مجلة جامعة الملك عبد العزيز : العلوم الهندسية ، م٨ ، ص ص ٣ - ٢١ (١٤١٦هـ / ١٩٩٦م)

إعـــادة استعمـــال ميـاه الصرف الجوفيـة أو التخـلص منهـا بمدينـة جـــدة بالممـــلكة العربيـــة العسوديـــة

عمر سراج أبو رزيزة

قسم الهندسة المدنية ، كلية الهندسة ، جامعة الملك عبد العزيز

جـــــدة - المملكة العربية السعودية

المستخلص . أُجـريت دراسـة على ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية بمدينة جدة ، واقتُرح بناء نظام صرف أفقي مغطى لتخفيض منسوب المياه الجوفية الذي ارتفع بشكل ملحوظ لعدم وجود شبكة صرف متكاملة .

تم تقويم نوعية مياه الصرف ، ومعرفة مدى ملاءمتها لسقيا الحدائق العامة . كما تم أيضًا مقارنة نوعية مياه الصرف بنوعية المياه المسموح بصرفها في البحر وفق معايير وضعت من قبل جهات عالمية ومحلية ، حتى لاتتسبب في تلويث مياه شواطيء مدينة جدة ، خاصة وأن هذه المناطق تعتبر متنفسًا لسكان جدة وللزائرين من مدن المملكة المختلفة ومن دول الخليج العربية أيضًا .

ولتحقيق هذه الأهداف ، فقد تم قياس قيم المعايير الطبيعية : درجة الحرارة والعَكَر ، والمعايير الكيميائية : درجة الحموضة ، الأملاح الكلية المذابة ، نسبة الملوحة ، الموصلية ، نيتروجين الأمونيا ، كمية الأكسجين الكيميائي ، والكاتيونات : الكالسيوم ، المغنسيوم ، البوتاسيوم ، الصوديوم ، والأيونات : الكبريتات ، الكلورايد ، البيكربونات ، النترات ، والمعيار البكترولوجي : عدد الكوليفورم البرازي .

وقد جُمعت العينات المائية من شبكة مكونة من ٤١ بئرًا ضحلاً تتراوح أعماقها من ٣-٥ أمتار ، وثلاثة آبار عميقة تتراوح أعماقها من ٤٠-٨٦ مترًا .

وبينت نتائج الاختبارات أن مياه الصرف شديدة الملوحة وغير صالحة لسقيا الحدائق ، بيد أن قيم معايير مياه الصرف تتمشى مع متطلبات قيم المعايير التي وضعت من قبل مصلحة الأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية .

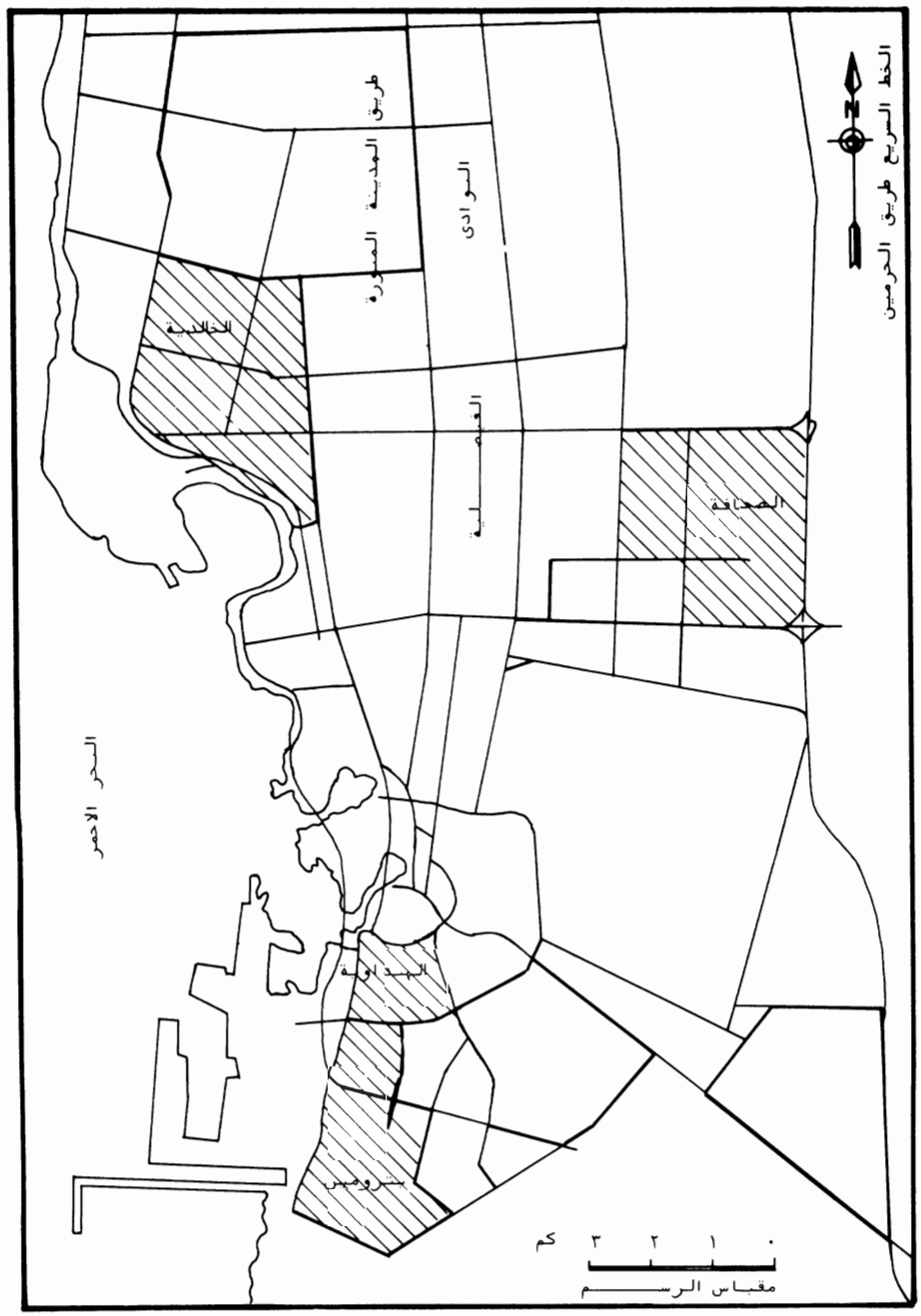
١ . مقـــــــدمة

أدى التوسع العمراني الكبير الذي شهدته مدينة جدة في العقدين المنصرمين إلى زيادة الطلب على المياه في القـطاعـين المنـزلي والتجـاري ، حيث ارتفع الطلب على المياه من حوالي ٦٠,٠٠٠ م٣/يوم في أوائل السبعينيات إلى قرابة ٤٠٠,٠٠٠ م٣/يوم[١] في سنة ١٩٩٠م . وكما هو معلوم فإن الزيادة في كميات المياه المستعملة يصاحبها زيادة مقاربة في كميات مياه الصرف الصحي . وتدل المعلومات المتوافرة لدى مصلحة المياه والصرف الصحي بالمنطقة الغربية، أن كميات مياه الصرف الصحي اليومية تزيد على ٢٠٠,٠٠٠ م٣ . وللأسف فإن ثلث هذه الكمية فقط يصل إلى محطات المعالجة عبر شبكات الصرف الصحي ، بينما يتسرب الثلثان الباقيان إلى الأرض عبر البيارات الشعبية . وتقوم أمانة مدينة جدة بري الحدائق العامة والمنـاطق الخضراء المنتشرة بمـدينة جدة على جوانب وأواسط الطرق بالمياه المعالجة بطريقة غير مقننة ، وبكميات تزيد كثيرًا عن حاجة المزروعات ، مما يتسبب في تسرب كميات كبيرة منها إلى باطن الأرض . وقد أدت تلك المياه المتسربة إلى باطن الأرض إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في عدة أحياء من مدينة جدة وصل في بعضها إلى سطح الأرض . وقد قامت كلية الهندسة بدراسة هذه الظاهرة واقترحت بناء نظام صرف أفقي مغطى لتخفيض منسوب المياه الجوفية والتحكم فيه[٢] . وقد كان ضمن أهداف تلك الدراسة تقـويم نوعية مياه الصرف من النواحي الطبيعية والكيميائية والبكترولوجية ومعرفة مدى ملاءمتها لسقيا الحدائق العامة والمناطق الخضراء بمدينة جدة ، وكذلك مقارنة نوعية مياه الصرف بنوعية المياه المسموح بصرفها في البحر وفق معايير وضعت من قبل جهات عالمية ومحلية ، حتى نضمن عدم تلويث مياه شواطيء مدينة جدة ، خاصة وأن كورنيش جدة يعتبر المتنفس الأول لسكان جدة وزوارها من مدن المملكة ودول الخليج . وتلك هي الأهداف الرئيسة في هذه الورقة ومحط القصد فيها . وقد شملت الدراسة المناطق التالية : الخالدية والصحافة وبترومين والهنداوية والمبينة في شكل ١ .

٢ . طريقـــــة البحـــــث

أُنشئت شبكة آبار ملاحظة تتكون من ٤١ بئرًا ضحلاً تتراوح أعماقها من ٣-٥ أمتار ، وذلك بغرض دراسة نوعية المياه الجوفية . ونظرًا لأن نظام الصرف يغذى بالمياه من خلال التدفق المحوري ، أي من طبقات أعمق من مستوى مواسير الصرف ، فقد قامت الدراسة أيضًا بحفر ثلاثة آبار عميقة تزيد أعماقها على ٣٠ مترًا ، وذلك بهدف دراسة نوعية المياه العميقة أيضًا ، والتي هي جزء من مياه الصرف[٣] التي يراد دراستها .

وقد دُرست المياه الجوفية من خلال قياس قيم المعايير الطبيعية : درجة الحرارة ، ودرجة العَكَر ، والمعايير الكيميائية : المـوصلية ، نسبـة الملوحـة ودرجـة الحمـوضة ، الأملاح الكلية المذابة ، كمية الأكسجين الكيميائي ، نيتروجـين الأمـونيا ، والكـاتيونـات : المغنسيوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، الصوديوم ، والأيونـات : الكـبريتـات ، والبيكـربـونـات ، الكلوريد ، والنـترات ، والمعيار البكـترولوجي : عدد



شكل ١ . مناطق الدراسة في مدينة جدة .

الكوليفورم البرازي . وقد تم اختيار هذه المعايير بناءً على الحاجة لها في تحديد نوعية المياه ، فمثلاً تم قياس قيم العَكَر لأهميتها في تصميم شبكات الصرف الصحي المغطى وذلك من ناحية السرعة الدنيا والانحدار الطبيعي ، كما أنها تلعب دورًا رئيسًا في تحديد الطريقة المثلى للتخلص النهائي من مياه الصرف . كذلك الحال بالنسبة للموصلية ودرجة الحرارة ، حيث إنهما المعياران الرئيسان لمعرفة مدى ملاءمة مياه الصرف لسقيا الحدائق العامة ، أما المغنسيوم والكالسيوم والصوديوم فيُستخدمون لقياس معامل امتصاص الصوديوم . كذلك كمية الأكسجين الكيميائي فهو المعيار الذي يعكس درجة التلوث العضوي ، بيد أن نيتروجين الأمونيا يوضح إذا كان هناك تلوث مرتبط بمياه الصرف الصحي أم لا . كذلك فإن الكوليفورم البرازي هو الذي يثبت وجود تلوث برازي آدمي ، ومن ثم يدعو لأخذ الاحتياط اللازم عند الرغبة في إعادة استعمال مياه الصرف . أما المعايير الأخرى الباقية فقد قيست لتلبي طلب مصلحة الأرصاد وحماية البيئة حول ضرورة معرفة قيمها ، حتى يمكن مقارنتها بما هو مسموح به قبل صبها في البحر .

أُخذت عينات المياه من آبار الملاحظة الضحلة باستخدام جهاز بسيط تم تصميمه خصيصًا لهذا الغرض . ويتم تفريغ بئر الملاحظة الضحل قبل أخذ العينة ، وذلك لإحلال مياه جوفية جديدة بدلاً من المياه القديمة الموجودة في البئر ، لكي تكون العينة ممثلة للمياه الموجودة في الطبقات الجوفية . أما بالنسبة للآبار العميقة ، فقد كانت العينة تؤخذ بعد خمسة عشرة دقيقة من الضخ المتواصل . ويبدأ إجراء الاختبارات المعملية للمعايير اللاوقائية (non-conservative) ، مثل نيتروجين الأمونيا وكمية الأكسجين الكيميائي في غضون ست ساعات من وقت أخذ العينات . وقد كانت العينات التي تؤخذ لإجراء الكوليفورم البرازي تُجمع في قوارير معقمة ومخصصة لذلك . وقد استخدمت الطرق القياسية لاختبارات المياه ومياه الصرف الصحي (الكتاب الدوري لقواعد "ASTM" الصادر عن الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد ١٩٧٦م) ، بينما استخدم جهاز الامتصاص الذري (atomic absorption) لإيجاد قيم كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم . وقيست درجة العَكَر باستخدام جهاز قياس العَكَر (FA instruments model DRT 100) ، وكذلك قيست الملوحة والموصلية باستخدام الجهاز (VSI model 33) . كما استخدمت الأجهزة الحقلية لقياس درجة الحموضة ودرجة الحرارة والملوحة والموصلية ، واستخدمت الطرق التقليدية المعملية لقياس نيتروجين الأمونيا . أما الكوليفورم البرازي فقد قيس باستخدام جهاز تقانة الترشيح الغشائي (membrane filter technique) .

وقد وجد عند تقدير قيم كمية الأكسجين الكيميائي للعينات أن طريقة كبريتات الزئبق ($Hg\ SO_4$) - المعروفة بين المختصين - تعطي قيمًا عالية لكمية الأكسجين الكيميائي إذا كانت كمية الكلوريد في العينة أكثر من ٥٠٠٠ مجم/لتر نتيجة تداخله في التفاعل ، وعليه فقد تم استخدام طريقتين[٢] يمكن شرحهما في التالي :

في الطريقة الأولى يضاف إلى مياه مقطرة كمية من الكلوريد مساوية للكلوريد الموجود في العينة ، ثم

تقاس كمية الأكسجين الكيميائي في الماء المقطر وفي العينة ، ويطرح كمية الأكسجين الكيميائي الخاص بالمياه المقطرة من كمية الأكسجين الكيميائي الخاص بالعينة . أما في الطريقة الثانية فتحسب كمية الكلوريد الذي تمت أكسدته (IN dicromate reflex) عن طريق تجميع الكلور الحر من أكسدة حمض الكلوريد في محلول يوديد البوتاسيوم وتقطيره مرة أخرى عن طريق محلول ثيوسلفيت الصوديوم المعياري . ويتم تحديد القيمة المعدلة لكمية الأكسجين الكيميائي للكلور المتحرر من قيمة الأكسجين الكيميائي للعينة ، وذلك باستخدام العلاقة التالية :

$$\text{كمية الأكسجين الكيميائي الحقيقية} = \text{كمية الأكسجين الكيميائي في العينة} - \frac{e \times d \times ٨٠٠}{\text{حجم العينة (ملم)}}$$

حيث d = حجم الثيوسلفيت المستخدم في معايرة اليود (ملم)

e = المعيارية لمحلول الثيوسلفيت .

٣. النتـــائج والمناقشـــة

لقد وجد أنه من الصعب أن توضع كل النتائج في هذه الورقة العلمية ، وذلك لكثرتها ، لذا فسيكتفى بوضع بعضها في صيغ جداول وأشكال ، ونحيل القاريء الكريم الراغب في تفصيلات أكثر إلى المرجع رقم [٢] . وسنناقش نتائج التحاليل في التالي :

أ - الخصـــائص الطبيعيـــة

بينت نتائج التحاليل والاختبارات (انظر جدول ١) أن معظم العينات عديمة الرائحة واللون ، وتتراوح درجة حرارتها في الآبار الضحلة بين ٣٢-٣٥ درجة مئوية . كما وجد أن التغير في درجات الحرارة ليس كبيراً عندما يزيد العمق في الآبار العميقة ، مثل ماهو موضح في شكل ٢ . أما نقاوة مياه الآبار الضحلة والعميقة على السواء فقد وجدت صافية وليست بها أي عَكَر يذكر (انظر جدول ١) ، مما يؤكد نقاوة مياه الصرف ، وأنها لا تحمل معها مواد ترابية ناعمة تذكر .

ب - الخصـــائص الكيميائيـــة

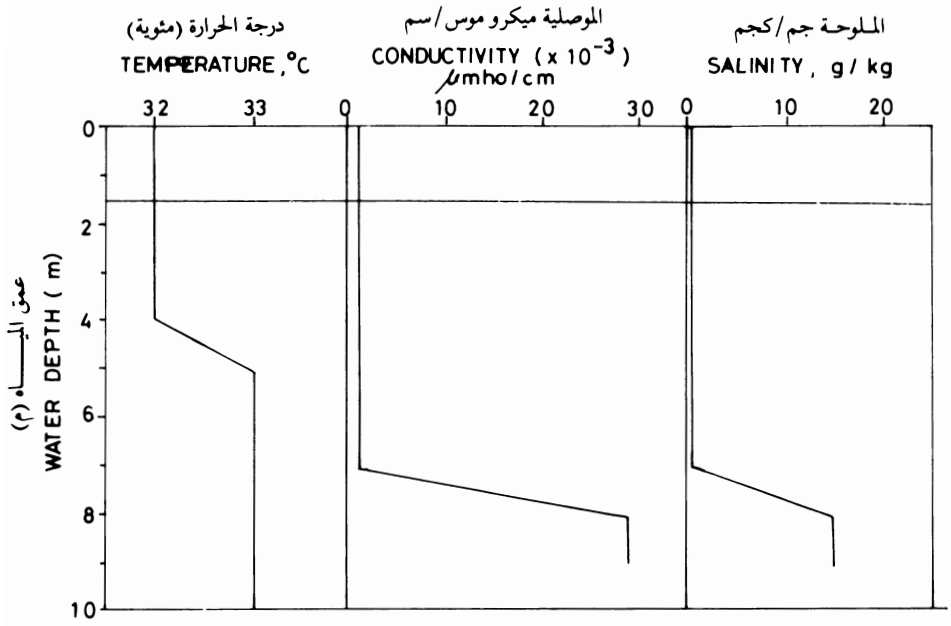
أظهرت نتائج تحاليل واختبارات الموصلية والمواد الكلية المذابة نمطًا عشوائيًا في مناطق الدراسة ، ولكن يمكن القول - وبصفة عامة - إن قيم الموصلية ، والمواد الكلية المذابة ، والملوحة والكلور تزداد كلما اقترب الموقع من البحر . كما تراوحت قيم الحامضية في جميع مناطق الدراسة من ٦-٩ . وسوف نناقش أهم الخصائص الكيميائية في مايلي :

١ - التـــلوث العضـــوي

تشبه نوعية مياه الصرف من ناحية التلوث العضوي نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة بيولوجية ثنائية ، حيث وجد أن كمية الأكسجين الكيميائي في معظم العينات أقل من ٥٠ مجم/لتر . ويعزى ذلك

جـدول ١ . نوعيـة الميـاه الجوفيـة في المناطـق المدروسـة بمدينـة جـدة .

اسم المنطقة		الخالدية		الصحافة		الهنداوية		بترومين	
القيم		المتوسط	المدى	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى
المعيار	الوحدة								
درجة الحرارة	°C	٣٤,٠	٣٦/٣٢	٣٢	٣٤/٢٦	٣٥	٣٥/٣٥	٣٥	٣٥/٣٥
العكر	NTU	٣,٥	٤,٥/٢,٥	٢	١٢/١	٧	٨/٧	٥	٧/٣
الموصلية	ملي أوم	٦١,٥	١٣٠/٧	١٨,٣	٩٠/١,١	١٠,٦	٣٠/٤,١	٤٩,٧	١٦٥/٢,٢
المواد الصلبة الكلية	جم / كجم	٦٣,٠	٩٦/٢٥	٣٧,٦	٨٤,٥/١,٥	٩,٧	٢٣,٨/٣,٥	٥٦,١	١٣١/٢,٦
الملوحة	جم / كجم	٣٦,٠	٩١/٤	٩,٠	٦٢/١	٧	١٩/٣	٢٩	٨٦/١
الرقم الهيدروجيني	-	٧,٣	٧,٦/٦,٥	٧,٥	٧,٩/٦,٢	٧,١	٧,٤/٦,٨	٧	٧,٢/٦,٨
الكالسيوم	مجم / لتر	٩٦٠,٠	٢٢٤٤/٧٦	١٧٥٤	٧٨٥٦/٤٠	١٤٨٥	١٠٠٨٢/١٨٤	١١٥٧	٣٣٦٧/٧٢
المغنسيوم	مجم / لتر	١٥٠٦,٠	٣١٣٧/٨٥	٤٣٧	١٩٩٤/٤٦	٢٦١	٥٦٠/٥٦	١١٨٥	٤١٨٣/٦٨
البوتاسيوم	مجم / لتر	٥٤٥,٠	١٤٠٠/٤٢	٢٥	٥٩/٧	٩٨	٢٠٠/٢٢	٣٤٠	١١٠٠/١٥
الصوديوم	جم / لتر	١١,٢	٢٧,٥/١,٢	٥,٢	٢٩/٠,٤	٢,٣	٦,٥/٠,٨	١٠,٣	٣٤,٥/٠,٣٥
الكلوريد	جم / لتر	٢٠,٤	٢٩,٢/٢,٢	٧,٢	٤٢,٩/٠,١٧	٣,١	١١,٢/٠,٧١	١٩,٢	٦٥/٠,٨٥
النيترات	مجم / لتر	١٤,٠	٣٧/١	١٠٩	٣٣٠/٢١	٧٥	٢١٥/٢٢	٣٠	٩٥/١
أمونيا نيتروجين	مجم / لتر	١٦,٠	١٠٠/١	٣	٣/٢	٩	٢٣/٠	١	٢/٠
البيكربونات	مجم / لتر	٣٤١,٠	٧٣٢/١٨٣	٣٤٨	٦١٠/٢٤٤	٢٦٨	٤٨٨/١٨٣	٢٩٤	٣٦٦/١٨٣
الكبريتات	مجم / لتر	٢٣١٤,٠	٤١٦٦/٢٨٠	١٥٧٨	٤١٠٧/١١٧	١٩٠٥	٢٥١٩/٩٣٢	١٨٧٥	٣٠٩٤/٢٨٠
الأكسجين الكيميائي	مجم / لتر	٣٧,٠	٧٦/٤	٢١	٤٣/٣	٥٧	٨٥/٢٢	٥٢	٩٢/٢١
معامل امتصاص الصوديوم	مجم / لتر	٤٩,٠	١٠١/١٨	٢٧	٧٥/١٤	١٩	٩٣/١٠	٤٠	٩٣/٧
الكوليفورم البرازي	لكل ١٠٠ مم	١٥,٠	-	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد



شـــكل ٢ . قطاعات عرضية لدرجة الحرارة ، نسبة الملوحة والموصليّة لبئر ملاحظة عميق بمنطقة الصحافة .

إلى قدرة التربة على معالجة تلك المياه نظرًا لأن ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة جدة ظاهرة حديثة ، وعليه فإن التربة مازالت بكرًا ولديها القدرة على معالجة المياه المبتذلة ، فمثلاً المواد العضوية المذابة - عند مرور المياه من خلال طبقات التربة - تُمتص وتلتصق على سطح حبيبات التربة ، إضافة إلى ذلك فإن بعضًا من المواد العضوية تتفكك إلى عناصرها الرئيسة عن طريق التحلل اللاهوائي قبل أن تصل إلى بئر الملاحظة ، حيث وجد أن كمية الأكسجين المذاب في مياه الآبار العميقة كانت معدومة تمامًا أي تساوي صفرًا .

ولقد كان تركيز الأمونيا قليلاً جدًّا ، وفي معظم الأحيان يقترب من الصفر ، مما يدل على أن التلوث الناتج من مياه الصرف الصحي قليلٌ جدًّا وليس ذا أهمية رغم وجوده . والسبب في ذلك أن التربة لايمكنها إبقاء النيتروجين لمدة طويلة جدًّا بل إن الأمونيا والنيتروجين العضوي يتحولان إلى نترات يمكن أن تترشح من خلال التربة ، لذا فإن معظم النيتروجين يوجد على شكل نترات .

٢ - الملـــوحـــــة

أظهرت نتائج الاختبارات أن المياه الجوفية بمدينة جدة شديدة الملوحة ، حيث تتراوح معظم قيم الموصلية والملوحة والكلورايد في معظم مناطق الدراسة من ٣٠٠٠-١٠,٠٠٠ ميكرو أوم/سم ، ١,٥-٦,٥ جم/كجم ، ١٠٠٠-٨٠٠٠ مجم/لتر على التوالي . كما بينت النتائج أيضًا أن نسبة الملوحة

تزداد كلما اقتربنا من الشاطيء ، وفي المناطق المنخفضة . فعلى سبيل المثال تراوحت ملوحة مياه الآبار الضحلة – أي المياه الجوفية أو القريبة من سطح الأرض – في بعض المواقع في منطقة الخالدية بين ٤–٩١ جم/كجم ، أي إن القيمة الكبرى للملوحة تقارب ضعفي ملوحة مياه البحر الأحمر . وقد وجد أيضًا أن نسبة الملوحة تزيد كلما زاد عمق المياه الجوفية في الآبار العميقة حسب مايتضح من شكل ٢ ، حيث بلغت ملوحة عينة مياه أُخذت باستخدام مترحة (bailer) عند أعماق مختلفة – كل ٥ أمتار – حتى عمق ٨٦ مترًا تبدأ من سطح المـاء الطبيعي في أحد الآبار العميقة في منطقة الصحافة ١٤ جم/كجم ، بينما كانت ملوحة المياه الجوفية في نفس البئر ٣,٥ جم/كجم .

ويعتقد أن الأسباب الرئيسة التي أدت إلى ارتفاع الملوحة في المياه الجوفية بمدينة جدة : تداخل مياه البحر ، البلورة أو التملح (salinization) ، وترسبات الملح الهوائي في المناطق الساحلية (air born salt precipitation) . وقد تم دراسة هذه الأسباب بنوع من التفصيل ، بُدأ فيها بدراسة تداخل مياه البحر ، حيث أنـه من المعلوم أن الأيونـات والكاتيونات الذائبة الرئيسة في مياه البحر هي الكلورايد والسلفيت والمغنسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم ، كما أن نسب أي واحدة من تلك الأيونات والكاتيونات إلى الأخرى تبقى ثابتة ، ويندر جدًا إن لم يستحل أن تتطابق كميات الأملاح الذائبة الرئيسة ونسب بعضها إلى بعض لمياه البحر مع تلك المقابلة لها في غير مياه البحر . وقد أُستعملت هذه الخاصية لدراسة تداخل مياه البحر ، فوجد فعلاً أن مياه الآبار الضحلة في المناطق الساحلية (الخالدية) تحوي نفس الأملاح الرئيسة المـذابـة والموجودة في مياه البحر الأحمر ، بينما وجد أن مقومات مياه الآبار الضحلة في المناطق الداخلية (الصحافة) ليست مشابهة لمكونات مياه البحر . إضافة إلى ذلك ، فقد حسبت نسب قيم بعض الأيونات والكاتيونات إلى بعضها البعض لمياه البحر والمياه الجوفية في المناطق الساحلية (الخالدية) والمناطق الداخلية (الصحـافة) ، وعند المقارنة وجد أن قيم نسب مياه البحر تقارب إلى حد بعيد قيم نسب مياه المناطق الساحلية ، بيد أنها تختلف كثيرًا عن قيم نسب مياه المناطق الداخلية ، كما هو موضح في جدول ٢ . وتؤيد هذه النتـائـج فكـرة احتمال تداخل مياه البحر في المناطق الساحلية ، بينما يقل احتمال ذلك في المناطق الداخلية كلما ابتعدنا عن الشاطيء .

أما عملية البلورة أو التملح فتتم نتيجة التبخر العالي للمياه الجوفية أو القريبة من السطح في مدينة جدة ، والـذي يقـارب ٣,٥ مترًا في السنة[٤] خاصة في المناطق المنخفضة التي يقل أو ربما ينعدم فيها الانحدار الطبيعي ولايسمح بتصرف المياه . وحيث إن مياه المناطق الساحلية ربما قد تداخلت مع مياه البحر فقد وجد أن ملوحة المناطق المنخفضة عالية جدًّا نتيجة احتمال تداخل المياه والتملح معًا . ورغم أن ملوحة مياه المناطق الداخلية أيضًا مرتفعة إلا أنها أقل كثيرًا من المياه الساحلية .

أما السبب الآخر ، والذي أدى إلى ارتفاع الملوحة في المياه الجوفية هو ترسب الملح الهوائي (air born salt precipitation) الناشيء من الطبقة التي يتلاقى فيها سطح المـاء وسطح الهواء فوق البحر ، حيث

تترسب الأملاح على الأرض الساحلية . وقد وجد أن كميات الأملاح المترسبة على الأرض الساحلية تتراوح بين ٤-٢٠ كجم/هكتار ، وذلك بقيم قصوى على الساحل ، وتقل كلما بعدنا عن الساحل وفق المعادلة التالية [٢]

$$N = 100\, e^{-0.0133\, d}$$

حيث N = كمية الكلوريد المترسب في السنة (كجم/هكتار)

d = المسافة من البحر بالكيلومترات .

جـ - الخصـــائص البكـــترولوجيـــة

لتقـويم نوعية المياه بكترولوجيا ، فقد أُجري اختبار الكوليفورم البرازي بدلاً من اختبار الكوليفورم الكلي ، حيث إن الأول يوضح بشكل أدق ما إذا كان هناك تلوث برازي نتيجة مياه الصرف الصحي المنـزلي . ولتحقيق ذلـك فقـد أُخـذت ثلاث عينـات من كل منطقة مدروسة ، وأُجري عليها اختبار الكوليفورم البرازي باستخدام تقانة الترشيح الغشائي . وقد كانت جميع النتائج سلبية تمامًا ماعدا عينة واحدة فقط أُخذت من منطقة الخالدية ، حيث ثبت وجود ١٥ كوليفورم برازي لكل ١٠٠ ملل .

د - ملاءمـــــة ميـــاه الصرف لري المناطـــق الخضراء

أُستخدم جدول ٢ وشكل ٣ لمعرفة ما إذا كانت مياه الصرف صالحة لري المناطق الخضراء أم لا . وعليه فقد تم حساب معامل امتصاص الصوديوم (م . أ. ص .) (soduim absorption ratio, SAR) الذي يبين مستوى الصوديوم الضار ، وقدأُستخدمت المعادلة التالية لحساب هذا المعامل

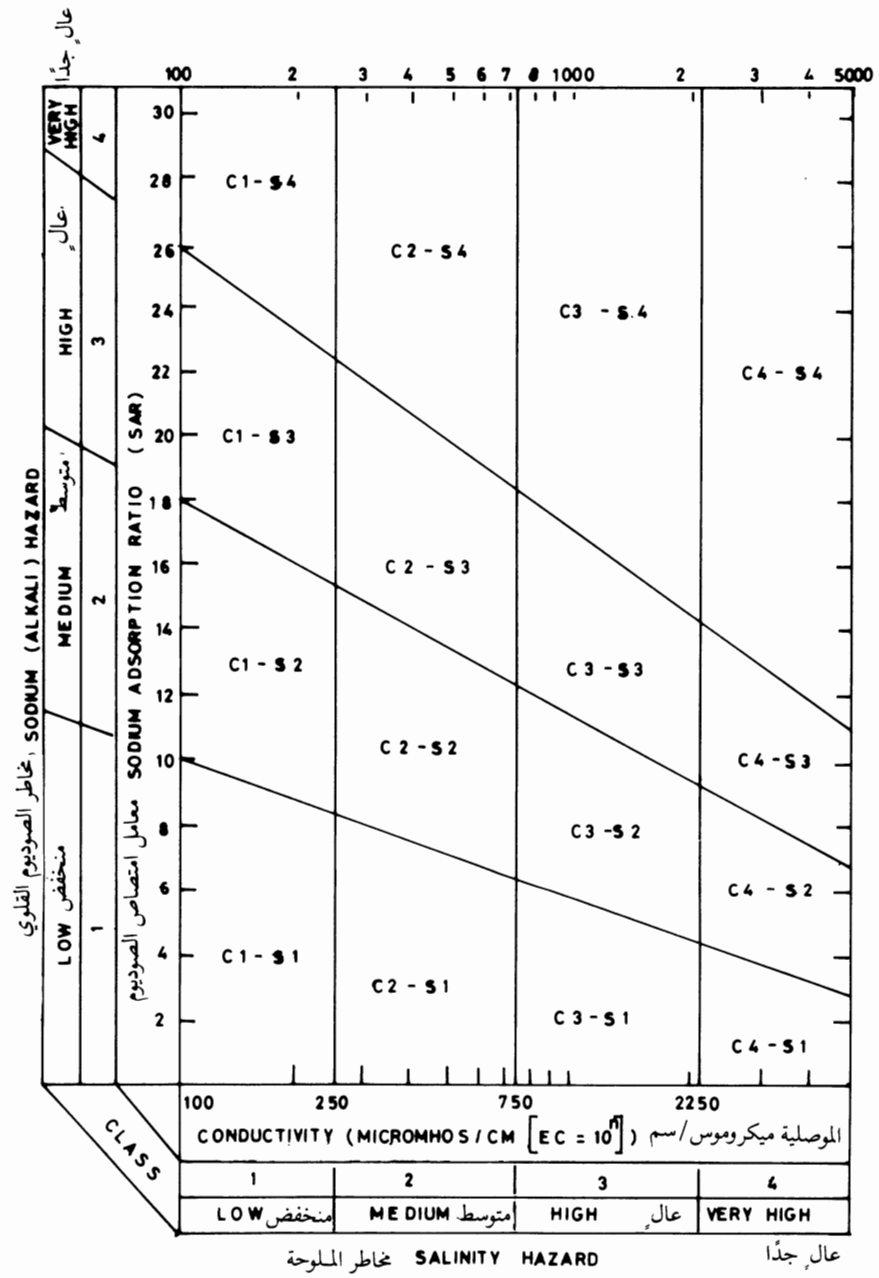
$$\text{SAR} = \left[\frac{\text{Na}^{+}}{\text{Mg}^{++} + \text{Ca}^{++})_{2}^{\frac{1}{2}}} \right] \quad \text{م أ ص}$$

حيث إن وحدة تركيز الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم M. equ ، ويبين الجدول ١ قيم المعامل م . أ. ص .

ويبين شكل ٢ تصنيفًا لمياه الري يربط بين الملوحة والصوديوم . ومعامل امتصاص الصوديوم يبين مدى نشـاط التبـادل بين أيونـات الصوديوم وذرات التراب . وقد طورت وزارة الزراعة الأمريكية علاقة بين الموصلية ومعامل امتصاص الصوديوم لمعرفة مدى ملاءمة المياه لسقيا المحاصيل الزراعية ، حيث صنف كل من هذين المتغيرين إلى أربعة مستويات : منخفض ، متوسط ، عالٍ ، عالٍ جدًّا ، كما هو موضح في شكل ٣ . ولو رمز إلى متغير الموصلية بالحرف (C) ولمعامل الامتصاص بالحرف (S) لأصبح لدينا ستة عشر صنفًا من المياه ، تبدأ من ($C_1 S_1$) حيث تكون نوعية المياه ممتازة وملائمة لري جميع أنواع المحاصيل ، وتنتهي بـ ($C_4 S_4$) حيث المياه رديئة النوعية ولاتصلح لري أي نوع من المحاصيل الزراعية بصفة عامة . وبين هاتين النوعيتين المتطرفتين أربعة عشر نوعًا ، فمثلاً المستوى ($C_2 S_3$) يعني أن المياه متوسطة الملوحة ومستـوى الصـوديوم عالٍ . وقـد استخـدمت نتـائج تحاليل مياه العينات في هذه الدراسة الموجودة في

جـــدول ٢ . مقارنـة مكونات الميـاه الجوفيـة مع ميـاه البحر ذات الملوحـــة بتركيز ٣٥ جم/كجم بمنـطقتي الخالديـة والصحافـة .

المنطقـة	الخـــالديـــة				الصحـــافـــة			
	HCO_3^-/Cl^-	SO_4^-/Cl^-	Mg^{++}/Ca^{++}	K^+/Cl^-	HCO_3^-/Cl^-	SO_4^-/Cl^-	Mg^{++}/Ca^{++}	K^+/Cl^-
مياه البحر	٠,٠٠٧	٠,١٤	٣,٠٦	٠,٠٢٠	٠,٠٠٧	٠,١٤	٣,٠٦	٠,٠٢٠
مياه الصرف	–	٠,١٣	–	–	٠,١٣	–	–	–
بـئر رقم (١)	٠,٠٠٩	٠,١٩	٠,٣٤	٠,٠٢٢	٠,٠٤٥	٠,٤٢	٠,٣٣	٠,٠٠٥
بـئر رقم (٢)	٠,٠٠٩	٠,١٦	٠,٦١	٠,٠٢١	٠,٠٥٤	٠,٤١	٠,٣٣	٠,٠٠١
بـئر رقم (٣)	٠,٠٠٣	٠,١٨	٠,٤٩	٠,٠١	٠,١٨٥	٠,٤١	٠,١٨	٠,٠٠٦
بـئر رقم (٤)	٠,٠٠٦	٠,١٣	١,٩٠	٠,٠٢	٠,٠٢٤	٠,١٨	٠,٣٩	٠,٠٠١
بـئر رقم (٥)	٠,٠٠٢	٠,٥٥	١,٥٠	٠,٠١	٠,٠٨١	٠,٦٢	٠,٣٩	٠,٠٠١
بـئر رقم (٦)	٠,٠٠٣	٠,٠٦	١,٥٣	٠,٠١	٠,١٦٨	٠,٤٠	٠,٢٥	٠,٠٠١
بـئر رقم (٧)	٠,٠٠٩	٠,٠٩	١,٣٨	٠,٠٠١	٠,١٧٤	١,٤٦	٠,٢٨	٠,٠٠٦
بـئر رقم (٨)	٠,٠٤١	٠,١٩	٢,٨٧	٠,٠٢	٠,٦٩٣	٠,٤٠	٠,٤١	٠,٠٣٤
بـئر رقم (٩)	٠,٠١١	٠,١٩	٠,٨٧	٠,٠٢	٠,٠٨١	٠,٠٩	٠,٣٩	٠,٠٠٩



A DIAGRAM FOR THE CLASSIFICATION OF IRRIGATION WATER

شـكل ٣ . رسم يوضح مياه الري (من معمل الملوحة الأمريكي)[٥].

الجدول ١ إضافة إلى شكل ٣ لتصنيف المياه ومعرفة مدى ملاءمتها لسقيا الزراعة ، ولسوء الحظ فقد وجد أن معظم العينات غير ملائمة لسقيا المناطق الخضراء .

٤ . البـــدائل المختلفـــة للتصـــريف النهـــائي للميـــاه

٤,١ التصـــريف في البحـــر

يعتبر الكورنيش الممتد قرابة أربعين كيلو مترًا على ساحل البحر الأحمر شمال وجنوب مدينة جدة أحد المناطق الجميلة التي يقصدها سكان المدينة على مختلف طبقاتهم ، ليس ذلك فحسب بل إن كثيرًا من سكـان مدينتي مكـة المكرمة - شرفها الله - ومدينة الطائف يقصدون جدة في عطل الأسبوع . أما في الإجازات الرسمية فحدث ولاحرج ، حيث يفد إلى جدة سواح من جميع مدن وقرى المملكة ، ناهيك عن زوار دول الخليج العربية . ويستخدم السواح والمواطنون المياه الساحلية في مختلف أنواع الرياضة المائية من سبـاحة وصيد ورحلات بحرية بالقوارب والتزلج على الماء . . . إلخ . ونظرًا لتلك الأسباب الجوهرية والمهمة فقد أولت هذه الدراسة عناية خاصة لتحديد نوعية مياه الصرف قبل صبها في البحر ، ولم تكتف بمقارنة قيم معاييرها بقيم المعايير الموصى بها من قبل الجهة المحلية المسؤولة عن ذلك ، وهي مصلحة الأرصاد وحماية البيئة ، بل قارنتها أيضًا بمعايير أخرى عالمية لدول لها خبرة في هذا المضمار . وزيادة في الاحتياط وتحسبا لأي تغير مستقبلي طاريء ، فقد أوصت الدراسة ببرنامج صيانة لمراقبة نوعية المياه المنصرفة إلى البحر وتركيب عدادات ومحابس لقياس كميات المياه المنصرفة وقفل أي خط قد يتعرض لأي تدهور في نوعية المياه المنصرفـة من خلالـه . وسنبدأ بمناقشة نوعية المياه التي يسمح بالاستحمام فيها من الناحية البكـترولوجية ، حيث يوضح جدول ٣ الحد الأعلى المسموح لعدد الكوليفورم الكلي والبرازي في ثلاث ولايات أمريكية شاطئية ، إضافة إلى دولتي اليابان والبرازيل . كما يوضح الجدول ٤ أيضًا القيم المسموح بها لمعـايير الكـوليفورم الكلي والكوليفورم البرازي الموصى بها من قبل المجموعة الأوربية قبل صبها في الشـواطيء المستخدمة في السباحة . كذلك يبين الملحق في هذه الدراسة المعايير التي وضعت من قبل مصلحة الأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية والتي يجب مطابقتها قبل صب المياه في البحر .

وقد سبق أن ذكرنا أن جميع الاختبارات تدل على أن عدد الكوليفورم البرازي كان سلبيًا (صفرًا) تمامًا عدا عينة واحدة أخذت من المياه الضحلة في أحد آبار منطقة الخالدية ، حيث وجد أن عدد الكوليفورم البرازي ١٥ في كل ١٠٠ ملم ، وعند مقارنة هذا العدد بما هو معطى في الجدولين ٣ ، ٤ فإنه يمكن القول أن تصريف مياه الصرف الصحي لا يشكل أي خطورة على مياه البحر من النواحي البكترولوجية ، حيث إن الرقم المسموح به محليًا والموصى به من قبل مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والموضح في الملحق (أ) هو ألا يزيد عدد الكـوليفـورم عن ١٠٠٠ لكـل ١٠٠ مجم . ولتقـويم مياه الصرف من النواحي الطبيعية والكيميائية فقد استندت هذه الدراسة إلى الملحقين (ب) ، (جـ) والخاصين بولاية كاليفورنيا ، واللذين يوضحان المتطلبات النوعية لتصريف المياه إلى المحيط . وبناء على المعلومات المتوافرة في هذه الدراسة (انظر

جـــدول ٣ . العدد الأعلى للكوليفورم الكلي والبرازي المسموح بصبه في الشواطيء المستخدمة للسباحة في ثلاث ولايات أمريكية وفي اليابان والبرازيل[٦].

اســـــم الدولة	نـــوع الكوليفـــورم	العـــدد لكل ١٠٠ ملم
الولايات المتحدة الأمريكية :		
أ - كاليفورنيا	كوليفورم برازي	٪٥٠ ≥ ٢٠٠ ٪٩٠ ≥ ٤٠٠
ب - فـــلوريـــدا	كوليفورم كلي	معدل التركيز في ١٠ عينات على الأقل ≥ ١٠٠٠
جـ - هـــــاواي	كوليفورم كلي	٪٥٠ ≥ ١٠٠٠ ٪٩٠ ≥ ٢٤٠٠
اليـــــابان	كوليفورم كلي	≥ ١٠٠٠
الـــــبرازيـــــل	كوليفورم برازي	٪٥٠ ≥ ٢٠٠ ٪٩٠ ≥ ٤٠٠

جـــدول ٤ . مواصفات المجموعة الاقتصادية الأوربية البكتريولوجية للمياه المعالجة قبل صبها في الشواطيء المستخدمة للسباحة[٧].

نـــــوع البكـــــتريا	القيـــــم المفضـــــلة	القيـــــم الإجبـــــاريـة
الكوليفورم الكلي (لكل ١٠٠ ملم)	٥٠٠ (٨٠)	(٩٥)
الكوليفورم البرازي (لكل ١٠٠ ملم)	١٠٠ (٨٠)	(٩٥)

تمثل الأرقام بين الأقواس النسبة المئوية للعينات والتي يجب أن لاتتعدى قيمها الأعداد الموجودة .

جدول ١) فقد وجد أن قيم معايير مياه الصرف تقل كثيرًا عن القيم الموصى بها من ناحية معايير العَكَر ، والمواد العالقة والمترسبة . فمثلاً قيم العَكَر في مياه الصرف لم تتجاوز ١٢ بينما المسموح به ٧٥ وحدة عَكَر ، ومياه الصرف كانت عديمة اللون والرائحة وليس بها مواد عالقة أو طافية . لذا فإن تصريفها إلى البحر الأحمـر لايتنـافي مع المتـطلبـات من ناحية النقاوة (physical appearance) الموصى بها من قبل ولاية كاليفورنيا أو مصلحة الأرصاد وحماية البيئة .

كذلك الحال بالنسبة للتلوث العضوي ، فكما ذكر آنفًا أن معظم قيم كمية الأكسجين الكيميائي أقل من ٥٠ مجم/لتر ، حتى القيم العليا للأكسجين لم تتعد القيمة العليا المسموح بها ، والتي تساوي ١٥٠ مجم/لـتر ، والموصى بها من قبل مصلحة الأرصاد وحماية البيئة . وخلاصة هذه المناقشة ، فإنه من غير المحتمل أن يتسبب تصريف المياه إلى البحر في أية مشاكل صحية أو جمالية .

٤,٢ التصـــريف الأرضي

أ - **استعمـــال الميـــاه في ري الحـــدائق** . كان الأمل منعقدًا في استخدام مياه الصرف الجوفية في ري الحدائق العامة والمناطق الخضراء في مدينة جدة ، ولكن للأسف فقد وجد أن نسبة ملوحة مياه الصرف عالية جدًا ، لذا فقد أُستبعد استخدام هذه المياه في ري الحدائق العامة والمناطق الخضراء .

ب - **حـــقن الميـــاه في باطـــن الأرض** . لنفس الأسباب السابقة - وهي شدة الملوحة - فقد استبعد هذا البديل في الوقت الحاضر .

جـ - **بنـــاء مناطـــق ترفيهيـــة** . أوضحت نتائج تحاليل المياه الجوفية أنه من الممكن استعمال مياه الصرف في الأغراض الترفيهية كبناء نوافير أو برك في مختلف أحياء مدينة جدة ، وذلك بغرض إضافة مناظر جمالية للمدينة . وغني عن القول أنه عند الرغبة في بناء برك ترفيهية ، يجب عزل قاعها تمامًا بمواد عازلة مثل (Butyl Sheeting) أو (PVC) ، وذلك حتى لاتتسرب المياه إلى باطن الأرض وتتسبب في ارتفاع منسوب المياه . كما يجب التنبيه أنه عند الرغبة في تنفيذ هذه الفكرة فإنه من اللازم أن يبنى مصرف نهائي موصل إلى البحر للتخلص من المياه الفائضة من المناطق الترفيهية .

٤,٣ الطريقـــة التي توصـــي بهـــا الدراســـة لتصريف الميـــاه

بعد مناقشة البدائل المختلفة لتصريف ودراسة نوعية المياه ، يمكن التوصية بتصريف المياه إلى البحر وتكـوين مناطق ترفيهية كجزء مكمل لتصريف المياه إلى البحر ، وذلك عند توافر الأراضي التي يمكن استعمالها في هذه الأغراض .

٤,٤ توصيـــــات مستقبليـــــة

النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة تعكس نوعية المياه الجوفية في الأماكن التي أخذت منها وفي اليوم الذي أخذت فيه . لذا فإن نوعية مياه الصرف قد تختلف عن نوعية مياه الآبار . وفي الحقيقة فإنه من المتوقع أن تتغير نوعية مياه الصرف مع مرور الزمن ، وذلك عائد إلى كون المياه الشديدة الملوحة التي على سطح الأرض أو القريبة منه ، والتي تعرضت لعملية التملح والبلورة ، والمخزنة فوق مواسير المصارف ستقل كمياتها ويحل محلها مياه البيارات الشعبية وخزانات التحليل ، فمن ناحية قد تتدهور نوعية المياه بكترولوجيا بيد أنها قد تتحسن بسبب انخفاض ملوحة المياه . لذا فإنه من الضروري جدًا بناء نظام مراقبة يتتبع أي تدهور في نوعية مياه الصرف ، لتجنب أي تأثير سلبي على الحياة البحرية أو النواحي الصحية والجمالية للكورنيش ، ويُؤمل في التحسن المرتقب والمتوقع في نوعية مياه الصرف من ناحية الملوحة ، فلربما تصل درجات الملوحة إلى قيم منخفضة توجب إعادة تقويم مياه الصرف لاستعمالها في ري الحدائق العامة والمناطق الخضراء ، خاصة وأن مدينة جدة في حاجة ماسة إلى المياه . ويجب أن يتبنى نظام المراقبة فكرة المحافظة

على شبكة الآبار الضحلة والعميقة الموجودة والمبنية من قبل الدراسة ومراقبة نوعية مياهها بشكل دوري وحسب الحاجة ، إضافة إلى ذلك وعند بناء شبكة الصرف المغطى يجب تركيب عدادات في أماكن مختلفة من الشبكة لقياس كميات الصرف ووضع أجهزة معينة لأخذ عينات مجمعة (composite samples) وممثلة للمياه ، ومن ثم إجراء الاختبارات اللآزمة والتركيز على المعيارين نسبة الملوحة وعدد الكوليفورم البرازي ، والمتوقع تغير نوعيتهما مع مرور الزمن عسى ولعل أن تصلح تلك المياه في المستقبل لسقيا الحدائق العامة والمناطق الخضراء بجدة . كما يجب وضع محابس على الخطوط الرئيسة لمنع تصريف المياه إلى البحر إذا وجد أن نوعية المياه لاتتفق مع المعايير الموصى بها من قبل مصلحة الأرصاد وحماية البيئة .

إن الاهتمام ببرنامج مراقبة النوعية وجعله موضع التنفيذ سوف يجنب المياه الساحلية والكورنيش أي أخطار بيئية أو صحية أو جمالية ، ويجعل الأمل قائمًا في إعادة استعمال المياه للأغراض الزراعية .

المـــراجـــــــع

[١] **أبورزيزة ، عمر سراج** ، مصادر المياه في المنطقة الغربية من حيث الموقع والإمكان وإعادة الاستعمال ، التقرير النهائي للمشروع أت-٦-٧٥، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ص ص ٢/١-٢/٤٩ (١٤٠٩هـ) .

[٢] ———— ، دراسة منسوب المياه الجوفية بمدينة جدة ، التقرير النهائي ، المجلد الأول ، مصلحة المياه والصرف الصحي بالمنطقة الغربية ، المملكة العربية السعودية ، ص ص ١/١-١٤/٧/١٤١٠ (١٤١٠هـ) .

[٣] **مصلحة الأرصاد وحماية البيئة** ، مقاييس حماية البيئة ، وثيقة ١٤٠٩هـ - ٠١ ، وزارة الدفاع والطيران ، المملكة العربية السعودية ، ص ص ١-٢٤ (١٤٠٩هـ) .

[٤] **وزارة الزراعة والمياه** ، أطلس المياه ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ص ١١١ (١٤٠٤هـ) .

[٥] **State Water Resources Control Board,** *Water Quality Control Plan,* Ocean Waters of California, California Ocean Plan, U.S.A. 23 p. (1990).

[٦] **Houghoudt, S.B.,** Bijdragen tot de kennis van anige naturkundige grootheden van de groud, No. 7, rersl. *Land bouwk, Onderzoekingen,* **46**(7):515-707, the hogue (in Dutch) (1940).

[٧] **Beers, WFJ VAN,** *The Augerhole Method,* Bulletin no. 1, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wegeningen 23 p. (1983).

[٨] **Smedema, L.K.,** and **Rycroft, D.W.,** *Book Land Drainage: Planning and Design of Agricultural Drainage Systems,* London, U.K. 376 p. (1983).

[٩] **Environmental Protection Agency,** *Guiding Regulation for Discharge of Wastewater Guideline no. 6-1974,* Denmark (1974).

ملحـــــــق (أ)

مقـــاييس الأداء للتصريف المبـــاشر

أ - الغـــــــرض

الغرض من مقاييس الأداء للتصريف المباشر هو إلزام المرافق بتطبيق أفضل التقنيات المتوافرة للسيطرة على التلوث .

ب - النطـــــــاق

تنطبق مقاييس الأداء للتصريف المباشر على مياه المجاري والمجاري السطحية (بما في ذلك مياه الحريق) وتصريف مياه التبريد ومياه تكييف الغلايات والمياه التالفة المستعملة في أي عمليات صناعية ، وأية مياه تالفة أخرى .

جـ - المقـــاييس العامـــة للأداء

يجب أن يتم فصل المياه التالفة المختلفة الخصائص إلى أقصى حد ممكن ، ويجوز تصريف المياه ا لسطحية غير الملوثة والمياه التي تستخدم في التبريد لمرة واحدة إلى المياه المستعملة دون معالجة .

د - المقـــاييس الخاصـــة للأداء

تطبق المقاييس التالية على المياه التالفة في نهاية المصب وقبل التصريف إلى المياه الساحلية أو لأية قناة مياه تالفة .

(١) الخـــواص الفيزيوكيميائيـــة

الخـــــــواص	مستويـــــات التصريف المصـــــرح بهـــــا
- المـــواد الطافيـــة	لا شيء
- درجـــة الحموضـــة	٦ - ٩ وحدة حموضة
- مجموع المواد الصلبة العالقة	١٥ مجم / لتر (الحد الأقصى)
- الحـــــرارة	تقوم المصلحة بتحديد خواص المياه المصرفة الحرارية لتلائم خواص المياه المستلمة وتحدد هذه الخواص في كل حالة على حده .
- العَـــــكَر	٧٥ NTU (الحد الأقصى)

(٢) الخـــواص الكيميائيـــة العضويـــة

الخـــــــواص	المتوســـط الشهـــري لمستويـــات التصريف المصـــرح بهـــا
- الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين	٢٥ مجم / لتر
- الاحتياج الكيميائي للأكسجين	١٥٠ مجم / لتر
- جملة الكربون العضوي	٥٠ مجم / لتر
- النيتروجين الكلي بطريقة كيلدال	٥ مجم / لتر
- الهيدروكربونات المكلورة الكلية	٠,٠١ مجم / لتر
- الزيوت والشحوم	٨ مجم/لتر (على أن لاتزيد عن ١٥ مجم/لتر في أية حالة تصريف مفردة)
- الفينولات	٠,١ مجم / لتر

(٣) الخواص الكيميائية غير العضوية

الخواص	المتوسط الشهري لمستويات التصريف المصرح بها
- أمونيا (كنيتروجين)	١ مجم / لتر
- الزرنيخ	٠,١ مجم / لتر
- الكادميوم	٠,٠٢ مجم / لتر
- الكلورين المتبقي	٠,٥ مجم / لتر
- الكروم الكلي	٠,١ مجم / لتر
- النحاس	٠,٢ مجم / لتر
- السيانيد الكلي	٠,٠٥ مجم / لتر
- الرصاص	٠,١ مجم / لتر
- الزئبق	٠,٠٠١ مجم / لتر
- النيكل	٠,٢ مجم / لتر
- الفوسفات الكلي (كفوسفور)	١ مجم / لتر
- الزنك	١ مجم / لتر

(٤) الخواص البيولوجية

- الكوليفورم الكلي ١٠٠٠ MPN / ١٠٠ مل

ملحق (ب)

جدول أ . أهم خواص ونظم مياه الصرف الصحي .

المعايير	وحدة القياس	حدود التركيز		
		متوسط ٣٠ يوم (شهري)	متوسط ٧ أيام (أسبوعي)	عالي (في أي وقت)
الشحوم والزيوت	مجم / ل	٢٥	٤٠	٧٥
المواد العالقة *				
المواد المترسبة	مل / ل	١	١,٥	٣,٠٠
العَكَر	وحدة عَكَر	٧٥	١٠٠	٢٢٥
درجة الحموضة	وحدة	ما بين ٦ - ٩ في كل الأوقات		
السموم الحادة	وحدة سموم	١,٥	٢,٠٠	٢,٥

* المواد العالقة : عند التصريف بمتوسط ٣٠ يوم يجب إزالة ٧٥٪ من المواد العالقة ، وذلك من مجرى مياه الصرف الداخلة ، قبل تصريف مياه الصرف الصحي إلى البحار أو المحيطات ، ماعدا في الحالات التي تتطلب تحديد كمية المواد العالقة في مياه الصرف الخارجة ، والتي يجب أن لاتقل عن ٦٠ مجم/ل ، ففي هذه الحالة توصي الهيئة الإقليمية (State Board - الفصل VI.F) بالتوافق مع وكالة حماية البيئة بتعديل الحد الأدنى لمياه الصرف الصحي الداخلة إلى حدود تركيز ٦٠ مجم/ل أو أكثر ، وذلك لتتوافق مع البيئة ، وكذلك مع الخصائص المطلوبة من مياه الصرف الصحي المعالجة المنصرفة . وكدراسة مستفيضة عند العمل بتلك التوصيات يجب أن يحسب التأثير في المشاريع المستصلحة .

عندما يصل الحد الأدنى لتركيز المواد العالقة في مياه الصرف الصحي الخارجة ، يجب أن يُزال مانسبته ٧٥٪ من المواد العالقة من مجرى مياه الصرف الصحي الداخلة في أي وقت يزيد التركيز فيه عن أربع مرات عن حدود التركيز المعدلة .

حدود التركيز لمياه الصرف الصحي الخارجة يجب أن تتوافق مع الأساليب الموصوفة في الهيئة الإقليمية ، لكي يكون التركيز الخارج أقل من مياه الصرف الصحي الداخلة . وكخاصية لنوعية المياه ، يجب ألا يزيد عن المياه الواصلة عند إنهاء عملية المزج الابتدائية ، ماعدا حدود التركيز المشار إليها لغرض النشاط الإشعاعي فيجب تطبيقها مباشرة على مياه الصرف الصحي الداخلة غير الممزوجة .

ملحـــــق (جـ)

جـدول ب . حـــدود تركـيز المـواد السامـــة *.

المعـايـــير	وحـدة القياس	حـــدود التركـــيز		
		متوسط (٦ شهور)	عـال (يوميًا)	عـال (لحظي)
الرزنيـــخ	ميكروجرام/ل	٨	٣٢	٨٠
الكادميـــوم	،، ،،	١	٤	١٠
الكـــروم	،، ،،	٢	٨	٢٠
النحـــاس	،، ،،	٣	١٢	٣٠
الرصـــاص	،، ،،	٢	٨	٢٠
الزئبـــق	،، ،،	٠,٠٤	٠,١٦	٠,٤٠
النيـــكل	،، ،،	٥	٢٠	٥٠
السلينـــيوم	،، ،،	١٥	٦٠	١٥٠
الفضـــة	،، ،،	٠,٧	٢,٨	٧
الزنـــك	،، ،،	٢٠	٨٠	٢٠٠
السيانيـــد	،، ،،	١	٤	١٠
مجموع الكلور المتبقي (لمصادر الكلور المتقطعة)	،، ،،	٢	٨	٦٠
الأمونيا (الظاهرة على شكل نيتروجين)	،، ،،	٦٠٠	٢٤٠٠	٦٠٠٠
السموم الحادة (المتأصـــلة)	وحدة سموم	-	١	-
مركبـــات فينوليـــة غير مكلـــورة	ميكروجرام/ل	٣٠	١٢٠	٣٠٠
مركبـــات فينوليـــة مكلـــورة	،، ،،	١	٤	١٠
الأنـــدو سولفـــان	نانوجرام/ل	١	١٨	٢٧
الأنـــدرين	،، ،،	٢	٤	٦
اتش سي اتش	،، ،،	٤	٨	١٢

* موصى به لحماية الحياة البحرية

المرجع : هيئة التحكم في مصادر المياه ١٩٩٠م .

Drainage Water Reuse or Disposal, Jeddah, Saudi Arabia

OMAR S. ABU-RIZAIZA
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering,
King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

ABSTRACT. A study on groundwater table rise recommended installing a sub-surface drainage system to lower the groundwater table in Jeddah city. In connection with the drainage studies, the suitability of the drainage water to irrigate recreational areas within the City was evaluated. If reuse was not feasible, the pollution potential of the drainage water for discharge to the coastal waters had to be determined.

Quality of the sub-surface waters in the areas to be drained was characterized as follows: Physical parameters (temperature and turbidity); chemical parameters (pH, total dissolved solids, salinity, conductivity, ammonia nitrogen, chemical oxygen demand), and the major cations of calcium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), potassium (K^{+}) and sodium (Na^{+}) and anions of sulphate (SO_4^{--}) chloride (Cl^{-}), bicarbonate (HCO_3^{-}) and nitrate (NO_3^{-})); and, bacteriological parameter (fecal coliforms). Samples were collected from 41 shallow (3-5 m) and from 3 deep observation wells (40-86 m).

The study showed that the quality of the drainage water was highly saline and was not suitable for irrigation. However, the quality satisfied the standards of the Meteorology and Environmental Protection Agency for discharge to the Red Sea.