مؤتمر الخليج الثالث

للمياه

مسقط، سلطنة عمان
٢٩ شوال - ٤ ذو القعدة ١٤١٧ هـ
٨ - ١٣ مارس ١٩٩٧

نحو إستخدام أمثل للموارد المائية في الخليج

الخليج العربي

جمعية علوم وتقنية المياه
ص . ب ٢٠٠١٨ - المنامة - دولة البحرين
هاتف : ٨٢٦٥١٢ (٠٩٧٣) - فاكس ٨٢٦٥١٣ (٠٩٧٣)

The printing of these proceedings
have been sponsored by:

Hitachi Zosen

HITACHI ZOSEN CORPORATION

International Plant Business Department
Telefax 081 3 3217 8554

تحت رعايـــــة

سمو السيد هيثم بن طارق آل سعيد

أمين عام وزارة الخارجية

سلطنة عمان

مؤتمـــر الخليج الثـــالث للميـــاه

نحو إستخدام أمثل للموارد المائية في الخليج

مسقط، سلطنة عمان

29 شوال – 4 ذو القعدة 1417 هـــ، 8 – 13 مارس 1997م

الجهات المنظمة

- جمعيـــة عـــلوم وتقنيـــة الميـــاه
- جامعة السلطان قابوس – سلطنة عمـــان
- الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية

الجهات المشاركة في دعم وتنظيم المؤتمر

- وزارة الكهرباء والمياه – سلطنة عمان
- وزارة الزراعة والثروة السمكية – سلطنة عمان
- وزارة موارد المياه – سلطنة عمان
- وزارة البلديات الإقليمية والبيئة – سلطنة عمان
- وزارة التجارة والصناعة – سلطنة عمان
- بلدية مسقط – سلطنة عمان
- جامعة الخليج العربي – البحرين
- وزارة الكهرباء والماء – دولة البحرين
- مركز البحرين للدراسات والبحوث – دولة البحرين
- اليونسكو، مكتب القاهرة
- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الأمم المتحدة)، الأردن
- الجمعية العالمية للتحلية
- جمعية التحلية الأوروبية

مؤتمـــر الخليـــج الثـــالث للميـــاه

نحو إستخدام أمثل للموارد المائية في الخليج

مسقط، سلطنة عمـــان

29 شوال –4 ذو القعدة 1417 هـــ، 8 – 13 مارس 1997م

اللجنة التنفيذية للمؤتمر

سعادة الشيخ سالم بن ناصر المسكري أمين عام مجلس جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمـــان	رئيس مشارك
المهندس محمد عبدالكريم الصولي رئيس جمعية علوم وتقنية المياه، المملكة العربية السعودية	رئيس مشارك
الفاضل عبداللطيف ابراهيم المقرن مدير إدارة الزراعة والمياه والتجارة، الشئون الإقتصادية الأمانة العامة، مجلس التعاون لدول الخليج العربية	ممثل الأمانة العامة
الدكتور خالد راشد الهاجري نائب رئيس جمعية علوم وتقنية المياه، دولـــة قطـــر	عضو
المهندسة تمامة حسين عبد الله أمين سر جمعية علوم وتقنية المياه، دولـــة الكويت	مقرر
المهندس عبدالمجيد العوضي الأمين المالي لجمعية علوم وتقنية المياه، دولـــة البحرين	عضو

اللجنة العلمية للمؤتمر

د. وليد خليل الزباري	جامعة الخليج العربي، البحرين	رئيس
أ.د. ممدوح نوح	جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان	عضو
د. شحتة عمر الخطيب	جامعة الخليج العربي، البحرين	عضو
د. فاطمة العوضي	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، الكويت	عضو
د. أحمد رشاد خاطر	مركز البحرين للدراسات والبحوث، دولة البحرين	عضو
م. عدنان الساعاتي	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية	عضو

اللجنة التنظيمية للمؤتمر

السيد خالد بن حمد البوسعيدي	جامعة السلطان قابوس	رئيس
المهندس علي رضا حسين	وزارة الكهرباء والماء، دولة البحرين	منسق
د. هلال بن علي الهنائي	جامعة السلطان قابوس	مقرر
المهندس عبد الغني خلف	وزارة الكهرباء والماء ، دولة البحرين	عضو
د. سالم بن حميس العريمي	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. صالح بن محمد العلوي	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. عامر بن علي الرواس	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. علي بن سالم الحارثي	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. سالم بن علي الرواحي	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. طاهر بن عبدالرحمن باعمر	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. حسين علي عبدالله	جامعة السلطان قابوس	عضو
د. علي بن شرف الموسوي	جامعة السلطان قابوس	عضو
المهندس سالم بن سعد الحربي	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل أحمد بن عبدالرحيم الكندي	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل يعقوب بن جمعة الرئيسي	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل حمود بن ناصر الهاشمي	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل سالم بن حمد الرشيدي	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل حميس رجب حميس	جامعة السلطان قابوس	عضو
الفاضل حميس بن راشد الراسبي	جامعة السلطان قابوس	عضو
المهندس طاهر بن محمد السحواني	وزارة الكهرباء والمياه، سلطنة عمان	عضو
المهندس أحمد بن محمد الصباحي	وزارة البلديات الإقليمية والبيئة، سلطنة عمان	عضو
المهندس صالح بن سعيد الشوكري	وزارة موارد المياه، سلطنة عمان	عضو
المهندس نبيل بن حسن البحراني	وزارة الزراعة والثروة السمكية، سلطنة عمان	عضو
الفاضل محمد بن خليفة الكلباني	وزارة موارد المياه – سلطنة عمان	عضو
المهندس سعيد بن محمد القاسمي	بلدية مسقط – سلطنة عمان	عضو

مراجعي الأوراق العلمية

أ.د. إسماعيل حمدي الباجوري	جامعة الخليج العربي، البحرين
أ.د. عابدين صالح	اليونسكو (الأمم المتحدة) ، مكتب القاهرة
أ.د. محمد جميل عبدالرزاق	اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا (الأمم المتحدة)، الأردن
أ.د. محمد منديل	جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية

أ.د. ممدوح نوح	جامعة السلطان قابوس
أ.د. جون فلاور	جامعة السلطان قابوس
د. أحمد رشاد خاطر	مركز البحرين للدراسات والبحوث، دولة البحرين
د. إل تي بيركاش	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية
د. أي جي دالفي	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية
د. حسن الحوسني	إدارة الكهرباء والماء، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة
د. خالد راشد الهاجري	جامعة قطر
د. عثمان حمد	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية
د. عطا حسان	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية
د. علي البحراوي	جامعة قطر
د. علي الجلعود	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية
د. فاطمة العوضي	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، الكويت
د. فوزية الرويح	جامعة الكويت
د. محمد عثمان	المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية
د. هلال الهنائي	جامعة السلطان قابوس
د. وليد خليل الزباري	جامعة الخليج العربي، البحرين
م. ثمامة حسين عبد الله	وزارة الأشغال العامة، دولة الكويت
م. صادق ابراهيم	معهد الكويت للأبحاث العلمية، دولة الكويت
م. طاهر السحواني	وزارة الكهرباء والمياه، سلطنة عمان
م. عبدالمجيد العوضي	وزارة الكهرباء والماء، دولة البحرين
م. عدنان الساعاتي	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية
م. مبارك أمان النعيمي	وزارة الأشغال والزراعة، دولة البحرين
م. محمد عبدالكريم الصوني	جمعية علوم وتقنية المياه، المملكة العربية السعودية

لجنة النتائج والتوصيات

أ.د. إسماعيل حمدي الباجوري	جامعة الخليج العربي، دولة البحرين
أ.د. حسني خردجي	اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا (الأمم المتحدة)، الأردن
أ.د. عابدين صالح	اليونسكو (الأمم المتحدة)، مكتب القاهرة
أ.د. محمد جميل عبدالرزاق	اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا (الأمم المتحدة)، الأردن
أ.د. محمد منديل	جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية
أ.د. ممدوح نوح	جامعة السلطان قابوس
د. أحمد رشاد خاطر	مركز البحرين للدراسات والبحوث، دولة البحرين

د. خالد راشد الهاجري	جامعة قطر
د. علي الجلعود	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية
د. فاطمة العوضي	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، الكويت
د. فوزية الرويح	جامعة الكويت
د. هلال الهنائي	جامعة السلطان قابوس
د. وليد خليل الزباري	جامعة الخليج العربي، البحرين
م. غمامة حسين عبد الله	وزارة الأشغال العامة، دولة الكويت
م. صادق ابراهيم	معهد الكويت للأبحاث العلمية، دولة الكويت
م. طاهر السحواني	وزارة الكهرباء والمياه، سلطنة عمان
م. عبدالمجيد العوضي	وزارة الكهرباء والماء، دولة البحرين
م. عدنان الساعاتي	مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية
م. مبارك أمان النعيمي	وزارة الأشغال والزراعة، دولة البحرين
م. محمد عبدالكريم الصوفي	جمعية علوم وتقنية المياه، المملكة العربية السعودية

مؤتمر الخليج الثالث
للميـــــاه

الفهـــــــرس

الماء في جزيرة العرب
محمد بن عبدالكريم الصوفي **1**

السياسات المائية وأهميتها في تخطيط وإدارة الموارد المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية
عبداللطيف إبراهيم المقرن **11**

تحلية المياه في سلطنة عمان (الماضي والحاضر والمستقبل)
م. طاهر بن محمد بن علي الساجواني **33**

استخدامات المياه في الزراعة وكفاءة الري في سلطنة عمان
المهندس / عماد بن عبدالمجيد بن عبدالباقي **47**

تجربة بلدية مسقط في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة
سعيد بن محمد القاسمي **67**

الأمن المائي في المملكة العربية السعودية
الأستاذ الدكتور محمد بن حمد القنيبط **77**

دور البحث العلمي في تنمية الموارد المائية في المملكة العربية السعودية
أحمد محمد العبدالقادر، عبد الرحمن إبراهيم العبدالعال، علي عبداللطيف شمام **89**

برنامج ترشيد استهلاك المياه بمدينة الرياض
م / خالد بن عبدالله البواردي ، م/ رائد بن عبدالحميد البريكان، م / عبدالله عبدالرحمن السعيدي **99**

استخدام الطرق الكهرومغناطيسية لاكتشاف طبقة الحجر الجيري تحت سطح الأرض المنطقة الشرقية – إمارة أبو ظبي
عبدالله محمد عبدالله الكمالي **109**

الأحواض المائية الجوفية في الأردن
الدكتور خير الحديدي **127**

تجربة تشغيل وحدة التقطير D3 في محطة الزور الجنوبية ووحدة التقطير D4B في محطة الدوحة الغربية على درجة حرارة عالية (105) درجة مئوية
م. خليفة محمد الفريج، م. عبدالله عوض العدواني، م. رامي ذو الكفل غوشة، م. موسى خالد الرمح **145**

مشاكل التشغيل والصيانة الخاصة بالآبار الجوفية عند تقادمها
م. إبراهيم بن محمد أبو عباة، م. سليمان مبارك أبو عليوي، م. حسن ثابت محمد **159**

تلوث مياه الشرب في مبردات المياه بعنصر الرصاص في دولة الكويت
م. خليفة محمد الفريج، ك. سميرة الهولي، ك. محمد كمال، ك. هناء زهران

ري أشجار النخيل في سلطنة عمان
م/ عماد بن عبدالمجيد بن عبدالباقي، م/ حسن وهبي **185**

تأثير استخدام مياه الصرف على التربة والنبات
علي عبدالله الجلعود **193**

وادي الوريعة
دراسة مسحية عن تغذية وجريان المياه الجوفية **211**

كلمة سعادة سالم بن ناصر المسكرى

أمين عام مجلس جامعة السلطان قابوس

الرئيس المشارك للمؤتمر

بسم ا لله الرحمن الرحيم

"وهو الذى أنزل من السماء ماء فأخرجنا به نبات كل شيءفأخرجنا منه خضرا نخرج منه حبا متراكبا" **صدق ا لله العظيم**

صاحب السمو،أصحاب المعالى، اصحاب السعاده ، أيها الحفل الكريم

أهلا وسهلا بكم في رحاب جامعة السلطان قابوس وفي هذا التجمع الخليجى الذي يعنى بواحد من أهم مقومات الحياة.ان المتأمل في جغرافية شبه الجزيرة العربية سيرى بوضوح انحصار التجمعات السكانية في مناطق توافر المياه العذبة. ومنذ قديم الزمان والإنسان في هذه المنطقة الجافة يسعى الى الاستخدام الأمثل للمياه. فطور نظما فريدة لتجميع مياه الأمطار واستغلال المياه الجوفية ونقلها من الجبال والاوديه الى المناطق الخصبه التىتصلح فيها الزراعة. ولقد طور الانسان نظما ادارية تكفل حسن التوزيع والاستخدام ويضمن الصيانة الدائمة والمستمره لهذه المصادر الحيوية.وتبقى الافلاج حجر الزاويه ووسيلة فريده في منظومة الرى العمانى الموروثه منذ آلاف السنين و شاهدا على حسن الصنعة وإتقان العمل ، وترشيد الاستهلاك ومصدرا رئيسا ومتجددا للمياه في هذه المنطقة. حيث لا تزال انظمة تقسيم مياه الرى ونظام الدوره الزراعيه مستمره ومتناسبة مع امكانيات هذه الافلاج حيث تزداد المساحة المزروعه في الفتراتِ المطيره أو (الخصب) وتنحسر في فترات الجدب أو (المحل) بحيث تبقى الأشجار المعمرة كالنخيل كما هى بما يتناسب مع توافر المياه. هذا الاتجاه الواقعي و الانسجام مع معطيات البيئة ضمن الاستمرارية، فلم يكن هناك هدر أو سوء استخدام للماء، إلي أن غزتنا التقنية الحديثة بمضخات المياه فأختل التوازن المائى نسبة للاستهلاك الزائد للمياه،

فواجهتنا مشاكل تملح التربه. مما أضطرنا الى ترشيد الاستهلاك وتطوير نظم الرى والزراعة ومعالجة المياه واعادة استخدامها بما يتوائم مع معطيات التقنية الحديثه.

ومنذ بداية النهضة المباركة في سلطنة عمان ركزت الحكومة الرشيدة بقيادة مولانا حضرة صاحب الجلاله السلطان قابوس بن سعيد المعظم على المحافظة على الموارد المائية وتنميتها، فأنشئت الأجهزة الإدارية وسنت القوانين بما يخدم هذا التوجه الحكيم. وجاء المرسوم السامي(٨٨/٨٢) الذي أعتبر الثروة المائية ثروه وطنيه بمثابة قاعدة صلبه للعمل القومي في مجال حماية المصادر المائية وتنميتها.

وتقوم جامعة السلطان قابوس والاجهزه الحكوميه المعنيه بدور رائد في توعية المواطنين للمحافظة على هذه الثروه وترشيد استخداماتها . وكذلك تأهيل الكوادر الواعية وإجراء البحوث والدراسات لتطوير المصادر المائية واستغلالها الاستغلال الأمثل. ومصداقا لذلك استحدثت الجامعة العديد من التخصصات الدراسيه التى تعير المصادر المائية اهتماما واسعا في التدريس والبحث والتطوير. كما يجرى حاليا الإعداد لبرنامج الماجستير في تخصص موارد وتقنية المياه الذي سيبدأ طرحه مع مطلع العام الاكاديمى القادم.و ما مشاركة الجامعة في تنظيم هذا التجمع العلمي،الا مثال حى على هذا التوجه.

صاحب السمو ، أصحاب المعالى ، أصحاب السعاده ، أيها الحفل الكريم

أن العمل الخليجى المشترك لاسيما في هذا المجال الحيوى يتطلب بذل الكثير من الجهود من قبل الجهات المعنية لتحقيق أهداف السياسات المائية لدول المنطقة. واجتماعنا هذا الذي يجمع أصحاب القرار بالأكاديميين وذوى الخبره من سائر أرجاء المنطقة سيناقش ما يزيد على ستين بحثا علميا مما يتيح فرصة لتبادل الخبرات والرأي. ولا يسعني في هذا المجال إلا أن أتوجه بالشكر الى مجلس إدارة جمعية علوم وتقنية المياه على اختيارهم جامعة السلطان قابوس لتكون الشريك المنظم لمؤتمر الخليج الثالث للمياه. والشكر موصول كذلك إلى أعضاء اللجنة العلمية واللجنة التنظيمية الذين بذلوا الجهد في الاعداد لهذا المؤتمر.

كما يسرني ايضا أن أشيد بالمشاركة البناءه في التنظيم وتوفير الدعم للمؤتمر من قبل الجهات الحكومية المعنية بالسلطنة وأخص بالذكر، ديوان البلاط السلطاني ، ووزارة الكهرباء والمياه، و وزارة الزراعة والثروه السمكية ،و وزارة موارد المياه ،و وزارة البلديات الاقليميه والبيئه، و وزارة التجاره والصناعه، وبلدية مسقط. كذلك أتقدم بالشكر الجزيل للشركات التى ساهمت دعما،وتنظيما في اقامة المعرض المصاحب لهذا المؤتمر.

كما يطيب لي في الختام أن أتوجه بجزيل الشكر والتقدير لصاحب السمو السيد هيثم بن طارق آل سعيد علي تشريفه برعاية هذا المؤتمر. متمنيا طيب الاقامه للمشاركين في المؤتمر من دول الخليج وخارجها في بلدهم الثاني سلطنة عمان داعيا الله أن يكلل مؤتمرنا هذا بالتوفيق والنجاح لخدمة الأهداف المرجوة .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته...

الماء في جزيرة العرب

محمد بن عبدالكريم الصوفي

المـــاء في جزيرة العرب

محمد بن عبدالكريم الصوفي
رئيس مجلس إدارة
جمعية علوم وتقنية المياه
بدول مجلس التعاون

إستفتاح : -

أعوذ بالله من الشيطان الرجيم باسم الله الرحمن الرحيم. اللهم صلى وسلم على نبينا المصطفى محمد وعلى آله بيته الطيبين الطاهرين وصحابته الأخيار الآبرار. والحمد لله رب العالمين.

أما بعد فإن جمعية علوم وتقنية المياه لتتشرف بتقديم خالص الشكر والتقدير والإمتنان لسلطنة عمان ممثلة بجامعة السلطان قابوس وصاحب السمو السيد هيثم بن طارق آل سعيد راعي حفل إفتتاح مؤتمر الخليج الثالث للمياه والجهات الأخرى التى ساندت إقامة هذا المؤتمر.

وإنه عن دواعى السرور أن أرحب بأصحاب المعالي والسعادة لإستجابتهم بالمشاركة والمساندة. كما ويسر الجمعية أن تعرب عن خالص إمتنانها لكل من أسهم وشارك وساند هذا الحدث على أرض السلطنة.

ويسعدنى بالأصالة عن نفسى وبالنيابة عن أعضاء مجلس الإدارة ولجان المؤتمر وكافة أعضاء الجمعية ورؤساء الجلسات والمراجعين والمؤلفين، أن أرحب بهذا الحفل الكريم. وأن أستعرض بهذا المقام مدى إرتباط الماء بحياة الإنسان على وجه الأرض عبر مراحل التاريخ. كما ويسعدنى الحديث عن دور الماء بهذه المنطقة. وأن أختتم بعرض بعض النقاط التى نأمل أن يتبناها مؤتمرنا هذا رافعين الصوت بالرجاء إلى المولى القدير ثم إلى القائمين على أرضنا الحبيبة وشعبها أملا بتحقيق ما نصبو إليه جميعا للحفاظ على موارد الماء واستخدامه الأمثل.

المقدمـة : -

ذاكرين بادىء ذى بدء أن المؤرخين والباحثين يرون أن مهد حضارة الإنسان قد إمتد من الرافدين إلى النيل مرورا ببردا والليطانى والأردن. وإلقاء الضوء على ما لم يلق العناية الكافية من أن هذا المهد بالهلال الخصيب وفلسطين إلى أرض الكنانة قد إشتمل على جزء آخر ألا وهو أرض الجزيرة العربية. فشواهد ثراء أرض الجزيرة وتراثها ليؤكد بأن الجزيرة جزء لا يمكن أن يتجزء عن مهد الحضارات منذ نزول سيدنا آدم على الأرض وإلى أن رفع أبي الأنبياء سيدنا إبراهيم وإبنه أسماعيل قواعد البيت وبعثة نبينا خاتم المرسلين سيدنا محمد. وما حاضرنا اليوم إلا إمتدادا لهم أجمعين عليهم السلام.

وقد يعود عدم الإعتناء بهذا الجزء الفاعل من مهد الحضارة الإنسانية إلى حقيقة ضعف إتصال الجزيرة بالدول الكبرى عبر المراحل التاريخية قبل الإسلام فبلاد الشام والرافدين كانتا التخوم الشمالية والشرقية لذلك المهد. أما فلسطين ووادي النيل فقد كانت تخومها الغربية. ولذلك فقد إتصلت تلك التخوم بآسيا وأوربا في حين أن إتصال الجزيرة كان أقل من ذلك إذ إتصلت بالدول الكبرى من خلال أبنائها المهاجرة إلى الشمال، وبأفريقيا وآسيا عبر شواطئها المطلة على بحر العرب والبحر الأحمر والخليج مباشرة. وأن إتصالها كان أضعف بسبب المحيط الواسع إلى جنوب شبه الجزيرة. هذا ولقد كان للماء دور فاعل بالتقدم والرقى الحضاري. فكان بفضل من المولى ثم بالماء ظهور مهد الحضارة بهذا الجزء من العالم من الرافدين شرقا وإلى وادى النيل غربا وحتى بحر العرب جنوبا.

وأن الماء مادة توجد بوفرة على سطح هذا الكوكب إذ لا تمثل اليابسة سوى خمس وجه الأرض، أما الأخماس الأربع الباقية فهي مغطاة بالبحار والمحيطات وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي. إلا أن توزيعه ونوعيته هما الأمران اللذان يجعلان من الماء ثروة قومية لكل الشعوب والأمم. فكما سبقت الإشارة فإن ظهور الحضارات على ضفاف الأنهار وشواطىء البحار لم يكن مصادفة لإرتباط الحضارة بالماء لقوام الحياة الحضرية والزراعة وحتى الصناعة في حالات عديدة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن عددا من العارفين يذهبون إلى أن الماء بالبحار والمحيطات كان عذبا في المراحل الأولى لعمر كوكب الأرض. وأن الأنهار والوديان هي التي كانت تحمل الأملاح إلى البحار حتى ذاب ما كان على الأرض من أملاح قابلة للذوبان وليصل الحال على النحو الذي هو عليه الآن. فصارت البحار هي المالحة والأنهار والوديان عذبة تروى الحياة على الأرض ومع ذلك فلقد كانت البحار والمحيطات مصدرا للرزق وإتصال الشعوب على الدوام.

العـرض : -

ورغم أن الماء وافر على الأرض فإن الماء العذب بالأنهار والوديان والبحيرات العذبة وحتى الكامن بجوف الأرض لا يصل إلى عشر العشر (1٪)، وتمثل الثلوج والقطبية خاصة حوالي خمس العشر (2٪). حيث أن جل ماء الأرض موجود بالمحيطات والبحار المالحة (97٪ وزيادة) (المرجع 1). ويدعم هذا القدر اليسير من المجمل الحياة على الأرض في عدة صور أهمها الأنهار والوديان الناتجة عن تساقط الأمطار والثلوج ضمن دورة الماء على الأرض. وقد إختزنت الأرض جزءا من هذا الماء بباطنها وظل غالبه عذبا صالحا للإستخدام. كما وقد بدأ الإنسان بتنقية الماء بطرق ووسائل عدة أهمها اللجوء إلى البحر الوافر لإستعذاب مائه (التحلية) وإستعذاب ماء جوف الأرض وتنقيته. وكذلك إستصلاح ماء الصرف من المدن خاصة.

ومن غرائب الأمور أن الطفرة الإقتصادية التى تلت إرتفاع أسعار النفط والطلب عليه خلال السبعينات من أقطار بالجزيرة العربية قد أدت إلى إستنزاف موارد الماء التى إتصفت بالشح أصلا. فعلى المستوى الحضري يتفاوت طلب الفرد ليتجاوز أعلى المعدلات العالمية من جهة ويتدنى بالمناطق النائية إلى ما يمكن أن يواكب الحدود الدنيا وللاستخدام العالمي. ففي بعض حواضر وعواصم دول مجلس التعاون يصل طلب الفرد إلى 800 وحتى 1000 لتر يوميا. وفى بعض المناطق النائية وتبعا لتدنى مستوى النمو الحضري لا يبلغ طلب الفرد سوى 200 لتر يوميا. والأغرب من ذلك أن طلب الفرد بدولة مثل تركيا (التى تريد بيع الماء للشرق الأوسط) يقع ضمن هذا الحد الأدنى، إذ يقدر معدل طلب الفرد هناك بحوالي 225 لتر ماء يوميا (المرجع 2).

وأمر أخر قد يدعو إلى الدهشة وهو لماذا كل هذا الإهتمام بالإستخدامات الحضرية للماء وكمياتها رغم أنها لا تمثل سوى ثمن (12.5٪) مجمل الماء المستخدم سنويا؟ كما وأن نصيب الصناعة من الماء الصالح للإستخدام هو بحدود خمس الإستخدامات الحضرية. أي أن نصيب الصناعة هو ربع العشر (2.5٪)، ويذهب الباقي أي حوالي سبعة أثمان (85٪ تقريبا) للإغراض الزراعية (المرجع 3).

وقد يكون السبب في الإهتمام بالإستخدامات الحضرية عائدا إلى تكاليف إنتاج الماء المستعذب ونفقات تنقية ماء الآبار والتطهير والنقل وشبكات التوزيع والصرف وحتى المعالجة. أي أن كلفة الماء المراد للإغراض الحضرية أعلى من كلفة الماء المراد للإغراض الزراعية بكثير.

ويعنى ذلك أن ترشيد الطلب على الماء بالمدن والعواصم يعود لعوامل إقتصادية إذ أنها لا تؤثر بإستنزاف الموارد الجوفية تأثيرا كبيرا وخاصة أن نصف الماء الحضري أو أكثر يأتي مستعذبا من البحر والمنتج بمحطات تحلية المياه المالحة. كما وأن المتطلبات النوعية والنقاء المراد لماء المدن هو عامل آخر يدخل بحساسية هذا المطلب الحياتي للإنسان وسلامة صحته.

ويثير الحديث عن النوعية والنقاء وسلامة صحة الإنسان تساؤلا هاما هو كم من الماء المستخدم بالمدن يؤثر وبشكل مباشر على صحة الإنسان؟ وللإجابة على هذا التساؤل يمكن القول بأن الإستخدام المباشر للفرد من ماء المدن هو بحدود نصف العشر. أي أن ما يصل إلى جوف الإنسان هو 5٪ فقط وهو الماء المراد للشرب والطهي. كما أن هناك حاجة لنصف عشر أخر لغسل الأواني. أي أن ما يتصل بحياة الإنسان هو عشر (10٪) مجمل ماء المدن لذلك فقد جاءت دعوات متكررة لإيجاد شبكتين للماء بالمدن. أي أن ينتج قدر يسير بنوعية ونقاء ومواصفات عالية يضخ لأغراض الاستخدام المتصل بحياة الإنسان مباشرة كالشرب والطهى وغسل الآنية عبر شبكة محدودة السعة بالمدن أى بحدود 1.25٪ من الطلب الكلى.

وأن يتم ضخ الباقي عبر الشبكة الرئيسة للأغراض الحضرية الأخرى أى بحدود 11.25٪ من الطلب الكلى. ومع ذلك لم يتم ذلك إلا بشكل محدود جداً. وقد يعود ذلك لعدد من الأسباب على رأسها مستوى الوعي الحضاري لنفاسة ماء الشرب. فمن سيضمن التجاوزات الفردية وسوء إستخدام الماء حتي لا يصل ذلك الماء النفيس إلى دورات المياه للإستحمام بحجج كتساقط الشعر وغيره إلى دورات المياه بغرض ضمان عدم ترسب الأملاح بصمامات خزان الإزاحة (السيفون)، ثم ترسب الأملاح بصمامات غسالات الملابس وعدم غسلها جيداً بماء الشبكة الرئيسة. فالمراد لتحقيق أية غاية وهدف هو إدراك متطلباتها ومستوى الوعي الحضاري لمردودها.

أن المطلب الأساس هو وصول الوعي إلى المستوى الذي به يدرك كل فرد ويؤمن إيمانا كاملا بنبذ الترف والإسراف باستخدام الماء. فدول مجلس التعاون والجزيرة العربية لا يكفى مخزونها من الماء الصالح للإستخدام الحضري إلا لقرن واحد فقط (مستنبط من المرجع 2)، وذلك شريطة أن لا يوجه شيء من هذا الماء للأغراض الأخرى. أما المخزون الجوفي الصالح للزراعة فقد ينضب مع نهاية العقد القادم (مستنبط من المرجع 2)، إلا إذا ما إتخذت خطوات للحد من هدر الماء بالمشروعات الزراعية الطموحة التى تراكمت عبر مرحلة الرفاه والطفرة التى عاشتها المنطقة خلال العقدين الماضيين. بالإضافة إلى ما سبق فإن بجوف الأرض مزيدا من الماء قد تدعوا الحاجة إلى اللجوء إليه وهذا الماء سيتطلب عمليات إستعذاب قد تكون أقل كلفة من إستعذاب ماء البحر ولكن ليس أقل منها بذلك القدر الذي يشجع على إستمرار هدر الموارد التى هي في طريقها إلى النضوب (المرجع 3).

الخلاصـة : -

وبعد هذا وذاك فان دول مجلس التعاون لـم تجد ولـن تجد بدا عن التوجـه نحـو البحر الوافر لإستعذاب مائه للإغراض الحضرية خاصة، وبعدها إستصلاح ماء الصرف.

ولكي يستمر عطاء الإنسان على هذه الأرض يلزم وبصفة عاجلة تنمية القدرات وبكافة صورها، وأن تتم التنمية كالتزام جماعي يتبناه المواطن أولا، فالمقيم ثانيا، ثم الدول على هيئة سياسات وخطط للمستقبل. ويمكن تلخيص متطلبات التنمية وأستمراريتها في: -

1 - الوعي الاجتماعي بنفاسة الماء.
2 - تطوير الوسائل الزراعيـة التى تقلل من الإستخدام والفاقد وحتى الزراعـة بالمـاء المالح.
3 - إستصلاح ماء الصرف للتشجير والتخضير وري بعض المزروعات.
4 - سبل الحد من الإسراف بالمدن ومنها : -
أ - الحد من تسربات الشبكات إذ أنها تتجاوز الحدود العالمية بالوقت الراهن.
ب - تطوير أجهزة القفل الذاتية الأداء للحد من التسيب وخاصة بالمرافق العامـة كالمدارس والجامعات والمساجد والأندية والمجمعات الرسمية والتجاريـة وغيرها.
ج - تطوير أجهزة خلط الهواء بماء الإستحمام.
د - تطوير أجهزة الإزاحة بدورات المياه لخفض الفاقد وخاصة بالمرافق العامـة.
5 - تطوير آليات تخفيض إستخدام الماء بالصناعة.
6 - بناء قاعدة علميـة تقنيـة بحثيـة لخفض تكاليف الإستعذاب والتنقيـة والتوزيـع والمراحل المتتابعة للإستصلاح من الهدر.
7 - تبني خطط وتشريعـات تحد من الإستخدام غير المرشـد للمـاء بمختلف الأنشطـة وبصفة خاصة بالمشروعات الزراعية والتأكد من جدواها.
8 - تبني خطط وبرامج لتطوير القوى العاملة المؤهلة للقيام بالأدوار والأنشطة اللازمـة لإدارة فاعلة لكافة مرافق المـاء والصناعات والدراسات والأبحاث ذات الصلـة.
9 - دعـم المؤسسات ومراكز البحث والصناعات المتصلة بتوفير الماء وهيئات النفـع العام وخاصة جمعية علوم وتقنية المياه.

المراجـع : -

1 - كتيب المـاء: مصادره وخصائصه ومواصفاته من منشورات جمعيـة علـوم وتقنيـة المياه بدول مجلس التعاون ومن تأليف الأستاذ الدكتور محمد أمين منديل.
2 - ورقة علمية قدمت بالولايات المتحدة ضمن ندوة حول المـاء بالوطـن العربـي عـام 1993م وأعدها كل من الرئيس الأول لمجلس إدارة جمعية علوم وتقنيـة المياه بدول مجلس التعاون المهندس جميل العلوي والدكتور محمد عبد الرزاق الأستاذ بجامعة الملك عبد العزيز بجدة (حين ذاك).
3 - ورقة علمية قدمت بدولة الإمارات العربية المتحدة ضمن أعمال مؤتمر الخليج الأول للمياه عام 1992م للمعد (نفسه) بعنوان تنمية موارد الماء.

السياسات المائية وأهميتها في تخطيط وإدارة الموارد المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

عبداللطيف إبراهيم المقرن

السياسات المائية وأهميتها في تخطيط وإدارة الموارد المائية
في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

عبداللطيف إبراهيم المقرن
الامانة العامة، مجلس التعاون لدول الخليج العربية

مقـدمـــة

تفتقر دول مجلس التعاون لدول الخليج العربيـة إلى سياسـات مائيـة واضحـة ومكتملـة تستنير بهـا في مسيرتها التنموية بصفة عامة والزراعية بصفة خاصة . ولان المياه هي عصـب الحيـاة النـابض والـذي بدونـه لا يمكن إستمرارها ، فقد نبهنا الباري عز وجل في محكم كتابه حول أهميتها بقوله " هو الذي أنزل مـن السـماء ماء لكم، منه شراب ومنه شجر فيه تسيمون" وفي قوله أيضا : "قل إن أصبح ماؤكم غـورا فمـن يـأتيكم بمـاء معين" صدق الله العظيم .

وتعتبر الزراعة هي المستنفذ الرئيسي لمصادر المياه المحدودة في دول مجلس التعاون منـذ القـدم ولا تـزال .. إلا أن هذا الاستخدام قد إزداد بصورة كبيرة جدا خلال العقدين الماضيين بسبب الافـراط المتزايد في الـري للمساحات الشاسعة من الاراضي الزراعية التي تم تحويلها إلى حقول لانتاج العديد مـن المحـاصيل الزراعيـة وفي مقدمتها القمح والشعير والاعلاف في عدد من دول المجلس وفي مقدمتها المملكة العربية السعودية .

ونظرا للسياسة الزراعية التي إتبعتها هذه الدول وإلى عهد قريب ، رغم ما كان ينادي بـه البعـض مـن الحد من إستنزاف الموارد المائية المحدودة وخاصة الجوفية منها وضرورة إتباع سياسة مائيـة عقلانيـة تـوازن بـين المتاح والحاجة .

ورغم وجود بعض المؤشرات الواضحة حول إستمرار إستنزاف الموارد المائية إلا أن الوضع قـد إسـتمر لفترة طويلة وعدد من السنوات ، تم خلالها حفر العديد من الآبار التي استخرج منها بلايين الامتار المكعبة مـن المياه والتي كان بالامكان المحافظة عليها وترشيد إستخدامها مستقبلا .

ومع ذلك فانه لا يوجد حتى الان في أي من دول مجلس التعاون سياسة مائية واضحة ، رغم ما يظهر بين الحين والاخر من خطط خمسـية أو سداسـية أو غيرهـا ـ للتنميـة في هـذه الـدول ، تضـع بعـض الخطـوط العريضة والارقام المبهمة والتي لا يتم الالتزام عادة بها .

وقد نجحت بعض الجهات المختصة عن المياه والصرف الصحي ببعض دول المجلس إلى حد ما في تقنين إستخدام الميـاه داخـل بعـض المـدن ووضـع تسـعيرة تصاعديـة لهـا ، إلا أن هـذا لا يمثـل إلا جـزء يسـيرا مـن

إستخدامات المياه وخاصة الزراعية منها والتي تصل إلى أكثر من 85٪ من الاستهلاك الكلي في بعض دول مجلس التعاون .

ومع أن بعض دول المجلس قامت باصدار بعض الانظمة الخاصة بالمحافظة على مصادر المياه أو تلك الخاصة بمياه الشرب وإستخداماتها .. بما في ذلك نظام المحافظة على مصادر المياه في دول مجلس التعاون الذي أقره وزراء الزراعة بدول المجلس في إجتماعهم الثالث عام 1985م .. إلا أن ذلك لا يرقى إلى ما تدعو الحاجة إليه في هذه الدول ، خاصة وأنها تقع ضمن المناطق المصنفة بالجافة وشبه الجافة بين دول العالم.

اولا : مصادر المياه في دول مجلس التعاون

تنقسم مصادر المياه في دول مجلس التعاون حاليا إلى ثلاثة أقسام رئيسة هي : 1 - المياه الجوفية، 2 ـ تحلية مياه البحر، و3 - مياه الصرف الصحي المنقاه.

1 - المياه الجوفية:

تشكل المياه الجوفية العميقة أو ما يسمى بمياه الاحافير القديمة مصدرا رئيسيا للمياه بكل من المملكة العربية السعودية والبحرين وقطر والكويت وهي تلك المياه المتواجدة في التكوينات الجيولوجية الرسوبية العميقة والتي تشتمل على تكوين الساق وتبوك والمنجور وضرما والوسيع وأم الرضمة والدمام والنيوجين (المقرن - 1992م) .

وتمتد هذه التكوينات لتغطي ثلثي مساحة المملكة العربية السعودية وبعضها يمتد الى البحرين وقطر والكويت والامارات العربية المتحدة وعمان واليمن والاردن والجمهورية العربية السورية والعراق (عبدالرزاق 1995م) .

ويعتمد على هذا المصدر بشكل أساسي في الزراعة وخاصة في المملكة العربية السعودية بالاضافة إلى إستخدامه أيضا للشرب والاغراض المنزلية . وتختلف نسبة الاملاح الذائبة في هذه التكوينات وبالتالي فان نوعية المياه فيها تختلف من تكوين إلى آخر ، إلا أن مياه الساق وتبوك والوجيد والدمام والنيوجين تعتبر جيدة إذا ما قورنت ببعض التكوينات الاخرى وخاصة في شرق المملكة العربية السعودية والبحرين والامارات العربية المتحدة مثل تكوين أم الرضمة أو الوسيع في منطقة الاحساء بالمملكة العربية السعودية . ورغم وجود نظام خاص للمحافظة على مصادر المياه لدول مجلس التعاون سبق أن أعدته الامانة العامة للمجلس عام 1985م وتم إعتماده من لجنة التعاون الزراعي والمائي المكونة من أصحاب المعالي وزراء الزراعة بدول المجلس بالاضافة إلى اللائحة التنفيذية لهذا النظام ، (التنمية الزراعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية / الطبعة الاولى 1988م ـ

الامانة العامة ـ الرياض) ، إلا أن هذا النظام لم يعتمد حتى تاريخه كنظام إلزامي وإنما ترك كنظام إسترشادي يمكن للدول الاعضاء الاسترشاد به في وضع أنظمتها المحلية ، كما يجوز لها اعادة صياغة بعض مواده بما يتناسب وأوضاعها المحلية (المادة 13 من نفس النظام) .

ولهذا نجد أن إمكانية الحفر لاي من التكوينات المشار إليها أعلاه وغيرها مسموح به ، ويمكن لأي مزارع يرغب في إستغلال مياه أي من هذه التكوينات يمكنه الحصول على رخصة حفر لهذا الغرض من الوزارة المختصة بالدول الاعضاء بل ويتعدى إلى أعماق أخرى لم يسمح له بالحفر إليها .

وهناك بعض التكوينات الرسوبية الغرينية الضحلة موجودة بالقرب من بعض الاودية ومتوفرة في عدة مناطق من المملكة العربية السعودية وسلطنة عمان والامارات العربية المتحدة والكويت تعتمد على مياه الامطار السنوية ، وتستخدم عادة في ري بعض المزروعات الصغيرة أو للشرب في بعض القرى والهجر النائية والتي لا يتوفر بها تكوينات مائية عميقة أو لا تصلها مياه التحلية.

وتشكل السدود المقامة حاليا في المملكة العربية السعودية وسلطنة عمان والامارات العربية المتحدة رافدا جيدا في تغذية تلك التكوينات الضحلة والمحافظة على مستوى مقبول لمستويات المياه في الآبار المحفورة أسفل مجرى الاودية المقام عليها تلك السدود وقد أثبتت هذه السدود فعاليتها مما حدى بالمسئولين في وزارات الزراعة بالدول الثلاث الى التوسع في انشاء مثل هذه السدود حيث بلغت اكثر من 185 سدا بالمملكة العربية السعودية وكذلك في سلطنة عمان والامارات العربية المتحدة . واضافة لما سبق فيوجد في كل من سلطنة عمان والامارات العربية المتحدة عدد كبير من الافلاج التي تستخدم في ري العديد من المزارع ـ وهذا نظام قديم جدا عبارة عن قنوات للمياه سطحيه او تحت سطح الارض تقام عادة لتحويل بعض المياه من بعض العيون الجارية إلى مواقع اخرى يمكن الاستفادة منها في ري المزارع (المقرن ، 1994م) ويوجد بسلطنة عمان ما يقارب 4000 فلج، لا يزال العديد منها يتم الاستفادة منها فعلا في عدد من ولايات السلطنة. ويعود بناء هذه الأفلاج بالسلطنة إلى آلاف السنين قبل الميلاد (خوري 1989م) .

وإمتد إستخدام هذه الافلاج إلى الدول المجاورة مثل الامارات العربية المتحدة ، واستطاع المزارعون إستخدام هذه الافلاج وإدارتها وصيانتها بأنفسهم وخلق أسلوب من أنظمة المحافظة على المياه وترشيد إستخدامها .

ويشكل إستخدام المياه الجوفية للزراعة في دول مجلس التعاون أكثر من 85٪ من المياه الكلية ، مما أدى إلى إنخفاض مستويات المياه في التكوينات المنتجة للمياه وتدهور نوعياتها (المقرن ـ 1994) .

أما بالنسبة للمياه السطحية فتكاد تكون معدومة في دول مجلس التعاون اللهم الا من جريان بعض الاودية المفاجىء في جنوب غرب المملكة العربية السعودية أو بعض المناطق المحدودة في دولة الامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان ، نتيجة سقوط كميات جيدة من الامطار في بعض السنوات.

وتقدر كميات المياه السطحية السنوية في هذه المناطق المحدودة بـ 3.3 بليون متر مكعب سنويا (الاسكوا - 1995م) منها 2.23 بليون متر مكعب في المملكة والباقي موزع على بقية الدول (إنظر الجدول رقم 1) .

ومع قلة الامطار وزيادة كميات التبخر السنوية فان هذه الكميات تختلف من سنة لاخرى ومن موقع لآخر ، كما يلاحظ من قياسات تدفق مياه السيول في الأودية في كثير من المواقع في جنوب غرب المملكة العربية السعوديه مثل وادي بيشة ووادي بن هشبل وغيرها.

جدول رقم 1: المياه السطحية في دول مجلس التعاون

الدولة	* المساحة	الامطار السنوية	التبخر السنوي	المياه السطحية
	(كم2)	(مليمتر)	(1000 مليمتر)	(مليون متر مكعب)
الامارات	77.700	89	4.0 - 3.9	150.00
البحرين	710	70	2.0 - 1.6	0.20
السعودية	2.250.000	75	4.5 - 3.5	2.230.00
عمان	308.000	71	3.0 - 1.9	918.00
قطر	11.400	67	2.7 - 2.0	1.35
الكويت	17.800	70	3.5 - 1.9	0.10

المصادر: 1- Assessment of Water Quality in the ESCWA Region, UN(E- ESCWA/ENR/1995 /14), December 1995

2-النشرة الاقتصادية - الامانة العامة / مجلس التعاون لدول الخليج العربية - العدد 10 1995م .

2 - تحلية مياه البحر

تعتبر دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية من الدول الرائدة في تحلية مياه البحر وقد لجأت لهذه التقنية المكلفة لمواجهة بعض إحتياجاتها المتزايدة من المياه وخاصة مياه الشرب . وبلغ عدد المحطات التي أنشأت حتى نهاية عام 1995م (45 محطة) موزعة على الدول الست حسبما هو وارد في الجدول رقم (2) ، كما أن هناك عددا من المحطات الجديدة يجري إنشاؤها في معظم دول المجلس. ويقدر إنتاج المحطات القائمة حاليا ما يربو على 1500 مليون متر مكعب سنويا ، وعلى سبيل المثال،

فان محطة الجبيل على ساحل الخليج العربي بالمملكة العربية السعودية تنتج ما معدله 798.864 م3 يوميا يضخ الجزء الاكبر من هذه الكميات يوميا إلى مدينة الرياض عبر خطين تصل أقطارهما الى 1500 ملمتر ويتخللهما ست محطات للضخ ما بين الجبيل والرياض ، بعد خلطها بالمياه الجوفية (بعد تنقيتها) يتم توزيعها على المستهلكين داخل الرياض .

جدول رقم 2: محطات تحلية المياه المالحة في دول مجلس التعاون

الدولة	محطات قائمة	محطات تحت الإنشاء	الإنتاج السنوي مليون متر مكعب
الامارات العربية المتحدة	10+10	2	400+
البحرين	4	1	70
المملكة العربية السعودية	23	4	715
سلطنة عمان	1+محطة صغيرة		32
قطـــر	2		95
الكويت	6		240+
الاجمالي	56)46	7	1552+

المصادر : (المقرن 1992، إتصالات مباشرة، والمراجع رقم 8).

وتعتبر طريقة التقطير الوميضي هي أكثر الطرق إستخداما في محطات التحلية بدول المجلس تليها طريقة التناضح العكسي والتي بدأت تغزو أسواق دول المجلس ، وقد أقيم عدد من هذه المحطات في كل من المملكة العربية السعودية والكويت والبحرين وغيرها من دول المجلس .

3 ـ مياه الصرف الصحي المنقاه

نظرا لتزايد الطلب على مياه الري في العديد من دول المجلس ، وقلة المتاح من المياه الجوفية سواء بسبب قلة الامطار السنوية أو لانخفاض مستوى الانتاج في التكوينات الحاملة للمياه ، فقد إتجهت معظم دول المجلس إلى الاستفادة من الكميات المتزايدة من مياه الصرف الصحي التي يتم التخلص منها يوميا ، وذلك بعد تحويلها إلى مياه صالحة بعد المعالجة للري .

ويتم حاليا الاستفادة بتنقية ما يقرب من 35٪ من مجموع مياه الصرف الصحي بدول مجلس التعاون فقط والتي لا تمثل سوى 2.3٪ من الانتاج اليومي للمياه (زباري 1996م) وتستخدم هذه المياه عادة في ري المسطحات الخضراء والحدائق وري الاعلاف وبعضها في الصناعة وتكرير البترول (المقرن 1995م) .

ويوجد العديد من محطات تنقية مياه الصرف الصحي بدول مجلس التعاون تعمل بكفاءة جيدة ، إلا أنها لا تغطي سوى نسبة قليلة مما هو متاح من هذه المياه إذا ما قورنت بالمياه التي يتم إستخدامها في الاغراض المنزلية (جدول رقم 3) .

جدول رقم 3: مياه الصرف الصحي المنقاة في دول مجلس التعاون

المتغيرات	الكميات المنقاة	الكمية المستخدمة		عدد المحطات	الطاقة الانتاجية	مستوى التنقية
الدولة	م3/اليوم	م3/يومي	٪		م3 / يومي	مستواها
الامارات	280.000	170.000	61	4 (كبيرة)	295.000	ثلاثي
البحرين	154.000	30.000	20	1 (كبيرة)	158.000	ثلاثي
عمان	20.300	17.350	86	2 (كبيرة) 53 (صغيرة)	24.000 5000 - 50	ثلاثي
السعودية	1.230.000	275.000	22	30	1.230.000	ثلاثي وثنائي
قطر	80.000	69.000	89	2 (كبيره) 9 (صغيرة)	80.000 3000 - 120	ثلاثي وثنائي
الكويت	208.000	129.400	62	4 (كبيرة)	208.000 (354.000)	ثلاثي
المجموع	1.972.300	690.750	35	—	1.995.000	—

المصدر: (زباري، وليد 1996م).

ولاشك أن هذا المصدر لم يتم الاستفادة منه الاستفادة المرجوة ، نظرا لقلة المحطات المقامة لتنقية هذا النوع من المياه وينتظر أن تقوم كافة دول المجلس باقامة العديد من محطات التنقية للاستفادة من هذه المياه والتي يتجه للبحر معظمها أو أنه يضيع بالتبخر ، والبعض الاخر يسبب بعض المشاكل البيئية سواء على الانسان أو التربة الزراعية .

و هناك مصدر آخر تم إضافته مؤخرا للمصادر الثلاثة الرئيسية المشار اليها أعلاه وهو:

مياه الصرف الزراعي

وفي هذا الصدد تم الاستفادة فعلا من هذه المياه في منطقة الاحساء بالمملكة العربية السعودية في هيئة الري والصرف بالاحساء ، والتابعة لوزارة الزراعة والمياه ، حيث تقوم الهيئة بالاستفادة من مياه الصرف الزراعي من إحدى مناطق التجمع هناك والمسماه بمنطقة الاصفر حيث يتم إعادة ضخ هذه المياه وخلطها بمياه الري في إحدى القنوات الرئيسة وفق نسب محددة ومن ثم توزيعها على بعض المزارع الخاصة

والاستفادة من تلك المياه المخلوطة في ري بعض المزروعات وأشجار النخيل التي تتحمل بعض الملوحة . وتبلغ الكمية التي يتم ضخها حاليا 60 ألف متر مكعب يوميا منذ عام 1412هـ وهناك دراسة لزيادة هذه الكميات للاستفادة منها في ري بعض المزارع التي طلب أصحابها مثل هذه المياه (الهيئة 1417هـ).

ثانيا : السياسات والانظمة المائية بدول مجلس التعاون

تفتقر دول مجلس التعاون الخليجية إلى توفر العديد من السياسات والانظمة المائية ، التي تستطيع بواسطتها تنظيم ومتابعة كل مايتعلق بانتاج وتشغيل وصيانة مرافق المياه بهذه الدول ويشمل ذلك السياسة المائية لنفس البلد ودراسات مصادر المياه الطبعية وغير الطبعية الحالية والمستقبلية ، وطرق التنقيب والبحث عن هذه المصادر وكيفية إستغلالها الاستغلال الامثل سواء للاستخدام الآدمي أو في الزراعة أو الصناعه أو تحسين وتجميل المرافق العامة .

كما أن دول المجلس ينقصها العديد من الانظمة والتشريعات المتعلقة بطرق حفر الآبار اليدوية والارتوازية وغيرها ، وكيفية مراقبة هذا الحفر والاشراف على الخطوات المتعددة لعمليات الحفر بما في ذلك إكمال الحفر وإختبار البئر وإعدادها للانتاج الفعلي ومراقبة الانتاج خلال إستخدام البئر ، حيث أن الملاحظ أنه بمجرد حصول الشخص على رخصة للحفر ، فغالبا ما يقوم بالتعاقد مع احد مقاولي الحفر والذي يتولى بدوره بالمهمة بكاملها سواء بالنسبة لتصميم البئر وحفرها وإكمال المتطلبات الأخرى .

أما بالنسبة لتحلية المياه المالحة فان جميع مايتعلق بانتاج هذه المياه وإيصالها للمستهلك تتم عن طريق إحدى أو عدد من الجهات المختصة في الدولة بدأ بالتصميم والتنفيذ والاشراف عليه وكذلك التشغيل والصيانة لجميع المحطات التي تقام والمرافق الاخرى التابعة لها.

ونظرا لتعدد وإختلاف الطرق المستخدمة حاليا في هذا المجال فان الحاجة تدعو إلى استنباط عدد من الانظمة والتشريعات الواجب إعدادها لهذا المرفق الحيوي الهام لكي تستنير بها الجهات المختصة في عملها وضرورة التشاور بين الجهات المعنية بدول المجلس وبالتالي توحيد قطع الغيار والمواد المستخدمة أو الكيماويات مثل الفلورايد أو غيره ، وسهولة تبادل هذه القطع والمواد بين الدول الاعضاء عند الحاجة.

وهناك نقص واضح في توفر الانظمة والتشريعات بالنسبة للمصدر الثالث من المياه وهو "مياه الصرف الصحي المنقاة"، ونظرا لحداثة إستخدام هذا المصدر فانه لايوجد حتى الآن نظام أو تشريع مكتمل حول تنقية مثل هذا المصدر الهام من المياه وطرق إستخدامه . وقد يكون في هذا فرصة سانحة لحث الجهات المختصة في دول المجلس من أجل العمل على إيجاد تشريع مناسب حول إنتاج هذه المياه وطرق تنقيتها والطرق المناسبة لاستخدامها ـ نظرا لما تشكله هذه المياه من أهمية كبرى في سد النقص الحاصل في كميات المياه اللازمة لري

بعض المزروعات والمسطحات الخضراء والحدائق العامة، حيث أن هذه المجالات تعتبر من أفضل مايمكن إستخدام هذه المياه فيها .

ويمكننا هنا أن نستعرض ماهو متوفر من الانظمة والسياسات المائية المتوفرة في دول مجلس التعاون بدأ بما تم في إطار مجلس التعاون لدول الخليج العربية منذ أول اجتماع عقده الوزراء المسؤولون عن الزراعة والمياه في شهر يناير 1983هـ وحتى الآن ومرورا بما سبق أن إتخذته الدول الاعضاء نفسها قبل إنشاء المجلس ، بما في ذلك الجهات المسئولة عن المياه والتي تبين من طرحها التداخل الكبير في الاختصاصات وتعدد مسئوليات هذه الجهات وتكرار بعضها لدى جهات أخرى بنفس الدولة .

1 ـ السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون :

سبق أن أقر المجلس الاعلى في دورته السادسة التي عقدت بمسقط عام 1985م السياسة الزراعية المشتركة لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية بناء على توصية من وزراء الزراعة بدول المجلس تتويجا للتنسيق والتعاون بين دول المجلس في المجال الزراعي بهدف تنسيق الانتاج بما يخدم دول المجلس وإستغلال الموارد المتاحة وتشجيع إقامة المشاريع الزراعية المشتركة بمساهمة القطاع الخاص.

وقد بنيت هذه السياسة على عدد من الاسس والمرتكزات أهمها :

ـ أن تقوم على استراتيجية موحدة .

ـ أن تهدف الى الاستخدام الامثل للموارد الطبعية المتاحة .

ـ أن تهدف الى تحقيق أعلى المستويات الممكنة من الاكتفاء الذاتي وخاصة بالنسبة للسلع الغذائية الاساسية .

ـ إبراز وتنمية دور القطاع الخاص في الانتاج الزراعي والمجالات المرتبطة به والمكملة له .

ومن ضمن البرامج الاربعة التي تقوم عليها هذه السياسة المشتركة البرنامج المشترك لمسوحات وإستغلال وصيانة الموارد الطبعية وتشمل هذه الموارد في المقام الاول الموارد (المصادر) المائية السطحية والجوفية، حيث تتطلب الاوضاع السائدة حاليا في دول المجلس الارتقاء بمستوى الجهود الاقليمية لدراسة هذه الموارد وإجراء المسوحات اللازمة لها وصيانتها وتطويرها للاستفادة القصوى من هذه الموارد مع ترشيد إستخدامها .

ونظرا لبعض التطورات الدولية والاقليمية الحديثة ومنها قيام منظمة التجارة العالية ، وبناء على توصية من وزراء الزراعة في دول المجلس فقد اقر المجلس الأعلى في دورته السابعة عشرة التي عقدت في 7-9 ديسمبر 1996م بالدوحة ، صيغة معدلة لهذه السياسة المشتركة .

ومع أن عددا من دول المجلس قامت فعلا باعداد دراسات مستفيضة وأجرت مسوحات جيدة لموارد المياه فيها مثل المملكة العربية السعودية والبحرين وسلطنة عمان وغيرها من دول المجلس إلا أن الحاجة لاتزال

قائمة سواء لتحديث مائمت دراسته أو للقيام باجراء مسوحات متكاملة في بقية الدول الاخرى خاصة وأن هناك تكوينات مشتركة بين بعض دول المجلس نفسها أو بعض الدول الاخرى المجاورة مثل الاردن والعراق واليمن .

2 ـ نظام المحافظة على مصادر المياه بدول مجلس التعاون :

بجهود فردية قامت الامانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية عام 1985م ممثلة في إدارة الزراعة والمياه باعداد نظام للمحافظة على مصادر المياه بدول مجلس التعاون تم عرضه على لجنة فنية من الدول الاعضاء قامت بدراسته والتوصية لوزراء الزراعة بدول المجلس باقراره ، وقد تم بالفعل عرضه على لجنة التعاون الزراعي والمائي المكونة من أصحاب المعالي وزراء الزراعة بدول المجلس خلال إجتماعها الثالث الذي عقد بمقر الامانة العامة بالرياض في يونيه 1985م حيث تم إقراره كنظام إسترشادي .

ورغم مرور أكثر من عشر سنوات على إقرار هذا النظام إلا أنه لايزال كنظام إسترشادي رغم تعدد محاولات الامانة العامة بطلب تحويله إلى نظام الزامي للدول الاعضاء ، ومن المؤمل أن تجتمع اللجنة الدائمة للمياه والاراضي خلال شهر مايو القادم ، والتي سبق أن درست هذا النظام وأوصت باقراره وستجتمع بناء على قرار من لجنة التعاون الزراعي والمائي في إجتماعها السابع الذي عقد في نوفمبر 1996م بمسقط ، من أجل إعادة دراسة هذا النظام ورفع توصياتها بشأنه للاجتماع القادم لنفس اللجنة الوزارية والتي ستعقد إجتماعها الثامن بالدوحة في شهر نوفمبر القادم . ويشتمل هذا النظام على (13) مادة ولائحته التنفيذية تشتمل على (28) مادة . وتعطي المادة الثانية من النظام للجهة المختصة بالدولة حق تنظيم طرق الانتفاع بمصادر المياه حسب الاتي:

أ ـ وضع القواعد والاجراءات اللازمة للمحافظة على مصادر المياه وحمياتها من التلوث .

ب ـ تنظيم كيفية إستغلال مصادر المياه بالشكل الذي يضمن توفرها ويحقق عدالة توزيعها .

ج ـ وضع التعليمات اللازمة لحفر الآبار واقامة السدود والانشاءات المائية الاخرى وتحديد المناطق التي يسمح فيها بحفر الآبار وتلك التي لايسمح فيها بذلك سواء كانت هذه الآبار لاغراض الزراعة أو الصناعة او غيرها .

د ـ تحديد الامكانيات والشروط الواجب توفرها لدى المقاولين الذين يرغبون في مزاولة حفر الآبار وتصنيفهم.

هـ ـ إصدار التراخيص لحفر الآبار أو تعميقها أو تنظيفها أو ردمها أو إصلاحها على أن تشمل هذه التراخيص مواصفات محددة ـ وباشراف أحد الفنيين التابعين للجهة المختصة .

و ـ إتخاذ الاجراءات اللازمة للحد من إستنزاف المياه بالطرق التي تراها مناسبة .

ز ـ الاشراف والتفتيش للتأكد من الالتزام بتطبيق أحكام هذا النظام ولوائحه وإصدار العقوبات اللازمة في حالة مخالفة هذا النظام أو لوائحه .

3 ـ هيئة المواصفات والمقاييس لدول مجلس التعاون :

تم إقرار إنشاء هذه الهيئة بموجب قرار المجلس الاعلى لمجلس التعاون في دورته الثالثة التي عقدت خلال شهر نوفمبر 1983م والذي نصت على تحويل الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس الى هيئة خليجية تختص بالمواصفات والمقاييس لدول مجلس التعاون .

ومن ضمن المواصفات القياسية الخليجية التي قامت باعدادها الهيئة وتم مناقشتها وإقرارها من قبل مجلس إدارتها المكون من وزراء التجارة بدول المجلس فقد أصدرت الهيئة إعتبار من عام 1989م وحتى الآن إثنا عشر مواصفة تتعلق بطرق إختبار مياه الشرب والمياه المعدنية بما فيها أخذ العينات وتقدير الخصائص الطبيعية والمواد الصلبة الذائبة بما فيها الاملاح . وبعض المعادن الرئيسة والعسر الكلى وتقدير المواد الدالة على التلوث .

ثالثا : الوضع الاداري للوزارات ومؤسسات المياه

تتبع معظم دول المجلس نظام اللامركزية في الادارات والمؤسسات المسئولة عن المياه وهذا النظام علاوة على ما يسببه من تضخم في ميزانية الدولة نظرا لتعدد الجهات والدوائر المسئولة عن المياه . فانه يسبب تداخلا كبيرا في إتخاذ القرارات بالنسبة لانتاج المياه وإستخدامها علاوة على الاختلاف والتباين الحاصل في تصميم وتنفيذ المشاريع الخاصة بالمياه وخاصة بالنسبة لشبكات المياه وإيصال المياه إلى المستهلكين .

ومع أن بعض دول المجلس قامت بانشاء مجالس عليا للاشراف على السياسات المائية في الدولة إلا أن تعدد الجهات والادارات المسئولة عن التنفيذ يسبب إزعاجا كبيرا للمواطنين أنفسهم لكثرة الجهات وتعدد مسئولياتها وضرورة مراجعة العديد منها وخاصة عندما يتطلب الأمر إيصال المياه لمنزل أو ما شابهه ، علاوة على تعدد الجهات وتشتت المسؤولية بينها بحيث اصبحت تلك الجهات كل يعتمد على الآخر وبالتالى لا نستطيع تحديد الجهة المختصة .

وهنا يمكن أن نتطرق إلى بعض الجهات الرئيسة المسئولة عن المياه في دول المجلس لنرى التباين المذهل حتى في الدولة نفسها بالنسبة لتوزيع هذه المسئوليات بدلا من ضمها في جهة واحدة.

دولة الامارات العربية المتحدة:

هناك أكثر من وزارة أنيطت بها مسئولية المياه مثل وزارة الكهرباء والماء ووزارة الزراعة والثروة السمكية اضافة الى الهيئة العامة لموارد المياه والدوائر المحلية للمياه ونورد هنا أهم اختصاصات كل جهة من هذه الجهات الرئيسية الثلاث:

1 ــ الهيئة العامة لموارد المياه : صدر القانون الاتحادي رقم 21 لعام 1981م في نوفمبر 1981م يقضي بانشاء الهيئة العامة لموارد المياه في دولة الامارات العربية المتحدة وهي هيئة مرتبطة مباشرة برئيس مجلس الوزراء ولها شخصيتها الاعتبارية الخاصة ومقرها ابو ظبي ومن ضمن مهامها الأتي : -

- جمع المعلومات المتعلقة بموارد المياه وتنسيقها وتصنيفها واجراء الدراسات والبحوث المتصلة بها والمتعلقة بالاحتياجات المائية او لاستنباط الوسائل والحلول لتطوير هذه الموارد أو العمل على اقامة مخزون متوازن لمواجهة متطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الدولة .
- وضع سياسة شاملة لموارد المياه على ضوء المعلومات التي تتوفر لها ونتائج البحوث والدراسات.
- اعداد خطة رئيسية متكاملة لموارد المياه واستخداماتها واعادة تقييمها في ضوء نتائج تطبيق تلك الخطة.
- التنسيق بين مشروعات المياه واستخداماتها من قبل جميع القطاعات وانشاء مشروعات نموذجية او تجريبية حول انتاج المياه واستغلالها والمحافظة عليها.
- الهيمنة على ادارة موارد المياه من خلال التراخيص وحقوق الامتياز التي تمنحها للغير وللهيئة ان تحتفظ لديها بسجل تثبت فيه جميع الحقوق حول هذه الموارد وخاصة ما يتعلق بضمان حماية حقول المياه من الاستغلال المفرط ومن المخاطر التي تهدد بتلويثها.
- ابداء المشورة وتقديم العون التي يطلبها مجلس الوزراء أو أية جهة حكومية فيما يتعلق بموارد المياه.
- إقتراح التدابير والاجراءات التي تكفل وضع سياسة موحدة لقياس المياه والعمل على توحيد اسعارهاأو الرسوم المتعلقة بأي نشاط يتصل باستعمالها.
- انشاء بنك للمعلومات الخاصة بموارد المياه واستخداماتها ونشر هذه المعلومات وتوزيعها بالطرق المناسبة.
- البحث عن موارد بديلة أو تكميلية للموارد الاخرى التي تثبت تضوبها أو ضاءلة مخزونها.
- اتخاذ التدابير التي تكفل تقييم حقوق الاستخدام القائمة لموارد المياه.

2 ــ وزارة الكهرباء الماء : وهي وزارة اتحادية تم انشاؤها ضمن الاجهزة الادارية التابعة لدولة الامارات العربية المتحدة ويقع ضمن مهامها توفير مياه الشرب والاغراض المنزلية سواء من المياه الجوفية أو من مياه التحلية ويشمل ذلك انتاجها ونقلها وتوزيعها وصيانة المرافق التابعة لها وتعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي لمياه الشرب في معظم الامارات بالاضافة لمياه التحليه ما عدا ابو ظبي ودبي والشارقة ورأس الخيمةالتي يوجد بها المحطات الرئيسية لتحلية المياه المالحة .

وهناك دوائر محلية للمياه متعددة تتبع كل امارة من الامارات السبع مستقلة بذاتها مثل دائرة المياه والكهرباء بابو ظبي ودائرة المياه بدبي ... الخ ويقع ضمن اختصاصاتها توزيع المياه في كل امارة على حدة فيما يتعلق بمياه الشرب.

3 — وزارة الزراعة والثروة السمكية: وهي وزارة اتحادية أيضا مقرها الرئيسي مدينة دبي تعنى ضمن مسئولياتها المتعددة بمصادر المياه الخاصة بالزراعة وتوفير مياه الري اللازمة بما في ذلك اعداد الدراسات والمسوحات اللازمة وحفر الآبار ومراقبة المخزون المائي الجوفي وتشمل اختصاصاتها بالنسبة للمياه ما يلي:

- العمل على مسح مصادر المياه وتنميتها وتطويرها.
- مراقبة المياه الجوفية عن طريق محطات المراقبة وجمع المعلومات المتعلقة بتطويرها.
- اصدار التراخيص الخاصة بحفر الآبار في المزارع وتقرير الطرق التي يتم الحفر فيها والاشراف على عمليات الحفر بالتنسيق مع كافة الجهات الاخرى المعنية وتحليل عينات المياه.
- تنظيم وبرمجة المعلومات المتعلقة بالمياه الجوفية والسطحية.
- صيانة السدود ومراقبة تخزين المياه واجراء المسوحات الخاصة بانشاء السدود.
- القيام بالابحاث المتعلقة بالري وتصميم شبكات الري الحديثة وتدريب المزارعين على استخدامها وصيانتها.

دولة البحرين:

ويوجد في البحرين أيضا وزارتان مستقلتان تشرفان على أوضاع المياه هما وزارة الكهرباء والماء ووزارة الاشغال والزراعة اضافة الى المجلس الاعلى للموارد المائية ومركز البحرين للدراسات والبحوث ويمكن ايجاز اختصاصات كل جهة كالآتي :

1 — مجلس الموارد المائية : صدر مرسوم أميري بالقانون رقم 7 لعام 1982م في 1 مارس 1982م يقضي بانشاء هذا المجلس برئاسة رئيس مجلس الوزراء البحريني وتشمل مهام مجلس الموارد المائية ما يلي:

- رسم السياسة المائية للبلاد على ضوء نتائج الدراسات والمسوحات المائية.
- حماية وتنمية الموارد المائية بما يكفل استمرارها وكفاءتها.
- العمل على اتخاذ الاجراءات الكفيلة بحسن استغلال المياه لمختلف الاغراض الزراعية والصناعية.
- تنسيق العمل مع الجهات ذات العلاقة باستغلال وضبط جهود الاستغلال بحيث تكمل بعضها.
- النظر في المسائل التي قد تنشأ من جراء تطبيق السياسة المائية.
- تنظيم حفر الآبار والاخطار عنها وغير ذلك من المسائل المتعلقة بالآبار ويشمل ذلك منع حفر الآبار في طبقات معينة أو مناطق معينة على أن يصدر بالتنظيم قرار من وزير التجارة والزراعة.

• مباشرة الاختصاصات في المسائل المنصوص عليها في المواد 5،7،12،17 من المرسوم بقانون رقم 12 سنة 1980م بشأن تنظيم استعمال المياه الجوفية على أن يصدر بما يبت فيه المجلس من مسائل قرار من وزير التجارة والزراعة.

2 ــ وزارة الكهرباء والماء: وهي الجهة المسئولة عن تصميم وتنفيذ وتشغيل وصيانة جميع مرافق المياه وخاصة ما يتعلق بتحلية المياه المالحة ويوجد بهذه الوزارة العديد من الادارات المتخصصة منها على سبيل المثال ادارة اسالة المياه التي تقوم بمهام عدة تشمل ادارة وتشغيل محطات الضخ والتوزيع لامداد جميع المناطق الريفية والحضرية بالمياه. وتشمل مهام الوزارة أيضا مسئولية انشاء محطات التحلية وخزانات المياه ومحطات الخلط والضخ وشبكات المياه وتشغيلها وصيانتها.

3 ــ وزارة الاشغال والزراعة: وتقوم ادارة مصادر المياه بهذه الوزارة بمهام تنمية وادارة والمحافظة على وتنظيم استغلال المياه الجوفية ويشمل ذلك اجراء الدراسات والبحوث المتعلقة بهذه المياه وتنظيم عمليات حفر الآبار واعداد المواصفات الخاصة بذلك . كما تقوم ادارة المشاريع بمهام تنظيم واستغلال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وتحديد الحصص الخاصة بتوزيعها على المستفيدين من هذه المياه (أمان 1989م) .

4 ــ مركز البحرين للدراسات والبحوث : ويقوم المركز باعداد دراسات التخطيط المائي للدولة وفقا لمخطط تنفيذي تم وضعه للوفاء بمتطلبات عمليات التخطيط كمنهج علمي يستهدف تحقيق الادارات المتكاملة لموارد المياه بالدولة .

المملكة العربية السعودية:

تتعدد الجهات المسؤلة عن المياه بالمملكة العربيةالسعودية فهناك وزارة التخطيط ووزارة الزراعة والمياه ووزارة الشئون البلدية والقروية ومصالح المياه في المناطق المتعددة من المملكة والمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة ويمكن ايجاز اختصاصات هذه الوزارات والمؤسسات في الآتي : ـ

1 ــ وزارة التخطيط: وتشمل اختصاصاتها اعداد خطط التنمية الخمسية للدولة بما فيها ايجاد التوازن الفني في جميع قطاعات التنمية الاقتصادية والاجتماعية والتنظيمية وقد تم اعداد ست خطط خمسية تنموية للمملكة منذ الخطة الاولى 1390هـ ـ 1395هـ وحتى الخطة السادسة (1416 ـ 1420هـ) .

2 ــ وزارة الزراعة والمياه: وهي الوزارة المعنية باعداد الدراسات والمسوحات والتنقيب عن كافة مصادر المياه الجوفية بالمملكة واصدار رخص حفر الآبار واعداد التصاميم والاشراف على الحفر واعداد مواصفات وتنفيذ مشاريع ايصال المياه من مصادرها الرئيسية سواء كانت مياه جوفيه أو مياه صرف صحي بعد تنقيتها ،

وايصال مياه التحلية بعد خلطها بمياه جوفية الى المستهلك النهائي ويشمل ذلك تركيب الانابيب واقامة الخزانات اللازمة للتجميع والتوزيع وتنفيذ شبكات المياه بالمدن والقرى وايصالها للمنازل واقامة بعض محطات التنقية الاولية في بعض المدن كما تضطلع هذه الوزارة بدراسة وتصميم وتنفيذ السدود بجميع انواعها واستخدام المياه السطحية الناتجة عن الامطار سواء في تغذية المياه الجوفية أو استعمالها كرافد لمياه الشرب كما هو الحال في مدينة ابها وبعض القرى في عسير حيث تستخدم المياه المحجوزة في بحيرة سد أبها لاغراض مياه الشرب بعد اجراء بعض اعمال التنقية والتعقيم عليها . وقد انيط بهذه الوزارة اعداد خطة وطنية للمياه تشمل حصر المياه بجميع مصادرها الحالية والمتوقعة والطلب على هذه المياه حاضرا ومستقبلا ووضع السياسات والانظمة اللازمة. كما صدر مرسوم ملكي برقم م/34 في 1400/8/24هـ لنظام خاص بالمحافظة على مصادر المياه في المملكة ولائحته التنظيمية من اعداد وزارة الزراعة والمياه .. ينظم كيفية التعامل مع مصادر المياه والحد من استغلالها وحمايتها من الاسراف والتبذير في استعمالها.

3 ــ وزارة الشئون البلدية والقروية ومصالح المياه: تقوم هذه الوزارة عن طريق مصالح المياه بادارة وتشغيل مشاريع امدادات المياه بما فيها محطات التنقيه ، لمعظم المدن والقرى بعد استلام تلك المشاريع من وزارة الزراعة والمياه ويشمل ذلك تكملة بعض المشاريع أو انشاء وحدات جديدة لبعض الاحياء الجديدة بالمدن والقرى أو اضافة شبكات جديدة وتشغيل وصيانة شبكات المياه بالمدن والقرى .

كما تتولى مصالح المياه عمليات ايصال المنازل بشبكة الصرف الصحي في المدن والقرى والاشراف على هذه الشبكة بما في ذلك تشغيل وصيانة محطات تنقية مياه الصرف الصحي. كما تقوم هذه المصالح باستيفاء جميع الرسوم المستحقة على المستهلكين سواء لايصال منازلهم بشبكات المياه او شبكات الصرف الصحي أو تلك الرسوم الخاصة بالاستهلاك الشهري للمياه والخارج من المنازل كمياه صرف صحي . اما البلديات فيدخل ضمن مسؤلياتها تصميم وتنفيذ محطات الصرف الصحي وانشاء مشاريع تصريف مياه الامطار ودرء اخطار السيول في المدن والقرى.

4 ــ المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة: وهي مؤسسة حكومية مستقلة بذاتها يقوم على رئاسة مجلس ادارتها وزير الزراعة والمياه وتشمل مهامها تصميم والاشراف على تنفيذ وتشييد محطات التحلية بجميع انواعها وادارة وتشغيل وصيانة هذه المحطات وتنفيذ مشاريع انابيب ومحطات الضخ اللازمة لايصال تلك المياه الى المدن والقرى التي تغذى جزئيا بهذه المياه . ومركزها الرئيسي مدينة الرياض ولها فروع بكل من مدينة جدة والخبر والجبيل.

وهناك بعض الجهات الاخرى ذات العلاقة مثل الهيئة العليا لتطوير لمدينة الرياض وهيئة الري والصرف بالاحساء ومدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والهيئة الملكية للجبيل وينبع وشركة الزيت العربية السعودية وبعض الوزارات الاخرى التي لها بعض الاهتمام بالمياه.

سلطنة عمان:

ويوجد بها ثلاث وزارات مسؤولة عن المياه اضافة الى مجلس مصادر الثروة المائية وتتوزع مسؤلياتها كالآتي :

1 - مجلس مصادر الثروة المائية : وقد صدر بانشائه مرسوم سلطاني برقم 75/45 في 1985/9/8م وقدسبقه صدور مرسوم آخر برقم 79/63 في 1979/12/4م بانشاء الهيئة العامة لمصادر المياه. ويعتبر مجلس مصادر الثروة المائية الذي يرأسه جلالة السلطان قابوس هو السلطة العليا لرسم الخطة القومية لتنمية موارد المياه في السلطنة والحفاظ عليها واقرار كافة الخطط والمشروعات التي تتقدم بها الجهات المختصة بالنسبة للمياه قبل البدء في تنفيذها وتشمل اختصاصات المجلس ما يلي : -

- تحديد الاهداف واعداد سياسة لتنمية موارد المياه وتقديم المقترحات اللازمة لوضع خطة مياه طويلة الاجل متفقة مع خطط التنمية الاقتصادية في البلاد ورفع تلك الخطة لمجلس التنمية للموافقة عليها.
- اعداد ومناقشة الميزانية السنوية لتنمية موارد المياه وتقديمها الى مجلس التنمية لاحالتها بعد الموافقة عليها الى مجلس الشئون المالية لتنسيقها مع الموازنات الوزارية الاخرى.
- تقديم التوصيات لمجلس التنمية حول الاولوية بين طلبات الدراسات الاستشارية التي تقدم اليه من الوزارات والدوائر الحكومية.
- تقييم اولويات مشروعات تنمية المياه التي تقدم اليه من الوزارات والدوائر الحكومية وتقديم التوصيات بشأنها لمجلس التنمية.
- تنسيق انشطة اجهزة الوزارات والدوائر الحكومية فيما يتعلق بتنفيذ خطة المياه.
- طلب وتلقي تقارير المتابعة والتقارير النهائية المتعلقة بتنفيذ المشروعات والدراسات الاستشارية من الوزارات والدوائر الحكومية.
- التقدم الى مجس التنمية بدراسات استشارية مقترحة في شأن المشروعات والبرامج ذات الاهمية المشتركة بين اكثر من وزارة او دائرة حكومية للموافقة عليها.
- تقديم تقرير سنوي عن متابعة تنفيذ خطة المياه لمجلس التنمية.
- تقديم الخدمات الاستشارية لمجلس التنمية في كل ما يتعلق بمصادر المياه في السلطنة.
- اصدار اللوائح والنظم المتعلقة بتنمية موارد المياه والمحافظة عليها.
- اي موضوعات اخرى يحيلها صاحب الجلالة السلطان المعظم أو مجلس التنمية الى مجلس موارد المياه.

2 – وزارة الكهرباء والماء: وتتشابه في مهامها مع وزارة الكهرباء والماء في كل من دولة الامارات العربية المتحده و دولة البحرين.

3 – وزارة موارد المياه : وتتضمن اختصاصها الآتي : -

- اعداد الخطة الوطنية لتنمية موارد المياه والحفاظ عليها بالتعاون مع الوزارات والوحدات الحكومية وتنفيذ تلك الخطة بعد اعتمادها.
- اعداد مسودات القوانين واللوائح والانظمة المتعلقة بكل الامور الخاصة بتنمية موارد المياه والحفاظ عليا واصدار اللوائح والانظمة بعد اعتمادها من مجلس مصادر المياه.
- اجراء البحوث والدراسات والمسوحات التي تهدف الى استكشاف المزيد من موارد المياه وايجاد الاساليب الكفيلة بالحفاظ على موارد المياه المتاحة.
- تقدير الميزان المائي وتوافر المياه في مختلف مناطق السلطنة من أجل اغراض التنمية المختلفة
- اصدار التصاريح الخاصة بحفر آبار المياه أو استكشافها لاجل استخدام المياه من أي مصدر مع مراعاة اللوائح المعمول بها.
- معاينة ومراقبة جميع آبار المياه والتأكد من تقيدها بالشروط الواردة في التصريح.
- اجراء معاينات الاراضي الزراعية الجديدة للتأكد من توافر المياه اللازمة لها ومدى صلاحيتها.
- جمع عينات من مياه الآبار والافلاج بغرض تحليلها من اجل تحديد درجات ملوحتها ووسائل علاجها ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة.
- جمع البيانات والمعلومات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية المتعلقة بموارد المياه الجوفية والسطحية والينابيع وتقييم هذه الموارد وتوفير ما تحتاجه من اجهزة ومعدات.
- انشاء مركز للمعلومات والبيانات الخاصة بموارد المياه بهدف تطويرها واستخدامها الاستخدام الامثل.
- العمل على تأهيل وتدريب الموظفين العمانيين في مجال تنمية موارد المياه.
- القيام ببرامج للتوعية العامة تبرز أهمية موارد المياه وضرورة التعاون من أجل الحفاظ عليها والتحكم في استخدام المياه بالتنسيق مع الجهات الاخرى.

4 – وزارة الزراعة والثروة السمكية : وتنحصر اختصاصاتها بالنسبة للمياه في جميع ما يتعلق بمياه الري وتقدير احتياجات المزارع منها وادخال الطرق الحديثة في الري ،وصيانة الافلاج ، كما كانت مسؤولة الى عهد قريب عن انشاء وتشغيل وصيانة السدود واعداد الدراسات الخاصة بها ومراقبة المياه بهذه السدود بهدف الاستفادة منها في الري أو تغذية المخزون الجوفي. الا أن هذه المسؤولية نقلت الى وزارة موارد المياه .

دولة قطـــر

1 - وزارة الكهرباء والماء : وهي مسئولة عن توفير مياه الشرب وايصالها للمستهلك بما في ذلك مياه التحلية التي تنتج من محطتي رأس أبو عبود ورأس ابو فنطاس وكذلك مياه المزج المستخرجة من المياه الجوفية ويشمل ذلك جميع ما يتعلق بالتشغيل والصيانة وتنفيذ الشبكات ومحطات الضخ وغيرها من المرافق المتعلقة بايصال المياه الى المستهلكين .

2 ـ وزارة الشئون البلدية والزراعة : وهي مسئولة عن تأمين مياه الري للزراعة واعطاء رخص الحفر للمزارعين ومراقبة المخزون المائي الجوفي بما في ذلك اقامة محطات الرصد المائي والمناخي الزراعي وتنفيذ آبار المراقبة وتامين وتركيب ما تحتاجه من اجهزة ومعدات. وكراقبة المخزون المائي من خلال هذه الابار .

دولة الكويـــت

ويوجد بدولة الكويت العديد من الوزارات والهيئات المناط بها عدد من المسؤولات الخاصة بالمياه نذكر منها على سبيل المثال ما يلي :

1 ـ وزارة الكهرباء والماء: نص المرسوم الصادر بانشاء هذه الوزارة بأن تتولى توفير الطاقة الكهربائية والمياه ونقلها وتوزيعها للاغراض الانتاجية والاستهلاكية والعمل على تطويرها بما يتمشى مع احتياجات البلاد وتشمل اختصاصاتها فيما يتعلق بالمياه ما يلي : ـ

- انشاء وادارة وتشغيل منشاءات توفير المياه بما فيها محطات التحلية وتشغيلها وصيانتها.
- اعمال التنقيب والحفر وانتاج المياه الجوفية.
- اجراء البحوث الهندسية والفنية والتطبيقية المتعلقة بالكهرباء والماء.
- انشاء وادارة وتشغيل وصيانة منشاءات خلط وضخ وتخزين وتوزيع مياه الشرب.
- تحصيل العائدات الناتجة عن تركيب الاجهزة باستهلاك المياه نفسها.
- الاشراف على حفر الآبار بما في ذلك وضع مواصفات الحفر.

2 ـ الهيئة العامة لشئون الزراعة والثروة السمكية: ينص المرسوم الخاص بانشاء هذه الهيئة رقم 94 لسنة 1983 بانه يقع ضمن مسئوليتها "الاشراف على استعمالات الاراضي والمياه للاغراض الزراعية والسمكية بما يكفل حسن استغلالها والمحافظة عليها" .

3 - وزارة الاشغال العامة ويقع ضمن اختصاصها ما يتعلق بمياه الامطار والسيول وتنفيذ المشاريع الخاصة بحماية المدن من اخطارها وتنفيذ مشاريع الصرف الصحي .

4 ـ معهد الكويت للابحاث المائية: تم انشاء هذا المعهد عام 1981م .. وقد نص مرسوم انشائه على أن يقوم بدراسة موارد الثروة الطبيعية والكشف عنها وسبل استغلالها ومصادر المياه والطاقة وتحسين طرق الاستغلال الزراعي وتنمية الثروة المائية وذلك بالتعاون والتنسيق مع الجهات المختصة بدراسة مصادر الثروة المائية وتنميتها (العوضي 1987م) .

رابعا : إستخدامات المياه

تتفق استخدامات المياه في كافة دول المجلس وتشمل الاتي :

1 - مياه الشرب أو الاستخدام المنزلي سواء للاستحمام أو غسيل الملابس أو الاواني وغيرها .

2 - سقيا الماشية والحيوانات .

3 - ري المزارع والبساتين .

4 - الصناعة بما فيها صناعة إنتاج وتكرير البترول .

5 - ري المسطحات الخضراء والحدائق العامة والجزر المزروعة بالشوارع .

6- الاستخدامات الاخرى مثل والحدائق العامة والجزر المزروعة بالشوارع .

والملاحظ أنه ليس هناك حصر فعلي وكمي لهذه الاستخدامات ماعدا مايستخدم في أغراض مياه الشرب والاستخدام المنزلي ، وهو مايدلل على أن كميات المياه المستخدمة فعلا في الاغراض الاخرى لايتم حصرها بتاتا وخاصة تلك المستخدمة في الزراعة التي تستهلك مايربو على 85٪ من الاستخدامات الفعلية للمياه بدول المجلس ، وهذا يحتم على الجهات المختصة فرض نوع من الاشراف الفعلي على هذا الاستخدام العالي ومراقبته بشكل دوري للتأكد من إستخدام هذه المياه بشكل مقنن ، وحساب الكميات المستهلكة يوميا وشهريا وسنويا ، حتى يمكن الوصول الى معادلة متكافئة بين ماهو متوفر من هذه المياه وما يمكن أن يستهلك منها والمحافظة على نسبة من المخزون الفعلي لتلك المياه للحالات الطارئة .

ومن هذا المنطلق فانه يقع على الجهات المسؤلة عن مصادر المياه مسؤولية كبيرة في إستنباط طرق محددة للاشراف على المزارع القائمة في الدولة بدء بحصر عدد الآبار المتوفرة فيها وأنواعها وتحديد الطرق المثلى لقياس كميات المياه التي يتم إستخدامها فعلا . والتأكد من تطبيق هذه الطرق بالقيام بزيارات دورية

ومفاجئة للمزارع والتأكد من وجود رصد مستمر لاستهلاك المياه ، وعلى أن يتم جمع هذه المعلومات بشكل دوري وإرسالها للجهة المختصة لتدقيقها وحفظها في قاعدة خاصة للمعلومات يتم إعدادها لدى تلك الجهة وإصدار نوع من الكتيبات الخاصة باحصائيات المياه ، أو ضمها للاحصاءات الرسمية التي تقوم بها وزارات الزراعة والمياه في كل دولة وذلك للاستفادة منها في التخطيط لمشاريع الدولة المستقبلية ، وتوزيعها على الجامعات والهيئات العلمية والبحثية ، وتعتبرهذه أحد الاسباب التي تدعوه إلى إيجاد سياسة مائية واضحة ومتكاملة لكل دولة من دول مجلس التعاون .

أسباب الحاجة إلى سياسة مائية متكاملة

1 ـ النقص الحاد في توفر مصادر مائية مستمرة .

2 ـ زيادة الضخ بسبب إتساع الرقعة الزراعية وزيادة كمية مياه الري اللازمة لها.

3 ـ الانخفاض الحاصل في مستويات المياه في التكوينات المائية الجوفية .

4 ـ سوء تصميم وتنفيذ حفر الابار الزراعية.

5 ـ عدم توفر أو عدم ملاءمة الانظمة المائية الحالية .

6 ـ التطور العمراني والتقدم الحضري الحالي وزيادة السكان .

7 ـ كثرة وتشعب الجهات المسؤولة عن المياه بكل دولة .

الفوائد التي يمكن أن نجنيها من إعداد السياسة المائية

ـ التخطيط الاقتصادي والمتزن لاستخدام وتوزيع المياه وإقامة المشاريع المستقبلية بمعرفة جهة حكومية واحده.

ـ خلق نوع من الاستقرار والامن المائي للمزارعين والمحافظة على مصادر المياه.

ـ توزيع المياه سواء للشرب والاستخدام الآدمي أو للزراعة أو الصناعة أو غيرها من إحتياجات المائية بشكل عادل ومتزن .

ـ التحكم أو الادارة السليمة لمصادر المياه بطريقة علمية واضحة ، تمنع التعدي على حقوق الأفراد أو الجماعات ، وتضمن التوزيع السليم .

اللجنة الوطنية واللجنة الاقليمية للمياه

نظرا لتعدد الجهات المسؤولة عن مصادر المياه وتوزيعها بين المستفيدين في دول المجلس ، ولان هذه ثروة وطنية قيمة ، لابد من الحفاظ عليها وإستخدامها الاستخدام الامثل من قبل الاجيال الحالية ، وضمانا

لاستمرارها للاجيال القادمة فان الحاجة تدعو إلى إنشاء بعض اللجان المحلية في كل دولة من دول مجلس التعاون تعنى بشئون المياه ويمكن أن تتكون من عدد من المسؤولين ذوي العلاقة وليرأس هذه اللجنة الوزير المختص عن مصادر المياه بتلك الدولة ، وأن تمثل فيها الوزارات والهيئات المختصة من البلديات والزراعة والصحة وغيرها ، على أن يتم تشكيل اللجنة وإصدار قرار من الجهات العليا بكل دولة على شكل مرسوم أو قانون بتكوينها .

مهام اللجنة الوطنية للمياه

1 ـ تحديد ورسم السياسة المائية للدولة بما في ذلك تنمية مصادر المياه سواء للزراعة أو الصناعة أو الاستخدام الآدمي بحيث تكون لدى جهة رسمية واحدة .

2 ـ دراسة حاجة المناطق إلى مشاريع المياه والصرف الصحي وتوزيع هذه المشاريع بشكل عادل على مناطق الدولة .

3 ـ إقتراح الاساليب المناسبة للحفاظ على مصادر المياه بالدولة بما فيها أسعار إستهلاك المياه .

4 ـ إقتراح وتعديل السياسة الخاصة بتوزيع المسؤوليات الخاصة بالمياه على الجهات المعنية بالدولة .

5 ـ تحديد المسئوليات المتعلقة بتوزيع المياه على المدن والمناطق بما في ذلك التشغيل والصيانة للمرافق التابعة لكل جهة .

6 ـ عقد إجتماعات دورية مرة كل ستة أشهر مثلا أو كل سنة للنظر في تطوير ومتابعة سير أعمال الجهات المسؤولة عن المياه.

7 ـ حضور إجتماعات اللجنة الدائمة للمياه والاراضي (الاقليمية) التابعة لمجلس التعاون والمرتبطة بوزراء الزراعة والمياه واللجان الاقليمية الاخرى ذات العلاقة ، للمشاركة في التنسيق مع المسئولين عن المياه في بقية دول المجلس وإتخاذ مامن شأنه الارتقاء بتنمية مصادر المياه في الدول الاعضاء والمحافظة على هذه المصادر وإقتراح أفضل السبل لذلك .

الحاجة إلى توفير أنظمة وتشريعات مائية

ونظرا لقلة توفر بعض الانظمة الهامة والمتعلقة بمصادر المياه وإنتاجها وإستخدامها فان الحاجة تدعو إلى تكاتف الجهات المسؤولة عن المياه وحث المسئولين فيها إلى إعداد بعض الانظمة والتشريعات جماعيا ويمكن حصر بعض الانظمة على سبيل المثال التي تحتاج فعلا إلى توفرها وتشمل:

ـ نظام المحافظة على مصادر المياه .

ـ نظام إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي وتنقيتها .

ـ نظام أو إرشادات حول كيفية إستخدام مياه الصرف الصحي المنقاة "CRITERIA" في الزراعة وري الحدائق والمسطحات الخضراء وبقية الاستخدامات الاخرى .

ـ نظام حول حفر الآبار سواء السطحية العادية أو الارتوازيه العميقة وكيفية إكمال حفر هذه الابار وإختبارها والمحافظة على إنتاجياتها .

ـ إيجاد خطة واضحة المعالم حول كيفية إستخدام وتوزيع مياه الشرب أثناء الطوارىء يمكن إعدادها بمشاركة الجهات ذات العلاقة .

وعند إكتمال إعداد مثل هذه الانظمة والقوانين ، يمكن على ضوئها الشروع في إعداد السياسة المائية المتكاملة للدولة مستفيدة مما سيرد في هذه الانظمة والتشريعات المستجدة ، والخبرات المتراكمة لدى الكثير من المسئولين والمختصين في شئون المياه في العديد من الوزارات والهيئات الحكومية والخاصة.

المراجع

1 ـ خوري ، د. جان ، الافلاج في الوطن العربي / منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة مكتب اليونسكو للعلوم والتكنولوجيا للدول العربية / دمشق / القاهره 1989م .

2 ـ المقرن ، عبداللطيف ، استراتيجية تنمية مصادر المياه في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية والمحافظة عليها ، مؤتمر الخليج الاول للمياه ، دبي 1992م .

3 ـ ولكنسونْ ، جي . آرسي ، الافلاج ووسائل الري في عمان / وزارة التراث القومي والثقافة ـ مسقط ، 1992م.

4 ـ نظام المحافظة على مصادر المياه في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية ، الامانة العامة 1985م .

5 ـ التنمية الزراعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية /الامانة العامة ، الطبعة الاولى 1988م .

6 ـ مسيرة التنمية الزراعية والسمكية (العدد 1995/70)، وزارة الزراعة والثروة السمكية / مسقط ـ سلطنة عمان، 1995م.

7ـ النشرة الاقتصادية / الامانة العامة / مجلس التعاون لدول الخليج العربية ـ العدد 1995/01م .

8 ـ المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحه ـ الرياض المملكة العربية السعودية ـ التقرير السنوي 1414 ـ 1415هـ.

9 ـ مياه الصرف الزراعي ـ هيئة الري والصرف بالأحساء ، وزارة الزراعة والمياه ، الأحساء ـ 1417هـ (التقرير غير منشور) .

10ـ السياسة الزراعية المشتركة المعدلة ـ الامانة العامة / مجلس التعاون لدول الخليج العربية 1996م

11- طرق إختبار مياه الشرب والمياه المعدنية / هيئة المواصفات والمقاييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية - الرياض (عدد إثناء عشر مواصفة 1989 - 1996م).

12- Abdulrazzak, M.J., Integrated Approach to Water Resources Development in the GCC Countries, Symposium on " Water and Arab Gulf Development: Problems and Policies ". Exeter, England, 10-12 September, 1996 .

13- -Al-Zubari, W. K., Towards the Establishment of a total Water Cycle Management and reuse Program in the GCC Counties, Symposium on " Water and Arab Gulf Development: Problems and Policies, Exeter, England, 10-12 September, 1996.

14- Assessment of Water Quality in the ESCWA Region, UN (E- ESCWA//ENR/1995/14), December 1995.

تحلية المياه في سلطنة عمان
(الماضي والحاضر والمستقبل)

م. طاهر بن محمد بن علي الساجواني

تحلية المياه في سلطنة عمان (الماضي والحاضر والمستقبل)

أعداد : م. طاهر بن محمد بن على الساجواني
- وزارة الكهرباء والمياه - سلطنة عمان

مؤتمر الخليج الثالث للمياه - مسقط ٨-١٣ مارس ١٩٩٧م

ملـخص :

شهدت سلطنة عمان منذ بزوغ فجرالنهضة المباركة في بداية السبعينات تنميه شاملة في جميع الميادين . ومع هذه التنمية إزداد الطلب على المياه مما أدى الى الأعتماد على محطات تحلية المياه في بعض المناطق التي تشح فيها مصادر المياه الطبيعية ، وقد أقيمت عدة محطات كبيرة ومتوسطة وصغيرة منذ أواسط السبعينات ، وسوف يستمر الاعتماد عليها مستقبلاً.

وتتحدث هذه الورقة عن مجال تحلية المياه في سلطنة عمان في الماضي والحاضر والمستقبل ومقومات تكلفة إنشاء وتشغيل المحطات وبعض التصورات المستقبلية في هذا المجال.

المقدمـــة :

نظراً لموقع سلطنة عمان في شبه الجزيرة العربية والتي يتصف مناخها بندرة هطول الامطار وارتفاع معدل التبخر لذا يقل نصيب الفرد من كميات المياه المتاحة ، ولكن مع التنمية الشاملة في البلاد وتحسن مستوى المعيشة فأن الطلب على المياه يزداد بشكل مطرد سواءً للشرب أو للأغراض المنزلية والصناعية والتجارية والزراعية والعمرانية وغير ذلك ، وبشكل ذلك عبئاً على المياه الجوفية المتاحة حيث إزدادت درجة ملوحة هذه المياه في بعض مناطق السلطنة لذا كان لابد من الاتجاه نحو انشاء محطات لتحلية المياه لتوفير البديل المناسب .

١) الماضـــي :

لقد كان من سياسة الدولة الاتجاه نحو رفع مستوى المعيشة في جميع المناطق والمحافظة على التوازن الإقليمـــي للتنمية والمحافظة على تقليل هجرة السكان الى المراكز السكانية الكثيفة وذلك عن طريق استكشاف المصادر الطبيعية وتنويع مصادر الدخل وتوسيع القاعدة الانتاجية وغير ذلك .

ومع بزوغ فجر النهضة المباركة كان لابد من إيجاد مصادر مائية كافية بجميع المناطق لمسايرة التقدم الاقتصادي والاجتماعي ، وكان هذا الموضوع تحدياً كبيراً للمشارك في هذه النهضة الشاملة حيث إن إيجاد مصادر المياه الطبيعية الصالحة للإستخدام الآدمي في جميع أنحاء البلاد لم تكن بتلك السهولة نتيجة لأرتفاع الطلب في بعض المناطق وعدم صلاحية المياه الجوفية في مناطق أخرى ٠٠ * ويبين الملحق (١) كميات مياه الشرب المنتجة في عام (١٩٩٥) وعدد السكان ٠

أ) السبعينـــات

اتجهت الحكومة الى انشاء محطات تحلية المياه في أواسط السبعينات في المناطق التي تشح فيها مصادر المياه الطبيعية ، وأنشئت أول محطة حكومية في العاصمة مسقط بمنطقة الغبرة في عام ١٩٧٦م بنظام التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF) بسعة حوالي ٢٣ الف متر مكعب في اليوم (٥ مليون جالون) ملحقة بها ثلاث توربينات بخارية قدرة كل واحدة حوالي ٧ر٥ ميجا واط ثم اضيفت وحدة أخرى بقدرة (٥٠) ميجاواط في ١٩٧٧م (يبين الملحق (٢) تاريخ محطة الغبرة) ٠

وتبين آنذاك حاجة مناطق أخرى من المياه المحلاة فأقيمت في عام ١٩٧٦م محطة لتحلية المياه وانتاج الكهرباء في جزيرة مصيرة بنظام التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF) بسعة حوالي ٥٥٠ متر مكعب في اليوم (١٢٠ ألف جالون) ومحطتين في قرى مسندم هما كمزار بنظام التضاغط البخاري سعة ٢ × ١٠٠ متر مكعب في اليوم (٤٤ ألف جالون) وشيصة ثلاث وحدات بنفس النظام وسعة الوحدة ٠
(يبين الملحق (٣) – تواريخ محطات التحلية خارج العاصمة مسقط) ٠

ب) الثمانينات

تمتاز هذه الفترة بمزيد من الإستقرار والتقدم في البلاد ونهضة شاملة وسريعة في جميع الميادين واتجاه الحكومة الى تقديم المزيد من الخدمات وخاصة الخدمات الأساسية مثل المياه ، لذا أعدت خطة طموحة للإنشاء والتعمير ٠

– محطة الغبرة

وفي بداية الحقبة وتحديداً عام ١٩٨٢ م تم إضافة وحدة لتحلية المياه في محطة الغبرة بنظام التبخير الومضي (MSF) بسعة حوالي (٢٧) الف متر في اليوم (٦ مليون جالون) مستفيدة من الخدمات الأساسية المتوفرة في المحطة مثل البنية الأساسية من مبان وطرق وخدمات وغلايات ومأخذ لمياه البحر ومخرج المياه شديدة التركيز (BRINE) والمخازن والعمالة وغير ذلك (انظر الملحق -٢-) ونظراً للإستهلاك المتزايد تم إضافة وحدتين (MSF) في عام ١٩٨٦م بسعة (٢٧) الف متر مكعب لكل منهما وبذا وصل انتاج المحطة الى١٠٥ الف متر مكعب في اليوم (٢٣ مليون جالون) ٠

- محطات الولايات

وفي عام ١٩٨٢ اقيمت محطة في فلم (ولاية محوت) بسعة (١٠٠متر مكعب في اليوم) وأنشئت ثلاث محطات لتحلية المياه بنظام التناضح العكسي سعة ١٠٠ متر مكعب في اليوم (٢٢ الف جالون) في قرى رأس الحد (ولاية صور) والرويس (ولاية جعلان بني بو علي) ومدركة (ولاية الدقم) - انظر الملحق (٣) ٠ كما تم في عام ١٩٨٣م اضافة وحدة تحلية ثانية في محطة جزيرة مصيرة بنظام (التضاغط البخاري) بسعة ٦٠٠ متر مكعب في اليوم (١٣٢ الف جالون) ٠

وفي عام ١٩٨٣ تم انشاء محطة في ليما بمسندم بنظام الديلزة (ELECTRO DIALYSIS) بسعة ١٠٠م٣/ اليوم (٢٢ الف جالون) استغلت فيها خطوط الكهرباء من محطة خصب ٠ وفي عام ١٩٨٥ تقرر اقامة خمس محطات أخرى صغيرة سعة (٥٠) متر مكعب في اليوم (١١ الف جالون) بالقرى التي تفتقر الى المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلي وهي اصيلة (ولاية جعلان بني بو حسن) ، ابو مضابي (ولاية هيما) ، الظهر والسعدنات (ولاية الدقم) ، هيتام (ولاية الجازر) وتم انشاء محطة لتحلية المياه وانتاج الكهرباء بجزر الحلانيات (كوريا موريا سابقاً) في عام ١٩٨٨م بنظام التناضح العكسي بسعة ٦٠ متر مكعب في اليوم (١٣ الف جالون)٠

٢) الحاضر :

أ) التسعينات

لا زالت عجلة التطور والنمو في السلطنة تدور بشكل سريع ، وتتجه الأنظار الى البعد الإقليمي في التنمية لتأخذ جميع المناطق حقها من النماء والإزدهار والرقي ، وقد بدأت الكثير من المدن والقرى في الولايات تحصل على المشاريع الحكومية بما فيها مشاريع المياه ٠

وقد شملت الخطة الخمسية الرابعة التي بدأت عام ١٩٩١م بالعديد من مشاريع تحلية المياه ، فأضيفت الوحدة الخامسة في الغبرة بنظام التبخير الومضي (MSF) وبسعة ٢٧ الف متر مكعب في اليوم (٦ مليون جالون) مع توربينة بخارية بالتضاغط الخلفي (BACK PRESSURE) بقدرة (٣٠ ميجاواط) ٦ (الملحق -٢-)٠

ويتم حالياً اضافة الوحدة السادسة بالغبرة بنفس النظام والسعة وستصل سعة المحطة في بداية عام ١٩٩٧م الى حوالي ١٥٩ الف متر مكعب في اليوم (٣٥ مليون جالون) تقوم بتزويد محافظة مسقط من السيب الى سداب بالمياه الصالحة ويتم معالجة المياه بالمحطة وكذلك خلط المياه القادمة من الأبار وتعقيمها وفلورتها حسب المواصفات القياسية العمانية رقم (٨) - ملحق (٤).

اما في مدينة صور التي ازداد طلب مياه الشرب بها نظراً لأرتفاع الملوحة في الأبار . فقد أقيمت محطة بسعة ٤٥٤٥ متر مكعب في اليوم (مليون جالون) في عام ١٩٩٣م بنظام التناضح العكسي وتقوم حالياً بتزويد المدينة بالمياه الى جانب الأبار - الملحق (٣) .

ونظراً لإمتداد يد التنمية الى القرى بالولايات فقد تم اقامة العديد من محطات التحلية وذلك بين أعوام ١٩٩٥/١٩٩٧م وجميعها بنظام التناضح العكسي وسعاتها ١٠٠متر مكعب في اليوم (٢٢ الف جالون) لكل منها سوى محطة تحلية ادم التي تبلغ سعتها (١٠٠٠ م٣/اليوم) ومحطة الخمخام (ولاية هيما) بسعة ٥٠م٣/ اليوم . وقد أنشئت هذه المحطات في كل من هيما (ولاية هيما) وعشيرجة وصوقرة (ولاية الجازر) وحج (ولاية محوت) وليما (مسندم) ، واضافة وحدات التحلية في اصيلة والرويس (ولاية جعلان بني بو علي) واستبدال وحدة التحلية بكمزار (مسندم) وبلغت تكاليف انشاء هذه المحطات العشرة حوالي أربعة ملايين ريال عماني (١٠ مليون دولار أمريكي) .

ب) تكاليف انتاج المياه في المحطات

أن اول ما يبادر الى الذهن عند التحدث عن انتاج المياه عن طريق محطات التحلية هو ارتفاع تكلفة الانتاج مقارنة بالمياه الجوفية او السطحية او غير ذلك ، ولابد من الإشارة هنا الى مقومات التكلفة اللازم اتخاذها في الاعتبار وهي :-

١) التكلفة الرأسمالية لإنشاء المحطات الجديدة .
والمصاريف المتكررة لإدارة وتشغيل وصيانة هذه المحطات .
٢) اختيار المواقع المناسبة لإقامة محطات التحلية بحيث تؤمن مصدر ثابت لمياه التغذية لا يقل عن ٢٠ سنه وفي نفس الوقت يسهل عملية توصيل المياه المنتجة للمستهلكين ولا تؤثر سلباً على البيئة المحيطة بها من حيث التلوث والضوضاء .
٣) سهولة التشغيل والصيانة مأخوذة في الأعتبار العوامل الاجتماعية والأمنية .
٤) اختيار الطاقة المناسبة لتشغيل المحطات (غاز، ديزل ، الكهرباء ، الخ ...) .

٥) اعداد دراسات فنية ودراسات الجدوى الاقتصادية لإختيار النوع المناسب والسعة المناسبة للمحطات والمواد المستعملة منها وغيرها بالطرق التجارية الصحيحة ٠

٦) معرفة الجدوى من انشاء ملحقات المحطة من مبان وخزانات وخدمات وغير ذلك ٠

ج) الجهات المعنية الآخرى التي تمتلك محطات تحلية:-

هناك عدة جهات أخرى في السلطنة توجد لديها محطات لتحلية المياه يمكن ذكر بعضها وهي وزارة الدفاع وشرطة عمان السلطانية ووزارة موارد المياه (وحدة تجريبية) ومحافظة ظفار وشركات النفط وبعض الأفراد والمؤسسات الأهلية ٠

٣) المستقبل :

يلاحظ المتتبع للتنمية في السلطنة زيادة الأعتماد على محطات تحلية المياه وذلك للحاجة الملحة للحصول على المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلي والصناعي والتجاري ، لذا كان من الضروري وضع الإستراتيجية المستقبلية لإحتياجات البلاد من المياه المنتجة من محطات التحلية والسبل الأمنة لإستمراريتها بطرق اقتصادية صحيحة ، وقد وضعت الحكومة بعض التصورات في هذا المجال يمكن إيجازها في التالي :-

أ) اعداد الدراسات

اعدت بعض الدراسات التخطيطية المستقبلية ودراسات ما قبل الجدوى الإقتصادية لإقامة محطات التحلية في بعض مناطق السلطنة بناءً على معرفة الإحتياجات من مياه الشرب ومعرفة مصادر المياه والتنمية المستقبلية الشاملة ٠

ب) مركز ابحاث التحلية

لقد اجريت ابحاث كثيرة في هذا المجال منذ اواسط هذا القرن وتم تطوير طرق وانظمة التحلية والمواد المصنعة منها واجهزتها ومعداتها ولا زال الموضوع يحتاج إلى مزيد من البحث والتطوير ٠ ولقد تقرر إقامة مركز الشرق الأوسط لأبحاث التحلية في مسقط بالتعاون مع الدول المشاركة في عملية السلام في الشرق الأوسط هدفه إجراء الأبحاث التطبيقية والنظرية في هذا المجال والتنسيق بين مراكز الأبحاث في العالم وخاصة في منطقة الشرق الأوسط ٠

ج) التنسيق بالجامعة والجهات الآخرى

لتطوير العمل وتحسين الأداء فمن الضروري الإستفادة من الجهات التي لديها المعرفة والدراية والخبرة . لذا فإن الإتصالات مستمرة بالمختصين بجامعة السلطان قابوس وجهات الإختصاص بالحكومة مثل وزارة موارد المياه ووزارة البلديات الإقليمية والبيئة وجهات أخرى وكذلك بلجان مجلس التعاون لدول الخليج العربية والجمعيات العلمية والتقنية وغيرها .

د) مراعاة الأمور البيئية

لابد من مراعاة الأمور البيئية عندانشاء محطات التحلية وخاصة فيما يتعلق بمأخذ المياه وصرف المياه المالحة شديدة التركيز (Brine) والمواد الكيميائية السامة والخطرة (Toxic , Hazard) وتلوث الهواء والتلوث بالضوضاء وغير ذلك .

هـ) ترشيد الإستهلاك

حيث أن انتاج المياه العذبة في محطات التحلية تعتمد إعتماداً كلياً على معدات ميكانيكية وكهربائية ولها عمر إفتراضي ومعرضة للتوقف في بعض الأوقات فإنه يلزم تقليل الإعتماد عليها وذلك بترشيد الإستهلاك وحسن إدارة مرافق المياه .

و) الموارد البشرية

حاجتنا للمعدات مثل حاجة المعدات لنا ولا يأتي حسن استخدام المعدات إلا عن طريق المعرفة والخبرة في استخدامها وذلك بتطوير الموارد البشرية بالتدريب والتعليم والمشاركة في الندوات والمؤتمرات وغيرها وتشجيع التخصص في هذا المجال .

ز) تنمية مجال التحلية

وتدخل عدة مقومات لتنمية مجال التحلية وذلك بوضع وتحسين المواصفات الفنية وتشجيع التصنيع المحلي وتحسين طرق إستعمال قطع الغيار والكيماويات والنظر في استخدام الطاقات البديلة ... الخ .

ح) تخصيص القطاع

وتقوم الحكومة بدراسة تخصيص قطاع مياه الشرب ويشمل ذلك محطات تحلية المياه ومعرفة محاسنها ومساوئها والطرق الأنسب والبديلة لمسايرة الطلب على المياه المنتجة من المحطات وكيفية تمويل مشاريع المياه ووضع الإستراتيجيات المستقبلية لإستمرارية تقديم خدمات المياه .

الإستنتاج والتوصيات :-

في إطار التنمية الشاملة التي شهدتها السلطنة ونظراً للحاجة الملحة للحصول على مياه صالحة للشرب وللإغراض الأخرى (منزلية وتجارية وصناعية وغيرها) ولعدم توافر مصادر مياه طبيعية في بعض أنحاء البلاد فإن الأنظار إتجهت نحو إنشاء محطات تحلية المياه ومن المتوقع أن يستمر هذا المنهج في المستقبل كذلك لإقامة المزيد من محطات تحلية جديدة وإضافة وحدات في المحطات القائمة ، ومن أجل تنظيم عملية إنشاء محطات تحلية المياه فإنه يوصي بالنظر في التوصيات التالية :-

١) وضع إستراتيجية متكاملة بعيدة المدى لإنشاء واستخدام محطات التحلية وعلى ضوء ذلك يتم اعداد خطط وبرامج متوسطة وقريبة المدى تتفق مع خطط التنمية الأقتصادية الأخرى في البلاد .

٢) استخدام التكنولوجيا المناسبة للبيئة المحلية على أن يؤخذ في الأعتبار الجدوى الأقتصادية والنواحي والاجتماعية والأمنية .

٣) اصدار التشريعات واللوائح ووضع المواصفات المتعلقة بعمليات إنتاج المياه الصالحة لجميع أغراض سواءاً من الأبار أو من محطات تحلية المياه .

٤) تشجيع البحث العلمي عن طريق الجامعات والمعاهد المتخصصة ومراكز البحث والجمعيات العلمية وغيرها لنشر الثقافة العلمية والتكنولوجية المتعلقة بالمياه .

٥) اعداد التكاليف لإنشاء وإدارة وتشغيل وصيانة المحطات بطرق تجارية عالمية.

٦) اعداد الكوادر البشرية المحلية للعمل في مجال تحلية المياه بالتعليم والتدريب والحوافز والمساندة المعنوية والمادية .

٧) تشجيع القطاع الخاص الوطني والإقليمي للإنخراط في مجال اعداد الدراسات والتصاميم لتصنيع وإنشاء وإدارة وتشغيل وصيانة محطات تحلية المياه ووضع الحوافز للمنافسة التجارية الشريفة في هذا المجال .

ملحق _ (١)

كميات مياه الشرب المنتجة عام (١٩٩٥) بالمليون جالون

الموقع	عدد السكان (بالألف) ٩٥	المياه المنتجة	الموقع	عدد السكان (بالألف) ٩٥	المياه المنتجة
١) محافظة مسقط	٥٦٨	١١,٨٢٧	٤) منطقة الداخلية	٢٣٩	٢٤٢
٢) منطقة الباطنة	٥٨٥	٣١٢	- ولاية نزوى	٦١	١١٢
- ولاية صحار	٩٤	غيرمتوفر	- " بهلا	٤٨	١٩
- " السويق	٨٨	٢٠	- " سمائل	٤٠	٥٢
- " صحم	٧٨	١٦	- " ازكي	٣١	٩
- " بركاء	٦٧	١١	- " بدبد	١٩	٢٠
- " الرستاق	٦٤	٩٦	- " الحمراء	١٥	٤
- " المصنعة	٤٩	١٧	- " ادم	١٤	١٠
- " شناص	٤٦	٦٢	- " منح	١١	١٦
- " الخابورة	٤٢	١٣	٥) منطقة الظاهرة	١٨٨	٦٧٢
- " لوى	٢٣	١٧	- ولاية عبري	٩٧	٤٠
- " نخل	١٤	١٠	- " البريمي	٥٠	٤٧٨
- " وادى المعاول	١١	٢٤	- " ضنك	١٧	٣١
- " العوابي	٩	٢٦	- " ينقل	١٥	١١
٣) منطقة الشرقية	٢٦٧	٥٦٠	- " محضة	٩	١١٢
- ولاية صور	٥٥	٣٨٨	٦) محافظة مسندم	٣٠	٥٠٢
- " المضيبي	٥٢	٣١	- ولاية خصب	١٧	٣٤٧
- " جعلان بني بو على	٤١	٤٣	- " دبا البيعة	٦	٧٠
- " جعلان بني بو حسن	٢٣		- " بخا	٤	٦٥
- " ابراء	٢١	١	- " مدحا	٣	٢٠
- " الكامل والوافي	١٧	٥	٧) منطقة الوسطى	١٧	٨٢
- " بدية	١٦	٤	-ولاية محوت	٨	٣١
- " دماء والطائيين	١٥	٥	- " الجازر	٤	٣٣
- " القابل	١٢	٨	- " الدقم	٣	١٣
- " مصيرة	٩	٦٣	- " هيما	٢	٥
- " وادي بني خالد	٦	٧	٨) محافظة ظفار - وتضم ولايات صلالة وطاقة ومرباط وثمريت وشليم والحلانيات وسدح ورخيوت ومنلكوت .	١٩٦	غير متوفر

ملحق -٢-

محطة الغبرة لتحلية المياه وانتاج الكهرباء - محافظة مسقط

الوحدة	السعة		تاريخ الإنشاء	التكلفة الرأسمالية مليون (ر.ع)	متوسط الأنتاج السنوي لعام ٩٥
	الف متر مكعب /ي	مليون جالون/ اليوم			
-١	٢٢,٧	٥	١٩٧٦	٩,٥	٧,٢٦
-٢	٢٧,٣	٦	١٩٨٢	١٠,٠	٨,٣٠
-٣	٢٧,٣	٦	١٩٨٦	١٨,٤	٩,٦٣
-٤	٢٧,٣	٦	١٩٨٦	١٨,٤	٨,٩٥
-٥	٢٧,٣	٦	١٩٩٢	٤٩,١	٨,٤٠
-٦	٢٧,٣	٦	١٩٩٧	٢٥	---

ملاحظات :-

١) جميع وحدات التحلية من نوع التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF)

٢) توجد بالمحطة (٦) توربينات هي :- [٣×٥ر٧ ميجاواط وأنشئت في عام ٩٧٦م وواحدة (٥٠) ميجاواط عام ١٩٧٧ ووحدتين ٢×٣ ميجاواط (STBP)] كما توجد بالمحطة (١٣) توربينة غازية ، [انشئت الوحدات الثلاثة الأولى في عام ١٩٧٧ قدرة كل واحدة ١٧,٥ م ٠ر٠ نوع (F5) وست وحدات أخرى عام ١٩٧٩م بنفس القدرة والنوع والوحدتين الأخريتين عام ١٩٨٤ بقدرة ٢٨م٠ر٠ لكل وحدة نوع (F6) ٠ ووحدتين نوع (F9) تم انشاؤهما عام ١٩٩٥م]٠

٣) تستخدم المحطة الغاز الطبيعي لوقود وتوجد بها خزانات احتياطية لوقود الديزل ٠

٤) أنشئ أول مأخذ لمياه البحر من الأنابيب يعمل بنظام الخلخلة (Vacuum) واستخدم لوحدتي التحلية الأولى والثانية ومكثفات التوربينات البخارية وانشئ المأخذ الثاني ايضاً بنظام الأنابيب يعمل بالضخ (Pumping) للوحدتين الثالثة والرابعة ثم انشئ مأخذ مياه البحر الثالث بنظام القناة المفتوحة (Open Channel) يستطيع خدمة المحطة كلها ٠

٥) يتم معالجة المياه المقطرة باضافة غاز ثاني اكسيد الكربون وكربونات الكالسيوم وثلاثي فوسفات الصوديوم والكلور ٠

تابع - ملحق -٢-

محطة الغبرة

٦) توجد بالمحطة خزانات المياه المقطرة وآخرى للمياه المعالجة ومحطتين لضخ المياه الى المدينة ، وتوجد بها غلايات لأنتاج البخار .

٧) وكذلك توجد بها غرف التحكم ومحطات قواطع التيار والمحولات والمخازن ومباني الادارة والورش ومضخات وحقن الكيمياويات ومباني لسكن المشغلين .

٨) يتم تشغيل وصيانة المحطة من قبل مقاول عمانى متخصص بعقد لمدة خمس سنوات وتقوم الوزارة بتزويده بالوقود وقطع الغيار والكيماويات .

٩) تم في عام ١٩٩٥م توصيل وحدتي التجلية الثالثة والرابعة بتوربينتين غازيتين (F9) والتي ساعدت في تخفيض تكلفة انتاج المياه وذلك بتوفير كميات من الغاز بلغت ٦١,٤ مليون متر مكعب في السنة .

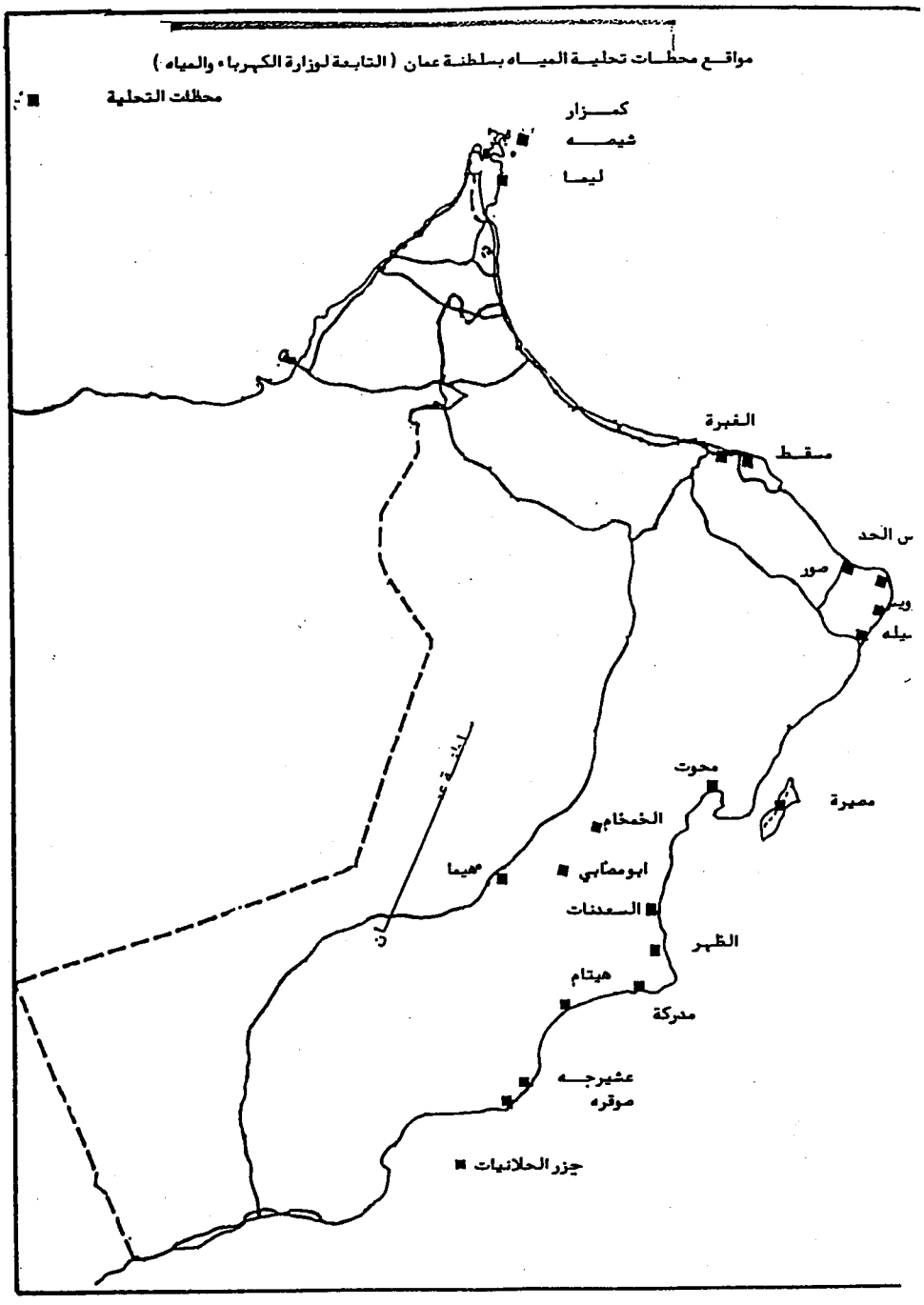
١٠) متوسط تكلفة انتاج المياه بلغ عام ١٩٩٥ (٢,١بيزة / للجالون = ١,٢ دولار / متر مكعب) وانخفض عن عام ١٩٩٤م بسبب تخفيض سعر وقود الغاز (وتبلغ نسبة تكلفة الوقود حوالي ٤٣ ٪ من التكلفة الكلية) .

١١) تم إجراء عمرة للوحدة الأولى بتغيير المراحل الستة الأولى في عام ١٩٨٩ بعد تعرضها للصدأ نتيجة الغازات الغير قابلة للتكثيف .

١٢) يتم استخدام مادة (Belgard - Ev) كمادة مانعة للترسيب(Anti - Scalent) في جميع الوحدات .

ملحق -٣ - محطات تحلية المياه بالولايات (خارج محافظة مسقط)

اسم المحطة	نوع الوحدة	السعه		تاريخ الإنشاء	التكلفة الرأسماليه (الف ر.ع)	متوسط الانتاج السنوي (م٣) لعام ٩٥ م	نوع الطاقة المستعملة	متوسط التكلفة		ملاحظات
		م٣/ي	الف جالون /اليوم					بيزة/ جالون	دولار / م٣	
١- محطة مصيرة	التبخير الومضي	٥٥٠	١٢٠	١٩٧٦	٣١٢	٢٨٨,٥٧٠	ديزل / كهرباء	١٨,٧	١٠,٦٧	
" " "	التضاغط البخاري	٦٠٠	١٣٠	١٩٨٤	١,٠٤٧					
٢- صور	التناضح العكسي	٤٥٤٥	١٠٠٠	١٩٩٣	٤,٦٢١	١,٦١٣,٠٠٠	ديزل/ كهرباء	٢,٥	١,٤٢	
٣- راس الحد (صور)	التناضح العكسي	١٠٠	٢٢	١٩٨٢	٣١٩	٢٦,٨٧٦	ديزل/ كهرباء	١٣,١	٧,٤٥	اجريت لها تحسينات لمباني المحطة عام ٩١
٤- الرويس (جعلان بني على)	التناضح العكسي	١٧٢	٣٧	١٩٨٢	٣٠٨	٣٦,٤٠٤	ديزل / كهرباء	١١,٦	٦,٦١	اجريت لها التحسينات ونقلت اليها وحدتين متنقلتين
٥- اصيلة (جعلان بني بو على)	التناضح العكسي	٩٥	٢١	١٩٨٥	٢٤٩	٢٠,٥٣٨	ديزل / كهرباء	١٧,٣	٩,٨٦	تم نقل وحدة متنقلة اليها واجريت لها تحسينات عام ٩١
٦- ابومضابي (هيما)	التناضح العكسي	٥٠	١١	١٩٨٥	١٧٥	١١,٧١٣	ديزل / كهرباء	٢٠,٢	١,٠٥	اجريت لها تحسينات عام٩١
٧- السعدنات (الدقم)	التناضح العكسي	٥٠	١١	١٩٨٥	٢٢٢	١١,٣٨٩	ديزل كهرباء	٢٢,٣	١٢,٧١	" " "
٨- الظهر (الدقم)	التناضح العكسي	٥٠	١١	١٩٨٥	١٦٦	١٥,٦٩٨	ديزل / كهرباء	١٣,٨	٧,٨٧	" " "
٩- هيتام (الجازر)	التناضح العكسي	٥٠	١١	١٩٨٥	١٧٤	١٣,٣٤٧	ديزل / كهرباء	١٦,١	٩,١٨	----
١٠- مدركة (الدقم)	التناضح العكسي	١٠٠	٢٢	١٩٨٢	٢٣٤	٢٢,٣١٥	ديزل / كهرباء	١٣,٧	٧,٨١	----
١١- فلم (محوت)	التبخير الومضي	١٠٠	٢٢	١٩٨١	٢٧١	١٣,٦٩٠	ديزل / كهرباء	٣٣,١	١٨,٨٧	سيتم الغاوها قريباً لأنتهاء عمرها
١٢- كمزار (ممندم)	التضاغط البخاري	٢٠٠	٤٤	١٩٧٦	غير معروف	٣١,٠٦٩	ديزل / كهرباء	١٠,٥	٥,٩٨	يتم حالياً استبدال وحدة التضاغط بوحدة التناضح
١٣- شيصة (ممندم)	التضاغط البخاري	٣٠٠	٦٦	١٩٧٦	"	٢١,٠٦٣	ديزل / كهرباء	١٥,٥	٨,٨٣	----
١٤- ليما (ممندم)	الديلـــزة	١٠٠	٢٢	١٩٨٣	"	٣٨,٥٦٢	خطوط كهربائية	٥,٢	٢,٩٦	تم اقامة محطة جديدة بالتناضح العكسي
١٥- الحلانيات (ظفار)	التناضح العكسي	٦٠	١٣	١٩٨٨	٢٢٠		ديزل / كهرباء	١٠	٥,٧٠	


مواقع محطات تحلية المياه بسلطنة عمان (التابعة لوزارة الكهرباء والمياه)
محطات التحلية
كمزار
شيمه
ليما
الغبرة
مسقط
صور
محوت
مصيرة
الخمخام
ابومضابي
مهيما
السعدنات
الظهر
هيتام
مدركة
عشيرجه
صوقره
جزر الحلانيات

ملحق - (٤) -

المواصفة القياسية العمانية رقم (٨) لمياه الشرب (١٩٧٨)

المواصفات

١) الخواص الفيزيائية

يجب أن تكون مياه الشرب عديمة اللون والطعم والرائحه وخالية من العكارة وذلك بصفة عامه .

٢) الخواص الكيميائية

أ) المواد السامة :

المادة	اقصى ما يمكن السماح به (مجم /لتر) - جزء في المليون
الرصاص (LEAD)	٠ر١
السيلينيوم (SELENIUM)	٠ر٠١
الزرنيخ (ARSENIC)	٠ر٠٥
الكادميوم (CADIMIUM)	٠ر٠١
السيانيد (CYANIDE)	٠ر٠٥
الزئبق (MERCURY)	٠ر٠٠١

ب) المواد الكيميائية التي لها تأثير خاص على الصحة :

الفلوريدات (FLUORIDES)	٠ر٨
النتيرات (NITRATES)	٤٥

ج) المواد الكيميائية التي تؤثر على صلاحية مياه الشرب :

المادة	المسموح به (مجم/لتر)	أقصى ما يمكن السماح به (مجم/لتر)
الأملاح الذائبة الكلية (TDS)	٥٠٠	١٥٠٠
النحاس (COPPER)	٠ر٠٥	٥ ر١
الحديد (FERROUS)	٠ر١	٠ ر١
الماغنيسيوم (MAGNISIUM)	لايزيد على نسبة ٣٠ مجم / لتر إذا كانت نسبة الكبريتات ٢٥٠ مجم / لتر ، أما إذا كانت نسبة الكبريتات أقل من ذلك فأنه يسمح بنسبة ماغنيسيوم ١٥٠ مجم/لتر .	
المنجنيز (MANGANESE)	٠ر٠٥	٥ ر٠
الخارصين (ZINC)	٠ ر٥	١٥
الكالسيوم (CALCIUM)	٧٥	٢٠٠

المادة	المسموح به (مجم/لتر)	أقصى ما يمكن السماح به (مجم/لتر)
الكلوريد (CHLORIDES)	٢٠٠	٦٠٠
الكبريتات (SULPHATES)	٢٠٠	٤٠٠
المركبات الفينولية (مقدرة كفينولات) (Phenolic Compounds)	٠ر٠٠١	٠ر٠٠٢
العسر الكلي (مقدرة ككربونات الكالسيوم) (Total Hardnes)	١٠٠	٥٠٠
الرقم الهيدروجيني (PH)	٧ الى ٥ر٨	٥ر٦ الى ٢ر٩

الحد الأدنى للكلور المتخلف اللازم للتطهير الفعال لمياه الشرب : يجب ألا يقل نسبة الكلور المتخلف في المياه المعالجة عن ٢ر٠ - ٥ر٠ مجم / لتر ٠

٣) الخواص البكتريولوجية :

أ) المياه المعالجة :

(أ) يجب ألا تحتوى أى عينة من المياه (١٠٠ مل) على عصوى القولون ٠

(ب) يجب ألا تزيد الكائنات الحية للمجموعة القولونية في أي عينة على ١٠ لكل ١٠٠ مل من المياه المختبرة ٠

(ج) على مدى أي عام يجب ألا تحتوى ٩٥٪ من العينات المختبرة (العينة الواحدة ١٠٠ مل) على أي كائنات حية ٠

ب) المياه غير المعالجة :

(أ) يجب ألا تحتوي أي عينة من المياه (١٠٠ مل) على عصوي القولون ٠

(ب) يجب ألا تزيد الكائنات الحية المجموعة القولونية في أي عينة على ١٠ لكل ١٠٠ مل من المياه المختبرة ٠

٤- طرق الأختبار والتحليل

- الأختبارات والتحاليل طبقاً للمواصفات القياسية العمانية م ق ع ٩ ٠

استخدامات المياه في الزراعة وكفاءة الري في سلطنة عمان

المهندس / عماد بن عبدالمجيد بن عبدالباقي

استخدامات المياه فى الزراعة وكفاءة الرى
فى
سلطنة عمان

المهندس/ عماد بن عبدالمجيد بن عبدالباقى - وزارة الزراعة والثروة السمكية - سلطنة عمان

مقدمة :

أن الحفاظ على الموارد المائية وتنميتها واستخدامها بكفاءة عالية من اهم القضايا التى تواجه الدول وخاصة فى العالم العربى ذات الموارد المائية المحدوده .

يستهلك قطاع الزراعة النصيب الاكبر للمياه فى معظم دول العالم العربي ، حيث تتراوح نسبة استخدام المياه فى الزراعة الى إجمالى الاستخدام الكلى للمياه من ٣٤٪ فى الكويت الى ٩٧٪ فى السودان .... فى حين ان نسبة استخدام المياه في دول الخليج العربية تقدر بحوالى ٨٢٪ من اجمالى استخدام المياه .... وفى السلطنه تبلغ ٩٣٪ من اجمالى المياه المستخدمة .

تتوفر المياه فى الوطن العربى عن طريق الموارد المائيه السطحيه المشتركه بين الدول (٤٥-٥٠٪ من اجمالى الاحتياجات) وكذلك عن طريق الاحواض المائيه الجوفيه.

ولوقوع الوطن العربى فى الحزام الجاف وشبه الجاف فان معدلات سقوط الامطار تعتبر قليلة اذ تعادل خمس المتوسط العالمى وان ما يقارب ٦٧٪ من اجمالى المساحه فى الوطن العربى تتلقى هطولا مطريا دون ١٠٠ملم / السنه و ١٥٪ من المساحه تتلقى هطولا ما بين ١٠٠-٣٠٠ ملم/السنه وفقط ١٨٪ من المساحه تتلقى هطولا مطريا اكثر من ٣٠٠ملم/السنه ، وفى دول الخليج العربى فان ٦٧٪ من اجمالى هطول الامطار هو دون ١٠٠ملم/السنه فى حين ان هطول مطريا بين ١٠٠-٣٠٠ملم/السنه يحدث بنسبة ٢٣٪ من اجمالى الهطول وان نسبة ١٠٪ من اجمالى الهطول فى دول الخليج يحدث بمعدل اكثر من ٣٠٠ملم/السنة.

ومع تزايد النمو السكانى السنوى فى دول الوطن العربى والتى يتروح بين ٢,٥-٣,٨٪ (٣,٧٪ فى السلطنه) فانه يتوقع ان ينخفض نصيب الفرد من المياه فى حلول عام ٢٠٣٠ ليبلغ ٣٢٩م٣/الفرد/السنه كمعدل على مستوى الدول العربيه فى حين كان فى عام ١٩٩٠م ٦٩٥م٣/الفرد/السنه ، وفى عام ١٩٩٠م كان نصيب الفرد من المياه فى دول الخليج العربية هو ٤٢٣ م^{3} الفرد/السنه .

مما تقدم يتضح ان حوالى ٩٠٪ من المياه فى الوطن العربى تستخدم فى الزراعة وان مايقارب ٧٦٪ من اجمالى المساحه المرويه فى الوطن العربى تستخدم طرق الرى بالغمر ، الذى لا تزيد كفاءته عن ٤٠٪ .... ومن هنا تتضح اهمية رفع كفاءة استخدام مياه

الرى لتحقيق اعلى معدلات في الانتاج الزراعى بأقل تكاليف لمستلزمات الانتاج .

بلغت المساحات المحصوليه حسب النتائج الاوليه للتعداد الزراعى الذى أجرى فى السلطنة عام ١٩٩٢-١٩٩٣م ان حوالى ٦٠٪ من اجمالى المساحه مزروعه باشجار الفاكهه ، ٨٪ بالخضروات وحوالى ٢٥٪ بالاعلاف ، ٧٪ بالمحاصيل الحقليه وان نسبة اشجار النخيل تشكل ٧٠٪ من اجمالى المساحه المزروعه اشجار .

التضاريس والاراضى المروية فى سلطنة عمان :-

تقع سلطنة عمان فى جنوب شرق شبه الجزيرة العربيه وتطل من الشرق على خليج عمان وبحر العرب ويحدها من الغرب والشمال المملكه العربيه السعوديه ودولة الامارات العربيه المتحده ومن الجنوب الجمهوريه اليمنيه ، وتطل شبه جزيرة مسندم الواقعه فى الشمال على مضيق هرمز بخليج عمان .

تبلغ مساحة السلطنة حوالى ٣٠٩٥٠٠ الف كيلومتر مربع وتتنوع فيها التضاريس من سهول وجبال واودية وصحاري ، ويستحوذ الشريط الساحلى الخصب على امتداد منطقة الباطنه المطله على خليج عمان وبحر العرب مساحه تقدر بحوالى ٣٪ من المساحه الاجماليه للبلاد ، وتحتل سلاسل الجبال الممتده من شبه جزيرة مسندم الى المنطقه الشرقية اضافة الى سلسلة الجبال على امتداد ساحل ظفار حوالى ١٥٪ من المساحه الاجمالية ، وتتخلل هذه الجبال الكثير من الاودية والسهول الضيقه نسبيا ، اما المساحة الباقية وتبلغ ٨٢٪ من المساحه الاجماليه فعبارة عن صحراء رملية على امتداد صحراء الربع الخالي غرب البلاد.

تقع السلطنة ضمن حزام المناطق الجافة او شبه الجافة التى تتصف بارتفاع فى درجة الحرارة يصاحبه ارتفاع فى معدل التبخر ، وتصل درجة الحرارة الى ٥٠ درجه مئويه خلال الصيف فى بعض المناطق ، بينما يبلغ معدل التبخر ٣٠٠٠ ملليمتر فى العام وبشكل عام فالمناخ حار ورطب فى المناطق الساحليه وحار وجاف فى المناطق الداخليه .

وتتميز منطقة سهل صلالة عن غيرها من المناطق فى تكون الظاهرة الطبيعيه الفريده التى تحدث فى المنطقه كل عام فى الفترة من شهر يونيو الى شهر سبتمبر بسبب الرياح الموسميه وتعرف محليا بالخريف ، وتسبب فى تكون الضباب وسقوط الامطار وانتشار الندى على الاشجار الامر الذى يساعد فى تغذية المخزون الجوفى العذب فى سهل صلالة .

تقدرالاراضى المرويه فى سلطنة عمان بحوالى ٦٠ الف هكتار يتم زراعتها بالمحاصيل الدائمة والموسمية ، وتقدر المساحه المحصوليه طبقا لنتائج التعداد الزراعى ١٩٩٣/٩٢م بحوالى ٧١ الف هكتار بياتها على الوجه التالى :-

- الاشجار ٦٠٪
- الخضر ٨٪
- الاعلاف ٢٥٪
- الحاصيل الحقليه ٧٪
- نسبة النخيل للاشجار ٧٠٪

مصادر وطرق الرى السائدة :-

تعتبر الامطار المصدر الوحيد لتغذية المياه الجوفيه فى عمان وسقوطها يتوقف على العواصف المطرية التى تحدث بشكل غير منتظم من ناحية الكم او التوزيع على مدار السنه .

وتقدر متوسط معدل سقوط الامطار باقل من ٥٠مم/السنه لمعظم المناطق بينما قد تصل على السواحل الى ١٠٠ مم/السنه وتتراوح معدلات سقوط الامطار على جبال حاجر من ١٠٠-٣٠٠مم/السنه وعلى جبال ظفار الجنوبيه والتى تتاثر بالاعاصير التى تهب من الهند من ٢٠٠ الى ٢٦٠ مم/السنه.

توفر قنوات الافلاج بنوعيها (الغيلى ، العدى) حوالى ٤٠٪ من احتياجات مياه الرى وخاصة فى المناطق الداخليه حيث يتم الحصول على مياه الرى بالراحه فى المزارع وذلك من خلال نظام توزيع الحصص المائيه المعمول بها بالوقت وهى موروثة عن الاجداد وقد تتاثر تصرفات مياه الافلاج بحالتى الخصب والجفاف ، وقد تندثر بعضها اذا استمرت فترات الجفاف لمدد طويله .

كما توفر الابار المنتشره فى مزارع ساحل الباطنه وظفار وبعض المناطق الداخليه حوالى ٦٠٪ من احتياجات مياه الرى وفى العاده يتم ضخ المياه من الابار وفق ما يتراءى للمزارع يتم ري المحاصيل الزراعية فى السلطنة من خلال طريقتين هما :-

اولا : الرى بالافلاج :-

تعتبر قنوات الافلاج من اهم واقدم الوسائل المتبعه فى نقل وتوزيع مياه الرى لقرى الافلاج وهى ملكيه خاصه لاصحابها ما عدا ما يتبع وزارة الاقاوف والشئون الاسلاميه وتخضع للملكيه التعاونيه للمزارعين وقد تصل اطوالها فى بعض الاحيان الى ١٦ كيلومتر ، فى حين تصل شبكات قنوات الفلج الى ٤٥كم كما هو الحال فى قنوات فلج دارس ، حيث تمر القنوات عبر المزارع والبيوت ، وفي العادة تنساب المياه فى الافلاج باستمرار وبطريقة حرة

حيث يتم توزيع المياه فيها من خلال حصص مائيه مقسمة بالوقت ويتفق عليها وفق الحجج والمواثيق المتعارف عليها والموروثة ابًا عن جد من خلال نظام دقيق من حيث الملكية وانتقالها عبر الاجيال ويقوم على ادارة الافلاج الكبيرة وتصريف شئونها لجنة منتخبه من ثلاث افراد (وكيل ، قابض ، عريف) كما تقوم الحكومه بتنفيذ برامج لصيانة الافلاج الكبيره التى تتعرض لانهيارات ويتسبب عنها انقطاع المورد المائى .

ان تحديد مواعيد توزيع المياه على المزارعين وفق الحصص وتنظيم عمليات الايجار او المالك واستلام وحفظ راس مال الفلج والاشراف على عمليات الصيانه يعتبر من صميم اختصاص اللجنه المنتخبه باعتبار الافلاج ملكيه خاصه ولا تتدخل فى ادارتها·اجهزه الحكومه .... وعلى المنتفع من مياه الفلج ان ينتظر دوره لاستلام حصته المائيه سواءا كانت بالليل او النهار وان يكون مستعدا لاجراء عمليات الرى الحقلى فور استلامه لها .

ومن المعروف علميا ان توزيع مياه الرى بالادوار وفى اوقات قد لا تتناسب مع ظروف المزارع يؤدى الى عدم الاستفاده الكامله من مياه الرى كما ان الرى بالادوار المتباعده قد لا يتمشى مع ظروف واحتياجات بعض المحاصيل مثل الخضار التى يحتاج ريها الى اوقات متقاربه ، ان ري بعض الحاصلات الزراعيه بالادوار المتباعده يعرضها لاجهاد ناتجه عن العطش وهذا يؤدى الى تدنى انتاجيتها .

تعتبر نوعية المياه فى قنوات الافلاج جيده اذ ان معامل التوصيل الكهربائى فيها لا يتعدى عن - ر١ ديسيسمن /متر.

ثانيا : الرى من الابار :-

توفر الابار المنتشره داخل المزارع حوالى ٦٠٪ من احتياجات مياه الرى ويعتبر البئر احد البنيه الاساسيه فى كل مزرعه ويعتمد المزارع عليه كليا فى ري حاصلاته الزراعيه وهناك نوعان من الابار .

أ) الابار المكشوفه (محفوره يدويه) :-

تم حفر الابار قديما فى مناطق عمان فى اوقات لم تكن تقنيات حفر الابار ميكانيكيا قد ظهرت ، وكان يتم حفرها يدويا وتتوقف سعتها على مساحه المقطع وعمق المياه داخل البئر ، وتعمل هذه الابار بمثابة بيزومترات للتعرف على المناسيب الاستاتيكية للمياه الجوفية ويتم ضخ المياه من هذه الابار فى العادة بمعدلات لا تزيد عن التغذيه الطبيعيه ، وتتعرض هذه الابار الى نقص فى سعتها او الى الجفاف عندما تنخفض مناسيب المياه الجوفية مما يضطر اصحاب المزارع الى تعميق ابارهم تمشيا مع انخفاض المناسيب الاستاتيكيه والتكيف مع حالات الوفر او الشحه فى المياه .

ب) الابار المغلقه (محفورة ميكانيكيا) :-

بعد ظهور تقنيات حفر الابار ميكانيكيا انتشر حفر هذه الابار فى المزارع باقطار ٨، ١٠، ١٢ بوصه وباعماق كبيرة ... لذا يجب ضخ المياه من هذه الابار بكميات ومعدلات يراعى فيها الا تزيد عن السحب الامن للبئر .. وفى حالة قلة التغذيه الجوفيه مع استمرار السحب بمعدلات عاليه تنخفض المناسيب الديناميكيه وتتغير نوعية المياه الجوفيه خاصة فى الابار القريبة من البحر وان لم يتم رصد المناسيب الاستاتيكيه والديناميكيه واخذ عينات من المياه للتعرف على نوعيتها بمعرفة الجهات الحكوميه المختصه فانه يتعذر على اصحاب المزارع متابعة هذه التغيرات بانفسهم .

توفر الابار احتياجات مياه الرى عند الطلب ، اذ يقوم المزارع بري محاصيله متى ارتئى ذلك ، تختلف نوعية المياه فى الابار من مكان لاخر وهذا يتوقف على الحاله المائيه وفى بعض المناطق القريبه من البحر قد يصل معامل التوصيل الكهربى لها الى ١٠ ديسيسمن/متر وهذا يرجع الى حالة عدم التوازن الى تنشا من زيادة ضخ المياه الجوفيه بمعدلات اعلى من التصرفات الامنه وينتج عنها تداخل مياه البحر الى الارض الزراعية مما يؤدى الى تملحها .

ان الاسلوب المتبع فى رى الاراضى الزراعية باستخدام طرق الرى بالغمر لا يتناسب مع الموارد المائيه المتاحة والمحدوده فى السلطنه وبالرغم من حرص المزارعين على عدم الاسراف والاهدار فى مياه الرى الا ان كفاءة الرى تعتبر متدنيه بسبب الاتى :-

- زيادة الفاقد بالتسرب والتبخر فى القنوات والسواقى المستخدمه فى نقل وتوزيع مياه الرى وكذلك فى عمليات الرى الحقلى .
- السعه الحقليه للتربه قليله مما يتطلب ضرورة ريها بكميات قليله وعلى فترات قصيرة وهذا يتطلب عماله كبيره وبالتالى تكلفة تشغيل عاليه .
- عدم استواء وتجانس الرطوبه داخل قطاع التربه سواء كان الرى فى الاحواض او فى خطوط مما يؤدى الى تفاوت فى نمو الزراعات بسبب اختلاف حصولها على المياه والسماد.
- اجراء عمليات التسويه وتجهيز الارض للزراعة .

ان الدعوة الخاصة بترشيد استخدام مياه الرى لن تتحقق كاملة دون توفير الوسيلة التى تسهم فى الضبط والتحكم فى توزيع مياه الرى واعطاء النباتات احتياجاتها المائيه دون اسراف او اهدار باقل مستلزمات انتاج ، لذلك كان رفع كفاءة استخدام مياه الرى بنسب عاليه تتمشى مع شحة الموارد امر ضرورى وحتمى وكان لا بد من استخدام تقنيات الرى الحديثه لمزاياها العديده بهذا الخصوص ، ومن المعروف ان تقنيات الرى الحديثه قد وفرت انواعا مختلفة من انظمة الرى الا ان اختيار الانظمة التى تناسب ظروف التربة الطبيعيه والكيمائية علاوة على الظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية يصبح مطلب اساسى وهام خاصة ان الحكومة تبنت ادخال انظمة الرى الحديثه فى مزارع المواطنين من خلال نظام دعم مالى لتشجيع المزارعين على تقبل هذه التقنيات الحديثه فى الرى .

ولذلك قامت وزارة الزراعة والثروة السمكية من خلال المديرية العامة لشئون الرى بوضع المواصفات القياسيه والشروط الهندسية لانظمة الرى المختلفة التى تناسب المزارع فى السلطنة اخذه فى الاعتبار خواص التربة ونوعية المياه والظروف البيئية والمناخية علاوة على الحالة الاجتماعية والاقتصادية ... وكذلك انواع الزراعات من خضر واعلاف ومحاصيل حقلية واشجار فاكهة ونخيل وغيرها وطبقا لانواع الزراعات ونوعية المياه تم تحديد انواع انظمة الرى الحديثة التالية :-

- نظام الرى بالتنقيط : لرى محاصيل الخضر ونباتات الزينة .
- نظام الرى بالرش : (الثابت ، المتنقل) لرى الاعلاف والمحاصيل الحقلية .
- نظام الرى بالنافورة : لرى اشجار الفاكهة والنخيل .

كما تم اعداد مواصفات فنية وهندسية لانواع المضخات باختلاف انواعها التوربينى الغاطس ، الدافع لتشغيل انظمة الرى الحديثة وفق ضغوط التصميم المطلوبة فى كل نظام ري وقد روعى فى اختيار مواد الصنع لمكوناتها ان تكون من المواد التى تتحمل الملوحه وضغوط التشغيل ونسبة تركيز الرمال العالقه التى قد توجد فى بعض الاحيان فى مياه الابار عند الضخ ، وكذلك تم تزويد مخرج كل مضخه بمجموعة من الاجهزة والمعدات والتى عن طريقها يتم التحكم فى ضبط وتنظيم سريان المياه والسماد داخل شبكة الرى وبما يضمن تشغيل الانظمة بامان .

وفرت تقنيات الرى الحديثه الوسيلة الناجحة فى اعطاء المحاصيل احتياجاتها المائيه والسمادية بانتظام وفى الاوقات المناسبة دون اسراف او اهدار مما يسهل على النبات قيامه بوظائفها الفسيولوجية دون جهد الامر الذى يرفع من الانتاجية الزراعية وكذلك ترشيد فى مستلزمات الانتاج مما يحقق للمزارع مردود مجزى يعود على الاقتصاد القومى بالنفع الكبير.

الاعمال والانظمة التى تتطلب برامج ادخال تقنيات الرى الحديثه فى مزارع المواطنين التى بها ابار زراعية :-

ان ادخال تقنيات الرى الحديثه فى مزارع المواطنين يتطلب القيام باعمال فنيه وهندسيه واتباع اللوائح الماليه والقوانين الحكوميه المنظمه لتنفيذ مشروعات الحكومه وتقوم المديريه العامه لشئون الرى باقسامها المختلفه وبالتعاون مع ادارات الرى والزراعة فى المناطق بعمل الاتى :-

- اجراء المعاينات وجمع المعلومات من المزارع .
- اجراء المسوحات الطبوغرافيه واعداد الخرائط الهندسيه مبينا عليها البنيه الاساسيه واماكن وانواع الزراعات القائمه فى كل مزرعه .
- تحديد مصدر ونوعية المياه ومناسيب المياه الاستاتيكية والديناميكيه فى الابار .
- معايرة المضخات الموجوده فى المزرعة للتعرف على القدرة ، التصرف ، الضغط، وعلى نوع الطاقه المتوفرة .
- اعداد التصميمات الخاصه بانظمة الرى وفق التركيب المحصولى السائد .
- تحديد مواصفات انظمة الرى الحديثه والمضخه اللازمه لتشغيل هذه النظم .
- اعداد نظام جدولة الرى بما يتمشى مع الاحتياجات المائيه والغسيل .
- تدريب المزارع على الادارة والتشغيل واتباع الارشادات الخاصه بالزراعة والرى والتسميد ومكافحة الافات واستخدام الميكنه ... الخ).

ومع بداية تنفيذ مشروعات ادخال انظمة الرى الحديثه فى مزارع المواطنين منذ بداية الخطه الخمسية الرابعة عام ١٩٩١م واجهت الوزارة عزوفا من جانب بعض المزارعين بسبب تحملهم للنسبة المكمله للدعم وفق الشرائح المعتمده ولعدم ادراكهم للمزايا والفوائد والعائد المباشر الذى يمكن ان يتحقق من وراء تطبيق هذه التقنيات ..... وكان للجهود الحثيثه التى بذلتها الوزارة من خلال الندوات واللقاءات والمعارض المتنقله فى المناطق الزراعيه ان ازداد الوعى والمعرفة عند المواطنين وبعد التأكد من ثبوت وجدوى استخدام هذه الانظمة وما تحققه من عائد مالى واقتصادى واجتماعى ان زاد الطلب من المزارعين على ادخال انظمة الرى الحديثه بمزارعهم خاصه فى المناطق التى تعانى نقصا او تدهورا فى مصادرها المائيه ، وهذا هو ما فرضه الواقع الحقيقى وبعد تاكد المزارع من فوائد ومزايا وجدوى هذه الانظمة .

تطوير النظم المزرعية التقليدية:

يعود انشاء الافلاج فى السلطنة الى الإف السنين حيث أنشأت عليها مناطق بيئية متميزة توفرت فيها سبل الحياه والعيش ، ورغم تقلص اعدادها الا انها ما زالت تؤدى وظيفتها حتى الان وسوف يستمر دورها المتميز الى عقود اخرى من الزمن اذا ما احسن معالجة مشاكلها حتى تستطيع مواكبة متطلبات العصر فى توفيرالاحتياجات المائية.

تعتبر فواقد التوصيل فى المياه عاليه خاصة ان فتحات الرى المنتشرة على قنوات الافلاج غير محكمة القفل ، وقد اشارت بعض الدراسات التى قامت بها وزارة الزراعة والثروة السمكية الى تدنى كفاءة النقل فى شبكات القنوات الرئيسيه والفرعية للفلج حيث اشارت هذه الدراسات الى ان الفواقد قد تصل الى ٤٠٪ من مياه الفلج ويعود السبب فى ذلك الى فتحات الرى المنتشرة على قنوات الافلاج والتى عادة تكون غير محكمة القفل ، واشارت الدراسة التى اعدتها الوزارة حول فلج دارس الى ان ٣٠٪ من فواقد التوصيل تحدث بسبب عدم احكام اغلاق فتحات الرى المنتشرة على القناه .

يتم توزيع مياه الافلاج من خلال دورة كاملة كل ٤ ايام فى القرى ذات التربة الزراعية الرمليه او قد تصل الى ١٦ يوما فى القرى التى يغلب على قوام اراضيها الطمى والطين وقد لا يناسب الرى على هذه الفترات الوفاء بالاحتياجات المائيه لبعض انواع المحاصيل الزراعية .

ان تغير تصرفات الافلاج فى سنوات الشحه والخصب فرض على المزارع ان يستخدم حصته المائيه وقت الشحة فى ري المحاصيل الدائمة .. ولذلك تحددت المساحات المزروعة بالمحاصيل الدائمة لكل منتفع له حصة فى مياه الافلاج ، واذا ما زادت الحصة المائيه فى وقت الخصب فعلى المزارع ان يستفيد بها فى رى المحاصيل الموسمية ، حدد هذا النظام نمط الزراعة المروية فى قرى الافلاج .

وما لم يتم صيانة قنوات الافلاج شاملة فتحات الرى واستعداد المزارع للاستفاده من حصة المائيه التى توزع عليه فى اوقات معينه يجعل الفاقد فى توصيل وتوزيع المياه عالي وهذا يؤدى الى عدم الاستفاده الكاملة من مياه الرى فى توفير الاحتياجات المائيه للمحاصيل مياه الغسيل اللازمة للمحافظة على خصوبة التربة .

اما بالنسبة للرى الحقلى فى المزارع واتباع اسلوب الرى بالغمر وعدم اجراء اعمال التسويه عند تجهيز الارض للزراعة وتعرض الزراعات للعطش اذا طالت دورة توزيع مياه الفلج او اذا ما اسرف المزارع فى رى محاصيله .. كل ذلك يؤدى الى تدنى كفاءة الرى الحقلى ويؤثر بالسلب على الانتاجية الزراعية .

ولامكان التغلب على هذه المعوقات والمشاكل قامت الوزارة بتجربة رائده فى تطوير احد الافلاج التابعة لوزارة الاوقاف والشئون الاسلامية وهو فلج " كيد " لكى يكون نموذجا يحتذى به فى تطوير الافلاج الاخرى وذلك لامكان تحقيق الاتى :-

* الاستفاده من الفواقد المائيه سواء فى قنوات الافلاج او فى الرى الحقلى .
* تطوير النظم المزرعية .
* استخدام التقنيات الحديثه بهدف استخدام المياه بكفاءه عالية .

وبفضل التطوير واتباع الاسلوب المتكامل فى الادارة والتشغيل وتنفيذ توصيات الارشاد فى مجالات الرى والزراعة والخدمة امكن تحقيق معدلات عالية فى الانتاجية الزراعية باقل مستلزمات انتاج حيث تم تحقيق زراعة عشرة اضعاف المساحه التى كانت مزروعه سابقا باستخدام الطريقه التقليديه فى استخدام مياه الافلاج فى الزراعة .

كما قامت الوزارة بتنفيذ مشروع رفع كفاءة استخدام مياه الفلج فى مزرعة الرفع التابعة للوزارة فى ولاية نزوى بالمنطقة الداخلية حيث تبلغ مساحة المزرعة حوالى ١١ فدانا مزروعة باشجار النخيل ذات الاصناف الجيده ، ويتم ري هذه الاشجار عن طريق مياه فلج " الغنتق " وفلج " ظوت " فى المنطقة الداخلية ، وتضطر الوزارة الى استئجار حصص مائيه اضافيه لتعويض النقص الذى يطرا فى فترات الجفاف ، يتم ادارة نظم الرى المنفذه فى المزرعة بطريقة اوتوماتيكية حيث يتم التحكم باوقات وكميات المياه المعطاه للاشجار عن طريق الحاسب الالي وفقا للاحتياجات المائيه للنخيل فى تلك المنطقه .

تعتبر هذه المزرعة مثالا يحتذى به فى ادارة وتوزيع مياه الرى وفق الاحتياجات المائيه لاشجار النخيل الامر الذى تود الوزارة من وراء تطبيقه اقناع المزارعين الذين يقتسمون مياه الافلاج بضرورة التعاون مع بعضهم فى قبول نظام جديد لجدولة الرى بما يضمن توزيع المياه وفقا للاحتياجات المائيه على ان يستفاد بالفواقد المائيه لرى مساحات اضافيه من ثم يمكن تعظيم الاستفادة من المياه المتاحه وتحقيق التنميه الراسية والافقيه معا .

العوامل الاقتصاديه ، شامله اقتصاديات الزراعة المرويه على المستوى المحصولي :-

لعب الانتاج الزراعى دور هام فى الاقتصاد القومى فى السلطنة خاصه فى الفترة ما قبل اكتشاف النفط اذ وفر المواد الغذائيه للمجتمع علاوة على وجود فائض كان يصدر الى الدول المجاورة وكان يشكل ١٦٪ من الناتج القومى فى عام ١٩٧٠م بقيمة ١٦مليون ريال عمانى ، فى حين كان يشكل قطاع النفط ٦٩٪ من اجمالى الناتج المحلى لنفس الفترة وقد ارتفعت قيمة الناتج المحلى لقطاع الزراعة والاسماك الى ١٤٤ مليون ريال عمانى عام ١٩٩٣م رغم تراجع الاهميه النسبيه الى ٣,٣٪ من الناتج المحلى الاجمالى .

لقد حدث تطور هائل فى الانتاجيه الزراعية اذ ارتفع متوسط انتاجية الهكتار من ٥ طن فى عام ١٩٧٠م الى ٧,٣٠ طن فى عام ١٩٨٠م الى ١٢,١ طن فى عام ١٩٩٠م الى ١٢,٧ طن فى عام ١٩٩٢م ، الا ان ظاهرة نقص المياه فى بعض المناطق وزيادة الملوحه فى بعض مياه الابار واتباع بعض المواطنين لممارسات الرى بالغمر تحد من الارتقاء بالانتاجيه الزراعيه للوصول الى الحديه الانتاجيه تحت الظروف العمانيه .... ومن هنا اصبح موضوع ترشيد استخدام مياه الرى واستخدام المياه بكفاءه هدف رئيسى تسعى الحكومه الى تحقيقه لمعالجة اختلال التوزان المائى الذى حدث فى السنوات السابقه بين معدلات السحب والتغذيه ، وهذا يتطلب بذل وتضافر الجهود واتباع الاسلوب المتكامل فى معالجة المشاكل .

لهذا برزت اهمية ادخال نظم الرى الحديثه واستخدام الميكنه مع الادارة الجيده للرى الحقلى وتوظيف المصادر الطبيعيه من تربه ومياه وايجاد التراكيب المحصوليه الاقتصاديه .. مع رفع الانتاجيه الزراعيه بمعدلات كبيرة بأقل مستلزمات أنتاج وبما يحقق للمزارع مردود مجزى وبالتالى مساهمة اكبر فى الناتج القومى لسد الفجوه الغذائيه والحد من استيراد المواد الغذائيه .

ان تحقيق الامن المائى والغذائى امران فى غاية الاهميه لضمان استمرار الحياه فى الحاضر وفى المستقبل وهذا يتطلب ضرورة الحفاظ على الموارد المائيه وخصوبة الاراضى للحد من تدهورها .

لقد ثبت بالفعل جدوى استخدام هذه الانظمة وما تحققه من نتائج وايجابيات مباشرة وغير مباشرة منها والتى يمكن ايجازها فى الاتى :-

اولا : العائد المباشر :

- الطفرة فى الانتاج الزراعى اذ ارتفعت الانتاجيه الزراعيه مرة ونصف الى مرتين على الاقل تحت انظمة الرى الحديثه لنفس المساحه وهذا مايعرف بالتوسع الراسى علاوة على ذلك فقد تحقق الاتى :-

- توفير فى تكاليف مستلزمات الانتاج من بذور وشتلات وسماد وخدمة وطاقه كهرباء/ديزل .... الخ .

- تقليل العماله الوافده وهو مطلب تسعى الى تحقيقه الحكومه لاتاحة الفرصه للمواطنين للعمل فى هذا الميدان وحفاظا على التقاليد والعادات العمانيه وعدم تاثرها بثقافات وعادات الوافدين وهو مطلب اجتماعى اساسى للمحافظه على كيان الاسرة العمانيه .

- تقليل نمو الحشائش الضارة التى تنافس النبات فى غذائه وتسبب الكثير من الامراض التى يتطلب الامر مكافحتها كيماويا مما قد ينتج عمها اثار بيئيه خطيره قد تؤثر على صحة الانسان والحيوان .

ثانيا : العائد الغير مباشر :-

- ترشيد فى استخدام مياه الرى .
- المحافظه على الموارد المائيه من الاستنزاف او التدهور .
- حماية الارض الزراعيه من التصحر او التدهور البيئى .
- تامين واستقرار الحياه المعيشيه للمزارعين .
- حماية صحة المزارعين من الملاريا والامراض الناشئه عن تراكم المياه فى الخزانات والاسراف فى استخدام المبيدات والاسمده الكيماويه .
- تحقيق عائد اقتصادى للحكومه ومالى للمزارعين .

تطوير اساليب ادارة الرى :-

يقتصر تطوير اساليب ادارة الرى حاليا على الارشاد واعطاء الحوافز للمزارعين الذين ينفذون ارشادات الرى عن طريق تقدم الدعم لانظمة الرى الحديثة هذا بالاضافة الى تقديم الجوائز للمتفوقين من المزارعين فى مناسبة شهرى الزراعة التى تحتفل به الدولة كل عام .

القوانين واللوائح المائيه :

لم تكن فى السلطنة قبل عام ١٩٧٠م قوانين او لوائح وضعية لتنظيم وادارة المياه ، وكانت حقوق المياه او ما يتصل بها تخضع لمجموعة من الاعراف والتقاليد التى تستند الى الشريعه الاسلامية ، وكان حل الخلافات والمنازعات المتصله بالمياه يتم حلها بالتحكيم الاختيارى او احالة القضيه الى وجهاء ورؤساء القبائل او الى المحاكم الشرعية كملاذ اخير.

ومع دخول السلطنة معترك التنمية الحديثه فى عام ١٩٧٠م وازدياد الطلب على المياه ، بدا صدور التشريعات التى من شانها تحقيق المصلحه فى اطار احترام الحقوق التى استقرت بموجب الاعراف والتقاليد ، فصدر فى عام ١٩٧٥م المرسوم السلطانى رقم ٧٥/٤٥ بتشكيل مجلس مصادر ثروة المياه الذى كان من ضمن اختصاصاته تقديم خدمات استشاريه لمجلس التنميه فى كل ما يتعلق بمصادر المياه فى البلاد ، ثم صدرت عدة مراسيم سلطانيه لاحقه بتطوير مجالس وهيئات موارد المياه المتعاقبه واختصاصاتها من بينها المرسوم السلطانى رقم ٨٨/٨٢ الذى اعتبر المخزون المائى فى السلطنة " ثروة وطنية عامه تقوم الدولة بتوجيه استغلالها بما يخدم الخطط الزراعية والانمائيه " ، وبصدور هذا المرسوم دخلت السلطنة منعطفا جديدا من التنظيم والتنمية لقطاع موارد المياه .

العوامل التنظيميه والتشريعيه المتعلقه بادارة مشروعات الرى :-

كان لصدور المرسوم السلطاني رقم ٨٨/٨٢ أهمية بالغة فى وضع الخطط والبرامج لرفع كفاءة استخدام المياه على مستوى السلطنة ، حيث صدر لاحقا المرسوم السلطانى رقم ٨٩/٧٢ بتطبيق نظم الرى الحديثه بمنطقة الباطنه رغبة فى ترشيد استهلاك المياه ولزيادة الانتاج الزراعى وتحسين نوعيته .

ولامكان اعطاء المزارعين حافز لاستخدام انظمة الرى الحديثه رات الحكومة تقديم دعم مالى للمساهمه فى تكاليفها .

وفى هذا الصدد صدر القرار الوزارى رقم ٩٢/٤٨ بشان لائحة الدعم المالي لتنفيذ مشاريع انظمة الرى الحديثه بمزارع المواطنين فى مناطق السلطنه المختلفه وفقا لضوابط وشروط فنيه روعى فيها استخدام مياه الرى بكفاءه عاليه مع تحقيق معدلات عاليه من الانتاج الزراعى وترشيد فى مستلزمات الانتاج .

تعتبر مشاريع ادخال انظمة الرى فى مزارع المواطنين من اهم المشاريع التى تنفذها الوزارة فى اطار سعيها لتحقيق التنميه الزراعية ، وتعتبر هذه المشاريع رائده فى السلطنه والاداة الفعالة فى ترشيد استخدام مياه الرى .

ولحين الانتهاء من تقييم الوضع المائى وانهاء الدراسات الهيدرولوجيه والهيدروجولوجيه فى مناطق السلطنة للمخزونات الجوفية وتقدير المياه المستخدمة على مستوى كل حوض جوفى ... واستكمال الدراسات الزراعية المتكامله لبقية مناطق الباطنة والمناطق الاخرى ... فان الحكومه بصدد اصدار التشريعات والقوانين التى تنظم استخدامات المياه فى الاغراض المختلفه من زراعة وصناعة ومياه شرب .. الخ) ، وبفضل الحملات والندوات الكثيفة التى تنظمها اجهزة الحكومه المختصه فى كل مجالات ان ازداد الوعي عند المواطنين بشكل ملحوظ عن الوضع المائى الحالي والرؤيه المستقبليه ، ولا بد من الاشادة هنا بتعاون المواطنين عادة فى تنفيذ الارشادات التى تقوم بها جهات الاختصاص فى مجال المياه .

ان تقيم اداء المشاريع يجب ان يتم على اساس تكامل يجمع كافة جوانب المشروع الفنيه والاقتصادية والادارية والاجتماعية بحيث يتم وضع مجموعة من المؤشرات والمعايير يتم ربطها لمؤشرات ومعايير تم وضعها فى مناطق وظروف مشابهة وان تكون هذه المعايير والمؤشرات بسيطة وسهلة يمكن الحصول عليها ويمكن قياسها بصورة غير مكلفة .

ان التقييم سيعمل على بناء قاعدة للمعلومات تساعد فى وضع الخطط والبرامج المناسبة لتطوير طرق الرى وادخال التكنولوجيا المتقدمة فى هذا المجال بالاضافة الى تحديد المعوقات ومن ثم وضع البرامج البحثيه او ادخال التقنيات الملائمه لحلها .

تطوير وتنفيذ برامج الابحاث فى مجالات الرى :

لقد اثبتت الكثير من الابحاث فى مجال قطاع الزراعة المروية جدوى استخدام طرق الرى الحديثه حيث اشارت النتائج الى توفير فى مياه الرى وبالتالى زيادة كميات المياه المتاحة للتوسعات الزراعية الافقيه والقطاعات الاخرى .

لقد اصبح من الضروري فى ادخال نظم الرى والتقنيات الحديثه فى قطاع الزراعة المروية وتطوير طرق الرى السطحى ليتم رفع كفاءتها .

ومن اجل رفع كفاءة استخدام المياه فيجب ان يتضمن برامج بحوث الرى على الاتى :

* تطوير الرى السطحي ، بهدف تحسين كفاءة استخدام المياه وايجاد السبل المثلى لتطبيقها بكفاءة اقتصاديـــة وبصـــورة ملائمة يسهل على المزارع تقبلها .

* أقلمة نظم الرى المختلفه تحت ظروف بيئيه وانماط زراعية محلية بحيث تهدف هذه الابحاث الى الخـــــروج بتوصيات حول نظم الـــرى المثلى والملائمـــه للحصول على افضل كفاءة واستخدام ومعرفة الجدوى الاقتصادية للتقنيات المختبرة .

* تحديد الاحتياجات المائيه للمحاصيل وجدولة الرى : وتهدف مثل هذه الابحاث الى تحديد الاحتياجات المائيه للمحاصيل الرئيسيه تحت بيئات مختلفـــه وايجاد السبل الملائمه لجدولة الرى بالاضافة الى نقل المعلومة الى ادارة المشاريـــع لتحسين ادائها ورفـــع كفاءتها ، كما انـه ومن خلال تزويد المخططين وصانعى القرار فى مجال قطاع الزراعة المروية بنتائج الابحاث فانها ستساعدهم على رسم السياسة المائيه الملائمه والتخطيط لها فى هذا القطاع .

* تطوير ادارة واستخدامات المياه والتربة المالحه .

ويهدف هذا النوع من الابحاث الى ايجاد السبل المثلى لادارة واستخدام المياه والترب المالحه بحيث يتم رفع انتاجيتها والمحافظة عليها من التدهور بجدوى اقتصادية عالية وذلك من خلال ادخال اساليب الرى الملائمة ، وادخال المحاصيل والدورة الزراعية الملائمه ، وتحديد معامل الغسل الامثل والمحسنات الكيميائيه والعضويه وغيرها .

* الابحاث المتعلقه بصناعة ومواصفات ومستلزمات اجهزة الرى الحديث وسبل تطويرها ، بحيث تهدف هذه الابحاث الى انتاج وتطوير مستلزمات الرى ذات الكفاءة العالية وبتكاليف مناسبة يمكن للمزارع ادخالها دون تحمل عبىء مادى كبير ، كما تهدف هذه الابحاث الى ايجاد الحلول الفنيه لانظمة التشغيل والصيانه بصورة سهلة وتصنيع اجهزة تحكم ذاتى تهدف الى توفير العمالة والتقليل من المشكلات المتعلقه بالصيانه والتشغيل وكذلك رفع كفاءة النقل والتوزيع .

تطوير خدمات ارشاد الرى :

يمكن تطوير طرق الرى من خلال رفع مستوى تاهيل مرشدى الرى وتدريبهم على سبل ادارة مياه الرى وتطبيقاتها وعلاقة ذلك بالمحاصيل والعمليات الزراعية ، بالاضافة الى العمل على اجراء مشاهدات فى حقول المزارعين ، كما يمكن تحقيق ذلك بتدريب المزارعين على استخدام وادارة نظم الرى الحديثه والتقنيات المتقدمه بحيث يكونوا هم الحلقة الفاعله فى نقل وادخال التكنولوجيا ، كما انه ومن خلال الايام الحقليه التى يشارك فيها جميع القطاعات من مهندسى ري ، مرشدين ، ومزارعين فانه يمكن تبادل المعلومات والخبرة بحيث تصبح هذه الطريقه احدى الوسائل التى يمكن من خلالها ادخال وتطوير طرق الرى .

المراجع :

١. المنظمة العربية للتنمية الزراعية - ترشيد استخدام المياه فى الزراعة العربية - الخرطوم ١٩٩٥ م.

٢. المنظمة العربية للتنمية الزراعية - دراسة حول انتاجية الاراضى المروية فى الوطن العربى والمشروعات المقترحة لتحسينها - الخرطوم ١٩٩٥م .

٣.وزارة الزراعة والثروة السمكية - التعداد الزراعي ١٩٩٢ - ١٩٩٣ سلطنة عمان .

معدل الهطول المطرى بالوطن العربى بالمليار متر مكعب/سنة

الأقطار	معدل اقل من 100م م /سنة	معدل 100-300 م م/سنة	معدل اكثر من 300 م م /سنة	اجمالى الهطول بالمليار متر مكعب سنويا
الاردن	3.99	2.74	1.77	8.5
سوريا	0.55	25.37	26.78	52.7
العراق	4.72	54.49	40.69	99.9
فلسطين	.09	1.16	6.75	8.0
لبنان	-	.10	9.10	9.2
المشرق العربى	**9.35**	**83.86**	**85.09**	**178.3**
الامارات	1.10	1.30	-	2.4
البحرين	.05	-	-	0.05
السعودية	89.46	24.65	12.69	126.8
عمان	5.44	7.62	1.94	15.0
قطر	.08	-	-	0.08
الكويت	-	-	-	-
اليمن	6.99	30.79	29.38	67.16
شبه الجزيرة العربية	**103.12**	**64.36**	**44.01**	**211.49**
جيبوتى	.90	2.60	.50	4.0
السودان	41.68	76.47	976.20	1094.35
الصومال	6.57	38.71	145.32	190.6
مصر	11.13	4.13	-	15.26
الاقليم الاوسط	**60.28**	**121.91**	**1122.02**	**1304.21**
تونس	4.07	11.60	24.11	39.78
الجزائر	67.85	30.10	94.53	192.48
ليبيا	28.40	16.24	4.35	48.99
المغرب	29.22	34.09	86.69	150.0
موريتانيا	29.22	73.51	54.48	157.21
المغرب العربى	**158.76**	**165.54**	**264.16**	**588.46**
اجمالى الوطن العربى	**331.51**	**435.67**	**1515.28**	**2282.46**

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الكتاب السنوي للاحصاءات الزراعية ، اعداد مختلفة .

الاستخدامات المائية موزعة على القطاعات المختلفة ونسبة الاستخدام عام 1990

القطر	الاستخدامات مليار متر مكعب/سنة				نسبة الاستخدام الى جملة الاستخدام الكلى			
	زراعة	صناعة	شرب	مجموع	زراعة٪	صناعة٪	شرب٪	مجموع٪
المشرق العربى	50.611	0.541	1.897	53.049	95.40	1.02	3.58	100
الاردن	0.611	0.023	0.179	0.813	75.15	2.83	22.02	100
سوريا	9.30	0.168	0.468	9.936	93.60	1.69	4.71	100
العراق	40.00	0.30	1.0	41.30	96.85	.73	2.42	100
لبنان	0.70	0.05	0.25	1.00	70	5	25	100
فلسطين	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
الجزيرة العربية	10.495	.306	1.657	12.458	84.24	2.46	13.30	100
السعودية	6.3	0.16	0.84	7.30	86.30	2.19	11.51	100
الامارات	0.80	0.05	0.179	1.029	77.75	4.86	17.39	100
البحرين	0.13	0.01	0.08	0.22	59.09	4.55	36.36	100
الكويت	0.08	0.02	0.137	0.237	33.76	8.43	57.81	100
قطر	0.075	0.010	0.07	0.155	48.39	6.45	45.16	100
عمان	1.15	0.014	0.07	1.234	93.19	1.13	5.68	100
اليمن	1.960	0.042	0.281	2.283	85.85	1.84	12.31	100
الاقليم الاوسط	68.5	4.67	2.487	75.657	90.54	6.17	3.29	100
السودان	15.8	0.070	0.387	16.257	97.19	.43	2.38	100
الصومال	3.0	غ.م	غ.م	3.00	100	غ.م	غ.م	100
وادي النيل	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	100
مصر	49.7	4.6	2.1	56.40	88.12	8.16	3.72	100
المغرب العربى	13.68	0.509	2.345	16.534	82.74	3.08	14.18	100
الجزائر	2.72	0.14	0.76	3.62	75.14	3.86	21.00	100
المغرب	4.3	0.13	1.06	5.49	78.32	2.37	19.31	100
ليبيا	4.2	0.074	0.408	4.682	89.71	1.58	8.71	100
تونس	2.10	0.165	0.117	2.382	88.16	6.93	4.91	100
موريتانيا	0.36	غ.م	غ.م	0.36	100	غ.م	غ.م	100
المجموع	143.286	6.062	8.386	157.734	90.84	3.84.	5.32	100

غ.م : غير متاح .

المصدر : جمعت وحسبت : محمود ابوزيد (دكتور) تقييم الاوضاع المائية فى الوطن العربى 1993.

نصيب الفرد من استخدامات الموارد المائية مقارنا بنصيبه من الموارد عام 1990

القطر	نصيب الفرد من الموارد المائية م3 /فرد/السنة	عدد السكان مليون نسمه	جملة الاستخدامات المائيه مليار م3	نصيب الفرد من الاستخدامات م3/فرد/سنة	نسبة نصيب الفرد من الاستخدام الى الموارد٪	نصيب الفرد من الزراعة م3/فرد/سنة
المشرق العربى	1818.5	40.478	53.049	1310.5	72.1	1250
الاردن	327.3	3.453	.813	235.5	72	177
سوريا	2065.4	12.116	9.936	820.0	39.7	768
العراق	2532.7	17.373	41.300	2377.2	93.9	2302
لبنان	1288.4	2.701	1.00	370.2	28.7	259
فلسطين	غ.م	4.835	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
الجزيرة العربية	509.7	33.035	12.458	377.1	74.7	318
السعودية	472.1	14.134	7.300	516.5	109.4	446
الامارات	640.0	1.589	1.029	647.6	101.2	503
البحرين	220.7	.503	.220	437.4	198.2	258
الكويت	309.5	2.039	.237	116.2	37.5	39
قطر	306.6	.486	.155	318.9	104.0	154
عمان	1368.8	1.502	1.234	821.6	60	766
اليمن	485	12.782	2.283	178.6	36.8	153
الاقليم الاوسط	1142.8	88.427	75.657	855.60	74.9	775
السودان	982.0	24.950	16.257	651.6	66.4	633
الصومال	1520.6	7.497	3.00	400.2	26.3	400
جيبوتى	611.2	.409	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
مصر	1167.9	55.571	56.400	1014.9	86.9	894
المغرب العربى	859.2	64.877	16.534	254.8	29.60	211
الجزائر	709.1	24.960	3.620	145.0	20.4	109
المغرب	1110.8	25.208	5.490	217.8	19.6	171
ليبيا	657.9	4.545	4.682	1030.1	156.6	924
تونس	560.2	8.140	2.382	292.6	52.2	258
موريتانيا	1235.2	2.024	.360	177.8	14.4	178
المجموع	1083	226.817	157.698	695.30	64.20	639

غ.م : غير متاح.

المصدر : (1) المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الكتاب السنوى للاحصاءات الزراعية ، اعداد مختلفة .

(2) محمود ابوزيد (دكتور) تقييم الاوضاع المائيه بالوطن العربى ،1993 .

تجربة بلدية مسقط في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة

سعيد بن محمد القاسمي

تجربة بلدية مسقط في مجـــــــال
استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة

المهندس/سعيد بن محمد القاسمي
بلدية مسقط ، المديرية العامة للشئون الفنية
ص ب ٣٦٦٧ ، الرمز البريدي ١١٢ روي
سلطنة عُمان

تعتبر سلطنة عُمان واحدة من الدول التي بذلت جهوداً كبيرة خلال الأعوام الماضية لوضع إستراتيجية متكاملة مبنية على أسس علمية سليمة للتعامل مع مشكلة توفير الاحتياجات المائية اللازمة لدفع عجلة النمو والتطور في البلاد. وتهدف هذه الإستراتيجية في المقام الأول إلى توفير الاحتياجات اللازمة لمواجهة الطلب المتنامي على المياه وكذلك ضمان الاستغلال الأمثل للموارد المائية المتاحة وتوفير مصادر بديلة عن المصادر التقليدية المعروفة . وفي ظل الجهود المبذولة من قبل الحكومة في التوسع بتوفير خدمات الصرف الصحي للمدن الرئيسية ومن ضمنها مدينة مسقط عاصمة السلطنة، فإنه أصبح بالإمكان إنتاج كميات كبيرة من المياه المعالجة مستوفيه تماماً للشروط البيئية المعمول بها في السلطنة حيث أن التقنيات المستعملة لمعالجة مياه الصرف الصحي تعتبر الأحدث. وتستغل كامل الكميات المنتجة حالياً من المياه المعالجة بمدينة مسقط والبالغة حوالي ٢٥,٠٠٠م٣/اليوم لأغراض ري المزروعات والمسطحات العشبية التجميلية من خلال شبكة ري حديثة تُدار باستعمال الحاسب الآلي. وبما أن الاحتياجات المائية للسلطنة يتم توفيرها عن طريق مصدرين هما الآبار الارتوازية والتي عادة ما تواجه مشكلة الملوحة بعد مضي فترة من الزمن وعن طريق محطات التحلية التي تكلف كثيراً من الناحية المالية ، عليه فإن مجال التوسع في استخدام المياه المعالجة يبرز كأحد الوسائل لتقليل الضغط على هذه المصادر. ويمكن استعمال المياه المعالجة لأغراض ري المزروعات وتغذية المخزون الجوفي ولأغراض الصناعة والترفيه. وتقضي المرحلة القادمة ضرورة التحرك نحو توسيع إنتاج المياه المعالجة وكذلك البدء في صياغة التشريعات والقوانين التي تشجع على إستخدام المياه المعالجة بدلاً من المياه العذبه للأغراض التي تسمح بها الأنظمة البيئية المعمول بها في السلطنة. ونظراً لأهمية ضمان أن المياه المعالجة في حالة استخدامها للأغراض المشار إليها أعلاه لا تشكل خطراً على البيئية المحيطة فإن بلدية مسقط تقوم بعمل الاختبارات اللازمة وبصورة منظمة للتحقق من ذلك.

منذ بزوغ عصر النهضة المباركة تحت قيادة حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس ابن سعيد المعظم حفظه الله ، تشهد السلطنة تطورا مذهلا في مختلف المجالات والميادين دون استثناء مما جعلها في مصاف الدول الناهظة التي حققت قفزة هائلة للحاق بركب المدنية الحديثة وذلك على اسس وقواعد متينة تعتمد على اسلوب التخطيط العلمي المدروس . ويعتبر قطاع الصرف الصحي واحدا من اهم قطاعات البنية التحتية التي تعكس بوضوح تام مدى تقدم الدول ودرجات التحضر والرقي التي وصلت اليها لما له من دلالات وما يعكسه من مؤشرات مهمة عن جميع القطاعات الاخرى التي لها صلة ارتباط مباشرة به مثل قطاع النشاط الصناعي والزراعي والتطور العمراني .

وخلال السنوات الماضية تم تحقيق العديد من الانجازات المهمة في مجال توسيع خدمات الصرف الصحي بمحافظة مسقط وذلك ايمانا من الحكومة باهمية وضرورة تقديم هذه الخدمة وذلك للاسباب التالية:

١- المحافظة على سلامة بيئة الانسان المحيطة من خلال منع انتشار الامراض والجراثيم والتي عادة ما تكون مياه الصرف العادمة تحتوي على العديد منها اضافة الى منع انبعاث الروائح الكريهة منها.
٢- منع تلويث التربة ومصادر المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي الغير معالجة.
٣- منع تلويث المسطحات المائية المتجددة وبالتالي الاضرار بالكائنات الحية الموجودة بها من خلال تفريغ مياه الصرف مباشرة اليها.
٤- تفادي حدوث تصدعات وشقوق بهياكل المباني الانشائية والتي تنتج من خلال استعمال خزانات التحليل الهوائية المفتوحة من اسفل مما يؤدي الى غمر القواعد والتربة القريبة من الخزان دون الاخرى محدثا نزولا غير متساويا في قواعد المبنى وبالتالي حدوث تصدعات وشقوق .
٥- الاستفادة التامة من المياه المعالجة الناتجة لاغراض الري وكذلك للاغراض الصناعية . اما المخلفات الصلبة (الحماه) فيمكن استخدامها كاسمدة ومخصبات للاراضي الزراعية .

ونظرا لما شهده علم معالجة مياه الصرف من تطور كبير خلال السنوات الماضية , فانه اصبح بالامكان انتاج مياه معالجة ذات نوعية عالية جدا يمكن اعتبارها كمصدر من مصادر المياه الصالحة للاستخدام في مجالات معينة وبشروط معينة مثل قطاع الزراعة والصناعة وتربية الاسماك . واذا اخذنا في الاعتبار ان بلدا كسلطنة عمان يتميز بمناخ جاف وحار في معظم شهور السنة وان نسبة سقوط الامطار قليلة فان التوسع في انتاج المياه المعالجة لاستعمالها لاغراض الري سيكون واحدا من اهم

البدائل المطروحة لتنفيذ سياسة الحكومة القاضية بترشيد استهلاك المياه الجوفية والمحافظة عليها واعتبارها ثروة قومية.

الجدوى الإقتصادية لإستعمال المياه المعالجه:

يمثل توفير الإحتياجات المائية لأغراض الشرب ولمواجهة التوسع المضطرد للنشاطات الإقتصادية أحد التحديات الملحه لمنطقة الخليج العربي بشكل خاص ولمنطقة الشرق الأوسط بشكل عام. ويتم حالياً توفير الإحتياجات المائية في السلطنه عن طريق مصدرين هما:

١- الأبار الإرتوازية وهي التي بدورها توفر الجزء الأكبر وعاده ما تواجه مشكلة الملوحه بعد مضي فتره من الزمن إضافة إلى مشكلة زحف المياه المالحه بإتجاه الداخل للمناطق الساحلية وذلك نتيجة للإستنزاف السريع للمخزون الجوفي من المياه.

٢- محطات التحلية التي يتم إنشاؤها لتحلية مياه البحر وتتميز هذه الطريقة بتكلفتها الباهظه ويقدر سعر إنتاج المتر المكعب من المياه بهذه الطريقة في المنطقة بحدود ١٠٠٠ بيسه إلى ١٢٠٠ بيسه.

عليه وفي ظل الظروف المشار إليها أعلاه فإن مجال التوسع في إستخدام المياه المعالجه يبرز كأحد الوسائل لتقليل فاتورة تكلفة الإحتياجات المائية للسلطنه وذلك من خلال الحقائق التالية:

- الدعم السنوي الذي توفره الحكومه لقطاع المياه العذبه يبلغ حوالي ٨ مليون ريال عُماني سنوياً وذلك.بإفتراض أن الحكومه تتحمل مايزيد عن نسبة ٥٠٪ من سعر تكلفة الإنتاج للمتر المكعب الواحد بطريقة التحلية وسيبلغ إجمالي الدعم في عام ٢٠١٠ حوالي ٢٥ مليون ريال عُماني.

- بإفتراض أن ما نسبته ٣٠-٤٠٪ من المياه العذبه يتم حالياً إستخدامها لإغراض ري المزروعات والصناعه والتي يمكن أن تحل محلها المياه المعالجه الأمر الذي سوف ينتج عنه :

١- إنخفاض الدعم الحكومي المقدم لقطاع المياه بمقدار ٢,٤ إلى ٣,٢ مليون سنوياً في الوقت الحاضر.

٢- يُتوقع أن يكون الإنخفاض في عام ٢٠١٠ في حدود ٧,٥ إلى ١٠ مليون ريال سنوياً.

عليه فإنه يلزم خلال المرحلة القادمة إيجاد إستراتيجية واضحة المعالم تشجع على إستعمال المياه المعالجه للأغراض التي تسمح بها الأنظمه والقوانين البيئيه المعمول بها في السلطنه وذلك من خلال التالي:

أ- التوسع في مجال إنتاج المياه المعالجه من خلال توفير خدمات الصرف الصحي ومن ثم بيع هذه المياه المعالجه الناتجه بإسعار تنافسية لاتتعدى ٥٠٪ إلى ٧٥٪ من سعر بيع المياه العذبه الحالي والبالغ ٤٤٠ بيسه للمتر المكعب وأن يتم إعتبار هذه المنهاج أحدى الوسائل المجدية إقتصادياً لتقليل المبالغ المالية المخصصه كدعم لقطاع توفير المياه العذبه للمستهلكين من قبل الحكومه.

ب- إعادة النظر في بعض القوانين البيئه وخاصة فيما يتعلق بإستعمال طريقة الري بالرش (sprinkler Irrigation) للمناطق العشبية الموجوده في الحدائق والمنتزهات العامه وذلك من خلال السماح لري هذه الحدائق والمنتزهات بالمياه المعالجه بطريقة الرش خلال الأوقات التي يكون تواجد الجمهور فيها معدوماً.

ج- إيجاد شبكة لتوزيع المياه المعالجه في مختلف مناطق العاصمه تتكون من نقاط توزيع ومن ثم تنقل المياه المعالجه بواسطة التناكر إلى الجهات المستخدمه لها.

د- إيجاد التشريعات والقوانين التي تلزم إصحاب المنازل الذين يرغبون في إيجاد مناطق خضراء وزراعه داخل منازلهم بإنشاء خزانات في أراضيهم يتم ملؤها بالمياه المعالجه لأغراض ري هذه المزروعات ويمنع إستخدام المياه العذبه لهذا الغرض.

هـ- إيجاد الأنظمه والتشريعات التي تشجع أصحاب المصانع على إستخدام المياه المعالجه لأغراض التبريد والتنظيف والنشاطات الصناعية الأخرى التي يمكن فيها إستخدام المياه المعالجه دون وجود مخاطر صحية.

نبذه عن قطاع الصرف الصحي القائم حالياً:

ابتداءا من عام ١٩٧٧م وهو تاريخ انشاء محطة دارسيت كاول محطة لمعالجة مياه الصرف لتخدم منطقة مطرح الكبرى بسعة تصميمه قدرها ١٧٠٠ متر مكعب /اليوم، فقد تم التوسع في عملية انشاء محطات المعالجة وتمديد شبكات المجاري العامة بشكل مطرد ليبلغ العدد الاجمالي للمحطات التي تقوم بلدية مسقط بتشغيلها حاليا احد عشر محطة بنهاية عام ١٩٩٥م تنتج قرابة ٢٣,٠٠٠ متر مكعب/اليوم من المياه المعالجة يتم استغلالها بالكامل لاغراض ري الاشجار والمسطحات الخضراء التجميلية.

وتستعمل طريقة (Activited Sludge Method) في عملية معالجة مياه الصرف في معظم هذه المحطات . هذا وقد حدد القرار الوزاري رقم ٩٣/١٤٥ الصادر من وزارة البلديات الاقليمية والبيئة الشروط التالية لنوعية المياه المعالجة الناتجة :

Suspended Solids	=	15 mg/l
BOD	=	15 mg/l
Ammonia Nitrogen	=	5 mg/l
Residual Free chlorine	=	5 mg/l after ONE hour contact time

ويوضح الجدول أدناه كميات المياه المعالجة الناتجة من محطات المعالجة وكيفية استغلالها:

م	اسم المحطة	السعة التصممية متر مكعب/اليوم	كيفية استغلال المياه المعالجة
١	محطة دارسيت	١٥,٠٠٠	مربوطة مباشرة بشبكة الري الرئيسية
٢	محطة الانصب	١٢,٠٠٠	" " " " "
٣	محطة شاطىء القرم	١٣٥٠	" " " " "
٤	محطة الخوض	١٢٠٠	" " " " "
٥	محطة المعبيله	١٩٠٠	" " " " "
٦	محطة العامرات	٦٠٠	تستغل لاغراض الري بواسطة الناقلات
٧	محطة بوشر	٤٢٠	" " " " "
٨	محطة جبروه	٧٠	مربوطة بشبكة ري صغيرة منفصلة
٩	محطة المنومة	١٤٠	" " " " "

تجربة بلدية مسقط في إستعمال المياه المعالجه لأغراض الري:

الزائر لمدينة مسقط يلحظ بوضوح مدى التقدم الحاصل في عملية توسيع ونشر البساط الاخضر حول المدينة مما يعكس الاهتمام الكبير من قبل المسئولين بالبلدية بهذا الجانب وذلك ايمانا منهم بما يحققه ذلك من ايجابيات عديدة اهمها تحسين المظهر الجمالي للمدينة وتلطيف البيئة المحيطة . وقد تمثل ذلك من خلال زرع المسطحات العشبية والاشجار والشجيرات على جوانب الشوارع العامة والذي تبينه الارقام التالية :

١	عدد الاشجار	١٠٠,٠٠٠ شجرة	٥	عدد النخيل	١٥,٠٠٠ نخلة
٢	عدد الشجيرات	٣٠٠,٠٠٠ شجيرة	٦	عدد احواض الزهور	٨٠٠٠ متر مربع
٣	الاسيجةوالحواجز النباتية	١٠٠,٠٠٠ متر طولي	٧	مغطيات التربة	٥٠,٠٠٠ متر مربع
٤	المسطحات الخضراء	١,٥٣٩,٩٤٠ متر مربع			

ويتم توفير الاحتياجات المائية لهذه الاشجار والمسطحات كالتالي :

- ٨٠٪ من الاحتياجات المائية من المياه المعالجة الناتجة من محطات الصرف الصحي .
- ٢٠٪ من الاحتياجات المائية يتم توفيرها من الابار الارتوازية وشبكة المياه العذبة .

نبذة عن نظام المراقبة والمتابعة :

حرصا من بلدية مسقط على ضمان ان المياه المعالجة الناتجة من محطات التنقية مطابقة ومستوفية لجميع الشروط والمواصفات البيئية المطلوبة فانه يتم وبصفة مستمرة القيام بعمليات الفحص والتحليل لعينات من هذه المياه وذلك قبل استعمالها لاغراض الري , ويعتبر وجود نظام فعال لمراقبة نوعية المياه المعالجة الناتجة امرا مهما وذلك للاسباب التالية :

(١) التأكد من ان المياه المعالجة الناتجة مطابقة للمواصفات البيئية المطلوبة .
(٢) التأكد من فعالية نظام المعالجة القائم وتحديد درجة مدى الاعتماد عليه .

(٣) تحديد اذا كان هناك اختلال في عملية المعالجة نتيجة لحدوث اي اعطال تستلزم القيام بعملية اصلاح وصيانة .

(٤) حماية الناس والبيئة المحيطة من المخاطر وذلك بالتعرف على وجود مسببات هذه المخاطر .

(٥) تحديد نوعية المحاصيل الزراعية بناء على نوعية المياه المعالجة .

ويوجد بدائرة الصرف الصحي مختبر مجهز بجميع الادوات اللازمة التي تمكن من القيام بالتحاليل التالية بصفة مستمرة:

(أ) الاختبارات الفيزيائية

(ب) الاختبارات الكيميائية

(ج) الاختبارات البيولوجية

هذا ويتم اضافة محلول الكلور للمياه المعالجة بالكميات المناسبة وضمان مدة كافية للاحتكاك بين المياه المعالجة ومحلول الكلور للتأكد من قتل البكتيريا والجراثيم ان وجدت .

نبذة عن مكونات شبكة الري القائمة :

تم البدء في تنفيذ شبكة الري الحالية في عام ١٩٨٥م وذلك بامتداد الشارع العام الرئيسي لغرض ري الاشجار والمسطحات الخضراء على جانبيه ومن بعد ذلك تم القيام بالعديد من اعمال التوسعة والتحديث لهذه الشبكة لتواجه الزيادة المضطردة في توسع الرقعة الزراعية وزيادة كميات المياه المعالجة الناتجة. وتتكون شبكة الري القائمة من التالي :

(١) شبكة ري رئيسية تمتد من محطة دارسيت باتجاه الوادي الكبير وتتفرع عند شارع البلدية لتتجه نحو شارع السلطان قابوس وتصل حتى دوار برج الصحوة , يبلغ طول هذه الشبكة حوالي ٥٠ كم وبقطر ٣٠٠ مم لخط الانابيب الرئيسي وتستقي امدادات المياه من محطة دارسيت ومحطة الانصب .

(٢) شبكة تمتد من دوار برج الصحوة وحتى دوار الخوض بطول ٩ كم وتستقي امداداتها من المياه من المحطات التابعة لوزارة الدفاع في معسكر المرتفعة .

(٣) شبكة تمتد من دوار السيب وحتى دوار بيت البركة بطول ١٥ كم وتستقي امداداتها من المياه من محطة المعبيله ومحطة الخوض .

وتتكون جميع الشبكات المشار اليها اعلاه من خطوط انابيب ومحطات ضخ وصمامات تحكم اضافة الى وجود خزانات بسعات مختلفة على امتداد الشبكة وتتم عمليات الري كالتالي :

(١) الري بالرش : بالنسبة للمسطحات العشبية .

(٢) الري الموضعي بالنسبة للاشجار والشجيرات .

وتتميز شبكة الري القائمة بالتالي :

- يتم تجميع المياه المعالجة الناتجة اولا في خزانات ذات سعة كبيرة قبل ضخها الى شبكة الري وبذلك يتحقق التالي :

(أ) يتم خلط المياه الناتجة خلال ساعات الذروة مع الاخرى الناتجة في ساعات يكون فيها التدفق الى المحطة اقل مما يمكن من الحصول على خليط من المياه المعالجة مستوفي للشروط البيئة .

(ب) ضمان ان المياه المعالجة بنوعية جيدة والتاكد من ذلك قبل ضخها مما يوفر خط حماية .

(ج) توفير فرصة لمعالجة المياه بصورة اكبر من خلال عملية التخزين نفسها حيث يتم تخفيض نسبة العوالق والنيتروجين وغيره .

- مسار شبكة الري بعيد عن الاماكن السكنية بمسافة جيدة مما يضمن حتى في حالة استخدام طريقة الري بالرش عدم وصوله الى التجمعات السكانية .

- تم وضع اللوائح والعلامات الارشادية في المناطق التي تروى بالمياه المعالجة لتفادي استعمالها من قبل المواطنين بدون علم .

وفي ظل الجهود الحثيثة التي تبذلها بلدية مسقط لادارة شبكة الري باسلوب علمي حديث فقد تم في عام ١٩٩٢م تركيب نظام التحكم في شبكة الري باستخدام الكمبيوتر من خلال تركيب العديد من المحطات اللاسلكية على امتداد الشارع العام وبذلك يتم التحكم في عملية اغلاق وفتح الصمامات آليا في محطة دارسيت الامر الذي سهل تنظيم عمليات الري وبرمجتها بصورة دقيقة ومن ثم ضمان تشغيل

الشبكة بفعالية اكبر وتفادي هدر المياه وسوء الاستغلال من قبل الشركات المشرفة على اعمال التشجير بمختلف المناطق .

هذا وتجدر الاشارة الى ان الحكومة تقوم حاليا بدراسة امكانية منح القطاع الخاص العماني امتيازا لانشاء وتشغيل وصيانة نظام صرف صحي شامل يغطي جميع مناطق مسقط . وقد قطع العمل في هذا المشروع شوطا كبيرا ومن المتوقع البدء في تطبيقه في مطلع عام ١٩٩٦م , الامر الذي يعني توفير كميات كبيرة من المياه المعالجة قدرها ١١٠,٠٠٠ متر مكعب/اليوم بعد اكتمال العمل في تنفيذ المشروع يمكن استغلالها لاغراض الزراعة والصناعة.

الأمن المائي في المملكة العربية السعودية

الأستاذ الدكتور محمد بن حمد القنيبط

الأمن المائي
في المملكة العربية السعودية

الأستاذ الدكتور/ محمد بن حمد القنيبط

قسم الاقتصاد الزراعي، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

الخلاصة

كثر الحديث عن قضية الأمن المائي في دول الخليج العربي والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص. وقد كانت معظم التحليلات والكتابات حول الموضوع تدور حول المخزون الاستراتيجي من المياه الجوفية في المملكة. إلا أنَّ أي من هذه الكتابات والتحليلات لم يُقدِّر كمية المياه الجوفية التي تم سحبها فعلاً من المخزون الاستراتيجي من المياه الجوفية لنفي أو تأكيد وجود مشكلة أمن مائي في المملكة.

يهدف هذا البحث إلى تقدير كمية المياه التي تم استخدامها في القطاع الزراعي في المملكة في الفترة ١٩٨٠-١٩٩٥م، عن طريق حساب استهلاك المحاصيل الزراعية المختلفة من المياه حسب احتياجاتها المائية وفق الظروف البيئية في المملكة، ومن ثم مقارنة هذه الكمية مع الاحتياطيات الموكدة من المياه الجوفية، وأخيراً التعرض لاستراتيجية للمحافظة على المياه الجوفية في المملكة.

أوضحت نتائج البحث أنَّ المملكة استنزفت حوالي ٢٥٤,٥ مليار متر مكعب من المياه الجوفية في القطاع الزراعي، أو ما يعادل ٧٥,٤٪ من الاحتياطي الموكد في التكوينات الجيولوجية الرئيسية أو ٥١٪ من إجمالي احتياطي التكوينات الرئيسية والثانوية. هذا النزف الكبير من المخزون الاستراتيجي من المياه الجوفية غير المتجددة في ظل الظروف البيئية الصحراوية للمملكة يؤكد الوضع الحرج للمياه الجوفية في المملكة مما يحتم ضرورة تطبيق استراتيجية أو خطة وطنية للمياه تحافظ على ما تبقى من هذه الثروة الثمينة النادرة وغير المتجددة.

هذه الاستراتيجية ترتكز على ضرورة إنشاء وزارة مستقلة للموارد المائية لها السلطة المطلقة في وضع وتطبيق خطة وطنية للمحافظة على المياه. من الاقتراحات التي يطرحها هذا البحث في هذه الاستراتيجية: (١) سرعة عمل مسح جيولوجي لتحديث الرقم الصحيح للمخزون الفعلي من المياه الجوفية في المملكة الذي تضاربت الآراء حوله، (٢) منع تصدير المنتجات الزراعية المستهلكة للمياه كالأعلاف والألبان، (٣) عدم حماية أو تشجيع زراعة المنتجات الزراعية كثيرة الاستهلاك للمياه التي يمكن استيرادها بسعر أرخص، (٤) وقف إصدار تصاريح جديدة لزراعة الأعلاف ووقف جميع أنواع الدعم والتشجيع لمشاريع الأعلاف القائمة حالياً، (٥) استخدام الآلية السعرية لتخفيض استهلاك القطاع الزراعي من المياه.

مقدمة:

باستعراض سريع للسياسة الزراعية والمائية خلال العشرين عاماً الماضية من التنمية الزراعية في المملكة العربية السعودية يتضح أنَّه لم يتغير شيء فيما يخص المياه الجوفية، سواءً من حيث تقنين الكميات المسحوبة أو من حيث تنظيم ومراقبة حفر الآبار، أو حتى فيما يخص ترشيد استخدام هذه المياه. ولا زالت عملية استنزاف المياه الجوفية غير المتجددة في القطاع الزراعي في المملكة على أشدها، كذلك لا زال يتم إصدار تصاريح مشاريع جديدة لزراعة الأعلاف إلى الآن.

المخزون المائي: أرقام متضاربة

حفلت الأجهزة الإعلامية العربية والدولية في السنوات القليلة الماضية بكتابات وتحليلات عديدة ومتكررة عن المياه الجوفية في دول الخليج العربي والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص، حيث كان أغلب ما نُشِر عن المملكة متشائماً حتى أنَّ بعضها حدد النضوب بعام ٢٠٠٧م.

أما الذين تطرقوا للمخزون المتوقع من المياه الجوفية في المملكة فهُم إلى التباين والاختلاف أقرب من الاتفاق، حيث توضح الأرقام في جدول (١) اختلاف التقديرات وتباينها بطريقة غريبة.

فوزارة الزراعة والمياه السعودية تضع المخزون المؤكد من المياه الجوفية في التكوينات الرئيسية بحوالي ٢٥٨ مليار متر مكعب، مقابل ٣٣٧ مليار متر مكعب في خطة التنمية الرابعة الصادرة من وزارة التخطيط، و ٢١٧٥ مليار متر مكعب حسب تقديرات العلوي وعبدالرزاق، و ٣٦٠٠٠ مليار متر مكعب حسب تقديرات معهد البحوث في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

المياه في المملكة: التفرد UNIQUENESS

كثر الحديث في السنوات الأخيرة عن مشكلة المياه في منطقة الشرق الأوسط وكيف أنَّها - على رأي الخبراء والمحللين السياسيين - ستكون هي السبب الرئيسي للحرب الشرق أوسطية القادمة.

إلاَّ أنَّ كثيراً من المحللين السياسيين يُغفِلون وضع المملكة المائي وأنَّها (مع دول مجلس التعاون الخليجي) لن تكون طرفاً في هذه الحرب التي يتوقعونها، **وذلك للأسباب التالية:**

(١) لا يوجد في المملكة (أو أي من دول مجلس التعاون الخليجي) أنهار مشتركة مع دول أخرى.

(٢) لا يوجد في المملكة (أو أي من دول مجلس التعاون الخليجي) بحيرات مشتركة مع دول أخرى.

(٣) بل لا يوجد في المملكة (أو أي من دول مجلس التعاون الخليجي) مطلقاً أية أنهار أو بحيرات.

لذلك فالتحليلات والتكهنات الصحفية والسياسية وغيرها عن الحرب المائية القادمة في الشرق الأوسط لا تنطبق على المملكة العربية السعودية أو أي دولة من دول مجلس التعاون الخليجي.

جدول (١) المخـزون المتوقع من الميـاه الجوفيـة في المملكـة

البيـــان (مليار متر مكعب)	المصـــدر (المرجع)			
	أطلس الميـاه [١]	خطة التنمية الرابعة [٢]	العلوي وعبدالرزاق [٣]	معهد البحوث (جامعة الملك فهد للبترول والمعادن)[٤]
المخزون المتوقع	٢٥٨	٣٣٧	٢,١٧٥	٣٦,٠٠٠

[١] وزارة الزراعة والميـاه (١٩٨٤م)، أطلس الميـاه، الرياض.

مصطفى نوري عثمـان (١٤٠٤هـ): المـاء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية، مطبوعات تهامة، الرياض.

[٢] وزارة التخطيط (١٤٠٥هـ)، خطة التنمية الرابعة (١٤٠٥ - ١٤١٠ هـ)، الرياض.

[٣] Jamil A. Alawi and Mohammed Abdulrazzak: *Water in the Arabian Peninsula: Problems and Perspectives*, from Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses, Harvard University Press, USA, 1994.

[٤] مجلة اليمـامة، العدد ١٣٦٤، الاربعاء، ٢١ صفر ١٤١٦هـ، (صفحة ١٢ - ١٥)، الرياض.

ولكن هذا الأمن من الحرب المائية لا يعني أنَّ هنـاك أمنـاً مـائيـاً في المملكة، أو أنَّ المملكة ترقد علـى أكـبر احتياطيـات مائية في العالم، كما هو الحال مع النفط.

القطـاع الزراعي والمـيـاه

قـد يعتقـد البعـض أنَّ هنـاك مبالغـة مفرطـة في التخويـف والتحذيـر مـن وضـع الأمـن المـائي في المملكـة، إلا أنَّ التقديـرات والحسـابات تشـير إلى العكس. فيوضح **جدول (٢)** كميات المياه التي استهلكها القطاع الزراعي في المملكة من بدايـة التنميـة الزراعية في أواخر التسـعينات الهجرية التي ارتكزت على محصول واحد هو القمح. هذه الأرقام تم تقديرها استناداً على الأرقـام الخاصة بالمساحة المزروعة وإنتـاج المحاصيل المختلفـة وكذلك الاحتياجات المائية لكل محصول من واقع البيانات الرسـمية.

يتضـح من **جدول (٢)** أنَّ **كمية المـيـاه الجوفية التي تم اسـتنزافها في القطـاع الزراعـي حتى عـام ١٩٩٥م تقـدر بحوالي ٢٥٤,٥ مليار متر مكعب**، وهذا **يعـادل حوالي ٩٨,٧٪ من الاحتياطي المؤكد من الميـاه الجوفيـة غـير المتجـددة في التكوينات الجيولوجية الرئيسـية للمياه (٢٥٨ مليار متر مكعب)** بنـاءً **على أرقام أطلس الميـاه الصـادر مـن وزارة الزراعـة والميـاه، أو حوالي ٥١٪ من إجمالي الاحتياطي** بنـاءً **على أرقام خطة التنمية الرابعـة (٣٣٧ مليار متر مكعب)**. هـذه الكميـة الضخمـة من الميـاه التي تكونت قبل حوالي ١٥ - ٣٥ ألف سـنة تم اسـتهلاكها خلال ١٥ سـنة فقط.

الأمن الغذائي والأمن المـائي

لقـد بدأت التنمية الزراعية الحديثة في المملكة العربية السعودية في أواخر السبعينات الميلادية، حيث تبنت وزارة الزراعـة والميـاه اسـتراتيجية دعم وتشـجيع زراعة القمح تحت شـعار **"الأمن الغذائي"**.

فلقد تم دعم زراعة القمح بـإعطـاء الأراضي الزراعية بالمجان وكذلك تقديم الإعانـات والقـروض الميسـرة والإعفـاءات على الآليات الزراعية ومدخلات الإنتاج الزراعي المختلفة.

ولكن لم يكن لأي من هذه الحوافز تأثير كبير على الإنتاجيـة في محصـول القمـح - وفي نفـس الوقـت خطـير على مخزون الميـاه الجوفيـة - إلا حينمـا تبنـت وطبقـت الدولة اسـتراتيجيـة شـراء أي كميـة يُنتجهـا المُزارِع السـعودي من القمـح بسـعر ٣,٥ ريـال للكيلوجـرام، تم تخفيضهـا علـى مراحـل إلى أن وصـل السـعر التشـجيعي لشـراء القمـح إلى ١,٥ ريـال للكيلوجرام مع تحديد الكميات لكل مُزارِع.

لقـد واكـب عمليـة التنميـة الزراعيـة في المملكة تغطيـة إعـلاميـة كبـيرة ارتكـزت على إبـراز إنجـازات التنميـة الزراعيـة عن طريق التركيز على الزيـادات الضخمـة في إنتـاج القمح التي حدثت بمتوالية هندسـية (إلى حـدٍ مـا) فـاقت كـل التوقعـات وفاضت عن الاسـتهلاك المحلي بحوالي أربعة مرات في العام ١٩٩٣م. كل هـذا الزخـم الإعلامـي الـذي رافقـه أيضـاً ترسـيخ شـعار "الأمن الغذائي" سـاهم في فشـل أو سـاعد في التقليـل بدرجـة كبـيرة جـداً مـن أهميـة أي محـاولة هـدفت (في تلـك الفترة) إلى لفت نظر الجهات الرسـمية لخطورة الوضع حول الميـاه الجوفيـة وضـرورة الحفـاظ عليهـا بترشـيد اسـتخدامها عـن طريق تحـديد إنتاج القمـح.

جدول (٢) واقع الموارد المائية في المملكة العربية السعودية (مليون متر مكعب)

السنة	استهلاك المياه				الاحتياطي المتبقي من المياه	
	الأغراض الزراعية	الأغراض البلدية والصناعية *	كمية التغذية السنوية	الإجمالي **	في التكوينات الرئيسية و الثانوية	في التكوينات الرئيسية
١٩٧٩			٢,٢٠٠		٥٠٠,٠٠٠	٣٣٧,٥٠٠
١٩٨٠	١٠,٣٠٧	٥١٠	٢,٢٠٠	٨,٦١٧	٤٩١,٣٨٣	٣٢٨,٨٨٣
١٩٨١	٧,٩٥٤	٦٤٨	٢,٢٠٠	٦,٤٠٢	٤٨٤,٩٨١	٣٢٢,٤٨١
١٩٨٢	٨,٣٠٥	٧٨٦	٢,٢٠٠	٦,٨٩١	٤٧٨,٠٩٠	٣١٥,٥٩٠
١٩٨٣	١٢,٤٦٩	٩٢٤	٢,٢٠٠	١١,١٩٣	٤٦٦,٨٩٧	٣٠٤,٣٩٧
١٩٨٤	١٢,٠٨١	١,٠٦٢	٢,٢٠٠	١٠,٩٤٣	٤٥٥,٩٥٤	٢٩٣,٤٥٤
١٩٨٥	١٢,٩٧٢	١,٢٠٠	٢,٢٠٠	١١,٩٧٢	٤٤٣,٩٨٣	٢٨١,٤٨٣
١٩٨٦	١٢,٩٤٨	١,٢٩٠	٢,٢٠٠	١٢,٠٣٨	٤٣١,٩٤٥	٢٦٩,٤٤٥
١٩٨٧	١٤,٦٧١	١,٣٨٠	٢,٢٠٠	١٣,٨٥١	٤١٨,٠٩٤	٢٥٥,٥٩٤
١٩٨٨	١٦,٥٤١	١,٤٧٠	٢,٢٠٠	١٥,٨١١	٤٠٢,٢٨٤	٢٣٩,٧٨٤
١٩٨٩	١٧,٤٠٩	١,٥٦٠	٢,٢٠٠	١٦,٧٦٩	٣٨٥,٥١٥	٢٢٣,٠١٥
١٩٩٠	١٨,٥٦٨	١,٦٥٠	٢,٢٠٠	١٨,٠١٨	٣٦٧,٤٩٧	٢٠٤,٩٩٧
١٩٩١	٢٠,٤٥٠	١,٧٦٠	٢,٢٠٠	٢٠,٠١٠	٣٤٧,٤٨٧	١٨٤,٩٨٧
١٩٩٢	٢١,٠١٩	١,٨٧٠	٢,٢٠٠	٢٠,٦٨٩	٣٢٦,٧٩٨	١٦٤,٢٩٨
١٩٩٣	٢١,٧٦٣	١,٩٨٠	٢,٢٠٠	٢١,٥٤٣	٣٠٥,٢٥٥	١٤٢,٧٥٥
١٩٩٤	٢٣,٠٦٥	٢,٠٩٠	٢,٢٠٠	٢٢,٩٥٥	٢٨٢,٣٠٠	١١٩,٨٠٠
١٩٩٥	٢٣,٩٩٩	٢,٢٠٠	٢,٢٠٠	٢٣,٩٩٩	٢٥٨,٣٠١	٩٥,٨٠١
الإجمالي	٢٥٤,٥٢٠	٢٢,٣٨٠	٣٥,٢٠٠	٢٤١,٦٩٩		

* أرقام استهلاك المياه في الأغراض البلدية والصناعية من خطة التنمية الخامسة (جدول ١/٩، ص ٢١٨)، وتم تقدير الاستهلاك في السنوات البينية بناءً على هذه الأرقام.

** الإجمالي يمثل مجموع استهلاك الأغراض الزراعية والبلدية والصناعية مطروحاً منه كمية التغذية السنوية.

وعندما بدأت سرعة التوسع في إنتاج القمح تهدأ بعد أكثر من عقد من الزمان فقط على تبني سياسة دعم وتشجيع زراعة القمح غير المقيدة، اتضح أن الضرر الذي تسبب به القمح على مخزون الموارد المائية الجوفية في المملكة العربية السعودية لا يمكن علاجه مطلقاً في المستقبل المنظور . .بمعنى آخر، فإنَّ الدعم والتشجيع غير المدروس علمياً في ظل الموارد المائية المتاحة لشعار الأمن الغذائي أدى إلى ظهور مشكلة الأمن المائي في المملكة.

ومن جهة أخرى وإجابة على المنادين بضرورة تحقيق الأمن الغذائي - أو القمحي - فإنَّ كثيراً من الدول الغنية والمتقدمة لا تُنتج حتى استهلاكها المحلي من القمح (**جدول ٣**)، على الرغم من تقديم تلك الدول أنواعاً عديدة من الدعم والإعانات لمزارعيها، حتى أنَّ ٧٥٪ من دخل المُزارع السويسري يأتي من الإعانات الحكومية.

ومختصر القول، أنَّ قضية الأمن الغذائي قد لا تكون قائمة على أية أُسس اقتصادية أو أمنية أو سياسية أو حتى تاريخية حديثة، كذلك فإن الدول ومنذ نهاية الخمسينات الميلادية تزرع المحاصيل الزراعية التي لديها ميزة نسبية Comparative Advantage في إنتاجها وتستورد ما سواها في ظل ظروفها الاقتصادية.

الحظر الغذائي

اعتمدت خطة التنمية الزراعية التي انتهجتها وزارة الزراعة والمياه السعودية في اواخر السبعينات الميلادية على شعار "الأمن الغذائي" للحيلولة دون حدوث حظراً غذائياً على المُلكة. هذه التنمية الزراعية ركّزت على محصول القمح ودعمه بطريقة لم يسبق لها مثيل في جميع دول العالم. **فيما هي حقيقة شعار الأمن الغذائي ؟ وهل هناك أساس لاحتمال حدوث حظراً غذائياً على المملكة ؟ أو هل هناك أساس علمي للتخوف من قيام ما يسمى بكارتل Cartel منتجو القمح ؟**

يُعرِّف الاقتصاديون **الكارتل Cartel** بأنَّه مجموعة من الدول (أو الشركات) تتفق فيما بينها على تحديد كميات الإنتاج من السلعة التي يبيعونها. وبمعنى آخر، هم مجموعة من المحتكرين تحاول الاتحاد فيما بينها بهدف زيادة الأسعار عن طريق تحديد الكمية المعروضة من السلعة.

ومن شروط الكارتل أن تكون السلعة المحتكرة تتميز بثلاث خصائص:

(١) الطلب منخفض المرونة **Low Elasticity of Demand** على هذه السلعة.

(٢) قلة عدد الدول (الشركات) المنتجة لهذه السلعة.

(٣) إمكانية منع هذه السلعة من السوق لفترات طويلة (إذا لزم الامر).

وغياب أي من الشروط الثلاثة المذكورة يُقلِل بشكل كبير من إمكانيةُ قيام الكارتل بصفة عامة.

وتُشير الشواهد العملية والعلمية إلى صعوبة تحقق الشرطين الأخيرين على المستوى العالمي في حالة القمح، إذ لا تبدو الدول المنتجة والمصدرة للقمح في العالم من القلة واتفاق المصالح بالدرجة التي تسمح لها بالاتفاق فيما بينها بشكل فعّال. هذا فضلاً عن عدم إمكانية منع محصول القمح من السوق لفترات طويلة دون تحمل تكاليف تخزين مرتفعة أو دون تدهور صفاته أو تلفه. ومن ناحية أخرى، فإنَّه على الرغم من انخفاض مرونة الطلب على القمح بصفة عامة إلاّ أنَّ النمط الغذائي السعودي يعتمد على الأرز أكثر من اعتماده على القمح.

جدول (٣) عدد السكان وإنتاج القمح والموارد المائية لبعض الدول.

الدولة	عدد السكان (مليون)	كمية المياه المتجددة (م^3 /فرد/سنة)	استهلاك الفرد من المياه		إنتاج القمح (الف طن)
			متر مكعب في السنة	(٪) من المياه المتجددة	
المملكة *	١٧	١٤٠	*١٣٩٨	** ٪ ٩٩٨	١٧٠٠
الكويت	٢,١٤	صفر	٥٢٥	؟	صفر
لبنان	٢,٧٤	١٦٩٠	٢٧١	٪ ١٦	٥٥
عُمان	١,٥٢	١٢٢٠	٦٢٣	٪ ٢٤	١
سنغافورة	٢,٧١	٢٢٠	٨٤	٪ ٣٢	صفر
الإمارات	١,٥٩	١٨٠	٨٨٤	** ٪ ٢٩٩	٨
اسرائيل	٤,٦٦	٣٣٠	٤١٠	٪ ٨٦	٢١٦
الأردن	٤,٠١	٢٤٠	١٧٣	٪ ٣٢	٥٣
أيرلندا	٣,٥	١٤٣٤.	٢٣٥	٪ ٢	٥٢٠
هولندا	١٤,٩٤	٦٦٠	٩٩٤	٪ ١٦	١٠٠٨
فنلندا	٤,٩٨	٢١٩٦٠	٦٠٤	٪ ٣	٣٥٩
النرويج	٤,٢٥	٩٤٤٥٠	٤٩١	صفر ٪	٣٧٩
البرتغال	٩,٨٧	٣٤٥٠	١٠٧٥	٪ ١٦	٣٦٧
سويسرا	٦,٧١	٦٢٤٠	١٦٨	٪ ٢	٥٨٠
نيوزيلندا	٣,٣٩	١١٤٩١٠	٥٨٥	صفر ٪	١٨١
اليابان	١٢٣,٥٤	٤٣٩٠	٧٣٢	٪ ١٦	٦٣٨

* بالنسبة لاستهلاك الفرد من المياه في المملكة فقد تم استخراجه بقسمة إجمالي استهلاك المياه عام ١٩٩٥م [٢٣٧٦٧ مليون متر مكعب (جدول ٢)] على سكان المملكة (١٧ مليون نسمة) وذلك لأن الرقم الموجود في المصدر الأول يخص عام ١٩٧٥م.

** الرقم الذي يتجاوز ١٠٠٪ يعني أن هناك سحباً من الموارد المائية الجوفية غير المتجددة.

المصدر:

World Resources: A Guide To the Global Environment (1994 - 95), World Resources Institute, Oxford University Press, New York, N.Y., U.S.A., 1994, (Table 22.1).

FAO Yearbook (1994), Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

من جهة أخرى، وفي ظل النظام العالمي الجديد وكذلك من تاريخ المملكة العربية السعودية الحديث تتضح الحقائق التالية:

(١) لم يطبق بحق المملكة منذ تأسيسها أية عقوبات دولية.

(٢) لا يوجد للمملكة أي أعداء من الدول الكبرى المصدرة للقمح.

(٣) المملكة من أكثر الدول في العالم احتراماً للأنظمة والقوانين الدولية.

(٤) لم يطبق حظر غذائي على أي دولة في العالم منذ نهاية الحرب العالمية الثانية.

وباختصار، فإنّه في ظل النظام العالمي الجديد وأنظمة وقوانين منظمة التجارة الدولية (World Trade Organization) وطبيعة المملكة السياسية والاقتصادية تتلاشى صحة إمكانية فرض حظر غذائي (قمحي) على المملكة، بل إن خطر الحظر الغذائي لم يكن موجوداً أصلاً.

الأمن الغذائي في المملكة

مما تقدم يتضح أن قضية الحظر الغذائي (القمحي) بصفة عامة صعبة جداً في التطبيق على أي دولة، وأقرب للاستحالة بالنسبة للمملكة على وجه الخصوص. من جهة أخرى يستغرب المتأمل لاستراتيجية وزارة الزراعة والمياه الداعية إلى ضرورة تحقيق الأمن الغذائي بأنّ هذه الاستراتيجية ركزت على محصول واحد هو القمح، فهل القمح هو الغذاء الرئيسي والوحيد في المملكة ؟ بالطبع الإجابة بالنفي، ولكن لا توجد إجابة على سبب التفضيل والتشجيع الذي تفردّ به القمح من دون جميع المنتجات الزراعية والحيوانية. ولكن هذه التأملات في الاستراتيجية التي تبنتها وزارة الزراعة والمياه بتشجيع ودعم زراعة القمح بمفرده بهدف تحقيق الأمن الغذائي لا تعطي إجابة وافية على السؤال: كيف نضمن الأمن القمحي (وليس الغذائي) في المملكة ؟

في حالة قبول النتيجة بأنّه في ظل النظام العالمي الجديد لا توجد مشكلة حظر غذائي على المملكة، فإن الجواب على هذا السؤال يتمثل في النقاط والحقائق التالية:

(١) القمح محصول زراعي يقبل التخزين لمدة طويلة وصلت إلى سبع سنوات على عهد سيدنا يوسف عليه السلام قبل أكثر من خمسة آلاف سنة.

(٢) طاقة الصوامع المتوفرة لدى المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق تبلغ حوالي (٢,٤) مليون طن تكفي استهلاك المملكة لمدة سنتين.

(٣) القمح محصول زراعي سهل الإنتاج في ظروف المملكة ولا يتطلب تكنولوجيا معقدة.

(٤) القمح يحتاج إلى (٤-٥) أشهر لإنتاجه منذ بداية تسوية الأرض حتى الحصاد.

يتضح من هذه النقاط أنّه في حالة فرض حظر قمحي (غذائي) على المملكة فإنّه بإمكانها إنتاج كميات القمح اللازمة للاستهلاك المحلي خلال فترة لا تتجاوز ستة (٦) أشهر، حيث عندئذ سيكون المخزون المتبقي في الصوامع يكفي استهلاكها لمدة (١٧) شهراً. لهذا فالأمن الغذائي القمحي على وجه الخصوص سهل التحقيق، وليس مرتبطاً بضرورة إنتاج القمح محلياً باستمرار.

المياه للأغراض البلدية والصناعية

على الرغم من أنَّ جميع الحملات الإرشادية التي تقوم بها الجهات الرسمية في المملكة العربية السعودية حول ترشيد استهلاك المياه مركزة على تلك المياه التي تُستخدَم في الأغراض البلدية والصناعية، إلاّ أنَّ هذه المياه تعتبر صغيرة جداً إذا ما قورنت بتلك الكميات من المياه التي يستهلكها القطاع الزراعي.

فخلال الفترة ١٩٨٠-١٩٩٥م استهلك القطاع البلدي والصناعي حوالي (٢٢,٤) مليار متر مكعب فقط مقارنة بحوالي (٢٥٤,٥) مليار متر مكعب للقطاع الزراعي، أي أنَّ **استهلاك القطاع الزراعي يعادل حوالي (١١,٤) ضعف استهلاك القطاع البلدي والصناعي** (جدول ٢).

من جهة أخرى فإنَّ الأمن المائي في المملكة يعتبر قضية بسيطة جداً في حالة التركيز على موضوع توفير الكميات اللازمة من المياه للأغراض البلدية والصناعية، وهذا هو الذي جار حالياً، حيث أنَّ الكميات اللازمة من المياه للقطاع البلدي والصناعي يمكن توفيرها من محطات التحلية التي تقوم أساساً على النفط مع تغطية النقص من المياه الجوفية.

بمعنى أدق، **فطالما أن هناك أمناً نفطياً في المملكة، فإن هناك بكل تأكيد أمناً مائياً للأغراض البلدية والصناعية فقط ولكن ليس للزراعة**، فالنفط قد يستطيع شراء أي شيء ولكنه لن يستطيع شراء ما لم تمنحه الطبيعة.

المياه والزراعة في خطط التنمية الخمسية

على الرغم من صدور ست خطط خمسية للتنمية في المملكة، وكذلك التقدم الواضح في إعداد هذه الخطط منذ صدور الخطة الخمسية الأولى للتنمية (١٩٧٠م)، إلاّ أنَّ حظ خطط التنمية في التوقع بوضع المياه الجوفية في المملكة كان أقل من حظ بقية القطاعات الأخرى. بل إنَّه كان هناك اختلافاً كبيراً بين توقعات خطط التنمية بشأن المياه والزراعة وما حدث بالفعل في سنوات الخطة (جدول ٤).

فعلى سبيل المثال كانت **خطة التنمية الرابعة** (١٩٨٥-١٩٩٠م) أكثر خطط التنمية اهتماماً بالمياه، وكانت خطة التنمية الوحيدة التي أوضحت مخزون التكوينات الرئيسية للمياه بالأرقام، وذكرت أنَّ **أوضاع المياه في بعض مناطق المملكة حرجة من حيث عدم التوازن المتزايد بين موارد المياه واستعمالاتها**. وكذلك ذكرت الخطة ضرورة الإسراع في إصدار الخطة الوطنية للمياه ونشرها.

أما **خطة التنمية الخامسة** (١٩٩٠-١٩٩٥م) فكانت مقتضبة إلى حد ما وافتقدت الأرقام مقارنة بخطة التنمية الرابعة. إلا أنها اشارت بوضوح إلى تأخر إعداد الخطة الوطنية للمياه، وعدم استكمال الدراسات الهيدرولوجية اللازمة لتكوين قاعدة بيانات دقيقة تساعد على الإنتهاء من إعداد الخطة الوطنية للمياه وتحديث تقديرات الاحتياطي المؤكد من المياه في الطبقات الرئيسية والثانوية. ولكنها **أخطأت** في تقديرها لكميات المياه المتوقع استهلاكها في القطاع الزراعي في نهاية الخطة بمقدار النصف تقريباً (١٢,٧ بليون متر مكعب توقعته في نهاية الخطة عام ١٩٩٥م مقابل ١٨,٥ بليون متر مكعب تم استهلاكه فعلياً في عام ١٩٩٥م).

ولابد من الإشارة إلى أنَّ **خطط التنمية الخمسية احتوت على توصيات وملاحظات قيّمة جداً** - خاصة من خطة التنمية الثالثة - **والتي للأسف لم تأخذ بها وزارة الزراعة والمياه مطلقاً إلى الآن.**

جدول (٤) المياه والزراعة في خطط التنمية الخمسية للمملكة العربية السعودية

الخطة الخمسية	التوقعات في نهاية الخطة أو الأهداف والسياسات أو الملاحظات على الخطة السابقة	الواقع
الأولى (١٣٩٠هـ)	(١) ارتفاع إنتاج القمح من ١٣٥,٠٠٠ إلى ٢٣١,٠٠٠ طن.	وزارة الزراعة تُفيد بأن إنتاج القمح كان ٥٠٠٠ طن قبل الدعم
الثانية (٩٥-١٤٠٠هـ)	(١) احتياجات الزراعة من المياه ١٩٠٠ مليون م^3 في ١٣٩٥/٩٤هـ. (٢) ضرورة تحديد كميات المياه الجوفية المسحوبة سنوياً.	استهلك القطاع الزراعي في نهاية الخطة (١٤٠٠هـ) حوالي ١٠,٣ بليون متر مكعب من المياه.
الثالثة (١٤٠٠-١٤٠٥هـ)	(١) في ١٤٢٠هـ سيكون هناك ٢٥٠,٠٠٠ هكتار أراضي مروية. (٢) لا حاجة لإقامة محطات تحلية على الخليج العربي حتى ١٤٢٠هـ. (٣) مدينة الرياض لا تحتاج إلى مياه تحلية في فترة الخطة. (٤) وضع المياه في المملكة حرج في أماكن عديدة.	(١) المساحة المروية كانت ٩٤٦,٠٠٠ هكتار عام ١٤٠٥هـ. (٢) مدينة الرياض بدأت تعتمد أساساً على مياه التحلية قبل نهاية هذه الخطة.
الرابعة (٠٥-١٤١٠هـ)	(١) استهلاك المياه في الزراعة كان أربعة أضعاف تقديرات الخطة الثالثة (٢) الخطة الوحيدة التي ذكرت مخزون التكوينات الرئيسية بالأرقام.	في نهاية الخطة (١٤١٠هـ) كان استهلاك القطاع الزراعي حوالي ١٨,٥ بليون متر مكعب.
الخامسة (١٠-١٤١٥هـ)	تخفيض استهلاك القطاع الزراعي من المياه من ١٤,٦ إلى ١٢,٧ بليون متر م٣ في نهاية الخطة.	في نهاية الخطة (١٤١٥هـ) كان استهلاك القطاع الزراعي حوالي ٢٣,٧ بليون متر مكعب.
السادسة (١٥-١٤٢٠هـ)	(١) محدودية الموارد المائية. (٢) عدم إصدار الخطة الوطنية للمياه. (٣) عدم الإنتهاء من استكمال المسوحات الهيدرولوجية. (٤) ارتفاع الحيازات الزراعية إلى ٣,٩ مليون هكتار في ١٤١٥هـ.	(١) لا زالت الخطة في أشهرها الأولى. (٢) لم تصدر إلى الآن الخطة الوطنية للمياه. (٣) لم يُعلَن عن أية مسوحات جيولوجية جديدة. (٤) لا زالت وزارة الزراعة والمياه تُصلِح تصاريح مشاريع أعلاف.

المصدر: وزارة التخطيط: خطط التنمية الخمسية (الأولى – السادسة، ١٩٧٠-٢٠٠٠م)، الرياض، المملكة العربية السعودية.

الأمن المائي: إمكانية التحقيق

مما تقدم ومن الأرقام التي تم حسابها (جدول ٢) يتضح أنَّ وضع المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية حرج ويحتم ضرورة الخروج باستراتيجية أو خطة وطنية للمياه تحافظ على هذه الثروة الثمينة النادرة وغير المتجددة.

لذلك فإن التحدي الحقيقي بجانب تنمية مصادر المياه المختلفة هو المحافظة على كميتها المتبقية ونوعيتها في المستقبل من خلال الاقتراحات التالية:

(١) إنشاء وزارة للمياه مستقلة أو مجلس أعلى أو هيئة ملكية للمياه لها السلطة المطلقة في وضع وتطبيق خطة للمحافظة على المياه في المملكة.

(٢) سرعة عمل مسح جيولوجي دقيق لتقدير الاحتياطيات المائية الجوفية الحقيقية الممكن استخراجها اقتصادياً.

(٣) تخفيض ما يستهلكه القطاع الزراعي من المخزون المائي الاستراتيجي عن طريق تقليص المساحة المزروعة في المناطق المختلفة التي تضخ منها المياه من التكوينات الرئيسية.

(٤) منع تصدير المنتجات الزراعية المستهلكة للمياه خاصة الأعلاف والألبان.

(٥) عدم حماية أو تشجيع زراعة المنتجات الزراعية كثيرة الاستهلاك للمياه (محاصيل الحبوب) التي يمكن استيرادها من السوق العالمي، كذلك وقف جميع التصاريح الجديدة لمشاريع الأعلاف وكذلك وقف جميع أنواع الدعم والتشجيع والقروض لمشاريع الأعلاف القائمة حالياً.

(٦) يجب تحديث المعلومات الخاصة بموارد المياه والاستهلاك منها والطلب المتوقع عليها بصفة دورية ومن واقع مسوحات جيولوجية حقلية، وكذلك ضرورة دعم وتشجيع إجراء الدراسات والأبحاث عن المياه.

(٧) استخدام الآلية السعرية لمنع الإسراف والهدر في استخدام المياه ليس للأغراض البلدية والصناعية كما هو مطبق حالياً فحسب، بل في الأغراض الزراعية عن طريق تركيب عدادات مياه على الآبار المحفورة على التكوينات الجيولوجية الرئيسية التي تحتوي على مياه غير متجددة.

(٨) زيادة كميات مياه الصرف الصحي المعالجة والمستخدمه حالياً على نطاق ضيق في الزراعة، حيث يتم حالياً تنقية كمية بسيطة جداً لا تتجاوز ٥٦ مليون متر مكعب سنوياً (١٤١٤هـ).

(٩) ضرورة إلزام المزارعين باستخدام أنظمة الري بالتنقيط كلما أمكن ذلك بشكل مكثف.

دور البحث العلمي في تنمية الموارد المائية في المملكة العربية السعودية

أحمد محمد العبدالقادر، عبد الرحمن إبراهيم العبدالعال، علي عبداللطيف شمام

دور البحث العلمي في
تنمية الموارد المائية في المملكة العربية السعودية

أحمد محمد العبدالقادر ، عبدالرحمن أبراهيم العبدالعالي ، علي عبداللطيف شمام
الإدارة العامة لبرامج المنح–مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢

الخلاصة

تعد المياه في مناخ صحراوي جاف مثل المملكة العربية السعودية من أكثر الموارد الطبيعية أهمية وذلك لندرتها سواء من حيث الكمية أو النوعية . وقد أدركت المملكة هذه الحقيقة كون أن توفر المياه يُعد عاملاً مهماً وحيوياً لخطط التنمية الأمر الذي يتطلب العمل على استغلال المصادر المائية المتوفرة بشكل أمثل. و يعتبر البحث العلمي الموجه لمعالجة قضايا التنمية في قطاعات المملكة المختلفة ركيزة أساسية لنجاح خطط التنمية الشاملة و جزءًا لا يتجزأ من التخطيط الشامل لأي من تلك القطاعات، الأمر الذي جعل هناك قناعة تامة بأهمية الدور الذي يلعبه البحث العلمي لخدمة القضايا التنموية المختلفة في المملكة. وقد تركز دور البحث العلمي في المملكة لمناقشة القضايا ذات الطبيعة المميزة و في مقدمتها المصادر المائية و سبل تنميتها. و تهدف هذه الورقة إلى إلقاء الضوء على دور البحث العلمي في تنمية الموارد المائية في المملكة من خلال استعراض ما تم إنجازه من أبحاث مدعمة من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية في هذا الخصوص مع تقديم لمقترحات الأولويات في مجال الدراسات المائية.

المقدمة

لقد أدى التطور الاقتصادي والاجتماعي الذي شهدته المملكة في العقدين الماضيين وما صاحبهما من أرتفاع مستويات المعيشة والدخول الفردية والتوسع الزراعي إلى ازدياد الطلب على المياه بشكل كبير و ملحوظ وأصبح الطلب على المياه يفوق كثيراً الاستعاضة الطبيعية. وتشير الإحصاءات إلى أن القطاع الزراعي هو المستهلك الرئيس للمياه في المملكة، حيث يستهلك ما يقارب ٨٠٪ - ٩٠٪ من الاستهلاك السنوي العام للمملكة، تمثل المياه الجوفية النصيب الأكبر منها (خطة التنمية الخامسة، ١٩٩٠). و بمقارنة الاستهلاك السنوي للمياه في القطاعات المختلفة بالمملكة خاصة القطاع الزراعي مع نظيره في الجزيرة العربية، فإننا نجد أن المملكة تستهلك سنويا ما يعادل ٧٢٪ من مجموع الاستهلاك السنوي للمياه في دول الجزيرة العربية. ففي عام ١٩٩٠، قدر الاستهلاك السنوي للمياه في المملكة بحوالي ١٦٣ بليون متر مكعب مقارنة بحوالي ٢٢٥ بليون متر مكعب استهلكت خلال نفس الفترة في الجزيرة العربية (عبدالرزاق، ١٩٩٥؛ خطة التنمية الخامسة، ١٩٩٠).

و قد أدى النمو السكاني الكبير في المملكة وما صاحبه من تغيير في التوزيع السكاني الناتج من استقرار سكان البادية في الهجر والمدن إلى ازدياد الطلب على المياه، حيث ازداد عدد سكان المملكة من ٧ مليون نسمة عام ١٣٩٥ هـ إلى ما يقارب ١٦ مليون نسمة عام ١٤١٠ هـ بمعدل نمو يبلغ ٥,٣٪ سنوياً . وإذا ما استمر هذا النمو على نفس الوتيرة فان عدد سكان المملكة سيصل إلى حوالي ٤٢ مليون في عام ١٤٤٠ هـ

(Urban and Nightigale, 1993). وقد أدت الزيادة السكانية وما صاحبها من توسع في المدن إلى ازدياد الاستهلاك الفردي من المياه، حيث يبلغ المتوسط اليومي لاستعمال الفرد من المياه في مدينة الرياض على سبيل المثال حوالي ٤٠٠ لتر. ومع ازدياد الاستهلاك الفردي للمياه ازدادت المخلفات البلدية السائلة (مياه الصرف الصحي).

ونتيجة لهذا الاستهلاك المتزايد على المياه خاصة الجوفية منها وعدم توفر تغذية طبيعية كافية فإن الحاجة قد أصبحت ملحة لاتخاذ إجراءات عاجلة من شأنها ترشيد الاستهلاك وتنمية مصادر المياه المختلفة والبحث عن وسائل للاستغلال الأمثل لهذا المصدر الحيوي الهام.

ولمواجهة الطلب المتزايد على المياه بمختلف القطاعات ، فقد ظهرت الحاجة إلى تنويع مصادر المياه وعدم التركيز على مصادر المياه الجوفية (متجددة وغير المتجددة) والسطحية والتي تعتبر قليلة نسبياً. لذا فقد تبنت المملكة فكرة استيراد تقنيات المياه الحديثة والمتمثلة في تقنيات تحلية مياه البحر وتنقية المياه الجوفية و معالجة مياه الصرف الصحي والزراعي.

إن الوضع المائي في المملكة يعتبر وضعاً مميزاً وحرجاً ويتطلب موازنة دقيقة وذلك نظراً لطبيعة المصادر المائية المتوفرة و المحدودة. فالمياه الجوفية والتي تعد المصدر الرئيس في المملكة تعتبر في غالبها مصادر غير قابلة للتجديد و محتملة النضوب. و رغم أهمية المياه الجوفية في المملكة إلا أنه لا توجد دراسات مؤكدة تقدر المخزون المائي في الطبقات الحاملة للمياه و كذلك مقدار الإستعاضه الطبيعية السنوية لتلك الطبقات. ففي دراسة لعبدالرزاق و خان (١٩٩٠) قدرت كمية المياه الجوفية المؤكدة بحوالي ٢٥٤ مليار متر مكعب، في حين أشارت خطة التنمية الرابعة (١٩٨٥) إلى أن كمية المياه الجوفية المؤكدة تقدر بحوالي ٣٣٧ مليار متر مكعب.

و المياه السطحية والتي تعتبر المصدر المائي الثاني في المملكة تعتمد على مياه الأمطار القليلة نسبياً، حيث تقدر كمية المياه السطحية السنوية بحوالي ٩٠٠ مليون متر مكعب (باحنشل، ١٩٨٩ ؛ البراهيم، ١٩٩٠). و مياه البحر المحلاة و المياه الجوفية المنقاة والمياه المعالجة بعد الاستخدام يعتبران مصادر ذو تكلفة اقتصادية عالية . و يوجد في المملكة حالياً ٢٣ محطة لتحلية المياه المالحة منها ١٩ محطة على ساحل البحر الأحمر و ٤ محطات على ساحل الخليج العربي. وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه المحطات حوالي ٧١٥ مليون متر مكعب سنويا أو ما يعادل ٢٤,٤٪ من الإنتاج العالمي للمياه المحلاة (التقرير السنوي للتحلية، ١٤١٤-١٤١٥). كما يوجد ما يقارب ٧٦٠ محطة لتنقية المياه الجوفية في المملكة تبلغ الطاقة الإنتاجية اليومية لكل منها أكثر من ١٠٠ متر مكعب (Wangnick, 1992). أما فيما يتعلق بمياه الصرف المعالجة ، فإن كميتها تقدر بحوالي ٢١٧ مليون متر مكعب سنويا (عبدالرزاق، ١٩٩٥).

ومن الأسباب التي دعت إلى زيادة استهلاك المياه في المملكة اعتباره سلعة حرة غير اقتصادية، حيث يلاحظ أن المياه المستخدمة في القطاع الزراعي إما أن تكون مجانية كما هو الحال في مشروع الصرف و الري بالأحساء أو من أبار خاصة بالمزارعين، مما يفقد الحافز لاستخدام المياه أو المحافظة عليها. وعلى مستوى الاستهلاك المنزلي فإن انخفاض قيمة المياه التي توفرها الدولة بسعر زهيد يصل إلى ٣٠ هللة/م^3 للشريحة الأولى و التي تغطي غالبية المنازل في المدن، قد افقدها الحافز على الترشيد في استهلاك الثروة المائية (البراهيم، ١٩٩٠). كما أن وجود عدة جهات حكومية مسئولة عن قطاع المياه (وزارة الزراعة و المياه، المؤسسة العامة لتحليه المياه، وزارة الشئون البلدية و القروية، مصالح المياه، ...) قد يسبب الازدواجية في تنظيم و إدارة ترشيد استهلاك المياه.

الأبحاث ذات العلاقة بتخطيط و تنمية الموارد المائية في المملكة

نظرا لما يلعبه البحث العلمي من دور فاعل للمساهمة في دفع عجلتي النمو والتطور الاقتصادي و الصناعي و الاجتماعي و ما يقدمه من حلول لمشاكل تنموية و ما يفتحه من أفاق المعرفة في العلوم المختلفة، فقد ركزت الخطط التنموية الخمسية للمملكة على أهمية الدور الذي يمكن أن يؤديه البحث العلمي الموجه لتحقيق أهداف التنمية الشاملة لجميع القطاعات و في مقدمتها قطاع المياه.

و لقد اضطلعت جهات عديدة في المملكة بدور أساس في دعم و تنفيذ الدراسات و الأبحاث ذات العلاقة بالمياه و التي يمكن تصنيفها إلى نوعين: النوع الأول يتم من خلال الجهات المسئولة عن إدارة وتأمين وتنمية مصادر المياه وهذه الدراسات تعتبر جزءاً من نشاطاتها الضرورية لتحقيق المهام المناطة بها، والنوع الثاني من الأبحاث يتم من قبل الجهات البحثية كالجامعات والمؤسسات الممولة للبحوث.

وفي العادة تستعين الجهات المسئولة عن قطاع المياه بشركات استشارية لإجراء الدراسات إضافة إلى قيام منسوبيها ببعض منها. ومن تلك الجهات وزارة الزراعة والمياه، وزارة الشؤون البلدية والقروية ، وزارة البترول والثروة المعدنية، المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، الشركات الزراعية، إضافة إلى جهات حكومية أخرى. فبالنسبة لوزارة الزراعة والمياه، فإن الدراسات التي تتم عن طريقها سواء من خلال الشركات الاستشارية أو منسوبي الوزارة فهي تهدف في معظمها إلى الحصول على بيانات أساسية عن المياه و نمذجتها والتعرف على الخصائص الهيدرولوجية والكيميائية للطبقات الحاملة للمياه. ومن ذلك يتم تحديد الاستخدامات المختلفة للمياه في المملكة سواءً في الزراعة أو الشرب. كما أن الوزارة تقوم بإمداد جهات مختلفة بالمعلومات والبيانات المتعلقة بالمياه الجوفية.

أما الدراسات التي تتم عن طريق وزارة الشؤون البلدية و القروية فتقتصر في معظمها على مياه الشرب والصرف الصحي وتتم في الغالب عن طريق المكاتب الاستشارية. وتقوم وزارة البترول والثروة المعدنية بإجراء الدراسات لأغراض التعدين وذلك بالتعرف على خصائص بعض الطبقات لمعرفة إمكانية استعمال مياهها في التعدين. كما أن شركة أرامكو تجري دراسات لأغراض مختلفة خاصة تلك التي تتعلق بحفر آبار لمواقع الاستكشاف. وبالنسبة للشركات الزراعية فإن معظم الدراسات تتم بغرض جمع البيانات لأغراض النمذجة من أجل الاستخدام الأمثل للموارد المائية التي تخدم الأغراض الإنتاجية وتستعين في ذلك بالشركات الاستشارية. كما قامت المؤسسة العامة لتحلية المياه بإنشاء مركز أبحاث يهدف لوضع الخطط و أجراء الدراسات في المجالات المختلفة كصناعة تحلية المياه المالحة و تطويرها، إجراء التحاليل المختلفة على مياه البحر و المياه العذبة المنتجة للتأكد من خلوها من الملوثات الضارة، إضافة إلى أجراء التحاليل للكشف عن التلوث البكتيري و الأحياء البحرية الدقيقة.

وفي الجامعات يتم إجراء الدراسات من قبل أعضاء هيئة التدريس والباحثين في الكليات والمراكز البحثية وكذلك من خلال طلبة الدراسات العليا. وهذه الدراسات تتم أما بتمويل من الجهة نفسها أو عن طريق تمويل خارجي من الجهات المعنية بالمياه أو جهات بحثية ممولة للبحوث. وتعتبر مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الممول الرئيسي للبحوث في المملكة في شتى المجالات بما في ذلك قطاع المياه.

و قد أولت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية الدراسات المائية عناية خاصة نظرا لما تمثله المياه من أهمية للمملكة، فأخذت على عاتقها مهمة دعم و تشجيع الدراسات التي تعنى بتنمية و تخطيط الموارد المائية

بالمملكة و ذلك من خلال ما تقدمه من دعم للبحوث في أربعة برامج للمنح: برنامج منح الأبحاث السنوية، برنامج منح الأبحاث الوطنية، برنامج أبحاث طلبة الدراسات العليا، و برنامج المنح الصغيرة.

فمن خلال برنامج منح الأبحاث السنوية تقوم المدينة بتحديد أولويات بحثية بالتنسيق مع الجهات الحكومية المختلفة و من خلال توصيات الندوات والمؤتمرات وتوصيات اللجان الفنية التي تشكل عادة لدراسة موضوع معين و ذلك بهدف المساهمة في إيجاد حلول لبعض المعوقات والمشكلات التي تواجه خطط التنمية في القطاعات المختلفة. و من خلال برنامج منح الأبحاث الوطنية تقوم المدينة بدعم و تنفيذ الأبحاث ذات الطابع الوطني التي تتطلب مشاركة عدة جهات في التمويل والتنفيذ. و يهدف برنامج أبحاث طلبة الدراسات العليا إلى تشجيع وتطوير القدرات البحثية لدى طلاب الدراسات العليا في جامعات المملكة والعمل على توجيه الأبحاث لإيجاد حلول في المواضيع التي ترغب المدينة أو الجهات الحكومية في دراستها، كما يهدف برنامج المنح الصغيرة إلى دعم الأبحاث التي لا ترقى بحجمها إلى المنح السنوية والتي تعالج مواضيع ذات أهداف محددة خلال فترة وجيزة (سنة واحدة) و بميزانية محدودة تخصص لتوفير المتطلبات التي قد لا تكون متوفرة للباحثين في الجامعات وغيرها.

و قد تم دعم ٣٥٨ بحثاً خلال برنامج المنح السنوي في المجالات العلمية المختلفة بتكلفة تقدر بحوالي ٣١٣ مليون ريال كما تم دعم ٧٥ بحثاً خلال برنامج المنح الوطنية بتكلفة تقدر بحوالي ١٠١ مليون ريال، كما تم دعم ٦٥ بحثاً من خلال برنامج المنح الصغيرة الأول وكذلك ٧٠ بحثاً ضمن برنامج منح طلبة الدراسات العليا. و تتضمن الدراسات التي دعمتها المدينة منذ إنشائها في المياه المجالات التالية:-

١) المياه الجوفية.
٢) تحلية المياه.
٣) المياه السطحية.
٤) المياه الزراعية.
٥) معالجة مياه الصرف.
٦) نوعية مياه الشرب.

و يوضح جدول رقم (١) توزيع الدراسات المائية المدعمة من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية من خلال برنامج المنح السنوي و المنح الصغيرة حتى عام ١٤١٦ هـ وفقا لطبيعة المصادر المائية و استخداماتها، عدد الدراسات، وتكاليف تنفيذها. حيث بلغ عدد الدراسات المدعمة ٤٩ دراسة بتكلفه إجمالية تقدر بحوالي ٣٢,٦٢ مليون ريال. و قد حظيت الدراسات المتعلقة بدراسة المياه الجوفية بأكبر دعمٍ مالي و عددٍ للأبحاث المدعمة. و فيما يلي استعراض لأهم الدراسات البحثية المدعمة في مجال المياه.

المياه الجوفية

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراسة مصادر المياه الجوفية عشرة أبحاث بتكلفة إجمالية تقدر بحوالي (٧,٩٥) مليون ريال. و قد تناولت هذه الأبحاث دراسة طرق التنمية المثلى لبعض طبقات المياه الجوفية في المملكة و طرق الإستعاضه الطبيعية لتلك الطبقات. و هذه الدراسات على النحو التالي:-

جدول (١)

توزيع الدراسات المائية المدعمة من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم حتى عام ١٤١٦ هـ

مجال الدراسة	عدد الدراسات	التكلفه بملايين الريالات
المياه الجوفية	١٠	٧,٩٥
تقنية تحلية المياه	١٠	٣,٥٣
المياه السطحية	٩	٦,٥٩
المياه الزراعية	٩	٦,٢٨
معالجة مياه الصرف	٧	٤,٧٩
نوعية مياه الشرب	٤	٣,٤٨
المجموع	**٤٩**	**٣٢,٦٢**

١- دراسة عن المياه الجوفية وادي نعمان - مكة المكرمة باستخدام مقتفيات الأثر المشعة .

٢- التنمية المثلى لمكمن الدمام للمياه الجوفية بالمنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية .

٣- الاستراتيجيات البديلة لتطوير مصادر المياه.

٤- تقييم الاستعاضة الطبيعية للمياه الجوفيـــة.

٥- دراسة الطبقات والبيئة الرسوبية لمتكون الخف (الجنوبي) في المملكة العربية السعودية .

٦- التغذية الطبيعية لطبقات المياه الجوفية في مناطق الكثبان الرملية.

٧- تراكيز النترات في المياه الجوفية وطرق إزالتها في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية.

٨- تغذية المياه الجوفية في المملكة باستخدام مياه الصرف الصحي.

٩- دراسة الخواص الجيوفيزيائية و الهيدروجيولوجية لشمال غرب المدينة المنورة.

١٠- دراسة مشكلة ازدياد ملوحة مياه آبار منطقة القصـــيم.

تقنية تحلية المياه

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراسة ما يتعلق بتقنية تحليه المياه عشرة أبحاث بتكلفة إجمالية تقدر بحوالي (٣,٥٣) مليون ريال. و قد تناولت هذه الأبحاث دراسة الطرق المستخدمة لتحليه المياه في المملكة و إمكانية تطويرها. و هذه الدراسات على النحو التالي:-

١- دراسة لمعرفة مستوى أداء الطرق المختلفة لتحلية المياه في المملكة العربية السعودية .

٢- تصميم واختبار جهاز لتحلية المياه متعدد المراحل يعمل بخاصة الانتشار.

٣- تأثير زيادة كفاءة التكثيف على أداء وحدات التحلية الوميضية متعددة المراحـــل.

٤- قياس التآكل في الأنابيب مع استمرار محطة التحلية في عملها.
٥- دراسة التآكل ومقاومته في محطات التحلية.
٦- تحلية المياه بالتناضح العكسي/تقويم كوابح الترسبات وأغشية التناضح العكسي.
٧-دراسة تخطيطية لاستخدام الطاقة النووية لتحلية المياه في المملكة العربية السعودية.
٨-تقييم أداء أغشية التناضح العكسي المقسمة.
٩-دراسة معملية لبعض أنواع الترسبات ذات الأثر السلبي في محطات التحلية.
١٠- دراسات على التحشفات العضوية في مياه البحر المغذية لمحطات التناضح العكسي.

المياه السطحية

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراسة مصادر المياه السطحية تسعة أبحاث بتكلفة إجمالية تقدر بحوالي (٦,٥٩) مليون ريال. و قد تناولت هذه الأبحاث دراسة إمكانية الاستفادة من المياه السطحية (أمطار، سيول، مياه محجوزة خلف السدود المائية) و تنميتها و إعادة استعمالها. هذه الدراسات على النحو التالي:-
١- نموذج للتحكم في مياه السيول في المملكة العربية السعودية .
٢- انتقال الرواسب في وديان المملكة العربية السعودية ، الترسبات خلف سد وادي جـــيزان.
٣- الانهيارات الناجمة عن الفيضانات في وادي الدايله.
٤- حصاد مياه الأمطار من مدن المملكة العربية الســعودية.
٥- دراسة وتحسين فاعلية استغلال المياه المحجوزة بواسطة سدود الاستعاضة في المنطقة الوسطى منَ المملكة.
٦- مصادر المياه في المنطقة الغربية من حيث الموقع و إمكانية إعادة الاستعمال.
٧- نماذج حيومورفولوجية لاستنتاج تصرفات المياه السطحية لمساقط الأمطار ذات فواقد التسرب.
٨- تقويم كميات السيول وأثارها في منطقة جنوب غرب المملكة.
٩-التصرف الهيدروليكي لوادي هدىٰ الشام ووادي عسفان .

المياه الزراعية

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراســة الزراعــة و الميــاه تســعة أبحــاث بتكلفــة إجماليــة تقــدر بحــوالي (٦,٢٨) مليون ريال. و قد تناولت هذه الأبحاث في مجملها دراسة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في بعض مناطق المملكة، إمكانية استعمال المياه شديدة الملوحة في الزراعة، و ترشيد ميــاه الــري. و هــذه الدراســات علــى النحو التالي:-
١- الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية الرئيسية في الظروف المناخية للمنطقة الشرقية .
٢- دراسة بيئية لقناة الصرف الرئيسية والمستنقع بالهفوف و إمكان استخدام المياه في تربية الأسماك.
٣- استعمال المياه شديدة الملوحة في الزراعة في البيئة القاحلة.
٤- استخدام مياه الصرف في التربية المكثفة لأسماك البلطي.

٥- الاحتياجات المائية لمحصول القمح في الظروف المناخية المختلفة .

٦- ترشيد مياه الري باستخدام الجدولة الآلية المعتمدة على أجهزة استشعار الرطوبة في التربة.

٧-دراسة تأثير استخدام مياه الصرف المالحة على محاصيل الشعير والفول البلدي وفول الصويا والبرسيم وخواص التربة باستخدام نظامي الري بالرش والغمر.

٨-تخفيف تأثير الملوحة ودور الغشاء الخلوي في مقاومة النباتات للملوحة.

٩-تقييم أداء نظام الري بالرش.

معالجة مياه الصرف

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراسة ما يتعلق بمعالجة مياه الصرف سبعة أبحاث بتكلفة إجمالية تقدر بحوالي (٤,٧٩) مليون ريال. و قد تناولت هذه الأبحاث دراسة الطرق المختلفة لمعالجة المياه و إمكانية إعادة استخدامها. و هذه الدراسات على النحو التالي:-

١- تكثيف معالجة مياه الصرف الصحي لإعادة استخدامها.

٢- استخدام الأوزون و الحديدات لإعادة استعمال مياه الصرف بالمملكة العربية السعودية.

٣- أبحاث في طرق الري بمياه المجاري و إمكانية إعادة استعمال مياه الصرف.

٤- إمكانية إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الري وأثارها الضارة على النبات والحيوان و الإنسان.

٥- تقويم كفاءة محطات الصرف الصحي فنياً واقتصادياً وتطوير أدائها لتلائم أحواء المملكة.

٦- تقويم التأثير البيئي لمشاريع الصرف الصحي بمدينة جدة.

٧- اكتشاف و إحصاء الفيروسات المعوية في مياه المجاري المعالجة ثانوياً وذلك باستخدام المرشحات الرملية البطيئة للتخلص من الفيروسات.

نوعية مياه الشرب

بلغ عدد الأبحاث التي دعمتها المدينة لدراسة مياه الشرب أربعة أبحاث بتكلفة إجمالية تقدر بحوالي (٣,٤٨) مليون ريال على النحو التالي:-

١- العلاقة بين المحتوى الكيميائي والميكروبي في مياه الشرب وبين المشكلات الصحية المحلية في المنطقة الشرقية.

٢- الوقاية من مرض تسوس الأسنان من خلال فلورة مياه الشرب بالمملكة العربية السعودية.

٣- نواتج كلورة مياه الشرب في المملكة العربية السعودية.

٤- تقييم أداء محطات تنقية مياه الشرب في مدينة الرياض ودراسة بدائل المعالجة الكيميائية.

الخلاصة والمقترحات

رغم قيام العديد من الجهات في المملكة بدعم و تشجيع و تنفيذ العديد من الأبحاث التي تتناول الجوانب المختلفة للمياه، إلا انه لم يزل هناك العديد من الجوانب التي لم تطرق بعد. نذكر منها على سبيل المثال تقدير المخزون المائي للمملكة في الطبقات الحاملة للمياه وما يرتبط بتلك الطبقات من خصائص هيدرولوجيه، و تطوير تقنيات المياه الحديثة (تحلية، تنقيه المياه الجوفية، معالجه) و جعلها أكثر ملائمةً لظروف المملكة المناخية و استغلالاً للموارد المحلية. كما ينبغي ألا يقتصر دور تلك الجهات البحثية على تنفيذ الأبحاث العلمية بل يجب أن يتعداه إلى تطبيق نتائج تلك الأبحاث و إفادة المجتمع، الأمر الذي يتطلب تضافر الجهود بين تلك الجهات البحثية مع بعضها ومع أجهزة الدولة المعنية بشكلٍ لا يحدث ازدواجية في العمل و يساعد على الإفادة من النتائج. إن القيام بدراسة الجوانب المختلفة لمصادر المياه في المملكة بأنواعها المختلفة يتطلب عملٍ دءوبٍ و تعاونٍ مثمرٍ بين الجهات البحثية و التنفيذية في المملكة من أجل الخروج بتصور شامل عن الوضع المائي في المملكة و الطرق الكفيلة للمحافظة عليه. و أخيراً، فإنه لابد من وضع خطة لأولويات بحثية يقترح التركيز فيها على دعم الأبحاث في المجالات التالية:-

١- سبل إدارة وتخطيط المصادر المائية بالمملكة و سبل ترشيدها.

٢- تقدير الاحتياجات المائية الحالية والمستقبلية للقطاعات المختلفة .

٣- تطوير المصادر البديلة للمياه في المملكة وجدواها فنياً واقتصاديا.

٤- تقنيات إعذاب المياه و تطويرها محلياً.

٥- دراسة و تقييم محطات تنقية مياه الشرب ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي ومدى ملائمة العمليات المستخدمة لظروف المملكة وتقييم للبدائل .

٦- تقييم شبكات توزيع مياه الشرب وشبكات تجميع مياه الصرف الصحي ومدى تأثير الظروف المحيطة بها ونوعية المواد المستخدمة على جودة مياه تلك الشبكات .

٧- المواصفات الخاصة بنوعية المياه للأغراض المختلفة .

٨- التأثيرات البيئية لمشاريع المياه وكذلك تأثير الملوثات على الصحة.

٩- تقييم لإمكانية إعادة استعمال مياه الصرف المعالجة للأغراض المختلفة مع دراسة الأضرار البيئية و الصحية الناتجة عن استخدامها.

شكر و عرفان

يشكر المؤلفون مدينه الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية على ما قدمته من معلومات و تسهيلات لإنجاز هذه الورقة.

المراجع

- التقرير السنوي للمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، ١٤١٤-١٤١٥.
- خطة التنمية الخامسة (١٤١٠)، وزارة التخطيط و الدخل القومي، المملكة العربية السعودية.
- خطة التنمية الرابعة (١٤٠٥)، وزارة التخطيط و الدخل القومي، المملكة العربية السعودية.
- قائمة الأبحاث المدعمة من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية، الإدارة العامة لبرامج المنح، ١٤١٧.

- Abdulrazzak M and Khan, M. Z. "Domestic Water Conservation Potential Saudi Arabia", Environmental Management. (March/ April 1990): 167-178.

- Abdulrazzak, M. "Water Supply Versus Demand In Countries of Arabian Peninsula", Journal of Water Resources Planning and Management. (May/ June 1995): 227- 232.

- Al-Ibrahim A. A. "Water Use in Saudi Arabia: Problems and Policy Implications,". Journal of Water Resources Planning and Management 116(May/ June 1990): 375-388.

- Bahanshal, Osama M. Agricultural and Water Resources in the Kingdom of Saudi Arabia. Agricultural Research Center, king Saud University, Saudi Arabia, 1989.

- Urban , D., and Nightigale, R. "World Population by Country and Region, 1950-90 and Projections to 2050", Washington, D.C.: USDA 1993.

- Wangnick, C. K., "1992 IDA Desalinating Inventory." , Report NO.12, International Desalination Association, April 1992.

برنامج ترشيد استهلاك المياه بمدينة الرياض

م / خالد بن عبدالله البواردي ، م/ رائد بن عبدالحميد البريكان، م / عبدالله عبدالرحمن السعيدي

برنامج ترشيد استهلاك المياه بمدينة الرياض

م/ خـــــالد بن عبدالله البواردي — مدير عام مصلحـة الـمياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض
م/ رائـــد بن عبدالحـميد البريكان — مســاعد مدير برنامج المياه لشـئون الشـــبكة بالمصلحـــة
م/ عبدالله عبدالرحـــمن السـعيدي — رئيس قســـم الترشـــيد والتسـربات ببرنامج المياه بالمصلحة
ص.ب ٢٤٦٤ الرمز البريدي ١١٤٥١ الرياض - المملكة العربية السعودية
هاتف ٤٩٣٦٦٢٢ - فاكس ٤٩٣٠٦٢٧

ملخص البحث :

تبرز أهمية ترشيد استهلاك المياه كأحد الحلول الاقتصادية الفعالة المساهمة في الحد من الطلب المتزايد على الميـاه في ظـل ندرة أو محدودية الموارد المائية . كما تزداد الحاجة للترشيد المائي لحفظ التوازن البيئي الطبيعي .

لقد مرت مدينة الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية كغيرها من العواصم والمدن الخليجية لسلسلة من مراحل النمـو السكاني والعمراني السريع خلال السنوات القليلة الماضية وقد صاحب ذلـك ارتفـاع مسـتويات المعيشـة والدخـول الفرديـة للسكان وتبع ذلك ازدياد الطلب على المياه . ولعل في قراءة لإحصائية مبسطة عن الزيادة في استهلاك المياه الصالحة للشرب مؤشر واضح عن هذا النمو ، حيث لم يتجاوز استهلاك مدينة الرياض من المياه الصالحة للشـرب عـام ١٣٩٢ هـ (١٩٧٢م) عن مائة الف متر مكعب يومياً وكان طول الشبكة (٥٢٦) كم وعـدد توصيلاتهـا (٤٧١٦) توصيلـة في حـين زاد اسـتهلاك المياه عن مليون وثلاثمائة ألف متر مكعب يومياً في عـام ١٤١٦ هـ (١٩٩٥م) وزاد طـول الشـبكة الى (٩١٨٩) كـم وعـدد توصيلاتها الى (٢١٩٠٣٧) توصيلة . وان ادراك مصلحة المياه والصرف الصحي لهـذا الامـر حتـم التخطيـط ومـن ثـم البـدء الفعلي لتنفيذ برنامج لترشيد استهلاك المياه مع أواخر عام ١٤٠٩ هـ أي مطلع العام ١٩٩٠م .

وتتناول ورقة العمل ملخصاً للبرنامج الذي قامت المصلحة بتطبيقه لترشـيد اسـتهلاك الميـاه في مدينـة الريـاض وقـد بـني البرنامج في خططه على جانبين هما الجانب الفني والجانب الإعلامي .

مقدمة :

تستمد مدينة الرياض مياهها من مصدرين الأول مياه البحر المحلاة من محطة تحلية المياه المحلاة بمدينة الجبيل على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية بطاقة انتاجيه قدرتها (٨٣٠,٠٠٠) م٣/يوم وينقل من خلال انبوبين قطر كل منهما (١٥٠٠) ملم مسافة تزيد عن(٤٦٠) كم عن مدينة الرياض ، واما المصدر الثاني من مياه آبار مدينة الرياض بعد تنقيتها بواسطة ثمان محطات تنقية بطاقة إنتاجيه قدرها (٥٠٠,٠٠) م٣/يوم .ويعمل هذين المصدرين ومنذ عام ١٤١٢هـ (١٩٩٢م) بطاقتهما القصوى خلال أشهر الصيف.

وتعتبر شبكة مياه الرياض من الشبكات الحديثة نسبياً حيث بدأ بتنفيذها مع بداية السبعينيات الميلادية وتتراوح أقطارها مابين (١٩) ملم للتوصيلة المنزلية و(٢٠٠٠) ملم لخطوط النقل والتوزيع الرئيسية مصنعه من مواد مختلفة ، فشبكة التوزيع الثانويه للأقطار من (١٩-٢٠٠) ملم مصنعة من المواسير البلاستيكية (U.P.V.C) (HDPE) أما شبكة المياه الرئيسية ذات الأقطار (٣٠٠) ملم فاكثر فهي من مواد الحديد الزهر والحديد اللين والاستيبيوس الإسمنتي والخرساني المسلح .

الجانب الفني لبرنامج ترشيد الاستهلاك :

يغطي هذا الجانب جميع الإجراءات الفنية والهندسية التي قامت المصلحه بتنفيذها و تدخل ضمن مفهوم الترشيد وبهذا الصدد تم تطبيق مايلي :

أولا- الكشف عن التسربات غير الظاهرة من شبكة المياه العامة :

تكاد لا تخلو أي شبكة من شبكات المياه بالمدن الرئيسية من تسربات ظاهرة أو غير ظاهرة وتتفاوت النسب العامة للتسرب مابين (١٠٪) الى (٣٠٪) وقد تزيد في الحالات الشديدة عن (٥٠٪) . ان إرتفاع نسبة التسربات لها آثارها السلبية اقتصادياً وبيئياً حيث أن كمية المياه التي تتسرب من شبكة المياه يتعين تعويضها وبنفس النسبة من خلال زيادة ضخ المياه لهذه الشبكة من مصادر إنتاج المياه المختلفة إضافة لما تسببه هذه المياه المتسربة من مشاكل بيئية وصحية تتمثل في إرتفاع منسوب المياه الجوفية وآثارها على تشقق المباني وهبوطات في طبقات الإسفلت في الطرق العامة وتكون البرك والمستنقعات والطفح. وتعتبر السيطرة على التسربات من شبكة المياه من أهم العوامل المؤثرة في عملية ترشيد الاستهلاك وذات مردود إيجابي مباشر . ومن خلال الدراسات الميدانيه التي أجريت على شبكة المياه بمدينة الرياض في أواخر عام ١٤٠٩ هـ (١٩٩٠م) فقد قدرت نسبة التسربات بـ (١٧٪) .

إن إرتفاع تكلفة إنتاج ونقل المياه لمدينة الرياض إضافة إلى محدودية المصادر المغذية للمدينة جعل من عملية تخفيض نسبة التسربات أمراً ملحاً من جميع النواحي سواء الاقتصادية والبيئية والاستراتيجية. ومن هذا المنطلق فقد قامت مصلحة المياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض ومنذ سنوات بالتخطيط للقيام ببرنامج شامل للكشف والسيطرة على التسربات من شبكه المياه العامة وتم تجهيز مايحتاجه هذا البرنامج من طاقات بشرية ومعدات وأجهزة ومباني وبدأ العمل بهذا البرنامج مع مطلع عام ١٤٠٩ هـ (١٩٨٩م). ويمكن تلخيص عملية الكشف عن التسربات غير الظاهرة بالمراحل التسلسلية التالية :

١- المرحلة الأولى : وفيها يتم مسح شامل لخطوط الشبكة للتأكد من سلامة صمامات العزل وحنفيات العدادات ووجودها جميعاً ظاهرة واصلاح المتعطل منها وكذلك مطابقة المخططات التنفيذية لخطوط الشبكة مع الوضع

ميدانياً وبهذا الصدد قامت المصلحة باستحداث نظام رقمي للخرائط يتميز بسهولة الاستعمال وتعدد مقاييس الرسم وشمل هذا النظام الإدخال الرقمي للمخططات الأرضية لطرق وشوارع المدينة طبقاً للواقع على الحاسب الآلي ومن ثم إسقاط خطوط شبكة المياه عليها ليتم على ضوءه إعداد الخرائط وتحديثها وتعديلها حسب الطبيعة وإدخال جميع المعلومات غير البيانية المتعلقة بالشبكة وملحقاتها وبيانات الإنكسارات وإعداد التقارير وعرضها بأشكال مختلفة وبسرعة فائقة تساعد على تقييم العمل ودعم إتخاذ القرار . وقد تم إنهاء إدخال جميع خطوط الشبكة بالحاسب الآلي.

٢- المرحلة الثانيه : يتم فيها اختبار سلامة الخطوط عن طريق عزل الخط عن الشبكة بإغلاق صمامات العزل والعدادات التي تتغذى منه وضغط الخط من خلال احد التوصيلات بواسطة جهاز ضغط هيدروستاتيكي ومراقبة ثبات الضغط ويعتبر الخط فاشل في حالة انخفاض الضغط بالخط المختبر عن ضغط الإختبار وفق معايير محددة.

٣- المرحلة الثالثة : يتم فيها تحديد موقع التسربات في الخطوط الفاشلة وتستعمل أجهزة التسمع الصوتي الحساسة لهذا الغرض التي تعتمد على خاصية التقاط صوت خروج المياه المضخم من موقع التسرب وقد يستدعي الوضع احياناً إجراء هذه العملية في ساعات متأخرة ليلاً لتجنب الضوضاء الذي تؤثر على دقة التحديد .

٤- المرحلة الرابعة : الحفر على موقع التسرب المحدد واصلاحه ومن ثم إعادة إجراء المرحلة الثانية للتأكد من عدم وجود تسربات أخرى .

لقد أنجز ومنذ عام ١٤٠٩هـ (١٩٨٩م) مسح لشبكة المياه للكشف على التسربات ثمان مرات كانت الأولى منها شاملة لجميع خطوط الشبكة واستغرق العمل فيها مايقارب السنتين جرى بعدها تقييم التسربات بالشبكه حيث لوحظ تركز الإنكسارات في اجزاء معينة من الشبكة وبشكل رئيسي في احياء وسط المدينة القديمة وقد تم التركيز في المسوحات اللاحقة على هذه الأحياء ومنذ بدأ هذا البرنامج وحتى المسح الثامن التي يعمل حالياً به تم فحص (١٦٦٤٩١) خط من خطوط الشبكة كان طولها الإجمالي (٢٣٨١٩) كسم حدد عليها (١١٢٣٣) انكساراً غير ظاهر . والجدول رقم (١) يبين تفاصيل ذلك.

ويمكن تلخيص نتائج اعمال الكشف عن التسربات غير الظاهرة من شبكة المياه على النحو التالي :

١- تتركز الإنكسارات في خطوط الشبكة في اجزاء معينة من المدينة وبشكل محدد احياء وسط المدينة والأحياء القديمة ويعزى ذلك الى قدم خطوط الشبكة بها وتآكلها أو سوء تنفيذ بعض الخطوط وتأثير الخدمات الأرضية الأخرى التي لحقت تنفيذ شبكة المياه حيث تسبب ذلك في إزالة طبقات الحماية الرملية عن خطوط المياه أو تعرض خطوط الشبكة للكشف لمدد طويلة أو تمديد هذه الخدمات مباشرة على خطوط المياه ساعد على ذلك ضيق الشوارع مع ضحالة العمق.

٢- تتجاوز الإنكسارات في توصيلات المياه المنزلية نسبة (٧٠٪) من اجمالي عدد الإنكسارات المحددة للخطوط والتوصيلات بينما لاتزيد الإنكسارات في خطوط الشبكة الثانوية ذات الأقطار من (٥٠ - ٢٠٠) ملم عن ما نسبته (٣٠٪) من إجمالي عدد الإنكسارات في الخطوط والتوصيلات.

٣- تكرر ظهور التسربات وزيادتها مع مرور الوقت في بعض خطوط الشبكة على الرغم من تكرار فحص وإصلاح الإنكسارات التي يتم اكتشافها وقد اظهرت الدراسات الفنية التي أجريت عدم جدوى الاستمرار

بإصلاح تلك الخطوط اقتصادياً وبالتالي تقوم المصلحة حالياً باستبدال ماتم حصره من هذه الخطوط والتوصيلات المنزلية وحسب الأولويات .

ثانيا : الكشف عن التسربات من شبكات المباني الخاصه

تقوم المصلحة بمحاسبة المشتركين لقاء استهلاكاتهم من المياه لجميع الفئات بوجب عدادات مركبة خارج حدود الموقع ويجري متابعة هذه العدادات وجلب القراءات واصدار الفواتير آلياً كل ثلاث اشهر وتتم محاسبة المشتركين بنظام الشرائح التصاعدية المرتبطة بمعدل الاستهلاك اليومي وذلك على النحو التالي : :-

الشريحة	الإستهلاك الشهري (م٣)	قيمة المياه لكل م٣ (ريال سعودي)
الأولى	صفر - ٥٠	٠,١٠
الثانية	٥١ - ١٠٠	٠,١٥
الثالثة	١٠١ - ٢٠٠	٢,٠٠
الرابعة	٢٠١ - ٣٠٠	٤,٠٠
الخامسة	مازاد عن السابق	٦,٠٠

وتمثل التسربات في الشبكات الداخلية لمباني المشتركين مصدراً رئيسياً من مصادر التسربات ويتضح هذا من ارتفاع مبالغ فواتير المياه لبعض المشتركين بسبب الارتفاع غير الطبيعي للاستهلاك. وعلى اثر ذلك قامت المصلحة باستحداث برنامج للكشف عن التسربات من شبكات المياه الداخلية للمباني الخاصة بدأ بتطبيقه في عام ١٤١٢هـ (١٩٩٢م) وتم الكشف على (١٥٨٥١) مبنى سكني وجد خلل في (٩٥٣٢) مبنى أي مانسبته (٦٠٪) من اجمالي المباني التي تم الكشف عليها كما يوضح الجدول رقم(٢) والشكل المرفق. ويتم هذا العمل وفق إجراءات يمكن تلخيصها تسلسلها على النحو التالي :

١- المراقبة الآلية لفواتير الاستهلاك المدخلة بالحاسب الآلي وحصر الاستهلاكات المرتفعة آلياً وفق معايير للمقارنه بين الاستهلاك الحالي والسابق للمشترك حددت بتضاعف الاستهلاك ثلاث مرات وتجاوزه معدل (٥) م٣/يوم أو تضاعفه مرتين وتجاوزه معدل (٧,٥) م٣/يوم .

٢- فحص عدادات المشتركين المحجوزه فواتيرهم بورش متخصصة للتأكد من سلامتها ودقتها وفق معايير فنية محددة واستبدال المتعطل منها .

٣- التنسيق مع المشترك للكشف على الشبكة الداخلية لمنزله بعد التأكد من سلامه العداد ويتم ذلك وفق إشعارات تعطى للمشترك للاتصال على القسم المختص لتحديد موعد لذلك .

٤- الكشف على الشبكة الداخلية لمنزل المشترك عن طريق فرق فنية متخصصة لتحديد أسباب إرتفاع الاستهلاك .

٥- تزويد المشترك ببيان عن أنواع الخلل الذي اكتشف وإعطاؤه مهلة زمنية كافية للإصلاح .

٦- معاينة المنزل مرة أخرى بعد الانتهاء من الاصلاح للتأكد من سلامة الاصلاح وسلامة الشبكة تباعاً .

من خلال جمع بعض المعلومات الرئيسية وتحليل النتائج التي استخلصت من تنفيذ هذا البرنامج بعد مرور خمس سنوات من بداية تطبيقه . ويمكن تلخيص أهم الأسباب المؤدية لارتفاع الاستهلاك بالمباني الخاصة على النحو التالي :

١- التسربات غير الظاهرة من التمديدات الداخلية لشبكات المياه ويتركز أغلبها في الأنبوب الذي يصل العداد بخزان المنزل الأرضي أو الانبوب الذي يصل الخزان الارضي بالخزان العلوي للمنزل .

٢- التسربات من الخزان الارضي الخرساني المدفون نتيجة لتصدع جدرانه بسبب سوء التنفيذ .

٣- التسربات من صناديق الطرد .

٤- استخدام مياه الشرب لري الحدائق الداخلية بالمنزل .

٥- استخدام مياه الشرب لغسيل الأفنية والأرضيات والسيارات .

وقد كان لتطبيق هذا البرنامج نتائجه الايجابية الواضحة في عملية ترشيد الاستهلاك والتي تمثلت في :

١- خفض كمية استهلاك المياه ومبالغ الفواتير للمشتركين الذي كانوا يعانون من ارتفاع قيمتها بسبب التسربات .

٢- انهاء كثير من مشاكل ظهور المياه بالأقبية والطفح بالشوارع بسبب هذه التسربات .

٣- توفير المياه الضائعة بسبب التسربات .

٤- انهاء مشكلات تصدع المباني والمنشأت بسبب التسربات .

ثالثاً : برنامج الكشف عن التسربات في شبكات المياه الداخلية للمباني العامة :

تشكل المباني العامة وهي الدوائر الحكومية والمرافق العامة والخدمات احد المصادر الرئيسة للاستهلاكات المرتفعة بمدينة الرياض وتتفاوت معدلات الاستهلاك بين موقع وآخر حسب طبيعة المبنى أو المرفق وعدد المستخدمين للمياه وطبيعة الاستخدام او مجالاته وحالة شبكة المياه الداخلية . وقد قامت المصلحة في عام ١٤١٢هـ (١٩٩٢م) باستحداث برنامج للكشف على هذه المواقع لتحديد اوجه استعمال المياه ومسببات إرتفاع الاستهلاك وقد وضعت خطة العمل لتغطية جميع مباني هذه الفئة وبشكل رئيسي المدارس ، المستشفيات ، المستوصفات ، المساجد ، محطات غسيل السيارات ، مباني الدوائر الحكومية والمجمعات السكنيةوالتجارية الكبيرة . وقد تم الكشف منذ بداية هذا البرنامج على (٩٤٩٧) مبنى عام ووجد خلل في (٤٣٢٣) مبنى أي مانسبته (٤٦)٪ من اجمالي ماتم الكشف عليه كما يوضح الجدول رقم(٢) والشكل المرفق .

وتتلخص اسباب ارتفاع الاستهلاك بهذه المباني من واقع البيانات التي تم الحصول عليها من اعمال الكشف على النحو التالي :

١- تسربات من الشبكات الداخلية بسبب قدم التمديدات وضعف أعمال الصيانة الدورية .

٢- استخدام مياه الشرب في ري المسطحات الخضراء وغالبا ماتكون مساحاتها كبيرة أو في اجهزة التبريد المركزي التي تعتمد على المياه في تشغيلها .

وقد قامت المصلحة بالتعميم على الدوائر الحكومية لحفر آبار وإستعمال مياهها لغرض الري وتغذية صناديق الطرد بدلاً من مياه الشرب المنقاه واستخدام الأدوات والمواد الصحيه المرشدة للاستهلاك وتقوم المصلحة بمتابعة تطبيق ذلك من خلال تشكيل لجان مشتركة بين المصلحة والدوائر الحكومية لهذا الغرض .

رابعا : المواصفات القياسية لقطع المواد الصحية والسباكة :

إنه لمن المهم توفر مواصفات قياسية للادوات والمواد الصحية المستخدمة مثل صناديق الطرد (السيفونات) والحنفيات تحدد فيها كمية المياه المتدفقة من خلال هذه القطع أو التي تستهلك من خلالها مما يتمشى مع هدف ترشيد الاستهلاك وقد تبنت المصلحة هذا الامر وتقوم حالياً بالمشاركة مع الجهات الحكومية الاخرى ذات العلاقة باعداد مواصفات أو تعديل مواصفات قياسية للأدوات والمواد الصحية حيث تم الانتهاء من اعداد مواصفات لاحد هذه الأدوات وهي صناديق الطرد قليلة السعة التي لاتتجاوز سعتها (٧) لتر لكل مرحلة طرد كاملة ، وسيتم تطبيق هذه المواصفات على جميع المباني الحكومية من هذا العام وسيكون الزامياً على جميع الموردين والمصنعين خلال سنتين من تاريخ اعتماد هذه المواصفات ١٤١٦هـ (١٩٩٦م)، كما أن المواصفات القياسية الأخرى لاتزال قيد الدراسة ويتوقع أن يكون لها تاثير إيجابي في خفض كمية الاستهلاك دون التأثير على مستوى أداءها .

خامسا : التحكم الآلي في شبكة المياه العامة :

رغبة في تحسين وتطوير نظام تغذية وتوزيع المياه بين الأحياء في مدينة الرياض فقد تم دراسة تطبيق نظام للتحكم الآلي في الشبكة لهذا الغرض كما أنه سوف يساعد على تحديد سريع لمواقع الاستهلاكات المرتفعة لدراسة أسباب هذا الارتفاع في حينه وتخفيضها واعادة توزيع الضغوط وقد تم البدء الفعلي في تنفيذ المرحلة الاولى من هذا المشروع والتي تتمثل في تركيب أجهزة لقياس التدفق والضغط للمحطات وبعض خطوط النقل والتوزيع الرئيسة ونقل هذه البيانات آليا لغرفة تحكم يتم من خلالها تحليل البيانات وإعداد تقارير وعرضها عن طريق برامج معدة بالحاسب الآلي لهذا الغرض بالإضافة إلى برنامج لتحليل الشبكة هيدروليكياً واجراء محاكاة لوضع التشغيل الفعلي .

سادسا : خفض أقطار التوصيلات المنزلية :

قامت المصلحة بدراسة وتقييم المعايير السابقة المحددة لاقطار التوصيلات المنزلية وتم اعادة تقييم لهذه الأقطار وفقاً لتنظيم فني يتماشى مع أهداف الترشيد ويحقق الاحتياج الفعلي من المياه داخل المباني معتمداً على عدد المستفيدين وأوجه استخدامات المياه الأخرى للاغراض الشخصية فقط مما يضمن عدم اساءة استخدام المياه لغير الاغراض المخصصة لها وعلى سبيل المثال فقد تم تخفيض قطر التوصيلة المغذية للحدائق الى (٣)ملم فقط وفي محطات الوقود والمزارع الى (٦) ملم فقط مما يضعف احتمالية دخول كميات اضافية قد تستخدم في أغراض الري أو غسيل السيارات وتكون كمية المياة المارة خلال الأنبوب بعد التخفيض كافية للإستهلاكات الشخصية فقط داخل تلك المواقع .

الجانب الاعلامي لبرنامج ترشيد الاستهلاك :

ان للاعلام دورا فعالا ومميزا في تحقيق النتائج المرجوه من تطبيق سياسة الترشيد لذا فقد قامت المصلحه بوضع خطه إعلاميه تهدف للترشيد مستخدمه في ذلك وسائط الإعلام المختلفه المقروءة والمسموعه والمرئية و شكل لهذا الغرض فريق عمل وقد قامت المصلحه بتنفيذ الإجراءات التاليه :

١-إعداد وطباعه نشرات وملصقات وكتيبات تدعو للترشيد وتم توزيعها على المشتركين من خلال إرفاقها مع الفواتير وكذلك توزيعها على المدارس والدوائر الحكوميه والمستشفيات والمرافق العامة.

ومن إصدارات المصلحه (كيف تكتشف التسرب ، المراة وترشيد الإستهلاك ، دليل ترشيد إستهلاك المياه ، حفر الآبار السطحيه .....).وقد روعي فيها شموليه المخاطبة لجميع فئات المجتمع والأسره.

٢- المشاركه في المعارض المختلفه التي تقام بالمدينه من خلال جناح خاص تعرض فيه النشرات والكتيبات التي تدعو للترشيد والقطع والمواد الصحيه والأدوات المرشدة وتوزع هدايا تذكاريه يطبع عليها عبارات ترشيديه.

٣- المساهمه في برامج إذاعيه وتلفزيونيه بشكل منتظم ومستمر.

٤- إعداد مقالات وتقارير عن الترشيد تنشر بشكل منتظم بالصحف اليومية.

٥- التنسيق مع الجهات المختصة لإدراج مواضيع الترشيد ضمن المناهج التعليمية وإنشاء جمعيات للترشيد في المدارس لتوعية وتربيه النشأ على سلوك الترشيد.

٦- التنسيق مع الجهات ذات العلاقه لحث أئمه المساجد على التطرق لموضوع الترشيد في إستهلاك المياه ضمن خطب الجمعه بالجوامع.

٧- المشاركة بالمؤتمرات والمعارض المتخصصة بالترشيد للوقوف على أخر المستجدات من تقنيات وخبرات بهذا المجال.

وتحظى الصحف بنصيب وافر من المساهمات نظرا لتوفر الماده الترشيديه وسهوله نشرها وأنتشار الصحف لدى قاعدة واسعة من الجمهور التي تطلع على ما يتم نشره ، ومواضيع النشر تكون عباره عن توجيهات فنيه ترشيديه أو إعلانيه عن وسائل ترشيديه تساهم في الرفع من درجه الوعي لدى جمهور المستهلكين.كما أن مساهمه القطاع الحكومي والقطاع الخاص في مجال التوعيه الاعلاميه له دور فعال وذلك من خلال نشر الملصقات والنشرات داخل أروقه مبانيها وتوعيه منسوبيها بأهميه ترشيد إستهلاك المياه . وهذه الجهود تقوم المصلحه برعايتها كجزء مكمل لرسالتها نحو ترشيد إستهلاك المياه.

نتائج تطبيق برامج ترشيد الاستهلاك :

لقد حققت هذه البرامج بعض النتائج الايجابية المحسوسه خلال السنوات القليلة الماضية وان كانت معايير القياس غير متوفرة بشكل مباشر حالياً الا أن هذه الجهود أدت الىزياده الوعي العام لدى جمهور المستهلكين بأهمية ترشيد استهلاك المياه ، وتظهر جلياً نتائج تطبيق سياسة الترشيدبشكل مباشر على عدة عوامل :

١- خفض كمية المياه المهدرة نتيجة لذلك وتوفير كمية المياه المتاحة للمستهلكين .

٢- تحسين كفاءة تشغيل شبكة المياه العامة .

٣- خفض ارتفاع استهلاك المباني وبالتالي خفض ارتفاع مبالغ فواتير المياه .

٤- التحكم باحد مصادر ارتفاع منسوب المياه السطحية .

٥- حماية اساسات المباني والمنشآت من الهبوطات والتصدعات .

٦- انخفاض كلفة برامج الترشيد مقارنة بتكاليف المياه وندرتها .

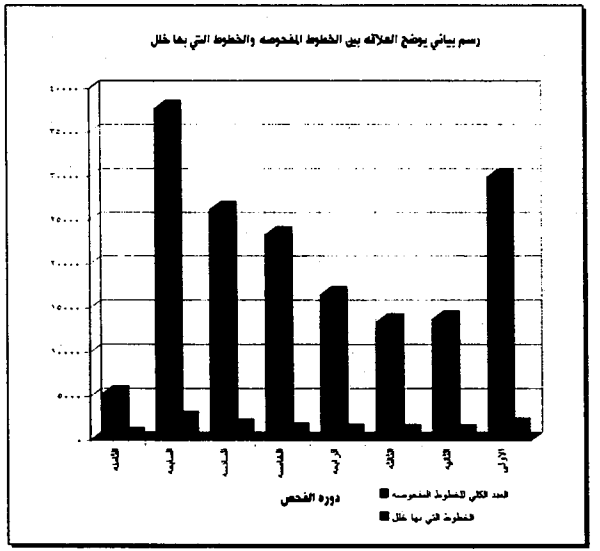
وتقوم المصلحه حاليا بإجراء تقييم شامل للبرامج التي قامت بتنفيذها لترشيد إستهلاك المياه يحدد فيه وبإسلوب علمي الجدوى من هذه البرامج ومدى النجاح للوصول للأهداف التي وضعت من أجلها هذه البرامج.

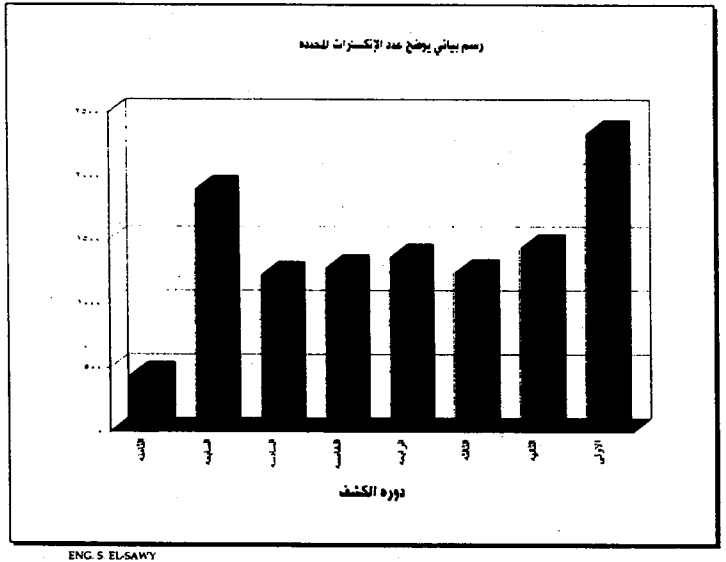
جدول رقم (١)

التقرير الإجمالي عن ماتم إنجازة في برنامج الكشف على شبكه المياه العامه

منذ بدايه العمل في عام ١٤٠٩ هـ وحتى الدورة الثامنه

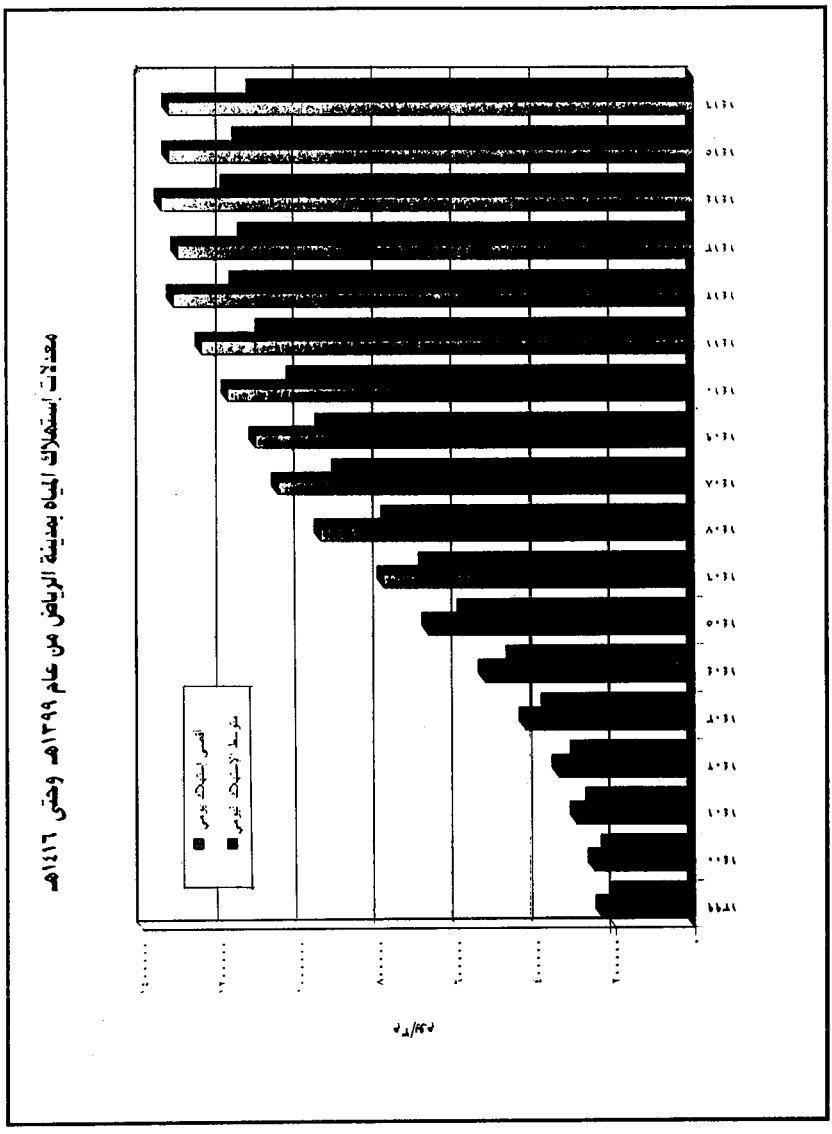
البيـــــــان	الـــــــدوره							الإجمالـي
	الاولى ١٤١١/٤/١٣ حتى ١٤١١/٩/٦	الثانيه ١٤١١/٩/٧ حتى ١٤١٢/٢/١٤	الثالثه ١٤١٢/٢/١٥ حتى ١٤١٢/٨/٢٨	الرابعه ١٤١٢/٨/٢٩ حتى ١٤١٣/٥/٣٠	الخامسه ١٤١٣/٥/٣١ حتى ١٤١٤/٥/٢٥	السادسه ١٤١٤/٥/٢٦ حتى ١٤١٥/٤/٣٠	السابعه ١٤١٥/٥/١ حتى ١٤١٦/٧/٣٠	الثامنه ١٤١٦/٨/١ ويواصل العمل جاري بها	
العدد الكلي للخطوط التي تم فحصها	٢٩٩٨٩	١٣٨١٥	١٣٤٦١	١٦٥٥٥	٢٣٣٦٢	٢٦٢٦٣	٣٧٧٤٩	٥٢٩٧	١٦٦٤٩١
العدد الكلي للخطوط التي وجد بها خلل	١٦٦٥	٨٩٠	٩١١	٩٦٦	١٠٩١	١٥٤٥	٢٤١٨	٥٥٤	١٠٠٤٠
نسبة عدد الخطوط التي وجد بها خلل	٥,٥٥	٦,٤٤	٦,٧٧	٥,٨٤	٤,٦٧	٥,٨٨	٦,٤١	١٠,٤٦	٦,٠٣
العدد الكلي للإكسسوارات التي تم تعديلها	٢٣٣٨	١٤٤٢	١٢٤٤	١٣٦٥	١٢٨٠	١٢٢٤	١٨٩٩	٤٤١	١١٢٣٣
مجموع اطوال الخطوط التي تم فحصها (كم)	٥٥٣٠	٩٩٥,٨	١٨٢٠	٢٤١٥	٣٥١٢	٣٤٣٠	٥٣٠٠	٨١٦,٢	٢٣٨١٩





ENG. S EL-SAWY

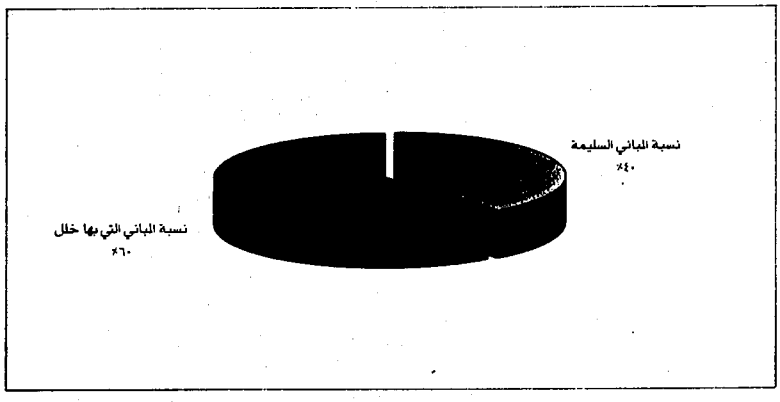
ANNUAL.XLS


معدلات استهلاك المياه بمدينة الرياض من عام ١٣٩٩هـ وحتى ١٤١٦هـ
متوسط الاستهلاك يومي
أقصى استهلاك يومي
م٣/د م

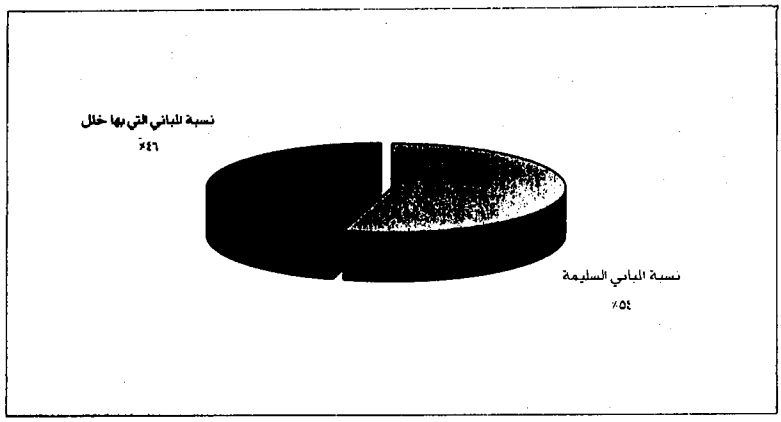
جـــدول رقم (٢)

نتائج إجمالي أعمـال الكشف على المباني العامة والخاصة

	عدد المباني التي تم الكشف عليها	عدد المباني التي بها خلل	النسبة المئويه
المباني الخاصـة	١٥٨٥١	٩٥٣٢	٦٠,٠٠
المباني العامـة	٩٤٩٧	٤٣٢٣	٤٦,٠٠
الإجمالـــي	٢٥٣٤٨	١٣٨٥٥	٥٤,٦٦



نسبة المباني السليمة والتي بها خلل للمباني الخاصة



نسبة المباني السليمة والتي بها خلل للمباني العامة

استخدام الطرق الكهرومغناطيسية لاكتشاف طبقة الحجر الجيري تحت سطح الأرض - المنطقة الشرقية – إمارة أبو ظبي

عبدالله محمد عبدالله الكمالي

إستخدام الطرق الكهرومغناطيسية لإكتشاف طبقة الحجر الجيري تحت سطح الأرض المنطقة الشرقية - إمارة أبوظبي

شركة الحفر الوطنية
مشروع دراسة مصادر المياه الجوفية
ص ب - ١٥٢٨٧ الإمارات العربية المتحدة -العين
بقلم: عبدالله محمد عبدالله الكمالي

الملخص :
==========

إن مشروع دراسة مصادر المياه الجوفية لإمارة أبوظبي هو مشروع مشترك بين دولة الإمارات العربية المتحدة ممثلة بشركة الحفر الوطنية وحكومة الولايات المتحدة الممثلة بهيئة الجيولوجيا الأمريكية بدأ نشاطه منذ ١٩٨٨ في إطار تعاون علمي مشترك بين الهيئتين لتقييم المصادر والوضع المائي للإمارة. ويتألف المشروع من خمسة أقسام رئيسية هي القسم الإداري، الحاسب الآلي، الهيدرولوجيا، المعلومات و الجيوفيزياء. ويقوم قسم الجيوفيزياء بدوره بالبحث في الأماكن المقترحة بالطرق الجيوفيزيائية.

و لقد أستخدمت طرق المسح الجيوفيزيائي الكهرومغناطيسي لقياس المقاومة الكهربائية للطبقات وذلك لتحديد الحجر الجيري لتكوين (السمسمة) القريب من سطح الأرض في المنطقة الشرقية من إمارة أبوظبي وبالتحديد بالقرب من مدينة العين وذلك ضمن أنشطة قسم الجيوفيزياء خلال الفترة الأخيرة لأن الدراسات الجيوفيزيائية المسبقة توفر الكثير من الجهد والوقت للإقلال من الحفر العشوائي غير المدروس وتعرفنا على الطبيعة الهيدرولوجية وتحديد المكان المناسب للحفر في الموقع قيد التنقيب.

مقدمه :

يعتمد إسلوب المسح الجوفيزياني الكهرومغناطيسي على مبدأ بسيط وهو قياس المقاومة النوعية الكهربائية للطبقات ذات السحنات الجيولوجية المختلفة وذلك عن طريق توليد مجال كهرومغناطيسي من خلال مرور تيار كهربائي في موصل موضوع على سطح الأرض بشكل منظم. حيث تدل المقاومة الكهربائية العالية على طبقات صلبه وجافه بينما الطبقات الهشة واللينة فتكون مقدار مقاومتها الكهربائيه قليله.

منهجية الدراسة:

ويتم تطبيق طرق المسح الجيوفيزياني الكهرومغناطيسي من خلال دراسة مستفيضة على عدة مراحل :-

١) إستخدام صور الأقمار الصناعية:

هناك عدة صور مأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية لدولة الإمارات العربية المتحدة وإحداها بواسطة القمر الصناعي (لاندسات) وبدراسة هذه الصور يمكن تحديد مواقع المدن الرئيسية والطرق العامة وبعض المظاهر الجيومورفولوجية للدولة من جبال وسهول ووديان يتبين فيها إتجاهات جريان و إنحدار المياه بالإضافة إلى شكل السواحل. وهذه تُفيدنا في معرفة الفتحات الجبلية المائية السطحية العامة وإتجاهات الأودية مع المظاهر السطحية للدولة ومناطق الدراسة بشكل عام.

٢) الخرائط الجيولوجية:

يتم تحديد مواقع وجود المكاشف الصخرية والتي أغلبها يكون لطبقات الحجر الجيري تكوين (السمسمة) وهي الطبقة العليا للعصر الكريتاس وهذا التكوين عبارة عن حجر جيري متشقق عالى المسامية ويتميز في بعض الأحيان بكهوف جوفية ذات إتجاهات مختلفة بفعل المياه الجوفية والذي يمثل في بعض الأحيان خزاناً ماثياً غنياً في المنطقة مختلفاً عن خزانات الترسبات الحصوية للأودية والمراوح الفيضية للحقبة الرباعية والتي تشكل أهم الخزانات المنتجة في المنطقة.وخلال العقدين الماضيين حيث أعطت الدراسات الجيولوجية السابقة للمنطقة الخرائط اللازمة التي تبين هذه المواقع و إتجاهات الإنحدار الصخري و درجة هذا الإنحدار وأيضاً نوع الطبقة البارزة من حيث التكوين البنائي الصخري لهذه المكاشف الصخرية.

وأوضح مثال على هذه الدراسات هي دراسة(HUNTING) المنجزة خلال أعوام السبعينات.

ويتم بعد ذلك تحديد إحداثيات الموقع المراد دراسته للوصول إليه.
وكذلك يستعان بالتقارير والأبحاث الصادرة من جامعة الإمارات في مجال الوصف الصخري للطبقات حول مدينة العين.

٣) الصور الجوية:

إن وجود الصور الجوية لكافة مناطق المنطقة الشرقية من إمارة أبوظبي وتحديداً حول مدينة العين كان له أثر فعال لتحديد المظاهر السطحية لمختلف المناطق والطرق على كافة أنواعها وحتى مسارات السيارات في الكثبان الرملية وتحديد مجاري الأودية المائية حتى أنه يمكننا تحديد مواقع الأشجار المنتشرة في هذه الأودية ويتبين لنا المكاشف الصخرية علي شكل حدبة بارزة عن سطح الأرض ومغطاة بعض الأحيان بالكثبان الرملية المتحركة.
وهذه المكاشف قد تكون محاصرة بالكثبان الرملية ويصعب الوصول إليها إلا عن طريق مسارات السيارات على الكثبان مثال ذلك:
"قرن التراب" و " قرن سابع " .
ويعمل المهندسون الجيولوجيون على المقارنة بين الخرائط الجيولوجية القديمة التي تحدد مواقع المكاشف مع الصور الجوية لمعرفة طرق الوصول إليها.

٤) إستخدام تحاليل البيانات من خطوط المسح الزلزالي : (SEISMIC LINES)

تمت الإستعانة بالدراسات الزلزالية العميقة التي أجرتها شركة "أموكو" لصالح شركة بترول أبوظبي الوطنية أدنوك للتنقيب عن البترول وذلك سنة ١٩٨٣ ومابعدها وتسمى IQS، في معرفة التراكيب الجيولوجية التحت سطحية حيث تم إعادة معالجة بعض هذه الخطوط حيث بلغت الخطوط المعالجة ٣٣ خطاً حتى يمكن الإستفادة منها في التوصيف والتفسير للطبقات القريبة من سطح الأرض لأغراض البحث عن المياه.
شكل رقم ١ (صورة عن منطقة الدراسة وبعض الخطوط المنتقاه).
وهذه الخطوط كان لها الأثر الفعال في تحديد إمتداد المكاشف الصخرية ومدى تأثرها بعوامل الضغط التي تؤدي إلى حدوث الطيات والفوالق. إن الخطوط الزلزالية يمكن أن تحدد أشكال الطبقات الموجودة على طول القطاع الطولي للخط من حيث وجود الطية المقعرة والطية المحدبة مما يزيد إحتمال وجود طبقات الحجر الجيري القريبة من سطح الأرض في حالة وجود طية محدبة. شكل رقم ٢ (راجع خط زلزالي مار شمال قرن سابع IQS-4 .مع خط رقم IQS-8 مار بجبل العوهه).

ثم يتم بعد ذلك تحديد موقع هذا التركيب الجيولوجي القريب من سطح الأرض بالإحداثيات الشمالية والشرقية مأخوذة من الخطوط الزلزالية على الخريطة. ويتم بعد ذلك الذهاب إلى الموقع وتحديده عن طريق إستخدام جهاز ماجلان 5000 أو جهاز المساحة GPS. شكل رقم ٣ (راجع الصورة لخط زلزالي مُفسررقم IQS-4 و 8). وبعدها تبدأ الدراسة الميدانية للتركيب الجيولوجي في الموقع المحدد. .
في حالة وجود أو إكتشاف طبقة الحجر الجيري بارزة وواضحة على سطح الأرض تتم عليها دراسات جيولوجية تفصيلية حيث يتم:

١- إحتساب طول المكشف الصخري.

٢- معرفة نوع الصخور المكونة للمكشف الصخري.

٣- معرفة درجة الإنحدار في المكشف بإستخدام البوصلة الجيولوجية

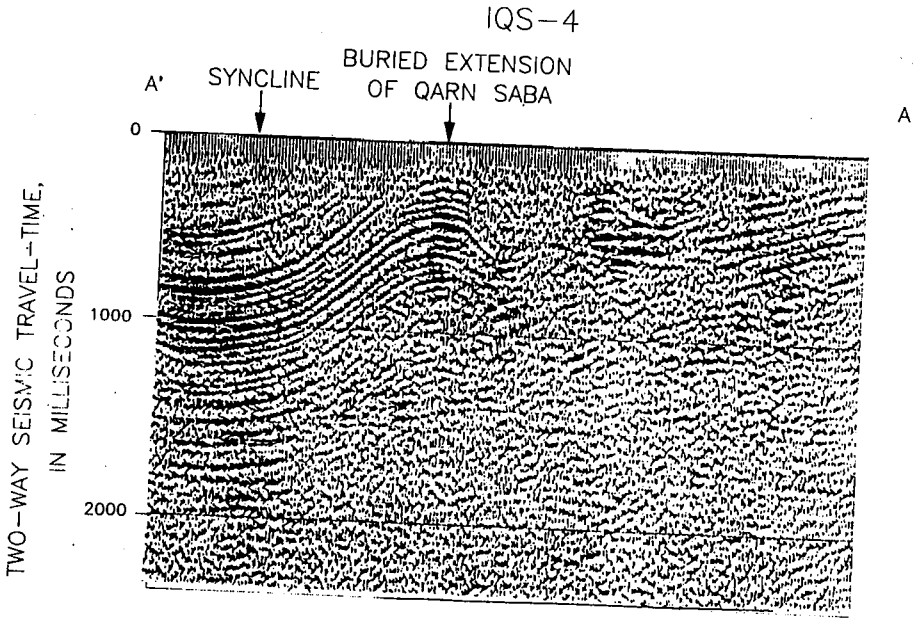
٤- تتم معرفة إتجاهات الأودية السطحية من خلال تتبع وجود الأشجار.

٥- يتم تحديد العمر الجيولوجي لهذه الطبقات بالمقارنة مع الترسبات الأخرى حول المكشف الصخري.

٦- أخذ القراءات والعينات من الآبار قرب المواقع إن وجدت.

وفي كل الأحوال يتم عمل خطوط جيوفيزيائية كهرومغناطيسية لهذا المظهر السطحي على صورة قطاع أفقي.
وفي حالة عدم وجود مظهر سطحي (كثبان رملية) يتم تحديد الموقع من خلال الإحداثيات وعمل خطوط قاطعة مارة بالمظهر الجيولوجي المتوقع وجوده.

ويتم عمل رحلة حقلية للموقع وأخذ العينات والقياسات لإنحدار المكشف الصخري وإجراء رحلات علمية متتابعة للموقع لإختيار أفضل مكان للدراسات الجيوفيزيائية قبل الحفر.



Reprocessed seismic line IQS–4

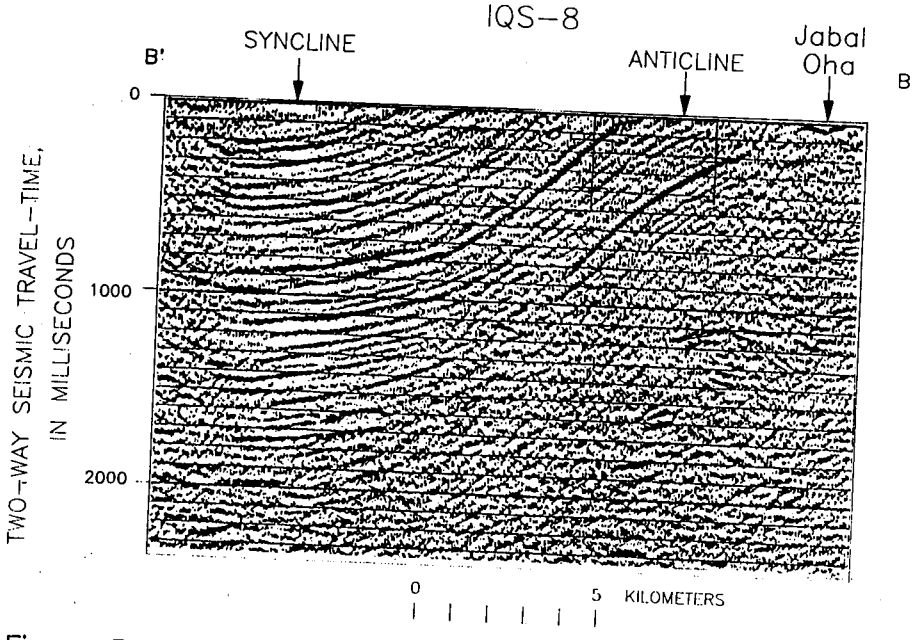


Figure 3. Reprocessed seismic line IQS–8 (see fig. 2 for location of lines).

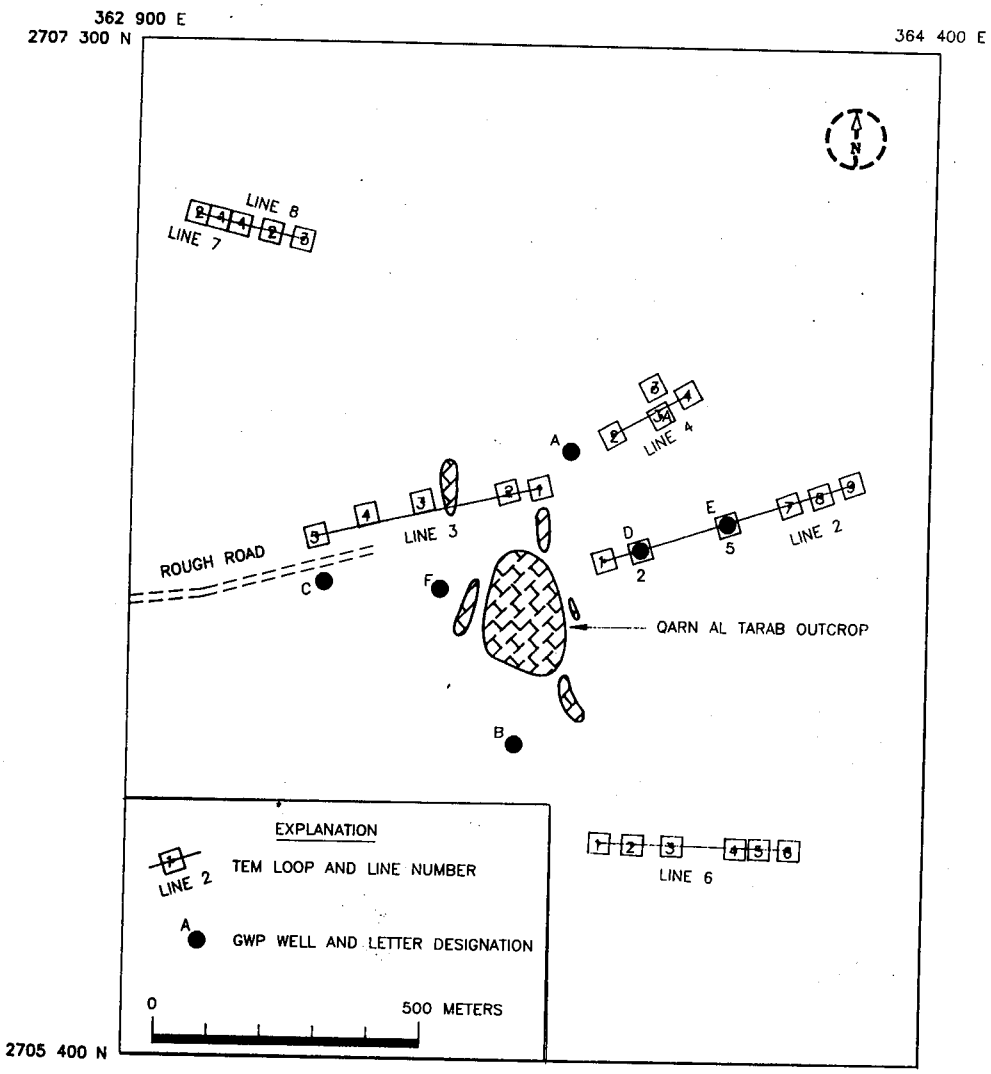


Figure 5. Location of tem 47 loops and project wells near Qarn Al Tarab outcrop.

وتم تطبيق هذه الطريقة بنجاح بها في عدة مواقع على المكشف الصخري لتكوين السمسمة حول مدينة العين.
شكل رقم ٦ يبين مواقع الدراسة في جبل العوهة.
شكل رقم ٧ (يبين أحد القطاعات الجيوفيزيائية الكهرومغناطيسية حول جبل العوهه).

وتفيدنا هذه الدراسات من عدة نواحي:

١) تعطي الدليل على وجود الطبقات من الحجر الجيري في المنطقة سواء كان مكشفاً صخرياً أو مدفوناً تحت الرمال.

٢) تفيدنا بأنواع الطبقات الموجودة قبل الوصول إلى طبقة الحجر الجيري مثال ذلك الطين حيث يكون فرق المقاومة النوعية بينه وبين طبقات الحصى والرمل كبيراً.

٣) تفيدنا لوضع برنامج الحفر المسبق أي معرفة العمق المطلوب حتى نتجاوز طبقة الرمال لغرض وضع أنابيب تغليف البئر السطحية التي تمنع البئر من الإنهيار ووضع المصافي.

٤) معرفة نوعية المياه الموجودة وذلك من خلال قياس الفرق في المقاومة النوعية بعد مستوى سطح الماء.

النتائج:
======
تم قياس حوالي (٢٠٠) مائتي محطة قياس كهرومغناطيسي حول مختلف المواقع لصخور الحجر الجيري وأغلبها تركيب السمسمة شمال مدينة العين وأعطت لنا نتائج متفاوتة في الدقة والواقعية.
شكل رقم ٨(شكل عن مطابقة ليثولوجي مع عمود تفسير المعلومات) لبئر رقم A في العوهة

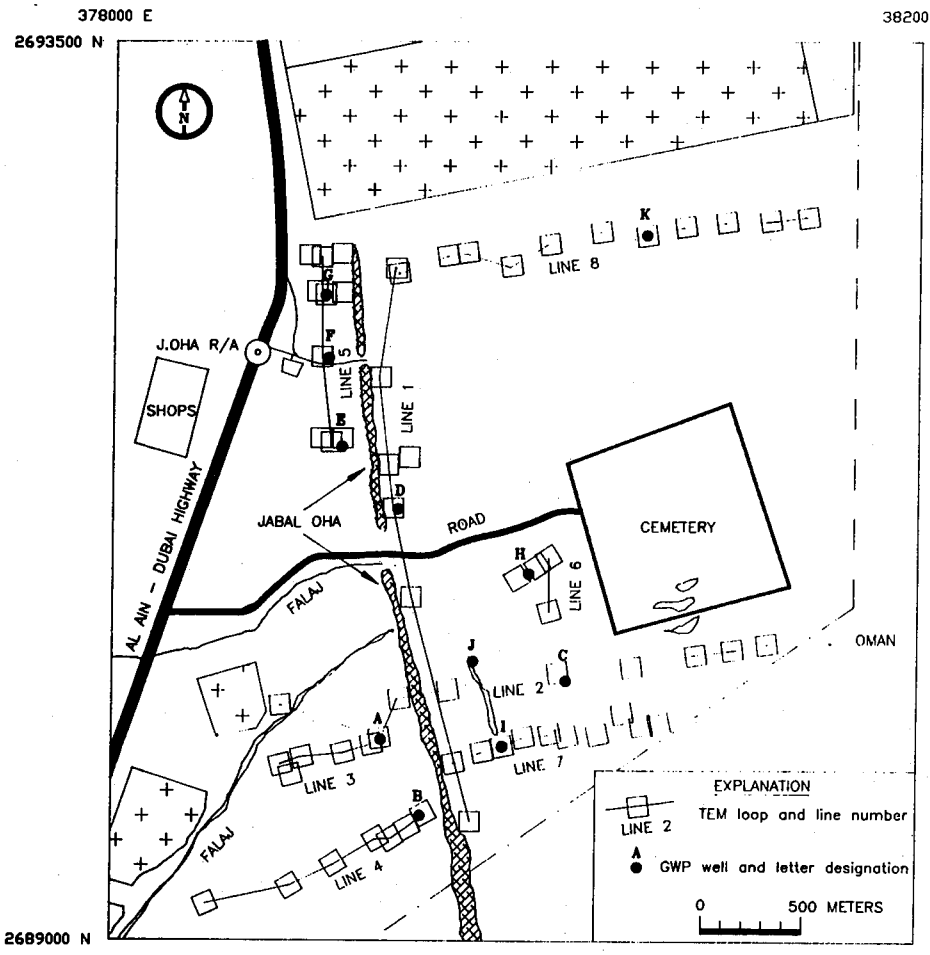


Figure 6. Location of transient electromagnetic loops survey and project wells at Jabal Oha area.

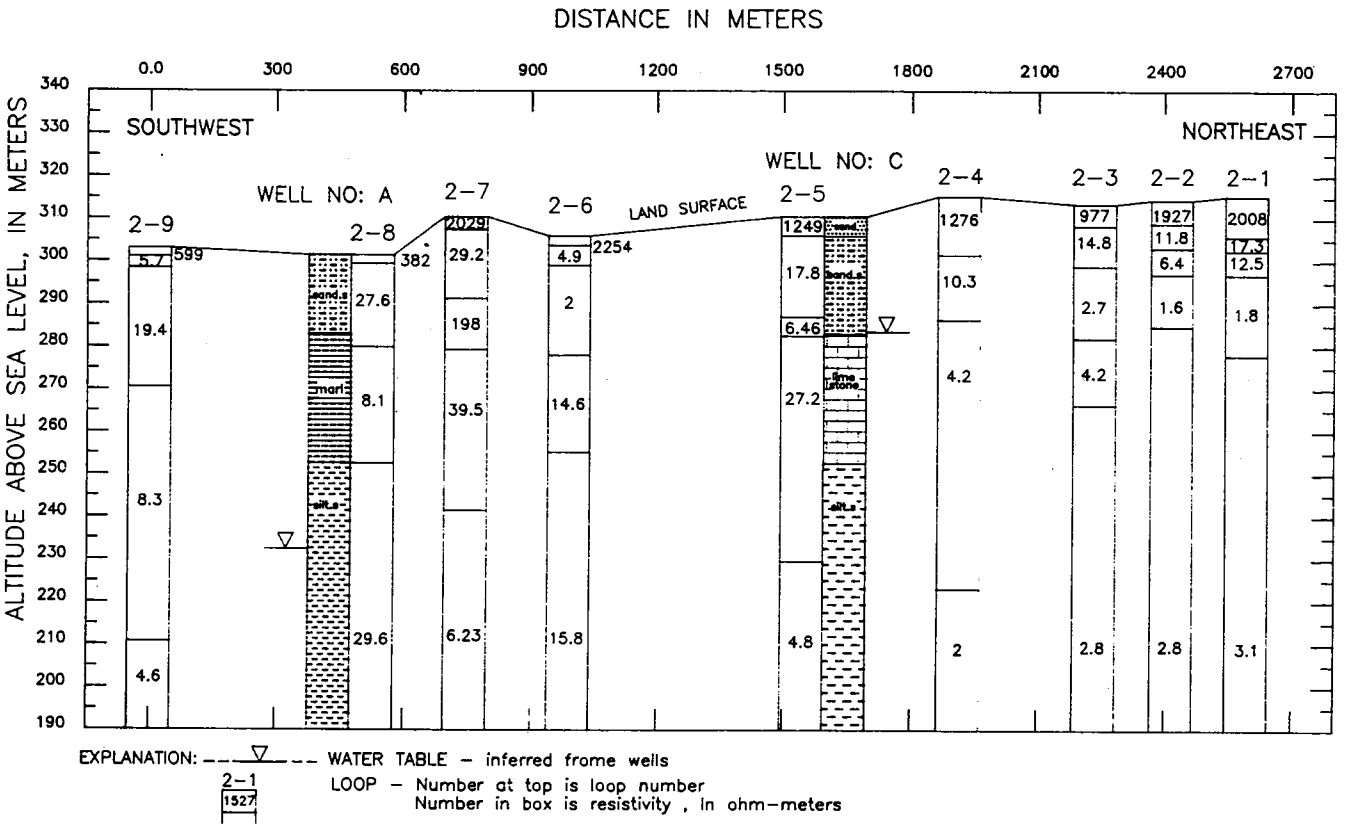


Figure 7. Geoelectric cross section along Jabal Oha line 2.

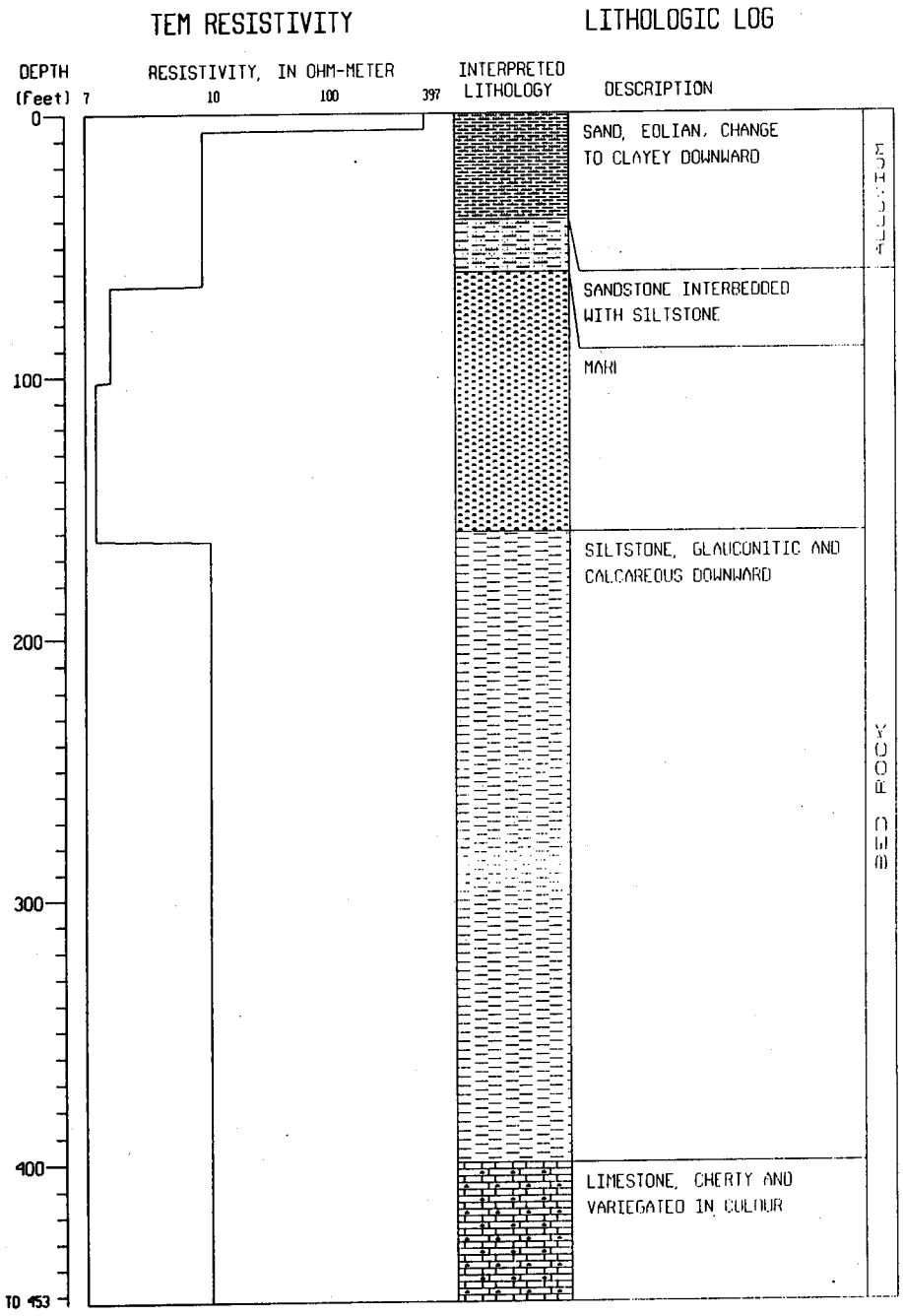


Figure 8. comparison of TEM resistivity profile with lithologic log for well NO: A

وبشكل عام يتواجد الحجر الجيري على عدة صور لها تأثير على مدى دقة وتفسير نتائج المسوحات الكهرومغناطيسية من حيث:

أولاً: إذا كانت طبقة الحجر الجيري أفقية ومغطاة بطبقة رمال تليها طبقة من الطين فإن التفاوت في مقدار المقاومة النوعية يمكن ملاحظته بسهولة وبالتالي تكون النتائج دقيقة من ناحية السمك والعمق.

ثانياً: إذا كانت طبقة الحجر الجيري تميل بصورة حادة أي أكثر من ٢٠ درجة فإن نسبة الخطأ بالتنبؤ بالعمق تصل إلى حوالي خمسون قدماً حتى بداية الطبقة. شكل ٩ (عدم توافق بين ليثولوجي وعمود تفسير المعلومات لبئر E في العوهة).

ثالثاً: وفي الأعماق البعيدة أكثر من ٢٠٠ قدم فإن التفاوت في مقدارالمقاومة النوعية الكهربائية بينها وبين الطبقات ذات المقاومة المقاربة مثال الحجر الرملي أو حجر طفلي يكون صغيراً و غير ملحوظ.

وتتفاوت نسبة النجاح وفي مجملها تبلغ نسبة ٧٠٪ بين التوافق لمحاولة التنبؤ من شكل السحنة والتركيب الصخري للطبقة وماتم الحصول عليه من خلال تسجيلات الوصف الصخري للبئر مما كان له أثر في إتمام إنتاجية إختبار البئر مما جعلها مفيدة من الناحية الإقتصادية وأيضاً الإختيار الصحيح لموقع البئر.

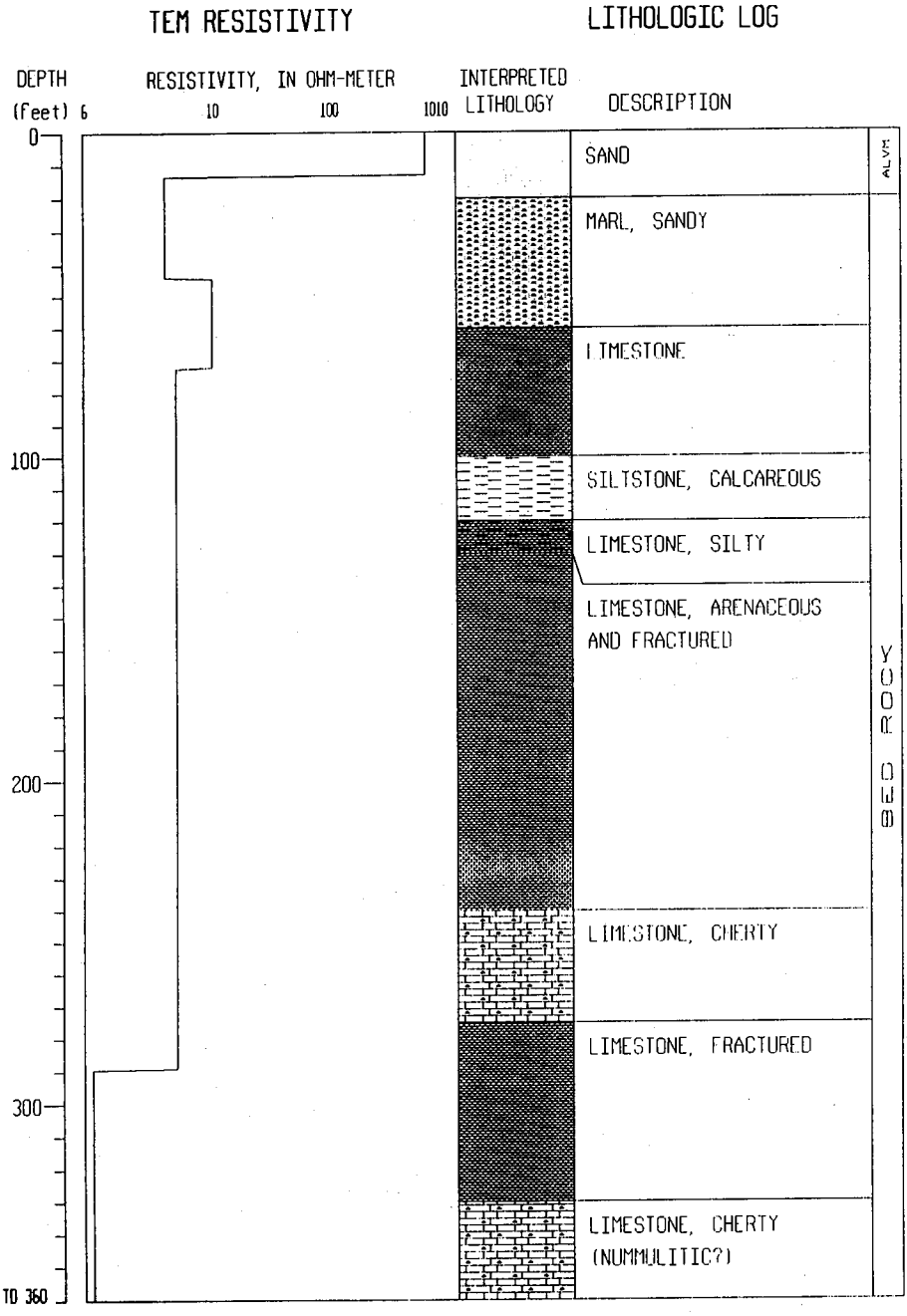


Figure 9 comparison of TEM resistivity profile with lithologic log for well NO: E

الخـــاتـــمـــة :

مما نلاحظ من الإستعراض السابق أهمية الدراسات الميدانية الجيولوجية والجيوفيزيائية لمعرفة التراكيب الجيولوجية المتوقعة قبل الحفر مما يقلل من نسبة الخطأ في عدم الحصول على آبار ذات إنتاجية مياه جيدة والجدير بالذكر أن الطرق الكهرومغناطيسية تتميز عن الطرق الجيوفيزيائية الأخرى بسهولة الإستخدام الحقلي ودقة النتائج و الإمتداد الأفقي للمسوحات مما يؤدي لفهم التراكيب الجيولوجية بصورة أفضل وذلك قبل البدء بعملية الحفر .

المـــراجـــــع :

١) الخريطة الجيولوجية لإمارة أبوظبي (هنتك) المنتجة سنة ١٩٧٨ لصالح وزارة البترول والثروة المعدنية في قطاع الدراسة للمنطقة الشرقية من الإمارة.

٢) المعلومات من تقرير WOODWARD عن إستخدامات الخطوط السايزمية لإمارة أبوظبي ١٩٩٢.

٣) الصور الجوية من شركة MAPS الشارقة في سنة ١٩٨٩.

٤) تقرير السيد ديفيد فترمان ١٩٨٧ "امثله عن استخدامات الاجهزه الكهرومغناطيسيه لأستكشاف المياه الجوفيه فى الخزانات المترسبه" .

الأحواض المائية الجوفية في الأردن

الدكتور خير الحديدي

"الأحواض المائية الجوفية في الاردن"

أعداد :الدكتور خير الحديدي
وزارة المياه والري /سلطة المياه
الاردن

الخلاصـــــــة

تقسم أراضي المملكة الاردنيه الهاشميه الى اثني عشر حوضا" مائيا" جوفيا". بعضها يقتصر حدوده داخل المملكة والبعض الآخر يمتد ليشمل مساحات من أراضي الدول العربيه المجاوره (السعودية، سوريا).ومن هذه الأحواض (الديسي،الحماد،الازرق) تتفاوت هذه الأحواض بالمساحة ،كما تتفاوت بأهميتها من حيث سعتها التخزينية ،كمية التغذية السنوية ،نوعية مياهها،بالاضافة لقربها من مناطق الاستهلاك ،وأهم هذه الأحواض وأكثرها استعمالا"حوض عمان– الزرقاء الذي يمتد من عمان جنوبا"ليشمل جزءا" من الأراضي السوريه شمالا" .وتقسم أراضي المملكة الى خمسة عشر حوضا"مائيا"سطحيا"، تتفاوت في أهميتها من حيث كمية الأمطار الساقطة في فصل الشتاء ،درجة الحرارة وتفاوتها بين الفصول الاربعة ، واختلافها بين الليل والنهار.

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لمياه الشرب في كافة أنحاء المملكة ، بالاضافة الى كونها المصدر الرئيسي لري الاراضي الزراعية في المناطق المرتفعة من خلال الآبار الخاصة ، كما وتعتبر المياه السطحية المصدر الرئيسي لري منطقة سهل وادي الاردن (قناة الملك عبدالله،سد الملك طلال) .وتعتبر مصادر المياه في المملكة محدودة الموارد نظرا لاعتمادها بشكل رئيسي على كميات الأمطار الساقطة والتي تتصف بعدم الانتظام بالتوزيع المكاني او الزماني مما يستوجب حصر هذه الموارد وحسن ادارتها واستخدامهابالشكل الأمثل .حيث ان السياسه المائية الحاليه تهدف الى جمع المعلومات المائية من مصادرها المختلفة وتوثيقها والتعرف على طبيعة هذه المياه كما" ونوعا"سواء أكانت جوفية او سطحية، مع السعي الحثيث لتوفير الأسس اللازمه لتطويرها حيثما امكن ، وما يتبع ذلك من اجراء الدراسات المائية المختلفة لكافة الطبقات المائية ، بالاضافة الى تطوير شبكتي الرصد الجوفي والسطحي من أجل الحصول على المعلومات الكافية والضرورية لتقيم مصادر المياه ومعرفة كميات المياه المتجددة واستخدام النماذج الرياضية في استقراء مستقبل هذه المصادر .حيث خلصت بعض الدراسات المتتاليه للمياه الجوفية في بعض الأحواض المائية بان هناك هبوط مستمر وملحوظ في منسوب في المياه الجوفية في معظم الطبقات المائية ، زياده في نسبة الاملاح المذابة ، ظهور وزيادة بعض الملوثات في عينات المياه وتدني واضح في تصريف الينابيع وكذلك جفاف بعضها .ان الاستمرار في عملية الضخ الجائر من مختلف الطبقات المائية يجعل الضخ من الآبار غير اقتصادي او قد يؤدي الى نضوب المخزون الجوفي في معظم الأحواض المائية .

أ.استغلال المياه الجوفية من الأحواض المائيه في الاردن

تقسم أراضي المملكة الى اثني عشر حوضا" مائيا"جوفيا" كما هو مبين على شكل رقم(١) وخمسة عشر حوضا" مائيا" سطحيا" كما هو مبين على شكل رقم(٢) .تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لكافة الاستخدامات حيث تستغل مياه مختلف الطبقات المائية لهذه لغايات جدول رقم (١) يبين عدد الآبار العاملة وكميات الاستخراج من كل حوض مائي .

١.حوض عمان–الزرقاء

يعتبر هذا الحوض من أهم الأحواض المائية الجوفية الموجودة في الاردن و مساحته حوالي٣٧٣٩ كم٢ جدول رقم (٢) ويبلغ عدد القاطنين فيه حوالي ١,٧ مليون نسمه معظمهم في مدينتي عمان والزرقاء. تقدر معدل كميات الامطار السنوية حوالي ١٥٠ملم شرق الزرقاء الى ٥٠٠ ملم قرب منطقة صويلح شمال شرق عمان شكل رقم (٣) . ويوجد في هذا الحوض طبقتين مائيتين رئيسيتين هما الطبقه المائيه غير المحصورة العليا وتتكون من الرسوبيات الحديثه والصوان والحجر الجيري وتشكل تكويني عمان – وادي السير.والطبقه المائيه المحصوره السفلى وتتكون من الحجر الدولوميتي (تكوين الحمر). وتقدر التغذية بحوالي ٢٠م م٣ للطبقة المائية العليا وبحوالي ٥ م م٣ للطبقة المائية السفلى .

٢.حوض الازرق

يقع هذا الحوض في الصحراء الشرقية ويبعد عن مدينة عمان حوالي ٩٠ كم شرقا ومساحته تقدر بحوالي ١٢٤٠٠ كم٢. ويبلغ معدل هطول الامطار السنويه حوالي ٢٠٠ ملم وتتراوح كمية التبخر ما بين ٢٠٠٠ – ٢١٠٠ ملم / السنه.تعتبر الطبقات المائية الضحلة المكونه من البازلت الذي يعلو تكوين (الرجام) والمكون من الصوان والحجر الجيري اهم الطبقات المائيه و هناك طبقه مائية عميقة محصوره مكونة من الحجر الجيري والصوان تكوين عمان – وادي السير.ان معظم الدراسات الهيدروجيولوجيه لحوض الازرق المائي اجمعت على ان كمية المياه الجوفية المتاحة العذبة والممكن استغلالها من الحوض دون تأثيرات سلبيه (هبوط في منسوب المياه ، تملح) على خزان المياه الجوفية لا تتعدى ٢٠ م.م٣ لكافة القطاعات.

نظرا لوجود المياه المالحة في الحوض فان الاستخراج الذي يفوق الحد الآمن للحوض سوف يسارع في تحريك جبهة المياه المالحه إلى أماكن تواجد المياه العذبة مثل (حقل مياه آبار الشرب) ومما يسبب تغير سلبي على نوعية المياه وكذلك على المشاريع الاقتصادية والاستثمارات في منطقة الحوض المائي وخاصة الزراعية منها.

٣.حوض البحر الميت

يقع هذا الحوض شرق البحر الميت ما بين مادبا في الشمال والكرك في الجنوب ويتواجد ضمن هذا الحوض ثلاث أودية رئيسية هي زرقاء– ماعين، الموجب والكرك تصب مياهها في البحر الميت ،وتتراوح كميات الأمطار الساقطة سنويا ما بين ١٠٠–٣٠٠ملم . الطبقات المائية في الحوض (سواقه،القطرانه) مكونه من الحجر الجيري الصواني لتكوين عمان–وادي السير.أما في منطقه الحسا فالطبقه المائية الرئيسيه تعتبر الحجر الصواني لتكوين عمان – وادي السير، يتراوح منسوب المياه الجوفية ما بين ٣٠م–١٠٠ م ويزداد العمق كلما اتجهنا نحو الشرق.علما" بان المنطقة

تعاني من هبوط متزايد في سطح الماء الساكن وخاصة حقل آبار سواقة شكل رقم (٤) يبين الهبوط المستمر في بئر سواقة رقم (٢) للمراقبة .

٤. حوض اليرموك

يمكن تقسيم الحوض الى المناطق التاليه:

أ.مناطق سما السرحان ،ام السرب ،جابر ،سويلمه.

تستغل هذه المناطق باقصى طاقتها حيث ان الحفر يجري في طبقة واحدة (طبقة عمان–وادي السير) علما ان هذه الطبقة تتغذى بشكل رئيسي من الأراضي السورية عبر طبقات البازلت المتصله بها هيدروليكيا . يقدر الاستخراج الآمن بحوالي ١٥ م م٣ سنويا". اما كميات الضخ السنوية من المناطق المذكوره اعلاه تقدر بحوالي ٢٠ م م٣ عام ١٩٩٤ معظمها لاغراض الري .

ب. بقية مناطق حوض اليرموك(جبال عجلون ، الرمثا، وادي العرب، المخيبه)

الطبقة المائية الرئيسيه في هذه المناطق هي (طبقة عمان –وادي السير) . تبلغ كميات الاستخراج من هذه المناطق حوالي ٢٥م م٣ سنويا". ويمكن توزيعها حسب المناطق التاليه :

–مناطق الرمثا ، النعيمه وحكما حيث تبلغ كميات الاستخراج ٧ م م٣ سنويا" يستغل معظمها لاغراض الري .

–منطقة المخيبه حيث تبلغ كميات الاستخراج من حقل آبار المخيبه حوالي ١٤م م٣ سنويا" . تستعل هذه الكميات لاغراض الري في منطقة وادي الاردن .

–منطقة وادي العرب. تعتبر الطبقة في هذه المنطقة امتدادا" للطبقة المائية في حوض اليرموك حيث يتم استخراج حوالي ١٧م م٣ سنويا" من حقل آبار وادي العرب لاغراض الشرب في محافظة اربد إضافه إلى كميات ضخ محدودة في مناطق مختلفه من الحوض .

٥. حوض الاوديه الجانبيه

يشمل هذا الحوض الاودية الجانبية الشمالية والوسطى لنهر الاردن .حيث ان معظم التغذية الطبيعية السنوية للطبقات المائيه في الاوديه تظهر بشكل ينابيع حيث تتجاوز عدد الينابيع في الاوديه ١٠٠ نبع مصدرها مختلف الطبقات المائية . ان معظم هذه الينابيع يوجد عليها جدول حقوق مياه للمزارعين وتستخدم بعض هذه الينابيع لاغراض الشرب .

٦.حوض الحفر

أ. منطقه الشوبك ورأس النقب :هي المنطقة الواقعة بين راس النقب ومعان شرقا" والمرتفعات المطلة على الاغوار الجنوبيه غربا"وبين راس النقب ووهيده جنوبا" حتى الفجيج والشوبك شمالا". تتغذى هذه المنطقه من المياه الجوفية في منطقة الشوبك والمرتفعات المطله على وادي موسى . يستغل من هذه المنطقه حوالي ٩,٥ م م٣ سنويا" لاغراض الري وكذلك ٦,٥ م م٣ لاغراض الشرب . علما" بان المنطقه تعاني من استنزاف في المياه الجوفيه ومؤشرات ذلك الهبوط المستمر في منسوب المياه في بعض آبار مزارع التفاح في منطقة بئر ابن جازي .

ب– الشيديه ووادي مشيش

تتغذى هذه المنطقه ايضا من منطقة الشوبك والمرتفعات المطلة على وادي موسى الا أن كمية الاستخراج الآمن لا يتجاوز ١٣٨ م م٣ سنويا" معظمها من المياه غير المتجدده .علما" بانه تم تخصيص معظم هذه الكميه لاغراض صناعة الفوسفات في منطقة الشيديه .

ج- منطقة الجفر

تتغذى الطبقات العليا في المنطقة من الاوديه المؤدية الى منطقة الجفر .معدل الاستخراج الآمن في الطبقات العليا حوالي ٢م م٣ سنويا" حيث تقدر كميات الاستخراج الحالي لكافة الاستعمالات ١,٥ م م٣ سنويا" .علما" بان المياه تعاني من تزايد مستمر في ملوحتها نتيجة لرجوع الزائد من مياه الري .

٧.حوض وادي عربه الشمالي

يشمل هذا الحوض المناطق ابتداء من وادي فيفا شمالا مرورا بوادي خنزيره ووادي ام مثلا ووادي موسى حتى منطقة الريشه جنوبا وكذلك من مرتفعات الطفيله والشوبك شرقا حتى حدود فلسطين المحتله غربا.

تتغذى هذه المنطقة من مياه الفيضانات التي تأتيها من المرتفعات الجبليه عبر الوديان الجانبيه في فصل الشتاء نظرا لان الأمطار الساقطة على معظم الحوض هي امطار شحيحه يقل معدلها العام السنوي عن ١٠٠ ملم. تعتبر طبقة الحصى والطمي الوديان هي الطبقة الرئيسية المستغلة حاليا" حيث تنوي سلطة المياه حاليا اجراء دراسة وحفر مجموعة من الآبار العميقة لتقيم الوضع المائي كما" ونوعا".

٨. حوض وادي عربه الجنوبي

يشمل هذا الحوض المناطق ابتداء من قاع السعيديين شمالا"وحتى البحر الاحمر جنوبا" وكذلك من مرتفعات راس النقب شرقا" وحتى حدود فلسطين المحتلة غربا" هذا بالاضاف الى منطقتي القويره ووادي اليتم.

تتغذى هذه المنطقة من مياه الفيضانات التي تأتيها من المرتفعات الجبلية الشرقية في راس النقب عبر الوديان الجانبية لوادي عربة في فصل الشتاء نظرا لان الامطار الساقطة على معظم الحوض هي أمطار شحيحة ويقل معدلها العام عن ١٠٠ ملم سنويا.تعتبر طبقة الحصى وطمي الوديان هي الطبقة الرئيسية المستغلة حاليا في منطقة وادي اليتم ووادي عربة اما في منطقة القويره تتواجد طبقة الديسي الرملية .

٩.حوض سهل وادي الاردن

يشمل هذا الحوض سهل وادي الاردن من بحيرة طبريا الى البحر الميت.حيث يتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي ما بين ١٠٠ملم في الجنوب الى ٤٠٠ملم في الشمال .أهم الطبقات المائية في الحوض فتتكون من الرسوبيات الحديثة وكذلك تكوين الحجر الجيري الصواني.

يعتبر حوض وادي الاردن من المناطق المستنزفة جوفيا" وخاصة مناطق الشونه الجنوبيه والكرامه والكفرين والرامه.علما بان المياه ذات ملوحة عالية بسبب الاستخراج الزائد وتسرب مياه الري المالحة الى المياه الجوفية .

١٠ . حوض السرحان

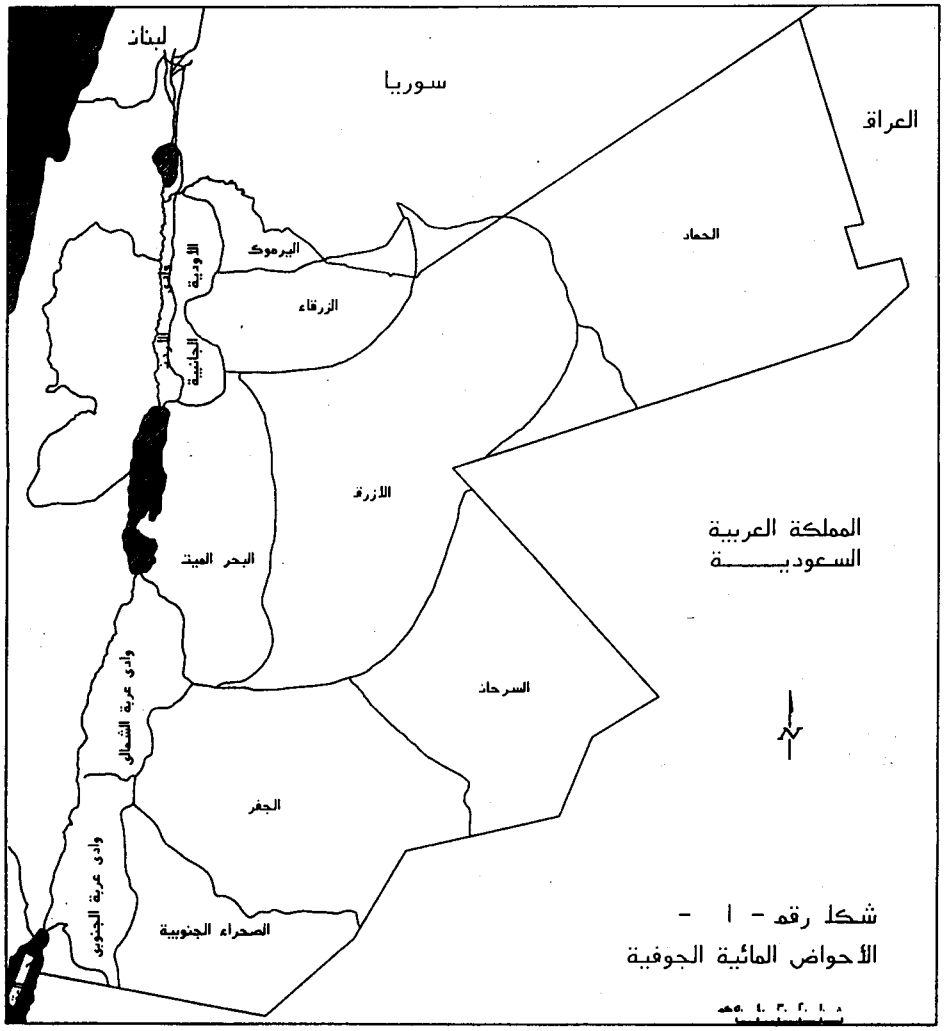
يضم هذا الحوض معظم البادية الجنوبية الشرقية يمتد من حوض الجفر غربا الى الحدود السعودية شرقا" ومن حوض الأزرق شمالا الى الحدود السعودية جنوبا".تبلغ مساحة الحوض في الجانب الاردني حوالي ١٥٧٣٣ كم٢. حيث تتغذى الطبقات المائية في هذا الحوض من مياه الامطار الساقطة سنويا والتي تقدر بحوالي ٥٠ ملم في الجزء الشرقي الى ١٠٠ ملم في الجزء الغربي. تتكون الطبقات المائية في الحوض من طبقة البلقاء الرابعة المتكشفة في المناطق الغربية للحوض مما يقلل من امكانية تواجد المياه في تلك المنطقة وازديادها كلما اتجهنا الى المنطقه الشرقية في الحوض.

١١ . حوض الحماد

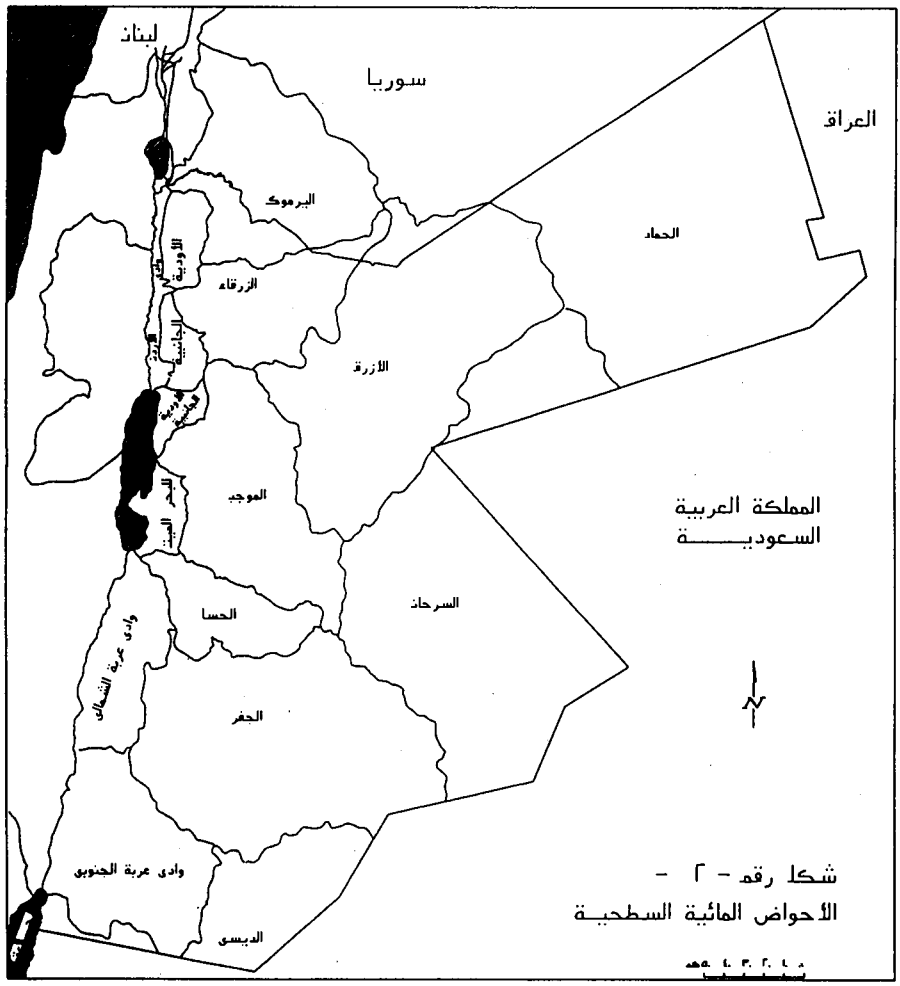
يشمل هذا الحوض البادية الشرقية ويمتد من حوض الازرق غربا الى الحدود العراقيه شرقا وكذلك من الحدود السويه شمالا الى الحدود السعوديه جنوبا.يقدر معدل سقوط الامطار السنويه في تلك المنطقه حوالي ٥٠ ملم.وتصل كمية التبخر الى ٣٦٠٠ ملم في السنة .يعتقد ان تغذية المياه الجوفية تاتي من مياه الامطار الساقطة على جبل الدروز حيث يبلغ سقوط الامطار السنوي حوالي ٦٠٠ ملم. تتواجد الطبقات المائيه المكونه من البازلت في الجزء الغربي.بينما الطبقات المائيه المكونه من الحجر الجيري فهي في الجزء الشرقي من الحوض.معدل منسوب المياه الجوفيه مابين ١٥٠-٢٠٠م تقريبا .ونوعيه المياه غير جيده وذلك بسبب ارتفاع نسبه الملوحه ٣٠٠٠ جزء بالمليون.لدراسة الحوض من الناحيه الهيدروجيولوجيه وعمل نموذج رياضي للطبقات العلويه (طبقه البلقاء الرابعه) .تم حفر (١٠) آبار جديدة وبناءا على نتائج الدراسة يتم تقييم الوضع المائي في الحوض.

١٢.حوض الديسي

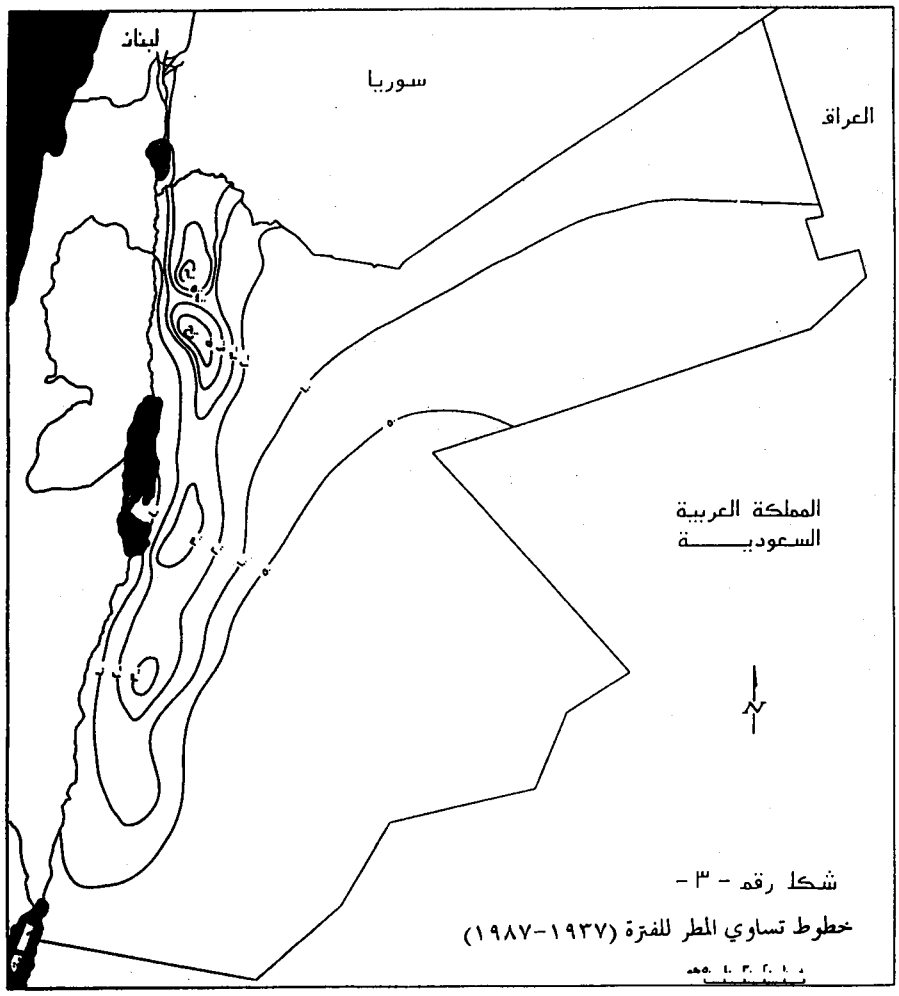
يقع حوض الديسي على بعد حوالي ٣٠٠كم جنوب العاصمه عمان وهو من الأحواض المائية المشتركة ما بين السعودية والاردن وتبلغ مساحه الحوض في الجانب الأردني حوالي ٦٣٩٦كم٢.تعتبر المياه في هذا الحوض مياه غير متجدده وقد تم اثبات ذلك من خلال الدراسات الهيدروجيولوجيه والنظائر المشعه التي اجريت للمياه الجوفيه في المنطقه بالاضافه ان مياه الحوض تعتبر ذات نوعيه جيده حيث تبلغ نسبة الملوحه ٣٠٠جزء بالمليون . حاليا يتم استغلال مياه حوض الديسي لري المشاريع الزراعيه في منطقتي الديسي والمدوره .وهناك دراسه نهائيه في الوقت الحاضرلتقيم المخزون الجوفي للحوض وكذلك سحب مياه الحوض الى العاصمه عمان بمعدل ١٠٠م م٣/السنه لغايات الشرب.



شكل رقم - ١ -
الأحواض المائية الجوفية

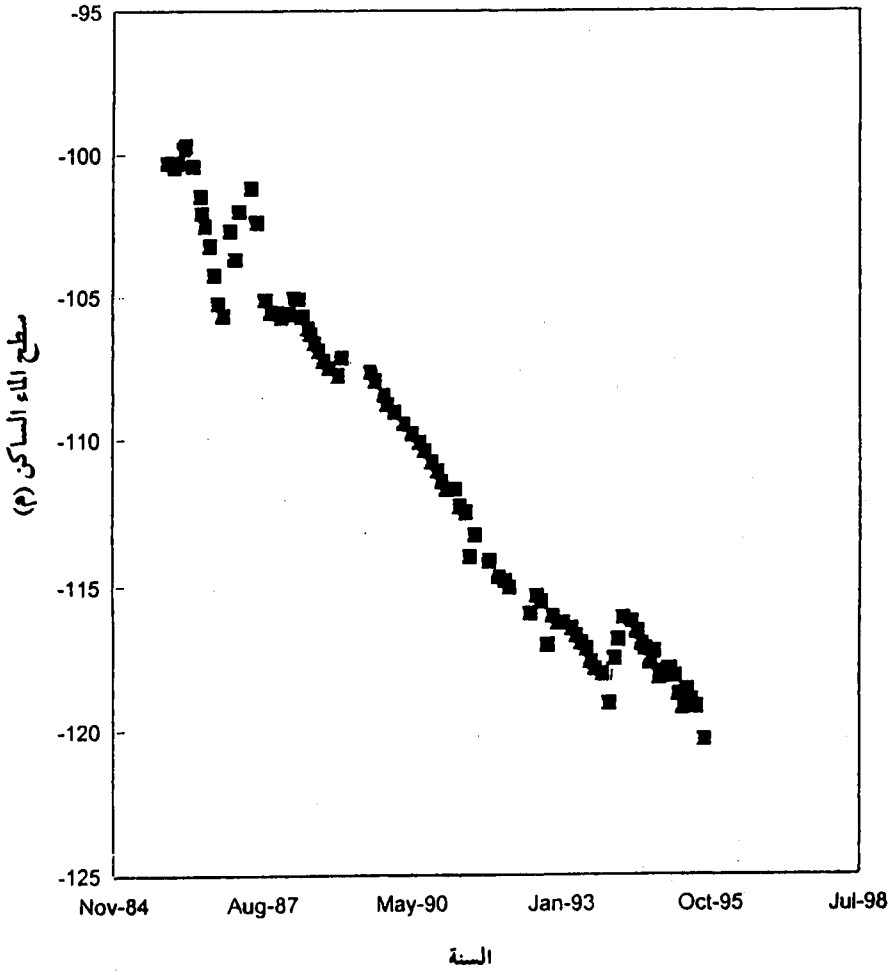


شكل رقم - ٢ -
الأحواض المائية السطحية

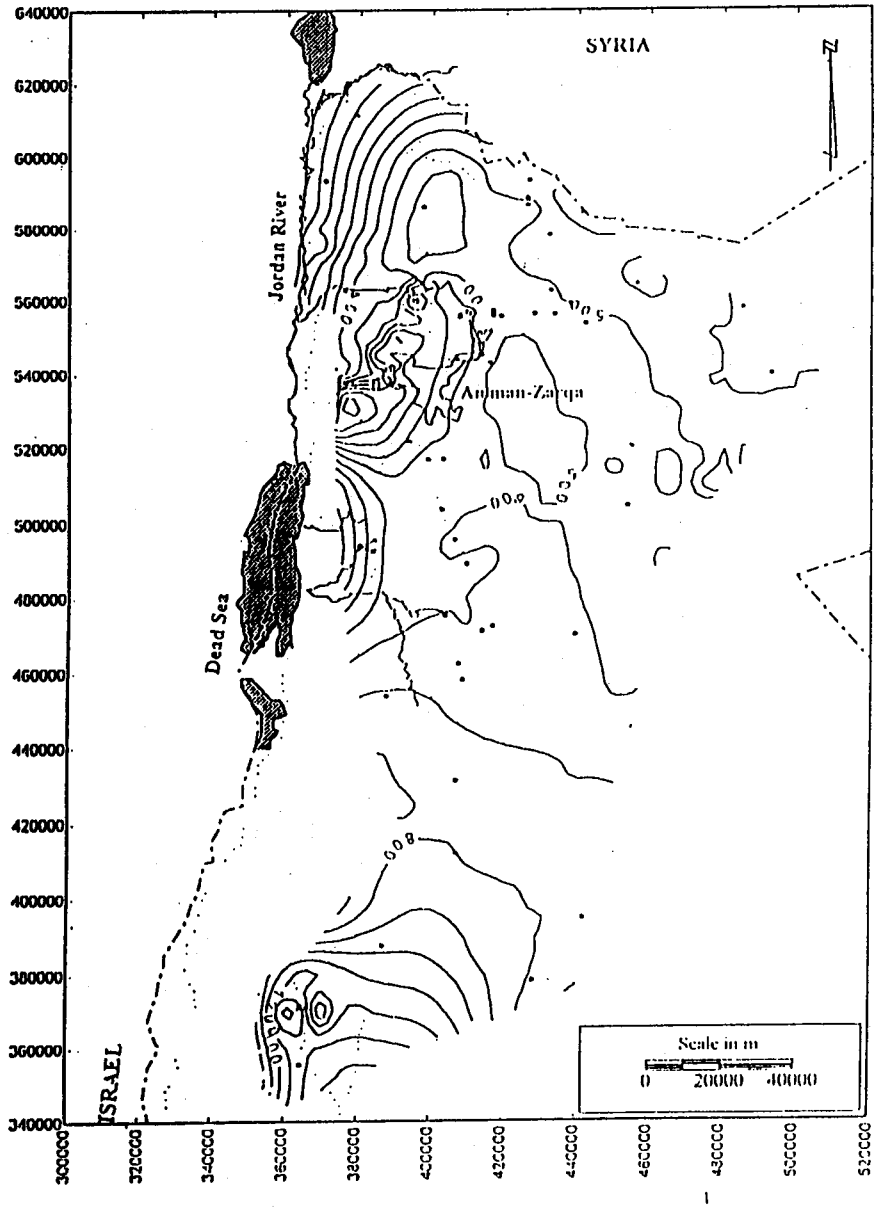


شكل رقم - ٣ -

خطوط تساوي المطر للفترة (١٩٣٧-١٩٨٧)



شكل رقم –٤– بئر سواقة (٢) للمراقبة المياة الجوفية / حوض الموجب



شكل رقم–٥– خطوط تساوي مستوى المياه الجوفية عن سطح البحر للطبقة المائية

(عمان – وادي السير)

جدول رقم (1) مصادر المياه الجوفية واستعمالاتها لعام ١٩٩٥

الرقم	الحوض المائي الجوفي	الطبقات المائيه المنتجه	الاستخراج الآمن م.م٣/سنويا	استعمالات المياه الجوفية لعام ١٩٩٥ م م٣								مجموع الاستعمالات م.م٣/سنة	الميزان م.م٣	مجموع عدد الآبار	نسبة (٪) الضخ من الاستخراج الآمن
				شرب		صناعة		زراعة		مناطق نائية					
				الآبار العامله	كمية المياه م.م٣/سنه	الآبار العامله	كمية المياه م.م٣/سنه	الآبار العامله	كمية المياه م.م٣/سنة	الآبار العامله	كمية المياه م.م٣/سنه				
1	اليرموك	(B4,B2/A7,A2)	40	28	24.285	2	0.103	112	34.264	2	0.269	58.921	-18.921	144	147
2	الأودية الجانبية	A + K	15	13	4.440			6	0.713			5.153	9.847	19	34
3	وادي الأردن	(QA)	21	22	7.700	2	0.885	167	34.736			43.321	-22.321	191	206
4	عمان/الزرقاء	(Ba,B2/A7,A4,A2,K)	87.5	115	63.424	51	5.838	465	73.301	0	0.098	142.661	-55.161	631	163
5	البحر الميت	(B2/A7,A4,A2)	57	67	33.596	31	12.678	259	41.618	12	1.973	89.865	-32.865	369	158
6	الديسي والمنوره	(D) Depth 150m	125	10	8.388	0	3.755	50	57.272	6	1.384	70.799	54.201	66	57
7	وادي عربة الشمالي	(Qa,B2/A7,K,D)	3.5			15	5.794	4	0.177	4	0.159	6.13	-2.630	23	175
8	البحر الاحمر وادي عربة الجنوبي	(Qa,D)	5.5	9	1.304	2	0.111	35	6.176	3	0.168	7.759	-2.259	49	141
9	الجفر	(Ba,B4,ALL) B2/A7-A1,K	9 18	13	6.106	2	0.337	68	10.184	9	1.065	17.692	-8.692	92	197
10	الأزرق	(Ba,B4,92/A7) (AB,K)	24	26	27.399	2	0.121	459	26.722	15	0.731	54.973	-30.973	502	229
11	السرحان	B5/4,AB)	5							5	0.303	0.303	4.697	5	6
12	الحماد	(B4)	8	2	0.461			2	0.123	9	0.307	0.891	7.109	13	11
المجموع			275.5	305	177.103	107	29.622	1627	285.286	65	6.457	498.468	-173.822	2104	

مجموع الاستعمالات =(شرب+ شرب مناطق نائية)+ صناعه + زراعه =(١٠٫١٧٧+٤٦٫٦) +٦٢٫٢٩ +٢٨٥٫٢٩ - ٤٧٫٤٩٨ م م٣

مجموع الأستزاف من المياه الجوفيه المتجدده = ٨٢٫١٧٣م م٣

مجموع الأستزاف من المياه الجوفية غير المتجدده = ٨٠٫٧٠ م م٣

مجموع الأستخراج الأمن هو ٤١٨٫٥ م م٣ سنويا شاملاً المياه المتجدده وغير المتجدده وهي ١٢٥ من حوض الديسي و ١٨ م م٣ من حوض الجفر.

جدول رقم (٣) مساحات الأراضي المروية من الآبار الزراعية في الأحواض المائية:

الحوض	المساحات المروية / دونم
اليرموك	33478
الاودية الجانبية	500
سهل وادي الاردن	49826
عمان – الزرقاء	115540
الازرق	34015
البحر الميت	75000
الديسي والمدوره	50338
وادي عربه الشمالي	1900
وادي عربه الجنوبي	2550
الجفر	70210
السرحان	100
الحماد	500
المجموع الكلي	460997

جدول رقم (٣) مسساحات الأحواض المائية بالنسبة الى مساحة الاردن (كم٢)

اسم الحوض	المساحه(كم٢)	%
الحماد	18047	20.05
السرحان	**15734**	**17.5**
الازرق	12400	13.78
الجفر	12363	13.74
الموجب والحسا	10738	11.93
الديسي	**6396**	**7.1**
وادي عربه الجنوبي	3742	4.16
عمان-الزرقاء	3739	4.15
وادي عربه الشمالي	2953	3.28
الاودية الجانبية	1682	1.86
اليرموك	1426	1.58
وادي الاردن	780	0.87
المجموع	90000	100

جدول رقم –٤– نوعية المياه الجوفية في حقل آبار الرصيفة / حوض عمان – الزرقاء

well /Test	Date	E.C µs/cm	T.D.S mg/l	Ca++ meq/l	Mg++ meq/l	Na+ meq/l	K+ meq/l	CL- meq/l	SO4= meq/l	CO3= meq/l	HCO3 meq/l	PH	NO3- mg/l	T.C MPN /100ml	F.C MPN /100ml	T.O.C mg/l
Russeifa NO. 4	31-10-93	1082		4.94	1.90	3.25	0.18	4.01	0.41	0.00	4.90	7.72	56.70	2.2	2.2	
Al - Baladeyeh NO. 4	20-04-95	1050		5.23	2.20	2.94	0.20	3.78	0.46	0.00	5.46	7.50	49.10		150	9.00
Russeifa NO. 9	01-12-85	1830	1171	6.14	3.82	6.80	0.00	8.56	0.64	0.00	5.74	7.44	99.70			
Russeifa NO. 10	09-05-88	880	563	4.06	2.67	2.40	0.19	2.46	0.91	0.00	5.40	7.30	34.30			
Russeifa NO. 10	23-04-94	1050		5.07	2.30	2.87	0.20	3.31	1.05	0.00	5.56	7.86	31.80		2400/1100	28 /1100
Russeifa NO. 10	19-04-95	950		4.39	2.60	2.64	0.20	3.04	0.53	0.00	5.84	7.72	15.50		460	23.00
Russifa NO. 17	09-05-88	690	441	35.20	2.31	1.40	0.12	1.52	0.30	0.00	5.10	7.31	24.41			
Tabarbour 13	29-03-72		307	1.17	1.07	0.52	0.03	0.62	0.21	0.00	4.16	7.90	11.00			
Tabarbour 13	12-08-85		320	1.24	1.07	0.48	0.00	0.79	0.00	0.00	4.28	7.70	16.00			
Tabarbour 13	22-03-88	490	314	2.36	2.14	0.60	0.07	0.70	0.15	0.00	4.10	7.44	17.90			
Muzra'a (AWSA4)	30-09-73		328	1.32	1.07	0.52	0.03	0.65	0.10	0.00	4.51	7.90	10.00			
Muzra'a (AWSA4)	12-08-85		403	1.45	1.28	1.00	0.00	1.16	0.10	0.00	5.05	7.70	0.60			
Naba' NO. 2	24-06-85	860	550	4.68	1.92	2.00	0.10	2.13	0.50	0.00	4.79	6.84	68.20			
Naba' NO. 2	30-05-93	850		4.62	1.80	1.96	0.11	2.51	0.35	0.00	4.63	7.44	51.10		> 2400	480
Naba' NO. 2	19-04-93	866		4.76	2.00	2.03	0.12	2.65	0.56	0.00	4.66	7.11	55.30		≥ 2400	≥ 2400
Naba' NO. 2	10-05-93	875		4.54	1.80	1.96	0.11	2.44	0.58	0.00	4.42	7.24	52.70		≥ 16	2
Naba' NO. 2	23-04-94	921		4.97	1.70	2.09	0.13	2.75	0.32	0.00	4.77	7.36	56.20		≥ 2400	1100
Naba' NO. 2	19-04-95	939		5.30	1.90	2.34	0.15	3.08	0.40	0.00	5.13	7.31	58.20		460	75
Naba' NO. 5	10-05-93	870		4.58	1.80	1.97	0.11	2.50	0.54	0.00	4.48	7.86	52.40		≥ 16	5
Naba' NO. 5	25-07-85	820	525	4.73	1.55	2.00	0.00	1.96	0.44	0.00	4.65	7.06	67.30			
Naba' NO. 5	23-04-94	920		4.99	1.70	2.12	0.13	2.75	0.37	0.00	4.71	7.43	56.00		1100	1100
Naba' NO. 5	19-04-95	930		5.40	1.70	2.31	0.15	3.03	0.39	0.00	5.09	7.50	58.20			120

جدول رقم -٥- الينابيع التي تدنى تصريفها نتيجة الضخ الجائر من حقول الابار

الرقم	اسم النبع	الطبقة المائية	الحوض المائي	معدل التصريف م3/س	التصريف الحالي م3/س
1	زحر	B2/A7	اليرموك	80	جافة
2	السخنه	B2/A7	عمان الزرقاء	80	17
3	الرصيفه	B2/A7	عمان الزرقاء	200	جافة
4	الشواهد	B2/A7	عمان الزرقاء	50	جافة
5	الشور	A4	عمان الزرقاء	140	45
6	الفارعة	A4	الأودية الجانبية	450	30
7	وادي الهدان	B2/A7	الموجب	1700	60
8	العوجا	B4	الأزرق	180	جافة
9	السوده	B4	الأزرق	900	10

ب.النتائـــــــج

خلصت معظم الدراسات الى النتائج التاليه :

١. وجود هبوط عام في مستوى سطح الماء الساكن في الطبقات المائيه المستغله في كافة الأحواض المائية.

٢.زيادة نسبة الملوحة في بعض الآبار المستغلة لغايات مياه الشرب والجدول رقم (٤) يبين نتائج التحـاليل الكيميائيـة لمياه بعض هذه الآبار .

٣. تدني تصريف الينابيع وكذلك جفاف بعضها نتيجة الضخ الجائر من حقول الآبار القريبة منهـا كمـا هـو مبين في الجدول رقم (٥) .

٤. وجود مؤشر الى ظهور وزيادة الملوثات(النيترات ، البكتيريا) في عينات المياه الجوفية ، وذلك نتيجـة ميـاه الـري الراجعة الى الطبقات المائية بالاضافة الى تأثير المياه العادمة الخارجة من المصانع ومحطات الصرف الصحي.

ج.التوصيـــات

١. تطوير شبكتي الرصد الجوفي والسطحي من اجل الحصول على المعلومات الضرورية لتقيم مصادر المياه.

٢. تحديد كميات المياه المتجددة واستخدام النماذج الرياضية في استقراء مستقبل هذه المصادر.

٣. الاستمرار في حظر حفر الآبار الخاصة في كافة الاحواض المائية .

٤. اعطاء الاحتياجات المائية لغايات الشرب الاولوية القصوى من ناحية حفر الآبار والتزويد المائي.

٥. الاستمرار في تركيب العدادات على الآبار الخاصة (الزراعية والصناعية) لمراقبة كميات الاستخراج الفعليه .

المراجع

١.خيرالحديدي : مصادر المياه في الاردن ، سلطة المياه ،عمان ،١٩٩٤

٢.خير الحديدي: تقرير عام عن مشروع مراقبة الاحواض المائية ، عمان ،١٩٩٦

٣.الدكتور سمير حجازين: تقيم الوضع المائي في الاردن ، عمان ، ١٩٨٨

السيرة الذاتية

الاسم :خير حسن الحديدي

الشهادة العلمية : دكتوراة في الهندسة الهيدروجيولوجية

مكان التخرج :جامعة سان بطرس بورغ/ روسيا

سنة التخرج :١٩٩٢

مكان العمل : وزارة المياه والري /سلطة المياه/عمان-الاردن

الوظيفة الحالية : منسق مشروع مراقبة الأحواض المائية/ مديرية دراسات مصادر المياه

:مندوب سلطة المياه في مشروع تحسين نوعية المياه والمحافظة عليها

(المشروع بالتعاون وكالة الولايات المتحدة للانماء الدولي)

الخبرات العملية : العمل لمدة ١٢سنوات في مجال دراسات المياه الجوفية (تعين آبار المياه ، تحليل تجارب الضخ ، النماذج الرياضة ، التغذية الصناعية ، مراقبة نوعية المياه)

باعتبار ان الهدف من التحويل من نظام درجة حرارة منخفضة الى درجة حرارةعالية هـو رفـع معـدل الانتاج من 27065 متر مكعب يوميـا" (6 مليـون جـالون امـبراطوري يوميـا") الى 32480 مـترمكعب يوميـا" (7.2مليون جالون امبراطوري يوميا") ، فانه خلال فـترة التجربـة تجـاوز معـدل الانتـاج الفعلـي في كثـير مـن الاحيان معدل الانتاج التصميمي حيث بلغ متوسط كمية الانتاج33130 مـتر مكعـب يوميـا" (7.346 مليـون جـالون امـبراطوري يوميـا") خـلال التشـغيل الصيفـي و33070 مـتر مكعـب يوميـا" (7.332مليـون جـالون امـبراطوري يوميـا") خـلال فـترة التشـغيل الشـتوي للمقطـرة D8 ، كمـا بلـغ 32940 مـتر مكعـب يوميـا" (7.303مليون جالون امبراطوري يوميا") خلال فـترة التشـغيل الصيفـي و33320 مـتر مكعـب يوميـا" (7.388 مليون جالون امبراطوري يوميا") خلال فترة التشغيل الشتوي للمقطرة D4B انظر الشكلين (2A&2B) .

ثانيا": معدل الانتاجية المكتسبة (GAINED OUTPUT RATIO)

يعرف معدل الانتاجية المكتسبة على انه كمية المياه المقطرة بـالكيلوجرام لكـل واحـد كيلوجـرام مـن البخار المستخدم عند معدلات ضغط ودرجة حـرارة قياسـية. ويتبـين مـن الشـكلين (3A&3B) ان متوسـط معـدل الكفـاءة في التشـغيل الصيفـي بلـغ 9.6 و 10.48 ، بينمـا بلـغ في التشـغيل الشـتوي 9.59 و 10.14 للمقطرتين D8 و B4B على التوالي ، وهو مؤشر واضح على الانتاجية المرتفعة للمقطرتين.

ثالثا": معدل الاداء (PERFORMANCE RATIO)

وهو كمية المياه المقطرة المنتجة بالكيلوجرام عند استهلاك 1000 كيلوجول من الطاقة الحرارية ، ويبـين كـلا الشـكلين (4A&4B) سـلوك معـدل الاداء اذ بلـغ متوسـط معـدل الاداء 4.38 و 4.65 كيلوجـرام لكل1000 كيلوجول للمقطرتين D8 و B4B على التوالي.

رابعا": معامل اعتراض الانتقال الحراري (HEAT TRANSFER FOULING FACTOR)

وهو مؤشر على مدى اتسـاخ انـابيب التبـادل الحـراري ، اذ بلـغ متوسـط معـامل اعـتراض الانتقـال الحراري في المسـخن الرئيسـي (BRINE HEATER) خـلال فـترة التشـغيل الصيفـي والشـتوي علـى التـوالي 0.07790 و 0.08130 للمقطـرة D8 ، بينمـا بلـغ 0.02090 و 0.03126 للمقطـرة D4B مقـاس بالمترمربع.كيلفين/كيلووات ، انظر الشكلين (5A&5B).

خامسا": ضغط البخار في المسخن الرئيسي (BRINE HEATER SHELL PRESSURE)

بقى ضغط البخار في المسخن الرئيسي مستقرا" في كلتا المقطرتين و لم يزد متوسطه عن 1.51 بار في المقطرة D8 بينما قل عن ذلك في المقطرة D4B انظر الشكلين(6A&6B) ، ويتاثر مقدار ضغط البخار في المسخن الرئيسي بعدة عوامل مثل حجم البخار ودرجة حرارته و درجة حرارة المحلول الملحي الداخل للمسخن ومدى اتساخ المسخن ، ويرتفع بارتفاع معامل اعتراض الانتقال الحراري للمسخن.

سادسا": تركيز المحلول الملحي الدائر (BRINE RECIRCULATION CONCENTRATION FACTOR)

تم التحكم بدرجة تركيز المحلول الملحي الدائر على ان لاتتجاوز 1.5 ضعف مياه البحر وذلك بالتحكم بمعدل مياه التعويض ومياه التصريف.

سابعا": نوعية المياه المقطرة (WATER QUALITY)

لم يلاحظ أي تغير في نوعية المياه المقطرة خلال فترة التجربة(درجة التوصيلية < 2ميكرسيمنز/سنتيمتر)

تاسعا": الفحص الداخلي (INSPECTION)

قام مهندسي مركز تنمية مصادر المياه باجراء فحص داخلي لاجزاء ومكونات المقطرتين و لم يلاحظ وجود ترسبات سميكة او تلف للاجزاء الداخلية .

النتائج

اولا" : من خلال استعراض المؤشرات ومعدلات الانتاج يتبين نجاح تجربة تشغيل المقطرتين D8 في محطة الزور الجنوبية و D4B في محطة الدوحة الغربية على درجة حرارة 105 درجة مئوية.

ثانيا" : مراقبة المتغيرات التشغيلية والتحكم بمعدل الحقن والمتابعة الكميائية لنوعية المياه يؤدي الى تشغيل المقطرات بكفائة ممتازة ويحافظ على الانتاج .

ثالثا" : لايعتبر معدل حقن مانع الترسب 3 جزء من المليون المعدل الامثل اذ يمكن خفضه ومراقبة النتائج والمؤشرات.

رابعا" : في حال تعميم التجربة على الوحدات المتبقية سوف يؤدي ذلك الى زيادة الانتاج بمقدار 108240 متر مكعب يوميا" (24 مليون جالون امبراطوري يوميا") أي بما يعادل انتاج اربع مقطرات سعة كل مقطرة 27065 متر مكعب يوميا" (6 مليون جالون امبراطوري يوميا").

شكر وتقدير

نود ان نعبر عن شكرنا للعاملين في محطة الزور الجنوبية لتوليد الطاقة الكهربائية وتقطير المياه ومحطة الدوحة الغربية لتوليد الطاقة الكهربائية وتقطير المياه لتعاونهم مع مركز تنمية مصادر المياه خلال فترة التجربة.

المراجع

1- A.H.KHAN ,"DESALINATION PROCESES & MULTISTAGE FLASH DISTILLATION PRACTICE", ELSEVIER PUBLICATION,1986.

2- ALI AL-ZUBAIDI,"PERFORMANCE EVALUATION OF BELGARD ANTI SCALENT ADDITIVE AT DOHA EAST POWER GENERATION & WATER PRODUCTION STATION", WATER RESOURCES DEVELOPMENT CENTRE, KUWIT 1990.

3- OPERATION & MAINTENANCE INSTRUCTION MANUAL FOR DOHA WEST DISTILLATION PLANT,STAGE II.

4- OPERATION & MAINTENANCE INSTRUCTION MANUAL FOR AZ-ZOUR DISTILLATION PLANT.

الجدول (١)
المقطرة D8
الزور الجنوبية

	التشغيل الصيفي			التشغيل الشتوي		
	التصميم		الفعلي	التصميم		الفعلي
درجة الحرارة (درجة مئوية)	٩٠	١١٠	١٠٥	٩٠	١١٠	١٠٥
الانتاج (مليون جالون امبراطوري باليوم)	٦	٧,٣	٧,٣٤٦	٦	٧,٢	٧,٣٣٢
معدل الانتاجية المكتسبة	٨	٨,٧٧	٩,٦	٨	٨,٦٥	٩,٥٩
معدل الاداء(كيلوجرام /١٠٠٠كيلوجول)	٣,٥٤	٣,٩٨	٤,٣٧	٣,٥٤	٣,٩٢	٤,٣٨
معامل عتراض الانتقال الحراري(مترمربع كيلفن/كيلووات)	٠,٢١٣٩٩	٠,١٩٠٥١	٠,٠٧٧٩	٠,٢١٣٠٤	٠,١٨٧٨	٠,٠٨١٣
ضغط البخار في المسخن الرئيسي(بار)	١	١,٩٧	١,٤٧	١	١,٩٧	١,٥١

الجدول (٢)
المقطرة D4B
الدوحة الغربية

	التشغيل الصيفي			التشغيل الشتوي		
	التصميم		الفعلي	التصميم		الفعلي
درجة الحرارة (درجة مئوية)	٩٠	١١٠	١٠٥	٩٠	١١٠	١٠٥
الانتاج (مليون جالون امبراطوري باليوم)	٦	٧,٢	٧,٣٠٣	٦	٧,٢	٧,٣٨٨
معدل الانتاجية المكتسبة	٨	٨,٦٥	١٠,٤٨	٨	٨,٦٥	١٠,١٤
معدل الاداء(كيلوجرام /١٠٠٠كيلوجول)	٣,٥٤	٣,٩٣	٤,٦٨	٣,٥٣	٣,٩٢	٤,٦٢
معامل اعتراض الانتقال الحراري(مترمربع كيلفن/كيلووات)	٠,٢١١٥٦	٠,٢٠٣٦٤	٠,٠٢٠٩٤	٠,٢١٠٧٢	٠,٢٠٠٩	٠,٠٣١٢٦
ضغط البخار في المسخن الرئيسي(بار)	١	١,٩٧	١,٤٣	١	١,٩٧	١,٤

FIG 1A

H.T.Operation / AZ-D8

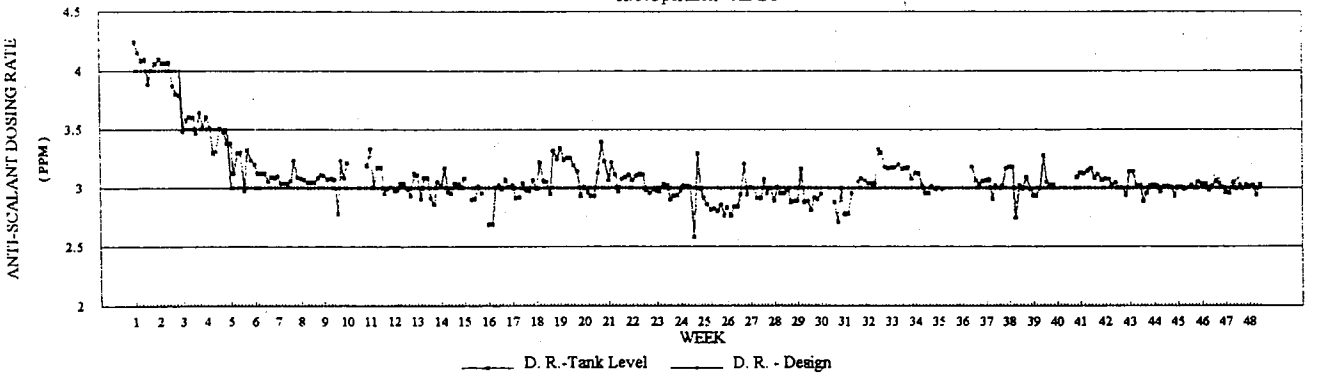
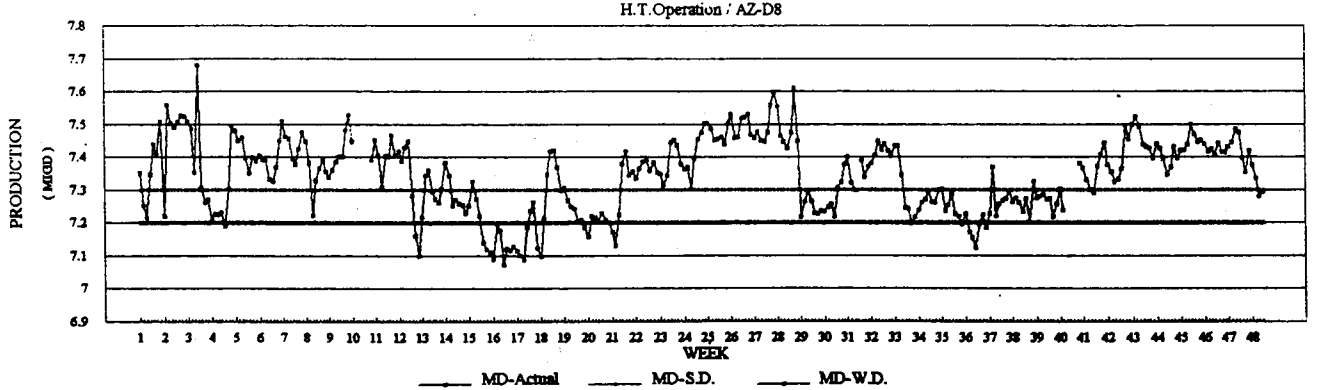


FIG.2 A

H.T.Operation / AZ-D8



١٥٢

FIG 3A

H.T.Operation / AZ-D8

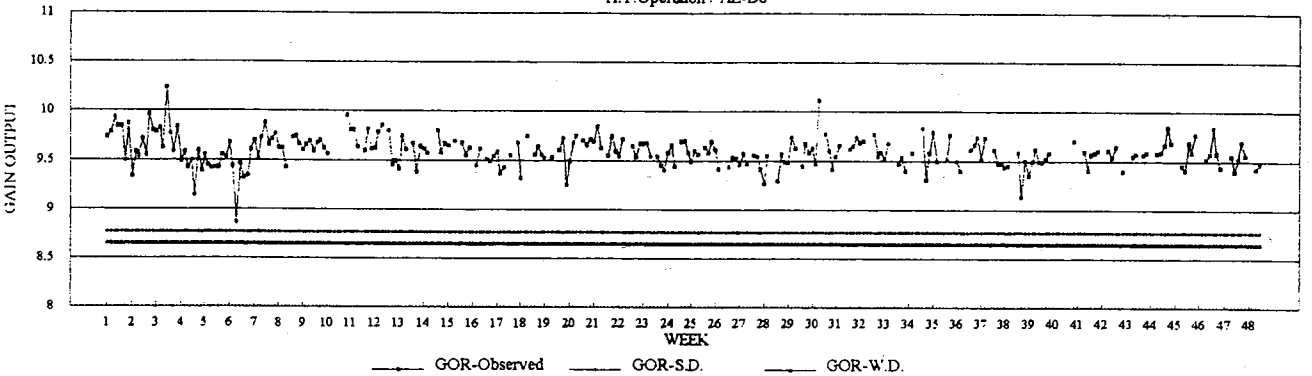


FIG 4A

H.T.Operation / AZ-D8

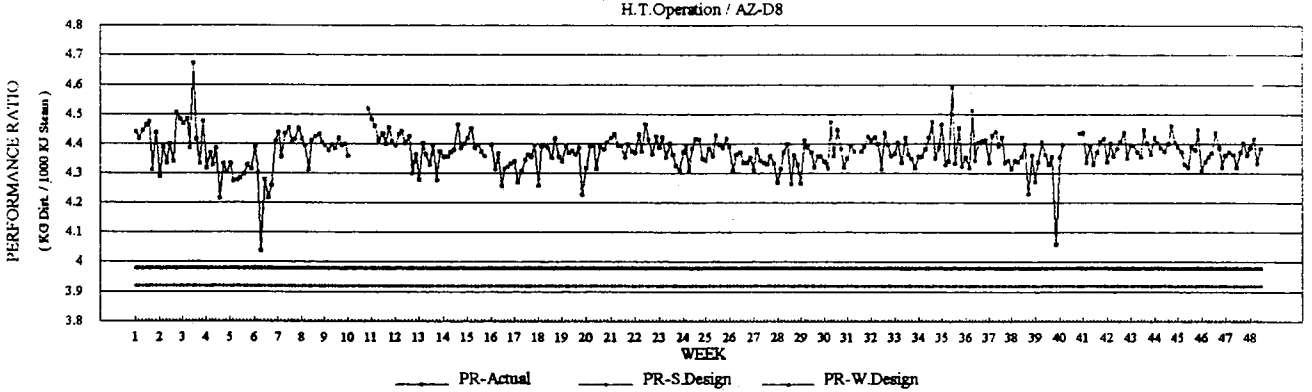


FIG 5A

H.T.Operation / AZ-D8

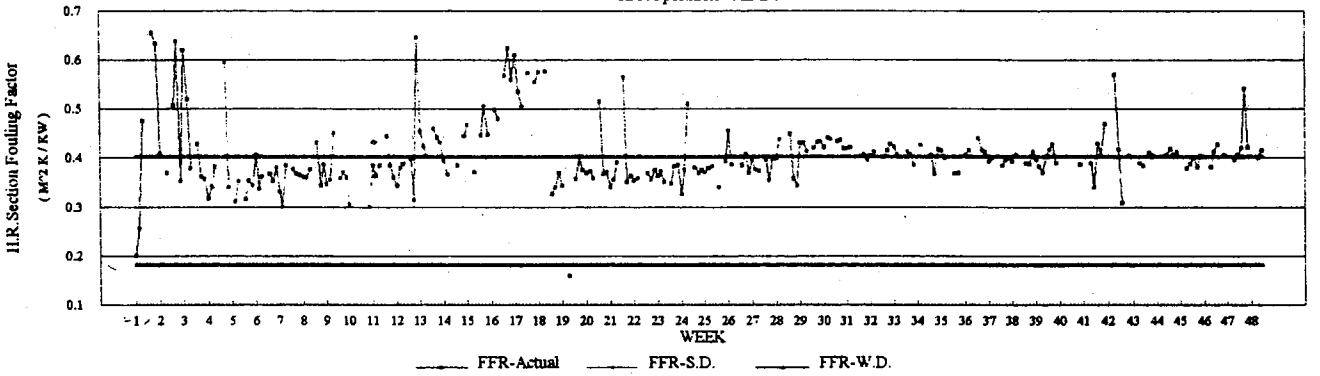


FIG.6A

H.T.Operation / AZ-D8

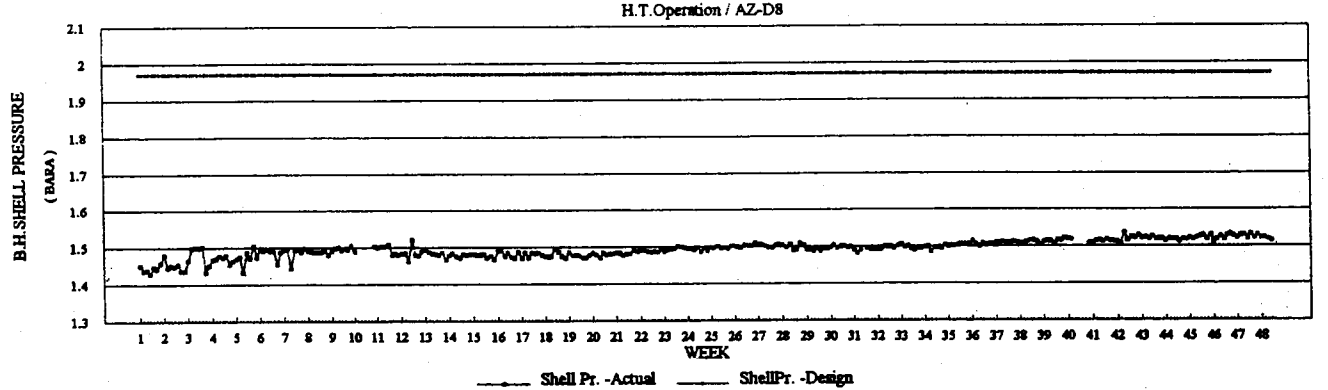
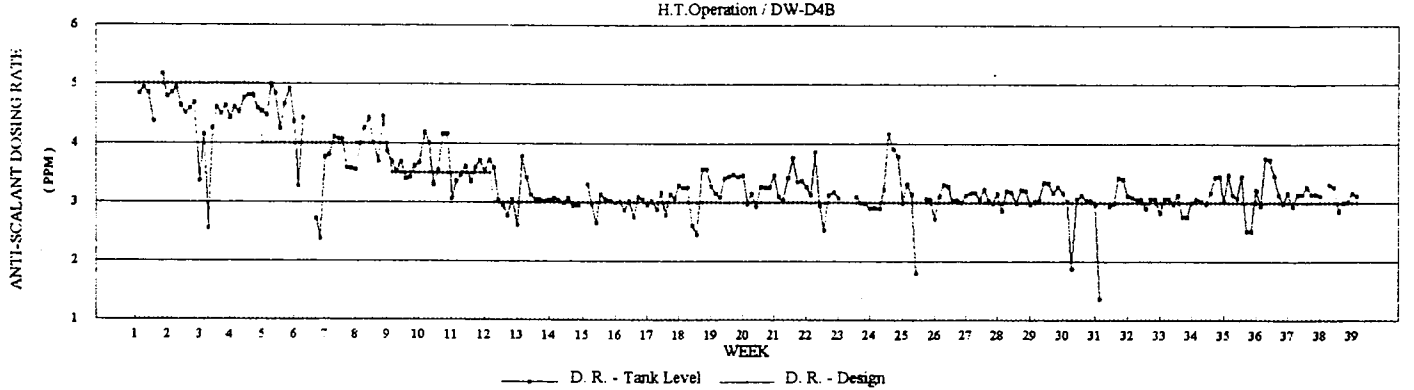


FIG. 1B



100

FIG. 2B

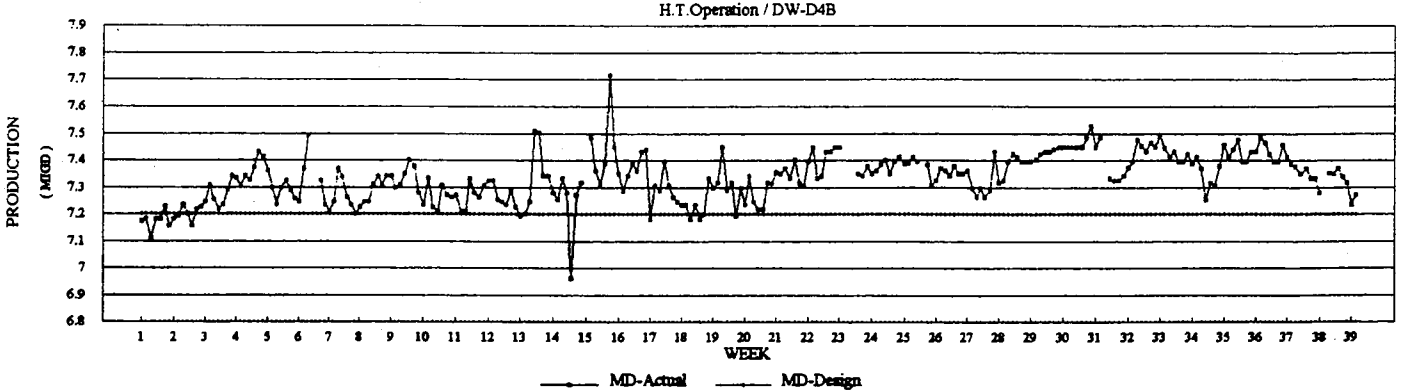


FIG. 3B

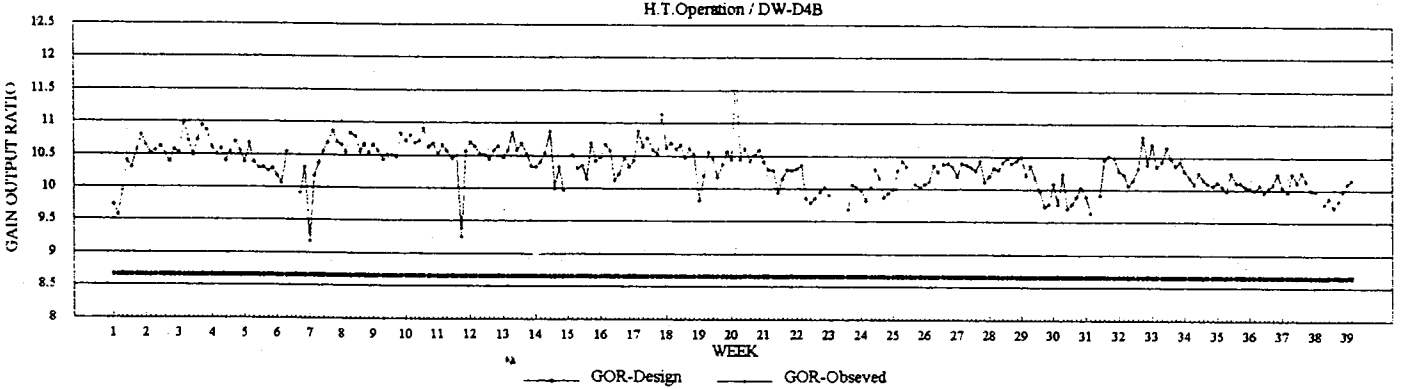

H.T.Operation / DW-D4B
GAIN OUTPUT RATIO
12.5
12
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8.5
8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
WEEK
GOR-Design
GOR-Obseved

FIG. 4B

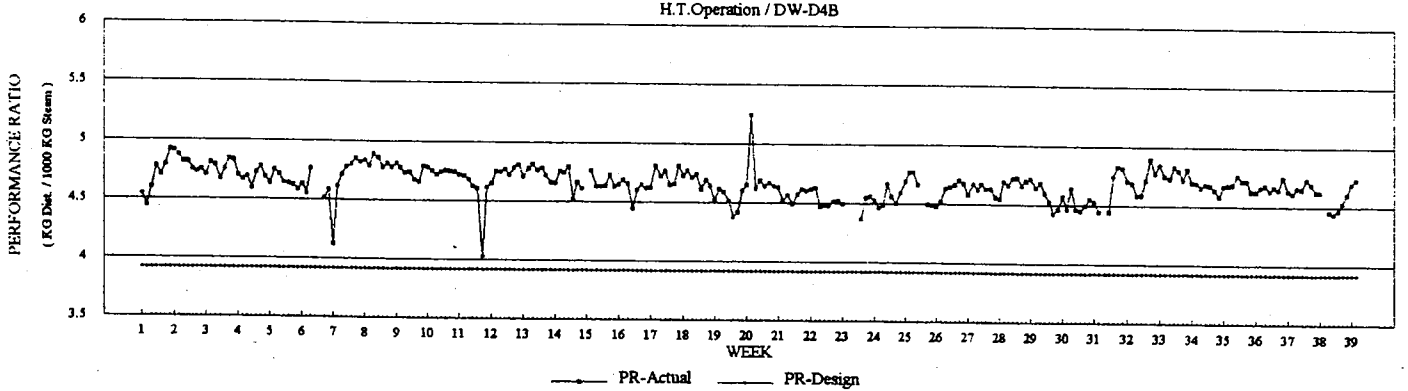

H.T.Operation / DW-D4B
PERFORMANCE RATIO
(KG Dist. / 1000 KG Steam)
6
5.5
5
4.5
4
3.5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
WEEK
PR-Actual
PR-Design

FIG. 5B

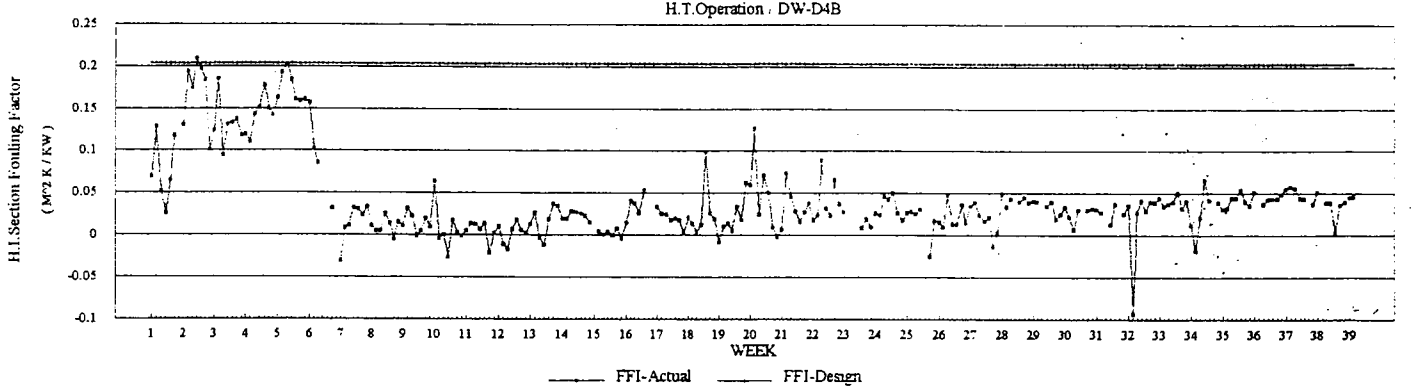
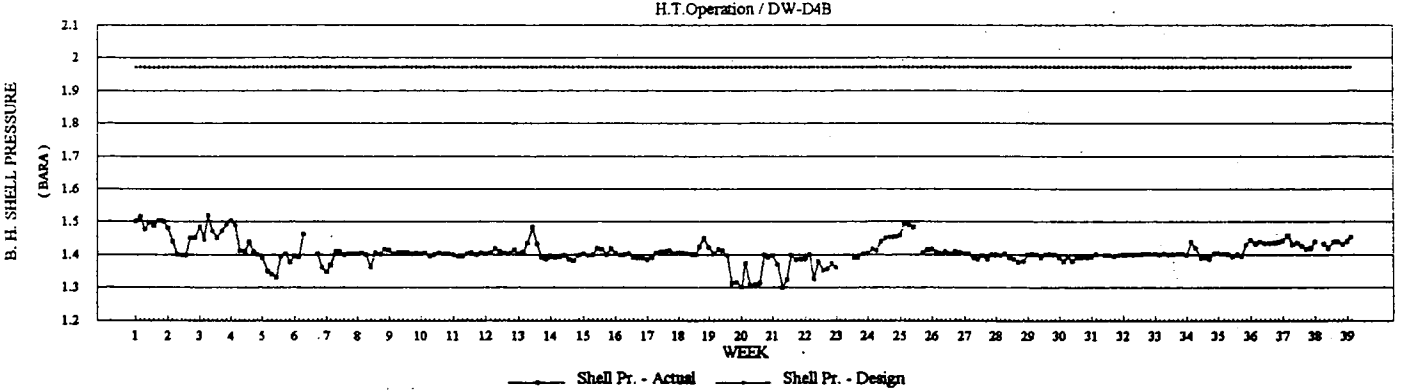

H.T.Operation / DW-D4B
H.I.Section Fouling Factor
(M^2 K / KW)
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
WEEK
FFI-Actual
FFI-Design

FIG. 6B


H.T.Operation / DW-D4B
B. H. SHELL PRESSURE
(BARA)
2.1
2
1.9
1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
WEEK
Shell Pr. - Actual
Shell Pr. - Design

مشاكل التشغيل والصيانة الخاصة بالآبار الجوفية عند تقادمها

م. إبراهيم بن محمد أبو عباة، م. سليمان مبارك أبو عليوي، م. حسن ثابت محمد

مشاكل التشغيل والصيانة الخاصه بالآبار الجوفيه عند تقادمها

إعـداد

مهندس/ إبراهيم بن محمد أبوعباة

مساعد مدير البرنامج للشئون الفنيه

برنامج تشغيل وصيانة مياه الرياض

و

السيد/ سليمان مبارك أبو عليوي
رئيس وحـدة الآبـار
برنامج تشغيل وصيانة مياه الرياض

مهندس/حسن ثابت محمد
مهندس ميكانيكي (وحدة الآبار)
برنامج تشغيل وصيانة مياه الرياض

الملخص :

تقوم مصلحة المياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض بتشغيل وصيانة ما يقارب (١٦١) منها (٢٥) بئر سطحي و (١٣٦) بئر عميق حيث يتم إستخراج المياه من هذه الآبار وضخها الى محطات التنقية والبالغ عددها ثمان محطات تنقية [الوسيع - بويب - صلبوخ - منفوحه (١ و ٢) - الشميسي - الملز - الحاير] وذلك لمعالجتها لتكون مياه صالحة لأغراض الشرب وفقاً للمواصفات العالمية لمياه الشرب وتبلغ مجموع الطاقة الإنتاجيه القصوى لهذه الآبار ما يقارب (٦٠٠,٠٠٠) م٣ /يومياً . وحيث قد مضي على تشغيل بعض هذه الآبار فترة زمنية كبيره فاقت الـ (٢٠) سنة مما ادى الى ظهور بعض المشاكل التي تعمل على إنخفاض معدل إنتاجية الآبار ومما يؤدي بالتالي إلى ضرورة التعامل مع هذه المشاكل لحلها وفي هذه الدراسه سوف يتم تسليط الضوء على أهم المشاكل التي تؤثر على إنتاجية الآبار والمشاكل الناتجة من الآبار بسبب تقادمها ومنها على سبيل المثال :

١ - تهدم البنيه الأساسيه للبئر .
٢ - خروج رمال مع مياه البئر بكثره .
٣ - إنخفاض مستوى الماء الثابت .
٤ - تآكل (Corrosion) معدات البئر .
٥ - تلوث مياه الآبار من مصادر خارجية

كذلك سوف يتم التطرق الى الحلول المناسبه لبعض المشاكل المذكوره أعلاه .

وأهم النتائج التي يتوقع أن تخلص لها الدراسة ما يلي :

١ - كيفية الإحلال والتجديد للمعدات بإنقضاء العمر الإفتراضي لها للمحافظة كفاءة البئر الإنتاجية .
٢ - الطرق المناسبه لمنع أو التقليل بقدر المستطاع من تآكل (Corrosion) معدات البئر
٣ - الطرق المناسبه للحد أو لمنع تلوث مياه الآبار من مصادر خارجية .

مقدمة :

تعتمد مدينة الرياض على مصدرين اساسيين لتأمين مياه الشرب اللازمة ولا شك أن اي من هذين المصدرين يلعب دورا رئيسياً في عملية إمداد مدينة الرياض وضواحيها المتعددة بمياه الشرب واصبح الارتباط وثيقاً بين هذين المصدرين لدرجة أن أي منها غير قادر بمفرده على إمداد المدينة بكمية المياه اليوميه المطلوبة للاستهلاك ، وهذين المصدرين هما :-

أ - المياه المحلاة الواردة من الجبيل

ب - الآبـار الجوفيه :

لا شك أن آبار المياه الجوفيه بمنطقة الرياض كانت ولا تزال تلعب دوراً اساسياً في إمداد مدينة الرياض وضواحيها بمياه الشرب اللازمة حتى بعد توصيل المياه المحلاة الواردة من الجبيل ، وذلك للإستهلاك المتزايد على مياه الشرب نتيجة للتطور والتوسع العمراني والزيادة المستمرة في التعداد السكاني . ويبلغ إجمالي عدد الابار بانواعها المختلفة التابعة للبرنامج (١٦٧) بئراً جوفياً (٦ آبار استلمت مؤخراً) موزعة على عدد من الحقول المختلفة (شكل رقم ١) داخل وخارج مدينة الرياض وتنقسم هذه الابار الى نوعين تبعاً للعمق الذي تتغذى منه بالمياه الخام (والجدول المرفق رقم (١) يوضح بعض المعلومات عن حقول هذه الآبار) وهي كالتالي :-

١ - الآبار (الجوفية) العميقة الحارة :

هي الآبار التي تتغذى بالمياه من طبقات الارض الجوفية العميقه ولا تعتمد على مياه الامطار والسيول في تجديد مياهها ، وتقع هذه الابار الجوفية في اماكن متفرقة داخل وخارج مدينة الرياض وتتغذى بالمياه من طبقة أو تكوين المنجور الجوفية وتصل أعماق الحفر لهذه الابار الى حوالي (٦٦٥٠ قدم) تحت سطح الارض ، وتتصف المياه المنتجة من هذه الابار بالملوحة الزائدة ودرجة حرارتها المرتفعة بالاضافة لما تحتويه مياه هذه الابار من الغازات المذابة ، والجدول المرفق رقم (٢) يوضح التحاليل الكيميائية للمياه الخام المنتجة من بعض هذه الابار . ومن الجدول المذكور يتضح أن الصفات والخصائص الكيميائية لمياه هذه الابار تتسبب في صدأ وتآكل المعادن الحديدية التي تصنع منها مواسير تغليف الابار ، وكذلك المضخات المنتجة للمياه ومواسير الرفع وانابيب الزيت وهي أحد المشاكل التي سنتعرض لها في البحث . ويتميز حقل آبار الوسيع من آن آباره تتغذى من تكوين البياض والوسيع الجوفية والمياه المنتجة من هذه الطبقة تتصف بملوحتها المنخفضه بعض الشيئ ودرجة حرارتها المنخفضة نسبياً والتي تصل الى حوالي (٣٤ م) ، ويعمل بهذا الحقل أنواع مختلفة من المضخات حسب طبيعة البئر، حيث كان عدد الابار التي تعمل بمضخات غاطسة مساوي تقريباً لعدد الابار التي تعمل بمضخات عامودية ولكن في الآونة الأخيرة تم تعديل بعض هذه الابار التي تعمل بمضخات غاطسة الى آبار تعمل بمضخات عامودية وذلك لتلافي مشكلة تعطل المحركات الغاطسة بسبب وجود بكتيريا الحديد في هذا الحقل .

٢ - الآبار الجوفيه السطحية الباردة :

هي الآبار التي تتغذى بالمياه من طبقات الارض السطحية وتعتمد في تجديد مياهها على كمية الامطار والسيول السنوية ومدى استفادة الابار منها ، ومستويات المياه الثابتة والمتحركة متغيرة ولا تثبت عند حد معين للاسباب المذكورة سابقاً والجدول المرفق رقم (٣) يوضح التحاليل الكيميائية للمياه الخام المنتجة من بعض هذه الابار . وتقع هذه الحقول في الوديان المختلفة

جدول رقم (١) بعض الخصائص لحقول الآبار

الخصائص	آبار الرياض القديمة	آبار صلبوخ	آبار الربيب	آبار الوسيع	آبار وادي نساح	آبار الطابر	آبار وادي نمار
عدد الآبار	٣٦	١٨	١٨	٦٤	٢٢	٣	٦
أقصى عمق للحفر/قدم	٥٩٠٠	٥٩٠٠	٦٦٤٠	١٦٤٠	٨٥٠	٢٠٠	٢٠٠
أقصى عمق للمضخه / قدم	١١٥٠	١٣٠٠	١٥٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	١٤٥	١٦٠
سنوات الخدمه	٢٥	١٩	١٧	١٧	٢٦	٢٥	٣٢
متوسط معدل الهبوط السنوي/قدم	١٣	١٥	١٧	٠.٥	١١	١١	١١

جدول رقم (٢) التحاليل الكيميائيه للمياه المنتجة

الفحوصات الكيميائية	آبار الرياض القديمة	آبار صلبوخ	آبار الربيب	آبار الوسيع	آبار وادي نساح	آبار الطابر	آبار وادي نمار
درجة الحراره C. Temperature	٦٠	٦٣	٦٨	٢٤	٢٠	٢٠	٢٠
الرقم الهيدروجيني PH	٧.٣٠	٧.٥	٧.٢	٧.١	٧.٧٠	٧.٦٠	٧.٨٠
العسر الكلي mEq/L Hardness-Total	١٠.٨٥	١٣.٨٠	١٥.٧	١٣	٥.٨	١٩.٤	١٩.٤
عسر الكالسيوم mEq/L Calcium	٧.٥٠	٨.٦٠	١٠	٨	٣.٢	١٢.٠٠	١٤.١٠
عسر الماغنسيوم mEq/L magnesium	٣ ٣٥	٥.٢٠	٥.٧	٥	٢.٦	٧.٤٠	٥.٣٠
القلوية الكليه mEq/L Alkalinity-Total	٣.٣٢	٢.٧٢	٢.٨	٢.٩	٣.٨٢	٤.١٤	٣.٥٦
التوصيل الكهربائي us-cm Conductivity	١٥٧٥	١٧٧٥	٢٤٠٠	٢٣٠٠	٦٣٠	٢٥٠٠	٢٨٠٠
الملوحه mg/L Salinity (T.D.S.)	١١٠٠	١٤٠٠	١٦٦٠	١٢٠٠	٣٧٠	٨٨٠	١٧٠٠
البرمنجنات mg/L KMno4 demand	٦.٥	٧.٣	٦	٨	٤.١	٦.٦	٧.٨
النتريت mg/L Nitrate as No2	٠.٠٠٣	٠	٠.٠٣٣	٠.٠٠٣	٠	٠.٠٣٣	٠.٠٢٠
النتريت mg/L Nitrate as No3	٠	٠	٠	٦	١١.٠٠	١١.٠٠	٢٦.٤٠
الكبريتات mg/L Sulphate	٤٥٠	٥٣٠	٥٥٠	٥٤٠	١١٨	٥٢٨	٤٧٤
الكلوريد mg/LChloride	٢٣٥	٢٦٥	٣٨٠	٣٢٠	٦٦	٤٣٠	١٨٨
الفلوريد mg/L Fluoride	٠.٤٨	٠.٥	٠.٤٥	٠.٥	٠.٣٠	٠.٤٨	٠.٧٨
السليكات mg/L Silicate as Sio2	١٩	٢٥	٢٨	١٥	١٤.٥٠	١٨.٣٠	٢٦.٤٠
الحديد mg/L Iron	٠.٦	٠.٤	٠.٣٢	١	٠.١	٠.١	٠.١

داخل وحول مدينة الرياض والجدول المرفق رقم (١) يوضح بعض المعلومات عن حقول هذه الآبار .

وقبل الخوض في الموضوع الرئيسي للبحث وهو المشاكل التي تواجه الآبار عند تقادمها يجب الالمام بخطوات حفر البئر ومكوناته وهو ما يعرف بالبنية الاساسية للبئر ، وكذلك المعدات التي يتم تركيبها على البئر وداخله لرفع الماء .

أولاً : حفر الآبار : ان معظم آبار الرياض تم بداية حفرها بمثقاب قطر (١٧.٥ بوصة) والبعض الآخر القليل تم بداية حفرها بمثقاب قطر (٢٤ بوصة) لذا سنوضح هنا خطوات حفر البئر بمثقاب (١٧ ١/٢ بوصة) .

خطوات حفر البئر :

١ - يبدأ الحفر بمثقاب (١٧ ١/ ٢ بوصة) من السطح الى عمق معين وليكن (أ) .

٢ - يتم إختبار الاعوجاج وإستقامة البئر للعمق الذي تم حفره بواسطة جهاز (التتكو)

٣ - يتم إنزال أنابيب التغليف قطر (١٣ ٣/٨ بوصة) وبنفس الطول (أ) .

٤ - يتم التسميت بين جدار البئر وانابيب التغليف .

٥ - يستمر الحفر بمثقاب (١٢ ١/٤ بوصة) حتى يصل عمق (ب) وهو الوصول الى الاحجار الرملية لتكوين طبقة المنجور .

٦ - يجري إنزال وتعليق انابيب تغليف (كيسنج) قطر (٩ ٥/٨ بوصة) .

٧ - يتم التسميت بين جدار البئر (١٢ ١/٤ بوصة) والجدار الخارجي لانابيب التغليف .

٨ - ينتهي الحفر بمثقاب قطر (٨ ١/٢ بوصة) من عمق (ب) الى العمق الكلي للحفر والذي يشمل الطبقة المنتجة للمياه والذي يحدد بشكل فعلي العمق الكلي للحفر .

٩ - يتم إنزال وتعليق مصافي ملفوفة على قضبان الصلب الغير قابل للصدأ (استنلس استيل ٣١٦) قطر (٧ بوصة) وبفتحة (٠.٣ بوصة) ولاتقل المساحة المخرمة عن (١٨و٥ ٪) أمام الاحجار الرملية المنتجة للمياه ولا تزيد عن قطر (٧ بوصة) باستخدام علاقة (هانجر) نوع ثقيل وصمام غسيل سفلي قطر (٧ بوصة) . والمصافي واللاينر تكون من معدن الصلب الغير قابل للصدأ (استنلس استيل) نوع (٣١٦) ويتحدد الطول طبقاً لعمق الطبقة المنتجة للمياه .

١٠ - يتم تنمية البئر حسب مواصفات وزارة الزراعة والمياه [٣] .

١١ - يتم إختبار البئر كما هو مذكور لاحقاً .

١٢ - عمل صبة خرسانية مناسبة حول البئر للحماية .

تنمية (تطوير) البئـــر :

يجب تنمية البئر بإحدى الوسائل التالية أو بها مجتمعة حسبما تتطلبة ظروف الحقل ، وذلك حتى تصبح البئر خالية من طين الحفر والسلت وأية شوائب أخرى ،

١ - ضخ البئر بشدة بواسطة ضاغط هواء (كمبريسور) .

٢ - إعادة ضخ البئر وغسلها بواسطة مضخة توربينية أو مضخة غاطسة .

٣ - خض مياه البئر وشفطها بواسطة مكابس خض (بلنجوز) وطلمبات ضخ الرمال (ساند بمب بيلرز) .

٤ - إذا لزم الامر يتم غسل البئر بمادة هكساميتا فوسفات الصوديوم أو حامض الهيدروكلوريك تبعا لطبيعة التكوين المنتج.

إختبار البئر بالضخ :

تركيب مضخة وماكينة قادرتين على انتاج اقصى حد لكميات المياه المتوقع انتاجها بعد اتمام عملية التنمية . ويجب قياس مستوى الماء الثابت بدقة في بداية عملية الاختبار . ومن المفروض ان تبدأ عملية الاختبار بعد مضي ما لا يقل عن (٢٤ ساعة) على آخر مرة كانت البئر تنتج المياه مع ضرورة أن تستمر عملية الاختبار بالضخ كحد ادنى مدة (٣٦) ساعة دون توقف هذا وبالاضافة لما تقدم فأنه من الضروري قياس مستويات المياه مدة (٢٤) ساعة وذلك اثناء فترة الاستعاضة . اما عملية اختبار انخفاض المياه بالضخ فتتم حسب خطوات معروفة يمكن الرجوع اليها في المصادر المهتمة بهذا الموضوع [٣] .

تعريفات هامة :

المستوى الثابت للماء : هو المسافة من سطح البئر (فوهة البئر) حتى بداية سطح الماء الموجودة بالبئر قبل تشغيل المضخة ويمكن قياسها بسهولة عن طريق الهواء المضغوط أو عن طريق الكترود أو بأي وسيلة مناسبة قبل وضع المعدات بالبئر .

المستوى المتحرك للماء : هو المسافة من سطح البئر (فوهة البئر) حتى بداية سطح الماء الموجودة بالبئر بعد تشغيل المضخة ورفع الماء داخل المواسير .

النزول : هو المسافة بين المستوى الثابت والمتحرك .

نبذة عن المضخات التي تعمل بالآبار التابعة للمصلحة :

لاتعتمد المصلحة في تشغيل آبارها على مصدر واحد أو نوعية واحدة من المعدات بل أنها تقوم بوضع المواصفات الفنية للمضخة وطريقة تشغيلها حسب متطلبات كل بئر بعد أخذ كافة الظروف المحيطة بعين الاعتبار ، وتخضع عملية التشغيل والتركيب للمضخة والمعدات الاخرى التابعة لها لعمليات حسابية فنية دقيقة سوف يتم التعرض لها وتنقسم مضخات الابار الجوفيه الى نوعين أساسيين كالتالي :

١ - **مضخات ميكانيكية عامودية تربينية متعددة المراحل :**

ويعمل بهذا النوع من المضخات آبار الرياض العميقة والسطحية وبعض آبار الوسيع وتعمل على أعماق بعيدة تصل الى حوالي (١١٥٠ قدم) تحت سطح الارض في الابار العميقة وهذا النوع من المضخات يتم إدارته بواسطة عامود إدارة يصل من المحرك الكهربائى الموجود على سطح البئر مباشرة أو الواصل من رأس الادارة الموجودة على سطح البئر ويستمد دورانه بالتبعية من محرك ديزل بواسطة عمود إدارة في حالة عدم توفر الطاقة الكهربائية بالمنطقه المحفور بها البئر ، وهذا النوع من المضخات يتطلب إستقامة تامة للبئر نظراً لطول عمود الإدارة ، وينقسم هذا النوع من المضخات الى نوعين كالتالي :-

أ - نوع يعمل بتبريد الزيت (زيتي) وفي هذا النوع يكون عمود الإدارة موجود داخل أنبوب ممتلئ بالزيت للتبريد وتقليل الإحتكاك بين العمود والجلب ويتم إحكام الانبوب وذلك لضمان عدم وصول مياه البئر لعامود الإدارة الذي يصنع من الصلب الكربوني .

ب - نوع مائي وفي هذا النوع يكون عمود الإدارة مصنعاً من مادة الصلب الغير قابل للصدأ والمقاوم للتآكل نظراً لتعرض عمود الإدارة للماء حيث يبرد بمياه البئر ، ويدار هذا النوع كسابقه (وعدده قليل بآبار الرياض) .

٢ - **مضخات ذات محركات كهربائية غاطسة متعددة المراحل :**

ويعمل هذا النوع من المضخات بحقل آبار (صلبوخ - البويب - الوسيع) وبئر الملز رقم (٢) بآبار الرياض ، وتعمل هذه المضخات على أعماق بعيدة تصل الى (١٥٠٠ قدم) داخل البئر .. وفي هذا النوع من المضخات يتم تركيب المحرك الكهربائي الغاطس مع المضخة معاً مع وجود واقي بينهما لمنع وصول المياه من المضخة أو البئر الى المحرك ، ويتم تغطيس المجموعة بالكامل (المضخة ، المحرك ، الواقي) مع الكابل اللازم لتوصيل الكهرباء للموتور ، وذلك في مياه البئر حيث يتم دفع المياه خلال مواسير الرفع المربوطة مع المضخة حتى رأس البئر . ويتميز هذا النوع من المضخات بإمكانيـــة إنزاله وتشغيله في الابار العميقة الغير مستقيمة الحفر بحدود معقولة حيث يمكنها العمل داخل الابار التي يوجد بها إعوجاج عن الخط المتعامد الرأس من مركز البئر نظراً لعدم وجود عامود إدارة بها بطول مواسير الرفع كما هو الحال في المضخات العامودية التربينية .

كيفية إختيار المضخة المناسبة للبئر :

والآن وبعد تعرفنا على أنواع المضخات المستخدمة بالابار يمكننا الخوض في كيفية إختيار المضخة المناسبة للبئر ويتوقف ذلك على إنتاجية البئر من واقع تقرير الحفر والانتاجية المطلوبة للمضخة بحيث لاتتعدى إنتاجية البئر (دائماً يتم إختيار إنتاجية المضخة أقل من إنتاجية للبئر) وكذلك الرفع الكلي (Total head) وكذلك المستوى الثابت والمتحرك للماء ونوعية المياه المنتجة لإختيار المواد التي يتم تصنيع المضخات منها كالتالي :-

١ - يتم تحديد إنتاجية المضخة تبعاً لإنتاجية البئر بحيث تكون أقل منها لضمان وجود المضخة دائماً تحت سطح الماء .

٢ - حساب الرفع الكلي للمضخة (Total head) وهو يشمل الآتي :-

أ - المستوى الثابت بالقدم (من سطح البئر حتى مستوى الماء قبل تشغيل المضخة) .

ب - النزول بالقدم (المسافة من سطح الماء الثابت الى سطح الماء بعد تشغيل المضخة) ويلاحظ أن مستوى الماء الثابت مضافاً اليه النزول بعد تشغيل المضخة يعطي المستوى المتحرك (Dynamic water Level) . .

ح - ضغط الخط بالقدم (Discharge head) والذي يتم الحقن فيه .

د - الفواقد بالقدم وتشمل فواقد الاحتكاك بين الماء ومواسير التصريف ويمكن إستخراجها من جداول معدة لذلك طبقاً

لإنتاجية المضخة بالجالون/دقيقة . وقطر مواسير التصريف ومجموعة أنابيب الزيت ليعطي الفقد لكل (١٠٠ قدم) ، وكذلك الفواقد نتيجة الملحقات المركبة على خط التصريف مثل البلوف والمخفضات ... إلخ .

هـ - الهبوط المتوقع خلال عامين بالقدم وهي الفترة التي يتم بعدها رفع المضخة لعمل عمرة كاملة (توضيب) . ومجموع هذه النقاط يعطي الرفع الكلي للمضخة والذي يتم على أساسة تحديد عدد المراحل للمضخة ويتحدد عدد المراحل للمضخة المطلوبة من منحنى الاداء للمضخة المقترحة وذلك بقسمة الرفع الكلي على الرفع للمرحلة الواحدة ويقرب الكسر الى العدد الصحيح الاكبر مهما صغر كعامل أمان ، ومن منحنى المضخة يتم تحديد كفاءة المضخة وقطر المروحة ويلاحظ استخدام وحدة القدم حيث تتناول معظم الكتالوجات الخاصة بالمضخات الحسابات بالقدم .

و - يتم حساب قدرة الباول (Powl power) بالحصان بالشكل التالي :

قدرة الباول (حصان) = (G.P.M x T.H) ÷ 3960 x μ (١)

حيث : T.H. الرفع الكلي بالقدم .

G.P.M تصريف المضخة بالجالون/دقيقة

μ كفائة المضخة باعتبار السائل المستخدم ماء ووزنه النوعي(١) .

وعليه يمكن إختيار عمود الادارة المناسب من الجداول المعدة لذلك في حالة المضخات العمودية التربينية .

ز - يتم تحديد الدفع المحوري الهيدروليكي (hydrolic thrust) وهو يمثل رد فعل القوة المستخدمة للرفع وقوة المقاومات (الفواقد) ووزن عمود الماء بالطريقة التالية :

الدفع المحوري الهيدروليكي (H - Th.) = T.H. x TH.F (٢)

حيث : H - Thr. الدفع المحوري الهيدروليكي بالرطل .

T.H. الرفع الكلي بالقدم .

TH.F. معامل الدفع للمروحة (يذكر من قبل الشركة المنتجة للمضخة) .

ح - يتم حساب تمدد عمود الادارة الموصل مع عمود المراوح وذلك لاختيار الفراغ المناسب للريشة (Latral) والذي يمنع إحتكاك الريشة بالباول عند تمدد العمود بالطريقة التالية :

تمدد العمود (بالبوصة) = (T.H X PS X TH.F X S.g) ÷ (2.5 x 10^6 x AS) (٣)

حيث : T.H. الرفع الكلي بالقدم .

P.S عمق المضخة بالقدم .

TH.F معامل الدفع للمروحة (من المنتج) .

S.g الوزن النوعي للسائل المستخدم = ١ في حالة الماء .

As مساحة المقطع للعمود بالبوصة المربعة .

تمدد مواسير الرفع = (T.H X PS X Kc X S.g) ÷ (2.5 x 10^6 x Ac +T) (٤)

حيث : T.H. الرفع الكلي بالقدم .

P.S عمق المضخة بالقدم .

Kc ثابت الماسورة (ويحسب بطرح TH.F من ورن عمود الماء بالقدم Lb/ft للمواسير المستخدمة

S.g الوزن النوعي للسائل المستخدم = ١ في حالة الماء .

Ac + T مساحة المقطع لمجموعة المواسير وانبوب الزيت المستخدم بالبوصة المربعة .

ويطرح تمدد مواسير الرفع من تمدد العمود ينتج التمدد الذي يحدث بالعمود بالبوصه بعد دوران المضخه والذي يؤخذ في الإعتبار عند إختيار المضخه وكذلك عند حساب ميزانيتها إثناء التركيب على البئر . كما تجدر الإشارة الى أن هناك تمدد يحدث نتيجة اوزان كل من عمود الإدارة وأنابيب الزيت ومواسير الرفع ومجموعة البادل لا يؤخذ في الإعتبار عند حساب التمدد وذلك لأنه يحدث قبل دوران المضخه ويمكن تداركه وتلاشيه عند ضبط المضخه (عمل الميزانية للمضخه) . كما يمكن إستخراجه من جداول معدة مباشرة بدلالة الدفع المحوري الهيدروليكي وعمق المضخة .

ط- يتم حساب الدفع المحوري الكلي (Total thrust) بالرطل وهو يشمل الدفع المحوري الهيدروليكي مضافاً إليه وزن عمود الإدارة ووزن عمود المراوح ووزن مجموعة المراوح وذلك لتحديد الدفع المحوري الذي يتحمله الموتور .

ي - يتم حساب القدرة الايقافية بالحصان (Brake horse power) بالطريقه التاليه :

القدرة الايقافية = Shaft Losses + ((3960 x μ)+ (G.P.M. x T.H)) (٥)

حيث G.P.M التصريف بالجالون في الدقيقه

T.H الرفع الكلي بالقديم

μ كفائة المضخه .

Shaft Loss القدرة المفقودة بالحصان نتيجة إحتكاك العمود مع الجلب (من الجداول طبقاً لقطر العمود والسرعة الفعلية لدوران العمود r.p.m والتردد لمحركات الكهرباء وخامة العمود) . بعدها يمكن حساب قدرة الموتور المطلوب وذلك بقسمة القدرة الايقافية على كفائة المحرك .

قدرة المحرك بالحصان = القدرة الايقافية + كفائة الموتور (٦)

ويتم الأخذ في الإعتبار أن تكون قدرة الموتور الذي يتم تركيبه بالفعل أكبر من القدرة المحسوبه طبقاً لعمليات الهبوط السنويه التي تحدث بالبئر .

المشاكل الفنية التي تواجه الآبار عند تقادمها وأهم هذه المشاكل ما يلي :

١ - تهدم البنية الأساسية للبئر ٢- خروج رمال بكثرة مع المياه

٣- هبوط مستوى المياه بالبئر ٤- الأعوجاج

٥- التلوث ٦- مشاكل بالتركيب

أولاً : تهدم البنية الأساسية للبئر

وهو يحدث نتيجة تقادم البئر وبإنقضاء العمر الإفتراضي له نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحدث بين الماء وما يحتوي من أملاح وبين أنابيب التغليف وهو الجدار المبطن لثقب البئر والذي ينتهي بتآكل الغلاف المبطن للبئر (أنابيب التغليف) وذلك بمرور الوقت مما يؤدي في النهاية إلى إنهيار طبقة الأسمنت عند أماكن التآكل أو تآكل المصافي واللاينر وبالتالي دخول كميات كبيره من الرمال الى البئر تظهر مع تدفق المياه المدفوعه .

ثانياً : خروج الرمال بكثرة

وهو ناتج عن تهدم البنية الأساسية للبئر .

ثالثاً : هبوط مستوى المياه بالبئر

بمرور الوقت وفي الآبار العميقه بالذات فإن مستوى مياه الآبار في إنخفاض دائم حيث أن هذا النوع من الآبار العميقه الحاره لا تستفيد من كمية الأمطار أو السيول الموسمية مهما كثرت أو قلت كما هو الحال في الآبار السطحية ، وعليه فإن مستوى المياه في إنخفاض دائم الأمر الذي يحتاج الى زيادة أعماق المضخات بين حين وآخر حسب مستوى الهبوط السنوي وهو العامل الأساسي في تحديد العمر الإفتراضي للبئر . وبالطبع فإن عملية زيادة أعماق المضخات تواجهها العديد من المشاكل الفنية سواء في الحصول على المضخة المناسبة أو المواد الخام التي تصنع منها المضخات الحالية أو في اعوجاج تلك الآبار كلما إتجهنا للاسفل وزيادة هذا الأوجاج كلما زاد العمق ، والشكل رقم (٢) يوضح الهبوط في مستوى الماء الثابت في آبار المصلحة .

رابعاً : الأعوجاج

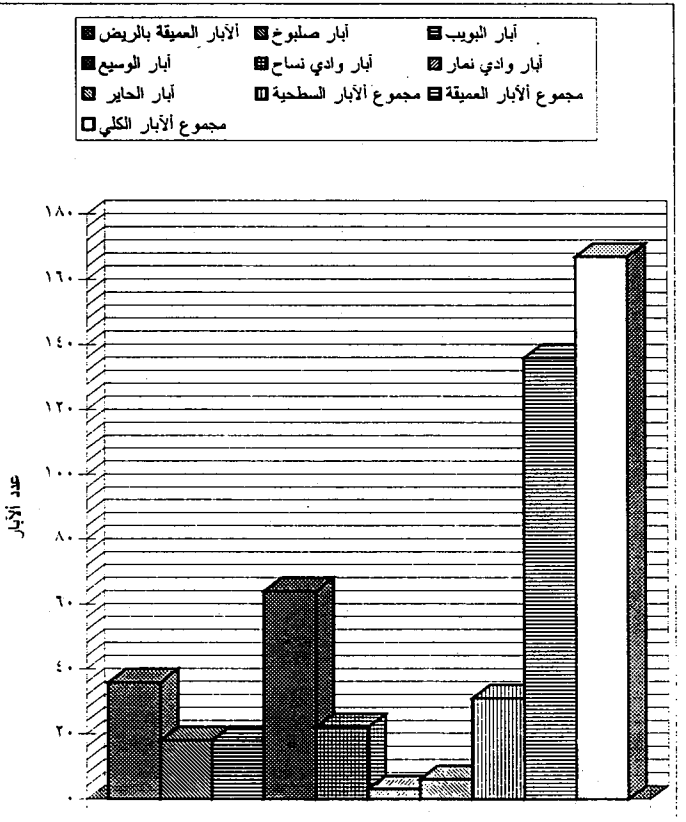
وتظهر هذه المشكلة جلياً كلما زاد عمق المضخة داخل البئر وهذا الأعواج ينتج عادة أثناء حفر البئر حيث تواجه الحفار بعض المشاكل الجيلوجية والفنية والتي لم تكن في الحسبان عند وضع التصاميم ويبدأ الحفر في الإنحراف عن الخط المتعامد الرأس من عمق معين ويستمر هذا الأعواج لمسافة طويلة ثم قد يرجع بعد ذلك الي إستقامته الأولى بعد الإنتهاء من الطبقة التي ينحرف فيها ، ولهذا الإنحراف حدود يسمح بها .

خامساً : التلوث

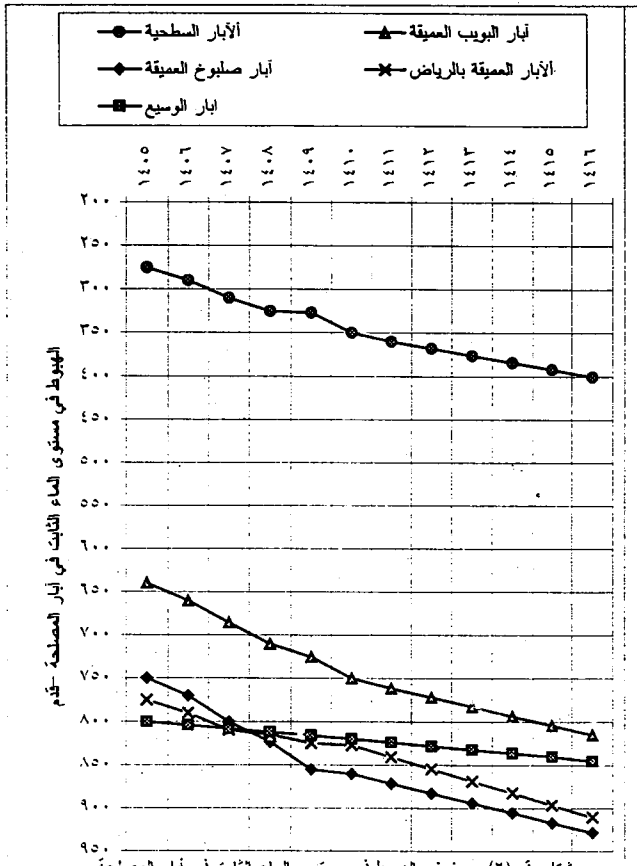
وتحدث هذه الظاهرة في الابار القريبة من محطات ومجرى الصرف الصحي نتيجة حدوث تسرب للمياه من المحطة حيث تتشبع المنطقة حول البئر ونتيجة وجود بعض الفراغات في طبقة الاسمنت المبطنة لانابيب التغليف أو استخدام نوع اسمنت غير مقاوم للكبريتات تتغلغل مياه الصرف داخل طبقة الاسمنت وتعمل على تلف انابيب التغليف وتصل الى البئر وتعمل على تلوث الطبقة الحاملة للماء

سادساً : مشاكل بالتركيب

من أهم المشاكل التي تواجه المعدات المركبة داخل البئر وكذلك انابيب التغليف المبطنة للبئر الصدأ والتآكل نظراً لما تحتويه مياه الابار



شكل رقم (١) . عدد الآبار موزعه حسب الحقول



شكل رقم (٢) – منحنى الهبوط في مستوى الماء الثابت في آبار المصلحة

من املاح ، حيث يتم استخدام انابيب التغليف المبطنة للبئر من خام الصلب الكربوني كذلك تستخدم مواسير الرفع وانابيب الزيت من خام الصلب الكربوني أو الصلب الغير قابل للصدأ نظراً لصلابتهما العالية وتحملهما للاجهادات الكبيرة والضغوط الواقعة عليهما ويلعب التآكل دوراً هاماً في تحديد الفترة الزمنية التي يتم استخدام المعدات والمواسير خلالها ، وكذلك انتاجية المضخة حيث انه في حالة حدوث تآكل بمواسير رفع المياه يعود جزء من المياه الى البئر مرة أخرى وتتوقف كمية هذا الجزء على مقدار التآكل ويزيد مع الوقت ، كذلك يحدث التآكل بالاغلفة الخارجية والتي خامة أغلفتها قابلة للصدأ والتآكل للمعدات (المضخات - الواقي - المواتير) اذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة .

التوصيـــات : يمكن ان نخرج من هذه الدراسة المختصرة بالتوصيات التالية :

١ - إختيار أنابيب التغليف والمصافي واللاينر طبقاً للمواصفات العالمية كما ذكر بخطوات حفر البئر .

٢ - يجب مراعاة صب الإسمنت بين مواسير التغليف وثقب البئر دفعه واحده وبالضغط حتي لا تكون هناك فراغات وفواصل تسمح بتغلغل المياه من الخارج الى مواسير التغليف كما يجب مراعاة نوعية الإسمنت المستخدم طبقاً للمواصفات المذكوره بخطوات حفر البئر .

٣ - عمل الإختبارات اللازمه للرابطة الأسمنتيه ومواسير التغليف باجراء (جس) بواسطة شركة متخصصة .

٤ - الإهتمام بالمدة المحددة لجفاف الأسمنت بعد صبه وهي (٧٢) ساعة وعدم القيام بأي عمل قبل هذه المدة .

٥ - يمكن إستخدام طريقة العزل الرباعي (الوصلات الربط) بين المواسير والمزودة بأربع حلقات احكام لمنع وصول الماء الى الطرف المسنن للمواسير

٦ - الإهتمام بوجود صمام عدم الارتداد المناسب لضمان دخول المياه من طبقة المصافي المواجهة للمياه .

٧ - ايقاف الضخ من البئر عند خروج رمال بكثرة والنظر في اسباب المشكلة .

٨ - في حالة هبوط مستوى الماء في البئر يمكن إستخدام المضخات الغاطسة والتي تصل لأعماق بعيدة .

٩ - الإهتمام بتثبيت المركزات علي المسافات المحددة لضمان إستقامة البئر ومواسير التغليف . واذا ثبت اعوجاج البئر فأنه بالامكان استخدام مضخات غاطسة كحل مناسب لتفادي حفر بئر بديل .

١٠ - الالتزام باختيار خامة اللاينر والمصافي المواجهة للطبقة المنتجة للمياه (من خامة الصلب الغير قابل للصدأ) وبالفتحات المذكورة بالمواصـفات .

١١ - اختيار اماكن حفر الابار بعيداً عن محطات ومجرى الصرف الصحي قدر الامكان والاهتمام باصلاح اي انكسارات بخطوط الصرف في اسرع وقت ممكن ، وعند التأكد من تلوث البئر فعلاً يتم ايقافه عن العمل ورفع المعدات وردمه ويتم حفر بئر بديل بعيداً عنه بمسافة كافية .

١٢- من الوسائل اللازمة لمنع حدوث أو تقليل التآكل دهان مواسير الرفع بالداخل والخارج والمصنعة من خامة الصلب الكربوني بطبقة الايبوكسي لاتقل سماكتها عن (١٢ ملز) كذلك يتم دهان انابيب الزيت والمصنعة من خامة الصلب الكربوني بطبقة الايبوكسي من الخارج فقط نظراً لوجود زيت بداخل الانابيب الذي يمنع تكون الصدأ وحدوث التآكل .

١٣ - الاهتمام البالغ بعمليات تركيب مواسير الرفع وانابيب الزيت منعاً لحدوث احتكاك يؤدي الى تلف طبقة الدهان .

١٤ - يتم استخدام انابيب من خامة الصلب الغير قابل للصدأ مع المضخات العمودية الميكانيكية المائية أو في حالة وجود بكتيريا الحديد في الحقل .

١٥ - يتم طلاء المعدات (المضخات - الواقي - المحركات) والقابلة خاماتها لتكون الصدأ والتآكل بمادة المونيل ، والتي أثبتت فعالية كبيرة في الحفاظ على وقاية المعدات .

١٦ - إستخدام مواسير التصريف ذات الاقطار المناسبة لسرعة سريان الماء لمنع التآكل الناشئ عن الاحتكاك بين المـــاء والمواســـير .

١٧ - إستخدام خامة الجلب المعرضة للتآكل نتيجة دوران الاعمدة بانابيب الزيت من خامات ذات مواصفات عالمية تعمل على تقليل التآكل مع مراعاة الخلوص بين العمود والجلبة طبقاً لتوصيات الشركات المصنعة .

١٨ - اعداد خطط الاحلال والتجديد للمعدات طبقاً للانتاجية المستقبلية المتوقعة والعمر الافتراضي للمعدات وعدد مرات الاصلاح والعمرات

١٩ - الفحص الدوري وعمل الصيانة اللازمة للملحقات المركبة على الخط مثل (البلوف - وبلوف عدم الارتداد وبلوف تصريف الهواء بالخط)

المصـــادر والمراجـع :

[١] مصلحة المياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض
التقرير السنوي لمصلحة المياه والصرف الصحي بمنطقة الرياض لعام ١٤١٦هـ .
الناشر : مصلحة المياه والصرف الصحي لعام ١٤١٦هـ .

[٢] Johnoston Pump Company
Johnoston vertical pump application manual
الناشـــر : Johnoston Company
مايو ١٩٩٠م ، الصفحات من ١٥ - ١٩

[٣] وزارة الزراعة والمياه - إدارة تنمية موارد المياه .
نموذج عقد آبار انبوبية الناشر : وزارة الزراعة والمياه - إدارة تنمية موارد المياه - الرياض .

تلوث مياه الشرب في مبردات المياه بعنصر الرصاص في دولة الكويت

م. خليفة محمد الفريج، ك. سميرة الهولي، ك. محمد كمال، ك. هناء زهران

تلوث مياه الشرب فى مبردات المياه بعنصر الرصاص في دولة الكويت

م/ خليفة الفريج، ك/سميرة الهولي، ك/ محمد كمال، وك/ هناء زهران
مركز تنمية مصادر المياه - وزارة الكهرباء والماء- دولة الكويت.

الملخص

يسعى العاملون فى مجال مياه الشرب أن تكون المياه المنتجة صالحة للأستخدام الآدمى ووفقاً لاسترشادات منظمة الصحة العالمية (WHO) . وفى هذه الورقة يتم تسليط الضوء على حادث تلوث مياه الشرب بعنصر الرصاص فى مبردات مياه الشرب بدولة الكويت ، حيث يتضمن البحث مراحل أكتشاف التلوث ، ومصدر التلوث، ومقدار التلوث ، والأجراءات والخطوات التى تم أتخاذها ، والحلول الانية والمستقبلية لتلافى مثل هذا النوع من التلوث، والتوصيات التى تؤكد تعاون الجهات المختصة فى وضع مواصفات للمواد المستخدمة بالأجهزة المستخدمة لمياه الشرب.

المقدمة

يعتبر الحفاظ على جودة مياه الشرب ومتابعة نوعيتها لاكتشاف أقل مصدر للتلوث من المهام الرئيسية في قطاعات المياه المختلفة ، والتي تتطلب متابعة دورية بمختبرات متخصصة في مجال تحاليل المياه . وتعتبر مياه الشرب في دولة الكويت مياه منتجة من محطات تحلية مياه البحر بطريقة التبخير الوميضي متعدد المراحل وتخلط مع المياه قليلة الملوحة بنسبة تتراوح بين 5-10٪ . وتعتبر هذه المياه صحية ومطابقة لمواصفات منظمة الصحة العالمية WHO. وتتم مراقبة نوعية المياه في عدة جهات بالدولة منها مركز تنمية مصادر المياه ، حيث تقوم بتحليل مياه الشرب من مصادرها وحتى وصولها للمستهلك. وأثناء احدى المهام ، تم ملاحظة ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص في بعض العينات ، الأمر الذي دعى مركز تنمية مصادر المياه الى بحث المشكلة ومعرفة مصدر التلوث .

ويعتبر عنصر الرصاص هو أحد العناصر الطبيعية لمكونات القشرة الارضية ، ويعد من أقدم المعادن المعروفة لدى الانسان ويستخدم فى العديد من الصناعات . وعنصر الرصاص اذا دخل جسم الانسان عن طريق مياه الشرب سرعان مايمتص عن طريق القنوات الهضمية ، وهناك عدة عوامل تتحكم في امتصاصه مثل وجود الكالسيوم والفوسفور والحديد والنحاس والزنك وكذلك عمر الانسان.

والرصاص الممتص يصل الى الدم ويتوزع بين خلايا الانسجة الرخوة والعظام ، وهو عنصر تراكمي السمية وأهم أعراضه التى تظهر على الانسان هي التشنج والانيميا وبعض الاضطرابات الهضمية والشلل التدريجى للعضلات نتيجة تأثيره على الجهاز العصبى المركزي .

ولقد حددت منظمة الصحة العالمية معدل لتواجد عنصر الرصاص بمياه الشرب عام 1993 بتركيز 10 ميكرو جرام / لتر .

الخطوات العملية والنتائج

قام مركز تنمية مصادر المياه فى ديسمبر عام 1994 بفحص مياه الشرب لاحدى الجهات حيث لاحظ ارتفاعا بعنصر الرصاص. وبالبحث عن المصدر وجد أنه قد تركز في العينات التي جمعت من مخارج مبردات مياه الشرب. وعلى ضوئها تم جمع 65 عينة عشوائية من مواقع متعددة بدولة الكويت حيث تم التأكد أن مصدر عنصر الرصاص من مبردات المياه. وللتأكد من دقة النتائج تم استخدام جهازين دقيقين لاجراء التحاليل اللازمة هما جهاز التعيين بالانبعاث الحثي بالبلازما /طيف الكتلة (ICP/MS) وجهاز الامتصاص الذري (AAS) ، وتبين مطابقة النتائج في كلا الجهازين.

ولتحديد الأجزاء المتسببة في ظهور الرصاص بماء المبرد قام المركز بتقطيع احد المبردات (شكل 1) الذي ظهر به التلوث ونقله الى مختبراته ، ونزع الجزء الرئيسي له والمتعرض مباشرة لمياه الشرب ، ومن ثم أخذ عينات صلبة من خزان الماء ، وملف التبريد ، والرواسب المتراكمة على الملف وكذلك عينة من التوصيلات ومواد اللحيم. كما تم فحص عدد من المبردات وغمرها في مياه الشرب لمدة 24 ساعة . ومن نتائج التحاليل تبين ظهور عنصر الرصاص بمعظمها (جدول 1).

بعد ذلك أجري فحص التعرض لاحد المبردات بتعبئة خزانه بالماء وجمعت عينات الماء على فترات متفاوته بهدف معرفة المعدل الذي يتعرض له المستهلك بعد فترات ركود الماء في المبردات أو أثناء كثرة الاستهلاك ، حيث جمعت عينات ماء بعد 48 ساعة ، ثم بعد 24 ساعة، ثم عينات بواقع عينة كل ساعتين وذلك بعد ترك المياه للسريان لمحاكاة ما يحدث من واقع الاستهلاك الكثيف من قبل المواطنين. اضافة الى ما سبق تم جمع 393 عينة مياه من مبردات مختلفة الصنع من معظم مناطق الكويت .

المناقشة

من خلال المسح الشامل لشبكة المياه المنتجة بدولة الكويت من الفترة 1992 الى 1995 أتضح أن متوسط تركيز عنصر الرصاص بشبكة الوزارة تصل الى 0.243 ميكروجرام/لتر (جدول 2)، وهو تركيز أقل بكثير من الحد المسموح به في مواصفات منظمة الصحة العالمية لعام 1993 (10 ميكروجرام/لتر) ، علاوة على أنه لم يظهر الرصاص في عينات الماء المأخوذة من نقاط قبل دخول المبرد.

ومن خلال نتائج تحاليل المياه التى جمعها المركز (393 عينة) من أماكن متعددة بدولة الكويت ومن مبردات مختلفة الصنع (جدول 3) وجد أن نسبة التلوث بالرصاص بلغت 34٪ من اجمالي العينات .

وقد كان تصنيف العينات الملوثة بالرصاص كالتالي : أماكن عامة 33٪ ، أماكن حكومية 25٪ ، مدارس 25٪ منازل 16٪ (شكل 2).

ومن خلال فحص التعرض لاحد المبردات وجد أن عنصر الرصاص يزداد مع زيادة زمن ركود الماء بالمبرد (شكل 3) - (جدول 4) .

ومن خلال تحاليل الرواسب والقشور والمكونات الصلبة لاحدى المبردات وجد أن مصدر الرصاص هو ملف التبريد المغمور فى خزان المياه والمكون من نحاس مغطى بطبقة من القصدير تحتوى على نسبة عالية من الرصاص وصلت الى 45٪ (جدول 5).

الأجراءات الرسمية

- تم تشكيل لجنة فنية مكونة من وزارة الكهرباء والماء ، وزارة الصحة ، ووزارة

التجـــارة والصناعـــة .

- تم وضع خطة لجمع العينـــــات من مختـــــلف أنحـــــاء الكويت .
- تم تشكيل لجنة لوضع مواصفـــات مبردات مياه الشرب منبثقة عن اللجنة الرئيسية وتجتمع بشكل عـــاجل .
- أصدرت وزارة التجـــارة والصنـــاعة قرارا وزاريا بوقف تصنيع المبردات ذات ملف التبريد المغمور في خزان المياه لحين الانتهاء من المشكلة .
- قـامت الشركات المصنعة للمبردات بتعديل المبردات وتثبيت ملف التبريد خارج خزان المياه .

الاستنتاج

1- شبكة توزيع الميـــاه العامة في جميع اجزائها تحتوى على نسب بسيطة من الرصاص ، كما أن المراقبة اليومية لميـــاه الشرب من مراكـز الانتاج حتى وصولها للمستهلك تبين ان مستوى الرصاص يقع ضمن الحدود المنصوص عليها في مواصفـات منظمـة الصحـة العالميـة لميـاه الشرب.

2- مياه الشرب فى دولة الكويت ذات طبيعة هجومية ، لذا يجب اتخاذ الحذر في استخدام المواد المناسبة والصحية فى وسائط توزيع وتخزين المياه والأجهزة المرتبطة بها .

3- تكمن مشكلة تلوث الميـــاه بالرصاص في مبردات مياه الشرب والتي تستخدم مواد غير صحية في تعاملها مع مياه الشرب (طلاء ملف التبريد المغمور في خزان المياه .... وغيرها) .

4- وضع التشريعات التي تضمن عدم تداول أي من المواد والأجهزة المستخدمة فى أعمال ميـاه الشرب دون الحصول على شهادات صلاحية من مختبرات حكومية معتمدة .

شكر وتقدير

الى السادة العاملين بمختبرات المركز وموظفيها الذين ساهموا فى هذا العمل ، والى كل من:

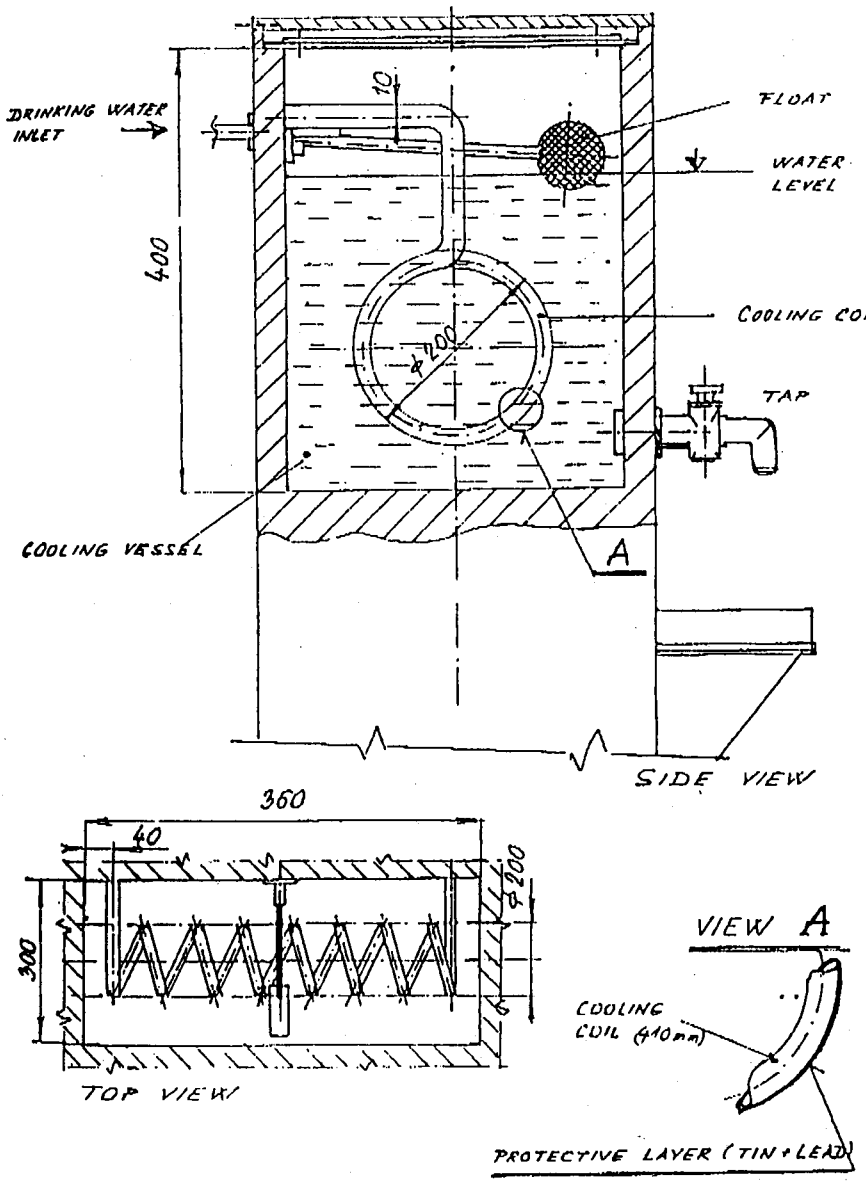
- وزارة الصحـــة / ادارة حماية البيئة .
- وزارة التجارة والصناعة - ادارة المواصفات والمقاييس .
- مجلس حمـــاية البيئـة .

المراجع

تقرير وزارة الكهرباء والمـــاء بشأن ارتفاع الرصاص والنيكل في بعض مبردات مياه الشرب الصادر في نوفمبر 1995/ مركز تنمية مصادر المياه .

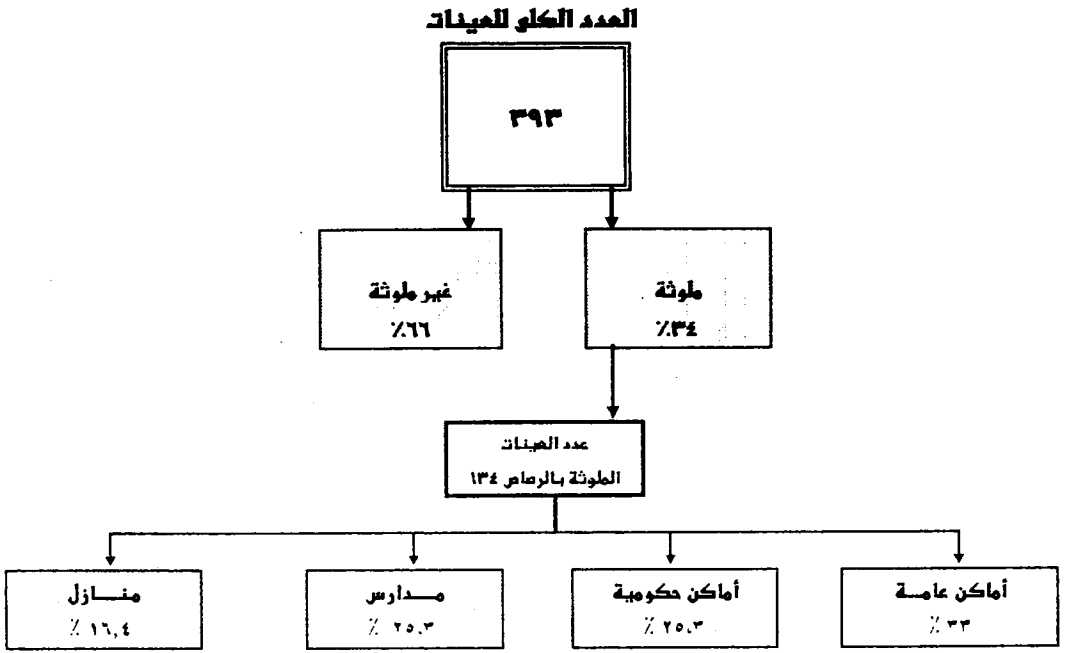
World Health Organization (WHO), (1993). Guidelines for Drinking water quality, 2nd edn., Vol.(1), recommendation, WHO, Geneva.

Seiler, H.G., Sigel, H. and Sigel, A. (1988). Handbook on toxicity of Inorganic compounds, Marcel Dekker, Inc., NewYork.



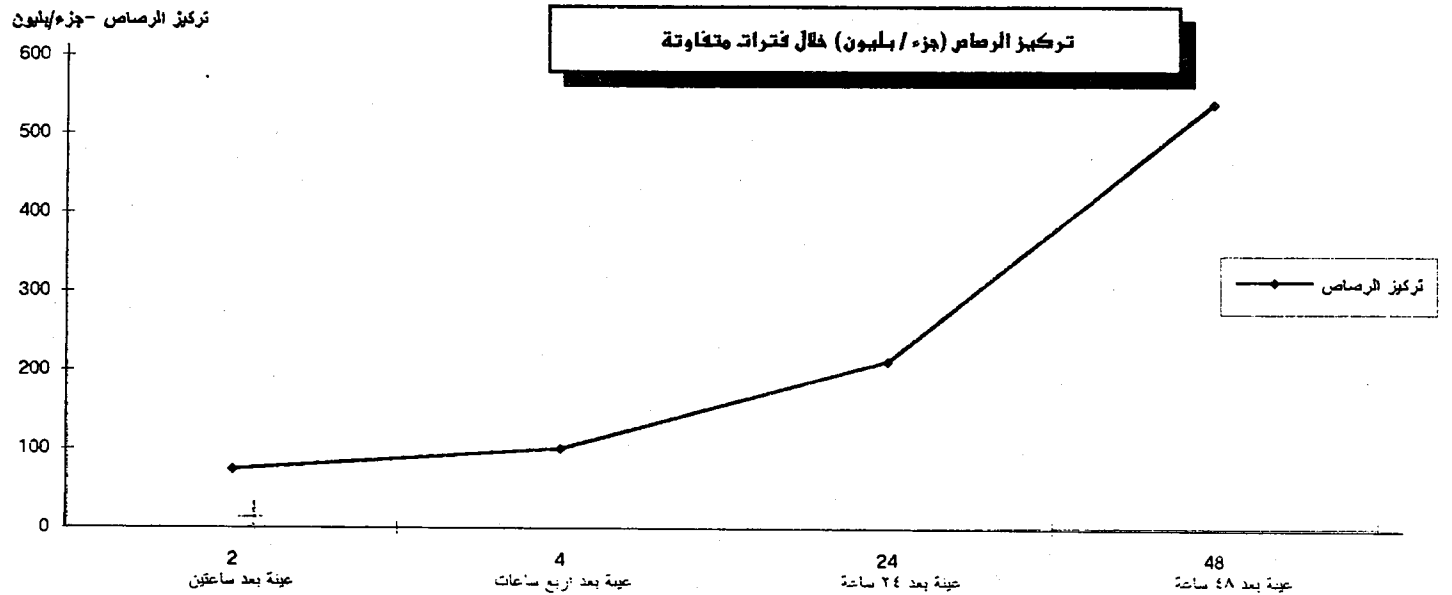
الشكل رقم (١٠)

الرسم التخطيطي لمبرد مياه ذو ملف داخلي



شكل رقم ٢

مخطط نسبي العينات تم فحصها مصنفة حسب أماكن جمعها


تركيز الرصاص (جزء / بليون) خلال فترات متفاوتة
تركيز الرصاص -جزء/بليون
600
500
400
300
200
100
0
2
عينة بعد ساعتين
4
عينة بعد اربع ساعات
24
عينة بعد ٢٤ ساعة
48
عينة بعد ٤٨ ساعة
تركيز الرصاص

شكل رقم (3)

جدول رقـم (١)

نتائج فحص مياه البرادات بعد تشغيلها في المختبر لمدة ٢٤ ساعة

المبرد	تركيز الرصاص – جزء / بليون
مبرد ب	211.6
مبرد ج	72.9
مبرد ء	91
مبرد ه	0.3
الحد المسموح به - W.H.O.	10

جدول رقم (٣)

متوسط نسب عنصر الرصاص بشبكة مياه الشرب بدولة الكويت

للسنوات (١٩٩٢ - ١٩٩٥)

الشهر	1992	1993	1994	1995
يناير	-	< 0.05	< 0.05	-
فبراير	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.16
مارس	< 0.05	0.194	< 0.05	0.354
ابريل	< 0.05	0.686	< 0.05	0.296
مايو	< 0.05	0.234	< 0.05	0.07
يونيو	< 0.05	0.292	0.398	-
يوليو	< 0.05	0.294	0.27	-
اغسطس	< 0.05	0.08	0.125	-
سبتمبر	< 0.05	0.156	2.185	-
اكتوبر	< 0.05	0.166	0.307	-
نوفمبر	1.9	< 0.05	0.28	-
ديسمبر	< 0.05	0.08	0.222	-
المتوسط	*0.22*	*0.194*	*0.336*	*0.222*

جدول رقم ٣

عدد العينات التي تم تحليلها و عدد الملوث منها بالرصاص

انواع المبردات	عدد العينات الكلية	عدد العينات غير ملوثة بالرصاص	العينات الملوثة بالرصاص
A	139	40	99
B	65	55	10
C	51	48	3
D	39	24	15
E	38	36	2
F	5	4	1
G	9	9	-
H	47	43	4
	393	259	134

جدول رقم (٤)

تركيز الرصاص – جزء / بليون – خلال فترات متفاوتة

تركيز الرصاص	فترات الغمر	فترات الغمر
73.136	2	عينة بعد ساعتين
99.4	4	عينة بعد اربع ساعات
211.6	24	عينة بعد ٢٤ ساعة
538.4	48	عينة بعد ٤٨ ساعة

جدول رقم (٥)

النسب المئوية لمكونات كل من الرواسب المزالة من على سطح الملف والطبقة الحامية للملف و الملف المعدني

Fe %	Cr %	Sb %	Cu %	Zn %	Cd %	Ni %	Al %	Sn %	Pb %	
1.06	0.18	0.6	1.08	0.194	0.003	0.12	0.2	17.7	47.8	الرواسب
-	-	-	-	8.04	0.006	0.08	0.24	46.6	45	الطبقة الحامية للملف
-	-	-	99.9	<0.001	<0.001	0.0015	0.0026	0.036	0.024	الملف المعدني

ري أشجار النخيل في سلطنة عمان

م/ عماد بن عبدالمجيد بن عبدالباقي، م/ حسن وهبي

ري أشجـــــار النخيـــــــل
في سلطنة عمان

اعداد

م/عماد بن عبد المجيد بن عبد الباقي د/ حسن وهبي

وزارة الزراعة والثروة السمكية

المديرية العامة لشئون الري

ملخص :-

تعتبر أشجار النخيل من المحاصيل الرئيسيه والأكثر انتشاراً اذ يعتمد عليها العمانيون في غذائهم . ومع الزيادة المستمرة في السكان والتطور الاجتماعي والاقتصادي الذى شهدته السلطنة خلال الـ ٢٥ سنة الماضية وما صاحبه من تطور وتوسع زراعي ان زاد الطلب على مياه الرى . ونظراً لان الموارد المائية محدودة في السلطنة فان موضوع ترشيد مياه الري يصبح أمراً ضرورياً وملحاً . أن طريقة الري التقليدية المتبعة في ري اشجار النخيل والمتمثله في نقل وتوزيع مياه الرى من خلال المساقي الترابية واجراء عمليات الري بالغمر تؤدى الى استخدام مياه الري بكفاء متدنية ولا تحقق الوصول الى الانتاجية الحدية . خاصة ان انتشار الحشائش في المساحات البينيه للنخيل يشارك النخيل في غذائة من المياه والسماد . ومع تطور العلوم والتكنولوجيا وظهور التقنيات الحديثه في الري يمكن التحكم والضبط والتوزيع في مياه الرى داخل المزرعة بطريقة متجانسة ومنتظمة حتى حوض كل نخلة . ان استخدام نظام الرى بالنافورة في ري أشجار النخيل يعد أنسب نظام من الناحية التطبيقية حتى يمكن اعطاء النخيل احتياجاتها المائية بانتظام والوصول الى أعلى انتاجية بأقل تكاليف انتاج حتى لو اختلفت أعمار أشجار النخيل داخل القطعة الواحدة المراد ريها في وقت واحد مع ضرورة الأخذ في الاعتبار أهمية العمليات الزراعية المصاحبة والواجب اتباعها لتحقيق الاستفادة القصوي من وراء تطبيق تقنيات الرى الحديثه في ري أشجار النخيل .

مقدمـــة :-

تعتبر النخله من أقدم الاشجار انتشارا في سلطنة عمان والخليج حيث كان المزارع العماني يهتم كثيراً بزراعة النخيـل والاكثـار منها لانها تمثل الغذاء الرئيسى له ولما لها من مزايا وفوائد متعدده علاوة على اعتقـاده بـأن وجـود النخلـه في مزرعتـه تجلـب لـه الرزق والبركة خاصه وان النخله ورد ذكرها في القرآن الكريم بأكثر من موقع ولازال المزارع العماني يفتخر باعداد النخيـل الموجودة فـي مزرعته ويعتبرها ثروة كبيره ، ويقدر عدد النخيل في السلطنة بحوالى ٨ ملايين نخله وتشمل على حوالى ٢٠٠ صنف .

وقد أكد العلم الحديث الحقيقه الغذائية العاليه لثمرة النخيل حيث اكتشف العلماء ان ثمرة النخيـل تحتـوى علـى مـواد سـكريه ونشويه عاليه ، ولهذا السبب نرى ان الدين والعلم يحثان على ان يفطر الصائم على ثمرة لتعوض له نسبة السكر في الدم بعدمـا استنزفه صوم نهار كامل ، وهذا يؤكد صحة اعتقاد المزارع العماني نحو أهمية النخلة مما حدا به الى فهـم فسيولوجيتها وتربيـة ونقل الفسائل من الشجرة الأم الى الارض لزراعتها والتعرف على كيفية الحصول على ثمار كثيرة وذات نوعية جيده عن طريـق معرفته لطرق الأكثار الجيدة والتحكم في اوقات الـرى خاصـه وان اختـلاف الاجـواء المناخيـة في عمـان تسـاعد علـى تكويـن الرطب ذات المذاق الجيد الغني بالمواد السكرية والفيتامينـات والأمـلاح في اوقـات مختلفـه ، حيـث توجـد الأصنـاف المبكـرة النضج والمتوسطة والمتأخرة .

وطبقا لاحدث الاحصائيات الزراعية التى قامت بها وزارة الزراعـة والـثروة السـمكية في عـام ١٩٩٣ - ١٩٩٤م ان اجمـالى المساحة المزروعة بالنخيل تقدر بحوالى ٣٦ ألف هكتار وهى تمثل حوالى ٦٠٪ من المساحة المزروعة .

وتسود النخيل بأصنافها المتعدده في كل مناطق السلطنة وتتركز في مناطق الباطنة ، الشرقية ، الداخلية والوسطى ، الظاهرة ، مسندم ويستثنى من ذلك المنطقة الجنوبية لطبيعة المناخ الشبه استوائي السائد في تلك المنطقة شكل رقم (١) .

الغرض من الدراسة :

لما كانت المصادر المائيه في سلطنة عمان محدوده وان أشجار النخيل تمثل أكثر المزروعات انتشارا في المناطق الزراعيـة المختلفـة في عمان ، حيث تختلف المياه فيها كماً ونوعاً كانت هناك حاجه ماسة الى تقديـر الاحتياجـات المائيـه لاشـجار النخيـل تحـت أنظمة الري الحديثة لامكان وضع خطط تنموية تتمشى مع الموارد المائية المتاحة واستغلالها بكفاءة عاليه .

ونظراً لاختلاف الظروف المناخية والمائية في اقاليم السلطنة المختلفـة فـان الأمـر يسـتلزم تقديـر الاحتياجـات المائيـة للنخيـل في مناطق زراعتهاالمختلفة باعتبارها المزروعات الرئيسية المستهلكة للمياه وبأعطاء النخيل احتياجاتها المائية الفعلية فانه يمكن تجنـب احداث أى اثار سلبية قد تنتج نتيجة الافراط في كميات مياه الري أو تعرض النبات للعطش مما قد يـؤدى الى تدنـي الانتاجيـة وقد ثبت علميا انه باعطاء أشجار النخيل احتياجاتها المائية والسمادية وخدمتها على طول العـام مـع الأخـذ بالأعتبـار الجـانب الفسيولوجي للنخله فان ذلك يحقق انتاجية عالية وبالتالى مردود مجزى للمزارع علاوة علـى عـدم الاسـراف في اسـتخدام الميـاه الأمر الذى يؤدى الى استنزاف المخزون الجوفي .

طريقة ري النخيل في عمان :

تختلف طريقة ري النخيل في عمان من منطقة لاخرى ، وذلك حسب طبيعة المصدر المائي المستخدم للرى ففي المناطق التى تعتمد على الأفلاج لري الحاصلات الزراعية يتم زراعة النخيل في احواض كبيرة وبابعاد بينيه غير محدوده ويتم استغلالها في الزراعات البينية مثل البرسيم أو الذرة وتتم عملية الري لغمر الأرض كلها بالمياه وفق الحصة المخصصه للمزارع بالوقت من مياه الأفلاج ، اما في المناطق التى تعتمد على الآبار لري الحاصلات الزراعية يتم زراعة النخيل في حلب أو أحواض صغيرة وعلى ابعاد منتظمة ويتم ريها عن طريق قنوات ترابية أو اسمنتيه ومنها من يزرع على طول القنوات من خلال توزيع المياه منها الى احواض النخيل بواسطة قنوات ترابية صغيره .

تروى النخيل في العادة على فترات تختلف باختلاف المناخ والموقع وحسب تقدير المزارع وهى تتراوح بين أسبوع في الصيف وتمتد الى ٢ - ٣ أسابيع في أوقات الشتاء .

تجود زراعة النخيل في المناطق الجافة والتى تقل فيها عادة الرطوبة النسبية كمناطق عمان الداخل والظاهرة نظراً لتأثر النخيل بالرطوبة في فترات تكوين العقد والثمار حيث تتأثر الثمار قبل نضجها بالرطوبة النسبية العالية .

وتنتشر في عمان اصناف كثيرة وحيدة من النخيل ، وتختلف فترات تكوين عقد الثمار من مجموعة اصناف لاخرى حسب طبيعة المناخ والتى يمكن تقسيمها الى ثلاث حالات على الوجه التالي :-

١- نخيل ذات النضج المبكر :

تكون فترة التلقيح فيها في منتصف شهر يناير حيث يتطلب الأمر تقليل كميات مياه الري في الفترة بعد التلقيح مباشرة ولمدة شهر واحد على أن يجنى المحصول بشهر .

٢- نخيل ذات النضج المتوسط :

تكون فترة التلقيح فيها في بداية شهر مارس وكذلك تقلل مياه الري فيها لمدة شهر واحد بعد التلقيح كما ان فترة حنى المحصول تتم في الفترة بين شهر يوليو وشهر اغسطس حيث تقلل كميات مياه الري قبل حنى المحصول بشهر .

٣- نخيل ذات النضج المتأخر :

تكون فترة التلقيح فيها في منتصف شهر ابريل حيث تقلل كميات مياه الري في الفترة بعد التلقيح وحتى منتصف شهر مايو ويكون حنى المحصول في هذه الأنواع من النخيل في الفترة بين شهر سبتمبر وأكتوبر ويجرى عادة تقليل كميات مياه الري قبل حنى المحصول بشهر واحد .

تتميز الجذور الفعالة لاشجار النخيل بأنها تنشر افقيا وراسيا بين قطاعات التربة المختلفة ويتوقف انتشارها على خواص وقوام التربة سواء كانت من الطين والطمي والحصى والرمل والصخور المفتته ومدى احتفاظها بالرطوبة ، كما ان لجذور النخيل القدرة على اختراق شقوق الصخور والفجوات البينية التى تحتفظ بالرطوبة وان دعامة جذور النخيل تصل الى اعماق كبيرة لحفظ توازنها ويقدر العمق الفعال لجذور النخيل في معظم اراضي عمان بحوالى ١,٥ متر نظراً لضحالة قطاعات التربة .

المنـــاخ:

تقع سلطنة عمان ضمن حزام المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يتميز المناخ فيها بالحرارة الشديدة وخاصة في فصل الصيف حيث تتراوح درجات الحرارة القصوى بين ٤٠-٤٦ درجة مئوية ودرجات الحرارة الدنيا بين ٣٠ - ٣٤ درجة مئوية كما تزداد الرطوبة النسبيه في المناطق الساحلية وتقل كلما اتجهنا الى الداخل ويعزى كل هذا الاختلاف الى طبيعة التضاريس في عمان حيث تقسم الجبال الممتدة من الحدود مع دولة الامارات العربية المتحدة شمالاً الى المنطقة الشرقية من عمان جنوباً والمسماه بسلسلة جبال عمان تقسم المنطقة الشمالية الى منطقتين الأولى المنطقة الساحلية والثانيه المنطقة الواقعة خلف الجبال والتى تسمى بمنطقة عمان الداخل والظاهرة المواجهة لصحراء المملكة العربية السعودية كما أن معدلات التبخر فيها عالية .

مصادر المياه في عمان :-

كانت الافلاج قديماً توفر ٩٠٪ من مياه الري للزراعة وهى مياه ذات نوعية جيدة في حين كانت توفر الآبار ١٠٪ فقط من مياه الري للزراعة وهى ذات مياه مختلفة النوعية من ناحية الملوحة .

ومع استمرار حالات الجفاف التي اصابت السلطنة وازدياد الطلب على الماء بدا المزارعون في حفر الآبار بغرض توفير او تعويض النقص في مياه الأفلاج خاصة بعد ما اندثر حوالى ١٢٠٠ فلج وحدث نقص في تصرفات بعض الافلاج .

وكنتيجة للتوسع في حفر الآبار أن أصبحت مياه الآبار توفر الان حوالى ٦٠٪ للري والافلاج حوالى ٤٠٪ .

ولذلك أصبحت هناك حاجة ماسة الى تقدير الاحتياجات المائية لمعظم المحاصيل الرئيسية وخاصة النخيل باعتبارها تمثل حوالى ٦٠٪ من المساحة المنزرعة ولها أهمية اقتصادية ومكانه متميزة على المستوى الاجتماعي والبيئي .

الاستهلاك المائي لنخيل التمور :

ان تقدير الاستهلاك المائي يعتبر عامل مهم جداً في تقدير الاحتياجات المائية لامكان استخدام تقنيات الري الحديثه روعى في تقدير الاستهلاك المائي لنخيل التمور استخدام الطريق والمعادلات التى تناسب المناطق الجافة وشبه الجافة ... وقد اختيرت طريقتان مختلفتان لهذا الغرض :

أ) طريقة بلاني - كريدل .

ب) طريقة وعاء التبخر طراز (أ)

وقد أخذ في الأعتبار عند حساب الاستهلاك المائي التعطيش التى يلزم الأخذ به في الفترات بعد التلقيح مباشرة وقبل الحصاد ... وهذه طريقة متبعة في عمان بغرض تركيز نسبة المواد السكرية في الثمرة والحصول على جودة عالية للمحصول .

وقد تم عمل مقارنة بنتائج حساب الاستهلاك المائي للتمور بين جميع مناطق السلطنة والحسابات التى قامت بها الأغذية والزراعة العالمية للمنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية للثلاث حالات (النضج المبكر ، النضج المتوسط ، النضج المتأخر) ، حيث يتضح أن معدلات الاستهلاك المائي للمنطقة الشرقية أعلى بقليل عن مثيلاتها في مناطق السلطنة خاصة لمعظم شهور السنة وتزداد الفروق في فترات أقصي الاحتياجات وهى شهور الصيف والشكل رقم (٢) على سبيل المثال يوضح هذه العلاقة لاشجار التمور الكاملة النضج في منطقة عمان الداخل بالمقارنة مع المنطقة الشرقية في المملكة العربية السعودية .

ولامكان الوفاء بالاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية وخاصة النخيل تحت ظروف محدودية مياه الري في السلطنة ، قامت وزارة الزراعة والثروة السمكية بالسعى في تطبيق تقنيات الري الحديثة لكفاءتها العالية في استخدام المياه حيث تم وضع المواصفات القياسية لأنظمة الري المختلفة والتصميمات النموذجية التى تناسب المزارع في السلطنة آخذة في الأعتبار خواص التربة والمياه والظروف المناخية والبيئية علاوة على الحالة الاجتماعية والاقتصادية للمزارع وانواع الزراعات من خضر واعلاف ومحاصيل واشجار وفاكهه ونخيل وغيرها .

وطبقاً لانواع المزروعات والمساحات وضع معايير فيه لاختيار واستخدام وتحديد انواع أنظمة الري المناسبة .

نظام الري بالنافورة لري اشجار النخيل :-

أن نظام الري بالنافورة يمثل احدث ما قدمه العلم في مجال تطبيقات التقنيات الحديثة في ري الأشجار حيث يتطلب الأمر الأخذ بجميع الجوانب الفنية والعمليات الزراعية المصاحبة في احراء عمليات الري وان العبرة ليست في توفير طريقة سهلة ومستمرة للري وانما في ادارة وتشغيل النظام ووضع جدولة للمياه يفي بالاحتياجات المائية ويأخذ في الاعتبار المتغيرات الفسيولوجية لأمكان الحصول على زيادة في الأنتاجية وتوفير في مستلزمات الأنتاج .

ويعد نظام الري بالنافورة مناسب لنخيل التمور ويتطلب الأمر وضع نافورة أو أثنين في حوض كل شجرة عندما تكون التربة من النوع الناعم للحصول على معدلات عاليه من كميات ولامكان الحصول على توزيع منتظم للرطوبة داخل حوض الشجرة، وتعتمد فترة تشغيل النظام على انواع وعمر الشجرة وحالة الطقس .

وكان هناك اعتقاد من قبل بعض المزارعين بأن نظام الري بالنافورة لا يصلح لري أشجار النخيل خاصة الأشجار الكبيرة على اعتبار أن جذور النخيل متشعبة وأن مياه النافورة لا تكفي وبالرغم أن تصرف النافورة التصميمي يبلغ ٣٦٠ لتر/ساعة عن ضغط تشغيل ٤٠ رطل/بوصة المربعة هذا الاعتقاد ليس صحيحاً حيث يتم تصميم نظام الري على أساس ان تكون كميات مياه الري التى تعطي الى النبات عن طريق نظام الري تفوق معدل النفاذية في التربة وبالكم المناسب .بما يضمن حسن وتجانس توزيع الرطوبة خلال قطاعات التربة كما أن لجذور أشجار النخيل القدرة على التحورحسب انتشار الرطوبة دون ان تتأثر انتاجية النخلة ، وقد تم تجربة ذلك في المشاريع التابعة لوزارة الزراعة والثروة السمكية .

الا انه في بعض المناطق حيث تكون التربة رملية أو حصوية فان نظام الري بالنافورة تقل كفائته بسبب ارتفاع معدل النفاذية ، ولتحسين التوزيع الرطوبي المتجانس داخل قطاعات التربة فان الأمر يتطلب اضافة بعض المحسنات لتحسين الخواص الفيزيائية للتربه وقد دأب العمانيون اتباع طريقة تحسين الخواص الفيزيائية للتربة الخشنة عن طريق اضافة السماد العضوي أوالسلت والطمي الناعم الذي يتوفر في قاع الأودية لامكان تقليل النفاذية والحصول على توزيع رطوبي متجانس ومنتظم داخل قطاع التربة .

ان استخدام طريقة الري بالنافورة من خلال شبكة ري يتم تصميمها جيداً وفق المعايير والشروط الفنية والهندسية يعمل على ترشيد مياه الري . اذ أن كفاءة نظام الري بالنافورة يتراوح بين ٨٠ ، ٨٥ ٪ .... بينما كفاءة الري السطحي لاتتعدى عن ٤٠ ٪ في أحسن الأحوال ... وبتعميم استخدام تقنية الري بالنافورة يمكن توفير الفاقد وتوظيفه في مشاريع التنمية الزراعية . كما أن انتظام عمليات الري والوفاء بالاحتياجات المائية لا يعرض نخيل التمور للاجهاد تحت الضروف البيئيه بل يزيد من الأنتاجية .

التوصيات :-

١- عند تحديد فترات الري للنخيل سواءاً عند استخدام نظم ري حديثه أو تقليدية أن تؤخذ في الأعتبار خواص التربة الطبيعية والكيميائية .

٢- ضرورة تحديد المستوى الرطوبي الذى يتم الري عنده للوصول الى أعلى انتاجية .

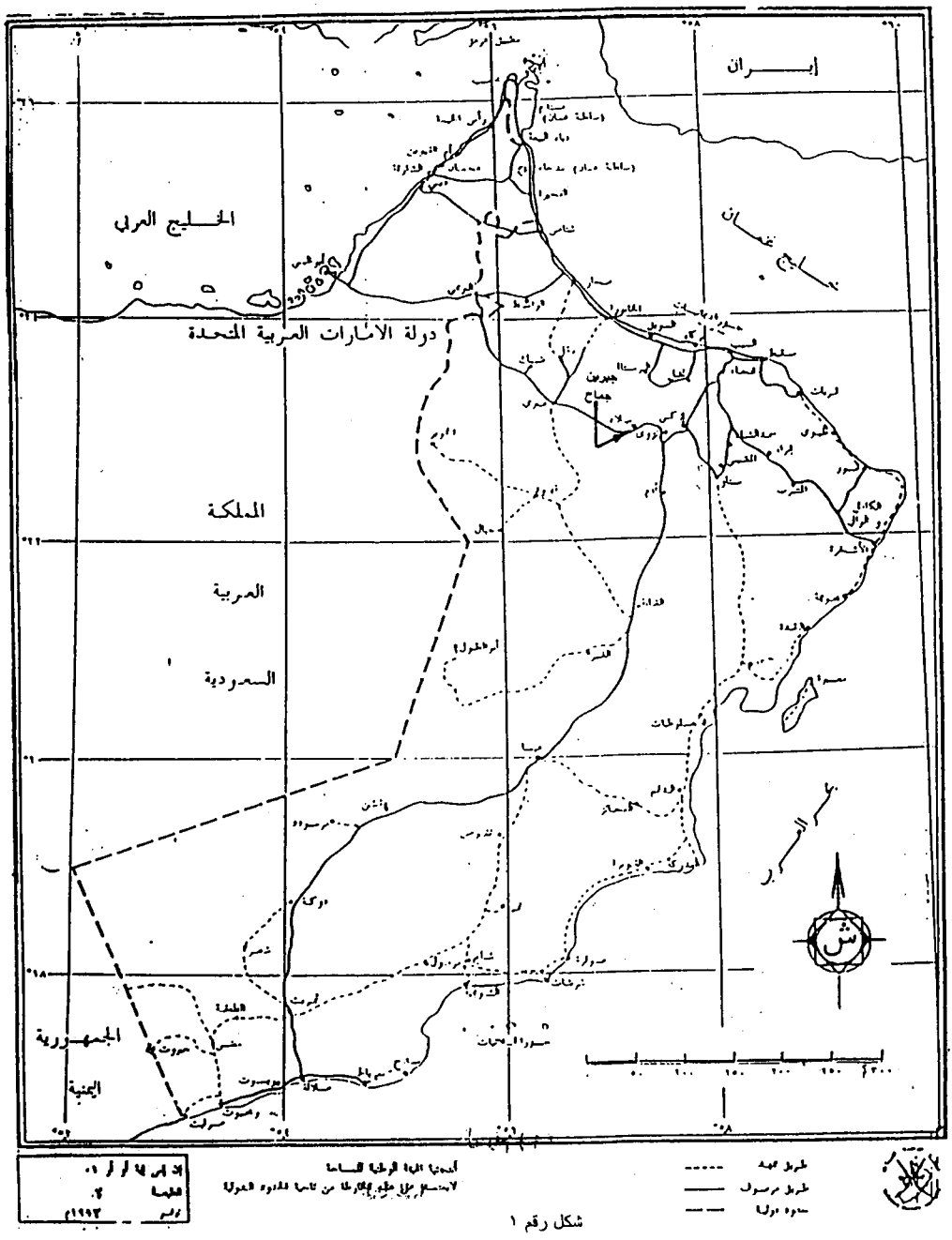
٣- الأخذ بالأعتبار المتغيرات الفسيولوجية التى تؤثر على مراحل تزهير ونضج الثمرة عند تقدير الاحتياجات المائية للنخيل .

٤- ضرورة تحسين قوام التربة عن طريق اضافة المحسنات للحفاظ على انتظام التوزيع الرطوبي في القطاع الرأسي والأفقي للتربة عند استخدام نظام الري بالنافورة في الأرض ذات القوام الخشن .

المراجع :

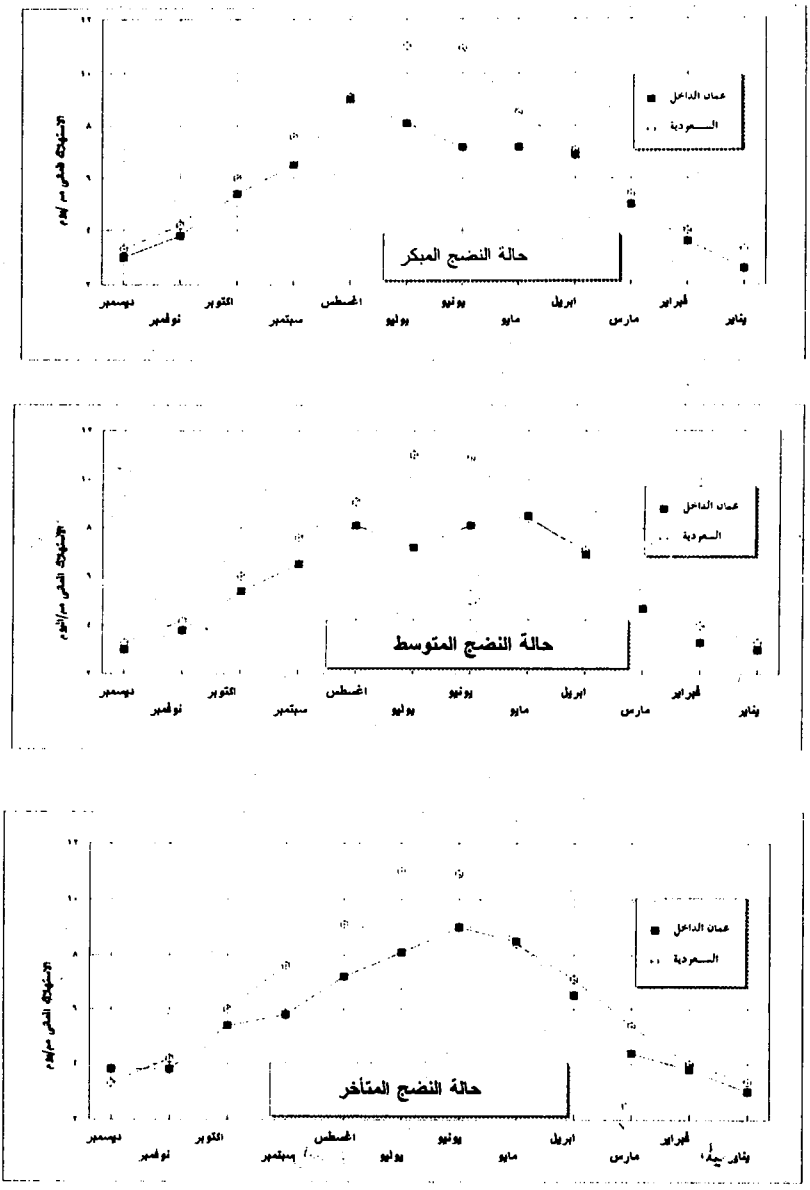
١) الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسيه في المملكة العربية السعودية . وزارة الزراعة والمياه والتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة الدولية واللجنة السعودية الأمريكية المشتركة ، الجامعة الأمريكية - بيروت ، المملكة السعودية ١٩٨٨م.

٢) د/ حسن وهبى ، م/علي بن سيف العبري ، م/عماد بن عبد المجيد بن عبد الباقي " الاحتياجات المائية للنخيل في سلطنة عمان التقرير الفني رقم (٢) وزارة الزراعة والاسماك اكتوبر ١٩٨٨م .


سلطنة عمان
إيران
الخليج العربي
دولة الامارات العربية المتحدة
المملكة
العربية
السعودية
الجمهورية
اليمنية
بحر العرب
ش

شكل رقم ١

متوسط الاستهلاك المائى مم/يوم لأشجار التمور الكاملة النضج فى منطقة عمان الداخل بالمقارنة مع المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية



شكل رقم ٢

DATEPALM.WK4

تأثير استخدام مياه الصرف على التربة والنبات

علي عبدالله الجلعود

تأثير إستخدام مياه الصرف على التربة والنبات

علي عبدالله الجلعود

معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة / مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

صندوق بريد ٦٠٨٦ – الرياض ١١٤٤٢

المملكة العربية السعودية

ملخص :

أجريت تجارب للأستفادة من مياه الصرف وأستعمالها في الري والتعرف على تأثر هذه المياه على التربة ونمو النبات . في هذه الورقة سيتم عرض مختصر لنتائج بعض الأبحاث التي تمت في معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية على مياه الصرف . تمت دراسة تأثير مياه صرف وادي حنيفة على التربة ونمو نباتي الذرة الرفيعة والذرة الشاملة وأشارت نتائج هذه الدارسة الى زيارة المادة الجافة بأزدياد مجموع الاملاح الكلي في مياه الصرف ام تركيز العناصر الصغرى والثقيلة (حديد ، زنك ، منجنيز ، نيكل ، ملبيدنيوم ، رصاص ، المنيوم) في أنسجة نباتي الذرة الرفيعة والذرة الشاملة فكانت في الحدود المناسبة ولم تصل الى التراكيز السامة . كما أستخدمت مياه صرف أحواض تربية أسماك مياه عذبة كمصدر لمياه الري وسماد النيتروجين ، وأشارت نتائج هذه التجربة الى أن أستخدام هذه المياه يمكن أن يوفر من ٥٠٪–٧٥٪ من الأسمدة النيتروجينية . وأستخدمت مياه الصرف الصحي المعالج في مدينة الرياض لري نباتي القمح والبرسيم ومقارنتها بالمياه الجوفية وأشارت نتائج هذه التجربة الى أن متوسط المادة الجافة من البرسيم للقطعة ٩٤,٨ كجم لمياه الصرف الصحي و ٧٦,٩ كجم لمياه الري الجوفية ومتوسط وزن حبوب القمح ٦,٧٤ طن/هكتار لمياه الصرف الصحي و ٥,٩٥ طن هكتار للمياه الجوفية كما أن تراكيز العناصر الثقيلة والسامة مثل (النحاس ، الرصاص ، النيكل ، الكوبالت) في النبات لم يصل الى التراكيز الضارة . يتضح من هذه الدراسات أن أعادة إستخدام مياه الصرف او مياه الصرف الصحي المعالجة أدت الى زيادة المحصول ولم يصل تركيز العناصر السامة في النبات والتربة الى المستويات الضارة ويعزى ذلك الى أن مصدر هذه المياه الأساسي هو الأستخدامات المنزلية .

مقدمة :

لم يكن إستخدام مياه الصرف الصحي للزراعة حديثاً ، فقد أستخدمها الأغريق لري المحاصيل قبل حوالي ٢٠٠٠ سنة كما أستفاد منها الصينيين قبل عدة قرون . وفي أوروبا وخاصة في ألمانيا إستخدمت مياه الصرف للزراعة في القرن السادس عشر ثم تبعتها بريطانيا وفي القرن الثامن عشر سجل التاريخ أول إستخدام لمياه الصرف الصحي في الولايات المتحدة في أواخر عام ١٨٧٠م.

حتى ولو أن مياه الصرف الصحي أستخدمت في الزراعة قبل حوالي ألفي عام فقد برزت الإهتمامات بها وأنتشر إستخدامها في هذا القرن وعقد العديد من المؤتمرات والندوات في مختلف بقاع العالم لوضع التوصيات والإحتياطات الخاصة بإعادة إستخدام مياه الصرف الصحي وذلك للأسباب الرئيسية التالية :-

١- الزيادة المضطردة في عدد السكان أدت إلى زيادة مياه الصرف الصحي .
٢- صرف مياه الصرف الصحي في مياه الأنهار والبحار له تأثير ضار على الكائنات الحيه التى تعيش فيها .
٣- الإستفادة من هذه المياه كمصدر جديد لمياه الري بدلاً من أن تكون مصدر للتلوث حيث أنها غنية بالعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم .
٤- الزيادة الكبيرة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي وزيادة أنتاج المياه المعالجه من هذه المحطات التي يمكن أستخدامها للعديد من الأغراض بدلاً من التخلص منها .
٥- زيادة الطلب على المياه إذ أصبح من الضروري الإستفادة من مياه الصرف الصحي كأحد مصادر المياه المتجددة لأغراض الري .

وفي المناطق الجافة وشبه الجافة كالمملكة العربية السعودية وباقي دول مجلس التعاون الخليجي تعتبر إعادة إستخدام مياه الصرف من الأمور التي تلقى حالياً مزيداً من الأهتمام خاص وأنها مصدر متجدد ومتنامي يمكن أن يساهم في تعزيز مصادر المياه التقليدية المحدودة .

تعرف مياه الصرف : -

يقصد بمياه الصرف هي المياه الناتجة عن إستخدامات التجمعات السكانية بالأضافة الى مياه الصرف الزراعي والصناعي

العوامل المؤثرة في إعادة إستخدام مياه الصرف للري : -

هناك بعض العوامل التى تؤثر على مدى صلاحية مياه الري للزراعة بشكل عام ومياه الصرف بشكل خاص ومن أهم العوامل التى تؤثر على مدى صلاحية إعادة إستخدام مياه الصرف للري هي : -

١- كمية الأملاح الذائبة :-

تختلف النباتات في مدى تحملها لتركيز الأملاح الذائبة في مياه الري ولهذا فإنه يوصى بأن تتناسب نوعية المياه مع درجة تحمل النبات للأملاح الذائبة فيها .

٢- تركيز المعادن الثقيلة والنادرة :-

بتأثر النبات أو الحصول من التركيزات العالية لبعض العناصر النادرة أو الثقيلة مثل البورون ، الكادميوم ، الكوبالت ، الكورميوم ، النحاس ، الزنبق ، النيكل ، الرصاص ، والزنك .

ويوضح الجدول (١) الحدود القصوى المسموح بها من العناصر النادرة (بسكود ، ١٩٨٨) والتى أوصت بإستخدامها منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو) .

جدول (١) الحدود القصوى المسموح بها من العناصر النادرة في مياه الصرف المعالجة

العنصر	الحدود المسموح بها جزء بالمليون	
	للمياه المستعملة بإستمرار ولجميع الأراضي	لإستعمال المياه لعشرين عاماً وفي أراضي خفيفة لها رقم هيدروجيني (٦,٠-٨,٥)
الألمنيوم (Al)	٥,٠	٢٠,٠
الزرنيخ(As)	٠,١٠	٢,٠
البريليوم (Be)	٠,١٠	٠,٥
البورون (B)	٠,٧٥	٢,٠
الكادميوم (Cd)	٠,٠١	٠,٠٥
الكروم (Cr)	٠,١٠	١,٠
الكوبالت (Co)	٠,٠٥	٥,٠
النحاس (Cu)	٠,٢٠	٥,٠
الفلور (F)	١,٠	١٥,٠
الحديد (Fe)	٥,٠	٢٠,٠
الرصاص (Pb)	٥,٠	٠,٠٧٥ (*)
الليثيوم (Li)	٠,٠٧٥ (*)	٠,٠٧٥ (*)
المنجنيز (Mn)	٠,٢٠	١٠,٠
الموليبدنم (Mo)	٠,٠١	٠,٠٥
النيكل (Ni)	٠,٢٠	٢,٠
السيلينيوم (Se)	٠,٠٢	٠,٠٢
الفاناديوم (V)	٠,١	١,٠
الزنك (Zn)	٢,٠	١٠,٠

(*) الحدود القصوى المسموح بها لري الحمضيات (الموالح) .

٣- الخصائص البكترولوجية : -

تحتوى مياه الصرف الصحي على أنواع مختلفة من البكتيريا والفيروسات والطفيليات والتى تسبب مخاطر صحية مصاحبة لإستخدام مياه الصرف الصحي غير المعالجة حيث تصبح بعض أنواع المعالجة مطلوبة حتى يكون إستخدام هذه المياه مناسبا لنوع الزراعة ويوضح الجدول (٢) الحدود الموصى بها والشروط الواجب إتباعها عند إستخدام مياه الصرف الصحي للري تبعا لتوصيات منظمة الصحة العالمية .

جدول (٢) الحدود الموصى بها لنوعية المياه من الناحية الميكروبيولوجية
لدى إستخدام المياه المعالجة في الزراعة
(منظمة الصحة العالمية ، ١٩٨٩م)

الفئة	ظروف إعادة الإستخدام	المجموعة المعرضة	الديدان المعوية [٢] (المتوسط الحسابي لعدد البيض في اللتر) [٣]	البكتيريا البرازية (المتوسط الهندسي العدد لكل ١٠٠ ملليلتر) [٣]	المعالجة اللازمة للمياه لتحقيق النوعية الميكروبيولوجية المطلوبة .
أ	ري المحاصيل المحتمل أكلها دون طهي ، الملاعب الرياضية ، والمتنزهات العامة .	العمال ، المستهلكون ، والعامة	واحد أو أقل	١٠٠ أو أقل (٤)	مجموعة من أحواض الترسيب مصممة لتحقيق النوعية الميكروبيولوجية المشار اليها ، أو معالجة تعادلها .
ب	ري محاصيل الحبوب ، المحاصيل الصناعية ، محاصل العلف ، المراعي ، والأشجار [٥]	العمال	واحد أو أقل	لا يوجد معيار واحد	الحجز في أحواض الترسيب لفترة ٨ – ١٠ أيام أو ما يعادلها من معالجة لإزالة الديدان المعوية والميكروبات البرازية .
ج	نظم الري الموضعي لري المحاصيل في الفئة (ب) إذا أمكن تجنب تعرض العمال أو العامة للمياه .	لا يوجد	لاتطبق	لا ينطبق	معالجة المياه حسب متطلبات نظام الري المستخدم بما لا يقل عن أحواض الترسيب الثانوية .

(١) في حالات خاصة ، تراعي الإعتبارات المرضية الوبائية والظروف الإجتماعية والبيئية السائدة ، وعليه يتم تعديل هذه التوصيات الإرشادية حسب هذه الضروف والأعتبارات .

(٢) تشمل ديدان الإسكارس والتريكيورس والديدان الشوكية .

(٣) وذلك في خلال فترة الري .

(٤) يحسن تطبيق شروط أشد (ما يعادل أو يقل عن ٢٠٠ من البكتيريا البرازية لكل ١٠٠ ملليلتر) عند الإستخدام لري المسطحات الخضراء العامة كما في الفنادق والمتنزهات نظراً لتعرض العامة لذلك بشكل مباشر .

(٥) في حالة الأشجار المثمرة ، يجب إيقاف الري لمدة أسبوعين قبل قطف الثمار كما يجب عدم التقاط الثمار الساقطة على الأرض ، مع ضرورة تجنب طرق الري بالرش .

٤- تأثير مياه الصرف الصحي على التربة :-

عند إستخدام مياه الصرف للمحاصيل فأن كمية من المادة العضوية والعناصر الغذائية الكبرى والصغرى الضرورية لنمو النبات إضافة إلى عناصر سامة تضاف إلى التربة ، يمتص النبات جزء من هذه العناصر ويتراكم جزء منها في التربة ، ومع مرور الزمن سيزداد تراكم هذه العناصر في التربة ، ويوضح الجدول (٣) الحد الأقصى المسموح به لتراكم العناصر النادرة في الأراضي الزراعية بالكيلو جرام / هكتار (بسواس وعرعر ، ١٩٨٨م) .

جدول (٣) الحد الأقصى المسموح به لتراكم العناصر النادرة في الأراضي الزراعية

البند	كادميوم	نحاس	كروم	رصاص	زئبق	نيكل	زنك
كندا	٠,٨-٤	١٠٠-٢٠٠	٥٠-٢١٠	٥٠-١٠٠	٠,٢-١	١٢-٣٦	١٥٠-٣٧٠
فرنسا	٥,٤	٢١٠	٣٦٠	٢١٠	٢,٧	٦٠	٧٥٠
ألمانيا الغربية	٨,٤	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٥,٧	٦٠	٧٥٠
هولندا	٢,٠	١٢٠	١٠٠	١٠٠	٢,٠٠	٢٠	٤٠٠
المملكة المتحدة	٥,٠	٢٨٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٢,٠٠	٧٠	٥٦٠
الولايات المتحدة	٥-٢٠	١٢٥-٥٠٠	- -	٥٠٠-٢٠٠٠	- -	٥٠-٢٠٠	٢٥٠-١٠٠٠

٥- درجة المعالجة ونوع المحصول :-

أوجدت بعض الدول معايير خاصة لإستخدام مياه الصرف الصحي للري وعلاقة المحاصيل المزروعة بدرجة المعالجة وأجمع الخبراء في إجتماع عقدته منظمة الصحة العالمية عام ١٩٧٣م على أن المعالجة الإبتدائية قد تكون كافية للسماح بإعادة إستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري المحاصيل التى لا يستهلكها الإنسان مباشرة . أما المحاصيل التى يستهلكها الإنسان مباشرة فتحتاج إلى معالجة ثنائية إضافة إلى الترشيح والتعقيم .

جدول (٤) أنواع النباتات ومحاصيل مختارة يمكن ريها بمياه الصرف الصحي *

نوع مياه الصرف	النباتات أو المحاصيل
المعالجة أولية	أشجار غابات نباتات الزينة - القطن - النيل - قصب السكر المستخدم في الصناعة - النباتات المستخدمة في صناعة العطور والأدوية - محاصيل الحبوب - المحاصيل المستخدمة في إنتاج الزيوت - الفواكه التى تكون ثمارها بعيدة عن الأرض ويمكن حمايتها كلية من التلوث
مياه الصرف المعالجة ثنائية بعد تعقيمها	الخضروات التى لا تؤكل طازجة وتكون فوق ساق النبات بعيدة عن سطح الأرض مثل الجوافة والمانجو والموالح
مياه الصرف المعالجة ثلاثية	جميع أنواع المحاصيل ومنها ما يكون ثماره قريبة من سطح الأرض بشرط أن لا تؤكل طازجه ويوقف الري قبل ٢-٤ أسابيع قبل الحصاد .

* يمنع منعا باتا إستخدام مياه الصرف الصحي لري المحاصيل التى تؤكل ثمارها طازجة.

أعادة أستخدام مياه الصرف : -

تبذل جهود جيدة لمعالجة مياه الصرف الصحي في المملكة لإعادة إستخدامها ، ومن المتوقع أن يزيد الطلب على هذه المياه مستقبلا زيادة كبيرة تتيجة التوسع في بناء محطات المعالجة. وتعتبر مساهمة محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالرياض في معالجة المياه مساهمة ملموسة إذ يستخدم حاليا من المياه المعالجة الناتجة من المحطة أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ متر مكعب للزراعة في اليوم . وقد أنشئت هذه المحطة عام ١٣٩٢ هـ بطاقة متوسطة قدرها ٤٠,٠٠٠ متر مكعب في اليوم من مياه الصرف الصحي ثم أرتفعت هذه الطاقة التشغيلية المتوسطة إلى ٨٠,٠٠٠ متر مكعب في اليوم عام ١٤٠٠هـ . ثم إلى ٢٠٠,٠٠٠متر مكعب في اليوم في عام ١٤٠٢هـ . وقد جاءت هذه التوسعة مواكبة لزيادة عدد سكان مدينة الرياض فقد كان حوالي ٦٦٥,٠٠٠ نسمه في عام ١٣٩٤هـ ويزيد في الوقت الحاضر عن ثلاثة ملايين نسمة . ويوضح الجدول (٥) كميات مياه الصرف المتاحة في بعض مناطق المملكة .

جدول (٥) كميات مياه الصرف في بعض مناطق المملكة العربية السعودية

المسلسل	المدينة	كميات المياه المتوفرة م٣/يوم
١	الرياض *	٤٢٠,٠٠٠
٢	جدة	١١٨,٠٠٠
٣	بريدة	١٠,٠٠٠
٤	عنيزة	٧,٠٠٠
٥	الأحساء **	٢٩٣,٧٨٢
٦	الدمام	١٨٧,١٤٣
٧	الخبر	٩٦,٠٠٠
٨	القطيف	٢٩٥٧١

* يضاف إلى هذه الكمية حوالي ٣٠٠ ألف متر مكعب يومياً مياه صرف ناتجة من منسوب خفض المياه بمدينة الرياض .
** مياه صرف زراعي من واحة الأحساء تتراوح تركيز الأملاح فيها ١٠٠٠ - ٧٢٧٣ جزء بالمليون .

معايير إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي في المملكة العربية السعودية

يوضح الجدول (٦) المعايير القياسية المقترحة من قبل وزارة الزراعة والمياه لإعادة إستخدام مياه الصرف الصحي للري غير المقيد .

جدول (٦) معايير مياه الصرف الصحي لإستخدامها في الري في المملكة العربية السعودية

المادة	الحد الأقصى المسموح به (جزء في المليون)	المادة	الحد الأقصى المسموح به (جزء في المليون)
الأس الهيدروجيني	٦-٨,٤	الرصاص	٠,١
متطلبات الأوكسجين الحيوي (BODS)		الليثيوم	(٠,٠٧)
	١٠	المنجنيز	٠,٢
المواد الصلبة العالقة	١٠	الزئبق	٠,٠٠١

الألمنيوم	٥	المولبيدنيوم	٠,٠١
الزرنيخ	٠,١	النيكل	٠,٠٢
البيريليوم	٠,١	النترات	١٠
البورون	٠,٥	السيلنيوم	٠,٠٢
الكادميوم	٠,٠١	الفانديوم	٠,١
الكلور الحر	٠,٥ أو أكثر	الزنك	٤,٠
الكوبالت	٠,٥ أو أكثر	الفينول	٠,٠٠١
النحاس	٠,٤	الكولفورم	٢,٢وحدة ر١٠٠
السيانيد	٠,٠٥	الكلي	
الفلور	٢,٠	العكارة	١,٠وحدة عكارة
الحديد	٥,٠	الديدان الخيطية المعوية	١ بيضة حيه /لتر

وتجدر الإشارة إلى أن الإلتزام بالمعايير المقترحة يتطلب ضرورة معالجة مياه الصرف معالجة ثلاثية تشتمل على المعالجة الثانوية ، فالمعالجة الكيميائية ، فترشيح المياه بإستخدام المرشحات الرملية ثم تعقيمها (الساعاتي ، ١٩٩٥م) .

نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة : -

يمكن التعرف على خواص نوعية مياه الصرف الصحي بالمملكة بأستعراض مثال لمعالجة مياه الصرف في محطة الصرف الصحي بمدينة الرياض .

وتشمل محطة معالجة المياه في الرياض ما يلي :-

- مصافي ميكانيكية - أحواض تهوية - أحواض ترسيب - مرشحات بيولوجية - أحواض ترسيب ثانوية - أحواض لتخثير الحمأة - خزانات لهضم الحمأة.

إضافة إلى أحواض الصقل للمياه المعالجة ، والمعالجة بالكلور . وتلخص خطوات معالجة المياه على النحو التالي : -

١- **المعالجة المسبقة : -**

وتشمل فصل المواد الصلبة العالقة والزيوت الطافية . وذلك بإستخدام المصافي (Screens) تليها أحواض إزالة الرمل

٢- **المعالجة الأولية :-**

وتكون إما بطرق المعالجة الأولية الكيميائية مثل إستخدام بعض المواد الكيميائية في عملية تجميع وتعويم المواد الصلبة الدقيقة ، أو بإستخدام طرق المعالجة الطبيعية كالترسيب والترويق . وتنخفض كمية المواد العالقة بعد عملية المعالجة الأولية إلى نحو ٦٠٪ كما تنخفض نسبة الأكسجين الحيوي وتشمل طرق المعالجة الأولية أيضاً تهوية المياه لرفع كفاءة البكتريا بوجود كميات كبيرة من الأكسجين .

٣- المعالجة الحيوية :-

عند خروج المياه من أحواض الترسيب الأولية تتجه نحو المرشحات الحيوية لتقوم البكتريا الهوائية بالتغذي على المواد العضوية الموجودة في هذه المياه . وتتكون المرشحات الحيوية في محطة المعالجة بالرياض من أحواض غير منفذة مليئة بمواد بلاستيكية تشكل السطح المناسب لنمو البكتريا التي تتغذى على مياه الصرف الصحي وتحللها مكونة ما يعرف بالحمأة المنشطة التي تنفصل عن سطح التلامس عند بلوغها حجماً معيناً ويتم ترسيبها في أحواض الترسيب الثانوية مع المواد العضوية المترسبة في أحواض الترسيب الأولية بإستخدام عمليات هضم الحمأة .حيث تقوم بعض أنواع من البكتريا اللاهوائية بهضم وتحليل المواد العضوية تحت ظروف ملائمة من الحرارة ودرجة الحموضة داخل خزانات خاصة . ويتم التخلص في هذه المرحلة من كمية كبيرة من البكتريا والفيروسات الضارة وتستخدم الحمأة المهضومة بعد تجفيفها كسماد عضوي . وينتج من هذه العملية كمية كبيرة من غاز الميثان الذي يحرق في موقع محطة المعالجة .

ويتم إعادة جزء من الحمأة المنشطة المترسبة في أحواض الترسيب النهائية إلى المرشحات الحيوية لضمان وجود العدد الكافي من البكتريا اللازمة لتفكيك المواد العضوية في مياه الصرف الواردة. أما المياه الناتجة عن أحواض الترسيب النهائية الثانوية فيمكن التخلص منها أو إعادة إستخدامها بعد تعقيمها .

٤- مرحلة التعقيم : -

يستخدم غاز الكلور لتعقيم مياه الصرف الصحي المعالجة وقتل البكتيريا والفيروسات الضارة وإزالة الروائح .

ويتوفر في بعض مدن المملكة محطات تنقية تختلف طرق المعالجة فيها من محطة إلى أخرى وقد يصل في بعضها إلى مراحل المعالجة المتقدمة (Tertiay Treatment) .

ويشير جدول (٧) الى خواص مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة المعالجة بمدينة الرياض خلال الفترة من ١٩٨٨م - ١٩٩٠م .

جدول (٧) خواص مياه الصرف المعالجة في مدينة الرياض ١٩٨٨-١٩٩٠م

العنصر	مياه صرف صحي معالج من محطة تنقية المياه بالرياض
رقم الحموض	٧,٢٦
التوصيل الكهربائي ديس سيمنز /م	١,٦١
الأوكسجين الحيوي (BOD)جزء بالمليون	٢٨
النيتروجين جزء بالمليون	٢٠,٧
الفوسفور جزء بالمليون	٧
بوتاسيوم جزء بالمليون	١٥,١
كالسيوم جزء بالمليون	١٢٨
مغنسيوم جزء بالمليون	٢٨
صوديوم جزء بالمليون	١٤٠

كبريتات جزء بالمليون	٦,٨
كلور جزء بالمليون	٤,٨
حديد جزء بالمليون	٠,٢٤
زنك جزء بالمليون	٠,١١
منجنيز جزء بالمليون	٠,٠٤
نحاس جزء بالمليون	٠,٠١
رصاص جزء بالمليون	٠,٠٠٢
نيكل جزء بالمليون	٠,٠٠٣
كادميوم جزء بالمليون	٠,٠٠٠٤
كروم جزء بالمليون	٠,٠٠٣
كوبالت جزء بالمليون	٠,٠٠٢

ويتضح من الجدول أن هذه المياه مناسبة لأغراض الري من حيث محتواها من العناصر الثقيلة وتركيزها أقل من التركيز الضار .

كمية العناصر الغذائية في مياه الصرف الصحي من مدينة الرياض :-

تحتوى مياه الصرف الصحي على العديد من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات ولها أهمية أقتصادية كبيرة لإنتاج المحاصيل حيث يمكن الإستفادة منها كبديل للأسمدة الكيميائية .

والجدول رقم (٧) يوضح خواص مياه الصرف الصحي المعالج لمدينة الرياض وما يحتويه من بعض العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات :-

العنصر	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	حديد	زنك	منجنيز	نحاس
التركيز جزء بالمليون	٢٠,٧	٧	١٥	٠,٢٤	٠,١١	٠,٠٤	٠,٠١

فمثلا عند إستخدام هذه المياه لري محصول القمح (٩٠٠٠م^{٣}/ هكتار موسم) فإن كمية الأسمدة المتوفرة في هذه المياه في الموسم لكل هكتار .

١) نيتروجين ١٨٦كجم ٢) فوسفور ٦٣ كجم ٣) بوتاسيوم ١٣٥ كجم.

٤) حديد ٢,١ كجم . ٥) زنك ١ كجم . ٦) منجنيز ٠,٣٦ كجم

٧) نحاس ٩٠ جرام .

وهذه المقادير تفي بجزء كبير من إحتياج القمح حيث يحتاج الهكتار من ٢٥٠ – ٣٠٠ كجم نيتروجين ٨٠ – ١٠٠ كجم فسفور ، ١٠٠ – ١٢٠ كجم بوتاسيوم للموسم .

التجارب الحقلية لأستخدام مياه الصرف : ـ

ضمن أنشطة معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ثم القيام بعدد من التجارب الحقلية للتعرف على مساهمة مياه الصرف من مصادر مختلفة في سد الأحتياجات السمادية لمحاصيل والتعرف على تركيز العناصر الثقيلة في أنسجة النبات والتربة وهي : ـ

١-أ) إستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة محطة المعالجة في مدينة الرياض :

أقيمت تجربة حقلية في تربة طميه لتقييم تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة المعالجة في مدينة الرياض على التربة والنبات (قمح ، برسيم) (الجلعود ، ١٩٩٤م) ويوضح الجدول (١٥) خواص المياه المستخدمة وقد تم إضافة الإحتياجات السمادية (نيتروجين ، فوسفور ، بوتاسيوم) إلى المحاصيل المزروعة إلى جميع المعاملات .

جدول (١٥) خواص المياه المستخدمة

العنصر	نوعية المياه المستخدمة مياه صرف صحي معالج	مياه جوفية
رقم الحموضة	٧,٢٦	٧,٨
التوصيل الكهربائي ديس سيمنز /م	١,٦١	٠,٧
الأكسجين الحيوي (BOD) جزء بالمليون	٢٧	٠٠
النيتروجين جزء بالمليون	٢٠,٧	٠٠
الفوسفور جزء بالمليون	٧	٠٠
بوتاسيوم جزء بالمليون	١٥,١	٢,٩
كالسيوم جزء بالمليون	١٢٨	٦١
مغنسيوم جزء بالمليون	٢٨	٢٣
صوديوم جزء بالمليون	١٤٠	٤٥
كبريتات جزء بالمليون	٦,٨	٣,٩
كلور جزء بالمليون	٤,٨	١,٨
حديد جزء بالمليون	٠,٢٤	٠٠
زنك جزء بالمليون	٠,١١	٠٠
منجنيز جزء بالمليون	٠,٠٤	٠٠
نحاس جزء بالمليون	٠,٠١	٠٠

رصاص جزء بالمليون	٠,٠٠٢	٠٠
نيكل جزء بالمليون	٠,٠٠٣	٠٠
كادميوم جزء بالمليون	٠,٠٠٠٤	٠٠
كروم جزء بالمليون	٠,٠٠٣	٠٠
كوبالت جزء بالمليون	٠,٠٠٢	٠٠

وكانت نتائج المحصول الكلي :-

		السنة		
		١٩٨٩	١٩٩٠	المتوسط
		القمح حبوب طن / هكتار		
القمح	مياه صرف صحي	٤,٧٩	٨,٧٩	٦,٧٤
	مياه جوفية	٣,٩٩	٧,٩	٥,٩٥
البرسيم	البرسيم كجم / قطعة (١٢م٢)			
	مياه صرف صحي	٩٤,٧٥		
	مياه جوفية	٧٦,٩٢		

تم تحليل النبات ودراسة بعض العناصر في أنسجة النبات كما هو موضح بالجدول (٩)

جدول (٩) تركيز العناصر الثقيلة بالنبات جزء بالمليون في أنسجة النبات

		نحاس	رصاص	نيكل	كوبالت
قمح	مياه صرف صحي	٢,٩	٢,٣	٠,٨	٠,٥
	مياه جوفية	٢,٤	١,٥	٠,٥	٠,٥
برسيم	مياه صرف صحي	٢,٩	٣,٣	٠,٧	٢,٦
	مياه جوفية	٢,١	٣,٣	٠,٦	٢,٣

تركيز العناصر المختلفة جزء بالمليون في التربة خلال فترات مختلفة كما هو موضح بالجدول (١٠)

جدول (١٠)

الشهر	السنة	حديد		منجنيز		زنك		نحاس	
		صرف	جوفية	صرف	جوفية	صرف	جوفية	جوفية	صرف
أبريل	١٩٨٩م	٢,٢٧	٢,٠٧	٤,٤٣	٣,٨	٢,٦	.٢	٠,٤٧	٠,٤٧
نوفمبر	١٩٨٩م	٢,٢٧	٢,٢٣	٢,٨٣	٣,١	٢,٣	١,٢٦	٠,٣	٠,٤
يونيو	م١٩٩٠	٣,٧	٣,٥٣	٤,٤٧	٤,٥٧	١,٩٦	١,٧٣	٠,٦٧	٠,٥٣

نيتروجين		فوسفور		بوتاسيوم	
صرف	جوفية	صرف	جوفية	صرف	جوفية
٦٨,٥	٣٦,١	٢٤,٩	١٩,٦	٤٧,٤	٤٠,٩

تشير النتائج على أن متوسط المادة الجافة من البرسيم للقطعة ٩٤ر٨ كجم لمياه الصرف الصحي المعالجة ٧٦,٩ كجم بمياه الري العادية وكان الفرق واضحا عند إستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة عنه عند إستخدام المياه الجوفية .

متوسط وزن حبوب القمح ٦,٧٤ طن / هكتار لمياه الصرف الصحي المعالجة و ٥,٩٥ طن / هكتار للمياه الجوفية ، محتوى الحديد ١٤٥ جزء بالمليون والزنك ٣٥,٥ جزء بالمليون من القمح المروي بمياه الري العادية ، كما كان تركيز الحديد في البرسيم المروي بمياه الصرف الصحي المعالجة ٣٥٩ جزء بالمليون و ٣٢٥ جزء بالمليون المروي بمياه جوفية وبفرق واضح عند إستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة عنه في المياه الجوفية .

تركيز العناصر الثقيلة السامة مثل النحاس ، الرصاص ، النيكل ، والكوبلت في النبات لم يصل إلى الحد الضار حسب المقاييس المعترفة . زاد تركيز النيتروجين في التربة زيادة واضحة كما زاد الفوسفور والبوتاسيوم في التربة المروية بمياه ري صرف صحي معالجة إلا أن الزيادة لم تكن كبيرة مقارنة مع التربة المروية بمياه ري عادية. تعزى الزيادة في المحصول في القطع المروية بمياه صرف صحي معالجة إلى زيادة محتواها من العناصر الغذائية وسد إحتياجات النبات بهذه العناصر .

١-ب : تأثير إستخدام مياه الصرف الصحي على كفاءة إستخدام المياه والنيتروجين للقمح :-

أجريت تجربة حقلية (الجلعود ، حسين ، ١٩٩٥م) لدراسة تأثير إستخدام مياه الصرف الصحي على كفاءة إستخدام المياه والنيتروجين للقمح في تربة طميه رملية لموسمين زراعيين (١٩٩٢ - ١٩٩٣م) و (١٩٩٣ - ١٩٩٤م) ومقارنتها بمياه جوفية في خمس معاملات من السماد كالآتي :-

م١ بدون إضافة أي سماد نيتروجيني.
م٢ إضافة ٢٥٪ من السماد النيتروجيني .
م٣ إضافة ٥٠٪ من السماد النيتروجيني .
م٤ إضافة ٧٥٪ من السماد النيتروجيني .
م٥ إضافة ١٠٠٪ من السماد النيتروجيني .

مع مراعاة أن المعاملات الخاصة بمياه الصرف الصحي لم يتم إضافة إلا ٢٥٪ و ٥٠٪ من الإحتياجات السمادية ويشير الجدول التالي (١١) إلى محصول القمح طن هكتار لكل معاملة .

السنة	١٩٩٢ - ١٩٩٣م		١٩٩٣ - ١٩٩٤م	
المعاملة	مياه صرف صحي	مياه جوفية	مياه صرف صحي	مياه جوفية
م١	٦,٨٦	٠,٧٧	٥,٤٧	٠,٤٦
م٢	٦,٤٥	٣,٧٧	٥,٢٠	٢,٤٣
م٣	٦,٣	٤,٩٩	٥,٨٧	٢,٢٣
م٤	٦,٣٩	٤,٥	٦,٥٤	٣,١٦
م٥	٦,١٩	٥,٠١	٦,٤	٣,١٥

أشارت نتائج التجربة أن متوسط الإنتاج من الحبوب يتراوح بين ٦,١٩ - ٦,٨٧ ط / هكتار للعام ٩٢ - ١٩٩٣م للمياه المعاملة بمياه الصرف الصحي و ٠,٧٧ - ٥,٠ طن / هكتار للمياه الجوفية أما موسم ٩٣ - ١٩٩٤م فيتراوح الإنتاج بين ٥,٤٦ - ٦,٤٤ لمياه الصرف و ٤٦ و ٣,١٥ للمياه الجوفية .

من النتائج السابقة يتضح أن إضافة أقل من ٢٥٪ من الإحتياجات السمادية لمحصول القمح المروي بمياه صرف صحي كانت كافية لسد الإحتياجات السمادية كما يلاحظ أنه بدون إضافة أي أسمدة أعطى الهكتار ٦,٨٦ طن / هكتار عام ١٩٩٣/٩٢م و٥,٤٧ عام ١٩٩٤/٩٣م . كما أن إضافة السماد إلى مياه الصرف الصحي أدت إلى نقص المحصول وذلك لأن الزيادة في كمية النيتروجين أدت إلى رقاد المحصول .

٢) مياه صرف وادي حنيفة :-

أستخدمت مياه صرف ناتجة من عملية خفض منسوب المياه الأرضية في مدينة الرياض والتي تقدر كميتها بحوالي ٢٥٠-٣٠٠ ألف متر مكعب يومياً لري نبات الذرة الشامية والذرة الرفيعة في تجربة أصص (الجلعود ، وآخرون ١٩٩٣، ١٩٩٥م) حيث كانت نوعيات المياه في مجرى وادي حنيفة مختلفة ، وتم إختيار إربعة نوعيات من هذه المياه ، ويمثل الجدول (١٢) هذه النوعيات على إمتداد المجرى المائي للوادي الذي يبلغ طوله حوالي ٥٠ كم .

جدول (١٢) نوعية المياه المستخدمة في التجربة

الحدود	النوعية			
	١	٢	٣	٤
درجة الحموضة	٧,٧	٧,٥	٧,٩	٧,٨
التوصيل الكهربائي ديسي سيمنز / م	١,٥	٢,٤	٣,٢	٤,٧

مجموع الأملاح الذائبة جزء بالمليون	٧٧٩	١١٨٩	١٥٨٧	٢٣٣٠
النترات جزء بالمليون	٨,٤	٤٧	٦٠	٨٠
الفوسفات جزء بالمليون	٠,١	١٠,٠	٠,٥	٠,١
صوديوم جزء بالمليون	١٢٩	٢٢٩	٣٢٥	٥٢٢
بوتاسيوم جزء بالمليون	١٢,٨	١٣,٤	١١,٧	٧,٨
كالسيوم جزء بالمليون	١٤٢	١٩٦	٣١٦	٣٤٩
مغنسيوم جزء بالمليون	٥١,٧	٦٤,١	٦٤	٩٠
بورون جزء بالمليون	٠,٥	٠,٤	٠,٤	١,٢١
بيكربونات جزء بالمليون	١٨٢	٢٤٠	٢٠٣	٢٦٥
كلوريد جزء بالمليون	١٩٢	٣٦٢	٥٠٢	٦٠٠
كبريتات جزء بالمليون	٣١٦	٤٦٢	٦٤٥	٨٣٥

وكانت نتائج إستخدام هذه المياه :-

أ) على نمو النبات : -

يوضح الجدول (١٣) وزن النبات جرام / أصيص للمعاملات المختلفة :-

النوعية	المادة الجافة		المادة الجافة	
	ذرة خضراء	ذرة رفيعة	ذرة خضراء	ذرة رفيعة
١	١٥٩	١٦٥	٢٨,٩	٣٥
٢	١٧٧	١٨٨	٣٢	٤٧
٣	٢٠٩	٢١٢	٣٨	٥٠
٤	١٩٧	٢١١	٣٦	٤٨

وتشير النتائج إلى زيادة المادة الجافة والخضراء بإزدياد ملوحة مياه الصرف وهذه إشارة إلى أن الأملاح في هذه المياه هى عبارة عن مغذيات للنبات وزيادة تركيزها زاد في نمو النبات .

ب) تركيز العناصر بالنبات :-

تشير الجداول (١٤ و ١٥) إلى تراكيز العناصر في أنسجة نبات الذرة الشامية وأنسجة نبات الذرة الرفيعة .

١- الذرة الشامية: جدول (١٤) تراكيز بعض العناصر في نبات الذرة الشامية :-

نوعية مياه الري	حديد	نحاس	منجنيز	زنك	نيكل	رصاص	ملوبيدنيوم	ألمنيوم
	جزء بالمليون							
١	٢٥٧	٣,٥	٣٨	٢٢	٩,٣	٣٧	١,٤	٢٠٨
٢	٢٣٠	٤,١	٣٧	٢٨	١٠,٨	٤٦	١,٦	٢٤٢
٣	٢١٩	٢,٣	٤٥	٣١	٠,٧	٢٥	١,٤	١٩٠
٤	١٩٠	٥,٦	٤٢	٣٤	٢,٥	١١	١,٨	٢٤١

الذرة الرفيعة :-

٢- الذرة الرفيعة : - الجدول (١٥) تراكيز بعض العناصر في نبات الذرة الرفيعة

نوعية مياه الري	حديد	نحاس	منجنيز	زنك	نيكل	رصاص	ملوبيدنيوم	ألمنيوم
	جزء بالمليون							
١	٣٢٠	٥,١	٣٥	٢٦	٨,٥	٣٣	٢,٢	٢٧٤
٢	٢٤٠	٣,٨	٢٩	٢١	١٥,٢	٥٩	٢,١	٢٥٩
٣	٢٧٨	٦	٣٨	٢٩	٧,٦	٢٨	٣	٢٣٢
٤	١٩٠	٣,٩	٣٦	٢٧	٣,٤	١٢	٣,٣	١٨٣

تشير هذه النتائج أن تركيز هذه العناصر بالنبات في الحدود الملائمة للنمو ويمكن إستخدام هذه المياه بدون حدوث أضرار على النبات ويلاحظ أن تراكيز الكوبلت والكادميوم كانت بمعدلات أقل من الحدود التى يمكن تقديرها بالجزء بالمليون.

ج) تركيز العناصر بالتربة :-

تمت دراسة تراكيز العناصر الصغرى وتغطية التربة بعد الزراعة لنباتي الذرة الشامية والذرة الرفيعة يوضح الجـــدول (١٦ و ١٧) تركيز بعض العناصر في التربة بعد الزراعة .

النبات : ذرة شامية : - جدول (١٦) تركيز بعض العناصر في التربة جزء بالمليون

نوعية المياه	حديد	نحاس	منجنيز	زنك	نيكل	ألمنيوم
١	١٤,٣	١,٩	١٤	٣,٧	٠,٥٤	-
٢	١٢	١,٨	١٤,٤	٣,٧	٠,٦٠	-
٣	٩,٩	١,٩	١٠,٦	٤	٠,٥٢	-
٤	٧,١	١,٥	٨	٣	٠,٤٠	-

النبات : ذرة رفيعة :- جدول (١٧ ب) تركيز بعض العناصر في التربة جزء بالمليون

نوعية المياه	حديد	نحاس	منجنيز	زنك	نيكل	ألمنيوم
١	١٧,٦	١٨,٨	١٣,٤	٣,٩	٠,٦	-
٢	١٦,٨	١٨,٠	١٥,٧	٤	٠,٦٦	-
٣	١٠,٥	١٧,٥	١٢,٢	٤,١	٠,٦	-
٤	٩,٦	١٣	٩,٣	٣,٢	٠,٤٦	-

تشير النتائج إلى أن تركيز العناصر المستخلصة بالمادة المخلبية DTPA أنها بكميات كافية لنمو النبات ولم تصل إلى تراكيز سامة .

٣) **مياه صرف أحواض تربية الأسماك في المياه العذبة :-**

أجريت تجربة حقلية (الجلعود، وآخرون ،١٩٩٣م) للإستفادة من مياه صرف أحواض تربية الأسماك في المياه العذبة كمصدر لمياه الري وخفض الإحتياجية السمادية من النيتروجين ومقارنتها بمياه ري جوفية ويشير الجدول (١٨) التالي إلى نوعية مياه الري المستخدمة .

جدول (١٨)خواص المياه المستخدمة

نوعية مياه الري	مياه صرف أحواض تربية الأسماك	مياه جوفية
رقم الحموضة	٧,٨٧	٧,٢
التوصيل الكهربائي ديس سيمنز / م	٢,٦٩	٣,١٣
مجموع الأملاح الكلية جزء بالمليون	١٤٨٢	١٥٧٠
صوديوم جزء بالمليون	٢٦٣	١٨٥
بوتاسيوم جزء بالمليون	١٧	٢٠
كالسيوم جزء بالمليون	٢٦٩	٢٤٩
مغنسيوم جزء بالمليون	٨١	١٠٢
بيكربونات جزء بالمليون	٢٤٠	٢٦٣
كلور جزء بالمليون	٣٧٥	٣٤٧
كبريتات جزء بالمليون	٣٦٨	٤٣٣
نيتروجين كلي جزء بالمليون	٤٠,٨	

وفي خمس معاملات م١ بدون إضافة سماد ، م ٢ = ٢٥٪ من الأحتياجات السمادية ، م ٣ = ٥٠٪ من الإحتياجات السمادية ، م٤ = ٧٥٪ من الإحتياجات السمادية ، م ٥ = ١٠٠ ٪ من الإحتياجات السمادية = (٣٠٠ نيتروجين / هكتار) .

وكانت نتائج التجربة بالجدول (١٩) تشير الى أن إضافة فقط ٢٥٪ و ٥٠٪ من السماد مع مياه صرف أحواض تربية الأسماك كانت تعادل ٧٥٪ و ١٠٠٪ منها عند إستخدام المياه الجوفية أي أن مياه صرف أحواض الأسماك وفرت من الأسمدة من ٥٠ – ٧٥ ٪ .

جدول (١٩) نتائج تجربة الإستفادة من مياه صرف أحواض تربية الأسماك في المياه العذبة

المعاملة	المادة الخضراء (طن /هكتار)		وزن الحبوب (طن / هكتار)	
	مياه صرف أحواض الأسماك	مياه جوفية	مياه صرف أحواض الأسماك	مياه جوفية
م١	٩,٦	٦,٩	٢,٧	١,٦٨
م٢	١٧,٧	١٣,٥	٥,٨	٤,٣٥
م٣	١٦,٦	١٧,٤	٦,١	٦,٩٩
م٤	٢٢,٩	٢٢,٤	٧,٩٦	٧,٥
م٥	٢٥,١	٢٢,٨	٦,٦٩	٧,٧

معاملة ١ و ٢ و ٣ في مياه صرف أحواض الأسماك لم يتم إضافة أي أسمدة نيتروجينية لها أما المعاملة ٤ و ٥ فقد تم إضافة ٢٥٪ و ٥٠٪ من الإحتياجات السمادية .

الخلاصة :-

يتضح من نتائج التجارب السابقة أن إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة الصرف الصحي بالرياض أدت إلى زيادة المحصول كما أن تركيز العناصر السامة بالنبات والتربة لم يصل إلى المستوى الحرج وذلك لأن مصدر هذه المياه هو إستخدامات منزلية حيث خصص لمياه صرف المصانع للمنطقة الصناعية بالرياض محطة معالجة مستقلة .

وأشارت الدراسات التي أجريت على مصادر مياه الصرف الأخرى أن أستخدام هذه المياه لم يؤثر سلباً على النبات أو التربة الأمر الذي يدعو الى الأستفادة من مصادر مياه الصرف المتوفرة للأغراض المتناسبة مع نوعيتها وتلائم مع خواص هذه المياه .

المراجع

أولاً : العربية :-

- الحسن ، محمد بن إبراهيم ، إبراهيم صالح المعتاز (١٩٨٨م) ، " ملوثات البيئة أضرارها مصادرها وطرق مكافحتها " ، مكتبة الخريجي ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

- الساعاتي ، عدنان جمال ، ١٩٩٥م ، " إعادة إستعمال مياه الصرف الصحي في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية ، مجلة التعاون (١٠) ، العدد ٣٨ ، ١٩٩٥م .

- العدوي ، محمد صادق (١٩٩١م) ، قضية مجاري الأسكندرية ، كلية الهندسة ، جامعة الأسكندرية ، جمهورية مصر العربية

- المكتب الإقليمي للشرق الأدنى (منظمة الأغذية والزراعة الدولية) ، ١٩٩٢م ، " إدارة إستخدام المياه العادمة للري، سلسلة النشرات الإرشادية للأراضي والمياه رقم (١) ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية.

- المكتب الإقليمي للشرق الأدنى (منظمة الأغذية والزراعة الدولية) ، ١٩٩٢م ، " إستخدام المياه العادمة وعلاقتها بصحة الإنسان " ، النشرات الإرشادية ، الأراض والمياه رقم (٣) ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية .

ثانياً : الأنجليزية :-

AL - Jaloud A. A., and Ghulam Hussain. (1994). Management Alternatives to Minimize Desertification in Saudi Arabia. Proceedings Symposium on Desert Studies in the Kingdom of Saudi Arabia, King Saudi Unersity Riyadh, Saudi Arabia, 2-4 October, 1994.

Al-Jaloud A. A. (1994). Effect of treated municipal waste water on soil and crops. Journal of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences, King Abdulaziz University, Jeddah. (accepted).

Al-Jaloud, A.A., G. Hussain, Adnan J. Al-Satti and S. Karimulla. (1995) . Effect of Waste Water irrigation on Mineral Composition of Corn and Sorghum Plants. Journal of plant nutrition). 18 (8) , pp. 1677 - 1692.

Al-Jaloud, A.A., G. Hussain, Adnan J. Al-Satti and S. Karimulla. (1993) . Effect of Waste Water on plant growth and soil properties. Arid soil research and rehabilitation journal, Vol. 7, Issue 2, p.p. 173-179.

Al-Jaloud, A.A., G. Hussain, A.A. Al-Sadoon, A. Q. Siddiqui and A. Al-Najada, (1993). use of aquaculture effluent as a supplemental source of nitrogen fertilizer to wheat crop, Arid Soil Research and Rehabilitation Journal, vol. 7, pp. 233-241.

Hussain, G , Ali A. Al-Jaloud and S. Karimulla (1994). Effect of treated Effluent on Irrigation and Nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of wheat . Agricultural Water Management, Journal. (Accepted).

Hussain, G., Ali A. Al-Jaloud. (1995). Effect of Irrigation and Nitrogation on Water Use Efficiency of wheat in Saudi Arabia. Journal : Agriculture Water Management 27 (1995) 143 - 153 . .

Pescod, M.B. and A. Arar (ed.). Treatment and use of sewage effluent for irrigation. Proceedings of the FAO Regional Seminar on the Treatment and Use of Sewage Effluent for Irrigation, Nicosia. Cyprus 7 - 9 Oct. 1985. Butterworths London.

وادي الوريعة
دراسة مسحية عن تغذية وجريان المياه الجوفية

وادي الوريعة

دراسة مسحية عن تغذية وجريان المياه الجوفية

- مقدمة :-

تتميز دولة الامارات العربية المتحدة بتنوع تضاريسها، حيث تتكون من المرتفعات الجبلية، السهول الحصوية، السهول الساحلية المنخفضة، الصحراء الرملية .

وتقع الدولة في منطقة تصنف على أنها من المناطق القاحلة، حيث تشغل جزء من الاقليم القاحل الذي يميز شمال القارة الافريقية وجنوب غرب القارة الآسيوية .

رغم المناخ القاحل للدولة، الا أن الأمطار تسمح بانتشار النباتات الحولية والنباتات الطبيعية المعمرة، خاصةً في المناطق الجبلية والسهول المتاخمة لها وذلك لوفرة المياه حيث أن معظمها تجري الوديان والشعاب من خلالها .

وتنقسم مصادر المياه في الدولة الى أربعة أقسام هي المياه السطحية، المياه الجوفية، تحلية مياه البحر، ومعالجة مياه الصرف الصحي .

ويعتبر وادي الوريعة من أهم الأودية وأنشطها في الدولة والذي ينحدر من هضبة مسافي ليصب على الساحل الشرقي ومن ثم في خليج عمان، حيث أنه يجري لمرات عديدة في العام اضافة الى وجود جريان دائم في أحباسه العليا نتيجة لوجود ثلاثة مساقط مائية .

وتأتي أهمية الدراسة لوادي الوريعة للاستفادة من المياه التي تسيل من خلاله كمصدر للمياه السطحية والجوفية التي تشكل المصدر الأساسي للزراعة في منطقة الوادي وكذلك تلبية للاحتياجات السكانية في المنطقة، حيث أن الدراسة أجريت للتحري عن حركة المياه التحت سطحية في الوادي بالاضافة الى مسارها في التكوينات الجيولوجية .

- الطبوغرافية :-

تقدر مساحة مستجمع الأمطار في وادي الوريعة بـ ١٢٩ كم^{٢}، حيث أن وادي غليلة الخن يعتبر من أكبر الأودية الصغيرة التي تتصل مع وادي الوريعة في السهول الحصوية الساحلية، أنظر الرسم رقم (١) .

توجد في أقصى الحدود الشمالية الغربية أعلى المرتفعات في الحوض متمثلاً في جبل داد ويصل ارتفاعه الى ١,١٢٨ متر، بينما في الجنوب الغربي يوجد مرتفعين يبلغ ارتفاعهما ٩٣٤ متر و ٩٢٨ متر، وفي الجنوب الشرقي يقع جبل سهى على ارتفاع ٧٩٨ متر، وجبل غليلة الخن على ارتفاع ٥٠٩ متر في الشمال الشرقي .

- الوضع الجيولوجي والجيومورفولوجي :-

تتكون جيولوجية حوض مستجمع الأمطار في وادي الوريعة من نوعين رئسيين من الصخور هي الصخور النارية والصخور الرسوبية .

أولاً : الصخور النارية :-

يرجع حوض مستجمع الأمطار في وادي الوريعة الى الزمن الجيولوجي بين عصر قبل البرمي(Pre-Permian) وعهد الكريتاسي الأعلى(Upper Cretaceous Allochthouns)، حيث أن المجموعة الصخرية التي تتواجد هي من نوع الأفيوليت السمائلي(Semail Ophiolite)، والتكوين يحتوي على صخور البريدوتيت الفوق قاعدية(Ultrabasic Periodotite) والسربنتنيت(Serpentinite) حيث تكون ملتحمة في بعض المناطق، وكذلك فان هنالك مناطق اختلاط في الجنوب الشرقي من حوض مستجمع الأمطار بين صخور الجابرو(Gabbro) والصخور فوق القاعدية(Ultrabasic Rocks) .

ثانياً : الصخور الرسوبية :-

الصخور الرسوبية الموجودة في حوض مستجمع الأمطار تكونت نتيجة لعوامل التجوية التي حدثت للصخور النارية وهي تصنف الى نوعين هما الرواسب الملتحمة والرواسب المنفصلة.

الرواسب الملتحمة هي التي كونت الهضاب الحصوية على أجناب الوادي، حيث تحتوي على صخور نارية كبيرة نوعاً ما ملتحمة مع صخور أصغر منها .

الرواسب المنفصلة وهي التي تكون صخور الوادي وصخور المراوح على الساحل .

الوضع الجيولوجي عموماً اعتباراً للوضع الحالي للمرتفعات الحصوية وتعرجات الوادي خلال الجبال تدل على تكون هذه الجبال في الزمن الجيولوجي الحديث .

تم ملاحظة أن الترسبات الحصوية الأقدم في الوادي أخشن أو أكبر من الترسبات في الوادي حيث أن هذا ينم على أن تدفق الوادي في الزمن البعيد كان أكبر من التدفق في الزمن القريب .

الفوالق الموجودة في الوادي عادة من الشمال الى الجنوب ولكن أحياناً من الشرق الى الغرب .

- الوضع الهيدرومترولوجي :-

يتميز حوض مجمع الأمطار في وادي الوريعة بتنوع هيدرولوجيتها حيث يحتوي على مياه الشلال، الجريان السطحي والمياه الجوفية .

١) الأمطار :

يتصف مناخ دولة الامارات بقلة الأمطار واقتصارها على فصل الشتاء في أغلب الأوقات، حيث أن المناطق الجبلية لها النصيب الأكبر من تلك الأمطار .

والأمطار تتفاوت معدلاتها من سنة الى أخرى وتعتبر الأشهر من ديسمبر الى شهر مارس هي التي يمكن أن يكون فيها أمطار شتوية، على الرغم من وجود بعض الأمطار الصيفية الأشهر من يوليو الى سبتمبر. والأمطار تهطل غالباً من غيوم معزولة أو محلية الأمطار وتتصف بشدتها وقصر مدتها .

وقد سجلت محطات الأرصاد المطرية القريبة والمحيطة بحوض مستجمع الأمطار أعلى معدل لها في محطة خورفكان حيث بلغ ١٨٤,٤ ملم في ١٩٩٥/١٢/١١م، انظر الجدول رقم (١).

٢) الشلالات المائية :

تشكل البروزات الصخرية الصلبة الموجودة في وادي الوريعة الشلالات الثلاثة، حيث أنه تتواجد تلك الشلالات عندما تكون مناسيب البروزات الصخرية أعلى من مستوى الوادي في مقطع ما وانعدام الرسوبيات وتعري الصخور الصلبة على سطح الأرض في مجرى الوادي وعلى جانبيه .

ينبع شلالين من وادي اليشيمة الذي يتواجد في الأحباس العليا من الوادي ولحوالي ١٠ كم من طول الوادي، ويبلغ مساحة حوضه حوالي ٢٤كم^{٢} مشكلاً ٢٠٪ من حوض مستجمع الأمطار لوادي الوريعة .

ويحتوي حوض وادي اليشيمة على حوض تجميعي وحوض ترشيحي لمياه المطر، ويعمل الحوض التجميعي السطحي على تجميع المياه في منطقة انتشار الصخور النارية الصلبة والمسمطة ومن ثم الى حوض الترشيح حيث تتسرب المياه خلال الرسوبيات الحصوية التي تسمح بمرور المياه من خلالها .

وقد قدر معدل الجريان في نوفمبر ١٩٩٤م للشلالات كالآتي :

الموقع	معدل الجريان لتر/ثانية	ملاحظات
الشلال الأول (أسفل البركة)	٤٥	يفقد حوالي ١٩ لتر/ثانية بالترسبات في الرمال والحصى في منطقة البركة .
الشلال الأول (أعلى الشلال)	٦٤	
الشلال الثاني	١٧	كان القياس حوالي ٣٠٠ متر تحت موقع الشلال .
الشلال الثالث	٢	على بعد ١٣٠٠ متر أعلى الشلال الثاني .

ملاحظة : يقدر الجريان السطحي أعلى الشلال الثاني بما لايقل عن ٣٠ لتر/ثانية يقل بالتسرب الى ١٧ لتر/ثانية عند موقع القياس المين أعلاه .

ومن خلال دراسة سابقة أستنتج أن مصدر مياه شلالات الوريعة هو مصدر محلي من داخل الحوض نفسه ومن مياه الأمطار الساقطة داخله، ولا علاقة له بأية مياه جوفية قادمة من خارج الحوض أو طبقات مياه جوفية عميقة، حيث لاتوجد مثل هذه المياه الجوفية العميقة داخل حوض الوادي .

٣) الجريان السطحي :

تتصف الأودية في دولة الامارات كما في المناطق القاحلة بالجريان المفاجئ للوادي حيث يعتمد على كمية الأمطار وشدتها والفترة الزمنية لهطولها، سمك طبقة الحصى في الوادي، والخصائص الفيزوغرافية لتكوينات حوض مستجمع المياه .

تصنف طبوغرافية حوض مستجمع الأمطار في وادي الوريعة على أنها من الأحواض شديدة الانحدار حيث تصل الى ٣,١ ٪ أو ٣:١ ، ويعتبر من الأودية كثيفة الروافد حيث يحتوي على ٣٧١ رافد، أي أن نسبة الروافد الى مساحة مستجمع الأمطار قد تصل الى ٢,٩ رافد/كم^{2}.

وقد سجلت أجهزة رصد الجريان السطحي أقصى كمية لحجم المياه المار خلال الوادي في سنة ١٩٩٥م ، وكانت تقدر بـ ١٠,٧ مليون متر مكعب ، انظر الجدول رقم (١) . يذكر أن جهاز قياس الجريان السطحي في الوادي بدأ بتسجيل قراءته في عام ١٩٨٢م .

٤) المياه الجوفية :

في الفترة الأخيرة بدأت تظهر عوارض انخفاض مناسيب المياه الجوفية في الدولة، حيث أنه في بعض المناطق قدر معدل الانخفاض بين ١-٢ متر سنوياً .

تغذية المياه السطحية ومياه الأمطار والتغذية الشبه دائمة من مياه الشلال للمياه الجوفية في وادي الوريعة تعتبر من العلاقات المعقدة وخاصة سلوك المياه ونفاذها من خلال الشقوق والفواصل الموجودة في جبال الوادي .

ومن هنا جاءت فكرة اجراء دراسات على سلوك المياه الجوفية في الوادي وكيفية الاستفادة منها في تنمية المصادر المائية للمزارع والمناطق المجاورة لها، حيث أن هذه الدراسة تعتبر بداية لسلسلة من الدراسات التي سوف تقوم بها الوزارة على الأودية الأخرى .

- أهداف الدراسة :

معرفة نظام حركة المياه التحت سطحية للوادي ومسارها في التكوينات الجيولوجية المختلفة في الوادي وذلك باضافة مواد كشافة الى المياه السطحية لمتابعة حركة المياه الجوفية وللحصول على مزيد من المعلومات عن أشكال التدفق ومن ثم منبع المياه .

- منهج الدراسة :

اشتملت الدراسة على عدة مراحل على النحو التالي :

١) حصر وتجميع كل البيانات والمعلومات المتعلقة بوادي الوريعة والمتوفرة لدى وزارة الزراعة والثروة السمكية والجهات الأخرى .

٢) تحليل وتقييم البيانات والمعلومات لاستخدامها في الدراسة .

٣) اجراء دراسات جيوفيزيائية بطريقة التوقيت الحقلي الالكترومغناطيسي للمنطقة المحيطة بالشلال واسفلها وذلك لمعرفة التركيبة الجيولوجية للوادي وتحديد القنوات والمسارات التحت سطحية للوادي حيث يمكن عن طريقها تتبع التراكيب الأرضية ولعمق ٥٠٠ متر في الظروف المناسبة وباستخدام جهاز جيونيكس بروتيم ٤٧ مستخدمين دوائر ذات قطر ١٠ متر فقط ضمن الوادي وذلك لعدم توفر المساحة وكذلك تم استخدام دائرة بقطر ١٠٠ متر للخطين الموجودين على المستوى الساحلي .

لقد تم القيام باختبار كاشف النبض البسيط باستخدام صبغة نباتية مشعة FLUORESCENT VEGETABLE DYE، وصبغة حمراء WT مذابين في ١ جرام/لتر كما قيست من قبل مختبرات وزارة الزراعة والثروة السمكية بمنطقة العوهة، وبعد اضافتها الى مجرى المياه

السطحية عند شلال المياه السفلي تم تعقبها باستخدام ميزان فلوروميتري حقلي بنظام تصميم تيرنر AU1، هذا الجهاز يمكن به تعقب تركيزات قليلة تصل الى ١ ميكرو جرام/لتر، ومجهز بخلية عينات منفصلة ومرشحات صحيحة ومنابع ضوئية لتتبع الصبغة الحمراء ، وقبل اضافة الصبغة الحمراء تم أخذ عينات من المياه السطحية والمياه الجوفية في الآبار وذلك لقياس الاشعاع الفلورسنتي الخلفي، ومن ثم تم أخذ العينات مرة أخرى من نفس الموقع وبفواصل زمنية بعد اضافة هذه الصبغة .

- نتائج الدراسة :

المسوحات الجيوفيزيائية بالوادي وجدت بأن الهيكل التحتي في الصخر كان معقداً جداً مع امكانية وجود مناطق صدع وعدة بنيات تحتية من فوق طبقات الأساس الصخري، أنظر الرسم رقم (٢)، هذه البنيات بالتالي تتحكم في ممرات الماء نزولاً الى وادي الوريعة، مؤدية عموماً الى قناتين حيث طبقة الحصى أكثر عمقاً ونزولاً على طول حافتي الوادي، وكما هو متوقع فان طبقة الحصى تزداد سماكة بمجرد أن ينفتح الوادي على المستوى الساحلي، على الرغم من أنه توجد دلائل على أن البنية المعقدة في الصخور السفلى والتي عادة تكون هي الأساس الصخري القريب من السطح تؤدي الى تقليل سماكة طبقة الحصى، ان آخر خط من خطوط الـ(TDEM) الذي اختير أن يكون قرب الساحل قد التقط دلائل وجود تداخل للمياه المالحة ويمتد تقريباً لـ ١ كم من البحر الى داخل الأراضي، أنظر الرسم رقم (٣) .

لقد تم استخدام اختبار الكاشفات لتحديد سرعة جريان المياه عند أساس الاندفاع نزولاً الى الوادي، ولتأكيد نتائج المسوحات الجيوفيزيائية الخاصة بوجود قناتين في الوادي، هذه الأرقام قد تم استخدامها أيضاً لاختبار مدى معقولية أن يكون مصدر مياه النبع الأساسي في الوادي، من مياه الأمطار السنوية أو من مصادر أخرى .

- الاستنتاجات :

- ان جيولوجية البنية التحتية المعقدة هي أساس التحكم بجريان المياه نزولاً الى وادي الوريعة، حيث يظهر أن هنالك قناتين في الوادي نزولاً باتجاه جريان المياه .
- حجم جريان المياه الأساسي في الوادي من كلا من المياه السطحية فوق الشلال والمياه المتسربة من جانبي الوادي يبلغ ٥٨ لتر/ثانية وتجري بمعدل سرعة يبلغ

٦٦,٥ متر/ساعة ، بينت الدراسة أن مصدر مياه شلالات الوريعة من مصدر محلي من داخل الحوض نفسه ومن مياه الأمطار الساقطة فيه، ولا علاقة له بأية مياه جوفية قادمة من خارج الحوض أو طبقات مياه جوفية عميقة، حيث لا توجد مثل هذه المياه الجوفية العميقة .

- لكي يتم جريان المياه طول السنة، يتطلب وجود معدل نسبة ترشيح أقل قليلاً من ١٠٪ وذلك يساوي ١٥ مم مياه كل سنة، على أساس معدل سقوط مياه الأمطار في الوادي .
- هنالك بعض الدلائل على تداخل المياه المالحة عند التقاء الوادي بالساحل، وهذا لا يعتبر مشكلة في الوقت الراهن .

- المنشآت المائيه في الوادي :

- نتيجة لهذه الدراسة والدراسات المختلفة التي أجريت على الوادي والتي بدأت منذ عام ١٩٨٢م تقوم وزارة الزراعة والثروة السمكية حالياً بتنفيذ مشروع سد وادي الوريعة بطاقة تخزينية تصل الى ٥,١٢ مليون متر مكعب، بطول ٣٦٧,٠ متر وارتفاع يصل الى ٣٤,٠ متر، ويحتوي على عدة مرافق أهمها مصرف المياه الذي يبلغ طوله ١٥٠ متر، ومن الممكن أن يمرر ٢٤١٧ متر مكعب/ثانية، وكذلك هناك حاجزين سوف ينفذان ضمن مشروع السد وذلك كوسائل تغذية للمياه الجوفية في الوادي، وسوف يتم الانتهاء من المشروع في نهاية العام الحالي .
- توجد في منطقة وادي الوريعة شبكة من الآبار موزعة على طول الوادي بهدف مراقبة مناسيب المياه .
- توجد عدد من المحطات المطرية القريبة من وادي الوريعة وذلك لرصد كمية المياه المتساقطة حول منطقة مستجمع الأمطار في الوادي .

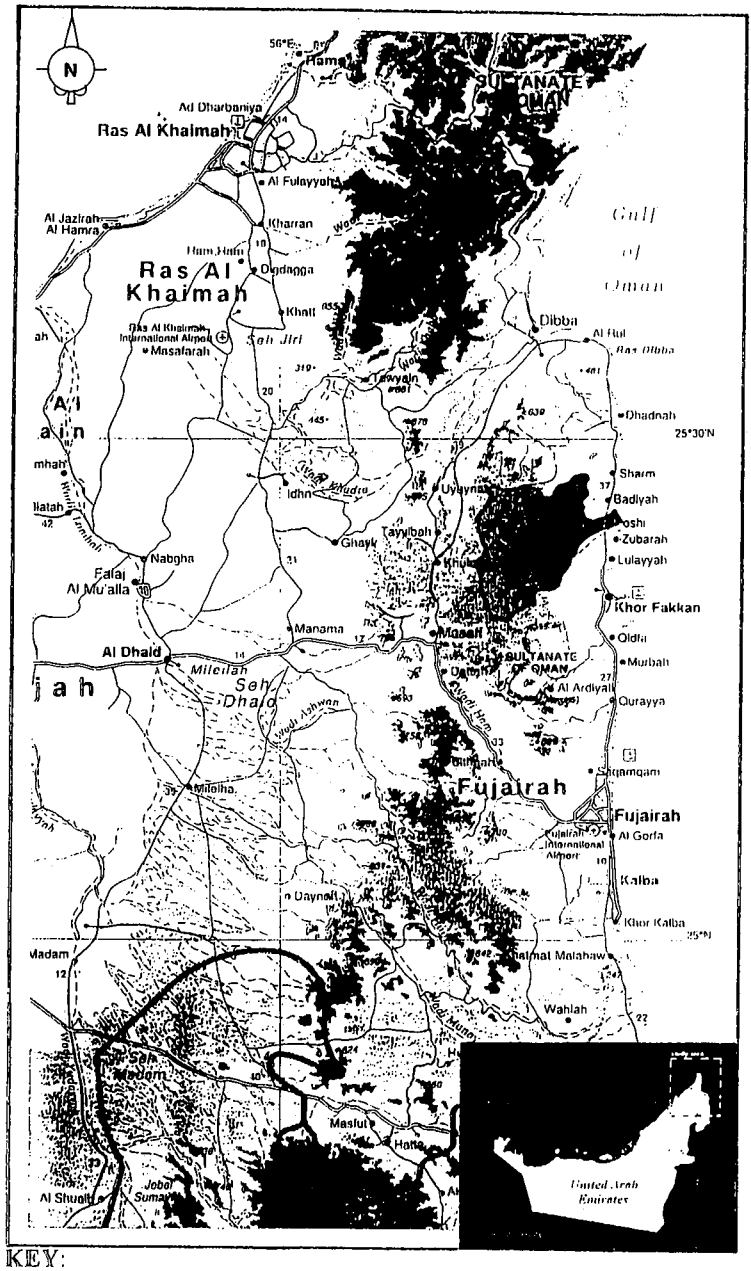
تابع الجدول رقم (١).

للتاريخ	الجريان السطحي	محطات رصد الأمطار (مليمتر)				
	بالـ ١٠٠٠ م٣	عسمة	خورفكان	مسافي	سينة	زكت
٩١/١١/٢٤	١٢٠,٧٣٢	٠	٩,٦	٠	١,٦	١,٢
المجموع	١٢٠.٧٣٢	٠	٩.٦	٠	١.٦	١,٢
٩٢/١١/٢٥	٣,٣٦٦	٠	٢,٦	٠	٨,٨	٠,٢
٩٢/٢/٣	٥٠٩,٧٦٠	٣٧,٦	١١,٤	٢٨,٤	٤٣,٨	١٣٦
المجموع	٥١٣.١٢٦	٣٧.٦	١٤.٠	٢٨.٤	٥٢.٦	١٣٦,٢
٩٣/١٢/٢٥	٢٧١,٦٢٠	٩,٦	٨٤	٥٧	٣١,٢	٤٦,٦
المجموع	٢٧١.٦٢٠	٩.٦	٨٤	٥٧	٣١,٢	٤٦.٦
٩٤/١٠/٣١	٥٠,٢٢٠	١٨,٦	٠	١٣,٦	٩,٨	٠
المجموع	٥٠.٢٢٠	١٨.٦	٠	١٣.٦	٩.٨	٠
٩٥/٢/٢٤	٢٢١,٤٠٩	٤,٨	٣٣,٤	٢١,٦	٢٨,٤	٢٣
٩٥/٣/١٣	١٢١,٠٥٦	٣٨,٤	١١٨,٢	٥٨,٤	٣٢,٨	٥٩,٤
٩٥/٧/٢٣	٢٦٣٥,٦٣٢	٦٣,٤	١٦٤,٦	٥٦,٦	٥٢	٥٥
٩٥/٧/٢٤	٥٣٠٤,٧٧١	٠	١٠,٤	١١,٦	٠	٠
٩٥/١٢/١١	٩٨٤,٧٨	٢٢,٢	١٨٤,٤	٦٧,٨	٢٢,٢	١٩٣
٩٥/١٢/١٢	٩٠٣,٧٩٨	٠	٦,٤	٠,٨	٢,٤	٣
٩٥/١٢/١٧	١٦٣,٧٦٤	٦٧,٤	٣٥,٨	٥٤,٢	٧٢,٦	١٨,٢
٩٥/١٢/٢٥	٣٨١,٦٠٣	٢٢	٩	١٠,٤	٢٤,٢	١٣,٤
المجموع	١٠٧١٦.٨١٣	٢١٨.٢	٥٦٢.٢	٢٩٠.٤	٢٣٤.٦	٣٦٥
٩٦/١/٢٣	١٣٧,٤٨٤	٥٩	٥٣,٢	٥٤,٤	٤٤,٢	٣٨,٨
٩٦/١/٢٤	١٥٨٩,٨٦٨	٠	٠	٠,٤	٠,٢	٠
٩٦/٢/١٧	٧٧٣,٣١٦	٢٥,٦	٢١	٢٧	٢٣,٨	٣٥,٢
٩٦/٣/١٠	٦٨٠,٢٦٥	٣٦	٢٦,٤	٤٣	٣٢,٢	٢٦,٢
٩٦/٣/١١	٥٥٢,٠٢٤	٦	٤,٢	٦,٢	٦	٠
٩٦/٣/١٢	٧٥٣,٢٢٨	٥١	٥٤,٤	٤١,٦	٦٠,٢	٥٥,٨
٩٦/٣/١٣	٥١٧,٩٦٨	٢٠,٦	٧,٤	٢١	٢٠,٢	١٨,٤
٩٦/٣/١٤	٣٨١,٥٢٨	٠	٠	٠,٨	٠	٠
٩٦/٣/٢٢	١٧٤,٦٩٩	٣١	١٩,٢	٢٦,٨	٣٤,٨	٢٥
٩٦/٦/١٧	٩٧٧,٠٨٥	٠	٠	٠	٠	٠
٩٦/٩/٢٢	٢٦٣٩,٠٥٢	٠	٤١,٦	٠	١٢,٦	٢,٨
٩٦/٩/٢٣	٢٣٧,٦	٠	٠	٠	٠	٠
المجموع	٩٤١٤.١١٧	٢٢٩.٢	٢٢٧.٤	٢٢١.٢	٢٣٤.٢	٢٠٢,٢

ملاحظة : لم يتم تسجيل البيانات المطرية وبيانات الجريان السطحي في أعوام من ١٩٨٤ الى ١٩٨٦ وذلك لكونها سنين حافة (أرقام صغيرة تم اهمالها) .

الرسم رقم (١) : حوض مستجمع الأمطار في وادي الوريعة .

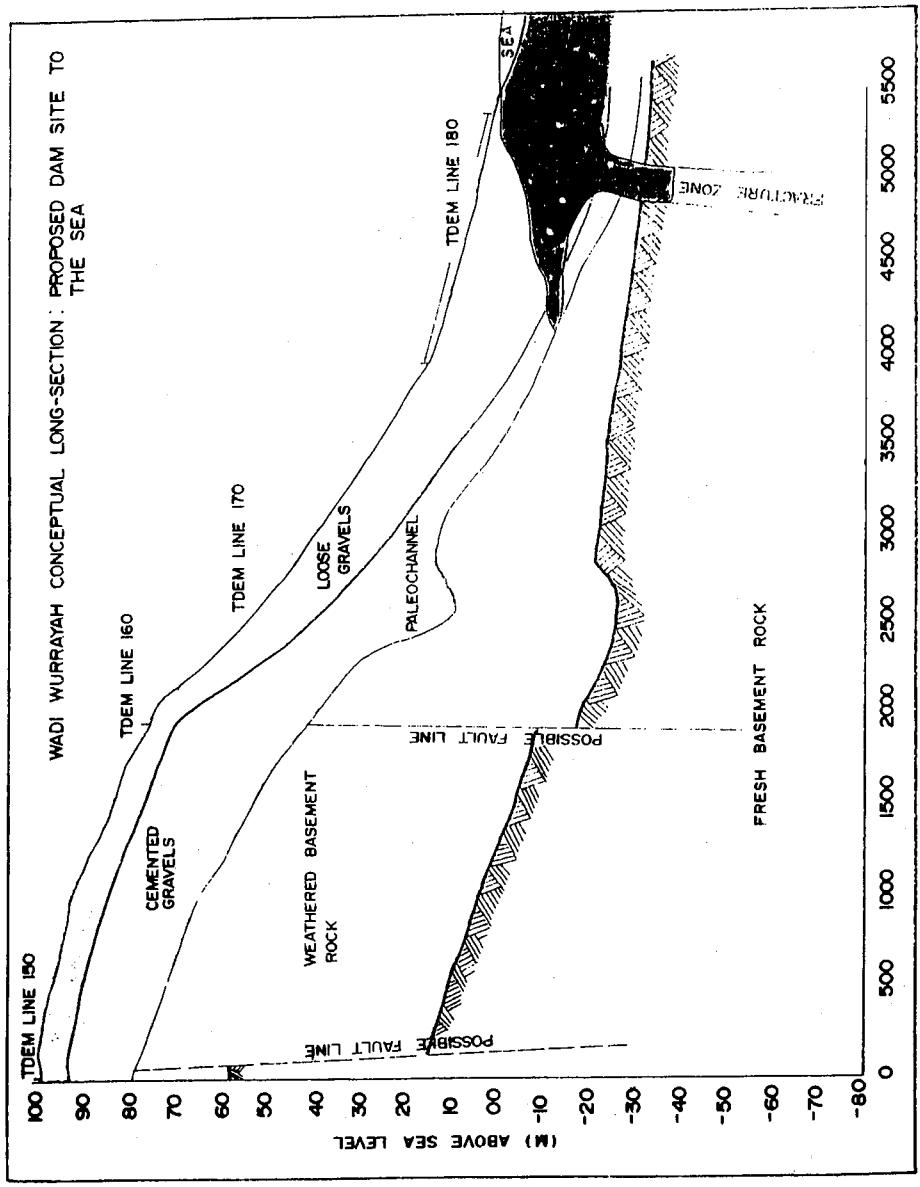
Location of Wadi Wurrayah Basin



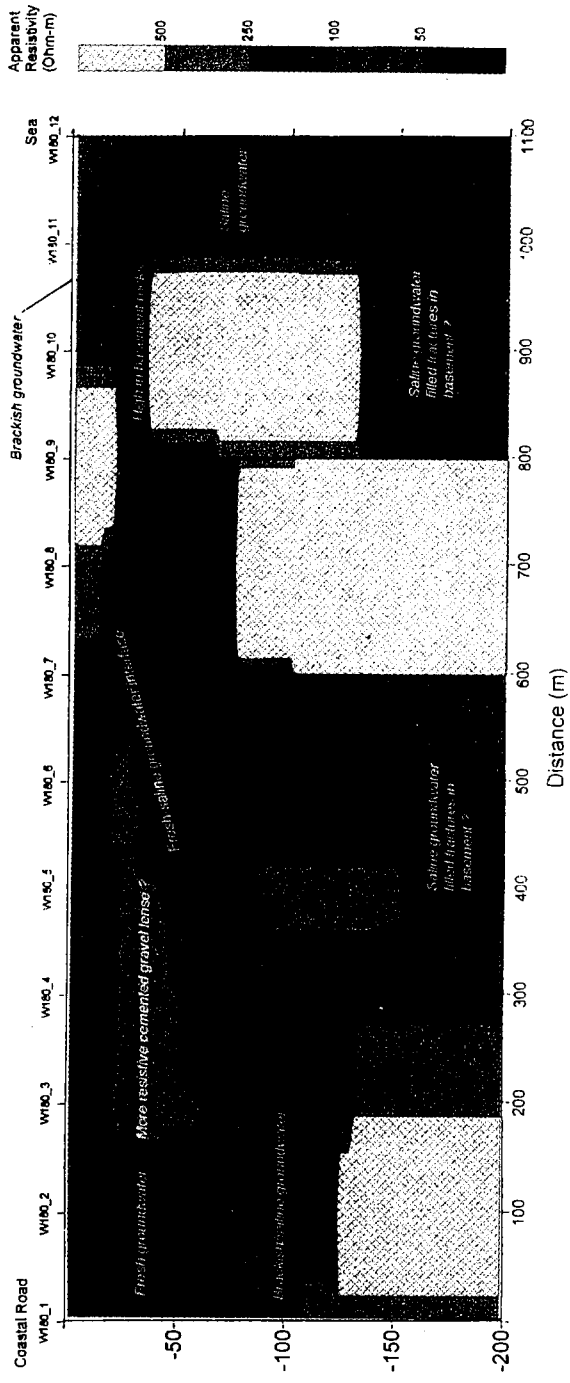
KEY:

Wadi Wurrayah Basin

الرسم رقم (٢) : قطاع طولي لوادي الوريعة .



الرسم رقم (٣) : مناطق تداخل مياه البحر في وادي الوريعة .



المراجع :-

- كتاب بيانات الأرصاد الجوية، وزارة الزراعة والثروة السمكية .
- كتاب بيانات الأرصاد المائية، وزارة الزراعة والثروة السمكية .
- دراسة مساحية للتغذية والجريان للمياه الجوفية في وادي حام ووادي الوريعة ، انتك .
- الدراسات الأولية للسدود ووسائل التغذية في الامارات العربية المتحدة ، هالكرو .
- مياه شلالات الوريعة " مصدرها، تقييمها والطريقة المثلى لاستثمارها " ، د. عمر جودة .
- دراسة المياه الجوفية ، ايواكو .
- الدراسات الأولية في وادي الوريعة ، دبليو.اس.أتكنز .
- هيدرولوجية المناطق الجافة ، الفاو .
- التحريات الفنية الحقلية للموقع المقترح لسد وادي الوريعة ، سويس بورينج .