دراسة تقييمية (بيئية ، كيميائية و بكتيرية) للري بمياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة جـــدة

عبد الرحمن بن سعيد محمد آل حجر*، عبد العزيز السباعي**
و صالح بن حسين بياري***
* قسم علوم الأحياء - كلية العلوم ،
** قسم الكيمياء - كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة
و *** قسم زراعة المناطق الجافة - كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة
جامعة الملك عبد العزيز - جـــدة ، المملكة العربية السعودية

بحث رقم : (م س - ١٨ - ١٥٣)

المقدمـــــــة

تعد مشكلة الصرف الحضري من أخطر المشاكل التي تواجه الأمم في الوقت الحاضـــر، و هي ذات تأثير خطر على جميع مناحي الحياة في جميع مدن العالم المعاصر، و في مقدمتها الصـــحة العامة و العمران. و مدينة جدة إحدى هذه المدن، و تصنف ضمن المدن الهامة على مســتوى مــدن العالم الإسلامي و العربي ، ومن أهم مدن المملكة العربية السعودية، و ذلك لوضـــعها الجغرافـــي و البيئي. فهي بوابة لمكة المكرمة عاصمة المسلمين و تقع على شريط ساحلي على الضـــفة الشـــرقية للبحر الأحمر. وهذا الموقع البيئي يحتم عليه التعايش مع سبخات غنية بمياه البحر ، وتربـــة تتشـــبع بمياه جوفية ناشئة عن انسياب مياه السيول فوق و تحت سطح التربة من حين لأخر. و يزيـــد هـــذه المشكلة تفاقما نظام التخلص من مياه الصرف السائد على معظم أجزاء هذه المدينة، ألا و هو نظـــام خزانات مياه الصرف (البيارات) و التي تتصل مباشرة بالمياه الجوفية. بل و تفـــيض فـــي معظـــم حالاتها على السطح مسببة الكثير من المشاكل.

عليه ، فالبحث الحالي يعد مساهمة متواضعة في الجهود المبذولة لدراسة جوانب من هـــذه المشكلة، و هو في نفس الوقت مرحلة ابتدائية تمهد لمراحل مستقبلية تتوقف على نتائج هذا البحث. و في هذه المرحلة الحالية من البحث بدئ بالمسح الميداني عن طريق زيارة مختلف الأماكن المزروعة في مدينة جدة و تم اختيار مواقع جمع العينات. كما تم جمع المعلومات الأولية الهامة عـــن طريـــق المراجع المنشورة، وعن طريق الاتصال الشخصي بالمختصين في أمانة مدينة جدة، و مصلحة المياه و الصرف الصحي. و الملاحظ أن أمانة جدة تستخدم و بكمية لا بأس بها مياه الصـــرف الصـــحي المعالجة في ري الرقعة الخضراء المنتشرة في أرجاء المدينة (بياري و آخرون ١٩٩٥).هذا و تمتـــد مدينة جدة من الجنوب نحو الشمال بمحاذاة ساحل البحر الأحمر (ما بين خطي طول ′١٧ ° ٢٠ و حتى ′٤٠ ° ٢٠ و خط عرض ′٦ ° ٣٩ و حتى ′٢٠ ° ٣٩ . و معظم مساحتها تقع ضمن ســـهل

شبه مستوي لا يرتفع كثيرا عن مستوى سطح البحر، أي أن جميع منشئات المدينة تقع على ارتفاع بسيط عن مستوى سطح البحر، بل إن العديد منها تقع أساساته في مستوى دون مستوى سطح ماء البحر. و مثل هذا الموقع البيئي لأي تجمع حضري يفاقم عادة مشكلة الصرف الصحي، و يحتم على القائمين عل مثل هذا المرفق الحرص و التخطيط للتحكم في مشكلة مياه الصرف الصحي، بل و كذلك استغلالها استغلالاً أمثل. يزيد مشكلة مياه الصرف الصحي تفاقماً جيولوجية الأرض القائمة عليها مدينة جدة و المناخ الحار الذي يسود أجواء سهل تهامة الذي تشكل جدة جزءاً منه. و تتوزع جدة على اثنتي عشرة بلدية فرعية ، تبدأ من الجنوب باتجاه الشمال: (١)بلدية الجنوب،(٢) بلدية خزام، (٣) بلدية الجامعة، (٤) بلدية البلد، (٥) بلدية الشرفية، (٦) بلدية العزيزية، (٧) بلدية المطار و(٨) بلدية جدة الجديدة، (٩) بلدية أبحر وأخيراً (١٠) بلدية ذهبان، و تقتسم شرق جدة (١١) بلديتي أم السلم و (١٢) بريمان.

هذا وقد بلغت مساحة جدة العمرانية حتى عام (١٩٩٦م) ١٢٨٦كم٢ ،كلها داخل النطاق العمراني (أمانة مدينة جدة، ١٩٩٦). و تمتاز مدينة جدة بالوفرة النسبية للمساحات الخضراء المزروعة في أنحائها، فالمرجع السابق أورد أن المساحة الخضراء في جدة تغطي حوالي ٩٢٧٥٧١١م٢ ، منها ٦٧٠٢٩١٢م٢ حدائق و ٢٥٧٢٧٩٩م٢ شوارع. و يستخدم لري هذه المساحات الخضراء ١٠١١٣٦٣٨م٣ من المياه في العام، علما أن هذه المساحات في تزايد مستمر.
و هذا الكم الهائل من الاستهلاك و خصوصاً في بلد موارده المائية شحيحة مثل المملكة يستدعي الاستعانة بمياه مثل مياه الصرف الصحي، بحيث يكون الهدف مزدوج الفائدة، بحيث تعالج هذه المياه جيداً و تجهز لإعادة استخدامها في زيادة المساحات الخضراء بالمدن، و هذا يؤدي إلى تخفيف الاستهلاك للمياه الطبيعية الصالحة لكل من الشرب ،البناء، الأغراض المنزلية و الصحية و الغذائية .
و ندرك أهمية ذلك إذا عرفنا أن مدينة جدة تستهلك ما يقارب ١٠٠٠٠٠٠٠٠ جالون ماء يومياً تغذيها بها شبكة مياه تغطي ما مجمله ٨٥% من مساحة المناطق المأهولة منها. و أن شبكة مياه الصرف الصحي بمدينة جدة رغم أن مجموع أطوالها حوالي ٧٥٠كم لا تغطي إلا حوالي ٣٠% من مساحة المناطق المأهولة من هذه المدينة (أمانة مدينة جدة، ١٩٩٦م).

هذا وتنتشر محطات تنقية مياه الصرف الصحي في أنحاء متفرقة من مدينة جدة، بعضها حكومي والأخر خاص ، تمت الدراسة الحالية على ست منها . تتراوح سعاتها من ٨٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠م٣ . يسحب من مياهها المعالجة ١٦٥٠ صهريج يومياً حمولة الواحد منها ٦٠٠٠ جالون توزع لري أجزاء لا بأس بها من المساحات الخضراء المذكورة مساحاتها بعاليه، إلى جانب ري المشائل التابعة للأمانة. والري يتم عل صورتين، الأولى بالغمر و تستخدم لري حوالي ٧٥% من المساحات الخضراء، والصورة الثانية باستخدام شبكات الري بالتنقيط، وهذه تروي ٢٥%.

المواد و الطرق

في المرحلة الأولى من البحث استخدم المسح الميداني عن طريق زيارة مختلف الأماكن المزروعة في مدينة جدة. و تم اختيار مواقع جمع العينات. كما تم جمع المعلومات الأوليه الهامة عن طريق

المراجع المنشورة، و عن طريق الاتصال الشخصي بالمختصين في أمانة مدينة جدة بالإضافة لمصلحة المياه و الصرف الصحي بجدة.

أما المرحلة الثانية من العمل فبدئ فيها بتحليل العينات كيميائيا و بيولوجيا و فيما يلي عرض الطرق العملية والعلمية المتبعة في جمع عينات مياه الصرف الصحي و التربة و النبات المرويين بهذه المياه. و طرق تقدير المحتوى المعدني و البكتيري.

أولاً ــ جمع العينات:

(١) عينات مياه الصرف الصحي

(أ) ــ **العينات الخاصة بتقدير العناصر المعدنية:** أخذت عينات المياه مباشرة من محطات تنقية مياه الصرف الصحي (ثلاث مكررات من كل محطة) و وضعت في قوارير بلاستيكية خاصة بهذا الغرض، و أضيف لكل مكرر اثنين ملي (٢مل) من حامض النيتريك المركز لمنع ترسب الفلزات على شكل هيدروكسيدات. ثم حفظت العينات في الثلاجة لحين تقدير العناصر المطلوبة بها.

(ب) ــ **العينات الخاصة بتقدير المحتوى البكتيري:** جمعت المياه من نفس محطات الجمع الواردة في (١) و لكن القوارير كانت معقمة و بدون إضافة حامض النيتريك، تجنبا للإخلال بالتركيبة الميكروبية المحتمل تواجدها بهذه المياه، و كذلك تجنبا لتغيير درجة الرقم الهيدروجيني (pH) للمياه المجموعة في هذه الحالة. بعد أخذ العينات من ثلاث نقاط جمع من كل محطة (ا) من صنبور المحطة مباشرة، (ب) من خرطوم نقل المياه من المحطة لصهاريج التوزيع (الوايت) (جـ) من صهريج النقل نفسه. حفظت العينات في الثلاجة تحت (٥°م) وأخذ في الاعتبار أن تكون مدة الحفظ قصيرة قدر الإمكان لضمان عدم تغير الأعداد الحقيقية للبكتيريا، بحيث تم التعامل مع العينات في نفس يوم جمعها.

(٢) عينات التربة

تم جمع عينات التربة (ثلاث مكررات من كل موقع) من المنطقة الجذرية للنباتات التي تروى بمياه الصرف الصحي من حدائق متفرقة بمدينة جدة . و حفظت العينات في أكياس بلاستيكية خاصة، محكمة الإغلاق. ثم حفظت في الثلاجة تحت(٥°م) لحين التعامل معها تمهيدا لتقدير العناصر المطلوبة في مستخلصها المائي.

(٣) العينات النباتية

تم جمع العينات النباتية (ثلاث مكررات ،مجموع خضري) من نفس المواقع التي جمعت منها التربة ، وحفظت في أكياس ورقية خاصة، ثم وضعت في مجفف خاص لحين التعامل معها، تمهيدا لتقدير العناصر المطلوبة بها.

ثانيا ــ تقدير العناصر في العينات المختلفة

(١) عينات المياه

تمت محاولة تعيين محتوى هذه المياه من العناصر التالية (K, Na, Pb, Cd, Zn)

(أ) تمت محاولة تقدير هذه العناصر باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي في عينات الماء المجموعة مباشرة، أما (P and N) فلم يكونا مقروءين في هذه المياه.

(ب) عندما لم يتم التمكن من تقدير أي كمية لاثنين من العناصر الثقيلة (Pb, Cd,) بالطريقة رقم (١) أجري التقدير لكل من (Cd, Pb, Zn) في نفس عينات المياه و لكن بعد إجراء عملية الهضم باستخدام حامض النيتريك المركز، بغرض محاولة زيادة تركيز هذه العناصر في عينات المياه حتى يتسنى للجهاز تقدير محتواها من هذه العناصر. هذا و قد تمت عملية الهضم كما يلي: أضيف ٥مل من حامض النيتريك المركز على ٥٠ مل من العينة المائية، و بعد رجها تم تبخير العينة على مهل حتى الجفاف على سخان كهربائي، ثم أضيف ماء مقطر بحدود ١٠مل و إعادة التسخين حتى الجفاف. ثم أذيب الناتج بالماء المقطر بعد إضافة ١مل من حامض النيتريك المركز. و تخفيفه بالماء المقطر في دورق حجمي سعة ٢٥مل، و بذلك نكون قد زدنا التركيز مرتين.

(٢) عينات التربة

. بعد جمع التربة و حفظها في الثلاجة لحين استخدامها تم عليها التالي:

(أ) مررت العينات عبر منخل قطر فتحاته ٢مم، و ذلك لتخليص التربة من الحصى الكبيرة و الأجزاء النباتية كبيرة الحجم. ثم تركت العينات لتجف تحت هواء المعمل و درجة حرارته (٢٠°م).

(ب) بعد تمام جفاف عينات التربة هوائيا تم تجهيز مستخلص مائي للتربة بنسبة ١:٥ (ماء : تربة) ثم قدر فيها النيتروجين والفوسفور كل على حده بطرق مختلفة .

(ج) الكاتيونات (K, Na, Cd, Pb, Zn) و قدرت مباشرة في المستخلص المائي للتربة باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

(٣) العينات النباتية

تم التعامل مع العينات النباتية المجموعة و كلها من النجيلة كما يلي:

(أ) تم تجفيف العينات النباتية بعد وضعها في أكياس ورقية خاصة في فرن التجفيف تحت درجة حرارة (٨٠° م) حتى تمام التجفيف.

(ب) طحنت العينات بطاحونة خاصة مزودة بمنخل له ثقوب دقيقة (Mill of 20-mesh sieve).

(جـ) تم هضم العينات النباتية المطحونة و قدر فيها النيتروجين والفسفور والكاتيونات (K, Na, Cd, Pb, Zn) و قدرت مباشرة في ناتج هضم العينات النباتية باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

ثالثاً ــ تقدير المحتوى البكتيري في عينات المياه

بدأت التحاليل و الاختبارات الميكروبية لعينات المياه المجموعة من النقاط التالية فور وصولها المعمل:

(أ) من صنبور المحطة مباشرة.

(ب) من خرطوم نقل المياه من المحطة لصهاريج التوزيع (الوايت).

(جـ) من صهريج النقل نفسه. و كانت طريقة العمل وفقا لما يلي:

روعي تساوي الظروف المعملية لكل العينات المجموعة من المحطات المختلفة، من حيث طريقة الجمع، و التوقيت في الجمع و التحليل، و إجراءات التعقيم. هذا مع استخدام البيئات المناسبة لكل تحليل. كما أخذت متوسطات القراءات للأطباق معتدلة الكثافة (٣٠ ــ ٣٠٠ مزرعة) بعد قبل جدولتها. و استخدمت لتنمية أشكال البكتيريا البيئات التالية حسب نوع الاختبار.

(١)آجار الطرق القياسية (Standard methods Agar)

استعملت هذه البيئة لقياس العد الكلي للكائنات الحية الدقيقة وهي بيئة أقرتها رابطة القمة العامة الأمريكية لقياس الحمولة الميكروبولوجية الكلية . تم تحضير العينات بعد زرعها عند درجة حرارة ٣٥ ±١°م لمدة ٤٨ ±٢ ساعة.

(٢) تقدير بكتيريا القولون و القولون البرازية (Total and Fecal Coliform determination)

تستخدم هنا طريقة الأنابيب المتعددة (Multiple Tube Method) لتقدير بكتيريا القولون و بكتيريا القولون البرازية و تعتمد هذه الطريقة على البحث عن بكتيريا القولون التي تحمر بسكر اللاكتوز ع إنتاج حمض و غاز، و هي عصوية سالبة لصبغة جرام و غير متجرثمة.

هذا و تمت جدولة النتائج على أساس أن الكثافة الميكروبيولوجية الكلية محسوبة لكل ملليتر من العينة ، أما بكتيريا القولون و القولون البرازية فحسبت على أساس العدد في كل ١٠٠ملليتر من العينة.

رابعاً – معالجة الخرائط والنتائج

بعد معالجة الخرائط والنتائج عرضت في مواضعها المناسبة ونوقشت في جزء النتائج والمناقشة .

النتائـــــج و المنـــــاقشة

كان على رأس هذه النتائج اتفاق جميع المحطات في كون مياهها المعالجة فقيرة جـدا فـي المواد المغذية للنبات، على الأقل في حدود العناصر التي درست في هذه المرحلة، و هذا لا يستغرب (Patl and Wallace, 1976) كما أنها شبه مجمعة على انخفاض مستويات المعادن الثقيلة حيـث تقع ضمن النسب المسموح بها (Berry *et al*, 1980). وهذه النتائج تنطبق علـى عينـات التربـة والنبات المروية بهذه المياه المعالجة.كما يتبين عدم التناسب بين محتوى المياه من المعـادن الثقيلـة ومحتواها في التربة و النبات في بعض المحطات و على الأخص محطتي البلد و بني مالك، و الـذي يبدو أن التراكيز العالية نسبيا في العينات الترابية و النباتية ربما تعود في مجملها إلى التلوث النـاجم عن وسائل النقل المختلفة، حيث أن المسطحات التي جمعت منها العينات تقع في إطار تحركات هـذه الوسائل. و من أهم المقارنات بين المحطات المختلفة و التي يمكن استخلاصها أن الحصيلة النهائيـة لإجمالي المعادن الثقيلة المدروسة هنا والتي تأتي من جمع محتوى المياه مع محتـوى التربـة مـع محتوى النبات أدت إلى الترتيب التالي "**محطة جامعة الملك عبد العزيز** < **أبو طويلة** < **الجامعـة** < **الأمن الداخلي** < **البلد** < **بني مالك**". كما أن من الملاحظات الهامة أن أعلى محتوى معدني في المياه المدروسة كان من نصيب عنصر الصوديوم، و يعد محتوى عالي نسبيا ، و هذه نقطـة لبسـت فـي صالح الري بهذه المياه، و على الأخص في مدينة ساحلية مثل مدينة جدة، و رغم جودة مياه الصرف الصحي المعالج من حيث افتراض وجود تركيزات لا بأس بها من المغذيات النباتية كما يقول (Parr and Wilson, 1980) إلا أن الري بها ينطوي على العديد من المخاطر من بينها تملح التربة و هذا على رأي (Wallcee and Lunt, 1980) . و مما يجدر ذكره في هذا الصدد أن التوسع المدروس و المستمر في إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي، مع الاستمرار في إجراء الأبحاث العلمية الهادفة واجبات لابد منها في أنحاء الدنيا جميعا، و هي في بلاد تعاني من شح الموارد الطبيعية للمياه مثل بلادنا تكون أكثر وجوبا. فالماء الصالح للشرب في المملكة العربية السعودية يعتبر غاليـاً جـداً لاستخدامه لمرة واحدة . وإعادة استخدامه هي الرؤية الصحيحة . لذا فقد نفذت وصممت عـدد مـن محطات معالجة استخدام المياه في عدد كبير من مدن المملكة وفي مقدمتها مدينة الريـاض و مكـة المكرمة وجدة والدمام والمدينة المنورة وسميت بمحطات الصرف الصحي المعالج . وعدد كبير مـن هذه المحطات تحت الإنشاء . و استخدام مياه الصرف الصحي المعالج للزراعة أو زراعة الحـدائق مفهوم بسيط جداً (Sias and Nevins 1973 ، Berry *et al* ,1977) ولاستخدام هذه الميـاه يجب معرفة مميزاتها ومدى فائدتها للمحاصيل و البستنة أو الحدائق وكذلك معرفة معوقات استخدامها

أو العوامل التي توقف استخدامها. كما ذهب البعض لضرورة تطبيق المعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحي (advanced treatment) قبل إعادة الاستفادة منها (عوض، ١٩٩٩م).

ربما يعتبر انخفاض تكاليف استخدام مياه الصرف الصحي من أهم مميزات استخدامها في الزراعة مقارنة بأي مصدر آخر للمياه (Berry *et al*, 1980) . إلا أنها من ناحية أخرى تصبح مكلفة لاعتبارات بيئية تتعلق بسلامة المسطحات المائية من أنهار و بحار، حيث لا يجوز إلقائها بهذه المسطحات المائية ما لم تكن قد عولجت بمراحل متقدمة و هذا يرفع قيمة تكاليف معالجة المياه (Berry *et al*. 1980). سواء لعمليات الري أو أي استخدامات أخرى . و الصفات الطبيعية لأي مياه صرف صحي يعتمد على ثلاث أمور رئيسة وهي

(١) مياه المصدر الأساسي يجب أن تكون صالحة جداً للشرب . وأن لا يزيد مستوى الأملاح الذائبة بها عن ٥٠٠ جزء في المليون (500 p.p.m) Total dissolved solids (TDS)

(٢) أن يكون ماء الصرف الصحي ناتج عن استخدام السكان بعيداً عن مخلفات المصانع ويكون مستوى المعالجة متوسط (Secondary treatment) .

(٣) يجب العناية كل العناية بمخلفات المصانع و التفكير جيداً قبل إعادة إستخدامها (reuse) . و السؤال الحقيقي الذي يجب الوقوف عنده عند الرغبة في إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي في ري المحاصيل أو المزروعات هو ما هو الفرق بين مياه الصرف الصحي و مياه المصدر؟ . وهنا أيضاً توجد ٣ أمور يجب أخذها في الاعتبار :-

(أ) محتوى مياه الصرف الصحي من الأحياء الدقيقة .Biological composition

(ب) محتوى مياه الصرف الصحي من المخلفات الطبيعية (الصلبة)

(جـ) محتوى مياه الصرف الصحي من الأملاح المعدنية المذابة .

وهذه أمور مهمة جداً يجب أخذها بجدية، فضمن المحتوى المائي من الأحياء الدقيقة ما هو ضار وخطير مثل بعض أنواع البكتيريا المسببة للأمراض (Elliot and Ellis, 1977 ; Wylic and Paul, 1978; Henry & Heinke, 1989) ويجب هنا قبل إعادة استخدامها معرفة أنواع البكتيريا الموجودة وكمياتها وأخذ إذن بالاستخدام مسبقاً فيه بيان بسلامة و صلاحية تلك المياه .

والأملاح الذائبة لها تأثير كبير على الزراعة فمياه الصرف الصحي تحتوي على نسبة قد تكون عالية من هذه الأملاح والتي قد تعيق نمو النبات (Berry *et al,* 1980) .

ولقد وجد إن إستخدامات المياه في المنازل (غسيل صحون ، ملابس ، تنظيف أرضيات) تضيف ما يقدر (بـ ٣٠٠ جزء في المليون) من الأملاح الذائبة تضاف على نسبة الأملاح في مياه المصدر . على سبيل المثال لو كانت كمية الأملاح المذابة في مياه المصدر (٢٥٠جزء في المليون) فإن مياه الصرف سوف تكون بها (٥٥٠جزء في المليون) (Berry *et al* 1980). ومعرفة نسبة الصوديوم الممتص (SAR) The sodium absorption ratio تعد مهمة جداً لتحدد نفاذية التربة (Beeson 1946) .

كما أن تركيز المغذيات الرئيسة مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم و غيرها التي تضاف للتربة عندما لا تكون مياه الصرف الصحي جيدة المعالجة زيادة على وجود العناصر الثقيلة بكميات صغيرة أو كبيرة، بحسب الظروف المحيطة (Nebel & Wright, 1993). هذا و مع الاستمرار في الري بهذه المياه لمدة طويلة تزيد كميات هذه العناصر بالتربة وتسبب تسمم للمحاصيل وكذلك للأطعمة المقدمة للإنسان أو الحيوان (Antonovics *et al*, 1971). و خطورة المعادن الثقيلة تكمن في كونها عالية الذوبانية في الماء و تبقى فيه لمدة طويلة

(Moor and Ramamoorthy, 1983). ولأخذ الحيطة والحذر والأمان في استخدام مياه المعالجة في الري يجب معرفة مدى تأثير هذه المياه على النبات ونموه ومستهلك النبات . و الذي يجري الآن من استخدام مياه الصرف الصحي المنزلي في عمليات الري بعد أكثر أماناً وأقل خطورة من مياه الصرف الصحي الناتج من المصانع و التي قد تحوي على نسب عالية من العناصر الثقيلة السامة . وهذا لا يمنع من القول أيضاً إنه يجب مراقبة وتحليل مياه الري المعالج والناتج من الصرف الصحي المنزلي والتي قد تحوي على كميات ضئيلة من العناصر الثقيلة .

أما الجانب الميكروبي في البحث الحالي يلخص الكثافة الميكروبيولوجية للكائنات الحية الدقيقة الكلية وبكتيريا مجموع القولون والقولون البرازية لمياه محطات المعالجة المختلفة بمدينة جدة والمسحوبة من ثلاث نقاط بكل محطة .

عند دراسة الكثافة الميكروبيولوجية للكائنات الحية الدقيقة الكلية في عينات المياه المسحوبة من ثلاث مواقع مختلفة (مصادر مختلفة) داخل كل محطة وجد الباحثون اختلافات بسيطة في كل المحطات فيما عدا محطة جبل أبو طويلة (لم نتمكن من سحب المياه من صنبور المحطة) . وكانت عينات المياه المسحوبة من صهريج نقل المياه أعلى دائماً في كثافتها الميكروبيولوجية إذا ما قورنت بمياه صنبور المحطة و الشيب (خرطوم نقل المياه لصهريج نقل المياه) وربما يعزى ذلك الارتفاع في الكثافة الميكروبيولوجية لمياه الصهريج في كل محطة إلى احتمال زيادة التلوث من الناقل (surfer) أو الصهريج نفسه و هذا لعدم إجراء التنظيف الدوري و المستمر لها.

و للتعامل الصحيح مع مياه الصرف الصحي لابد من التعرف على مكوناتها الأساسية، و من ثم الطرق الأسلم للتخلص مما يشوبها تمهيدا لاستخدامها. و من ذلك لابد من معرفة أن مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثانوية (Secondary treatment) تحتوي بشكل عام على أربعة محتويات، (أ) مواد عضوية ذائبة، (ب) مواد غير عضوية ذائبة، (ج) مواد صلبة غير ذائبة و (د) كائنات حية ، كثير منها يسبب الأمراض. و لتمام المعرفة بهذه المكونات لابد من التعرف على مياه المصدر الأساسي، كمية المياه المستهلكة، نوع و كمية المواد الغريبة الداخلة على هذه المياه، زيادة على ذلك لابد من الإلمام بالظروف البيئية السائدة. هذا و يشكل المكون (د) أهم المحتويات و ربما أخطرها، لهذا لابد من اتخاذ التدابير الكفيلة بتحييد هذه الكائنات الضارة، و التخلص منها بشكل قطعي قبل استخدام مياه الصرف الصحي في أي مرفق، فالتقارير التي تبين ضرر نواتج الصرف الصحي كثيرة جدا و بالذات على البيئة البحرية كما ورد مثلاً في (Al-Muzaini, *et al*, 1999). و من الدالات

المهمة و الأكثر شيوعا في مجال سلامة مياه الصرف الصحي مقدار ما تحويه هذه المياه من بكتيريا القولون البرازية (Fecal coliform bacteria). من هنا ذكر العلماء أن استخدام أشكال من البكتيريا الممرضة ككواشف و دلائل على سلامة مياه الصرف الصحي من عدمها أمرا مناسبا وكافيا (Geldrech, 1967 and Muller, 1979). و من الأمثلة المشهورة في ذلك ما يلي :

Total microbial count; total coliform count; fecal coliform count and staphlylococcus count...etc.

و نظرا لكون الكثير من أهل الاختصاص يركزون اهتمامهم على الثلاثة أشكال الأولى من هذه البكتيريا و على الأخص بكتيريا القولون البرازية (fecal coliform) فقد اعتمدناها في بحثنا الحاضر على الأقل إبان المرحلة الحالية. وعلى أية حال لابد لأي مياه صرف صحي براد استخدامها من أن تتوافق على الأقل مع المواصفات التي حددتها منظمة الصحة العالمية (١٩٩٠). و لابد لها أن تقع ضمن مواصفات منظمة الصحة العالمية و التي تحدد نسب العناصر و المواد العالقة و الذائبة (WHO, 1989) .

على كل حال البحث الحالي يهتم بأحد المشاكل البيئية الساخنة في الوقت الحاضر، و هو ينسجم في هذا الاهتمام مع أبحاث كثيرة تجرى في مجال تأثير مياه الصرف الصحي على النواحي المختلفة للبيئة في أنحاء عديدة من العالم، و من هذه الأبحاث على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:
(Lottermoser, 1998; Tarchitzy, *et al*., 1999; Al-Ahmad, *et al*., 1999; Weng & Xunhong, 2000).

التوصيات

يمكن وضع توصيات مبنية على النتائج المتحصل عليها في هذا البحث كما يلي:

- العناية بنظافة و تطهير خراطيم نقل المياه المعالجة و صهاريج النقل بصفة دورية حتى لا تتراكم الملوثات بها و على الأخص البكتيريا
- عدم الإسراف في ري الحدائق بهذه المياه و هذا لمنع تراكم الأملاح و البكتيريا الضارة بالتربة مما يضر بها و بالنبات والإنسان
- إجراء العديد من الأبحاث المتطورة في مجال استخدام مياه الصرف الصحي.
- من البحث الحالي وما رافقه من استقراء للأبحاث السابقة تبين لنا أنه يجب معرفة نوعية مياه الصرف الصحي المستخدمة في الري لتحديد مقدار الأضرار التي قد تلحق بالإنسان أو بالبيئة من جراء استخدامها، و بالتالي يمكن إتخاذ قرار المعالجة أو إعادة الاستخدام على أساس علمي ثابت و سليم، نابع من دراسة محلية تعايش الواقع و تتفاعل معه.

- في العادة يصل جزء من المياه المستخدمة في الري إلى باطن التربة و من ثم يختلط بالمياه الجوفية ، عليه فلابد من تقدير كمية المياه النافذة من مياه الري إلى المياه الجوفية حيث تعاني كثير من المدن من ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية مما يلحق الضرر بالبنية التحتية لتلك المدن ويزيد من تكاليف صيانة المنشآت والطرق ، إلا أن الأمر يصبح أكثر خطورة عندما تختلط تلك المياه الجوفية والتي عادة ما تكون ملوثة بمياه الشرب في شبكات توزيع المياه عندما يكون الضغط داخل الشبكة منخفض ، أو عن طريق الدخول إلى خزانات المياه الأرضية من خلال الشقوق . وإن كانت العوامل المؤدية إلى ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية بالمدن عديدة ، إلا أن أحد تلك العوامل هو تسرب فائض المياه المستخدمة في ري الحدائق والمنتزهات وأشجار الزينة في الشوارع العامة والحدائق المنزلية داخل المدن إلى باطن الأرض . فسقيا المزروعات بكميات أكبر من الحاجة الفعلية للنبات يؤدي إلى تسرب جزء من المياه الفائضة إلى باطن الأرض .
- ولتقدير كمية المياه المتسربة من التربة إلى المياه الجوفية لا بد من عمل بعض القياسات الحقلية لمعرفة نفاذية التربة في أجزاء متفرقة من المدينة باستخدام جهاز infiltrometer ، و كذلك معرفة معدل التبخر الذي يعتمد على العوامل الجوية من رطوبة ودرجة حرارة وسرعة الرياح ، ويمكن قياس معدل التبخر حقليا أو تقديره رياضيا حيث توجد علاقات رياضية تجريبية تربط معدل التبخر بالعوامل الجوية المحيطة.
- لابد من تتبع حركة صهاريج مياه الصرف الصحي و طريقة ريها و تكوين فكرة جيدة عن المشاكل التي قد تسببها أو قد تعترضها، تمهيدا لوضع اقتراح سليم لتحسين أدائها، أو وضع بديل أسلم لها.
- لابد من دراسة هندسية جيومورفولوجية للتربة المروية بهذه المياه للتعرف عن كثب على الأضرار اللاحقة بالتربة جراء الاستمرار في الري بمياه الصرف الصحي إن وجدت.
- يجب البحث عن و تدوين الأسماء العلمية للنباتات المنزرعة في حدائق مدينة جدة، و هذا يسهل التعامل العلمي مع هذه النباتات، و البحث عن سلبياتها و إيجابياتها في قواعد المعلومات المختلفة.

هذا و بالله التوفيق.

المـــراجـــــــع

أمانة مدينة جدة (١٩٩٦) . جدة بوابة الحرمين الشريفين . مؤسسة المدينة للصحافة والنشر (دار العلم) جدة. المملكة العربية السعودية. ٣١٩ صفحة.

بياري، صالح بن حسين؛ مشاط، عبد الوهاب بن سليمان، القحطاني، سعيد بن عبد الرحمن و ابو بكر، حسين بن صالح (١٩٩٥).تقرير عن أسباب سقوط الأشجار نتيجة هطول الأمطار بمدينة جدة يوم الخميس ١٤١٦/٦/٩هـ. جامعة الملك عبد العزيز كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، قسم زراعة المناطق الجافة. ص. ب ٩٠٣٤ جدة ٢١٤١٣.

عوض، عادل (١٩٩٩) إدارة المخاطر البيئية في مجال إعادة الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة. مؤتمر آثار التلوث البيئي على التنمية في منطقة الخليج. الكويت. ص ٤٥.

Al-Muzaini, S; Al-Mutairi, M; Al-Bloushi, A. and Kurain, I. (1999). Sewge impact on the development of Shuwaikh area. Conference on the impact of environmental pollution on development in the gulf region. Kuwait. P 53.

Antonovics, J.,A.D. Bradshaw, and R. G. Turner. (1971). Heavy metal tolerance in plants. *Adv. Ecol. Res. 7:1-85.*

Berry, W. L., A. wallace. and O. R. Lunt. (1977). Recycling municipal wastewater for hydroponic culture. *Hurtscience 12:185-186.*

Berry, W. L., A. wallace and O. R. Lunt (1980). Utilization of Municipal wastewater for the culture of Horticulture crops. *Hort. Sci. Vol 15(2) 169.171.*

Beeson, K. C. (1946) the effect of mineral supply on the mineral concentration and nutritional quality of plants *Bot. Rev. Rev. 12:424-455.*

Elliott, L. F. and Ellis, J. R. (1977). Bacterial and Viral Pathogens Associated with Land application of organic wastes. J. Environmental Quality 6: (3) 245 –250.

Geldreich, E. E. (1967). Fecal coliform concepts in stream polution. Water and sewage works, 114: 98-102.

Henry, and Heinke (1989). Environmental Sciences and Engineering; Wter pollution. Chapter 12.

Lottermoser, B. G. (1998). Heavy metal pollution of coastal river sediments, northeastern New South Wales, Austraila: Lead isotope and chemical

evidence. Environmental Geology. Vol. 36,o.1/2. 118-126.

Moor, J. W. and Ramamoorth, S. (1983). Heavy metals in natural waters. Applied Monitoring and Impact Assessment. Spriger-Verlag. New Yourk Berlin Heidelberg Tokyo. 270p.

Muller, G. (1979). Bacterial Indicators and standards for water quality in federal republic of Germany, pp 159-167. In Bacterial indicators Hazards associated with water by Hoadley, AW., and Dutta, B.J. American Soc. For testing and materials, philadelphia, USA.

Nebel, and Wright (1993). Environmental Science; Sewage Pollution and rediscovering the nutrient cycle. Chapter 1, 290-310.

Patel, P. M. and A. wallace. (1976). Correction of iron deficiency in tomatoes grown by droponically in sewagewater. *Comm. Soil. Sci. plant anal. 7(1) : 61-64.*

Parr, J. F. and Wilison, G. B. (1980). Recycling organic wastes to improve soil productivity. Hort Science 15 : (2)162-166.

Sias, D. R. and T. A. Nevins. (1973). Experimental hydroponic gardening with municipal wastewater. *Bul. Environ. Contam. Toxicol. 10:272.*

Tarchitzky, J.; Golobati, Y.; Keren, R. and Chen, Y. (1999). Wastewater effect on Montmorillonite Suspensions and Hydraulic Properties of Sandy Siols. Soil Science Soc. of America. Vol. 63. 554-560.

Wallace, A. and Lunt, 0. R. (1980). Utilization of Municipal wastewater for the culture of horticultural crops. Hort Science 15: (2) 169 -171

Weng, H. and Xunhong, Chen (2000). Casses and Solutions: Impact of polluted Canal water on adjacent soil and groundwater systems. Environmental Geology. Vol. 39 (8) 945-950.

WHO (1989) Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Report of Scientific group. Technical Report Series 778. Geneva.

Wylie, D. B. and Paul, B. M. (1978). Infectious Disease Hazards of Landspreading Sewage Wastes. J. Environmental Quality. 7: (1) 1-8.

Evaluation Study (Environmental, Chemical and Bacteriological) for Irrigation with Treated Sewage Water from Jeddah City

Abdulrahman S.M. Al-Hajar*, Abdulaziz Al-Sebaai,**
and **Saleh H. Biari****
** Faculty of Scinece,*
***Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture*
King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

P.N. (MS – 18 – 153)

Abstract : The most important goal of this work was the collection of the useful information about the point of research. In addition, a field survey was conducted, in order to collect the required samples (municipal water; green plant parts, and soil which was irrigated with this water). This information was about the treatment plants, the green areas, the amount of water used for irrigation annually, plant species growing all over the city. The samples collected were analysed for some heavy metals, along with the determination of the bacterial content in the municipal water samples. The outcome of this analyses showed that the samples contents of the heavy metals was within the safe level. However there were some differences between the treatment plants investigated. The overall ranking order of these, was as follows: Banymalik > Albalad > Al amne aldakly > aljammiah > Abotawellah > king Abdulaziz University. The most negative point was reflected by the presence of hazardous bacteria in the studied water samples collected from these treatment plants. This therefore indicates the necessity of taking into consideration the continuous cleaning and clearing of these waters, the loading hoses and valves and the transporting tankers. Nevertheless the presence of such bacteria was ranked as follows: the transporting tankers > the loading hoses > the water from the loading valves .