دراسة عن الخصائص الفيزيائية والعناصر الصغرى والسامة للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة الصرف الصحى بجدة

ماجد هاشم(*)، محمد حسن رمضان(*)، فهد البيشى(*)

المستخلص :

تعرضت مدينة جدة لنمو سكاني ملحوظ خلال العقود القليلة الماضية، وقد تم تطوير شبكة الصرف الصحي على نحو لا يواكب تطوير مثيلاتها من المرافق الأساسية الأخرى، ونتيجة لذلك فقد ارتفع منسوب المياه الجوفية وأصابها التلوث من جراء تغلغل مياه الصرف القادمة من الخزانات التحليلية. ويوجد بجدة عدد ٩ محطات معالجة مياه صرف صحي تعمل بنظام الحمأة النشطة. ويتم التخلص من جزء من التدفقات المعالجة فى رى الحدائق العامة والميادين والجزء الأخر بالتخلص في البحر. ويؤدى التخلص من التدفقات غير المعالجة بشكل جيد على الصحة العامة وعلى جودة مياه المسطح المائي المستقبل للصرف. ويهدف البحث الحالى إلى دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والعناصر الصغرى والسامة لثلاث محطات معالجة للصرف الصحى بجدة، ومطابقة مؤشرات التدفقات المعالجة مع المعايير التى أصدرتها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر.

وتبين أن نتائج الرقم الهيدروجينى للتدفقات المعالجة من المحطات تقع فى المدى بين ٦ ، ٩ وهذا المدى يوفر الحماية لاسماك المياه العذبة واللافقاريات المستقرة فى القاع اذا تم القاء هذه التدفقات فى المسطحات المائية. وتبين ارتفاع

(*) كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة جامعة الملك عبد العزيز- جدة.

نتائج الدراسة الحالية من التوصيل الكهربى والجوامد الكلية الذائبة والذى يعزى إلى ضخ المياه الجوفية ذات التركيز المرتفع من الكلوريدات إلى شبكة الصرف الصحى أثناء عملية البناء والتشييد، كما تبين من نتائج تركيز المواد العالقة أن هناك قصوراً فى المعالجة الثانوية فى محطات المعالجة، وقد تبين وجود تركيزات منخفضة من العناصر الصغرى والسامة، كما تبين تجاوز نتائج التركيزات الدنيا والقصوى والمتوسطة للمواد الصلبة العالقة بالتدفقات المعالجة لمحطات الدراسة الحالية المعيار المذكور باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة.

وقد أوصت الدراسة بأهمية تحسين كفاءة محطات المعالجة لانتاج تدفقات يمكن الاستفادة منها فى الري، والرقابة والرصد المستمر لكفاءة محطات المعالجة والتأكد من مطابقتها للمعايير، وتدعيم مختبرات محطات الصرف الصحي بالأجهزة المتطورة مع تدعيم المختبرات بالكودار الفنية المتخصصة، وعدم استقبال المحطات لأحمال هيدروليكية وعضوية تفوق قدرتها، والزام المنشأت الصناعية بعدم القاء التصرفات الصناعية الناتجة عن أنشطتهم بشبكة الصرف الصحى العامة الا بعد معالجتها معالجة مبدئية ومطابقتها للمعايير التى أشارت إليها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

المقدمة

اكتسبت مدينة جدة أهميتها التاريخية كميناء بحري نتيجة لموقعها على السهول الساحلية الممتدة على البحر الأحمر، هذا وأن كثيراً من الناس يقصدون أداء الحج جوا وبحراً عن طريق مدينة جدة. وقد تعرضت المدينة لنمو سكاني ملحوظ خلال العقود القليلة الماضية، وقد تم تطوير شبكة الصرف الصحي على نحو لا يواكب تطوير مثيلاتها من المرافق الأساسية الأخرى، ونتيجة لذلك فقد ارتفع منسوب المياه الجوفية وأصابها التلوث من جراء تغلغل مياه الصرف القادمة من الخزانات التحليلية "البيارات". (وزارة المياه والكهرباء– منطقة مكة المكرمة ، ٢٠٠٥م)

ويوجد بجدة عدد ٩ محطات معالجة مياه صرف صحي، وتبلغ الطاقة الفعلية لهذه المحطات ٢٧٥,٠٠٠ م٣/يوم تقريباً، وهو لايمثل كميات الصرف التى تنتج عن المدينة ويتم التخلص من الجزء الأكبر المتبقى بدون معالجة، وتعمل جميع المحطات بنظام الحمأة النشطة.

وقد صنف Russell et. al., 1970 المحتويات الموجودة في مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثانوية بشكل عام إلى أربعة محتويات هي مواد ذائبة عضوية ومواد ذائبة غير عضوية ومواد صلبة غير ذائبة وكائنات حية ممرضة. وتتكون المواد الصلبة غير الذائبة من المواد الصلبة العالقة وهي إما عضوية أو غير عضوية وعادة ما يتم إزالة من ٩٠٪ إلى ٩٥٪ منها بالمعالجة الثانوية ولكن نسبة الإزالة هذه غير كافية لجعل هذه المياه المعالجة صالحة لكثير من الاستعمالات.

ويتم التخلص من جزء من التدفقات المعالجة بمحطات معالجة الصرف الصحى بجدة فى رى الحدائق العامة والميادين والجزء الأخر بالتخلص في البحر. ويؤدى التخلص من التدفقات غير المعالجة بشكل جيد على الصحة العامة وعلى جودة مياه المسطح المائي المستقبل للصرف (النهر، البحر، مجرى مائي، ...الخ)

والمواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي عبارة عن خليط من المواد الصلبة العضوية وغير العضوية والبكتيريا وبعض الكائنات الحية الأخرى إلا أن

غالبيتها مواد صلبة عضوية وعند زيادة المواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي المستخدمة للزراعة فإن هذه المواد تؤدي إلى سرعة انسداد مسام التربة حتى يتم تحللها حيوياً (Krone, 1968).

وتتسبب الجوامد العالقة فى الترسيب داخل مواسير الصرف وسدها خاصة اذا كانت المواد المترسبة ذات الياف مثل الشعر والصوف والقطن.(السليمانى وآخرون، ١٤٢١هـ) وعند ترسبها بقاع أجسام المياه فإنها يمكن أن تدمر مجاميع الكائنات التى تعيش على القاع وتعرقل عملية التلقيح والتكاثر بتغطية البيض الجاثم فى مكامن الشعاب. ويمكن للطمى أن يلتصق بالبيض ويمنع تبادل الأكسجين. وفى المياه ذات التيارات الجارية تسبب المرسبات العضوية خللاً فى التوازن الطبيعى مما يؤدى إلى زيادة كائنات أخرى غريبة عن تلك البيئات التى تعيش على القاع. كما وأن هذه المواد قد تكون السبب الرئيسى فى أرتفاع درجة الحرارة لسطح الماء لامتصاصها للضوء وبذا تمنع عملية الخلط العمودى للماء وأنتشار الأكسجين للأجزاء السفلية من الجسم المائى. (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠٠٦م)

أشار (Wallace et al., 1977) أن الرقم الهيدروجينى فى مياه الصرف الصحى يعتبر عاملاً مهما فى التأثير على ذوبان العناصر الثقيلة فى التربة وبالتالى توفرها للنبات.

يؤدى إلقاء بعض الملوثات الضارة كالعناصر الثقيلة والتى تشمل الكادميوم والكروم والنيكل والرصاص بدون معالجة بشبكة الصرف الصحى إلى تراكم لهذه العناصر داخل الحمأة. وعند اعادة استخدام هذه النوعية من الحمأة في الزراعة فقد تسبب أضراراً خطيرة للنباتات والحيوان بل والإنسان

وجد (Mapanda, et al. 2005) زيادة فى تركيز العناصر الثقيلة مثل النحاس، والزنك، والكادميوم، والرصاص، والنيكل فى التربة التى رويت بماء الصرف الصحى مقارنة بتلك التى رويت بمياه عادية.

وجد(Munir and Mohammed 2004) أن استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة معالجة ثانوية فى رى محصول الذرة أدى إلى زيادة امتصاص الذرة للعناصر الكبرى والصغرى.

واستخدم (Cajuste, et al.1991) مياه صرف صحى غير معالجة فى رى محصول البرسيم، ووجد أن عنصر الزنك كان أكثر العناصر امتصاصاً بواسطة نبات البرسيم وأن محتوى النبات من النيكل والرصاص والنحاس كان عالياً وأن الكمية المتراكمة من الكروم والرصاص كانت أعلى من القيم المتعارف عليها وأنها قد تشكل خطراً على صحة الإنسان والحيوان. كما وجد (Al-Solaimani and Hashim 2004) أن حشيشة البرمودا المزروعة على جانبى وادى عرنة الذى يصرف فيه الخارج من محطة معالجة مياه الصرف الصحى بمدينة مكة المكرمة احتوى على نسبة عالية من العناصر الصغرى وكذلك السامة.

وفى دراسة تمت بالصين أوضحت أثر استخدام مياه الصرف على تراكم العناصر الثقيلة فى التربة الزراعية فى العاصمة الصينية بكين، حيث بينت الدراسة زيادة تركيز خمس عناصر ثقيلة بالتربة وهى الرصاص، والزنك، والنحاس، والكروم، والكادميوم. كما تم الاشارة إلى إتجاه الأنظار صوب استخدام مياه الصرف الصحى فى النشاطات الزراعية بالهند. وقد تم تحليل عينات من المياه الجوفية والتربة والنبات فى المناطق الريفية حول مدينة دلهى بالهند، وتبين وجود زيادة فى تركيز كلا من النحاس، والزنك، والكبريت، والبوتاسيوم، والفوسفور، والنيكل، والمنجنيز والحديد.

قام (sharif and shammas,1987) بدراسة مياه الصرف الصحي بالرياض عند محطة المعالجة وعند موقع استعمال المياه بالعمارية ولم يجدوا اختلافات كبيرة غير زيادة بسيطة للرقم الهيدروجينى ونقص في محتوى الفوسفور.

درس (Hago 1996) صلاحية مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة عنيزة بالمملكة العربية السعودية بغرض إعادة استخدامها في الري. خواص تلك المياه

كانت هامشية بالنسبة لمستويات متوسط المتطلب الأكسجيني الحيوي ومتوسط المواد الصلبة العالقة. وليست هنالك ثمة أخطار متوقعة بالنسبة لمستوى التوصيل الكهربي والأملاح الكلية الذائبة ورقم حموضة المياه حيث أنها تقع في إطار الحدود المقبولة والمسموح بها بمنظمة الـ (FAO 1985) ووزارة الزراعة والمياه بالمملكة. إلا أنه تبين وجود تجاوز فى بكتيريا القولون الكلية مما يجعل تلك المياه غير مناسبة للري غير المقيد.

وأجرى باصهى وأخرون (١٤٢٨هـ) دراسة عن أثر استخدام مياه الصرف الصحى الناتجة من محطة المعالجة بمدينة مكة المكرمة بعد خلطها بنسب مختلفة من مياه الرى (آبار) على محصول العلف الأخضر للبرسيم الحجازى، ومحتوى كل من الأوراق والسيقان من العناصر الصغرى والسامة. وقد أعطت معاملة الرى التى تحتوى على ١٠٠٪ مياه صرف صحى أعلى نسبة معنوية من العناصر فى سيقان وأوراق النبات وانخفضت بانخفاض نسبة مياه الصرف الصحى فى مياه الرى إلى أن وصلت إلى أقل نسبة فى معاملة الرى التى لاتحتوى على مياه صرف صحى. ولم تصل نسبة العناصر الصغرى إلى الحد الحرج بالنسبة للنبات فى جميع المعاملات، لكن العناصر السامة فى جميع معاملات الرى المخلوطة بمياه الصرف الصحى كانت أعلى من الحد الحرج السام، ويزداد هذا التأثير مع ازدياد نسبة مياه الصرف الصحى فى مياه الرى.

وبين الحارثى وأخرون ١٤٢٤/١٤٢٣هـ الى أن القاء الصرف بدون معالجة أو معالج جزئياً من محطة التنقية بالعكاشية بمكة المكرمة فى وادى عرنه أدى إلى تلوث مياه قناة الصرف الصحى بالوادى حيويا وكيميائيا وأحتوائها على تركيزات من العناصر الثقيلة الضارة وبالتالى أصبحت لاتصلح للاستخدامات الأدمية والزراعية فى وضعها الحالى. كما ادى ايضا ذلك الى تلوث تربة حوض وادى عرنة ، ومياه أبار الجزء الأوسط والسفلى من حوض وادى عرنة ، ومياه الوادى ، وكذلك تلوث النباتات والمزروعات فى المنطقة.

وقام (Hashim et al., 1998) بدراسة تقييم وتقدير التلوث البيئى الناتج من تفريغ مياه الصرف الصحى لمحطة التنقية بمدينة مكة المكرمة. وقد أثبتت الدراسة أن مياه الصرف الصحي المتدفقة من محطة المعالجة – فى تلك الفترة - تتعدى الحدود والنسب المسموح بها فى المواصفات العالمية للعناصر الثقيلة والضارة.

ويهدف البحث إلى دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والعناصر الصغرى والسامة لثلاث محطات معالجة للصرف الصحى بجدة، ومطابقة مؤشرات التدفقات المعالجة مع المعايير التى أصدرتها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر.

٢- منهجية البحث :

لتنفيذ هدف الدراسة فقد تم جمع عدد ١٢ عينة لحظية من التدفقات المعالجة لثلاث محطات تقوم بمعالجة الصرف الصحى (حائل – البلد – الخمرة) بمعدل عينة كل أسبوعين خلال الفترة من ربيع ثانى الى رمضان لعام ١٤٢٦هـ، وقد تم جمع عدد ٣ مكررات من كل عينة لحظية.

٢-١. الخصائص الفيزيائية :

تم حفظ العينات طبقا للطرق القياسية الأمريكية لتحاليل المياه والصرف (APHA, 1995). وقد تم تحليل العينات التي تم جمعها لبعض الخصائص الفيزيائية: الأس الهيدروجيني، التوصيل الكهربي، الجوامد الكلية الذائبة، الجوامد الكلية العالقة طبقا للطرق الأمريكية القياسية لمياه الشرب والصرف (APHA, 1995). كما تم قياس درجة الحرارة لحظة جمع العينات طبقاً أيضاً للطرق المذكورة أنفاً.

٢-٢. تقدير تركيز العناصر الصغرى والسامة :

تم تجهيز العينات طبقا للطرق الأمريكية القياسية لمياه الشرب والصرف (APHA, 1995) وحفظها فى عبوات بلاستيك سعة ١٠٠ مللى حتى وقت التحليل لاحقا باستخدام جهاز الطيف الذري لامتصاص الذرات (SpectrAA, 220FS,

Varian, atomic absorption spectrophotometer). وشملت العناصر الصغرى الحديد والنحاس والمنجنيز والزنك وشملت السامة الكادميوم والكروم والنيكل والرصاص.

٢-٣. التحاليل الإحصائية

وقد تم أجراء تحليل التباين للخصائص التى تم تحليلها تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما لمياه الصرف الصحي لمحطات معالجة الصرف الصحى التى تم دراستها بجدة باستخدام برنامج ساس (SAS).

٣- النتائج والمناقشة

٣-١. الخصائص الفيزيائية للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة

يبين جدول (٣-١) تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات بعض الخصائص الفيزيائية للعينات التي تم جمعها من التدفقات المعالجة لمحطات حائل والبلد والخمرة التى تقوم بمعالجة مياه الصرف الصحى، ويشمل الجدول نتائج تحليل مؤشرات درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، التوصيل الكهربى، الجوامد الصلبة الكلية الذائبة، والجوامد الصلبة الكلية العالقة.

يبين جدول (٣-٢) متوسطات مربع الانحرافات لبعض الصفات الفيزيائية تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما. ويتبين من الجدول أن نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة والمعاملات المشتركة بينهما قد أثروا تأثيرا معنويا عالياً على جميع خصائص مياه الصرف الصحى المذكورة بالجدول عند مستوى معنوى ١٪.

٣-١-١. درجة الحرارة

تراوحت نتائج درجة الحرارة التفصيلية في التدفقات المعالجة لمحطة حائل بين ٩٧,٣٢ ، ٢٤,٣٥°م ، وبمحطة البلد بين ٦٨,٣١ ، ٠٤,٣٦°م وبمحطة

الخمرة بين ٥٧,٣٢، ٤٤,٣٥°م بمتوسطات ٩٣,٣٣°م ، ٥٥,٣٣°م ، ٦١,٣٣°م بالمحطات الثلاثة على التوالى . ويستدل من نتائج درجات الحرارة المسجلة بالدراسة الحالية أن جميع المحطات لاتتعرض لصرف ملوث حرارياً وبالتالى فهى أيضا تقوم بالتخلص من صرف معتدل الحرارة. ويتبين أن درجات الحرارة المسجلة تتأثر بشكل مباشر بدرجات حرارة الجو المحيط وأيضا للتغيرات الموسمية حيث ظهر تقارب درجات الحرارة بين المحطات الثلاثة ومع درجات الحرارة المعتادة لهذه الفترة من العام (متوسط ٣٩°م). (وزارة المياه والكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، ٢٠٠٥م)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥,. حيث أن درجة الحرارة كانت أعلى فى محطة حائل (٩٣,٣٣°م) بينما كانت أقل بمحطة الخمرة (٥٥,٣٣°م) وكذلك محطة البلد (٦١,٣٣°م) كما هو مبين بجدول (٣-١). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة ولم يستثنى من ذلك إلا بين مواعيد أخذ العينة الثامنة والتاسعة وقد كان هناك تذبذب فى درجات الحرارة حيث بلغت أقل درجة فى موعد أخذ العينة الرابعة (٧٣,٣٢°م) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية عشرة (٤٢,٣٥°م) بمتوسط عام ٧,٣٣°م كما هو مبين بالجدول.

٣-١-٢. الرقم الهيدروجينى

تتراوح نتائج الرقم الهيدروجيني التفصيلية، والتي تحدد درجة الوسط الحامضى والقاعدي، في التدفقات المعالجة لمحطة حائل بين ٠٦,٧ ، ٧١,٧ بمتوسط ٣٥,٧ (جدول ٣-١). ويتبين من ذلك أن الرقم الهيدروجينى يقع فى الوسط القلوى الضعيف. بينما بين مدى نتائج الرقم الهيدروجينى التفصيلية بمحطات البلد (٥٨,٧ ، ٠٦,٨) والخمرة (٦٥,٧، ٥٨,٨) بمتوسطات ٩,٧ ، ٨٩,٧ (جدول ٣-١) على التوالى نتائج أعلى من التى تم تسجيلها بمحطة حائل.

جدول (٣ - ١) : تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات الخصائص الفيزيائية للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

		درجة الحرارة (درجة مئوية)	الأس الهيدروجيني (وحدة) pH	درجة التوصيل الكهربي (ميلليموز/سم)	الجوامد الصلبة الكلية الذائبة (مجم/لتر) TDS	الجوامد الصلبة الكلية العالقة (مجم/لتر) TSS
المحطة	حائل	33.93A	7.35C	2.81B	1987.35A	113.82A
	البلد	33.55C	7.90A	2.81B	1752.14C	104.77B
	الخمرة	33.61B	7.89B	2.95A	1813.21B	68.96C
LSD		0.0026	0.0013	0.0012	0.92	0.0879
الزمن	١	32.76J	7.78D	2.62H	1670.97J	74.44K
	٢	33.49H	7.69G	2.95E	1896.95D	86.07J
	٣	33.03I	7.73E	2.52J	1834.48F	66.80L
	٤	32.73K	7.72F	2.w92F	1792.46H	96.71F
	٥	33.93D	7.62I	2.95E	1811.88G	106.01E
	٦	33.73F	7.88B	3.02C	1890.31E	110.67C
	٧	34.09C	7.59J	3.05B	2081.73A	115.56A
	٨	33.56G	7.64H	2.62H	1952.79	111.99B
	٩	33.56G	7.86C	2.72G	2071.1B	87.40I
	١٠	33.76E	7.53L	2.99D	2072.43B	94.05G
	١١	34.32B	7.55K	2.55I	1495.5K	92.72H
	١٢	35.42A	7.96A	3.32A	1703.21I	107.68E
LSD		0.005	0.0026	0.0024	1.85	0.176
المتوسط		33.7	7.71	2.85	1853.9	95.85

رقم العينة	وقت أخذ العينة	رقم العينة	وقت أخذ العينة
١	١٤٢٦/٤/١هـ	٧	١٤٢٦/٦/٣٠هـ
٢	١٤٢٦/٤/١٥هـ	٨	١٤٢٦/٧/١٥هـ
٣	١٤٢٦/٤/٣٠هـ	٩	١٤٢٦/٧/٣٠هـ
٤	١٤٢٦/٥/١٥هـ	١٠	١٤٢٦/٨/١٥هـ
٥	١٤٢٦/٦/١هـ	١١	١٤٢٦/٩/١هـ
٦	١٤٢٦/٦/١٥هـ	١٢	١٤٢٦/٩/١٥هـ

TDS : كمية الأملاح الذائبة **TSS : كمية المواد العالقة** **LSD : أقل فرق معنوى**

جدول (٣-٢): تحليل التباين لبعض الخصائص الفيزيائية تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

الصفات / مصدر الاختلاف	درجات الحرية	درجة الحرارة (درجة مئوية)	pH	التوصيل الكهربائي (ميللي سمنز/ سم)	الجوامد الذائبة (مجم/لتر)	الجوامد العالقة (مجم/لتر) TSS
المكرر	2	1.49	0.083	0.009	11.39	12.322
المحطة	2	1.52**	3.63**	0.27**	5690.7**	20263.31**
الزمن	11	4.84**	0.168**	0.53**	8496.51**	2125.95**
المحطة × الزمن	22	0.81**	0.075**	0.49**	5437.68**	1572.08**
الخطأ	70	0.000032	0.000007	0.0000062	0.07	0.035

ويستدل من نتائج الرقم الهيدروجينى المسجلة بالدراسة الحالية أن المحطات لاتتعرض لصرف حامضى أو قاعدى وبالتالى فهى أيضا تقوم بالتخلص من صرف ذى رقم هيدروجينى قريب من التعادل، كما أن النتائج تقع فى المدى بين ٦ ، ٩ وهذا المدى يوفر الحماية لاسماك المياه العذبة واللافقاريات المستقرة فى القاع اذا تم القاء هذه التدفقات فى المسطحات المائية، وتعتبر مقبولة من ناحية التخلص منها بالتصريف المباشر في البحر كما هو مذكور باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة فى المملكة العربية السعودية التى أصدرتها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة (٦-٩).

ويعتبر الرقم الهيدروجينى فى مياه الصرف الصحى عاملاً مهما فى التأثير على ذوبان العناصر الثقيلة فى التربة وبالتالى توفرها للنبات كذلك يجب عند استخدام هذه المياه لرى النباتات أن يكون الرقم الهيدروجينى متعادل أو قاعدى للتقليل من ذوبانية هذه العناصر فى التربة (Wallace et al., 1977). وقد تبين من نتائج الدراسة الحالية أنها متعادلة أو ذات دلالة قلوية وتعتبر مقبولة من ناحية استخدامها فى الرى.

وتتفق نتائج الرقم الهيدروجينى لهذه الدراسة تقريباً مع النتائج التى حصل عليها أزرعى، ١٩٩٣ (٦,٧ – ٨,٧ بمتوسط ٦,٧) عندما قام بدراسة صلاحية مياه الصرف الصحى لمحطة معالجة الصرف الصحى الثانوية بمدينة مكة المكرمة على طول المجرى الذى يصب فيه الصرف لاستخدامها زراعيا ، ومع النتائج التى حصل عليها السليمانى وأخرون، ١٤٢١هـ (٨,٥ ، ٨,٣) عند قيامهم بتقييم الخواص الكيميائية والميكروبيولوجية وإمكانية الاستخدمات المستقبلية لمياه الصرف الصحي المعالجة الخارجة من محطة المعالجة بمدينة أبها والتى تعمل بنظام المعالجة الثلاثية بالفلتر. وعلى الجانب الأخر فقد كانت أعلى من النتائج التى حصل عليها الحارثى وآخرون (١٤٢٤هـ) عند دراستهم لخصائص الصرف الصحى المعالج لمحطة الصرف الصحى بمكة المكرمة (٦٦,٦). وتتفق جميع هذه النتائج أنها تقع ضمن المعايير المحلية لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة (MEPA, 1989) (٦-٩) ووزارة الزراعة والمياه السعودية (٦-٤,٨) ومنظمة الزراعة والأغذية (FAO,1985) (٦-٩) وبالتالى فهى تعتبر مقبولة من ناحية استخدامها في أغراض الري وكذلك للتصريف المباشر.

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقا لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن درجة الرقم الهيدروجينى كانت أعلى فى محطة البلد (٩,٧) بينما كانت أقل بمحطة الخمرة (٨٩,٧) وكذلك محطة حائل (٣٥,٧) كما هو مبين بجدول (٣-١). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة وقد كان هناك تذبذب فى درجة الرقم الهيدروجينى حيث بلغت أقل درجة فى موعد أخذ العينة العاشرة (٥٣,٧) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية عشرة (٩٦,٧) بمتوسط عام ٧١,٧ كما هو مبين بالجدول.

٣-١-٣ التوصيل الكهربى :

تراوحت نتائج التوصيل الكهربى التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٩,١ ، ٥,٣ ميللى سمنز/سم، وبمحطة البلد بين ٩٨,١ ، ٩٦,٣ ميللى

سمنز/سم، وبمحطة الخمرة بين ١٨,٢ ، ٢٠,٣ ميللى سمنز/سم بمتوسطات ٨١,٢، ٨١,٢ ، ٩٥,٢ ميللى سمنز/سم على التوالى. وتتفق ارتفاع نتائج الدراسة الحالية مع ماأشارت إليه الدراسة التى قام بها المكتب الدولى الهندسى لرسل وأكسون فى منتصف ١٩٧٩م عن وجود تركيزات عالية للكلوريدات فى مياه الصرف الصحى فى جدة نتيجة ضخ المياه الجوفية إلى شبكة الصرف الصحى أثناء عملية البناء والتشييد التى يقوم بها المقاولون كما أشار (Koshak et al., 1981) وبالطبع يؤدى ارتفاع تركيزات الكلوريدات إلى ارتفاع درجات التوصيل الكهربى.

وقد تبين أن نتائج التوصيل الكهربى بالدراسة الحالية للثلاثة محطات تجاوزت المستويات التى تم رصدها بخارج محطة أبها (٤٥٥ ميكروموز/سم)(السليمانى وآخرون، ١٤٢١هـ)، والنتائج التى حصل عليها أزرعى عام ١٤٢١هـ والحارثى وآخرون عام ١٤٢٤هـ بالتدفقات المعالجة بمكة المكرمة (١٣٩٠-١٧٠٠ بمتوسط ١٤٧٥، ١٥٧٠ ميكروموز/سم، على التوالى). ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن مدينة أبها لاتحتوى على منشأت صناعية كبرى وبالتالى ليس لها مصادر صرف تحتوى على أملاح ذائبة عالية ترفع من التوصيل الكهربى بالاضافة إلى أن المحطة تحتوى على معالجة ثلاثية، ولاختلاف نوعية الصرف بمكة المكرمة حيث يستعان بمصادر مختلفة من الأبار فى حالة إزدحام المدينة المقدسة بالزوار والحجاج.

كما يتبين من هذه النتائج تجاوز متوسطات التوصيل الكهربى لهذه الدراسة معايير الرى المذكورة بكل من وزارة المياه والزراعة السعودية (٨٠٠-٢٣٠٠ ميكروسمنز/سم) ومعيار منظمة الفاو (١٩٢٠ ميكروسمنز/سم).

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات محطة الخمرة من جهة وبين محطتى حائل والبلد من جهة أخرى طبقا لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. بينما لم تتواجد بين محطتى حائل والبلد حيث أن نتائج التوصيل الكهربى كانت أعلى فى محطة الخمرة (٩٥,٢ ميللى سمنز/سم) بينما كانت أقل بمحطتى حائل والبلد (٨١,٢ ميللى سمنز/سم لكل منهما) كما هو مبين بجدول

(٣-١). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة ولم يستثنى من ذلك الا بين مواعيد أخذ العينة الأولى والثامنة وقد كان هناك تذبذب فى نتائج التوصيل الكهربى حيث بلغت أقل درجة فى موعد أخذ العينة الثالثة (٥٢,٢ ميللى سمنز/سم) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية عشرة (٣٢,٣ ميللى سمنز/سم) بمتوسط عام ٨٥,٢ ميللى سمنز/سم كما هو مبين بالجدول.

٣-١-٤ الجوامد الصلبة الكلية الذائبة :

تتراوح نتائج الجوامد الصلبة الكلية الذائبة في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ١٢٤٧ ، ٢٢٨٢ مجم/لتر وبمحطة البلد بين ١٤٥٧ ، ٢٢٣١ مجم/لتر وبمحطة الخمرة بين ٩٧٤ ، ٢١٧٤ مجم/لتر بمتوسطات ١٩٨٧ ، ١٧٥٢ ، ١٨١٣ مجم/لتر للمحطات الثلاثة على التوالى (جدول ٣-١). وتتفق ارتفاع نتائج الدراسة الحالية مع ماأشارت إليه الدراسة التى قام بها المكتب الدولى الهندسى لرسل وأكسون فى منتصف ١٩٧٩م عن وجود تركيزات عالية للكلوريدات فى مياه الصرف الصحى فى جدة نتيجة ضخ المياه الجوفية إلى شبكة الصرف الصحى أثناء عملية البناء والتشييد التى يقوم بها المقاولون كما أشار (Koshak et al., ١٩٨١) وبالطبع يؤدى ارتفاع تركيزات الكلوريدات إلى ارتفاع تركيزات الجوامد الذائبة. ويعتبر المدى الذى تم تسجيله بالتدفقات المعالجة للمحطات الثلاثة أيضا ليس له تأثير على الجوامد الصلبة الذائبة للبحر (٤٤٠٠٠مجم/لتر) فى حالة التصريف المباشر به.

وبناء على المتوسطات المذكورة بالمحطات الثلاثة (١٧٥٢ - ١٩٨٧ مجم/لتر) وإذا علمنا أن الزيادة في المواد الصلبة الذائبة الناتجة عن استخدام المياه للأغراض المنزلية هو (٣٢٠ مجم / لتر) (Neale , 1964) يتبين أن مياه التدفقات التى تصل محطات المعالجة مصدرها ليس فقط المياه التى استخدمت فى الأغراض المنزلية وتحتوى على تركيزات عالية من الجوامد الصلبة الذائبة وهى التى أدت الى زيادة تركيزات الجوامد الصلبة الذائبة الى الحد التى ظهرت عليه.

وتبين أن نتائج المواد الصلبة الذائبة الكلية للدراسة الحالية تجاوزت تركيزات المواد الصلبة الذائبة لمحطة أبها (٤٢٨ مجم/لتر) (السليمانى وآخرون، ١٤٢١هـ)، (٩٧٢-١٩٤٠ بمتوسط ١٣٤٩ مجم/لتر ، ٧٥٣ مجم/لتر) بخارج محطة مكة المكرمة (أزرعى، ١٤١٤هـ و الحارثى وآخرون، ١٤٢٤هـ على التوالى). ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن مدينة أبها لاتحتوى على منشأت صناعية كبرى وبالتالى ليس لها مصادر صرف تحتوى على أملاح ذائبة عالية بالاضافة إلى أن المحطة تحتوى على معالجة ثلاثية، ولاختلاف نوعية الصرف بمكة المكرمة حيث يستعان بمصادر مختلفة من الأبار فى حالة إزدحام المدينة المقدسة بالزوار والحجاج مما يساعد على التخفيف.

ويتبين من هذه النتائج تجاوز متوسطات المواد الصلبة الكلية الذائبة لهذه الدراسة معايير الرى المذكورة بكل من وزارة المياه والزراعة السعودية (١٥٠٠ مجم/لتر) بينما لم تتجاوز معيار منظمة الفاو (٢٠٠٠ مجم/لتر) إلا أنه فى بعض الأحيان تتجاوز النتائج هذا المعيار. ويستدل من ذلك أن محتوى مياه الصرف من المواد الصلبة الذائبة يجعلها لا تصلح فى رى المزروعات.

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقا لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الجوامد الصلبة الكلية الذائبة كانت أعلى فى محطة حائل (١٩٨٧ مجم/لتر) بينما كانت أقل بمحطة البلد (١٧٥٢ مجم/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-١). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة ويستثنى من ذلك بين مواعيد أخذ العينات التاسعة والعاشرة وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الجوامد الكلية الذائبة حيث بلغت أقل درجة فى موعد أخذ العينة الحادية عشر (١٤٩٦ مجم/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة السابعة (٢٠٨١ مجم/لتر) بمتوسط عام ١٨٥٤ مجم/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-١-٥. الجوامد الصلبة الكلية العالقة

تتراوح نتائج الجوامد الصلبة الكلية العالقة التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٦٤ ، ١٧٣ مجم/لتر وبمحطة البلد بين ٧٤ ، ١٢٥ مجم/لتر وبمحطة الخمرة بين ٤٣ ، ٨١ مجم/لتر بمتوسطات ١١٤ ، ١٠٥ ، ٦٩ مجم/لتر للمحطات الثلاثة على التوالى (جدول ٣-١)، ويتبين من ذلك مدى الكفاءة المتدنية للمعالجة.

وقد تجاوزت نتائج الدراسة الحالية النتائج التى حصل عليها (Hago 1996) عند قيامة بدراسة صلاحية مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة عنيزة بالمملكة العربية السعودية بغرض إعادة استخدامها في الري، حيث كانت مستويات متوسط المواد الصلبة العالقة (٢٣,٣ - ٢٥,٣ مجم/لتر)، كما تجاوزت نتائج محطة أبها (٥ مجم/لتر) (السليمانى وآخرون، ١٤٢١هـ)، وتجاوزت القيم التصميمية والفعلية التى أشارت إليها وزارة المياه والكهرباء، ٢٠٠٥م (٣٠ ، ٣,٢٣ مجم/لتر لحائل ، ٣٠ ، ٢٧ مجم/لتر للبلد على التوالى). على الجانب الأخر فقد تأرجحت نتائج الدراسة الحالية بين التطابق والتجاوز لنتائج أزرعى لخارج محطة مكة المكرمة عام ١٤٢١هـ (٧٨ – ٨٨ بمتوسط ٧٨). ويمكن أن يعزى الاختلاف مع محطة أبها لسبب المعالجة الثلاثية بمحطة أبها.

وتعمل المعالجة الثانوية الفعالة على إزالة ٩٠-٩٥ ٪ من المواد الصلبة العالقة الموجودة في مياه الصرف الصحي القادمة إلى محطة المعالجة والتي تبلغ في المتوسط ٢٤٠ ملليجم/لتر (Clark et al., 1977) وبالتالى فان تركيز المواد العالقة بالتدفقات المعالجة لمحطات الدراسة الحالية يتضح أن هناك قصوراً فى المعالجة الثانوية فى محطات المعالجة حيث تجاوزت التركيزات معايير كل من

وزارة الزراعة والمياه للاستخدام فى الرى والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر (MEPA 1989) (١٠ ، ١٥مجم/لتر على التوالي).

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الجوامد الصلبة الكلية الذائبة كانت أعلى فى محطة حائل (١١٤ مجم/لتر) بينما كانت أقل بمحطة الخمرة (٦٩ مجم/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-١). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الجوامد الكلية العالقة حيث بلغت أقل درجة فى موعد أخذ العينة الثالثة (٦٧ مجم/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة السابعة (١١٦مجم/لتر) بمتوسط عام ٩٦ مجم/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٢. العناصر الصغرى بالتدفقات المعالجة من بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة :

يبين جدول (٣-٣) تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات العناصر الصغرى للعينات التي تم جمعها من التدفقات المعالجة من محطات حائل والبلد والخمرة التى تقوم بمعالجة الصرف الصحى، ويشمل الجدول نتائج تحليل عناصر الحديد والمنجنيز والنحاس والزنك.

يبين جدول (٣-٤) متوسطات مربع الانحرافات لبعض الصفات الطبيعية تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما. ويتبين من الجدول أن نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة والمعاملات المشتركة بينهما قد أثروا تأثيرا معنويا عالياً على تركيزات جميع الخصائص المذكورة بالجدول عند مستوى معنوى ١٪، ولم يستثنى من ذلك الا فى خاصية الحديد حيث لم يظهر التفاعل بين كل من المحطة والأزمنة أى تأثير معنوى.

جدول (٣-٣): تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات العناصر الصغرى للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

العناصر الصغرى		الحديد (مجم/لتر)	النحاس (ميكروجرام/لتر)	المنجنيز (ميكروجرام/لتر)	الزنك (ميكروجرام/لتر)
المحطة	حائل	0.162C	12.83A	93.27A	38.91A
	البلد	0.53B	12.81B	74.57B	21.09B
	الخمرة	0.69A	5.57C	48.39C	11.44C
LSD		0.001	0.011	0.08	0.037
الزمن	١	0.55C	9.352J	45.76L	21.29K
	٢	0.47E	13.01A	98.33A	20.84L
	٣	0.34K	8.95K	85.46C	32.54A
	٤	0.36J	9.67H	79.59E	24.61C
	٥	0.404H	10.32D	62.14I	21.72J
	٦	0.56B	9.59I	74.16F	23.66E
	٧	0.47E	10.08F	59.03J	22.87G
	٨	0.59A	11.47C	81.58D	22.58H
	٩	0.401I	9.88G	73.94G	25.89B
	١٠	0.51D	12.18B	57.33K	22.11I
	١١	0.43F	10.09F	84.33C	24.19D
	١٢	0.42G	10.2E	63.28H	23.46F
LSD		0.003	0.033	0.171	0.074
المتوسط		0.46	10.35	72.07	23.81

رقم العينة	وقت أخذ العينة	رقم العينة	وقت أخذ العينة
١	١٤٢٦/٤/١هـ	٧	١٤٢٦/٦/٣٠هـ
٢	١٤٢٦/٤/١٥هـ	٨	١٤٢٦/٧/١٥هـ
٣	١٤٢٦/٤/٣٠هـ	٩	١٤٢٦/٧/٣٠هـ
٤	١٤٢٦/٥/١٥هـ	١٠	١٤٢٦/٨/١٥هـ
٥	١٤٢٦/٦/١هـ	١١	١٤٢٦/٩/١هـ
٦	١٤٢٦/٦/١٥هـ	١٢	١٤٢٦/٩/١٥هـ

جدول (٣-٤): تحليل التباين لبعض العناصر الصغرى تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

الصفات / مصدر الاختلاف	درجات الحرية	العناصر الصغرى			
		الحديد (ملجرام/لتر)	النحاس (ميكروجرام/لتر)	المنجنيز (ميكروجرام/لتر)	الزنك (ميكروجرام/لتر)
المكرر	2	0.0003	0.144	6.98	0.753
المحطة	2	2.65**	631.67**	18299.69**	6990.53**
الزمن	11	0.058**	13.11**	1987.92**	86.97**
المحطة × الزمن	22	0.084	13.689**	1590.95**	123.67**
الخطأ	70	0.00001	0.0006	0.033	0.006

٣-٢-١. الحديد :

تراوحت نتائج الحديد التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٠,١١ ، ٠,٢١ مجم/لتر وبمحطة البلد بين ٠,١٤ ، ٠,٧٦ مجم/لتر وبمحطة الخمرة بين ٠,٤٣ ، ١,٤١ مجم/لتر بمتوسطات ٠,١٦٢ ، ٠,٥٣ ، ٠,٦٩ مجم/لتر على التوالى (جدول ٣-٣).

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقا لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الحديد كان أعلى فى محطة حائل (٠,١٦٢ مجم/لتر) بينما كان أقل بمحطة البلد (٠,٥٣ مجم/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٣). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة ويستثنى من ذلك بين مواعيد أخذ العينات الثانية والسابعة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الحديد حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الثالثة (٠,٣٤ مجم/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثامنة (٠,٥٩ مجم/لتر) بمتوسط عام ٠,٤٦ مجم/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٢-٢. المنجنيز

تراوحت نتائج المنجنيز التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٠٨,٣٣ ، ٧٨,١٥٠ ميكروجرام/لتر وبمحطة البلد بين ٨٣,٥٥ ، ١٣,١٢٠ ميكروجرام/لتر ، وبمحطة الخمرة بين ٧٦,٤٤ ، ١٨,٥٢ ميكروجرام/لتر بمتوسطات ٢٧,٩٣ ، ٥٧,٧٤ ، ٣٩,٤٨ ميكروجرام/لتر على التوالى (جدول ٣-٣).

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز المنجنيز كان أعلى فى محطة حائل (٢٧,٩٣ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة الخمرة (٣٩,٤٨ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٣). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة ويستثنى من ذلك بين مواعيد أخذ العينات الثالثة والحادية عشر. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات المنجنيز حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة العاشرة (٣٣,٥٧ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية (٣٣,٩٨ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٠٧,٧٢ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٢-٣. النحاس

تراوحت نتائج النحاس التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٨٧,٩ ، ٣٢,١٥ ميكروجرام/لتر، وبمحطة البلد بين ٧٦,١٠ ، ٨٥,١٤ ميكروجرام/لتر، وبمحطة الخمرة بين ١١,٢ ، ٣٧,١٠ ميكروجرا/لتر بمتوسطات ٨٣,١٢ ، ٨١,١٢ ، ٥٧,٥ ميكروجرام/لتر للمحطات الثلاثة على التوالى (جدول ٣-٣). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات النحاس التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (٢,. مجم/لتر)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز النحاس كان أعلى فى محطة حائل (٨٣,١٢ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة الخمرة (٥٧,٥ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٣). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين

جميع مواعيد أخذ العينة ويستثنى من ذلك بين مواعيد أخذ العينات السابعة والحادية عشر. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات النحاس حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الثالثة (٩٥,٨ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية (٠١,١٣ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٣٥,١٠ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٢-٤. الزنك

تراوحت نتائج الزنك التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ١٨,٢٧ ، ٨٣,٦٢ ميكروجرام/لتر، وبمحطة البلد بين ٨١,١٥ ، ٥٨,٢٧ ميكروجرام/لتر، وبمحطة الخمرة بين ٤٤,٧ ، ٢٢,١٩ ميكروجرا/لتر بمتوسطات ٩١,٣٨ ، ٠٩,٢١ ، ٤٤,١١ ميكروجرام/لتر على التوالى (جدول ٣-٣). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات الزنك التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (١ مجم/لتر)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الزنك كان أعلى فى محطة حائل (٩١,٣٨ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة الخمرة (٤٤,١١ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٣). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الزنك حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الثانية (٨٤,٢٠ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثالثة (٥٤,٣٢ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٨١,٢٣ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٣. العناصر السامة بالتدفقات المعالجة من بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة :

يبين جدول (٣-٥) تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات العناصر السامة للعينات التي تم جمعها من التدفقات المعالجة من محطات حائل والبلد والخمرة التى تقوم بمعالجة الصرف الصحى، ويشمل الجدول نتائج تحليل عناصر الكادميوم والكروم والنيكل والرصاص.

جدول (٣-٥): تأثير نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة على متوسطات العناصر السامة للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

		العناصر السامة (ميكرو جرام/لتر)			
		الكادميوم	الكروم	النيكل	الرصاص
المحطة	حائل	0.091C	1.08C	9.84A	3.46C
	البلد	0.287B	1.101B	9.38B	9.7.B
	الخمرة	0.286A	2.88A	8.33C	42.41A
LSD		0.0007	0.0002	0.003	0.05
الزمن	١	0.49A	2.02A	8.15L	25.37A
	٢	0.056L	1.53J	10.35A	20.78C
	٣	0.235D	1.66G	9.03F	14.06L
	٤	0.116K	1.55J	9.02G	19.5E
	٥	0.21F	1.73F	8.74K	17.51H
	٦	0.19I	1.41L	10.05B	15.94J
	٧	0.2H	1.79D	8.94I	20.06D
	٨	0.24C	1.83B	9.17D	14.45K
	٩	0.230E	1. 64H	9.86C	21.11B
	١٠	0.25B	1.67E	9.1F	17.15I
	١١	0.21G	1.18C	9.01H	18.71F
	١٢	0.176J	1.51K	8.82J	17.64G
LSD		0.0014	0.0049	0.006	0.108
المتوسط		0.22	1.63	9.19	18.52

رقم العينة	وقت أخذ العينة	رقم العينة	وقت أخذ العينة
١	١٤٢٦/٤/١هـ	٧	١٤٢٦/٦/٣٠هـ
٢	١٤٢٦/٤/١٥هـ	٨	١٤٢٦/٧/١٥هـ
٣	١٤٢٦/٤/٣٠هـ	٩	١٤٢٦/٧/٣٠هـ
٤	١٤٢٦/٥/١٥هـ	١٠	١٤٢٦/٨/١٥هـ
٥	١٤٢٦/٦/١هـ	١١	١٤٢٦/٩/١هـ
٦	١٤٢٦/٦/١٥هـ	١٢	١٤٢٦/٩/١٥هـ

يبين جدول (٣-٦) متوسطات مربع الانحرافات لبعض صفات العناصر السامة تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما. ويتبين من الجدول أن نوع محطة المعالجة وموعد أخذ العينة والمعاملات المشتركة بينهما قد أثروا تأثيرا معنويا عالياً على تركيزات جميع الخصائص المذكورة بالجدول عند مستوى معنوى ١٪.

٣-٣-١. الكادميوم

تراوحت نتائج الكادميوم التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٠٥,. ، ١٤,. ميكروجرام/لتر وبمحطة البلد بين ٠٥,. ، ٥٤,. ميكروجرام/لتر، وبمحطة الخمرة بين ٠٢,. ، ٢٨,١ ميكروجرام/لتر بمتوسطات ٠٩١,. ، ٢٧٨,. ، ٢٨٦,. ميكروجرام/لتر للمحطات الثلاثة على التوالى (جدول ٣-٥). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات الكادميوم التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (٠٢,. ملجم/لتر)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الكاميوم كان أعلى فى محطة الخمرة (٢٨٦,. ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة حائل (٠٩١,. ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٥). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الكادميوم حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الثانية (٠٥٦,. ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الأولى (٤٩,. ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٢٢,. ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٣-٢. الكروميوم

تراوحت نتائج الكروم التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٨٥,. ، ٥٢,١ ميكروجرام/لتر، وبمحطة البلد بين ٨٧,. ، ٤٠,١ ميكروجرام/لتر،

وبمحطة الخمرة بين ٣٥,٢ ، ٤٨,٣ ميكروجرام/لتر بمتوسطات ٠٨,١ ، ١٠,١ ، ٨٨,٢ ميكروجرام/لتر على التوالى (جدول ٣-٥). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات الكروم التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (١,. ملجم/لتر)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الكروم كان أعلى فى محطة الخمرة (٨٨,٢ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة حائل (٠٨,١ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٥). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الكروم حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة السادسة (٤١,١ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الأولى (٠٢,٢ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٦٣,١ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

جدول (٣-٦): تحليل التباين لبعض العناصر السامة تحت تأثير كل من المحطات والأزمنة والتفاعل بينهما للتدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ

الصفات / مصدر الاختلاف	درجات الحرية	العناصر السامة (ميكرو جرام/لتر)			
		الكادميوم	الكروم	النيكل	الرصاص
المكرر	2	0.00006	0.0032	0.115	0.462
المحطة	2	0.441**	38.35**	21.55**	15752.31**
الزمن	11	0.096**	0.259**	3.37**	89.01**
المحطة × الزمن	22	0.175**	0.194**	2.73**	204.51**
الخطأ	70	0.000001	0.00002	0.000049	0.013

٣-٣-٣. النيكل

تراوحت نتائج النيكل التفصيلية فى التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٧٣,٨ ، ١٦,١١ ميكروجرام/لتر، وبمحطة البلد بين ٧٠,٧ ، ٧٨,١٠ ميكروجرام/لتر، وبمحطة الخمرة بين ٨١,٦ ، ٠١,١٠ ميكروجرا/لتر بمتوسطات ٨٤,٩ ، ٣٨,٩ ، ٣٣,٨ ميكروجرام/لتر على التوالى (جدول ٣-٥). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات النيكل التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (٢,. مجم/لتر)

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز النيكل كان أعلى فى محطة حائل (٨٤,٩ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة الخمرة (٣٣,٨ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٥). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات النيكل حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الأولى (١٥,٨ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الثانية (٣٥,١٠ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ١٩,٩ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

٣-٣-٤. الرصاص

تراوحت نتائج الرصاص التفصيلية في التدفقات المعالجة من محطة حائل بين ٠٧,١ ، ١٧,٥ ميكروجرام/لتر، وبمحطة البلد بين ٣٨,٤ ، ٠٦,٤٣ ميكروجرام/لتر، وبمحطة الخمرة بين ٣٤,٣١ ، ٠١,٥٣ ميكروجرام/لتر بمتوسطات ٤٦,٣ ، ٧,٩ ، ٤١,٤٢ ميكروجرام/لتر على التوالى (جدول ٣-٥). ولم يتجاوز مدى التركيزات ومتوسطات الرصاص التى تم رصدها للمحطات الثلاثة المعيار الذى ذكرته الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة بالمملكة العربية السعودية (١,. ملجم/لتر).

وقد أظهرت النتائج وجود أختلاف معنوى بين متوسطات المحطات الثلاثة طبقاً لاختبار LSD عند مستوى معنوى ٠٥و. حيث أن تركيز الرصاص كان أعلى

فى محطة الخمرة (٤١,٤٢ ميكروجرام/لتر) بينما كان أقل بمحطة حائل (٤٦,٣ ميكروجرام/لتر) كما هو مبين بجدول (٣-٥). كما تبين وجود أختلاف معنوى بين جميع مواعيد أخذ العينة. وقد كان هناك تذبذب فى تركيزات الرصاص حيث بلغ أقل تركيز فى مواعيد أخذ العينة الثالثة (٠٦,١٤ ميكروجرام/لتر) وأعلى معدل فى موعد أخذ العينة الأولى (٣٧,٢٥ ميكروجرام/لتر) بمتوسط عام ٥٢,١٨ ميكروجرام/لتر كما هو مبين بالجدول.

ويتبين انخفاض نتائج العناصر الصغرى والسامة بالتدفقات المعالجة لمحطات الدراسة الحالية. ويمكن أن يعزى انخفاضها إلى: الحمأة المتكونة أثناء عملية المعالجة حيث تقوم بادمصاص العناصر وترسبها. ويتفق ذلك مع ماذكره (Guibaud et al., 2003) حينما ذكروا أن الحمأة المنشطة من محطات معالجة الصرف الصحى تلعب دور هام فى إزالة العناصر الثقيلة من التدفقات من خلال المادة البوليمرية (Extracellular polymers) كالبروتين (Proteins) ومتعدد السكريات (Polysaccharides) والمركبات الدبالية (Humic Substances) حيث تقوم بادمصاص العناصر الثقيلة، وإلى التدفقات المنزلية التى تؤدى لتخفيف تركيزات العناصر السامة، ولانخفاض تركيزاتها التى تدخل لمحطات المعالجة، وقد أدى ذلك إلى عدم تجاوز تركيزات العناصر السامة بتدفقات الصرف الصحى الخارجة من المحطات معايير منظمة الفاو(FAO 1985) ووزارة الزراعة والمياه (MAW1980).

ويتبين بصفة عامة انخفاض تركيزات العناصر السامة للدراسة الحالية مقارنة بالنتائج التى تحصل عليها (Hashim et al., 1998) حيث قاموا باجراء دراسة عن تقييم التأثير البيئي للتخلص الأرضي من مياه الصرف الصحي الناتجة من محطة المعالجة بمكة المكرمة (١٩٩٨م). وأشارت نتائجهم احتواء مياه الصرف الصحي على كميات كبيرة من العناصر الثقيلة تفوق القيم الموصى بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO 1985) ووزارة الزراعة والمياه (MAW) و الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة (MEPA) بالمملكة العربية السعودية. كما تبين أن نتائج الدراسة الحالية أقل من نتائج جميع العناصر التى حصل عليها

الحارثى وآخرون عند دراستهم للتدفقات المعالجة لمحطة مكة المكرمة أيضاً ولكن خلال عام ١٤٢٤هـ، ولم يستثنى من ذلك إلا الحديد (الحديد: ١٤٣,.مجم/لتر، المنجنيز: ٦,.مجم/لتر، النحاس: ٧,.مجم/لتر، الزنك: ٨,١٦مجم/لتر، الرصاص: ٥,.مجم/لتر، النيكل: ٥,.مم/لتر، الكادميوم: ٠٠٥,.مجم/لتر، الكروم: ٩,مجم/لتر).

وعلى الجانب الأخر فقد تبين عدم تجاوز نتائج العناصر الصغرى والسامة لهذه الدراسة نتائج المتوسط الكلى للتدفقات المعالجة لمحطة أبها (السليمانى وآخرون، ١٤٢١هـ) ولم يستثنى من ذلك الا فى التشابه بين تركزات الرصاص بين محطة الخمرة ومتوسط خارج محطة أبها، وفى نتائج المنجنيز حيث تجاوزت نتائج الدراسة الحالية نتائج دراسة أبها. وقد كانت نتائج العناصر الصغرى بمحطة أبها (الحديد ٠,٨ مللجم /لتر والزنك ٠,٠٨٥ مللجم /لتر والمنجنيز ٠,٠٤ مللجم / لتر والنحاس ٠,٠٣٥مللجم /لتر) والعناصر السامة (الرصاص ٠,٠٤مللجم /لتر والكروميوم ٠,٠٢مللجم /لتر والكادميوم ٠,٠١ مللجم /لتر والنيكل ٠,٠٣٥مللجم /لتر) في الرحلة الأولى والثالثة خلال فترة الدراسة. وتعتبر هذه التراكيز فى كلا الدراستين دون الحد الأقصى المسموح به للاستخدام الزراعي حسب معايير منظمة الفاو (FAO 1985) ووزارة الزراعة والمياه.

٣-٤ مطابقة مؤشرات التدفقات المعالجة لبعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بجدة مع معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر :

يبين جدول (٣-٧) نتائج التركيزات الدنيا والقصوى والمتوسطة لبعض المؤشرات بعينات التدفقات المعالجة التي تم جمعها من محطات حائل والبلد والخمرة التى تقوم بمعالجة الصرف الصحى، ويشمل أيضاً المعايير التى أقرتها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة فى المملكة العربية السعودية للتصريف المباشر.(MEPA, 1989)

ويتبين من الجدول أنه قد حدث تجاوز لنتائج التركيزات الدنيا والقصوى والمتوسطة للمواد الصلبة العالقة بالتدفقات المعالجة لمحطات الدراسة الحالية المعيار المذكور باللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة (١٥مجم/لتر). ويدل ذلك على تدنى كفاءة المعالجة فى إزالة المواد العالقة.

المراجع

١ - المراجع العربية :

١. أزرعى ، محمد بن صادقين محمد (١٤١٤) تقييم صلاحية مياه الصرف الصحى المعالجة للاستخدامات المستقبلية: الاستخدامات الزراعية. رسالة ماجستير بقسم العلوم البيئية، كلية الأرصاد والبيئة وزارعة المناطق الجافة، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

٢. الحارثى عباس عفان ، آل حجر عبد الرحمن سعيد، حسين أحمد جودة أحمد ، قشارى محمد قربان. (١٤٢٤) تقييم المخاطر البيئية لتفريغ مياه الصرف الصحى بوادى عرنة بمكة المكرمة. بحث رقم (٤٢١/٣٠٢) مقدم إلى معهد البحوث والاستشارات بجامعة الملك عبد العزيز.

٣. الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. (٢٠٠٦م) الصرف الصحى والصناعى والخطر فى بعض الأوساط البيئية بالمملكة. تقرير رقم (NMEC-WQ 2006)، تقرير غير منشور

٤. السليمانى، س.ج ، القاسى، ف ، باجفى، ص.ع. (١٤٢١) صلاحية مياه الصرف الصحى المعالجة ومياه الآبار بمدينة أبها للاستخدامات الزراعية. تقرير مقدم لمركز أبحاث المياه، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

٥. باصهى، جلال محمد والسليمانى، سمير جميل والنخلاوى، فتحى سعد والقاسى، فهد عبد الرحمن وحمو، بهجت طلعت. (١٤٢٨هـ) تأثير مياه الرى الممزوجة بمياه الصرف الصحى على إنتاجية محصول البرسيم ومحتواه من العناصر الصغرى والسامة. مجلة جامعة الملك عبد لعزيز – علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، ١٨ (٢): ٦٥-٨٣.

٦. وزارة المياه والكهرباء ، المديرية العامة للمياه بمنطقة مكة المكرمة ،٢٠٠٥م. (بيانات غير منشورة) .

جدول (٣-٧): مقارنة بعض الخصائص الفيزيائية والعناصر الصغرى والكبرى للتدفقات المعالجة لبعض محطات الصرف الصحى بجدة، ١٤٢٦هـ بمعايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر.

المؤشر	محطة حائل			محطة البلد			محطة الخمرة			مقاييس النظام العام للبيئة للتصريف المباشر
	الصغرى	الكبرى	المتوسط	الصغرى	الكبرى	المتوسط	الصغرى	الكبرى	المتوسط	
١- الخواص الفيزيوكيميائية										
(ب) درجة الحمضوضة	٧,٠٦	٧,٧١	٧,٣٥	٧,٥٨	٨,٠٦	٧,٩٠	٧,٦٥	٨,٥٨	٨٩,٧	٦-٩
(ج) مجموع المواد الصلبة العالقة (مجم/لتر)	٦٤,٣٥	١٧٣,١٧	١١٣,٨	٧٤,٢٥	١٢٣,٧٥	١٠٤,٨	٤٣,٥٦	٨٢,٠٨	٦٨,٩٥	١٥ مجم/لتر
(د) الحرارة	٣٢,٩٧	٣٥,٢٤	٣٣,٩٣	٣١,٦٨	٣٦,٠٧	٣٣,٥٥	٣٢,٥٧	٣٥,٤٤	٣٣,٦١	تقوم الرئاسة بتحديد خواص المياه الحرارية لكل حالة على حدة
٢- الخواص الكميائية غيرالعضوية										
(أ) الكادميوم (ميكروجرام/لتر)	٠,٠٥	٠,١٤	٠,٠٩١	٠,٠٥	٠,٥٤	٠,٢٧٨	٠,٠٢	١,٢٨	٠,٢٨٦	٠,٠٢ مجم/ لتر
(ب) الكروم الكلي (ميكروجرام/لتر)	٠,٨٥	١,٥٢	١,٠٨	٠,٨٧	١,٤٠	١,١٠١	٢,٣٥	٣,٤٨	٢,٨٨	٠,١ مجم/ لتر
(جـ) النحاس (ميكروجرام/لتر)	٩,٨٧	١٥,٣٢	١٢,٨٣	١٠,٧٦	١٤,٨٥	١٢,٨١	٢,١١	١٠,٣٧	٥,٥٧	٠,٢ مجم/ لتر
(د) الرصاص (ميكروجرام/لتر)	١,٠٧	٥,١٧	٣,٤٦	٤,٣٨	٤٣,٠٦	٩,٧	٣١,٣٤	٥٣,٠١	٤٢,٤١	٠,١ مجم/لتر
(هـ) النيكل (ميكروجرام/لتر)	٨,٧٣	١١,١٦	٩,٨٤	٧,٧٠	١٠,٧٨	٩,٣٨	٦,٨١	١٠,٠١	٨,٣٣	٠,٢ مجم/لتر
(و) زنك (ميكروجرام/لتر)	٢٧,١٨	٦٢,٨٣	٣٨,٩١	١٥,٨١	٢٧,٥٨	٢١,٠٩	٧,٤٤	١٩,٢٢	١١,٤٤	١ مجم/ لتر

٢ - المراجع الأجنبية :

1. Al-Solaimani, S.G. and Hashim, M. (2004) Influence of wastewater land disposal on the chemical composition of Bormuda Grass grown along the discharge stream in arid land area. Cairo Univ. Stud. Rev. 26: 13-33.
2. APHA. (1995) Standard methods for the examination of water and waste water; 19th ed. American Public Health Association. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation Washington, DC.
3. Cajuste, L.J., Carrillo, R.G., Cota, E.G. and Laird, R.J. (1991) The distribution of metals from wastewater in the Mexican Valley of Mezquital. Water, Air and Soil Pollution Journal, 58: 763-771.
4. Clark, N.W., Viessman, w. and Hammer, M. (1977) Water supply and pollution control. Third edtion, Harper and Row Publisher, p.857.
5. Food and Agriculture Organization (FAO). (1985) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29 Rev.1.
6. Guibaud, G., Tixier, N., Bouju, A. and Baudu, M. (2003) Relation between extracellular polymers' composition and is ability to complex Cd, Cu and Pb. Water Research, May, 2003.
7. Hago, M.A. (1996) Quality appraisal of effluent from Unayzah City wastewater treatment plant for irrigation reuse. JKAU. Met. Env. Arid Land Agric. Sci. Vol. 7 : 21-30.
8. Hashim, M.H.; Arafa, A.M.; AL-Solaimani, S.G.; and Onder, H. (1998) In-land disposal of wastewater from Makkah treatment plant: Environmental evaluation and assessment. Final report. Project No. 104/411, Office Scientific Research, KAAU, 388p.
9. Koshak, Y. M., Singley, J.E., Brodeur, T.P. and Donghewy, C.W. (1981) Wastewater Reclamation at Jeddah and Makkah, Saudi Arabia: 9TH Annual Conf; National W.S.J.S. Vol. 1; May 31- June 4, Washington.
10. Krone, R.B. (1968) The movement of disease producing organisms through solis" In: Wilson, C.W. and Beckett, F.F. (Eds). Municipal sewage effluent for irrigation. Ruston, L.A. : Louisiana, Tech. Alumni Foundation.
11. Mapanda, F., Mangwayana, E.N., Nyamangara, J. and Giller, K.E. (2005) The effect of long-term irrigation of soil under vegetables in Harare, Zimbabwe. Agriculture, Ecosystems and Environment, 107: 151-165.

12. Meteorology and Environmental Protection Administration (MEPA) (1409 H) Environmental protection standards in the Kingdom of Saudi Arabia (General Standards), Document No. 1409-01.
13. Ministry of Agriculture and Water (MAW). (1985) Draft copy of national wastewater regulation section III-2.2 and III-2.3, Riyadh.
14. Munir, M. and Mohammed, A. (2004) Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. Journal of Plant Nutirent, 27: 351-365.
15. Neale, J.H. (1964) Advanced waste treatment by distillation. A.W.T.R-7 Usphs Publication No. 999-Wp-7.
16. Russell, L.C., George, M.W. and Gordon, L.C. (1970) Handbook of advanced wastewater treatment. Van Nostrand Reinnol Co., 2nd Edition, p. 632.
17. Sharif, A. and Shammas, A. (1987) Characteristics of the wastewater of Riyadh Sewage Treatment Plant and at the Irrigation Sites in Dirab and Ammaraiyah. 10th Symp. on the Biol. Aspects of Saudi Arabia. April 20th progm. and Abs. p.301.
18. Wallace, A. and Cha., J.W. (1977) Trace metals in two garden products derived from sewage sludge. Div. of Environ. Biol., Lab. Of Nuclear Medicine and Radiation Biol. California Univ., Los Angeles. C.A., 90024, USA. Communication in Soils Science and Plant Analysis, 8:819-829.