكلية:

العسرة الكلية تعبير رقمي لمحتوى المياه من المعادن وفي مقدمتها أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من أيونات المعادن القلوية، وتعد من الصفات الرئيسية التي تختلف باختلاف نوعية المياه حول العالم (15).

أظهر التحليل الأحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية عالية بين المعدلات الشهرية لتراكيز العسرة الكلية في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية $p = 0.000$ ، وتراوحت المعدلات الشهرية المسجلة ما بين (224.2 – 584.5) ملغم/لتر، وسجلت أعلى المعدلات في شهر تشرين الثاني في منطقة الكاظمية مقابل أدنى المعدلات المسجلة في شهر نيسان في منطقة الخضراء، وأشركت المعدلات الشهرية لتراكيز العسرة المسجلة في شهر تشرين الأول بأنخفاض معدلاتها مقارنة بالمعدلات المسجلة في شهر تشرين الثاني والتي إرتفعت نتيجة لزيادة تراكيز الأملاح خاصة أملاح الكالسيوم بتأثير حملة الصيانة المذكورة سابقاً لتصل المعدلات المسجلة في أشهر الخريف الى مستويات لم تسجل فرقاً معنوياً عن المعدلات المرتفعة المسجلة في أشهر الشتاء والتي جاءت مرتفعة نتيجة لتأثير الأمطار الجارية فوق سطح الأرض وزيادة التصريف من الأراضي المجاورة لمصادر المياه

(32)، ثم إتجهت المعدلات للانخفاض باتجاه أشهر الربيع لتعاود الأرتفاع مرة أخرى باتجاه أشهر الصيف والذي قد يكون بتأثير العواصف الترابية التي شهدتها المنطقة بتأثير المرتفع الجوي القادم من شبه الجزيرة العربية (7)، وترسيب كميات كبيرة من الدقائق الترابية الغنية بكاربونات الكالسيوم وأرتفاع تراكيز الأملاح (29) (الشكل، 5)، وأشتركت نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية التابعة لمشروع ماء الكرخ (الخضراء والعامرية والبياع والسيدية) بتسجيلها أدنى معدلات تراكيز العسرة الكلية وبفروقات معنوية عالية عن معدلات التراكيز المسجلة في باقي مناطق النمذجة، بينما سجلت أعلى المعدلات في مناطق (الزعفرانية والكاظمية والقادسية والدورة) مترافقة مع زيادة مصادر التلوث من مياه صرف صحي وصناعي وزيادة تركيز الأملاح على طول مجرى النهر بالاتجاه جنوباً. كما أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود إرتباط موجب عالي المعنوية بين تراكيز العسرة $r = 0.828$; 0.660 ; 0.551) وتراكيز كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريدات على التوالي في نماذج مياه الشرب.



شكل (5): المعدلات الفصلية لتراكيز العسرة الكلية TH (ملغم/لتر) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

الكالسيوم :

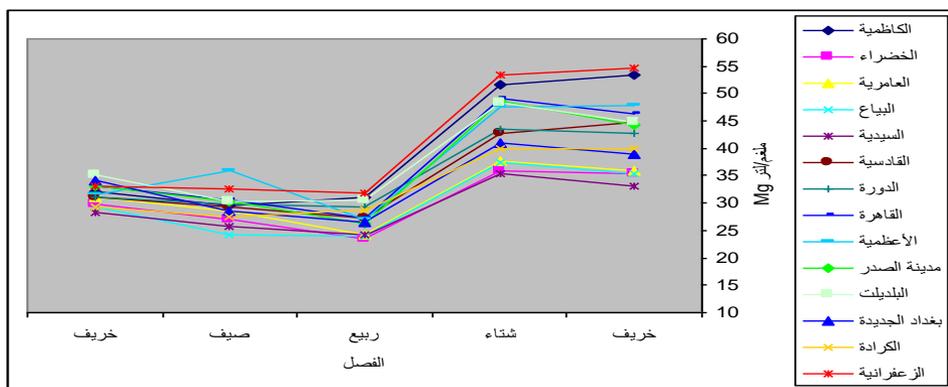
أظهر التحليل الأحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية عالية $p=0.000$ بين المعدلات الشهرية لتراكيز الكالسيوم في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية، وسجلت أعلى المعدلات الشهرية في أيلول وبمعدل 154.7 ملغم/لتر في منطقة الزعفرانية مقابل أدنى المعدلات المسجلة في شهر نيسان وبمعدل 56.1 ملغم/لتر في منطقة الخضراء، واشتركت معدلات تراكيز الكالسيوم المسجلة في شهر تشرين الأول بانخفاض معدلاتها

المغنيسيوم:

أظهر التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.000$ بين المعدلات الشهرية لتراكيز المغنيسيوم في عينات مياه الشرب من الأحياء السكنية ، وتراوحت المعدلات المسجلة ما بين (20.4-56.4) ملغم/لتر، وسجلت اعلى المعدلات في شهر تشرين الثاني في منطقة الزعفرانية مقابل ادنى المعدلات المسجلة في شهر نيسان في منطقتي الخضراء والبياع، واشتركت المعدلات الشهرية لتراكيز المغنيسيوم في نماذج مياه الشرب المسجلة في أشهر الخريف والشتاء (تشرين الاول- شباط) بأرتفاع معدلاتها وبفروقات معنوية عالية عن تلك المعدلات المسجلة في اشهر الربيع والصيف، ويعود ذلك الى أسباب تتعلق بمقدار تصريف أيون المغنيسيوم من التربة الى مصادر المياه السطحية بفعل الأمطار والتصريف الصناعي والمدني، والترسيب بتكوينه مركبات غير ذائبة في الماء فضلاً عن مقدار الأمتزاز الحياتي لأيون المغنيسيوم من قبل النباتات والذي يعتمد على مواصفات المياه من درجة حراره و pH وتركيز الأوكسجين الذائب في الماء والذي يسجل اعلى مستويات الأستهلاك في الربيع والصيف بسبب ازدهار النباتات وهذا مايفسر انخفاض معدلات التراكيز في أشهر الربيع (26)، وبالأتجاه نحو الأشهر (مايس- أيلول) عاودت المعدلات المسجلة الارتفاع وبفروقات معنوية عالية عن تلك المعدلات المسجلة في اشهر الربيع بتأثير العواصف الترابية الا انها بقيت اقل من تلك المعدلات المسجلة في أشهر الشتاء (الشكل، 7)، ويعود ذلك الى أسباب قد تتعلق بالتركيب المعدني المكون للدقائق التربة المحمولة بالعاصفة الترابية ومصدرها (29).

وأظهرت النتائج وجود فروقات معنوية عالية بين مناطق النمذجة في معدلات التراكيز المسجلة $p = 0.0017$ ، واشتركت المناطق التابعة لمشروع ماء الكرخ (الخضراء، والبياع، والسيدية) بتسجيلها ادنى المعدلات الشهرية وبفروقات معنوية عالية عن باقي مناطق الدراسة لترتفع المعدلات كلما اتجهنا جنوباً نحو منطقة الزعفرانية التي سجلت أعلى المعدلات نتيجة لزيادة المصادر الخارجية المسببة للملوحة والعسرة التي تزداد مع مجرى النهر، هذا وكانت معدلات تراكيز الكالسيوم اعلى من معدلات تراكيز المغنيسيوم لجميع اشهر الدراسة وجميع المواقع، ويعود السبب في ذلك الى الطبيعة الكلسية للاراضي التي تجري فيها المياه، كما ان تفاعل ثنائي اوكسيد الكاربون مع الكالسيوم يكون اكبر واقوى من تفاعله مع المغنيسيوم ومن ثم فان كميات اكبر من الكالسيوم تتحول الى بيكاربونات ذائبة وتؤثر في العسرة.

ويعد المغنيسيوم من الأيونات الأساسية المسببة للعسرة في المياه، ويعد ذوبان الصخور الجيرية المصدر الأساسي له في الماء، وهو من العناصر الضرورية لنمو النبات ويلعب دوراً مهماً في التفاعلات الأنزيمية وبناء البروتين والأحماض النووية ورد الفعل العصبي العضلي والتقلص العضلي (8).



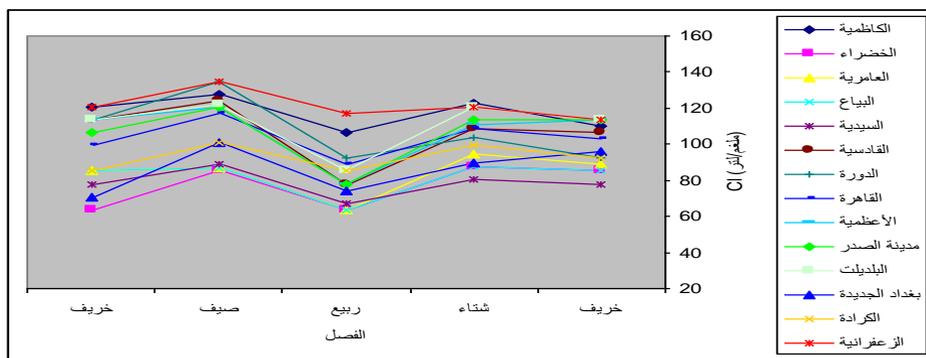
شكل (7): المعدلات الفصلية لتراكيز المغنيسيوم (ملغم/لتر) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

الكلوريدات :

أظهر التحليل الأحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية عالية $p=0.000$ بين المعدلات الشهرية لتراكيز الكلوريدات في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية، وسجلت أعلى المعدلات في شهر حزيران وبمعدل 170.2 ملغم/لتر في منطقة الزعفرانية مقابل أدنى المعدلات التي سجلت في شهر تشرين الأول وبمعدل 42.5 ملغم/لتر في منطقة السيدية. واشتركت المعدلات الشهرية للتراكيز المسجلة في شهر تشرين الثاني بارتفاع معدلاتها و بفروقات معنوية عالية عن تلك المعدلات المسجلة في شهر تشرين الأول والذي قد يكون ناتجاً من استعمال الكميات الإضافية من الشب في حملة الصيانة المذكورة سابقاً مما أدى الى ارتفاع تراكيز الكلوريدات في فصل الخريف بوصفها شوائب مع الشب (6).

واستمرت المعدلات المسجلة بمستوياتها المرتفعة في أشهر الشتاء لتسجل أعلى معدلاتها في شهري كانون الأول وكانون الثاني بفعل الأمطار والأنجراف من الأراضي المجاورة لمجرى النهر التي تشكل مصدراً رئيساً للكلوريدات، ثم اتجهت المعدلات نحو الانخفاض باتجاه أشهر الربيع مسجلة أدنى معدلاتها في شهر نيسان بسبب انخفاض كمية الأمطار والتصريف، وبالتالي باتجاه نحو أشهر الصيف أخذت المعدلات بالارتفاع بتأثير

العواصف الترابية التي شهدتها المنطقة وكثافتها (33) مسجلة اعلى معدلاتها في شهر حزيران، لتتجه بعدها نحو الانخفاض باتجاه شهر أيلول (الخريف) والذي شهد بداية انحسار موجة العواصف الترابية (الشكل، 8)، كما أظهرت نتائج التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.000$ بين العينات في معدلات تراكيز الكلوريدات المسجلة، واشتركت النماذج التابعة لمشروع ماء الكرخ (الخضراء، والعامرية، والبياع، والسيدية) وبغداد الجديدة التابعة لمشروع ماء الوحدة بتسجيلها ادنى المعدلات الشهرية للتراكيز وبفروقات معنوية عالية عن باقي مناطق الدراسة، واتجهت المعدلات المسجلة نحو الارتفاع بالاتجاه جنوباً بسبب زيادة مصادر التلوث على طول مجرى النهر وصولاً الى منطقة الزعفرانية التي سجلت اعلى معدلات تراكيز الكلوريدات، وتعد الكلوريدات من الأملاح واسعة الانتشار في الطبيعة، توجد بأشكال عدة تشمل أملاح الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم مشكلة ما يقارب 0.05% من الغلاف الصخري، اذ تدخل الى المياه السطحية من مصادر عدة تشمل نوبان الأملاح العضوية والللاعضوية في المياه ومياه المبالز وسقي الأراضي الزراعية والطروحات الناتجة من النشاطات الصناعية والنفطية ومياه الصرف الصحي (19).



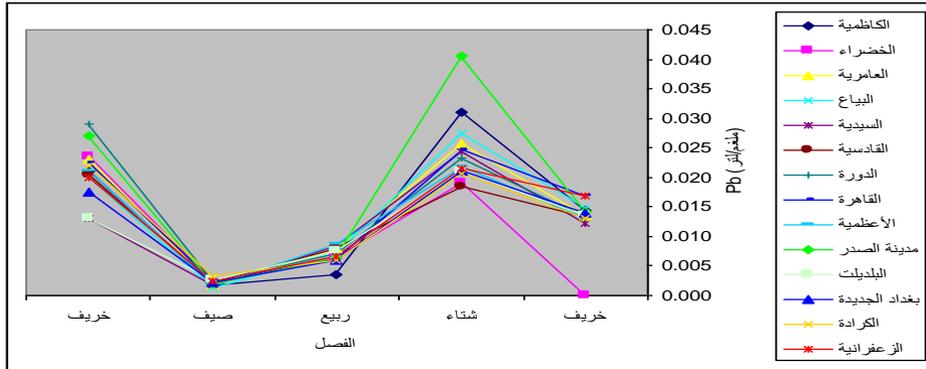
شكل (8): المعدلات الفصلية لتراكيز الكلوريدات (ملغم/لتر) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

الخصائص :

أظهر التحليل الأحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.00000$ بين المعدلات الشهرية لتراكيز الرصاص في نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية، وتراوحت المعدلات المسجلة ما بين (0.000-0.091 ملغم/لتر) وسجلت ادنى المعدلات في أشهر (تشرين الأول، وحزيران، وآب)، بينما سجلت أعلى المعدلات في شهر كانون الأول في مدينة الصدر، واشتركت معدلات التراكيز المسجلة في بعض أشهر الخريف في بداية مدة الدراسة ونهايتها وبعض أشهر الشتاء (تشرين الأول، وكانون الأول، وكانون الثاني، وأيلول) بتسجيلها أعلى المعدلات وبفروقات معنوية عالية عن باقي أشهر الدراسة (الشكل، 9)، ويعود ذلك الى تأثير الأمطار التي تعمل على غسل مصادر التلوث من هواء و تربة والحاوية على تراكيز عالية من الرصاص وجرفها الى الأنهار (2)، اما عن ارتفاع معدلات التراكيز المسجلة في شهر تشرين الأول بالرغم من حملة الصيانة للسيطرة على تآكل الأنابيب سابقة الذكر فقد يكون ناتجاً من ارتفاع تراكيز الكلوريدات او قد نتج عن طول مدة احتفاظ الأنابيب بالمياه (34)، فقد تطلبت حملة الصيانة المذكورة قطع مرور تيار مياه الشرب لمدة 24 ساعة في جانب الكرخ تلتها مباشرة 24 ساعة من القطع في جانب الرصافة مما أدى الى حبس مياه الشرب في انابيب شبكة التوزيع، والذي قد يكون سبباً في زيادة التراكيز، ولم تظهر نتائج التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية بين المناطق في معدلات تراكيز الرصاص المسجلة $p = 0.999$ ، هذا ولم تطابق غالبية النتائج حدود المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب رقم 417 والمحددة بـ 0.01 ملغم/لتر، ويعود ذلك الى زيادة مصادر التلوث بالرصاص ابتداءً من المصادر المؤثرة في المياه السطحية مثل معامل سبك الرصاص والبطاريات والتي تلقي بدفق مياه الفضلة الصناعية الى نهر دجلة دون معالجة وانتهاء بأنظمة السبك والوصلات المستخدمة لربط أنابيب شبكة التوزيع.

يدخل الرصاص الى المياه السطحية من المصادر الطبيعية، أما في مياه الشرب فيوجد نتيجة للحث من الأنابيب والوصلات وانظمة السباكة والربط بشبكات التوزيع، وتعتمد كمية الرصاص المتأتية من أنظمة الأنابيب والسبك على عوامل عدة مثل pH، ودرجة حرارة وعسرة المياه، ومدة بقائها في الأنابيب، وقد قدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA أن مياه الشرب توفر ما معدله 10% - 20% من التعرض البشري للرصاص، ونتيجة لخواص التراكمية والسمية العالية فإن التعرض ولو لتراكيز قليلة يسبب العديد من التأثيرات الصحية خاصة لدى الأطفال والرضع والنساء الحوامل الذين هم الأكثر حساسية للتأثيرات الضارة

النتيجة من التعرض للرصاص (13).



شكل (9): المعدلات الفصلية لتراكيز الرصاص (ملغم/لتر) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

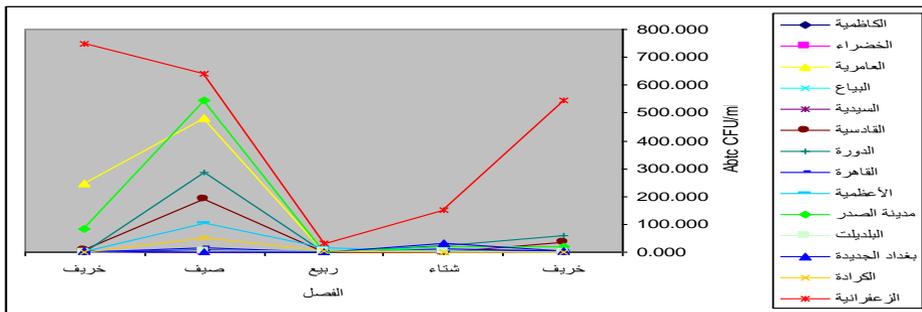
الفحوصات المايكروبية:

العدد الكلي للبكتيريا الهوائية ABTC:

اشتركت المعدلات التابعة لفصل الصيف لاسيما لشهري حزيران وتموز بتسجيلهما أعلى المعدلات وبفروقات معنوية عالية عن باقي أشهر الدراسة والذي قد يعود الى عدة عوامل كملئمة درجات الحرارة للنمو ونشاط الأحياء المجهرية، وزيادة تراكيز المواد الغذائية من مواد عضوية ولاعضوية واملاح في مصادر المياه السطحية بتأثير العواصف الترابية التي شهدتها المنطقة في المدة (مايس- حزيران) التي شجعت زيادة الكتلة الحية في المياه، حيث اظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود ارتباط موجب عالي المعنوية بين Abtc والعكر $r=0.852$ ، واشتركت النماذج التابعة لمنطقة الزعفرانية بتسجيلها اعلى معدلات الـ ABTC وبفروقات معنوية عالية عن معظم باقي مناطق الدراسة (الشكل، 10)، ويعود ذلك الى أسباب قد تتعلق بقدم مشاريع الأسالة (مشروع ماء الرشيد) وعدم القدرة على تلبية الاحتياج المتزايد لمياه الشرب، فضلاً عن عدم جودة عمليات الترشيح وارتفاع معدلات العكر والتي لعبت دوراً مهماً في تقليل كفاءة عملية التطهير بتوفير الحماية والمأوى للبكتيريا وتسهيل مرورها خلال أنظمة التوزيع (10)، وظروف ارتفاع معدلات pH التي زادت من قابلية امتزاز البكتيريا على سطوح الدقائق العالقة (30)، وانخفاض تراكيز الرصاص والذي أظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتباطه ارتباطاً سالباً عالي المعنوية مع معدلات أعداد ABTC $r=-$

0.603، فضلا عن الأسباب المتعلقة بانخفاض جرع الكلور والشب المضافة والتكسرات والعيوب المتكررة التي تعاني منها انابيب شبكة التوزيع والتي زادت من كمية المياه الناضحة والمتسربة الى البيئة المحيطة بالأنابيب مؤدية الى تلوثها وانتقال هذا التلوث الى شبكة مياه الشرب لاسيما في حالة شحتها واستخدام المضخات لسحب المياه من الشبكة مباشرة ومن ثم زيادة احتمالية التلوث نتيجة انخفاض الضغوط ودخول مياه الصرف الصحي او المياه الجوفية الملوثة اليها، وهو من الأختبارات المهمة في مجال الفحوصات المايكروبية للمياه التي تعطي تقديرا للعدد الكلي للبكتيريا في عينة المياه والتي يمكن أن تتطور الى مستعمرات مرئية على الأوساط المغذية تحت ظروف موصوفة من الحرارة ومدة الحضان (16).

ويعد تقدير العدد الكلي للبكتيريا الهوائية مقياسا عاما لنوعية المياه في شبكة التوزيع، ودليلا على جودة عمليات معالجة المياه وسلامة أنظمة التوزيع، وملاءمة المياه للشرب والصناعات الغذائية ومؤشرا مهما للتغيرات التي ممكن أن تحدث في نوعية المياه خلال مراحل الخزن والتوزيع، والكشف عن فقدان التأثير التطهيري للكلور (27).

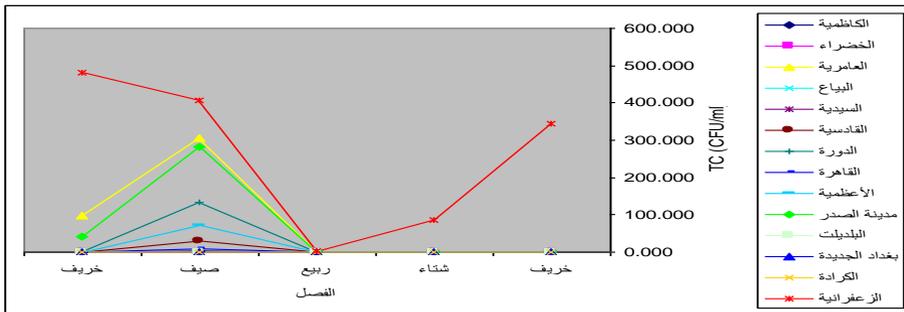


شكل (10): المعدلات الفصلية للعدد الكلي للبكتيريا الهوائية (CFU/ml) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

العدد الكلي لبكتيريا القولون TC:

يوضح (الشكل، 11) المعدلات الفصلية للعدد الكلي لبكتيريا القولون TC في عينات مياه الشرب من الأحياء السكنية، وتراوحت المعدلات المسجلة ما بين (0-799) خلية/مل وأخذت المعدلات المسجلة ذات الاتجاه الذي سلكته معدلات اعداد البكتيريا الهوائية وبأرتباط موجب عالي المعنوية فيما بينهما $r = 0.985$ ، وسجلت اعلى المعدلات في فصل الصيف لاسيما شهر تموز الذي سجل إرتفاعاً ويفرق معنوي عالٍ عن باقي اشهر الدراسة، ويعود السبب في ذلك الى ملائمة درجات الحرارة للنمو المايكروبي فضلا عن ارتفاع معدلات العكر والذي أظهرت النتائج وجود ارتباط موجب عالي المعنوية بين معدلاته واعداد TC $r = 0.864$ ، فضلاً عن ارتفاع معدلات pH وتركيز املاح الكالسيوم بتأثير العواصف الترابية التي زادت من قابلية إمتزاز البكتيريا من قبل الدقائق العالقة والتصاق البكتيريا بها (30).

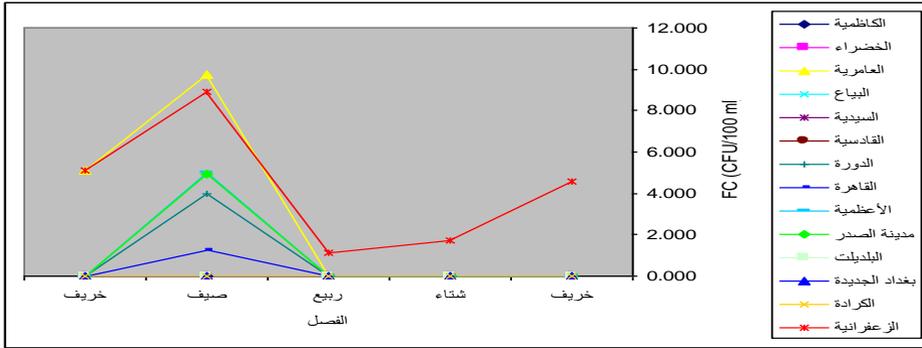
وأظهرت النتائج وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.0001$ بين مناطق المعاينة في معدلات اعداد TC المسجلة واشتركت العينات التابعة لمنطقة الزعفرانية بتسجيلها اعلى معدلات الأعداد وبفروقات معنوية عالية عن باقي المناطق ويعود ذلك الى زيادة مصادر التلوث التي تلقي بدفق فضلاتها الى مجرى النهر بالاتجاه جنوباً ما ادى الى زيادة اعداد TC والى اسباب تتعلق بقدم المشاريع وعدم جودة عمليات الترسيب والترشيح وعدم ضبط كميات جرع الشب والكلور المضافة، وانخفاض تأثير المطهر نتيجة لطول المسافة التي تقطعها المياه في الأنابيب لاسيما بالقرب من نهايات شبكة التوزيع، وتعد بكتيريا القولون أحد المؤشرات المايكروبية المهمة التي توفر معلومات أولية عن احتمال وجود التلوث البرازي في المياه لسهولة الكشف عنها وتعدادها (16).



شكل (11): المعدلات الفصلية أعداد بكتيريا القولون (CFU/ml) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

بكتيريا القولون البرازية FC :

اشتركت المعدلات الفصلية المسجلة في أشهر الصيف بأرتفاع معدلاتها وبفروقات معنوية عالية عن باقي أشهر الدراسة (الشكل، 12)، ويعود ذلك الى ملائمة درجات الحرارة للنمو والنشاط المايكروبي، فضلا عن مساهمة بعض العوامل الفيزيوكيميائية التي ساعدت على حماية البكتريا أو وفرت الظروف الملائمة للعيش نتيجة لتأثير العواصف الترابية التي تعرضت لها المنطقة خلال هذه المدة فأرتفاع، معدلات العكر وتراكيز املاح الكالسيوم والمغنيسيوم ومعدلات pH، وظروف انخفاض معدلات تراكيز الرصاص ساعدت معاً في دعم ارتباط البكتريا بالدقائق العالقة والسطوح الصلبة وتوفير الحماية لها فضلاً عن تقليل التأثير التطهيري للكلور (30)، حيث اظهرت نتائج التحليل الأحصائي وجود ارتباط موجب عالي المعنوية بين معدلات الـ FC ومعدلات اعداد ABTC و TC ومعدلات العكر على التوالي ($r = 0.969, 0.978, 0.891$) وارتباط سالب عالي المعنوية مع معدلات تراكيز الرصاص $r = -0.589$ ، واشتركت معدلات الأعداد المسجلة في منطقتي العامرية والزعفرانية بتسجيلهما أعلى معدلات أعداد FC وبفروقات معنوية عالية عند باقي مناطق الدراسة، ويعود ذلك الى أسباب قد تتعلق بقدّم المشاريع وبعض المشاكل التشغيلية في بعض مشاريع الأسالة تتعلق بعدم جودة عمليات الترسيب والترشيح في إزالة بكتريا القولون البرازية نتيجة لعدم نظافة هذه الأحواض (17)، أو عطل مضخات الكلور أو الشب أو عدم ضبط الجرعة المضافة أو عدم تأمين زمن التماس الملائم لضمان القضاء على البكتريا المرضية قبل الضخ، كذلك فإن وجود بكتريا FC في مياه شبكة التوزيع التي يجب ان تكون خالية منها يشير الى وجود تلوث من مصادر خارجية تطور الى تلوث داخل شبكات التوزيع نتيجة التكررات والتشققات في أنابيب الشبكة والذي يؤدي الى إختلاط مياه الشرب مع المياه الملوثة الناتجة من النضوحات في شبكة الصرف الصحي أو من المياه الجوفية.



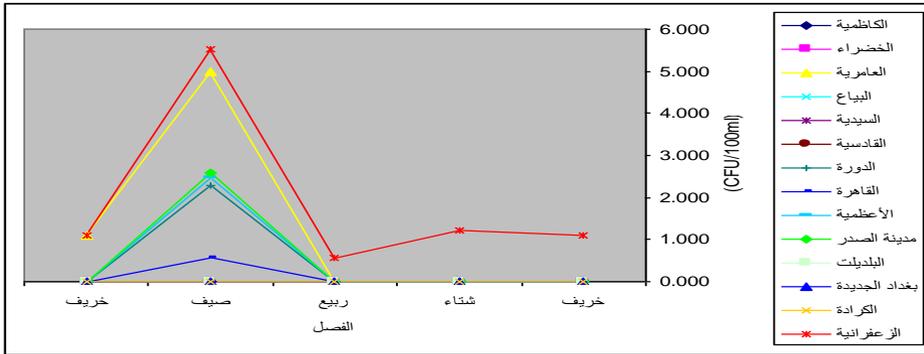
شكل (12): المعدلات الفصلية لأعداد بكتيريا القولون البرازية (CFU/100m) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

بكتيريا المسببات البرازية FS:

يعد وجود المسببات البرازية FS في المياه دليلاً على التلوث البرازي وذلك لوجودها في أمعاء الإنسان والحيوان، وتأتي أهميتها الكبيرة نتيجة لمقاومتها لعمليات التعقيم وظروف الجفاف أكثر مما هي عليه الحال مع بكتيريا *E. coli* (16).

أظهرت نتائج التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية $p = 0.028$ بين المعدلات الشهرية لأعداد بكتيريا FS في عينات مياه الشرب من الأحياء السكنية، وتراوح المعدلات الشهرية المسجلة ما بين (0.0 - 9.2) CFU/100ml، وسجلت أعلى المعدلات في أشهر الصيف في مناطق العامرية والدورة ومدينة الصدر والزعفرانية (الشكل، 13)، واشتركت المعدلات الشهرية المسجلة في شهري حزيران وتموز بارتفاع معدلاتها وبفروقات معنوية عالية عن باقي أشهر الدراسة، ويعود ذلك إلى أسباب مشابهة لما ذكر سابقاً مع بكتيريا القولون والقولون البرازية (30) فضلاً عن ظروف انخفاض تراكيز الرصاص نتيجة لزيادة كميات كاربونات الكالسيوم المترسبة، حيث أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود ارتباط سالب عالي المعنوية بين تراكيز الرصاص وأعداد بكتيريا FS ($r = -568$)، وأظهر التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية بين مناطق الدراسة في معدلات أعداد FS المسجلة ($p = 0.001$)، واشتركت النماذج التابعة لمنطقتي العامرية والزعفرانية بتسجيلهما أعلى معدلات أعداد FS وبفروقات معنوية عالية عن باقي مناطق الدراسة، ويعود ذلك لأسباب تتعلق بقدوم المشاريع وبعض المشاكل التشغيلية في بعض مشاريع الأسالة تتعلق بعدم جودة عمليات الترسيب والترشيح نتيجة لعدم نظافة هذه

الأحواض (5)، او عطل مضخات زرق الكلورين او الشب او عدم ضبط الجرعة المضافة وعدم تأمين زمن التماس الكافي مع الكلورين لضمان القضاء على البكتريا المرضية قبل الضخ الى شبكة التوزيع، حيث تقوم معظم إسلالات الماء بضخ الماء والكلورين للمستهلك مباشرة دون توفير زمن التماس المطلوب ونتيجة لذلك يتسلم المستهلك مياه غير صالحة للشرب خاصة في بدايات الشبكة، او انخفاض كميات المطهر نتيجة لطول المسافة التي تقطعها المياه في الأنابيب خاصة بالقرب من نهايات شبكة التوزيع، فضلاً عن اسباب تتعلق بالتكسرات في انابيب شبكة التوزيع التي تؤدي الى حصول حالات التلوث نتيجة لدخول المياه الملوثة الناتجة اما من النضوحات في شبكة الصرف الصحي او من المياه الجوفية حيث اظهرت نتائج نسب FS:FC التي تراوحت ما بين (1.3 – 4.6) ان مصدر التلوث البرازي هو الفضلات البشرية.

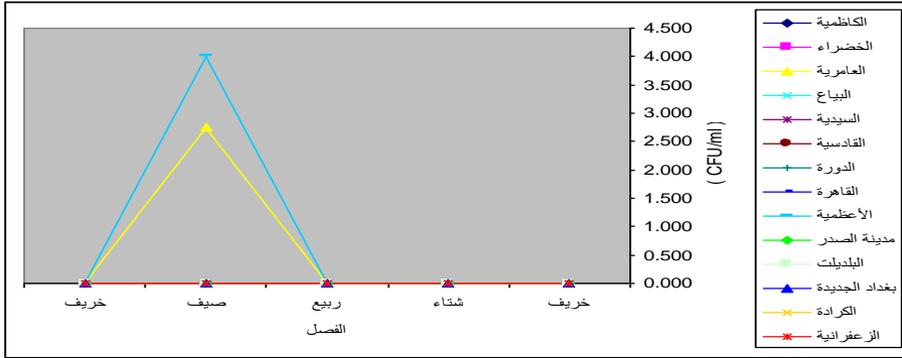


شكل (13): المعدلات الفصلية لأعداد بكتيريا المسببات البرازية (CFU/100ml) لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

بكتيريا الزائفة الزنجارية *Pseudomonas aeruginosa* :

تعد بكتيريا الزائفة الزنجارية جزءاً من الفلورا الطبيعية Normal flora في الإنسان والحيوان، واستناداً الى (20) فأنها لا تشكل خطراً على الأشخاص الأصحاء، الا انها تسبب المشاكل الصحية للأشخاص المصابين بضعف جهاز المناعة، وتكمن أهميتها في انتشارها الواسع وتحملها لظروف البيئية المختلفة فهي تستطيع العيش في التربة والمستنقعات واحياناً في مياه الشرب والماء المقطر. لم تظهر نتائج التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية بين المعدلات الشهرية لأعداد بكتيريا الزائفة الزنجارية في عينات مياه الشرب من الأحياء السكنية

$p = 0.802$ ، وتراوحت المعدلات المسجلة ما بين (0 - 10) خلية/ مل، وسجلت اعلى المعدلات في فصل الصيف (شهر تموز) في منطقة الأعظمية (الشكل، 14)، بينما اظهر التحليل الأحصائي وجود فروقات معنوية عالية بين مناطق الدراسة في معدلات الأعداد المسجلة $p=0.034$ ، واشتركت النماذج التابعة لمنطقتي العامرية والأعظمية بتسجيلهما اعلى المعدلات وبفروقات معنوية عالية عن باقي مناطق الدراسة، ويعود ذلك الى اسباب تتعلق بحدوث خلل في أنابيب شبكة التوزيع كالتكسرات والأختلاط مع السوائل المحيطة بالأنابيب، وأظهرت نتائج التحليل الأحصائي وجود ارتباط موجب عالي المعنوية بين معدلات اعداد بكتريا الزائفة الزنجارية $r = 0.861, 0.772, 0.851, 0.867$ ، ومعدلات العكر، TC, ABTC, FC , FS على التوالي.



شكل (14): المعدلات الفصلية أعداد بكتيريا الزائفة الزنجارية لنماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة.

بكتريا السالمونيلا *Salmonella spp* :

من التجارب الخاصة بالكشف عن بكتيريا السالمونيلا، لم نتمكن من عزل هذه البكتيريا طيلة مدة الدراسة الحالية وذلك لأسباب تتعلق بأسلوب الكشف المستخدم وتأثر البكتيريا بالفعل التنافسي ومدة حياتها القصيرة.

النسب المئوية للفشل في تطبيق بعض متطلبات المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب
رقم 417 :

المتطلبات الفيزيوكيميائية:

أظهرت نتائج الدراسة الحالية فشل 35.42% من نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية في تطبيق المتطلبات الفيزيوكيميائية الواردة في المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب رقم 417 لسنة 2000 والصادرة عن الجهاز المركزي للنقييس والسيطرة النوعية (الجدول، 1). وسجلت أعلى نسب الفشل في العينات التابعة لجانب الرصافة وبنسبة 19.05% مقابل 16.37% في النماذج التابعة لجانب الكرخ، أما على صعيد مناطق النمذجة فقد سجلت أعلى نسب الفشل في النماذج التابعة لمنطقة الزعفرانية بـ 4.17% من النسبة الكلية للفشل مقابل أدنى النسب المسجلة في العينات التابعة لمنطقة الخضراء وبحدود 1.79% من النسبة الكلية للفشل، ويعود ذلك الى أسباب تتعلق بجودة عمليات المعالجة في مشاريع الأسالة وكمية الملوثات الموجودة في مصدر المياه والتي تزداد بالاتجاه جنوبا مع زيادة المصادر التي تلقي بدفق ملوثاتها على طول مجرى النهر، وترجع أعلى نسب الفشل في تطبيق المتطلبات الفيزيوكيميائية الى الرصاص الذي تجاوزت تراكيزه حدود المواصفة القياسية العراقية لتسجل نتائجه فشلا بنسبة 33.93% من أصل العدد الكلي لنماذج مياه الشرب قيد الدراسة، وتوزعت ما بين 16.67% في عينات المياه التابعة لجانب الكرخ مقابل 17.26% في العينات التابعة لجانب الرصافة.

أما العكر فقد سجلت مستوياته فشلاً بنسبة 5.06% من العدد الكلي لنماذج مياه الشرب، عاد منها 0.3% الى العينات التابعة لجانب الكرخ، مقابل 4.76% الى العينات التابعة لجانب الرصافة مسجلة أعلى النسب في العينات التابعة لمنطقة الزعفرانية، ويعود ذلك الى اسباب تتعلق بعدم جودة عمليات الترسيب والترشيح في مشروع ماء الرشيد والذي سجل أدنى معدلات إزالة العكر من بين مشاريع الأسالة في مدينة بغداد (5).

وسجلت معدلات أس الهيدروجين pH المقاسة فشلا في 1.79% من العدد الكلي لعينات مياه الشرب قيد الدراسة توزعت ما بين 0.60% الى العينات التابعة لجانب الرصافة و1.19% للعينات التابعة لجانب الكرخ، ويعود ذلك الى تأثير دفق الملوثات ذات الطبيعة الحامضية والمطروحة الى مجرى النهر من محطة كهرباء الدورة.

اما تراكيز العسرة الكلية TH فقد تجاوزت 28 عينة من نماذج مياه الشرب قيد الدراسة حدود المواصفة القياسية العراقية لتسجل فشلاً بنسبة 8.33% من العدد الكلي

للعينات توزعت ما بين 4.46% للعينات التابعة لجانب الكرخ و 3.87% للعينات التابعة لجانب الرصافة.

المتطلبات الصحية:

أظهرت النتائج ان 25% من عينات مياه الشرب قيد الدراسة لا تطابق المتطلبات الصحية الواردة في بنود المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب الصادرة عن الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية (الجدول، 2)، وكانت أعلى نسب عدم المطابقة في عينات المياه التابعة لجانب الرصافة وبنسبة 16.67% مقابل 8.33% في العينات التابعة لجانب الكرخ.

أما على صعيد مناطق المعاينة فقد سجلت أعلى نسب عدم المطابقة في العينات التابعة لمنطقة الزعفرانية بـ 5.95% من النسبة الكلية للفشل مقارنة بالعينات التابعة لمناطق (الخضراء والسيدية والبياع والبلديات) التي لم تسجل حالات عدم مطابقة المتطلبات الصحية على مدى مدة الدراسة، وعادت أعلى نسب عدم المطابقة للمتطلبات الصحية الى العدد الكلي للبكتيريا الهوائية ABTC والذي سجلت معدلاته في نماذج مياه الشرب عدم مطابقة بنسبة 25% من العدد الكلي لعينات مياه الشرب قيد الدراسة، توزعت ما بين 8.33% لعينات المياه في جانب الكرخ، مقابل 16.67% للعينات التابعة لجانب الرصافة، ويعود ذلك الى أسباب تتعلق بكمية الملوثات في المياه الخام المجهزة لمشاريع الأسالة التي تزداد بزيادة دفق الملوثات غير المعالجة التي تدخل مجرى النهر والناجمة من النشاطات المدنية والصناعية، فضلاً عن جودة عمليات التطهير في مشاريع الأسالة من نواحي كميات جرع الشب والكلور المضافة وتوفير زمن التماس الملاءم لضمان عملية تطهير ناجحة.

أما على صعيد بكتيريا مؤشرات التلوث البرازي، فقد سجلت نتائج العدد الكلي لبكتيريا القولون TC عدم مطابقة بنسبة 17% من العدد الكلي للنماذج توزعت ما بين 5.36% للعينات التابعة لجانب الكرخ، مقابل 11.9% للعينات التابعة لجانب الرصافة، أما بكتيريا القولون البرازية FC فقد أسهمت بنسبة 11% من العدد الكلي للعينات توزعت ما بين 3.27% للعينات التابعة لجانب الكرخ مقابل 7.74% للعينات التابعة لجانب الرصافة، اما بكتيريا المسبقيات البرازية فقد أدى وجودها الى عدم مطابقة 9% من العدد الكلي للعينات تراوحت ما بين 2.68% للعينات التابعة لجانب الكرخ و 6.55% للعينات التابعة لجانب الرصافة. ويعود ذلك الى أسباب تتعلق بحالة أنابيب شبكة التوزيع من تكسرات وتآكل وتجاوزات وضغط راجع والناجم من استخدام المضخات لسحب المياه من الشبكة مباشرة

وأختلاط مياه الشرب مع نضوحات شبكة تصريف المجاري.

المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك مجلد (2) عدد (4) 2010.

جدول (1): النسب المئوية للنماذج المخالفة للمعايير الفيزيوكيميائية الواردة في المواصفة القياسية العراقية رقم 417 لنماذج مياه الشرب قيد الدراسة.

النسب السنوية للمناطق	الرصاص Pb		العسرة الكلية TH		رقم الهيدروجين pH		العكر Turbidity		المناطق	ت
	النسبة المئوية % للغفل	عدد النماذج الفاشلة								
%2.98	%2.98	10	%2.08	7	% 0.00	0	% 0.00	0	الكاظمية	1
%1.79	%1.79	6	%0.00	0	% 0.00	0	% 0.00	0	الخضراء	2
%2.38	%2.38	8	%0.00	0	% 0.00	0	% 0.00	0	العامرية	3
%2.38	%2.38	8	%0.00	0	% 0.00	0	% 0.30	1	البياع	4
%2.08	%2.38	8	%0.00	0	%0.60	2	% 0.00	0	السيدية	5
%2.38	%2.38	8	%0.89	3	% 0.00	0	% 0.00	0	القادسية	6
%2.38	%2.38	8	%1.49	5	%0.60	2	% 0.00	0	الدورة	7
%16.37	16.67%	56	%4.46	15	%1.19	4	% 0.30	1	المجموع	الكرخ
%2.38	%2.38	8	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.00	0	الفاهرة	8
%2.98	%2.98	10	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.60	2	الأعظمية	9
%2.38	%2.38	8	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.00	0	مدينة الصدر	10
%2.38	%2.38	8	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.00	0	البديلت	11
%2.38	%2.38	8	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.00	0	بغداد الجديدة	12
%2.38	%2.38	8	% 0.00	0	% 0.00	0	%0.00	0	الكرادة	13
%4.17	%2.38	8	%3.87	13	%0.60	2	%4.17	14	الزعرانية	14
%19.05	%17.26	58	%3.87	13	%0.60	2	%4.76	16	المجموع	لرصافة
%35.42	%33.93	114	%8.33	28	%1.79	6	%5.06	17	المجموع الكلي	
			%16.37						النسبة المئوية لغفل نماذج مياه الشرب في مناطق الكرخ	
			%19.05						النسبة المئوية لغفل نماذج مياه الشرب في مناطق الرصافة	
			%35.42						النسبة المئوية الكلية لغفل نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة	

المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك مجلد (2) عدد (4) 2010.

جدول (2): النسب المئوية النماذج المخالفة لبعض المعايير الصحية الواردة في المواصفة القياسية العراقية رقم 417 لنماذج مياه الشرب قيد الدراسة.

النسب السنوية للمناطق	بكتيريا الزائفة الزنجارية		بكتيريا المسببات البرازية FS		بكتيريا القولون البرازية FC		العدد الكلي لبكتيريا القولون		العدد الكلي للبكتيريا الهوائية		المناطق	ت
	النسبة المئوية للفشل %	عدد النماذج الفاشلة	النسبة المئوية للفشل %	عدد النماذج الفاشلة	النسبة المئوية للفشل %	عدد النماذج الفاشلة	النسبة المئوية للفشل %	عدد النماذج الفاشلة	النسبة المئوية للفشل %	عدد النماذج الفاشلة		
%0.60	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.60	2	%0.60	2	الكاظمية	1
%0.00	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	الخضراء	2
%2.98	%1.19	4	%2.08	7	%2.68	9	%2.98	10	%2.98	10	العامرية	3
%0.00	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	البياع	4
%0.00	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	السيدية	5
%1.79	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%1.19	4	%1.79	6	القادسية	6
%2.98	%0.00	0	%0.60	2	%0.60	2	%0.60	2	%2.98	10	الدورة	7
%8.33	%1.19	4	%2.68	9	%3.27	11	%5.36	18	%8.33	28	المجموع	الكرخ
%1.79	%0.00	0	%0.60	2	%0.60	2	%1.19	4	%1.79	6	القاهرة	8
%2.98	%0.89	3	%1.49	5	%1.79	6	%2.38	8	%2.98	10	الأعظمية	9
%4.17	%0.00	0	%0.89	3	%1.19	4	%3.57	12	%4.17	14	مدينة الصدر	10
%0.00	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	البلديت	11
%0.60	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.60	2	بغداد الجديدة	12
%1.19	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%0.00	0	%1.19	4	الكرادة	13
%5.95	%0.00	0	%3.57	12	%4.17	14	%4.76	16	%5.95	20	الزعرانية	14
%16.67	%0.89	3	%6.55	22	%7.74	26	%11.90	40	%16.67	56	المجموع	الرصافة
%25	%2	7	%9	31	%11	37	%17	58	%25	84	المجموع الكلي	
					%8.33							النسبة المئوية لفشل نماذج مياه الشرب في مناطق الكرخ
					%16.67							النسبة المئوية لفشل نماذج مياه الشرب في مناطق الرصافة
					%25.00							النسبة المئوية الكلية لفشل نماذج مياه الشرب من الأحياء السكنية قيد الدراسة

المصادر

1. الجبوري، خضير جاسم محمد. (2007). ملوثات الماء ومواصفات مياه الشرب وخطط توفيرها لمدينة بغداد. الندوة التخصصية نحو ماء شرب صحي وسليم للمواطن العراقي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، مركز بحوث السوق وحماية المستهلك.
2. السيد، جمال عويس. (2000). الملوثات الكيميائية للبيئة. دار الفجر للنشر والتوزيع، الهرم، مصر.
3. العكيلي، نهله حاتم. (2007). الواقع البيئي لمياه الشرب في محافظة بغداد. الندوة التخصصية نحو ماء شرب صحي وسليم للمواطن العراقي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، مركز بحوث السوق وحماية المستهلك.
4. عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سلمان. (1990). الهندسة العملية للبيئة فحوصات الماء. دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل. 112-133.
5. الفتلاوي، يعرب فالح خلف. (2007). تقييم كفاءة مشاريع إسالة الماء في بغداد. اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد. كلية العلوم.
6. محمد، أحمد بكر. (1988). تأثير نوعية المياه الخام لنهر دجلة على كفاءة محطات تصفية المياه. رسالة ماجستير، الهندسة المدنية، جامعة الموصل.
7. الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي. (2008). الحالة الجوية المتوقعة للعراق ليوم الأربعاء 2008/5/7. وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي. 4.
8. Abed, K. F. and Alwakeel, S. S. (2007). Mineral and microbial content of bottled and tap water in Riyadh, Saudi Arabia. Middle-East J. Sci. Res. 2(3): 151-156.
9. Acumedia Manual. (2004). Acumedia Manual and Protect Information Sheets, Acumedia Manufacturers Inc., USA, Canada. 3.
10. Allen, M. J.; Brecher, R. W.; Copes, R.; Chair, and Payment, S. E. (2008). Turbidity and Microbial Risk in Drinking Water. The Minister of Health, Province of British Columbia. 47.
11. AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 18th ed., Edited by: Horwitz, W. and G. W. Latimer, AOAC International.

12. APHA, AWWA and WFF. (2005). Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 21th ed., edited by: Eaton, A. D.; L. S. Clesceri.; E. W. Rice.; and A. E. Greenberg. American Water Work Association and Water Environment Federation, USA.
13. AWWA . (2008). Lead Fact Sheet. American Water Work Association, Office of Public Affairs, USA. 2.
14. Bates, B. C.; Kundzewicz, Z. W.; Wu, S. and Palutikof, J. P. (eds.) (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva. 210.
15. Cech, T. V. (2003). Principles of Water Resources History, Development, Management and Policy. John Wiley and Sons Inc. U.S.A. 446.
16. EPA. (2006). Distribution Systems Indicators of Drinking Water Quality. US. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
17. Hamsch, B. and Wener, P. (1993). Control of bacterial regrowth in drinking water treatment plants and distribution system. Water Supply, II. 299-308.
18. Halbeisen, J. (2003). Rely on pH for calcium needs. The Growers Solutions. 16: 1-4.
19. Health Canada. (1996). Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, 6th ed., Minister of Health, Canada Communication Publishing Group, Ottawa, Canada. 1-75
20. Hunter, P. R. (2003). Epidimological and Risk Assessment Evidence of Disease Linked to HPC Bacteria. In: Bartram, J.; J. Contruvo.; M. Exner.; C. Fricker. and A. Glasmocher. (Eds.). WHO, IWA. Publishing, London, UK.
21. Hp Technical Assistance. (1999). Understanding Electrical Conductivity, Hydrology Project, World Bank & Government of The Netherlands Funded, New Delhi, India. 30.
22. IMA-Europe. (2008). Industrial Minerals Your World is Made of Them: Lime. Industrial Minerals Association. European Lime Association. 2.
23. IRIN. (2009). IRAQ: Health Threat Posed by Agin Water Supply Networks. IRIN UN Office of The Coordination of Humanitarian Affairs. 2.
24. ISO. (2002). Microbiology-General Guidance on Methods for Detection of Salmonella. ISO 6579, 4th ed., International Standard, Geneva, Switzerland.

25. Johnson, M.; Meskhidze, N.; Solmon, F.; Fairlie, D.; Gasso, S.; Gaiero, D.; Jacob, D.; Yantosca, B. and Le Sager, P. (2009). Modeling Dust and Dissolved Iron Deposition to The Southern Ocean. Geos. Chem. Application, National Science Foundation NSF. Matthew Johnson North Carolina State University, 4th ed., GEOS- Chem Users Meeting. 24.
26. Koc, J.; Rafalowska, M. and Skwierawski, A. (2008). Changes in magnesium concentration and load in runoff water from nitrate vulnerable zones. J. Elementol. 13(4): 559-570.
27. Leclerc, H. (2003). Relationships Between Common Water Bacteria and Pathogens in Drinking Water. in: Heterotrophic Plate Counts and Drinking-Water Safety. Edited by Bartram, J.; J. Cotruvo.; M. Exner.; C. Frinker. and A. Glasmacher. WHO, IWA Publishing, London, UK. 81-118.
28. McCauley, A.; Jones, C. and Jacobsen, J. (2009). Soil pH: A C. Jones. and J. Jacobsen. Management Module, no. 8, Montana State University Extension (MSU), USA. 12.
29. Park, M.; Kim, Y. and Kang, C. (2002). Aerosol composition change due to dust storm: measurements between 1992 and 1999 at Gosan, Korea. Water, Air, and Soil Pollution, Focus. 3: 117-128.
30. Pedley, S.; Yates, M.; Schijven, J. F.; West, J.; Howard, G. and Barret, M. (2006). Pathogens: Health Relevance, Transport and Attenuation, In: WHO Protecting Ground Water for Health: Managing the Quality of Drinking Water Sources. Edited by Schmoll, O.; G, Howard.; J, Chilton. and I, Chorus. IWA Publishing, London, UK. 50-80.
31. SA Health. (2008) Health Implications of Increased Salinity of Drinking Water, Water Quality Fact Sheet. Government of South Australia. 2.
32. Skipton, S.; Varner, D.; Jasa, P.; Dvorak, B. and Kocher, J. (2004). Drinking Water: Hard Water. Neb Guide, University of Nebraska Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. 4.
33. Wang, Y.; Zhuong, G.; Sun, Y. and An, Z. (2005). Water-soluble part of the aerosol in the dust storm season evidence of the mixing between mineral and pollution aerosols. Atmospheric Environment. 39: 7020-7029.

- 34.** Washington State Development of Health. (2006). Lead in Drinking Water Fact Sheet. Washington State Development of Health, Division of Environmental Health, Office of Drinking Water. 2.

Comparative study about the safety of drinking water supplies in Baghdad City

M. A. AL-Rawi
College of Science, Uni. Of Baghdad

*S. M. Mahmood Razuki
COSQC, Iraq

Abstract

The monthly and seasonal averages of physiochemical and microbial properties of 336 drinking water samples collected from 14 sections in Baghdad city include (Al-Kadimiya, Al-Kadraa, Al-Ameriya, Al-Bayaa, Al-Saydiya, Al-Qadisiya, Al-Doora, Al-Qahera, Al-Aadamiya, Madenat Al-Sader, Al-Baladiyat, Baghdad Al-Jadeeda, Al-Karada and Al-Zaafaraniya) for 12 months were studied. The studied properties include the averages and concentrations of turbidity, pH, electrical conductivity, total dissolved solids, total hardness, calcium, magnesium, chloride, lead, aerobic bacterial total count, total and fecal coliform, fecal streptococci, *Pseudomonas aeruginosa*, and detection of *Salmonella*. The results clarified the failing of 25% samples in the application of the sanitary demands stated in the confirmed Iraqi standards that essentially referred to aerobic bacterial total count, and the failing of 33.42% samples in the application of physiochemical demands which essentially referred to lead concentrations. The samples from Al-Zaafaraniya station recorded the highest averages of the studied properties; while the samples from Al-Kadraa, Al-Bayaa, Al-Saydiya recorded the lowest averages. This study discussed the effects of seasons and maintenance measures on the studied properties. The correlations among the physiochemical and microbial properties.

* Part of M.Sc. thesis for the first author.